

Н.Р.Юсуфбеков, Б.Э.Муҳамедов, Ш.М.Фуломов

ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ СИСТЕМАЛАРИ



Н. Р. ЮСУФБЕКОВ, Б. Э. МУҲАМЕДОВ,
Ш. М. ФУЛОМОВ

ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ СИСТЕМАЛАРИ

*Техника олий ўқув юртлари
учун дарслик*

«Технологик жараёнларни бошқариш системалари» дарслиги шу номли китобнинг иккинчи наشري бўлиб, унинг ҳамма бўлимлари янги ўқув дастурига мувофиқ қайта ишлаб чиқилди ва тўлдирилди. Унда технологик жараёнларни бошқариш системаларининг асосий бўлимлари — технологик параметрларни назорат қилиш усуллари ва воситалари, технологик жараёнларни бошқариш системалари, автоматлаштириш системаларини лойиҳалаш ва ишлаб чиқаришни (кимё ва озиқ-овқат sanoатларининг асосий жараёнларини) автоматлаштириш баён қилинди. Узлукли жараёнларни автоматик бошқариш системалари бўйича янги материаллар билан тўлдирилди. Технологик жараёнларни микро-ЭҲМ ва микропроцессорлар билан бошқариш системалари қўшимча материаллар билан бирмунча кенгайтирилди.

Дарсликда атроф-муҳитни муҳофаза қилиш борасида фан-техника ютуқлари асосида яратилган технологик жараёнларни автоматлаштириш масалаларига алоҳида эътибор берилди.

Дарслик асосан олий техника ўқув юртларининг муҳандис-технолог ихтисослиги талабаларига мўлжалланган, лекин ундан шу соҳа бўйича таҳсил олувчи аспирантлар, илмий ва муҳандис-техник ходимлар, шунингдек, шу соҳага қизиққан барча китобхонлар ҳам фойдаланишлари мумкин.

**НОДИРБЕК ЮСУФБЕКОВ, БАХТИЁР МУҲАМЕДОВ,
ШУҲРАТ ҒУЛОМОВ**

ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ СИСТЕМАЛАРИ

Тошкент «Ўқитувчи» 1997

Муҳаррирлар: *А. Аҳмедов, Д. Аббосова*

Расмлар муҳаррири *Ф. Неқсадамбоев*

Техник муҳаррир *С. Турсунова*

Мусахҳиҳ *У. Ҳусниддинов*

ОИБ № 7308

Теришга берилди 13.01.97. Босишга рухсат этилди 04.06.97. Формати 60 × 90^{1/16}. Кегли 10 шпонсиз. Литературная гарнитураси. Юқори босма усулида босилди. Шартли 5. л. 44.0. Шартли кр.-отт. 44.0. Нашр. л. 42.85. 1000 нусхада. Буюртма № 2895.

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент, 129. Навоий кўчаси. 30. Шартнома 11-121-96.

Ўзбекистон Республикаси Давлат матбуот комитетининг Тошполиграфкомбинати. Тошкент, Навоий кўчаси, 30. 1997.

КИРИШ

Кимё, озиқ-овқат саноати технологияси ва бошқа технологиялар соҳасида эришилган муваффақиятлар халқ хўжалигининг техник тараққиёти, мустақил мамлакатимизнинг иқтисодий ва маданиятини ривожлантириш, шунингдек, аҳолининг турмуш фаровонлигини ошириш учун биринчи даражали аҳамиятга эга бўлган саноатни яратиш учун асос бўлади.

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш техника тараққиётининг асосий йўналишларидан бири бўлиб, у ишлаб чиқариш самарадорлигини муттасил ошириш, маҳсулот сифатини юқори даражага кўтариш, харажатларни камайтириш, меҳнат шароитларини яхшилаш, ишлаб чиқаришда хавфсизлик техникасини таъминлаш ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш учун хизмат қиладиган асосий омил ҳисобланади.

Моддий ишлаб чиқаришни такомиллаштиришда сифат жиҳатдан янги ҳисобланган автоматлаштириш бу соҳада ҳақиқий туб ўзгаришларни вужудга келтиради, технологик жараёнларни қайта ишлаб чиқишни, ишчи, муҳандис-техник ходимларнинг ва хизматчиларнинг ихтисосларини ишлаб чиқариш ва бошқариш соҳасида ўзгартиришни талаб қилади. Автоматлаштириш илмий тадқиқотларга тобора кенгроқ кириб бориб, фан ва техникани ривожлантириш учун янги имкониятлар очиб бермоқда. Бундан ташқари, автоматлаштириш авваллари инсон бошқаришга қодир бўла олмаган янги, юқори интенсив жараёнларни амалга оширишга, табиатда маълум бўлмаган янги, самарали материалларни яратишга имкон беради.

Саноатни автоматлаштиришнинг аҳволи ва истиқболларини баҳолашда фақат автоматик бошқариш системалари ва автоматиканинг техник воситалари тавсифномаси билангина чекланиб қолмасдан, автоматлаштирилган ишлаб чиқариш, бошқаришнинг система ва воситаларини ташкил этишнинг ҳамда иқтисодининг ўзаро шартлашилган муаммолари кенг қамровда қараб чиқилиши керак. Бунда шунини ҳисобга олиш керакки, автоматлаштириш — узлуксиз ривожланувчи жараён бўлиб, у ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари ва фан-техниканинг кўпчилик соҳалари билан узвий боғлангандир.

Ишлаб чиқаришни автоматлаштиришда юқори самарадорликка эришишнинг бевосита шарти асосий ва ёрдамчи ишлаб

чиқариш жараёнларини механизациялаш ҳисобланади. Автоматлаштиришни ривожлантириш динамикасига қуйидаги кўп сонли қонуний ва тасодифий омиллар таъсир кўрсатади: технология ва қурилманинг ҳолати ҳамда автоматлаштиришга тайёргарлиги, хомашё, чала маҳсулотлар ва энергетик ресурсларнинг сифати ҳамда барқарорлиги, ходимларнинг малакаси, ишчи ва мутахассислар фаолиятини ташкил этиш ва ҳоказо.

Технологик жараёнлар ва ёрдамчи хизматларни автоматлаштириш фақат ишлаб чиқариш техникасини такомиллаштириш ва меҳнат шароитларини яхшилаш билангина эмас, балки ишлаб чиқариш рентабеллигини ошириш, бирлик маҳсулотга кетадиган моддий ва меҳнат харажатларини пасайтириб, унинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини орттириш билан боғлиқ.

Иқтисодий омиллар автоматлаштириш объектини танлаб олишда асосий омил ҳисобланади. Саноатда автоматлаштиришнинг иқтисодий самарадорлигини орттириш омиллари жуда кўп. Ҳозирги шароитда автоматлаштиришнинг иқтисодий самарадорлигига хизмат кўрсатувчи ходимлар сонини камайтириш ҳисобигагина эришишга кўп ҳолларда имкон бўлмайди, чунки замонавий заводлар, цехлар, бўлинмалар, участкаларга нисбатан кам миқдордаги одамлар билан хизмат кўрсатилади. Шунинг учун иқтисодий самарадорликни ошириш омилларига қуйидагиларни киритиш мумкин: маҳсулот сифатини ошириш, хом ашё ва турли хил энергия сарфини, ишлаб чиқариш чиқиндиларини камайтириш, ишлаб чиқариш ритминини ошириш, меҳнат унумдорлигини ошириш, чиқарилаётган маҳсулот ҳажминини ошириш, хизмат кўрсатувчи ходимларнинг меҳнат шароитини ишлаб чиқаришнинг кишилар ҳаёти ва соғлиғи учун хавфли бўлган участкаларидаги зарарли ишларни йўқотиш ҳисобига яхшилаш.

Лойиҳаланаётган ва қурилаётган янги ишлаб чиқариш корхоналарида автоматлаштириш технология билан узвий равишда боғланиши керак. Иқтисодий самарадорликка бир қатор чоратадбирларни ўтказиш натижасида эришилади ва у ишлаб чиқариш ҳамда корхона учун яхлит баҳоланади; бу ҳолларда автоматлаштиришни мустақил равишда иқтисодий баҳолаш кўпинча қийинлашади, чунки бу янги ишлаб чиқаришнинг ёки корхонанинг умумий иқтисодий баҳоси билан қўшилиб кетади.

Жадал техник тараққиёт туфайли «ёш» ишлаб чиқариш маълум даврдан сўнг «эскиради» ва янгилашни талаб қилади, шу жумладан амалдаги автоматлаштириш системалари ва воситаларини янада замонавий ҳамда такомиллашганлари билан алмаштиришни талаб қилади. Амалдаги ишлаб чиқариш корхоналаридаги автоматлаштириш системаларини такомиллаштиришда, шунингдек технология ва жиҳозларни модернизациялашда мустақил иқтисодий баҳолашлар бўлиши мумкин.

Технологик жараёнларнинг мураккаблашуви ва жадаллашуви туфайли замонавий ишлаб чиқариш корхоналарини бош-

қариш уларни микропроцессор техникаси ва бошқарувчи ҳисоблаш техникасини қўллаб кенг автоматлаштириш асосидагина самарали бўлишига эришилади. Автоматлаштириш талаблари технологик жараёнлар лойиҳаланаётган босқичдаёқ ҳисобга олинганда автоматлаштириш энг катта самара беради.

Айтилганлардан, автоматлаштиришнинг илмий-техник, иқтисодий жиҳатлари саноат тараққиётини, меҳнаткашларнинг маданиятини ва турмуш даражасини кўтаришни таъминлашда катта аҳамиятга эга бўлиши келиб чиқади. Бироқ саноатни автоматлаштиришда муваффақиятга эришишнинг муҳим шартин институтларда, конструкторлик бюроларида ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш масалаларини юқори илмий-техник даражада ҳал қилишга қодир корхоналарда автоматика бўйича кўп сонли малакали кадрлар, мутахассислар етиштиришдан иборат.

Ҳозирги кунда республикамиздаги олий ўқув юртларида олиб борилаётган тадбирларнинг асосий мақсади мутахассислар тайёрлаш сифатини тубдан яхшилашдир. Бу ишларни жадаллаштиришда таълим, ишлаб чиқариш ва фаннинг узвий алоқада бўлиши асосий омилдир.

Юқорида айтиб ўтилган муҳим вазифаларни муваффақиятли ҳал этиш учун юқори малакали муҳандис кадрлар керак. Бундай кадрлар тубдан янги илмий ғояларга ва юксак техник ечимларни ҳал этиш қобилиятига эга бўлишлари зарур. Халқ хўжалигини фан-техника тараққиёти асосида жадаллаштириш — бозор иқтисодиёти шароитидаги муҳим вазифалардан ҳисобланади. Бу улкан ишларни бажариш кадрларнинг малакасига боғлиқдир.

Кимё, озик-овқат ва бошқа саноатлар учун юқори малакали кадрлар тайёрлашда «Технологик жараёнларни бошқариш системалари» фани катта аҳамиятга эга. Бу фан талабаларга ўз ихтисосликларини назарий жиҳатдан чуқур эгаллашга, уларнинг муҳандислик билимларини мустаҳкамлашга, ишлаб чиқариш самарадорлигини қайси йўл билан ошириш ва технологик жараёнлардан унумли фойдаланиш мумкинлигини ўргатади. Автоматлаштириш борасида энг масъулиятли ишлар эса, шубҳасиз, муҳандис-техник кадрлар зиммасига тушади. Бугунги кун муҳандислари янги техника ва технологиядан фойдаланишга, технологик жараёнларни автоматлаштиришни кенг жорий этишга, ишлаб чиқариш захираларини аниқлаш ва уни жадаллаштиришга қодир бўлишлари керак. Хусусан, муҳандислар олдида фан-техника тараққиётининг йўл бошловчиси бўлишдек масъулиятли вазифа туради. Шунинг учун технологик жараёнларни бошқариш системалари асосларини шу соҳа мутахассисларигина эмас, балки муҳандис технолог-конструкторлар, иқтисодчилар ва бошқалар ҳам билишлари муҳим.

«Технологик жараёнларни бошқариш системалари» фани бўйича ўзбек тилидаги биринчи дарслик 1982 йили нашр қилинди (Н. Р. Юсуфбеков, Б. Э. Муҳамедов, Ш. М. Ғуломов.

Автоматика ва ишлаб чиқариш жараёнларининг автоматлаштирилиши. Тошкент, «Уқитувчи»). Ҳозирги вақтга келиб ушбу фан соҳасида бир қатор янгиликлар юз берди. Ана шу янгиликлар асосида фанни ўқитишда ҳам ўзгартиришлар қилинди.

Мазкур дарслик муаллифларнинг Тошкент давлат техника университетиди ва Тошкент кимё-технология институтиди «Технологик жараёнларни бошқариш системалари» курси бўйича олиб борган кўп йиллик педагогик тажрибалари асосида, янги ўқув дастурига мувофиқ ёзилди. Китобда технологик жараёнларни бошқариш системаларининг асосий бўлимлари, яъни технологик параметрларни назорат қилиш усуллари ва воситалари, технологик жараёнларни бошқариш системалари, автоматлаштириш системаларини лойиҳалаш ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш баён этилган.

Муаллифлар ушбу дарсликни ёзиш жараёнида ўзларининг қимматли фикр-мулоҳазалари билан яқиндан ёрдам берган Тошкент давлат техника университетининг ҳамда Тошкент кимё-технология институтининг «Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш» кафедралари аъзоларига чуқур миннатдорчиликларини изҳор этадилар. Шунингдек, дарслик қўлёзмаси билан танишиб, унинг сифатини яхшилашга қаратилган маслаҳатлари учун т.ф.д., профессор К. Аҳметовга самимий ташаккур билдирадилар.

Биринчи бўлим

ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАРНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ УСУЛЛАРИ ВА ВОСИТАЛАРИ

I боб. МЕТРОЛОГИЯ АСОСЛАРИ ВА ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИ

1.1-§. МЕТРОЛОГИЯНИНГ АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАРИ

Метрология — ўлчашлар, уни таъминлаш усуллари ва воситалари ҳамда талаб этилган аниқликка эришиш йўллари ҳақидаги фан. Метрологиянинг асосини ўлчашнинг умумий масалалари, физик катталиклар бирлиги ва уларнинг системалари ҳақидаги маълумотлар, ўлчашнинг усул ва воситалари, ўлчаш натижасининг тўғрилигини аниқлаш усуллари ва ҳоказолар ҳосил қилади. Ўлчашга доир физик катталиклар механик, электр, иссиқлик, оптик, акустик бўлиши мумкин. Бу катталикларнинг бир тури технологик жараён ривожланишининг бевоқифа кўрсаткичи бўлса, бошқалари шу жараён билан функционал боғланган бўлади.

Физик ҳодисаларни ўрганиш ва улардан амалда фойдаланиш турли физик катталикларни ўлчаш, яъни маълумот олиш билан боғлиқ. Маълумот қанча тўла ва ҳолисона бўлса, физик ҳодисаларнинг туб маъносини тушуниш шунчалик чуқур бўлади. Физик катталиқнинг муайян қиймати технологик жараённинг ривожланиши ҳақидаги маълумотнинг муҳим қисмидир. Турли усул ва асбоблар орқали ифодаланган технологик жараённинг ҳолати ҳақидаги ахборотларни маълумот, яъни **информация** деб биламиз. Информациялар, асосан, ўлчаш асбоблари ва қурилмалари ёрдамида олинади.

Физик объектнинг сифат жиҳатдан умумий, лекин миқдор жиҳатдан ҳар бир объект учун алоҳида хусусияти **физик катталиқ** деб аталади. Шундай қилиб, ҳар бир физик катталиқ айнан шу катталиқнинг сонли қиймати бирлигига кўпайтмасидан иборат бўлган индивидуал қиймати билан ифодаланади.

Бир-бирига муайян эрксизлик билан боғланган катталиклар йиғиндиси **физик катталиклар системаси** дейилади. Физик катталиклар системаси асосий, қўшимча ва ҳосила катталиклардан иборат. Системага кирган ва бошқа системаларга нисбатан шартли равишда эркин ҳисобланган физик катталиқ **асосий физик катталиқ** деб аталади.

Халқаро бирликлар системаси — СИ (Sisteme International — SI) фан ва техниканинг барча соҳалари учун физик катталикларнинг универсал системаси бўлиб, 1960 йилнинг октябрь ойида Ўлчов ва тарозилар XI Бош конференциясида қабул

1-1- ж а д в а л. Халқаро (СИ) бирликлар системаси

Тартиб №	Катталиклар	Ўлчов бирлиги	Қисқартирилган белгилари		Ҳосила бирликлар ўлчови
			Ўзбекча	халқаро	

Асосий бирликлар

1.	Узунлик	метр	м	<i>m</i>	—
2.	Масса	килограмм	кг	<i>kg</i>	—
3.	Вақт	секунд	с	<i>S</i>	—
4.	Ток кучи	ампер	А	<i>A</i>	—
5.	Термодинамик температура	Кельвин граду- си	К	<i>K</i>	—
6.	Ёруғлик кучи	кандела	кд	<i>cd</i>	—
7.	Модда миқдори	моль	МОЛЬ	<i>mol</i>	—

Қўшимча бирликлар

1.	Ясси бурчак	радиан	рад	<i>rad</i>	—
2.	Фазовий бурчак	стерадиан	ср	<i>sr</i>	—

Ҳосила бирликлар

1.	Юза	метр квадрат	м ²	<i>m²</i>	1 (м) ²
2.	Ҳажм	метр куб	м ³	<i>m³</i>	1 (м) ³
3.	Частота	Герц	Гц	<i>Hz</i>	1 : (с)
4.	Зичлик	килограмм тақ- сим метр куб	кг/м ³	<i>kg/m³</i>	(1 кг) : (1 м ³)
5.	Тезлик	метр тақсим секунд	м/с	<i>m/s</i>	(1 м) : (1 с)
6.	Бурчак тезлик	радиан тақсим секунд	рад/с	<i>rad/s</i>	(1 рад) : (1с)
7.	Тезланиш	метр тақсим се- кунд квад.	м/с ²	<i>m/s²</i>	(1 м) : (1с) ²
8.	Бурчак тезла- ниш	радиан тақсим секунд квадр.	рад/с ²	<i>rad/s²</i>	(1 рад) : (1с) ²
9.	Куч	Ньютон	Н	<i>N</i>	(1 кг)·(1 м) : (1с) ²
10.	Босим	Ньютон тақсим метр квадр.	Н/м ²	<i>N/m²</i>	(1Н) : (1м) ²
11.	Динамик қову- шоқлик	Ньютон қўпай- тирилган секунд тақсим метр квадр.	Н·с/м ²	<i>N · S/m²</i>	(1Н)·(1с) : (1м) ²
12.	Кинематик қо- вушоқлик	метр квадр. тақсим секунд	м ² /с	<i>m²/s</i>	(1м) ² : (1с)
13.	Иш, энергия, иссиқлик миқ- дори	жоуль	Ж	<i>J</i>	(1Н)·(1м)
14.	Қувват	ватт	Вт	<i>W</i>	(1Ж) : (1с)
15.	Электр миқдо- ри	кулон	Кл	<i>G</i>	(1А)·(1с)
16.	Электр кучла- ниш, электр по- тенциаллар айирмаси, электр юритувчи куч	вольт	В	<i>V</i>	(1В т) : (1А)
17.	Электр майдо- ни кучланганли- ги	вольт тақсим метр	В/м	<i>V/m</i>	(1В) : (1м)
18.	Электр қарши-	Ом	Ом	Ω	(1 Вт) : (1А)

Гарфид №	Катталиклар	Ўлчов бирлиги	Қисқартirilган белгилари		Ҳосила бирликлари Ўлчови
			Ўзбекча	халқаро	
19.	лик Электр сизим	Фарада	Ф	F	(1К) : (1В)
20.	Магнит индукцияси оқими	Вебер	ВВ	Wb	1 (к) : (1 Ом)
21.	Индуктивлик	генри	Гн	H	(1 В6) : (1 А)
22.	Магнит индукцияси	тесла	тл	T	(1 В6) : (1 М) ³
23.	Магнит майдони қўчланганлиги	ампер тақсим метр	А/М	A/m	(1А) : (1м)
24.	Магнит юртивчи куч	Ампер	А	A	(1 А)
25.	Ёруғлик оқими	Люмен	Лч	lm	(1 қд) · (1 ср)
26.	Равшанлик	кд тақсим метр	кд/м ²	cd/m ²	
27.	Ёритилиш даражаси	квал. ёки нит люкс	(Нт) ЛК	(nt) lk	(1 кА) : (1 м) ² (1 лм) : (1 м) ⁴

қилинган. СИ нинг жорий этилиши шу системада назарда тутилган ва унинг таркибига кирмайдиган (аммо ҳозир ўлчов бирликлари сифатида қўлланилаётган) бирликларнинг илмий-тадқиқот натижаларини ҳисоблашда, ишлаб чиқариш воситалари ва асбоб ускуналарини лойиҳалашда, қурилиш ҳамда қурилган объектлардан фойдаланишда, шунингдек ўқув-таълим ишларида кўп қийинчиликлар туғдираётган ўлчов бирликларидagi бир хилликка барҳам беради. СИ нинг ҳозирги қўлланилаётган айрим ўлчов системаларига нисбатан муҳим афзаллиги шундаки, у — универсал; ўлчов бирликларини бирхиллаштирган; асосий, қўшимча ва ўз ҳосилавий бирликларини амалиёт учун қулай ўлчамларга мужассамлаштирган; когерент, яъни ҳосилавий бирликлар ўлчамларини анқловчи физик тенгламалардаги мутаносиблик коэффицентларини тугатган системадир. Унинг татбиқи билан ҳисоблаш формулаларининг ёзилиши анча соддалашди.

Халқаро бирликлар системаси (СИ) да еттига асосий ва йккита қўшимча катталиклар қабул қилинган. Шунингдек, улар асосида кўпгина ҳосилавий катталиклар ва уларнинг бирликлари ҳам тасдиқланган. 1.1-жадвалда халқаро бирликлар системаси (СИ) да ифодаланган асосий ва қўшимча ҳамда ўқув жараёнида тез-тез учраб турадиган муҳим ҳосилавий катталикларнинг ўлчов бирликлари, белгилари келтирилган.

Шундай соҳалар борки, унда СИ бирликлари ишлатиш ҳисоблашларда бир оз қийинчиликлар туғдиради. Масалан, СИ га биноан массани доимо килограммларда ўлчаш ноқулай. У гоҳ грамм (г) ларда ифодаланса, гоҳ тонна (т) ларда ўлчанади. Шу сабабли массани грамм (г), миллиграмм (мг), тонна (т) ҳаби бирликларда ифодалаш қулай. Улар асосида масса ҳисобини шу бирликларда олиб бориш хато ҳисобланмайди.

Шунинг учун баъзи ҳисоблашларда қулайлик яратиш мақса-
лида бирликларнинг ўнлик каррали ва улушли қийматларидан
фойдаланилади.

Бирликларнинг ўнлик каррали ва улушли қийматлари бар-
ча бирликлардан эмас, балки амалий ҳисобларда қулайлик яра-
тадиган бирликлардангина ҳосил қилинади. Шундай соҳалар
ҳам борки, уларда доимо каррали ёки улушли бирликларгина
ишлатилади (масалан, чизмачиликда уларнинг ўлчамлари фа-
қат миллиметр — мм да ифодаланади).

1.2-жадвал. Бирликларнинг каррали ва улушли қийматлари

№	Катгалик номи	Белгилари		
		СИ бирликлари	СИ нинг каррали ва улушли бирлик- лари	СИ га кирмаган бирликлари
1.	Узунлик	м (метр)	км; см; мм; мкм; нм.	
2.	Юз	м ² (метр квадрат)	км ² ; дм ² ; см ² ; мм ² .	
3.	Ҳажм ва сифим	м ³ (метр куб)	дм ³ ; см ³ ; мм ³ .	л (литр)
4.	Ясси бурчак	рад (радиан)	мрад; мкрад	... ° (градус) ... ' (минут) ... " (секунд)
5.	Вақт	с (секунда)	кс; мс; мкс;	сут (сутка) соат (соат, мин) км/соат мин ⁻¹
6.	Тезлик	м/с	—	
7.	Айланишлар так- рорлиги	с ⁻¹	—	
8.	Масса	кг (килограмм)	Мг; г; мг; мкг.	т (тонна)
9.	Куч, оғирлик	Н (ньютон)	МН; кН; мкН.	
10.	Куч momenti	Н · м	МН · м; кН · м мкН · м	
11.	Босим	Па (паскаль)	ГПа; МПа; кПа; мк Па	
12.	Динамик қовушоқ- лик	Па · с	мПа · с	
13.	Кинематик қову- шоқлик	м ² /с	мм ² /с	
14.	Энергия, иш	Ж (жоуль)	ТЖ; ГЖ; МЖ; кЖ; мЖ	ЭВ (электрон вольт)
15.	Қувват	Вт (ватт)	ГВт; МВт; кВт; мкВт.	
16.	Температура	К (кельвин)	МК; кК; мкК	
17.	Электр токи (элек- тр токининг кучи)	А (ампер)	кА; МА; мкА; нА; пА	
18.	Электр миқдори, электр заряд	Кл (Кулон)	кКл; мкКл; нКл; пКл	
19.	Модда миқдори	моль	кмоль; ммоль; мкмоль	
20.	Моляр масса	кг/моль	г/моль	

1 ва 2-жадвалларда фан, техника ва халқ хўжалигининг
турли соҳаларида кенг қўлланиладиган бирликларнинг ўнлик
каррали ва улушли қийматлари келтирилган. Жадвалда
шунингдек, СИ бирликлари билан бир қаторда қўлланишга

рухсат этилган катталиклар ва уларнинг бирликлари ҳам берилган.

Техника тараққиётининг ривожланиши, маҳсулот сифатининг ошиши, унинг мустаҳкамлиги ва чидамлиги физик ҳодисалар, моддаларнинг хусусияти, технологик жараён тавсифи ҳақида тўла ва ишончли маълумотлар олиш усули ҳамда воситалари йиғиндиси бўлган ўлчов техникаси билан боғлиқдир. Қўлланилаётган ўлчовларнинг сўзсиз муштараклиги, ўлчаш ва санаш усулларининг бир хиллиги ва улар натижаларини таққосланиши, шу билан бирга ўлчов бирликлари, ўлчаш усул ва воситаларининг юқори даражали аниқ давлат эталонларини яратиш ҳамда уларни мукаммаллаштириш ўлчов техникасининг халқ хўжалигида унумли қўлланишининг муҳим шартидир. Мамлакатимизда ўлчовларнинг муштараклиги Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг стандартлар давлат қўмитаси ва метрологик муассасалари томонидан амалга оширилади.

1.2-§. ҲЛЧАШЛАР. ҲЛЧАШ ТУРЛАРИ

Ҳлчаш — физик катталиклар қийматларини тажрибада махсус техник воситалар ёрдамида аниқлаш.

Кўп ҳолларда ўлчаш жараёнида ўлчанаётган катталикни шундай физик катталик билан таққосланадики, унга 1 га тенг бўлган қиймат берилади ва у физик катталик бирлиги ёки ўлчов бирлиги дейилади.

Ҳлчаш натижаси — катталикнинг ўлчаш усули билан, масалан, катталикни ўлчов бирлиги билан таққослаш усули ёрдамида топилган қийматидан иборат. Ҳлчаш натижасини тенглама кўринишида қуйидагича ёзиш мумкин:

$$U = \frac{Q}{q} \quad \text{ёки} \quad Q = U \cdot q \quad (1.1)$$

бунда Q — ўлчанаётган физик катталик, U — ўлчаш натижаси ёки ўлчанаётган катталикнинг сон қиймати, q — физик катталик бирлиги.

(1.1) тенглама ўлчашнинг асосий тенгламаси дейилади. Унинг ўнг томони ўлчаш натижаси деб юритилади. Ҳлчаш натижаси доимо ўлчамли катталик бўлиб, у ўз номига эга бўлган q бирликдан ҳамда айти бирликдан ўлчанаётган катталикда нечта борлигини англатадиган U сондан ташкил топган.

Ҳлчанаётган катталикнинг сон қиймати бевосита, билвосита, бирлаштириб ва биргаликда ўлчаш усуллари ёрдамида топилади. Лаборатория амалиётида ва илмий текширишларда бирлаштириб ва биргаликда ўлчаш усулларида фойдаланилади.

Бевосита ўлчаш деб шундай ўлчашга айтиладики, унда ўлчанаётган катталикнинг изланаётган қиймати тажриба маълумотларидан бевосита аниқланади. Масалан, температуранинг

термометр билан, босимни манометр билан, узунликни чизғич билан ўлчаш ва ҳоказо бевосита ўлчашдан иборат.

Бевосита ўлчаш тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$Q_{\text{бев.}} = C \cdot n \quad (1.2)$$

Бунда $Q_{\text{бев.}}$ — ўлчанаётган катталикнинг унинг учун қабул қилинган ўлчов бирликларидаги қиймати; C — рақамли ҳисоблаш қурилмаси шкаласи бўлсинларининг ёки бир марта кўрсатишининг ўлчанаётган катталик бирликларидаги қиймати; n — шкала бўлимларининг ҳисобида индикаторли қурилма бўйича олинган саноқ.

Билвосита ўлчаш деб шундай ўлчашга айтиладики, унда ўлчаш натижаси ўлчанаётган катталик билан маълум муносабат ёрдамида боғланган катталикларни бевосита ўлчашга асосланган бўлади. Билвосита ўлчаш тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$Q_{\text{бил.}} = f(Q_1, Q_2, \dots, Q_{\text{бев.}}^n). \quad (1.3)$$

бунда $Q_{\text{бил.}}$ — ўлчанаётган катталикнинг изланган қиймати;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_{\text{бев.}}^n$ — бевосита ўлчанадиган катталикларнинг сон қийматлари.

Билвосита ўлчашга ўтказгичнинг солиштирма электр қаршилигини унинг қаршилиги, узунлиги ва кўндаланг кесимини юзи бўйича топиш; жисм зичлигини унинг массаси ва ҳажмини ўлчаш натижаси бўйича топиш ва бошқалар мисол бўла олади. Билвосита ўлчашлар бевосита ўлчашларнинг иложи бўлмаган ишлаб чиқариш жараёнларини назорат қилишда кенг қўлланади.

Бирлаштириб ўлчаш бир неча бир номли катталикларни бир вақтда ўлчашдан иборатки, унда изланган катталикларнинг қийматлари бевосита ўлчашда ҳосил қилинган тенгламалар системасидан топилади.

Бир вақтда икки ёки бир неча номли турли катталикларни, уларнинг орасидаги функционал муносабатларни топиш учун олиб борилган ўлчашлар **биргаликда ўлчаш** дейилади. Жумладан ўлчаш резисторининг 20°C даги электр қаршилиги ва температура коэффициентлари унинг қаршилигини турли температураларда бевосита ўлчаш маълумотлари бўйича топилади.

Ўлчашлар яна мутлақ ва нисбий ўлчашларга бўлинади.

Битта ёки бир неча асосий катталикларни физик константалар қийматларидан фойдаланиб ёки фойдаланмасдан бевосита ўлчаш **мутлақ ўлчаш** деб аталади. Масалан, штангенциркуль ёрдамида бажарилган ўлчашлар мутлақ ўлчашдир, чунки унда ўлчанаётган катталик қийматини бевосита олинади.

Бирор катталикнинг шу исмли бирлик родини ўйнаётган катталikka нисбатини ўлчаш ёки катталикни шу исмли бирлик катталик деб қабул қилинган катталик бўйича ўлчаш **нисбий ўлчаш** деб аталади. Масалан, оптиметр ёки пишангли скоба ёрдамидаги ўлчашлар нисбийдир: аввал охириги ўлчов ёки охириги ўлчов блоки қўйилади ва ўлчаш воситалари шка-

ладаги кўрсаткич нолга тенг бўладиган қилиб созланади, сўнгра ўлчанаётган детални жойлаштирилади ва саноқ олинади, яъни стрелка деталь ўлчамининг охириги ўлчов ёки блокнинг маълум ўлчамидан четга чиқишини кўрсатади. Температуранинг термо-электр эффектдан фойдаланишга асосланган ўлчаш ёки мас-сани тортиш усули билан, яъни массага пропорционал бўлган оғирлик кучидан фойдаланиш усули билан ўлчаш ҳам нисбий ўлчашдан иборат. Нисбий ўлчашдан катта аниқлик зарур бўлган ҳолларда фойдаланилади.

Ўлчашлар ўлчаш асосини аниқлаб берадиган физик ҳодисаларга асосланиб олиб борилади. Масалан, модданинг кенгайиши бўйича температуранинг ўлчаш, мувозанатлаштирувчи суюқлик устунининг кўтарилиши бўйича вакуумни ўлчаш. Ўлчашнинг бирор асосини амалга ошириш учун турли техник воситалар қўлланилади. Ўлчашларда қўлланиладиган ва нормаллашган метрологик хоссаларга эга бўлган техник воситалар **ўлчаш воситаси** дейилади. Ўлчаш асоси ва воситасини белгилаб берадиган усуллар мажмуи **ўлчаш усули** дейилади.

Ўлчашларда бевосита баҳолаш, дифференциал, ўлчов билан таққослаш ва ноль (компенсацион) усуллар кенг тарқалган.

Бевосита баҳолаш усули ўлчанаётган катталиқ миқдорини бевосита ўлчаш асбобининг ҳисоблаш қурилмаси бўйича бевосита топиш имконини беради. Масалан, босимни пружинали манометр билан, массани циферблатли тарозида, ток кучини амперметр билан ўлчаш ва ҳоказо. Бу усулда ўлчаш аниқлиги унча катта бўлмаса ҳам, ўлчаш жараёнининг тезлиги уни амалда қўлланишда тенги йўқ усулга айлантиради.

Дифференциал усул ўлчанаётган ва маълум катталиқларнинг айирмасини ўлчашни характерлайди. Масалан, газ аралашмаси таркибини ҳавонинг иссиқ ўтказувчанлигига таққослаш йўли билан иссиқ ўтказувчанлик бўйича ўлчаш.

Ҳаётда аниқ ўлчашларда **ўлчов билан таққослаш усули** қўлланади. Бунда ўлчанаётган катталиқ ўлчов ёрдамида топилган катталиқлар билан таққосланади. Масалан, ўзгармас токнинг кучланиши электр юритувчи кучи нормал элемент ЭЮК ига тенг бўлган таққослаш компенсаторида ўлчаш ёки массани пишангли тарозларда мувозанатлаштирувчи тошлар билан ўлчаш. Бу усул таъсир этувчи катталиқларнинг ўлчаш натижасига таъсирини камайтиришга имкон беради, чунки улар ўлчанаётган катталиқларни ўзгартириш занжирида ҳам, ўлчов натижасида топилган катталиқлар занжирида ҳам ўлчашга доир сигналларни кўпми ёки озми текис бузади.

Ноль (компенсацион) усул ўлчанаётган катталиқни қиймати маълум бўлган катталиқ билан таққослашдан иборат, аммо улар орасидаги айирма маълум катталиқни ўзгартириш усули билан нолга келтирилади. Потенциометрлар, мувозанатлаштирилган кўприклар ва бошқалар ноль усулга асосланган асбобларга мисол бўла олади. Ноль усул ўлчашнинг юқори аниқлигини таъминлайди.

1.3-§. ЎЛЧАШ ЎЗГАРТИРИШЛАРИ ВА ЎЗГАРТКИЧЛАРИ

Технологик ўлчашларнинг моҳиятини техник жиҳатдан қисқача қуйидагича ифодалаш мумкин: «нимани, қандай қилиб ва нима билан ўлчанади»? Шунинг учун бундан кейин аниқ физик катталикларни ўлчаш методлари ва ўлчашларнинг энг кенг тарқалган ишчи воситалари: ўлчаш ўзгарткичлари ва ўлчаш асбоблари қараб чиқилади.

Кўпчилик ҳолларда ўлчашлар ўлчанаётган катталикни олдиндан ўзгартириш билан боғлиқ.

Ўлчаш ўзгартириши битта физик катталикнинг ўлчамини бошқа физик катталикнинг ўлчамига ўзгартиришдан иборатдир.

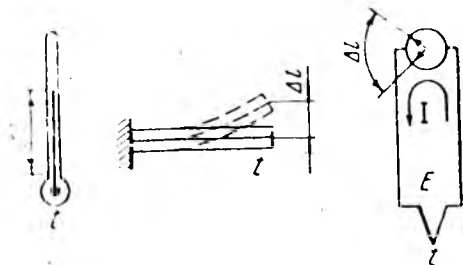
Мисол тариқасида P босимни деформацион (найчали — пружинали) манометр ёрдамида ўлчашни қараб чиқамиз. Босим таъсирида трубасимон пружина буралади (унинг эркин учи бироз силжийди) — бу ўзгартиришнинг биринчи босқичи: $\Delta P \rightarrow \Delta l$. Трубасимон пружина учининг нишанг — трубали механизм ёрдамида силжиши найча (ўқ)нинг бурилиш бурчагига ўзгаради: $\Delta l \rightarrow \Delta \varphi$ — бу ўзгартиришнинг иккинчи босқичидир. Ўқда стрелка мавжуд бўлиб, унинг учи бўлинмали шкала бўйича силжийди — бу ўзгартиришнинг учинчи босқичидир. $\Delta \varphi \rightarrow \Delta a$, у ўлчанаётган катталикнинг сон қийматини олишга имкон беради. Умумий ҳолда ҳамма ўзгартиришларни бундай ёзиш мумкин:

$$\Delta P \rightarrow \Delta l \rightarrow \Delta \varphi \rightarrow \Delta a.$$

Ўлчаш ўзгарткичи — ўлчашлар воситаси сифатида ўлчаш ўзгартириши $\Delta P \rightarrow \Delta a$ ни амалга оширишга имкон берди. Катталикнинг кетма-кет ўзгартиришлар қаторидан биттаси юз берадиган ўлчаш воситалари элементи **ўзгартириш элементи** деб аталади. Ўзгартириш элементи ҳар доим ҳам конструктив ажралиб турмайди, яъни ўлчаш воситаси конструкциясининг айна битта элементи икки ва ундан ортиқ ўзгартириш элементига эга бўлиши мумкин.

Ўлчаш ахбороти сигнали ҳамма ўзгаришларининг амалга

ошишини таъминловчи ўзгартириш элементлари тўплами ўлчаш воситасининг **ўлчаш мақсади** дейилади. Ўлчаш занжирида бевосита ўлчанаётган катталикнинг таъсирида бўлган биринчи ўзгартириш элементининг қисми **сезгир элемент** дейилади. Конструкцияда сезгир элементнинг ўлчаш воситасини аниқлашда эътиборли бўлиш ва уни ҳимоя армату-



1. 1. расм. $\Delta P \rightarrow \Delta l$ ўзгарткичлар схемаси.

раси билан чалкаштирмаслик керак, чунки бу арматура ўлчанаётган катталikka бевосита тегиб туради.

«Ўлчаш ўзгартириши» тушунчаси «ўлчов ўзгарткичи» тушунчасига қараганда анча кенг маънога эга, чунки айни бир ўлчов ўзгартириши ўлчов ўзгарткичларнинг иш (таъсир) принципи турлича бўлган қатори билан бажарилиши мумкин. 1.1-расмда айни бир хил температура ўлчаш ўзгартиришини механик Δl силжишга ўзгартирадиган турли ўзгарткичларга мисоллар келтирилган. Биринчи ҳолда бу симоб устунининг t температура кўтарилиши натижасида кенгайишидаги силжиши бўлса, иккинчи ҳолда — турли қатламлари турлича температура кенгайиш коэффициентига эга бўлган биметалл пластинкаларнинг силжиши; учинчи ҳолда — температура ўлчанадиган муҳит билан бевосита алоқада бўлган сезгир элемент билан боғлиқ кўрсаткич асбоб кўрсаткичининг (стрелкасининг) силжиши. Шундай қилиб, ўлчаш ўзгартиришининг кўрсатмаси нимани ва нимага айлантириш керак, деган саволгагина жавоб беради, аниқ ўлчаш ўзгарткичларининг кўрсатиши эса буни табиатан қандай бажариш мумкин, деган саволга жавоб беради. Аслида ўлчаш ўзгарткичи бир хусусий ўлчаш ўзгартиришини бажарувчи маълум амал принципида ясалган техник қурилмани ифодалайди.

Ўлчаш ўзгарткичининг асосий характеристикаларидан бири ўзгартириш коэффициенти бўлиб, у ўлчанаётган катталикни акслантирувчи ўзгарткичнинг чиқишидаги сигналнинг ўзгарткич киришидаги уни қақирувчи сигналга нисбатини ифодалайди.

Функционал вазифасига кўра ўлчаш ўзгарткичларини қилидаги турларга ажратиш қабул қилинган: бирламчи, оралик, масштабли, узатувчи ва бошқалар.

Бирламчи ўлчаш ўзгарткичи — ўлчаш ўзгарткичи бўлиб, унга ўлчанаётган физик катталик келтирилган, яъни ўлчов занжирида биринчи, масалан, деформацион манометрнинг трубасимон пружинаси. Бирламчи ўлчаш ўзгарткичи ёрдамида ўлчанадиган катталик ёки ўзгартириладиган физик катталик бошқа ўзгарткичга ёки ўлчаш асбобига узатиллиши мумкин.

Оралик ўлчаш ўзгарткичи — ўлчаш занжирида бирламчидан кейинги ўринни эгаллаган ўлчаш ўзгарткичидир.

Узатувчи ўлчаш ўзгарткичи — ўлчаш ахбороти сигналларини масофадан туриб узатиш учун мўлжалланган ўзгарткичдир.

Масштабли ўлчаш ўзгарткичи — катталикни берилган марта ўлчаш учун мўлжалланган ўзгарткич.

Истаган вазифани бажарувчи ўлчаш ўзгарткичи ўлчаш асбоби билан конструктив бирлаштирилган бўлиши ёки ўзи алоҳида қурилмани ташкил этиши мумкин. Ўлчаш объектга ўрнатилган ва ўлчамлари, массаси ҳамда таъсир кўрсатувчи омилларга мустақкамлигига нисбатан алоҳида талабларга жавоб берувчи, зарур ёрдамчи элементлар билан бирга ўлчов

Ўзгарткичларининг бир қатор конструктив тўпламини датчик деб аташ қабул қилинган.

Чиқиш сигналининг турига қараб бир хиллаштирилган, табиий ёки дискрет (контактли) сигналлар фарқ қилинади.

Чиқиш сигналлари бир хиллаштирилган ўлчаш ўзгарткичлари чиқишда ўлчанаётган физик катталиқнинг турига боғлиқ бўлмаган ҳолда махсус қурилмалар ёрдамида шаклланадиган сигналларга эга (улар тегишли давлат андозаларида кўзда тутилган).

Чиқиш сигналлари табиий бўлган ўлчов ўзгарткичлари шундай қурилмаларки, уларда чиқишдаги сигналлар табиий йўл билан шаклланади, яъни ўлчанаётган катталиқни бирламчи алмаштириш учун энг оддий ва самарали йўл билан шаклланади. Ўлчанаётган катталиқларнинг жуда хилма-хиллигига қарамай табиий чиқиш сигналларининг турлари, одатда, ўнта билан чегаралади: силжиш, буриш бурчаги, кучланиши, вақт оралиғи, ўзгармас ва ўзгарувчан кучланиш, актив ва комплекс қаршилиқ, электр сифим, частота (такрорийлик). Табиий сигналли ўлчов ўзгарткичларининг баъзи ҳолларда қўлланиши асосан локал назорат қурилмаларида ва унча мураккаб бўлмаган объектларни автоматлаштиришда иқтисодий ва техник жиҳатдан жуда мақсадга мувофиқдир.

Табиий сигналларни бир хиллаштирилган сигналларга айлантириш учун махсус **нормаловчи ўзгарткичлар** кўзда тутилган.

Дискрет чиқиш сигналли ўлчаш ўзгарткичлари (релели ўзгарткичлар) чиқишда ўлчанаётган катталиқ маълум қийматга эришганда ўз ҳолатини ўлчовчи контакт гуруҳга эга. Улар асосан технологик сигнализация учун қўлланади.

Ўлчов қурилмаларида ахборотни узатиш воситаси энергия ёки модда оқимлари ҳисобланади. Ўлчов ўзгарткичининг ёки асбобнинг киришига энергия кирмаса (ўлчаш объектдан ёки олдинги ўзгарткичдан), ўлчаш ахборотини узатиш мумкин бўлмайди. Бунга ҳисобга олиб, барча бирламчи ўзгарткичлар икки гуруҳга бўлинади: генераторли ва параметрик ўзгарткичлар.

Генераторли ўзгарткичлар — шундай ўзгарткички, уларда ахборот оқимини шакллантириш учун қўшимча манбадан энергия олиб келиш талаб қилинмайди. Масалан, терможуфт температурани термоЭЮК га айлантириб, энергияни фақат ўлчаш объектдангина олади. Шундай қилиб, генераторли ўзгарткичларда энергия ва ахборот оқимларининг йўналишлари бир хил бўлади.

Параметрик ўзгарткичлар — шундай ўзгарткичларки, уларда энергия ва ахборот оқимларининг йўналишлари бир хил бўлмайди. Жумладан, агар объектда қаршилиги температурага боғлиқ бўлган терморезистор ўрнатилган бўлса, у ҳолда ахборот олиш учун асбобдан ёки ўзгарткичдан терморезисторга ток ўтказиш зарур. Токнинг ўзгариши ўлчанаётган температу-

ранинг ўзгариши ҳақидаги ахборот бўлади. Ахборот сигналининг интенсивлиги манба сигнали интенсивлигига боғлиқ бўлиб, бу параметрик ўзгарткичларнинг ўзига хос хусусиятидир.

1.4- §. ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИ, УЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ВА ПАРАМЕТРЛАРИ

Ўлчаш воситалари ўлчашларда ишлатилади ва улар нормаллашган метрологик хоссаларга, яъни катталикларнинг маълум сонли қийматларига ҳамда ўлчаш натижаларининг аниқлиги ва ишончлилигини ифодаловчи хоссаларига эга бўлади.

Ўлчаш воситаларининг асосий турларига ўлчовлар, ўлчаш асбоблари, ўлчаш ўзгарткичлари ва ўлчаш қурилмалари киради.

Ўлчов — берилган ўлчамдаги физик катталиқни қайта ўлчаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси. Масалан, қадоқтош — масса ўлчови; ўлчов резистори — электр қаршилик ўлчови; ёритиш лампаси — ёруғлик ўлчови ва ҳоказо.

Бир хил ўлчамли турли физик катталиқни қайта ўлчайдиган бир қийматли ҳамда турли ўлчамдаги қатор бир номли катталиқларни қайта ўлчайдиган кўп қийматли ўлчовлар бор. Кўп қийматли ўлчовларга бўлинмали чизғичлар, индуктивлик вариометри ва бошқалар мисол бўла олади. Махсус танланган, фақат алоҳидагина эмас, балки турли бирикмаларда турли ўлчамли қатор бир номли катталиқларни қайта ўлчаш мақсадида қўлланиладиган ўлчовлар комплекти ўлчовлар тўпламини ташкил этади. Масалан, қадоқтошлар тўплами, учликли узунлик ўлчовлари тўплами, ўлчов конденсаторлари тўплами ва ҳоказо. Ўлчовлар магазини — саноқ қурилмалари билан боғланган махсус қайта улагичларга эга бўлган битта конструктив бутун қилиб бирлаштирилган ўлчовлар тўплами. Ўлчовлар магазини электротехникада кенг қўлланилади: қаршилик магазини, сиғимлар магазини, индуктивликлар магазини.

Ўлчовларга стандарт намуналар ва намуна моддалар ҳам киради.

Стандарт намуна — модда ва материалларнинг хоссаларини ёки таркибини характерловчи катталиқларнинг бирлигини қайта тиклаш учун ўлчов. Масалан, таркибидаги кимёвий элементлари кўрсатилган ферромагнит материаллар хоссаларнинг стандарт намунаси.

Намуна модда — тасдиқланган спецификацияда кўрсатилган, тайёрлаш шартларига риоя қилинганда тикланадиган маълум хоссаларга эга бўлган моддадан иборат ўлчов. Масалан, «тоза» газлар, «тоза» металллар, «тоза» сув.

Кузатувчи идрок қилиши учун қулай шаклдаги ўлчов ахбороти сигналени ишлаб чиқувчи ўлчаш воситаси **ўлчов асбоби** дейилади. Ўлчов асбобида кузатувчи ўлчанаётган катталиқнинг сон қийматини ўқийди ёки санайди. Ўлчов асбоблари аналог ва рақамли бўлиши мумкин. Аналог ўлчов асбобларида асбобнинг кўрсатиши ўлчанаётган катталиқ ўзгаришининг узлуксиз функциясидан иборат бўлади, рақамли ўлчов асбобларида эса

кўрсатишлар ўлчов ахбороти сигнални дискрет ўзгартириш натижасидан иборат бўлган рақамли шаклда ифодаланган бўлади.

Кейинги вақтларда рақамли асбоблар борган сари кенгроқ қўллана бошланди, чунки уларнинг кўрсатувлари осонгина қайд қилинади, уларни ЭХМ га киритиш қулай. Рақамли асбобларнинг тузилиши ўлчашда аналог асбобларга қараганда катта аниқликка эришишга имкон беради. Шу билан бирга рақамли асбоблар қўлланганда ўқиш хатолиги бўлмайди. Аммо аналог асбоблар рақамли асбобларга қараганда анчагина содда ва арзондир.

Ўлчов асбоблари кўрсатувчи, қайд қилувчи, комбинацияланган, интегралловчи ва жамловчи асбобларга бўлинади. Кўрсатувчи асбобларда рақамли қийматлар шкала ёки рақамли таблодан ўқилади. Қайд қилувчи асбобларда кўрсатувларни ё диаграмма қоғозида ёзиб олиш ёки рақамли тарзда чоп этиш кўзда тутилади. Комбинацияланган асбоблар ўлчанаётган катталикни бир вақтнинг ўзида кўрсатади ҳамда қайд қилади. Интегралловчи асбобларда ўлчанаётган катталик вақт бўйича ёки бошқа эркин ўзгарувчи бўйича интегралланади. Жамловчи асбобларда кўрсатишлар турли каналлар бўйича унга келтирилган икки ёки бир неча катталикнинг йиғиндиси билан функционал боғланган бўлади.

Ўлчашга доир ахборотни узатиш, ўзгартиш, ишлов бериш ва сақлаш учун қулай бўлган, аммо кузатувчи бевосита идрок қилиши мумкин бўлмайдиган шаклдаги сигнални ишлаб чиқувчи ўлчаш воситаси ўлчаш ўзгарткичи деб аталади. Инсон ўзининг сезги органлари билан ўлчаш ўзгарткичи сигналларини қабул қила олмайди. Ўзгартириладиган физик катталик — кириш катталиги, унинг ўзгартирилгани эса чиқиш катталиги дейилади. Кириш ва чиқиш катталиклари орасидаги боғланишни ўзгарткич функцияси қарор топтиради. Ўлчаш ўзгарткичлари ўлчов асбобларининг, турли ўлчов системаларининг, бирор жараёнларни автоматик назорат қилиш ёки бошқариш системаларининг таркибий қисми ҳисобланади. Ўлчанаётган катталик келтирилган ўлчаш ўзгарткичи бирламчи ўзгарткич дейилади. Бирламчи ўлчаш ўзгарткичлари, кўпинча, датчик деб юритилади. Унинг бевосита ўлчанаётган катталик таъсиридаги қисми сезгир элемент дейилади. Масалан, термоэлектрик термометрда терможуфт, манометрик термометрда тармобаллон ана шундай элементлардир. Ўлчов асбоблари ва ўзгарткичлари ўлчанаётган катталикнинг турига қараб тегишли номларга эга бўлади, масалан, термометрлар, манометрлар, дифманометрлар, сарф ўлчагичлар, сатҳ ўлчагичлар, газ анализаторлари, концентратометрлар, нам ўлчагичлар ва ҳоказо.

Айрим ўлчов воситалари ва ўлчов системаларидан ташқари мураккаб ахборот-ўлчов системалари ҳам қўлланади. Улар кўплаб нуқталарда автоматик ўлчашни амалга оширишигина таъминлаб қолмай (ўлчов каналлари сони минг-минглаб бўлиши

мумкин), балки ўлчаш натижаларини берилган алгоритмлар бўйича зарур қайта ишлашни ҳам бажаради. Шу муносабат билан ўлчаш ўзгарткичларининг ахборот-ҳисоблаш машиналари ва кириш қурилмалари киришига келадиган сигналларини унификациялаштириш (бир хиллаштириш) зарурати туғилади. Сигналларни унификациялаштириш ўлчов асбоблари турларини минимумга келтириш имконини беради.

Ўлчов воситалари ўлчаш жараёнидаги бажараётган вазифаси, ролига қараб иш, намуна ва эталон ўлчов асбобларига бўлинади.

Иш ўлчов воситалари халқ хўжалигининг барча тармоқларида амалий ўлчашлар учун мўлжалланган. Улар аниқлиги орттирилган ўлчов воситаларига ва техник ўлчов воситаларига бўлинади.

Намуна ўлчов воситалари иш ўлчов асбобларини текшириш ва уларни ўзлари бўйича даражалашга хизмат қилади.

Эталонлар физик катталиқ бирикларини қайта тиклаш ва сақлаш, уларнинг ўлчамларини намуна ўлчов асбоблари орқали халқ хўжалигида қўлланадиган иш ўлчов воситаларига ўтказишга хизмат қилади. Физик катталиқларнинг бирликлари ўлчами шу усул билан эталонлардан намуна ўлчов асбоблари ёрдамида бошқа ўлчов асбобларига ўтказилади.

Ўлчаш воситаларининг кўрсатишларидаги хатоликларни аниқлаш ёки уларнинг кўрсатишларига тузатиш киритиш мақсадида ўлчов воситалари кўрсатишларини намуна ўлчов асбобларининг кўрсатишларига таққослаш **асбобни текшириш** деб аталади.

Шкала бўлинмаларига қабул қилинган ўлчов бирликларида ифодаланган қийматлар беришдан иборат операция **даражалаш** деб аталади.

Ўлчаш воситалари ёрдамида ўлчанаётган физик катталиқлар ўлчаш ахбороти сигнали фойдаланиладиган бирор чиқиш катталигига ўзгартирилади.

Физик катталиқни ўлчашда ўлчов қурилмаси (асбоби) физик катталиқни кўрсаткичнинг мутаносиб силжишига ўзгартиради:

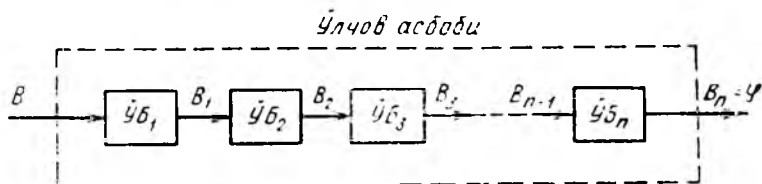
$$\varphi = f(B), \quad (1.4)$$

бунда φ — асбоб кўрсаткичининг бурчакли ёки чизиқли силжиши, B — ўлчанаётган физик катталиқ.

(1.4) боғланиш асбоб шкаласининг тенгламаси ёки характеристикаси дейилади.

Ҳар қандай ўлчов асбобининг иши оқибат натижада ўлчанадиган катталиқни кўрсаткичнинг силжишига мослаб ўзгартиришга келтирилади. Шу сабабли ўлчаш асбобини схематик равишда, ўлчанаётган физик катталиқ B ни кўрсаткичнинг механик силжиш миқдори φ га ўзгартирадиган ўзгарткич деб қараш мумкин.

Оралиқ ўзгартишлар сонига қараб асбобни бўғинларга бўлиш мумкин, бу бўғинларнинг ҳар бири асбоб ичида B миқдорни маълум тарзда ўзгартиради. Ана шу бўғинлар мажмуаси ўлчанаётган катталикнинг талаб этилган ўзгаришини кўрсаткичнинг силжиши φ га ўзгартиради.



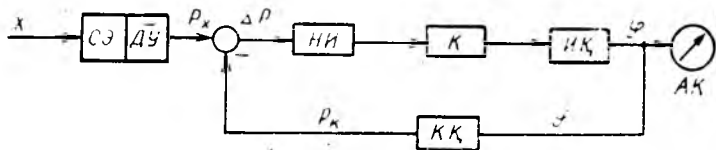
1.2- расм. Ўлчов асбобининг умумлашган структура схемаси.

Исталган ўлчов асбобининг структура схемаси, унинг ишлаш принциpidан қатъи назар, кетма-кет уланган ўлчаш бўғинлари $ЎБ_1$, $ЎБ_2$, $ЎБ_3$, $ЎБ_n$, (1.2- расм) қаторидан тузилган занжир каби тасвирланиши мумкин.

Биринчи бўғин $ЎБ_1$ учун кириш миқдори бўлиб B катталик хизмат қилади. Ҳар бир бўғиннинг чиқиш миқдори кейинги бўғин учун кириш миқдори бўлиб хизмат қилади. Охириги $ЎБ_n$ бўғиннинг чиқиш миқдори кўрсаткичнинг $B_n = \varphi$ силжишини англатади.

Умумий ҳолда ўлчов воситаларининг структура схемасини қурилиш принципига қараб икки гуруҳга бўлиш мумкин: тўғри ўзгартирадиган ўлчаш схемаси ва сигнали мослаштириладиган ўлчаш схемалари. Тўғри ўзгартириш принципи бўйича қурилма ўлчов воситаларида ўлчанаётган катталик дастлабки ўзгарткичга ёки унинг ўлчаш занжири қисмидан иборат бўлган сезгир элементига келади. Ўлчаш занжирида, одатда, ўлчанаётган катталикни ахборотнинг бирор элтувчиси (электр токи кучи ёки кучланиши, сиқилган ҳаво босими ва бошқалар) сигналига ўзгартириш киритиш амалга оширилади. Мазкур сигнал сўнгра кучайтирилади ва санаш қурилмасига узатилади. Энг содда вариантда шу схемадан фақат сезгир элемент ва санаш қурилмаси қолиши мумкин. Тўғри ўзгарткич схемалари содда, ишончли, етарли тезкорликка эга ҳамда унча қимматга тушмайди. Аммо улардан, амалда, кичик энергия сигналларини ўлчашда фойдаланиб бўлмайди. Дефференциал ўзгарткичлар ва улар билан ўлчаш схемалари сигнали тўғри ўзгарткич схемалари турларидан биридир.

Сигнални мувозанатлаштирадиган ўлчаш схемалари структураси 1.3- расмда келтирилган. Ўлчанаётган катталик X дастлабки ўзгарткич $DУ$ га ёки унинг сезгир элементи $СЭ$ га келади ва Px сигналга айлантирилади, бу сигнал компенсация қурилмаси $КҚ$ дан чиққан P сигнал билан мослаштирилади. Компенсация қурилмаси $КҚ$ чиқиш сигнали φ ни компенсация



1.3- расм. Сигнални мувозанатлаштирувчи ўлчов асбобларининг структура схемаси.

қилувчи P_k сигналга ўзгартиради. Нобаланс сигнали ΔP номувофиқлаштириш индикатори *НИ* орқали кучайтиргич *К* киришига берилади. Кучайтиргичнинг чиқиш сигнали интегралловчи қурилма *ИҚ* га (масалан, реверсив двигателига) таъсир қилади ёки чиқиш сигнали ϕ кучайтиргич чиқишидан олинadиган сигнал йўқ бўлганда ўзгармай қолаверади. Сигнал асбоб кўрсаткичи *АҚ* ва компенсация қурилмаси *КҚ* га берилади. Шундай қилиб, чиқиш сигнали ϕ ўлчанаётган X катталик қийматини аниқлайди. Сигнални мувозанатлаштирувчи асбоблар юқори аниқликка эга бўлиб, кичик сигналларни ўлчаш имконини беради, ammo уларнинг тезкорлиги кам, баҳоси юқори, ишончлилиги эса тўғри ўзгарткич асбоблариникига қараганда паст.

1.5- §. ЎЛЧАШ ХАТОЛИКЛАРИ ВА АНИҚЛИК СИНФИ

Ўлчаш натижасида, одатда, ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматидан фарқ қиладиган қиймати топилади. Кўпинча, физик катталикнинг ҳақиқий қиймати номаълум бўлади ва шу катталикнинг қиймати ўрнида унинг тажриба ёрдамида топилган қийматларидан фойдаланилади. Бу қиймат катталикнинг ҳақиқий қийматига шунча яқин бўладики, кўзда тутилган мақсад учун ундан фойдаланиш мумкин. Катталикнинг ўлчаш усули билан топилган қиймати **ўлчаш натижаси** дейилади. Ўлчаш натижаси билан ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати орасидаги фарқ **ўлчаш хатолиги** дейилади. Ўлчанаётган катталик бирликларидан ифодаланган ўлчаш хатолиги ўлчашнинг **мутлақ хатолиги** дейилади:

$$\Delta X = X - X_x \quad (1.5)$$

бунда ΔX — мутлақ хатолик; X — ўлчаш натижаси; X_x — ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати.

Ўлчаш абсолют хатолигининг ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматига нисбати ўлчашнинг **нисбий хатолиги** дейилади.

Ўлчаш хатоликлари уларнинг келиб чиқиши сабабларига кўра мунтазам, тасодифий ва қўпол хатоликларга бўлинади.

Мунтазам хатолик дейилганда фақат битта катталикни қайта-қайта ўлчаганда ўзгармас бўлиб қоладиган ёки бирор қонун бўйича ўзгарадиган ўлчаш хатолиги тушунилади. Улар

аниқ қиймат ва ишорага эга бўлади, уларни тузатмалар киритиш билан йўқотиш мумкин.

Катталикни ўлчаш натижасида олган қийматга мунтазам хатоликни йўқотиш мақсадида қўшиладиган қиймат тузатма деб аталади. Одатда, мунтазам хатоликлар инструментал (ўлчаш асбоблари), ўлчаш усуллари, субъектив (ноаниқ ўқиш), ўрнатиш, методик хатоликларга бўлинади.

Инструментал хатолик дейилганда қўлланаётган ўлчов асбоблари хатоликларига боғлиқ бўлган ўлчаш хатоликлари тушунилади. Юқори аниқликда ўлчайдиган асбоблар қўлланилганда ўлчов асбобларининг такомиллашмагани орқасида келиб чиқадиган инструментал хатоликлар тузатма киритиш усули билан йўқотилади. Техник ўлчов асбобларининг инструментал хатоликларини йўқотиб бўлмайди, чунки бу асбоблар уларни текширилганда тузатмалар билан таъминланмайди.

Ўлчаш усули хатолиги дейилганда усулнинг такомиллашмаганлиги орқасида келиб чиқадиган хатолик тушунилади. Улар, кўпинча, янги усуллар қўллаганда, миқдорлар орасидаги ҳақиқий боғланишни тахминий аппроксимация қилувчи тенгламалардан фойдаланилганда пайдо бўлади. Ўлчаш усули хатолиги ўлчов воситаси, хусусан, ўлчаш қурилмаси, баъзида эса, ўлчаш натижаси хатоликларини баҳолашда эътиборга олиниши лозим.

Субъектив хатоликлар кузатувчининг шахсий хусусиятларидан масалан, бирор сигнал берилган пайтни қайд қилишда кечикиш ёки шошилишдан, шкала бир бўлими чегарасида кўрсатувни нотўғри ёзиб олишдан, параллаксдан ва ҳоказодан келиб чиқади. Параллаксдан ҳосил бўлган хатолик дейилганда санаш хатолигига кирадиган, шкала сиртидан бирор масофада жойлашган стрелка шу сиртга перпендикуляр бўлмаган йўналишда визирлаш (белгилаш) натижасида келиб чиқадиган хатолик тушунилади.

Ўрнатиш хатолиги ўлчов асбоби стрелкасининг шкала бошланғич белгисига нотўғри ўрнатилиши натижасида ёки ўлчаш воситасини эътиборсизлик билан, масалан, вертикал ёки горизонтал бўйича ўрнатилмаслиги натижасида келиб чиқади.

Ўлчаш методикаси хатоликлари катталикларни (босим температура ва б. ни) ўлчаш методикаси билан боғлиқ бўлган ва қўлланаётган ўлчаш асбобларига боғлиқ бўлмаган хатоликларидан иборат.

Ўлчашларни, айниқса, аниқ ўлчашларни бажаришда ўлчаш натижасини мунтазам хатоликлар анчагина бузиши мумкин. Шунинг учун ўлчашларни бажаришга киришишдан аввал бу хатоликларнинг барча манбаларини аниқлаш ва уларни йўқотиш чораларини кўриш зарур. Аммо мунтазам хатоликларни топиш ва йўқотиш учун узил-кесил қондалар бериш амалда мумкин эмас, чунки турли катталикларни ўлчаш усуллари ғоятда турли-тумандир.

Тасодифий хатолик дейилганда фақат битта катталикни

қайта-қайта ўлчаш мобайнида тасодифий ўзгарувчи ўлчаш хатолиги тушунилади. Тасодифий хатоликнинг борлигини фақат битта катталикини бир хил синчковлик билан қайта-қайта ўлчангандагина сезиш мумкин. Агар ҳар бир ўлчаш натижаси бошқалардан фарқ қилса, у ҳолда тасодифий хатолик мавжуд бўлади. Шу хатоликларни баҳолаш эҳтимоллар назарияси ва математик статистика назариясига асосланган бўлиб, улар ўлчаш натижаси ўлчанаётган катталикининг ҳақиқий қийматига яқинлашиш даражасини баҳолаш методларини, хатоликнинг эҳтимолӣ чегарасини баҳолаш имконини беради, яъни натижани аниқлаш, бошқача айтганда, ўлчанаётган катталикининг ҳақиқий қийматига анчагина яқин қийматини топиш ва бир қаррали кузатиш натижасини топиш имконини беради.

Ўлчашнинг қўпол хатолиги дейилганда берилган шартлар бажарилганда юз берадиган кутилган натижадан тубдан фарқ қиладиган ўлчаш хатолиги тушунилади.

Ўлчашдан кўзда тутилган мақсад ва ўлчаш аниқлигига қўйиладиган талабларга қараб ўлчашлар аниқ (лаборатория) ва техник ўлчашларга бўлинади. Ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталик ҳақиқий қийматига яқинлигини ифодаловчи ўлчаш сифати ўлчаш аниқлиги деб аталади. Аниқликни оширишга интилиб, биз ўлчаш хатолигини камайтиришимиз лозим. Аммо аниқликни ошириш усуллари, кўпинча, мураккаб бўлади ва қиммат туради. Шунинг учун аввал ўлчашнинг конкрет шарт-шароитлари ва мақсадларга боглиқ бўлган мақбул аниқликни баҳолаб олиш ва зарур бўлса, сўнгра аниқликни ошириш чораларини кўриш лозим. Ўлчашни бажарувчи асбобларнинг кўрсатиши ўлчанаётган катталикининг ҳақиқий қийматидан фарқ қилади. Шунинг учун ўлчов асбобининг кўрсатиши ва ҳақиқий кўрсатиши деган тушунчалар мавжуд.

Катталикининг саноққа кўра топилган қиймати ўлчов асбобининг кўрсатиши дейилади. Бу асбобнинг намуна асбоблар орқали аниқланган кўрсатиши ҳақиқий кўрсатиши дейилади. Асбобнинг кўрсатиши ва ўлчанаётган катталикининг ҳақиқий қиймати орасидаги фарқ ўлчов асбобининг хатоси дейилади. Катталикининг ҳақиқий қийматини аниқлаш мумкин бўлмагани сабабли, ўлчов техникасида намуна асбобнинг кўрсатиши шу катталикининг ҳақиқий қиймати деб қабул қилинади.

Агар X_k билан саноқ кўрсатишидаги қийматни, X_x билан ҳақиқий қийматни белгиласак, қуйидаги формуладан ΔX мутлақ хатоликни топамиз:

$$\Delta X = X_k - X_x. \quad (1.6)$$

Ўлчов асбобининг абсолют хатолиги деб, шу асбобнинг кўрсатиши билан ўлчанаётган катталикининг ҳақиқий қиймати орасидаги фарққа айтилади. Бунда хатолар плюс ёки минус ишораси билан катталикининг бирликларида ифодаланади. Мутлақ хатолик катталигининг ҳақиқий қийматига нисбати нисбий

хатолик деб аталади. Нисбий хатолик орқали ўлчашнинг аниқлик даражасини ифодалаш жуда қулай.

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_x} \cdot 100 \% = \pm \frac{X_k - X_x}{X_x} \cdot 100 \% . \quad (1.7)$$

Одатда, ҳақиқий қиймат — X_k ва топилган қийматлар X_x га нисбатан ΔX жуда кичик бўлади, яъни

$$\Delta X \ll X_x \text{ ва } \Delta X \leq X_x$$

Шунинг учун қуйидаги формулани ёзиш мумкин:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_x} \cdot 100 \% \approx \pm \frac{\Delta X}{X_k} \cdot 100 \% \quad (1.8)$$

Шундай қилиб, нисбий хатоликни ҳисоблашда мутлақ хатоликнинг асбобнинг кўрсатишига нисбатини олиш мумкин. Нисбий хатолик % ларда ифодаланади.

Қатталиқнинг ҳақиқий қийматини аниқлаш учун ўлчов асбобининг кўрсатишига тузатиш киритилади. Унинг сон қиймати тескари ишора билан олинган мутлақ қийматга тенг:

$$T = X_x - X_k$$

ёки

$$T = -\Delta X \quad (1.9)$$

бу ерда T — тузатма.

Асбобнинг хатолиги шкала диапазонининг фоидаларида ифодаланади. Бундай хатоликлар келтирилган хатолик дейилади ва абсолют хатоликнинг асбоб ўлчаш чегарасига нисбатига тенг, яъни

$$j = \frac{\Delta X}{N} \cdot 100 \% \quad (1.10)$$

бу ерда N — асбобнинг ўлчаш чегараси.

Мисол. Юқориги ўлчаш чегараси 300°C бўлган потенциометрнинг кўрсатиши $X_k = 240^\circ\text{C}$ ва ўлчанаётган температуранинг ҳақиқий қиймати $X_x = 241,2^\circ\text{C}$ бўлганидаги абсолют, нисбий, келтирилган хатоликлари топилсин.

Абсолют хатолик (1.6) формула бўйича: $\Delta X = -1,2^\circ\text{C}$, нисбий хатолик (1.8) формула бўйича $b = -0,5\%$, келтирилган хатолик (1.10) формула бўйича $j = 0,4\%$.

Хатолик қиймати ўлчаш асбоби аниқлигини, демак, ўлчаш натижасини ҳам характерлайди. Ўлчаш аниқ бўлиши учун хатоси кичик бўлган асбоблардан фойдаланиш лозим. Аммо хатосиз асбоблар тайёрлаш мумкин эмас. Хатоси кичик бўлган асбоблар билан ишлашда катта эҳтиёткорлик талаб этилади. Техник ўлчашлар учун белгиланган қийматдан ошмайдиган йўл қўйилган хатоси бор асбоблардан фойдаланилади.

Асбоб кўрсатишининг стандарт йўл қўядиган энг катта хатолиги **йўл қўйилладиган хатолик** дейилади. Хатолик миқдори ўлчашлар олиб борилаётган ташқи муҳитга (атроф муҳит температураси, атмосфера босими, тебраниш ва бошқаларга) боғлиқ бўлгани сабабли асосий ва қўшимча хатоликлар тушунчалари киритилади.

Ўлчаш асбоби учун техник шароитлар имкон берган, махсус яратилган нормал иш шароитида йўл қўйилган хато **асосий** хатолик дейилади. Атроф-муҳитнинг нормал ҳолати деб 20°C температура ва 101325 Н/м^2 (760 мм сим. уст) атмосфера босими қабул қилинган. Ташқи шароит ўзгаришининг асбобларга бўлган таъсиридан келиб чиққан хато **қўшимча хатоликдир**. Ўлчов асбобларининг сифати уларнинг хатоликларидан ташқари асбоблар вариацияси, сезгирлиги ва сезгирлик чегараси билан характерланади.

Бир катталикни кўп марта такрорий ўлчашлар натижасида асбоб кўрсатишлари орасидаги энг катта фарқ **ўлчов асбобининг вариацияси** дейилади. Вариация ўлчанаётган катталикни маълум бир миқдоргача аста-секин ошириб ва камайтириб аниқланади. Вариация ўлчов асбобининг механизми, оралиқлари, гистерезиси ва бошқа қисмлардаги ишқаланиши сабабли келиб чиқади. Вариация (V) ўлчов асбоби шкаласи максимал қийматининг фонзи ҳисобида ифодаланиб, асосий йўл қўйиладиган хатолик қийматидан ошиб кетмаслиги лозим:

$$V = \frac{\Delta N}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot 100 \% \quad (1.11)$$

бу ерда ΔN — асбоб кўрсатишидаги энг катта фарқ; N_{\max} ва N_{\min} — асбоб шкаласининг юқори ва қуйи қийматлари.

Асбоб кўрсатишининг аниқлигига унинг сезгирлиги ҳам катта таъсир қилади. Асбоб стрелкаси чизиқли ёки бурчак силжишининг у силжишни ҳосил қилган катталик ўзгаришига нисбати **асбобнинг сезгирлиги** дейилади:

$$S = \frac{\Delta n}{\Delta Q} \quad (1.12)$$

бу ерда S — асбобнинг сезгирлиги; Δn — стрелка силжишининг ўзгариши; ΔQ — ўлчанаётган катталикнинг ўзгариши.

Сезгирлиги юқори бўлган асбоблар асосан аниқ ўлчашлар учун ишлатилади.

Ўлчанаётган катталик қийматининг асбоб кўрсатишига таъсир қила оладиган энг кичик ўзгариши **сезгирлик чегараси** дейилади.

Шкала ва стрелкага эга бўлган асбоблар учун асбобнинг сезгирлигига тесқари бўлган катталик **шкала бўлинмаси қиймати** дейилади:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta n} \quad (1.13)$$

бунда C — шкала бўлинмасининг қиймати.

Иккита ёнма-ён белги (штрих ёки нуқталар) орасидаги фарқ — **шкала бўлинмаси** дейилади. Шкала бўлинмасининг қиймати стрелкани бир бўлинмага силжитган катталик қийматининг ўзгаришини характерлайди.

Баъзан катталикнинг ҳақиқий қийматини топиш учун асбоб кўрсатишини тузатиш коэффициентини K га кўпайтирилади:

$$X_x = k \cdot X_k \quad (1.14)$$

Ўлчов асбоби кўрсатишининг кечикиши унинг инерциясини, яъни катталик ўзгарган вақтдан асбоб кўрсатишининг силжишигача ўтган вақтни характерлайди. Асбоб кўрсатишининг кечикиши қанча кам бўлса, асбобнинг сифати шунча юқори бўлади.

Ўлчаш воситаларининг умумлашган характеристикаси асосий ва қўшимча хатоликларнинг чегаравий қийматлари билан, шунингдек, ўлчаш воситалари аниқлигига таъсир этувчи бошқа параметрлар билан ифодаланадиган аниқлик синфидан иборат; параметрларнинг қиймати ўлчаш воситаларининг айрим турлари учун стандартларда белгиланган. Ўлчаш воситаларининг аниқлик синфи уларнинг аниқлик хоссаларини характерлайди, аммо улар шу воситалар ёрдамида олиб борилган ўлчашларнинг бевосита кўрсаткичи бўла олмайди. Чунки аниқлик ўлчаш усулларига ҳамда ўлчаш ўтказилаётган шароитга ҳам боғлиқ. Йўл қўйиладиган асосий хатоликлар чегаралари келтирилган (нисбий) хатоликлар кўринишида берилган ўлчаш асбоблари учун қуйидаги сонлар қаторидан олинган аниқлик синфи берилади:

(1, 1,5; 2,0; 2,5; 3; 4; 5; 6) · 10ⁿ, бунда $n = 1,0; -1; -2$ ва ҳоказо.

Ўлчаш асбобининг аниқлик синфи фоизларда ҳисобланган энг катта келтирилган хатоликка тенг:

$$A_A = j_{\max} = \frac{\Delta X_{\max}}{N} \cdot 100 \% = \frac{\Delta X_{\max}}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot 100 \% \quad (1.15)$$

Турли ўлчов асбоблари учун Давлат стандартида турли аниқлик синфлари қабул қилинган. Улар асбобнинг циферблатида кўрсатилган. Масалан, шкаласи 0—100°C дан иборат бўлган логометрни даражалаш натижасида абсолют хатоликнинг қуйидаги қийматлари олинган:

Шкаласи белгиси, °C . . . 0 20 40 60 80 100
 Абсолют хатолик, Δx , °C . . . 0,4 1,6 1,0 0,4 0 — 0,6
 Бунда логометрнинг келтирилган хатоси

$$j = \frac{\Delta X_{\max}}{N} \cdot 100 \% = \frac{1,6}{100} \cdot 100 \% = 1,6 \%$$

Юқорида келтирилган маълумотларга кўра аниқлик синфини 2,0 га тенг деб оламиз (яхлитлаш катталаштириш томон олиб борилади).

Йўл қўйиладиган хатоликлари чегаралари фоизларда ифодаланадиган нисбий хатоликлардан иборат асбобларнинг аниқлик синфлари қавс ичида ёзилган сонлар билан белгиланади (масалан, 5%), бу сонлар йўл қўйиладиган асосий нисбий

хатоликлар қиймати билан устма-уст тушади. Масалан, 2,5 аниқлик синфидаги, шкаласи 0—100 мВ бўлган милливольтметр учун шкаланинг ихтиёрий белгисида асосий нисбий хатолик $\pm 2,5\%$ дан ошмайди, яъни шкаланинг ихтиёрий белгисида абсолют хатолик (мВ ларда)

$$\Delta X \leq \pm \frac{2,5}{100} \cdot X_k$$

бунда X_k — асбобнинг кўрсатиши.

Йўл қўйиладиган хатоликлари шкала узунлиги билан аниқланадиган нормаловчи қийматларга боғлиқ фойдаланган асбобларнинг аниқлик синфлари бурчакча билан ажратиб қўйилган сонлар билан белгиланади (масалан, 0,5; 1,5), бу сонлар йўл қўйиладиган асосий келтирилган хатоликлар қиймати билан устма-уст тушади.

Масалан, шкаласи 5—50 мВ ва аниқлик синфи 2,5 бўлган милливольтметр учун йўл қўйиладиган асосий мутлақ хатолик қуйидаги формула бўйича (мВларда) ҳисобланади:

$$X_k = \pm \frac{2,5 \cdot N_{II}}{100} = \pm \frac{2,5 \cdot 45}{100} = \pm 1,1$$

бунда

$N_{II} = N_{\max} - N_{\min}$; N_{\max} ва N_{\min} — асбоб шкаласининг охири ва бошланғич қийматлари.

Ўлчаш учун асбоб танлашда унинг аниқлик синфи асосий чегаравий абсолют хатолик билан аниқланишини эътиборга олиш лозим, бу хатолик шкаланинг турли белгиларида нисбий хатоликнинг турли қийматларига мос келади.

Масалан, шкаласи 0...150 мВ ва аниқлик синфи 1,5 бўлган милливольтметр учун асосий чегаравий мутлақ хатолик 2,25 мВ га тенг бўлиб, шкаланинг 25 ва 100 мВ белгиларида нисбий хатолик тегишлича қуйидагига тенг бўлади (% ларда):

$$b_{25} = \frac{\Delta X}{X_k} \cdot 100 = \pm \frac{2,25}{25} \cdot 100 = \pm 9;$$

$$b_{100} = \pm \frac{2,25}{100} \cdot 100 = \pm 2,25$$

Нисбий хатоликни камайтириш мақсадида ўлчаш асбоби шкаласининг юқориги чегарасини шундай танлаш лозимки, ўлчанаётган катталиқнинг кутиладиган қиймати (кўрсатиши) унинг охири учинчи қисмида (ёки охири ярмида) жойлашган бўлсин.

Ўлчаш воситаларининг хатоликлари статистик ва динамик хатоликларга бўлинади. **Статистик хатолик** ўзгармас катталиқларни ўлчаш учун фойдаланиладиган ўлчаш воситаси хатолигидир. Агар ўлчанаётган катталиқ вақтнинг функцияси бўлса, воситаларининг **динамик хатолиги** деб аталадиган умумий хато-

ликнинг ташкил этувчиси ҳосил бўлади. Динамик режимда умумий хатолик статистик ва динамик хатоликлар йиғиндига тенг.

Икки ёки ундан ортиқ ўлчов воситаларига эга бўлган ўлчаш комплектидан фойдаланганда комплектниги мутлақ хатолиги

$$\Delta X_{\text{ком}} = \pm \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta X_2^2 + \dots + \Delta X_n^2} \quad (1.16)$$

ифода билан аниқланади, бунда $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$ — комплектниги 1-, 2-, ..., n -ўлчов воситаси.

Комплектниги нисбий ва келтирилган хатолиги шунга ўхшаш аниқланади:

$$b_{\text{ком}} = \pm \sqrt{b_1^2 + b_2^2 + \dots + b_n^2}; \quad (1.17)$$

$$j_{\text{ком}} = \pm \sqrt{j_1^2 + j_2^2 + \dots + j_n^2} \quad (1.18)$$

II б о б. ТЕМПЕРАТУРАНИ ЎЛЧАШ

II.1-§. ТЕМПЕРАТУРА ВА УНИ ЎЛЧАШДАГИ АСОСИЯ ТУШУНЧАЛАР

Температура — технологик жараёнларнинг муҳим параметри бўлиб, амалда ҳам паст, ҳам юқори температуралар билан иш кўришга тўғри келади.

Жисмнинг температураси молекулаларнинг иссиқлик ҳаракатидан ҳосил бўладиган ички кинетик энергияси билан белгиланадиган қиздирилганлик даражаси орқали характерланади. Температурани ўлчаш амалда иккаласидан бирининг қиздирилиш даражаси маълум бўлган икки жисмнинг қиздирилишини таққослаш ёрдамидагина мумкин бўлади. Жисмларнинг қиздирилганлик даражасини таққослашда уларнинг температурага боғлиқ бўлган ва осонгина ўлчанадиган физик хоссаларидан бирортасини ўзгартиришдан фойдаланилади.

Молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси ва идеал газ температураси орасидаги боғланиш қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$E = \frac{3}{2} K \cdot T \quad (2.1)$$

бунда $K = 1,380 \cdot 10^{-23}$ Ж · К⁻¹, — Больцман дсимийси; T — жисм мутлақ температураси, К.

Агар жисмнинг температураси турлича бўлса, улар бир-бирига тегиб турганида энергияларнинг тенглашуви рўй беради: юқорироқ температурага ва, демак, молекулаларининг кўпроқ ўртача кинетик энергиясига эга бўлган жисм ўз иссиқлигини (энергиясини) камроқ температурага ва, демак, молекулаларининг камроқ ўртача кинетик энергиясига эга бўлган жисмга беради. Шундай қилиб, температура иссиқлик алмашиш, иссиқлик ўтказиш жараёнларининг ҳам сифат, ҳам миқдорий томон-

ларини характерлайдиган параметр дир. Аммо температурани бевосита ўлчаш мумкин эмас: уни жисмнинг температурага бир қийматли боғлиқ бўлган қандайдир бошқа физик параметрлари бўйичагина аниқлаш мумкин. Температурага боғлиқ параметрларга масалан, ҳажм, узунлик, электр қаршилиқ, термоэлектр юритувчи куч, нурланишнинг энергетик равшанлиги ва ҳоказолар киради.

Температура ўлчайдиган асбобни 1598 йилда Галилей биринчи бўлиб тавсия этган. Сўнгра М. В. Ломоносов, Фаренгейтлар термометр ишлаб чиқишган.

Ўлчанаётган температуранинг сон қийматини топиш учун температуралар шкаласини ўрнатиш, яъни саноқ бошини ва температура оралиғининг ўлчов бирлигини танлаш лозим.

Кимёвий тоза моддаларнинг осон тикланадиган (асосий репер ва таянч) қайнаш ва эриш нуқталари билан чегараланган температура оралигидаги қатор белгилар, температура шкаласини ҳосил қилади. Бу температураларга t' ва t'' қийматлар берилган. У ҳолда ўлчов бирлиги

$$1 \text{ градус} = \frac{t'' - t'}{n}, \quad (2.2)$$

бу ерда t' ва t'' — осон тикланадиган ўзгармас температуралар: $n = t'' - t'$, t' таянч нуқталар орасидаги температура оралиғи бўлинадиган бутун сон.

Температура шкаласининг тенгламаси:

$$t = t' + \frac{v - v'}{v'' - v'} \cdot (t'' - t'), \quad (2.3)$$

бу ерда t' ва t'' — модданинг таянч нуқталари (760 мм сым. уст. босимида ва оғирлик кучининг 980, 655 см/с² тезлашишида музнинг эриш ва сувнинг қайнаш температуралари); v' ва $v'' = t'$, t'' температуралардаги модданинг (суюқликнинг) ҳажми; $v - t$ температурадаги модданинг (суюқликнинг) ҳажми.

Табиатда ҳажмий кенгайиши ва температураси чизиқли боғланган суюқликлар бўлмайди. Шунинг учун температураларнинг кўрсатиши термометрга солинадиган модданинг (симоб, спирт ва бошқалар) табиатига боғлиқ. Фан ва техниканинг ривожланиши билан термометрга солинадиган модданинг биронта хусусияти билан боғланмаган ягона температура шкаласини яратиш зарурати пайдо бўлади. 1848 йилда инглиз физиги Кельвин термодинамиканинг иккинчи қонуни асосида янги температура шкаласини тузишни таклиф қилди. Термодинамик температуралар шкаласининг тенгламаси:

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \cdot 100 \% \quad (2.4)$$

бу ерда Q_{100} ва Q_0 — сувнинг қайнаш ва музнинг эриш температураларига мос иссиқлик миқдорлари; $Q - T$ температурага мос иссиқлик миқдори.

Ўлчов ва вазнлар бўйича 1960 йил ўтказилган XI халқаро конференция қарорларида икки температура шкаласи: Кельвин

градуси (К) ўлчов бирлиги билан ўлчанадиган термодинамик шкала ва Цельсий градуси (°С) ўлчов бирлиги билан ўлчанадиган халқаро амалий шкалаларнинг қўлланиши кўзда тутилган. Кельвин термодинамик шкаласидаги пастки нуқта — мутлақ ноль нуқта (К) бўлиб, ягона экспериментал асосий нуқта эса сувнинг учлик нуқтасидир. Бу нуқтанинг сон қиймати 273,15 К. Сувнинг муз, суюқ, газ фазаларидаги мувозанат нуқтаси бўлган сувнинг учлик нуқтаси муз эриш нуқтасидан 0,01 К юқорида туради. Термодинамик температура T ҳарфи билан сон қийматлари эса K билан ифодаланади.

Амалий ўлчашларда ишлатиладиган халқаро амалий температура шкаласи термодинамик шкала кўринишида ишланган. Бу шкала кимёвий тоза моддаларнинг бир қадар осон тикланадиган ўзгармас қайнаш ва эриш нуқталари асосида тузилган. Уларнинг сонли қиймати газли термометрлар орқали аниқланган бўлиб, халқаро амалий температура шкаласи ўлчов ва вазнлар бўйича ўтказилган XI умумий конференцияда қабул қилинган.

Халқаро амалий шкала бўйича ўлчанадиган температура t ҳарфи билан, сонли қиймати эса °С белгиси билан ифодаланади. Мутлақ термодинамик шкала бўйича ифодаланган температура билан шу температуранинг халқаро шкала бўйича ифодаси орасидаги муносабат қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$T = t + 273,15, \quad (2,5)$$

бу ерда T — абсолют термодинамик шкаладаги K температура; t — халқаро амалий шкаладаги °С температура.

Англия ва АҚШ да 1715 йилда таклиф қилинган Фаренгейт шкаласи (°F) қўлланади. Бу шкалада икки нуқта: музнинг эриш нуқтаси (32°F) ва сувнинг қайнаш нуқтаси (212°F) асос қилиб олинган. Халқаро амалий шкала, мутлақ термодинамик шкала ва Фаренгейт шкаласи бўйича ҳисобланган температура муносабати қуйидагича:

$$t^{\circ}\text{C} = T^{\circ}\text{K} - 273,15 = 0,556(n^{\circ}\text{F} - 32), \quad (2,6)$$

бу ерда n — Фаренгейт шкаласи бўйича градуслар сони.

Ҳозир 1968 йилда қабул қилинган ва 1971 йил 1 январдан мажбурий жорий этилган Халқаро амалий температура шкаласи (МПТШ-68) қўлланилади. МПТШ-68 температуранинг 13,81 дан 6300°К гача оралиқда ўлчашни таъминлайди.

Замонавий термометрия ўлчашнинг турли усул ва воситаларига эга. Ҳар бир усул ўзига хос бўлиб, универсаллик хусусиятига эга эмас. Берилган шароитда оптимал ўлчаш усули ўлчашга қўйилган аниқлик шarti ва ўлчашнинг давомлилиги шarti, температуранинг қайд қилиш ва автоматик бошқариш зарурати ёрдамида белгиланади.

Назорат қилинадиган муҳитлар ташқи шароитни ўзгартир-

ганда физик хоссаларининг турли агрессивлиги ва турғунлиги даражаси билан суюқ, сочилувчан, газсимон ёки қаттиқ бўлиши мумкин.

Температурани ўлчаш асбоби ишлаш принципига қараб қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

1. Кенгайиш термометрлари. Бу термометрлар температура ўзгариши билан суюқлик ёки қаттиқ жисмлар ҳажмининг ёхуд чизикли ўлчамларининг ўзгаришига асосланган.

2. Манометрик термометрлар. Бу асбоблар моддалар ҳажми ўзгармас бўлганда температура ўзгариши билан босимнинг ўзгаришига асосланган;

3. Температура таъсирида ўзгарган термоэлектр юритувчи кучнинг ўзгаришига асосланган термоэлектр термометрлар.

4. Ўтказгич ва ярим ўтказгичларнинг температураси ўзгариши сабабли электр қаршиликнинг ўзгаришига асосланган қаршилик термометрлари.

5. Нурланиш термометрлари. Улар орасида энг кўп тарқалганлари; а) оптик пирометрлар — иссиқ жисмнинг равшанлигини ўлчаш асбоби; б) рангли пирометрлар (спектрал нисбат пирометрлари), жисмнинг иссиқликдан нурланиш спектридаги энергиянинг тақсимланишини ўлчашга асосланган; в) радиацион пирометрлар — иссиқ жисм нурланишининг қувватини ўзгаришига асосланган.

Энг қулай, аниқ ва ишончли ўлчаш усуллари температуранинг бирламчи датчиклари сифатида қаршиликнинг термоўзгарткичи ва термоэлектр ўзгарткичлардан фойдаланадиган контактли усуллардан иборат.

2.1-жадвал. Саноатда температурани ўлчаш воситаларидан фойдаланиш чегаралари

Ўлчаш воситаси тури	Ўлчаш воситаларининг турли-туманлиги	Давомли фойдаланиш чегараси, °С	
		3	4
1	2	3	4
Кенгайиш термометрлари	Суюқликка оид шиша термометрлар	— 200	750
	Дилатометрик, биметалли термометрлар	— 150	700
Манометрик термометрлар	Газли	— 150	1000
	Суюқликли	— 150	600
Термоэлектрик термометрлар	Буг — суюқликли (конденсацион)	— 50	300
	Термоэлектрик термометрлар	— 200	2500
	Қаршилик термометрлари	— 260	1100
Пирометрлар	Металл (ўтказгичлик) қаршилик термометрлари	— 272	600
	Ярим ўтказгичли қаршилик термометрлари	700	6000
	Квазимонохроматик пирометрлар	300	2800
	Спектрал нисбатли пирометрлар	50	3500
	Тўлиқ нурланиш пирометрлари		

2.1- жадвалда саноатда энг кўп тарқалган ўлчаш воситалари келтирилган ва серияли ўлчаш воситаларининг қўлланиш чегаралари кўрсатилган.

II.2- §. КЕНГАЙИШ ТЕРМОМЕТРЛАРИ

Суюқликли термометрлар—200°С дан +750°С гача ораликдаги температурани ўлчаш учун ишлатилади. Шиша термометрларнинг ишлатилиш усули содда, аниқлиги етарли даражада юқори ва арзон бўлгани сабабли лаборатория ва саноатда кенг тарқалган. Суюқликли термометрларнинг ишлаш принципи термометр ичига солинган термометр суюқлигининг ҳажми температура кўтарилиши ёки пасайишида ўзгаришига асосланган. Шиша термометрларнинг суюқлиги сифатида симоб, толуол, этил спирт (этанол), керосин, петролей эфир, пентан ва бошқалар ишлатилади. Уларнинг қўлланиш чегаралари 2.2- жадвалда келтирилган.

Суюқликли термометрлар орасида энг кўп тарқалган симобли термометрлардир.

Симоб кенгайиш коэффициентининг кичиклиги термометрия нуқтаи назаридан унинг камчилиги ҳисобланади. Суюқликнинг иссиқликдан кенгайиши ҳажмий кенгайиш коэффициенти билан характерланади. Бу коэффициент қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\beta_{t_1, t_2} = \frac{v_{t_2} - v_{t_1}}{v_0 (t_2 - t_1)}, \quad 1/\text{град}, \quad (2.7)$$

бу ерда v_{t_1} ва v_{t_2} —суюқликнинг t_1 ва t_2 температуралардаги ҳажми; v_0 —шу суюқликнинг 0°С даги ҳажми

2.2- ж а д в а л. Термометрларга солинадиган суюқлик

Суюқлик	Қўлланиш чегаралари, С да	
	пастки	юқори
Симоб	—35	750
Толуол	—90	200
Этил спирти (этанол)	—80	70
Керосин	—60	200
Петролей эфир	—120	25
Пентан	—200	20

β коэффициент қанча катта бўлса, ҳажмий кенгайиш температурасининг 1°С га ўзгаришига шунча кўпроқ мослашади. Термометрларда ҳажмий кенгайиш температура коэффициенти юқори бўлган суюқликлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Ўлчашнинг мақсади ва диапазонига қараб термометрлар кенгайиш коэффициенти кичик бўлган турли маркали шишалардан ишланади. Техникада қўлланадиган суюқликли шиша термометрлар қуйидаги хилларга бўлинади:

1. Кўрсатишларига тузатиш киритилмайдиган термометрлар

Икки миқёсида қўлланиладиган термометрлар): а) симобли термометрлар (-35 дан $+750^{\circ}\text{C}$ гача); б) органик суюқликли термометрлар (-200 дан $+200^{\circ}\text{C}$ гача).

В. Кўрсатишларига тузатиш киритиладиган термометрлар: а) ниқлик даражаси юқори симобли термометрлар (-35 дан $+750^{\circ}\text{C}$ гача); б) аниқ ўлчовларга мўлжалланган симобли термометрлар (0 дан $+500^{\circ}\text{C}$ гача); в) органик суюқликли термометрлар (-80 дан $+100^{\circ}\text{C}$ гача).

Конструкцияларининг хилма-хиллигига қарамай барча қилинган термометрлар икки асосий турнинг бирига: таёқча лидаги ёки шкаласи ичига ўрнатилган термометрларга тегишли бўлади. Таёқча шаклидаги термометр қалинлиги, ташқи диаметри $6\text{--}8$ мм гача қилиб тайёрланган капилляр найчадан иборат. Найчанинг пастки қисми суюқлик танадиган резервуар ҳосил қилади. Уларнинг шкаласи шита капиллярнинг сиртида даражаланади.

Шкаласи ичига ўрнатилган термометрларда капилляр найчанинг ичига деворли бўлиб, резервуари кенгайтирилган. Шунинг учун даражалари ясси шиша пластинкада жойлашган ва капилляр билан биргаликда резервуарга ёпишган шиша қобиққа олиналган. Ҳозирги вақтда шкаласи ичига ўрнатилган ёки шакли (термометрнинг пастки қисми 90° , 120° , 135° ли бурч ҳосил қилади) техник термометрлар тайёрланади. Юқори бўлганда термометрларда капиллярлардаги суюқлик устидаги қилинган инерт газ билан тўлдирилади. Температуранинг маънавий даражада сақланишини автоматик равишда таъминлаш ва ёки маълум қийматини сигнализация қилиш учун контактли термометрлар қўлланилади. Бундай термометрлар икки ёки ичига кўпроқ контактли бўлиб юқоридаги контакт ўрни ўзгариши билан бўлади. Температуранинг суюқликли шиша термометрнинг ўлчаш аниқлигидаги хатоликлар бир қатор факторларга боғлиқ: текширилмаган шкала бўлинмалари учун киритилган тузатиш қийматининг ноаниқлиги; ноль нуқтасининг аниқлиги; термометрнинг ўлчанаётган муҳитга кириш чуқурлигининг ҳар хиллиги; ташқи босимнинг ўзгариши; термометрнинг суюқликли ва резервуар билан атроф-муҳит иссиқлигининг таърифи.

Хатоликларга сабаб бўладиган келтирилган омиллардан энг асосийси ноль нуқтасининг ўзгариши ҳамда термометрнинг ўлчанаётган муҳитга кириш чуқурлигининг ҳар хиллигидир.

Термометрнинг ишлатилиш шароитларига кўра ўлчанаётган муҳитга тўлиқ киритиб бўлмаса, унда унинг резервуари суюқлик устуни турли температурада бўлади. Чиқиб турган муҳитга тузатма қуйидаги формула бўйича киритилади:

$$\Delta t = n \cdot \beta_{t_1, t_2} (t_2 - t_1), \quad (2.8)$$

n — чиқиб турган устундаги даражалар (градуслар) сони; β_{t_1, t_2} — шиша-суюқликнинг кенгайиш коэффициенти (симоб учун $0,00016$, спирт учун

0,001), $1/^\circ\text{C}$; t_2 — термометр кўрсатаётган температураси, $^\circ\text{C}$; t_1 — резервуарлардан чиқиб турган устуннинг ўртача температураси.

Агар чиқиб турган устун температураси ўлчанаётгандан кам бўлса, унда Δt тузатма ишораси мусбат, ортиқ бўлса, манфий бўлади. Чиқиб турган устун ҳисобига пайдо бўладиган хатолик анча катта бўлиши мумкин ва шунинг учун уни эътиборга олмасликнинг иложи йўқ.

Вазифаси ва қўлланиш соҳасига кўра суюқликли термометрлар одатда лаборатория термометрлари, умумсаноат ва махсус вазифаларни бажарувчи техник термометрлар, қишлоқ хўжалик учун мўлжалланган термометрлар, метрологик, маиший термометрларга бўлинади.

Суюқликли шиша термометрларнинг камчилигига шкала бўйича ҳисоблаш ноқулайлиги, кўрсатишларни қайд қилиб, уларни масофага узатиб бўлмаслиги, иссиқлик инерциясининг катталиги (кўрсатишларнинг кечикиши) ва асбобларнинг механик нуқтан назардан мустаҳкам эмаслиги киради.

Дилатометр ва биметалли термометрларнинг ишлаш принципи температура ўзгаришида қаттиқ жисм чизиқли ўлчамининг ўзгаришига асосланган. Температура ўзгаришига боғлиқ бўлган қаттиқ жисм чизиқли ўлчамининг ўзгариши формула орқали қуйидагича ифодаланadi:

$$l_t = l_0(1 + \beta_r \cdot t) \quad (2.9)$$

бу ерда l_t — t температурада қаттиқ жисмнинг узунлиги; l_0 — шу жисмнинг 0°C даги узунлиги; β_r — ўртача чизиқли кенгайиш коэффициентини (0°C дан $t^\circ\text{C}$ гача бўлган температуралар оралигида).

Дилатометрик термометр, одатда, иссиқликдан кенгайиш коэффициенти катта бўлган металл найча (актив элемент) ва иссиқликдан кенгайиш коэффициенти жуда кичик бўлган найча ичида жойлашган стержендан иборат.

Дилатометрик термометрларнинг актив элементи (найчаси) нинг асоси материаллари жез Л62 ($\beta_r^z = 18,3 \div 23,6 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) ёки никелланган пўлат ХН60В, 10Х17Н13М2Т ($\beta_r^z = 20 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) бўлади. Пассив элемент сифатида, одатда, инвар қотишмаси ($\beta_r^a = 0,9 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) қўлланади. Температура органда актив элемент (найча) стерженга нисбатан анча кўпроқ узаяди. Стерженнинг силжиши (чўзилиши) температуранинг ўзгаришига тўғри мутаносибликда бўлади ва найчанинг бошлангич узунлиги билан аниқланади.

Дилатометрик термометрлар суюқликлар температурасини ўлчашда ҳамда температурани маълум даражада автоматик равишда сақлаш учун ва сигнализацияда қўлланилади. Дилатометрик термометрлар 1,5 ва 2,5 аниқлик синфларида чиқарилади, уларнинг юқориги ўлчаш чегараси 500°C гача.

Афзалликлари: ишончли, оддий ва арзон.

Камчиликлари: асбоб ўлчамлари катта, темпера-

тура бир нуқтада эмас, балки ҳажмда ўлчанади, иссиқлик инерцияси катта.

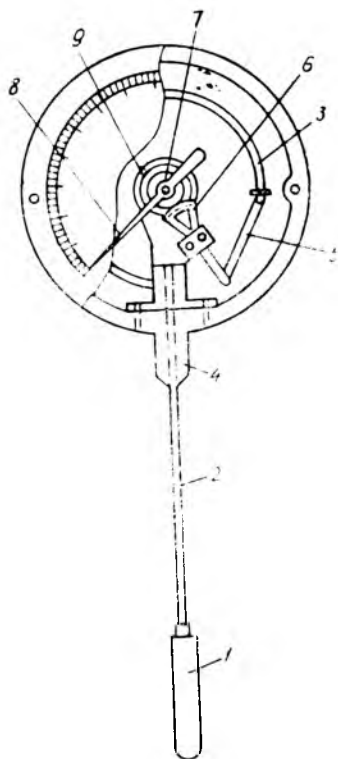
Биметалл термометрларнинг сезгир элементи кавшарланган пластинкадан тайёрланган пружинадан иборат. Бу пластинкалар иссиқликдан кенгайиш температура коэффициентини турлича бўлган металллардан тайёрланади. Температура ўзгарганда пластинкалар узаяди. Пластинкалар бир-бирига нисбатан силжий олмаганлиги сабабли пружина иссиқликдан кенгайиш температура коэффициенти кам бўлган пластинка томонга оғади. Пластинкалар узайишининг температура коэффициенти фарқи қанча катта бўлса, пружинанинг температура ўзгаришидаги оғиши шунча кўп бўлади. Биметалл термометрлар билан температуранинг ўлчаш чегараси —150°С дан +700°С гача, хатоси 1...1,5%. Бу турдаги термометрлар температуранинг маълум даражада автоматик равишда ростлаш ва сигнализация учун қўлланилади.

II.3. §. МАНОМЕТРИК ТЕРМОМЕТРЛАР

Манометрик термометрлар техник асбоб бўлиб, термосистеманинг иш моддаси жиҳатидан газли, суюқли ва конденсацион (буғ-суюқликли) термометрларга бўлинади. Бу асбоблар суюқ ва газсимон муҳитларнинг —150 дан +1000°С гача бўлган температура-сини ўлчаш учун қўлланилади.

Манометрик термометрлар кўрсатувчи ва ўзиёзар қилиб ишланади. Ўзиёзар термометрлар доиравий ёки лентасимон диаграмма қоғози билан таъминланади. Диаграмма қоғозини синхрон двигатель, баъзи турларида эса соат механизми силжитади.

Манометрик термометрлар кимё саноатида кенг қўлланилади, улар портлаш хавфи бор жойларда ишлатилиши мумкин. Бу ҳолда диаграмма қоғози соат механизми билан юритилади. Манометрик термометрларнинг схемаси 2.1-расмда кўрсатилган. Асбоб термобаллон 1, капилляр найча 2 ва манометрик қисм 3—9 дан иборат. Манометрик пружина 3 нинг бир учи тутқич 4 га кавшарланган. У канал орқали пружинанинг ички бўшлиғини термобаллон билан



2.1- расм. Манометрик термометр.

улайди. Пружинанинг иккинчи бўш учи герметикланган ва тортқич 5 ёрдамида сектор 6 билан боғланган. Бу сектор ўз навбатида трибка 7 билан тишли илашиш воситасида уланган. Трибка 7 нинг ўқиға стрелка 8 ўрнатилгақ. Узатиш механизмдаги оралиқни тўлдириш учун спираль тола 9 ўрнатилган, унинг ички ўрамининг учи трибка ўқиға уланган.

Асбоб системаси (термобаллон, капилляр ва манометрик пружина) иш моддаси, асосан, газ (газли термометрларда) ва суюқлик (суюқликли термометрларда) билан бошланғич босимда тўлдирилади. Термобаллон исиши билан иш моддасининг герметикланган термосистемадаги босими ошади, бунинг натижасида пружина ёйила бошлайди ва унинг бўш учи силжийди. Пружина бўш учининг силжиши узатиш механизми орқали (тортқич, сектор ва трибка) кўрсаткичнинг ҳолати бўйича ҳисобга олинади. Термобаллон, одатда, зангламас пўлатдан ишланади, капилляр эса жездан ёки пўлатдан ишланиб, унинг ташқи диаметри 2,5 мм, ички диаметри эса 0,35 мм га тенг бўлади. Асбоб вазифасига кўра капилляр найчанинг узунлиги турлича (0,6 м дан 60 м гача) бўлади. Манометрик термометрларда бир чулғамли, кўп чулғамли (чулғамлар сони 6 дан 9 гача) ва спиралли манометрик пружиналар ишлатилади.

Газли манометрик термометрларнинг ишлаш принципи герметик беркитилган термосистемадаги инерт газ босимининг температурага боғлиқлиғига асосланган. Газли термометрлардаги бошланғич босим температурани ўлчаш чегараларига боғлиқ бўлиб, одатда $0,98...4,9 \text{ МН/м}^2$ ($10...50 \text{ кгк/см}^2$) ни ташкил қилади. Бу термометрлар — 150°C дан $+1000^\circ\text{C}$ гача температураларни ўлчаш имконини беради. Газли термометрларнинг иш моддаси сифатида азот ишлатилади.

Газли термометрларнинг иши идеал газ босими ва температураси орасида тўғри чизиқли муносабат ўрнатувчи Шарль қонунига асосланган:

$$P_t = P_0 [1 + \beta(t - t_0)], \quad (2.10)$$

бунда P_0 ва P_t — газнинг 0 ва t температуралардаги босими; β — газ кенгайишининг термик коэффициентини; t_0 ва t — $^\circ\text{C}$ да берилган бошланғич ва охириги температуралар.

Термометр шкаласи текис, бу эса унинг афзаллиги ҳисобланади.

Температуралар фарқи туфайли босимнинг ўзгариши қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\Delta P = P_t - P_0 = P_0 \beta (t - t_0) \quad (2.11)$$

Газ билан тўлдирилган термометр системасидаги бошланғич босим:

$$P_0 = \frac{\Delta P}{\beta (t - t_0)}. \quad (2.12)$$

Термометр системасидаги бошланғич босим катта бўлгани учун атмосфера босимининг асбоб кўрсатишига бўлган таъсири жуда кам, шунинг учун уни амалда ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

Атроф муҳит температурасининг $+20^{\circ}\text{C}$ дан четга чиқиши ўлчашда хатолик пайдо бўлишига сабаб бўлади. Бу хатоликни қуйидаги формуладан ҳисоблаб чиқиш мумкин:

$$\Delta t_m = \frac{v_m}{v_0} (t_m - t_0) \quad (2.13)$$

бунда v_m — манометрик пружинанинг ҳажми; v_0 — термобаллоннинг ҳажми; t_m — манометр атрофидаги $^{\circ}\text{C}$ да берилган температура; t_0 — асбоб даражаланган вақтдаги температура (20°C)

Капилляр найча исишидан келиб чиққан хатолик:

$$\Delta t_k = \frac{v_k}{v_0} (t_k - t_0) \quad (2.14)$$

бунда v_k — капилляр найчанинг ҳажми; t_k — капилляр атрофидаги $^{\circ}\text{C}$ да берилган температура.

Термобаллон ҳажми термометр ҳажмининг 90% ини ташкил этади. Термобаллон, капилляр ва пружиналарнинг нисбий ҳажмлари тўғри танланган тарзда капиллярлари 40 м узунликдаги термометрлар температурани компенсациясиз етарли даражада аниқ ўлчай олади. Капилляр жуда ҳам узун бўлса, термобаллоннинг керакли ҳажми ҳаддан ташқари катталашади, натижада асбобнинг иссиқлик инерцияси ошиб кетади.

Ҳамма ҳолларда, айниқса, ишлатиш вақтида манометрик пружина ва капилляр найчани атрофидаги қизиган буюмлар таъсиридан эҳтиёт қилиш зарур. Баъзан температура ўзгаришидан келиб чиқадиган хатоликни компенсация қилиш учун манометрик пружинанинг узатувчи механизми ичига ўрнатилган биметалл спираль кўринишидаги компенсацион қурлмадан фойдаланади. Биметалл спираль монометрик пружина температурасини ўлчашда асосий пружинага нисбатан тескари йўналишда ҳаракат қилади.

Атроф-муҳит ҳавоси температурасини ўлчаш капиллярда ва манометрик пружинада иш-моддасининг кенгайишга таъсир қилади. Бу ҳол термосистема босимини ва термометрининг кўрсатишини ҳам ўзгартиради. Бу таъсирни камайтириш учун пружина ва капилляр ички ҳажмининг термобаллон ҳажмига нисбатини камайтиришга ҳаракат қилинади. Бунинг учун термобаллон узунлиги ёки унинг диаметри орттирилади. Газли манометрик термометр термобаллоннинг узунлиги 500 мм дан ортмаслиги лозим, термобаллон диаметри ушбу: 5, 8, 10, 12, 16, 20, 25 ва 30 мм қатордан танланади. Капилляр узунлиги 0,6 дан то 60 м гача бўлиши мумкин.

Махсус тайёрланган газли манометрик термометрлар 0°C дан паст температураларни ўлчаш учун ҳам қўлланилади.

Масалан, водород газли термометр —250°С гача, гелийлиси эса —267°С гача температураларда ишлатилиши мумкин.

Газли манометрик термометрларнинг ўзига хос камчиликларидан бири, уларнинг иссиқлик инерциясининг катталигидир. Бунинг сабаби термобаллон деворлари билан уни тўлдириган газ ўртасидаги иссиқлик алмашиш коэффициентининг кичиклиги ва газнинг иссиқлик ўтказиш қобилиятининг камлигидир.

Суюқликли манометрик термометрлар системаси бошланғич босим остида суюқлик билан тўлдирилади. Бунинг учун симоб, ксилол, пропиал алкоголь, метаксилол ва ҳоказолар ишлатилади. Суюқликли термометрлар учун боғловчи капиллярлар узунлиги 0,6 м дан 10 метргача бўлади. Бу термометрлар —150°С дан 600°С гача бўлган температураларни ўлчашга имкон беради.

Термобаллон температураси t_0 дан t гача орттирилганда ундаги суюқлик кенгайди, ортиқча ҳажм капиллярга ва манометрик пружинага сиқилади. Термобаллон ва капилляр қаттиқлиги манометрик пружинаникидан анчагина кўп, шунинг учун система ҳажмининг орттирилиши манометрик пружина ҳажмининг ўзгариши ҳисобидан бўлади. Манометрик пружинанинг деформацияланиши натижасида унинг эркин учи силжийди.

Суюқлик учун температура таъсирида ўзгарган босимни қуйидаги тенглама орқали топиш мумкин:

$$\Delta P = \frac{\beta}{\mu} \Delta t, \quad (2.15)$$

бунда ΔP — берилган босимнинг ўзгариши, Н/м²; β — берилган суюқликнинг ҳажмий кенгайиш коэффициенти, $\frac{1}{\text{град}}$; Δt — температуранинг ўзгариши, °С; μ — берилган суюқлик ҳажмининг камайиш коэффициенти, м²/Н.

Термобаллондан сиқиб чиқариладиган ортиқча суюқлик ҳажми қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланиши мумкин:

$$\Delta V = V_0 (\beta - 3\alpha) (t - t_0), \quad (2.16)$$

бунда V_0 — t_0 температурада термобаллондаги суюқлик ҳажми; α — термобаллон материали чизиқли кенгайишининг температура коэффициенти; β — суюқлик ҳажмий кенгайишининг температура коэффициенти.

(2.16) тенгламадан кўринадики, қиздиришда суюқлик ҳажмининг ўзгариши температуранинг чизиқли функциясидан иборат экан. Шунинг учун суюқликли термометрларнинг шкаласи газли термометрники каби текис бўлади.

Термометрдаги суюқлик қайнаб кетмаслиги учун ундаги бошланғич босим 1,47...4,96 мН/м² (15...50 кг·/см²) га етказилади.

Таъкидлаб айтамикки атроф муҳит температурасининг ўзгаришидан келиб чиқадиган хатолик суюқликли термометрларда

газли термометрларга қараганда катта. Бу хатоликлар газли термометрлар учун ҳисобланадиган формулалар бўйича ҳисобланаверади. Капилляр температурасининг ўзгаришида айниқса катта хатоликлар юзага келади. Шунинг учун капиллярнинг узунлиги катта бўлганда компенсацион қурилмадан фойдаланиш зарур.

Суюқликли термометрларда термобаллоннинг манометрга нисбатан баландлиги бўйича турлича жойлашишдан келиб чиқадиган хатоликни ҳам эътиборга олиш лозим. Бу хатоликни, асбобни ўрнатгандан кейин, нолни тўғрилаш ҳисобига компенсация қилиш мумкин.

Манометрик конденсацион (буғ-суюқликли) термометрлар — 50 °С дан + 300°С гача температураларни ўлчайди. Конденсат сифатида фреон (CHF_2Cl — 25°С . . . + 80°С гача); пропилен (C_3H_6 — 50°С . . . + 60°С гача); метил хлорид (CH_3Cl , 0 . . . 125°С гача); ацетон ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 100°С . . . 200°С гача); этил бензол (C_8H_{10} — 160°С . . . 300°С гача) ва ҳоказолар ишлатилади.

Бу термометрларнинг термобаллонлари ҳажмининг 2/3 қисми паст температурда қайнайдиган суюқлик билан тўлдирилади. Термометрларнинг берк системасида доим буғланиш ва конденсацияланишнинг динамик мувозанати мавжуд. Температура кўтарилиши билан бирга буғланиш кучайиб, буғнинг эластиклиги ўсади, шунинг учун конденсацияланиш жараёни кучаяди. Бунинг натижасида тўйинган буғ маълум температурада мос муайян босимга эришади. Буғ босими температура ўзгариши билан ўзгариб, капиллярни тўлдирган муҳит орқали манометрик пружинага ўтади.

Тўйинган буғ босимининг ўзгариши температура ўзгаришига мутаносиб эмас, шунинг учун конденсацион термометрнинг шкаласи нотекис бўлади.

Капилляр ва манометрик пружина температурасининг ўзгариши конденсацион термометр системасида босим қийматига таъсир этмайди; бундай тур термометрларда капилляр узунлиги асосан капиллярдаги суюқлик ишқаланиши билан чегараланади. Конденсацион термометрлар бошқа турдаги термометрларга қараганда анча сезгирдир. Бу тўйинган газ босими температура кўтарилиши натижасида жуда тез ортиши билан тушунтирилади.

Конструкцияси бўйича конденсацион термометрлар юқорида келтирилганларга ўхшаш, ammo уларда термобаллон ўлчамлари кичик (диаметри 10...12 мм, узунлиги 80...125 мм).

Термометр системасидаги босим ўлчанаётган температуранинг юқориги чегарасида 3,5 МН/м² дан ошмайди, пастки чегарасида эса бир неча юз КН/м² ни ташкил этади. Шунинг учун уларнинг кўрсатишига, айниқса унча юқори бўлмаган температураларда, барометрик босимнинг ўзгариши таъсир этади.

Манометрик термометрлар барча турларнинг кўрсатишлари тўлдирувчининг физик ҳолатларига ва уларнинг иссиқлик-физик хоссаларига боғлиқ бўлиб, катта кечикишларга эга. Газли тер-

мометрлар энг кўп, буғ-суюқликли термометрлар эса энг кам кечикишга эга (газ билан тўлдирилганларига нисбатан 2,5 марта кам); суюқликли термометрлар ўрта ҳолатни эгаллайди.

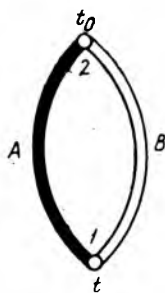
Иккиламчи асбоблар билан ишлаш учун кўрсатишни масофадан узатадиган электр ва пневматик манометрик термометрлар тайёрланади. Бу асбобларда температура унификацияланган электр ёки пневматик сигналга ўзгартирилади.

Манометрик термометрлар тузилиши соддалиги ва автоматик ёзиши билан ажралиб туради. Унинг яна бир афзалликларидан бири, ундан ёнғин ва портлаш хавфи бор бўлган муҳитда фойдаланиш мумкинлигидадир. Унинг камчиликларига системанинг герметиклиги бузилганда тузатиш қийинлиги ва кўп ҳолларда термобаллон ўлчамларининг катталиги киради.

Газли ва суюқликли манометрик термометрларнинг аниқлик синфи 1; 1,5 ва 2,5; конденсацион термометрларники 1,5; 2,5 ва 4.

II.4-§. ТЕРМОЭЛЕКТР ТЕРМОМЕТРЛАР НАЗАРИЙ АСОСЛАР ВА ТЕРМОЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАР

Температурани ўлчашнинг термоэлектр усули термоэлектр термометр (терможуфт) термо ЭЮК ининг унинг температура-сига боғлиқлигига асосланган. Бу асбоб — 200°C дан + 2500°C га-ча бўлган температураларни ўлчашда техниканинг турли соҳалари ва илмий-текшириш ишларида кенг қўлланади. Термоэлектр термометрлар ёрдамида температурани ўлчаш 1821 йилда Зе-ебек кашф этган термоэлектр ҳодисасига асосланган. Бу ҳодисанинг температураларни ўлчашда қўлланиши икки хил металл симдан иборат занжирда уларнинг кавшарланган жойида температуралар фарқи ҳисобига ҳосил бўладиган ЭЮК эффектига асосланган. Ҳар хил *A* ва *B* ўтказгичлардан иборат занжирни кўриб чиқамиз (2.2-расм). Терможуфтнинг ўлчанаётган муҳитга тегиб турган жойи, кавшарланган учи *1* иссиқ уланма, ўзгармас t_0 температурали муҳитдаги жойи *2* эса (эркин учи) совуқ уланма дейилади. *A* ва *B* ўтказгичлар термоэлектродлар дейилади. Бундай кавшарланган ўтказгичлар эса терможуфт деб аталади, уларда ҳосил бўладиган электр юритувчи куч термоэлектр юритувчи куч (ТЭЮК) дейилади. ТЭЮК ҳосил бўлишининг сабаби эркин электронлар зичлиги кўпроқ металлнинг эркин электронлар зичлиги камроқ металлга диффузияси билан изоҳланади. Шу пайтда икки хил металлнинг бирикиш жойида пайдо бўладиган электр майдон диффузияга қаршилиқ кўрсатади. Электронларнинг диффузион ўтиш тезлиги электр майдон таъсирида уларнинг қайта ўтиш тезлигига тенг бўлганда ҳаракатли мувозанат ҳолати қарор топади. Бу



2.2- расм. Икки хил ўтказгичли термометрик занжир.

мунозанатда A ва B металллар орасида потенциаллар айирмаси пайдо бўлади. Электронлар диффузиясининг жадаллиги ўтказгичлар бириккан жойнинг температурасига ҳам боғлиқ бўлгани сабабли биринчи ва иккинчи уланмаларда ҳосил бўлган ЭЮК ҳам турлича бўлади.

Агар кавшарланган ўтказгичлар бир хил бўлса ва уларнинг икки учи турлича температурада қиздирилса, γ ҳолда ўтказгичнинг иссиқроқ қисмидан совуқроқ қисмига бўш электронларнинг диффузияланиши тескари йўналишдаги диффузиясидан жадалроқ бўлади. Потенциаллар айирмаси электронларнинг иссиқлик диффузиясига тескар йўналишда таъсир қилади, бунинг натижасида мувозанат ҳолати қарор топгунча ўтказгичнинг иссиқроқ учи мусбат ишорада зарядланади. Бинобарин, ҳар хил A ва B ўтказгичлардан ташкил топган энг содда термоэлектр занжирда тўртта турлича ТЭЮК ҳосил бўлади. Яъни иккита ТЭЮК A ва B ўтказгичларнинг кавшарланган учида: битта ТЭЮК A ўтказгичнинг учида; битта ТЭЮК B ўтказгичнинг учида. Шунинг назарда тутиб, 2.2-расмда тасвирланган занжирдаги ТЭЮК катталигини аниқлаш мумкин. Занжирни соат стрелкаси ҳаракатига тескари йўналишда кузатсак, қуйидаги натижа чиқади:

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(e_0), \quad (2.17)$$

бу ерда $E_{AB}(t, t_0)$ — иккала фактор таъсирдаги жамланган ТЭЮК; $B_{AB}(t)$ ва $B_{BA}(t_0)$ — A ва B ўтказгичлар учидаги потенциаллар ҳамда температуралар айирмаси натижасида ҳосил бўлган ТЭЮК.

Агар кавшарланган уларнинг температураси бир хил бўлса, ТЭЮК нолга тенг бўлади, чунки иккала кавшарда ҳам ҳосил бўлган ТЭЮК нинг қиймати бир-бирига тенг бўлиб, ўзаро қарама-қарши томонга йўналган бўлади. Демак, $t = t_0$ бўлса,

$$E_{BA}(t_0) = e_{AB}(e_0) + e_{BA}(t_0) = 0, \quad (2.18)$$

$$e_{AB}(t_0) = -e_{BA}(t_0) \quad (2.19)$$

(2.19) натижани (2.17) га қўйсак, қуйидагига эга бўламиз:

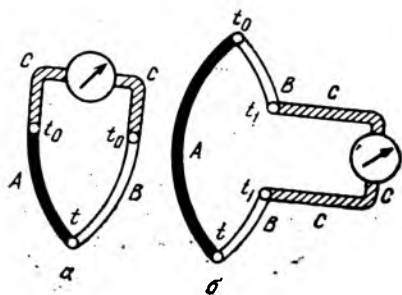
$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0). \quad (2.20)$$

(2.20) тенгламадан кўришиб турибдики, ТЭЮК иккита ўзгарувчан t ва t_0 температуранинг мураккаб функциясидан иборат экан.

Уланмалардан бирининг температураси ўзгармас, масалан, $t_0 = \text{const}$ бўлса, унда

$$E_{AB}(t, t_0) = f(t). \quad (2.21)$$

(2.21) ифода мазкур терможуфт учун даражалаш йўли билан ТЭЮК ва температура нисбатини топиш, температуранинг ўлчаш масаласини тескари ечиш кераклигини, яъни терможуфтининг ТЭЮК ини ўлчаш билан температуранинг қийматини аниқлаш мумкинлигини билдиради.



Ўлчаш асбобини улаш учун уланмалардан биридаги занжирни (2.3- расм.), а) ёки термоэлектродлардан бирини узиш (2.3- расм, б) керак.

Терможуфт занжирига учинчи С ўтказгични улаш вариантларидаги жамланган ТЭЮК ни кўриб чиқамиз. 2.3 расм, а даги вариант учун:

$$E_{ABC}(t, t_0, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t); \quad (2.22)$$

$t = t_0$, яъни уланмаларнинг температураси тенг бўлса,

$$E_{ABC}(t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = 0, \quad (2.23)$$

бу тенгламадан маълумки,

$$e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = -e_{AB}(t_0) \quad (2.24)$$

(2.24) тенглама натижасини (2.21) га қўйиб чиқсак, (2.20) тенглама келиб чиқади.

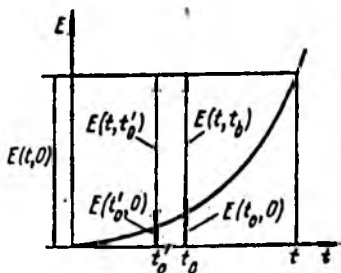
2.3- расм, б даги вариант учун:

$$E_{ABC}(t, t_1, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_1) + e_{CB}(t_1) + e_{BA}(t_0) \quad (2.25)$$

Агар $e_{BC}(t_1) = -e_{CB}(t_1)$ ва $e_{BA}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$ ҳисобга олинса, (2.25) тенглама (2.20) тенгламага айланади.

Бундан қуйидаги муҳим хулосани чиқариш мумкин: Терможуфтнинг занжирига учларидаги температураси бир хил бўлган учинчи ўтказгич уланганда ҳам ТЭЮК ўзгармайди. Демак, терможуфт занжирига улаш симлари, ўлчов асбоблари ва қаршиликларни улаш мумкин экан.

Температурани термоэлектр термометр ёрдамида ўлчаш учун термометр ҳосил қиладиган термо ЭЮК ни ва эркин учларнинг температурасини ўлчаш керак. Агар температурани ўлчашда термометр учларининг температураси 0°C га тенг бўлса, унда ўлчанаётган температура даражалаш характеристикасидан (жадваллар, графиклардан) (2.4-расм) дарҳол топилади. Бу даражалаш характеристикаси, термо ЭЮК билан иш уланмаси температураси орасида муносабат ўрнатади. Термоэлектр термометрларнинг даражалаш характеристикаси, одатда, эркин



2. 4- расм. Термоэлектр термометрнинг эркин учлари температурасига тузатма киритиш.

учларининг температураси 0°C га тенг бўлганда аниқланади. Агар эркин учларининг температураси амалда 0°C дан фарқ қилса-ю, аммо ўзгармас бўлса, унда иш уланмаси температурасини даражалаш характеристикасидан топиш учун термодуфтлар ҳосил қиладиган термо ЭЮК нигина эмас, балки эркин учлари температураси t_0 ни ҳам билиш зарур. Эркин учлари температураси t_0 га $t_0 \neq 0$ бўлганда тузатиш киритиш учун термоэлектр термометр ҳосил қиладиган термо ЭЮК $E(t, t_0)$ га $E(t_0, 0)$ ни қўшиш лозим: термо ЭЮК $E(t_0, 0)$ қиймати топилади:

$$E(t, t_0) + E(t_0, 0) = E(t, 0) \quad (2.26)$$

Термоэлектр термометр иш уланмаси температураси t ва эркин учлари температураси 0°C бўлганда, яъни даражалаш шартини бажарилганда шундай $E(t_0, 0)$ ЭЮК ни ҳосил қилади.

Агар ўлчаш жараёнида эркин учлар температураси бирор янги t'_0 қиймат қабул қилса, унда термометр ҳосил қиладиган термо ЭЮК $E(t, t'_0)$ га (2.4-расм) ва эркин учлар температурасига киритиладиган тузатиш $E(t'_0, 0)$ га, даражалаш шартига мос термо ЭЮК эса

$$E(t_0, t'_0) + E(t'_0, 0) = E(t_0, 0)$$

га тенг бўлади.

Термоэлектр термометрнинг эркин учлари температурасига киритиладиган тузатма қиймати термометрнинг даражалаш характеристикасига боғлиқ бўлади, у эса термоэлектр термометр тайёрланадиган ўтказгич материаллар билан белгиланади.

Тузатмани киритиш усулидан қатъий назар (ҳисобий ёки автоматик) тузатма киритиш услуби ўзгармай қолади: қайси усул билан тузатма (ҳисобий ёки автоматик) киритилганидан қатъий назар, схемада $E(t, 0)$ қиймат олинади, бу қиймат кейин термодуфт термо ЭЮК ига қўшилади. Йиғинди термо ЭЮК $E(t, 0)$ даражалаш қийматига мос келади.

Температуранинг ўлчашга онд алоҳида масалаларни ечиш учун термоэлектр термометрларни ўлчаш асбоби билан ўлчашнинг турли усуллари қўлланилади.

Термоэлектр термометри ўзгартиш коэффициентини орттириш учун бир неча термодуфтларни (термобатарейаларни) кетма-кет улашдан фойдаланилади. Бунда термодуфтлар ҳосил қиладиган термо ЭЮК қўшилади, яъни n та термодуфтдан тузилган термобатарейалар термо ЭЮК алоҳида олинган термодуфт термо ЭЮК идан катта.

Икки нуқта орасидаги температура фарқини ўлчаш учун дифференциал термоэлектр термометр қўлланилади. У иккита қарама-қарши уланган бир хил термометрдан тузилган. Агар температуралар фарқи ўлчанаётган нуқталарнинг температураси билан ўзаро тенг бўлса, унда ўша нуқталарда термометр

ҳосил қиладиган ТЭЮК лар ҳам тенг бўлади. Бундай ҳолда термометрлардаги занжир токи нолга тенг бўлади, чунки қарама-қарши уланганда бир терможуфтнинг ТЭЮКи бошқа терможуфтнинг ТЭЮК и билан компенсация қилинади ва ўлчов асбоби нолни кўрсатади. Агар t_1 ва t_2 температуралар турлича бўлса, у ҳолда қайси температура юқори бўлишига қараб, температуралар фарқига пропорционал бўлган занжир токи бирор йўналишда оқади, буни ўлчов асбоби кўрсатади.

Термоэлектр материаллар ва термоэлектр ўзгарткичлар

Турли ўтказгичларнинг ихтиёрий жуфти термоэлектр ўзгарткични ташкил этиши мумкин, аммо ҳар бир жуфтлик ҳам амалда қўлланишга ярайвермайди. Замоновий ўлчаш техникаси термоэлектр ўтказгичлар тайёрланадиган материалларга кўпдан-кўп талаблар қўяди, аммо бу талабларни жуда кам сонли материалларгина қондиради. Асосий талаблар қуйидагилардан иборат: юқори температуралар таъсирига чидамлик, ТЭЮК нинг вақт бўйича ўзгармаслиги, унинг иложи борича катта қийматга эга бўлиши ва температурага бир қийматли боғлиқлиги, қаршилик температура коэффициентининг катта бўлмаслиги ва катта электр ўтказувчанлик.

Барча материаллар ва қотишмалар учун ТЭЮК нинг температурага функционал боғлиқлиги мураккаб бўлиб, уни аналитик ифодалаш анча қийин. Платинородия—платина жуфти бундан истиснодир. Бу жуфтлик учун ТЭЮК билан температура орасидаги боғланиш 300 дан 1300°C гача бўлган ораликда, совуқ уланма температураси 0°C бўлганда етарлича аниқликда параболага мос келади:

$$E_{(t_1, t_2)} = a + bt + ct^2 \quad (2.28)$$

бунда a , b ва c — сурьма (630,5°C), кумуш (950, 8°C) ва олов (1163°C) ларнинг қотиш температураси бўйича аниқланадиган доимийлар.

Ҳозирги вақтда қуйидаги металл термоэлектродли термоэлектр термометрлар қўлланади. Уларнинг характеристикалари 2.3-жадвалда келтирилган.

Хромель — копелли (56% Si — 44% Ni) термоэлектр термометрлар стандарт термометрлар орасида энг катта ўзгартиш коэффициентиغا эга (70...90 мк В/°С). Термоэлектрод диаметри 1 мм дан кам бўлган термометрлар учун чегаравий қўлланиши 600°C дан кам ва, масалан, диаметри 0,2...0,3 мм бўлган термоэлектродлар учун фақат 400°C ни ташкил этади. Юқориги ўлчаш чегараси копелли электродлар характеристикасининг барқарорлигига боғлиқ.

Никель-хром — никель-алюминийли (94% Ni + 2% Al + 2,5% Mn + 1% Si + 0,5% қўшилма) термометрлар турли муҳит температураларини кенг чегараларда ўлчаш учун қўлланилади. Улар аввал хромель-алюмелли термометрлар деб юритилар эди.

Никель-алюминий симдан тайёрланган термоэлектрод оксидла нишга никель-хромга нисбатан камроқ чидамли. Қўлланиш нинг юқориги чегараси термоэлектрод диаметрига боғлиқ. Диаметри 3...5 мм бўлган термоэлектродлар учун қўлланиш нинг юқори чегараси никель-хром-никель-алюминийли термометрларда 1000°C ни ташкил этади. 0,2...0,3 мм диаметр учун 600°C дан ортиқ эмас.

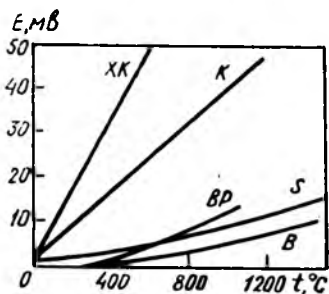
Платина-родий (90% платина—10% родий)-платинали термометрлар узоқ вақт давомида 0 дан 1300°C температура оралиғида, қисқа вақт давомида 1600°C гача бўлган оралиқда ишлаши мумкин. Мазкур термометрлар оксидланадиган ва нейтрал муҳитларда даражалаш характеристикасининг барқарорлигини сақлайди. Улардан фойдаланиш мақсадига қараб эталон, намунали ва иш термометрларига бўлинади. Тўғри ишлатилганда даражалаш узоқ вақт давомида ўзгармайди. Камчиликларига термоэлектр термометрларнинг бошқа турлариникига нисбатан ТЭЮК камлигини киритса бўлади. Термоэлектрод сими диаметри 0,3 ёки 0,5 мм бўлади.

2.3- жадвал. Стандарт термоэлектр термометрлар

Термоэлектр термометрлар тури	Даражалаш белгиси, янгиси (эскиси)	Пастки ўлчаш чегараси, С	Юқориги ўлчаш чегараси, С	
			узоқ вақт қўлланишда	Қисқа вақт қўлланишда
Мис—копелли	—	—200	100	600
Мис—мис-никелли	Т	—200	400	600
Темир—мис-никелли	Ј	—200	700	900
Хромель—копелли	(ХК)	—50	600	800
Никель-хром—мис-никелли	Е	—100	700	900
Никель-хром—никель	К			
Алюминийли (хромель-копелли)	(ХА)	—200	1000	1300
Платинородий (10% — платинели)	Р (ПР)	0	1300	1500
Платинородий (30%) — платинородийли (6%)	В (ПР)	300	1600	1800
Вольфрамрений (5%) — вольфрамренийли (20%)	(БР)	0	2200	2500

Платинородий (30% родийли) — платинородийли (6% родийли) термоэлектр термометрлар узоқ вақт давомида температураларнинг +300 дан то 1600°C гача оралиғида, қисқа вақт давомида 1800°C гача қўлланади. Мусбат электрод—30% родий ва 70% платина қотишмасидан, манфий электрод 6% родий ва 94% платина қотишмасидан ташкил топган. Мазкур термометрлар платинородий-платинали термометрларга қараганда даражалаш характеристикаларининг барқарорлиги юқорилиги билан ажралиб туради.

Вольфрамрений — вольфрамренийли (ТВР—5/20 ва ТВР—



2.5- расм. Стандарт термоелектр термометрларнинг характеристикалари.

2.5- расмда баъзи стандартлаштирилган термоелектр термометрларининг ЭЮКи билан температура орасидаги боғлиниш кўрсатилган. ТХК туридаги терможуфт бошқа стандарт терможуфтларга қараганда анча катта ТЭЮК ҳосил қила олади.

Термоелектр генератор, термоелектр совитгич ва турли ўлчов асбобларида ярим ўтказгичли терможуфтлар ишлатилади. Уларнинг ТЭЮК металл ва металл қотишмаларидан ишланган оддий терможуфтлар ТЭЮКидан 5...10 марта катта. Бу терможуфтларда термоелектрод материаллар сифатида $ZnSb$ ва $CdSb$ қотишмалари ишлатилади.

Турли муҳитлар температурасини ўлчайдиган терможуфтининг схемаси 2.6- расмда кўрсатилган. У ғилоф 1, қўзғалмас ёки қўзғалувчи штуцер 2, қўзғалмас штуцер билан найча 6 орқали, штуцер ҳаракатда бўлганда эса ғилоф билан бевосита уланган каллак 3 дан иборат. Қопқоқда изоляцион материалдан ишланган улагич 4 жойлашган. Бунда терможуфтни ўлчов асбоби билан улайдиган термоелектрод 5 ва симлар учун қисқичлари бор.

Ҳимоя ғилофлари кўпинча $+1000^{\circ}C$ гача температуралар учун пўлатнинг турли маркаларидан тайёрланади. Бундан ҳам юқорироқ температураларда қийин эрийдиган бирикмалардан тайёрланган махсус ғилофлар ишлатилади.

Охириги вақтда кабелли турдаги термоелектр термометрлар кенг тарқалмоқда. Улар босим 40 МПа бўлганда -50 дан $+1100^{\circ}C$ гача бўлган температуралар оралиғида қўлланади. Кабелли турдаги термометрларнинг муҳим афзаллиги уларнинг АЭСларнинг энергетик реакторларида ишлашга имкон туғдирадиган радиацион чидамлилиги, шунингдек, иссиқлик зарбларига, тебранишга ва механик кучларга нисбатан чидамлилигининг юқорилиги киради.

Сирт температураларини ўлчашга мўлжалланган термоелектр термометрлар махсус конструкцияга эга. Бундай терможуфтлардан кимё саноатида кенг фойдаланилади, улар турли уску-

10/20) термоелектр термометрлар узоқ вақт давомида 0 дан $2200^{\circ}C$ гача температураларни ва қисқа вақт давомида $2500^{\circ}C$ гача, шунингдек, вакуумда, нейтрал ва тикланадиган муҳитларда температураларни ўлчашга мўлжалланган. **Мусбат** термоелектрод 95% вольфрамдан ва 5% ренийдан ёки 90% вольфрамдан ва 10% ренийдан ташкил топган қотишма, **манфий** электрод 80% вольфрамдан ва 20% ренийдан ташкил топган қотишма.

Саноатда термоелектр ўзгарткичларнинг 9 туридан фойдаланилади.

на, қувур, машиналарнинг айланувчи қисми ва ҳоказоларнинг сирт температурасини ўлчашга хизмат қилади.

Махсус термоэлектр термометрлардан вертикал ускуналарда (аммиак синтези колонналарида, метанол ва ҳ.) температурани ўлчаш учун ишлатиладиган кўп зонали термометрларни қўрсатиш мумкин.

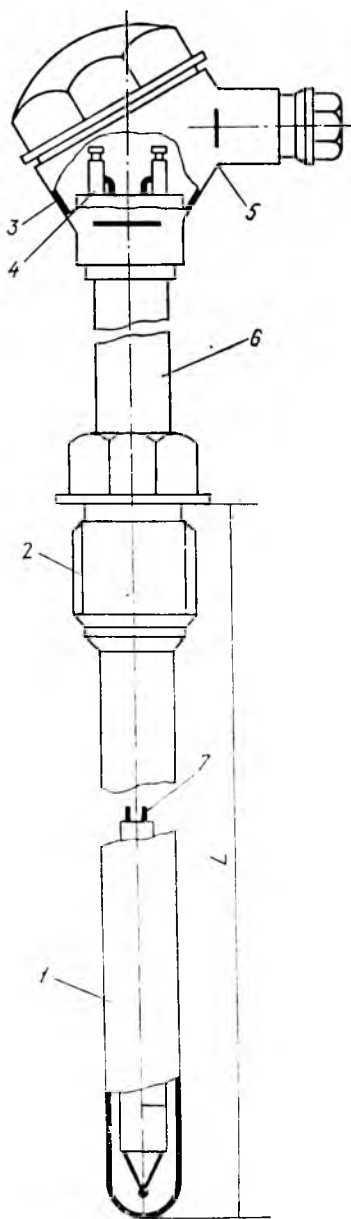
Терможуфтларнинг асосий камчилиги сифатида уларнинг инерционлигининг катталигини кўрсатиш мумкин (5 минутдан ҳам ошади).

Термоэлектр термометр эркин учлари температурасининг ўзгаришини компенсациялаш усуллари

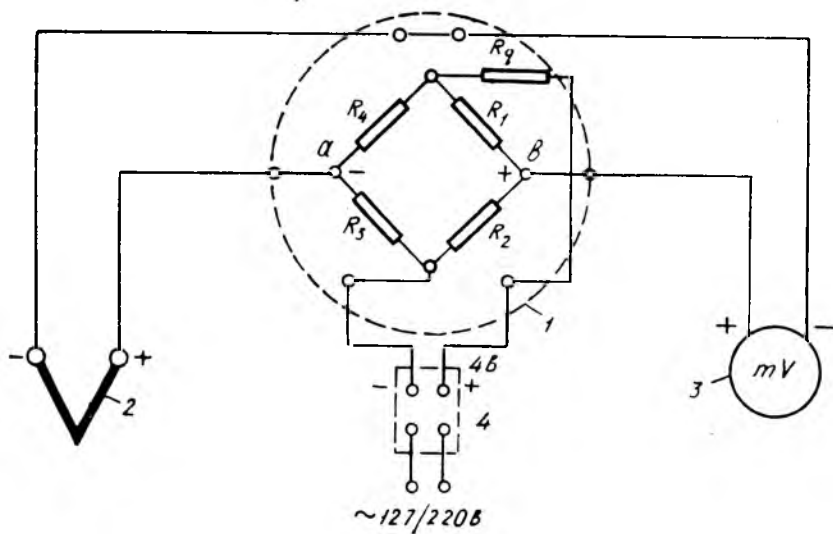
Терможуфт совуқ уланмалари температураси ўзгармас бўлгандагина тўғри ўлчаш мумкин. Аммо бу температуралар ўзгармас бўлиб қола олмайди. Шунинг учун термометрнинг совуқ уланмасини ўлчаш объектдан нарироққа — температуранинг ўзгармас зонасига олиш лозим. Шу мақсадда махсус компенсацион (узайтирувчи) симлардан фойдаланилади.

Юқорида айтилганидек, терможуфт билан температурани ўлчашда терможуфтнинг эркин учларидаги температуранинг ўзгаришига қараб тузатиш киритилади. Саноатда автоматик равишда тузатиш киритиш учун кўприк схемалар қўлланилади (2.7-расм).

Кўприк терможуфтга кетмакет уланади. Унинг R_1 , R_2 , R_3 қаршиликлари манганиндан, R_4 эса мисдан ишланади. R_5 қўшимча қаршилик кўприкка берилган кучланишни етарли даражада таъминлаб бериш учун хизмат қилади. Энергия ўзгармас ток манбаидан олинганда R_5 нинг ўзгаришига қараб, кўприкни турлича даражаланган



2. 6- расм. Терможуфтнинг тузилиши.



2.7- расм. Терможуфт эркин учларининг температурасини автоматик компенсациялаш схемаси.

терможуфтлар билан ишлашга ростлаш мумкин. Терможуфт компенсацион кўприккача термоэлектрод симлар билан уланади, кўприкдан ўлчаш асбобигача эса мис симлар уланади.

Терможуфт 2 эркин учларининг даражаланиш температурасида кўприк 1 мувозанат ҳолатда бўлиб, кўприкнинг ab учларидаги потенциаллар айирмаси нолга тенг бўлади. Эркин учларининг температураси ўзгариши билан бирга R_4 қаршиликнинг қиймати ҳам ўзгаради, натижада кўприк мувозанати бузилади ва унинг ab учларидаги потенциаллар айирмаси ўзгаради. Бу айирманинг қиймати эркин учларидаги температуранинг ўзгариши сабабли пайдо бўлган ТЭЮК нинг тескари ишорали қийматига тенг бўлади.

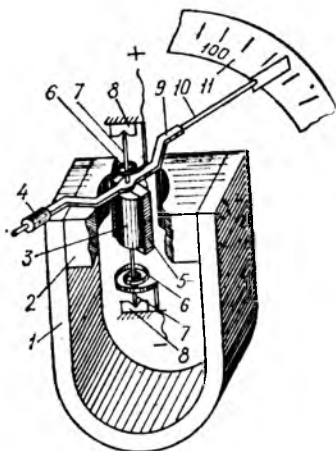
Милливольтметрлар

Ҳозир термоэлектр термометрлар (терможуфтларни)даги ТЭЮКни ўлчаш учун магнитоэлектр милливольтметрлар, потенциометрлар ва меъёрловчи ўзгарткичлар кенг қўлланилмоқда.

Милливольтметр — магнитоэлектр ўлчаш асбоби бўлиб, уларнинг ишлаш принципи унинг қўзғалувчан рамкасида ўтаётган токнинг ўзгармас магнит майдони билан ўзаро таъсирга асосланган.

Милливольтметрнинг тузилиши 2.8-расмда кўрсатилган. Доимий магнит 1 нинг қутб учлари 2 ва таянч товонослари

8 да айланадиган ўқларда жойлашган ўзак 3 орасидаги ҳаво оралиғида рамка 5 бор. Рамканинг учлари ўқлар 7 га уланган. Рамкага кронштейн 9, стрелка 10 уланган. Стрелканинг учи шкала 11 бўйлаб силжийди. Рамка термोजуфт зажирига уланганда спираль-пружина 6 дан келадиган ток рамкадан ўтади. Рамканинг чулғам орқали ток ўтганда ҳосил бўлган магнит майдони билан доимий майдон ўртасидаги ўзаро таъсир натижасида айлантирувчи момент ҳосил бўлади, шў сабабли рамка стрелка 10 билан бирга айланади. Спираль 6 бу айланишга тескари таъсир қилади. Рамкада қарор топган ҳар бир токнинг қийматига, яъни термोजуфт ТЭЮК ига стрелканинг муайян бир вазияти тўғри келади. Ток ўтмаган пайтда эластик пружиналар 6 рамкани бошланғич вазиятга қайтаради, стрелканинг шкала 11 бўйича кўрсатиши эса нолга тенг бўлади. Кронштейн 9 стрелкани мувозанат ҳолатида сақлаши учун посанги 4 билан таъминланган. Асбоб шкаласи °C да даражаланган. Рамкадан ўтаётган ток билан доимий магнит майдон орасидаги ўзаро таъсир туфайли пайдо бўлган айлантирувчи момент қуйидаги ифода орқали аниқланади.



2. 8- расм. Милливольтметрнинг тузлиши.

2. 8- расм. Милливольтметрнинг тузлиши.

$$M_{\text{аял}} = C_1 B I, \quad (2.29)$$

бу ерда $M_{\text{аял}}$ — айлантирувчи момент; C_1 — рамканинг геометрик ҳажми ва чулғамлари сони билан аниқланадиган доимий коэффициент; B — оралиқдаги магнит индукцияси; I — рамкадаги ток.

Айланишга тескари таъсир этувчи момент:

$$M_{\text{тес}} = C_2 E \varphi, \quad (2.30)$$

бу ерда C_2 — эластик элемент (спираль — пружина ёки чўзилган толалар) ўлчамидан аниқланадиган доимий коэффициент; E — спираль пружиналарининг эластик модули ёки чўзилган толаларнинг силжиш модули; φ — эластик элементнинг бурилиш бурчаги.

Агар $M_{\text{аял}} = M_{\text{тес}}$, яъни мувозанат ҳолати бўлса,

$$C_2 E \varphi = C_1 B I, \quad (2.31)$$

у ҳолда

$$\varphi = \frac{C_1}{C_2} \cdot \frac{B}{E} \cdot I = C \cdot \frac{B}{E} \cdot I \quad (2.32)$$

Асбоб конструкциялари параметрларига боғлиқ бўлган C , B , E катталиклар ўлчаш жараёнида ўзгармайди, шунинг учун

$$\varphi = K \cdot I, \quad (2.33)$$

бу ерда $K = C \frac{B}{E}$

(2.33) ифодадан пирометрик милливольтметр шкаласи чиқиқли эканлигини кўриш мумкин.

Асбоб қўзғалувчан системасининг бурилиш бурчаги рамкадан ўтаётган ток кучидан ташқари яна термोजуфт, улайдиган симлар ва милливольтметрларнинг ички қаршилигига ҳам боғлиқ:

$$\varphi = K \cdot I = K \frac{E_T}{R_T + R_C + R_M} \quad (2.34)$$

бу ерда E_T — ТЭЮК; R_T — термोजуфт қаршилиги; R_C — улайдиган симлар қаршилиги; R_M — милливольтметрнинг ички қаршилиги.

(2.34) ифодадан асбоб стрелкасининг четга чиқиши ТЭЮК нинг ўзгармас қийматида занжирнинг турли қаршиликларига боғлиқ эканлиги кўриниб турибди. Шунинг учун асбобнинг даражаланиши занжир ташқи қисмининг муайян қаршилигида ($R_{\text{таш}} = R_T + R_C$) бажарилади ва қўшимча хатоликларга йўл қўймаслик учун пирометрик милливольтметрни ўрнатиш жараёнида шу қаршилик аниқ сақланиши шарт. Одатда, ташқи қаршиликнинг даражали миқдори 0,6; 1,6; 5; 15; 25 Омга тенг бўлиб, асбобнинг шкаласи ва паспортида кўрсатилади. Ташқи қаршиликни милливольтметр шкаласида кўрсатилган қаршиликка тенглаштириш учун ўзгарувчи қаршиликдан фойдаланилади.

Ўлчаш асбоби сифатида ишлатиладиган милливольтметрли термоэлектрлар комплектининг камчилиги ўлчаш асбобида ток мавжудлигидир. Ток миқдорига, яъни милливольтметрнинг кўрсатишига ТЭЮК дан ташқари занжирнинг қаршилиги ҳам таъсир қилади:

$$\Sigma R = R_T + R_C + R_M$$

Ҳар бир қаршиликнинг ўзгариши ўлчашда содир бўлади-ган хатоликка олиб келади. Ноқулай шароитда бу хатолик асосий хатолик миқдоридан (аниқлик синфидан) ошиб кетиши мумкин.

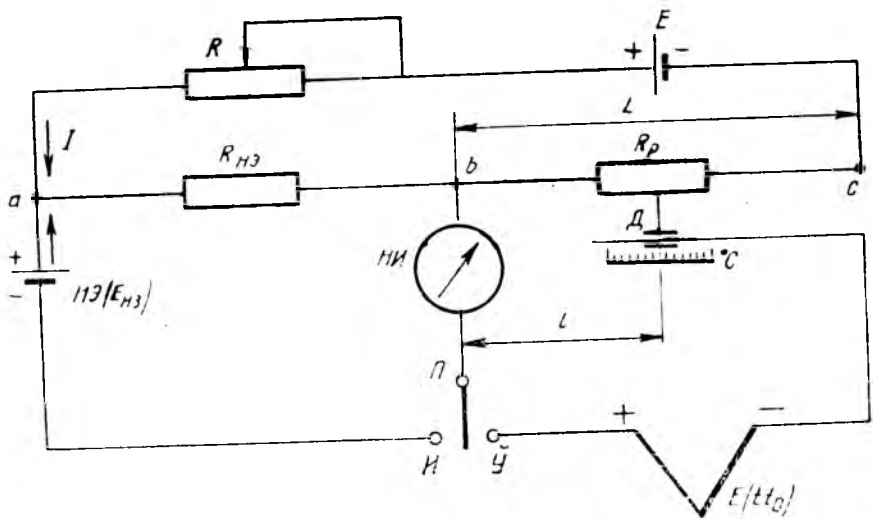
Техник милливольтметрда рамка қаршилигининг милливольтметр умумий қаршилигига нисбати 1:3 дан ортиқ эмас. Милливольтметрнинг умумий қаршилигини орттириб борилса, унинг температура коэффициентни камайиб боради. Шу билан атроф-муҳит температураси тебранишидан келиб чиқадиган хатолик ҳам камаёди. Агар термोजуфт эркин учларининг температураси ўлчаш жараёнида кенг чегараларда ўзгарса, унда кўприк схемасидан фойдаланган ҳолда совуқ уланмалар температурасини компенсация қилиш усули қўлланилади.

Саноатда ва лабораторияларда қўлланиладиган милливольтметрлар кўрсатувчи, ўзи ёзувчи ва ростловчи бўлиши мумкин. Конструкциясининг бажарилиши нуқтаи назаридан асбоблар шчитда ўрнатиладиган ва кўчма бўлади. Кўчма асбоблар учун 0,2; 0,5 ва 1,0, шчитда ўрнатиладиганлари учун 0,5; 1,0 ва 1,5 аниқлик синфлари белгиланган.

Потенциометрлар

Асбобларга ўлчаш аниқлиги нуқтаи назаридан қўйиладиган талаблар ошганлиги сабабли ҳозир температуранинг терможуфт билан ўлчашда милливольтметрлардан фойдаланишдаги камчиликлардан ҳоли бўлган компенсацион ёки потенциометрик усул тобора кенг қўлланилмоқда.

Потенциометрик ўлчаш усули милливольтметр ёрдамида олиб бориладиган ўлчашдан анча афзалдир: потенциометрнинг кўрсатиши ташқи занжир қаршиликларининг ўзгаришига, асбоб температурасига боғлиқ эмас. Потенциометрда терможуфт эркин учлари температурасининг ўзгаришига автоматик равишда тузатиш киритилади, шунинг учун ўлчаш аниқлиги юқори бўлади. Потенциометрик ўлчаш усули ўлчанаётган терможуфт ТЭЮҚ ининг потенциаллар айирмаси билан мувозанатлаштиришга асосланган. Бу потенциаллар айирмаси калибрланган қаршилиқда ёрдамчи ток манбаидан ҳосил бўлади. Потенциаллар айирмаси терможуфт ТЭЮҚ нинг тескари ишорали қийматига тенг.



2,9- расм. Қўл билан мувозанатлаштириладиган потенциометр схемаси.

Температура ёки ТЭЮҚ ни ўлчаш учун қўлланиладиган, қўл билан мувозанатлаштириладиган потенциометрнинг принципиал схемаси 2,9-расмда кўрсатилган. Ток ёрдамчи E манбадан занжирга ўтади. Бу занжирнинг b ва c нуқталари ўртасида R_p ўзгарувчан қаршилиқ — реохорд уланган. Реохорд L узунликдаги калибрланган симдан иборат. b нуқта ва оралиқдаги реохорднинг сирпанувчи контактли

сирпанғичи жойлашган ҳар қандай D нуқта ўртасидаги потенциаллар айирмаси R_{bD} қаршиликка тўғри мутаносибликда бўлади. Қетма-кет уланган терможуфт билан алмашлаб улагич П орқали сезгир милливольтметрга ноль индикатор НИ уланади, терможуфт занжирида ток борлиги шу индикатор орқали аниқланади. Терможуфтнинг токи R_{bD} тармоқда ёрдамчи манба токи билан бир йўналишда юрадиган қилиб уланади. ТЭЮК ни ўлчаш учун реохорд сирпанғичи ноль индикатор стрелкасини нолни кўрсатгунча суради. Айни пайтда R_{bD} қаршиликдаги кучланишнинг камайиши ўлчачаётган ТЭЮК га тенг бўлади. Қуйидаги тенглама бу ҳолатни характерлайди:

$$E_{(t, t_0)} - I \cdot R_{bD} = 0 \quad (2.35)$$

ёки

$$E_{(t, t_0)} = I \cdot R_{bD}, \quad (2.36)$$

бу ерда $I \cdot R_{bD} - E$ манба кучланишининг тармоқдаги тушуви.

Занжир тармоғидаги ток кучи бутун занжирдаги ток кучига тенг, демак:

$$\frac{U_{bD}}{R_{bD}} = \frac{E}{R_{BC}} \quad (2.37)$$

бундан

$$U_{bD} = E \frac{R_{bD}}{R_{BC}} \quad (2.38)$$

Компенсация пайтида $U_{b, D} = E_{(t, t_0)}$ назарда тутилса;

$$E_{(t, t_0)} = E \frac{R_{bD}}{R_{BC}} = U_{bD} \quad (2.39)$$

Реохорд калибрланган қаршиликка, яъни унинг ҳар бир узунлигининг тенг тармоғи бир хил қаршиликка эга бўлгани учун

$$E_{(t, t_0)} = E \frac{l}{L} \quad (2.40)$$

Шундай қилиб, $E_{(t, t_0)}$ терможуфтнинг ТЭЮК реохорд қаршилиги R_{BC} тармоғидаги кучланиш тушуви миқдори билан аниқланиб, қолган қаршиликларга боғлиқ эмас. R_{BC} реохорд шкала билан таъминланиши ва шкала бўлинулари милливольт ёки температура бирликларига тенг бўлиши мумкин. ТЭЮК ни ўлчаш аниқлиги реохорд занжиридаги I ток кучининг ўзгармаслигига боғлиқ. Ток компенсацион усул билан берилади ва назорат қилинади. Бунинг учун потенциометр схемасига нормал элементли қўшимча контур киритилади. Одатда, нормал элемент (НЭ) вазифасини симоб-кадмийли гальваник Вестон элементи бажаради. Бу элементнинг электр юритувчи кучи 20°C да $1,0183 \text{ В}$ га тенг. ПЭ алмашлаб улагич П орқали қаршилик $R_{НЭ}$ учларига уланади ва унинг ЭЮКни ёрдамчи ток

манбаи E нинг ЭЮКи томон йўналган бўлади. Қаршилиқ R ёрда-
мида компенсацион занжирдаги ток кучини ростлаш билан НИ нинг
стрелкаси нолни кўрсатишига эришилади. Бундай ҳолда компенса-
цион занжирдаги ток кучи қуйидагича ифодаланади:

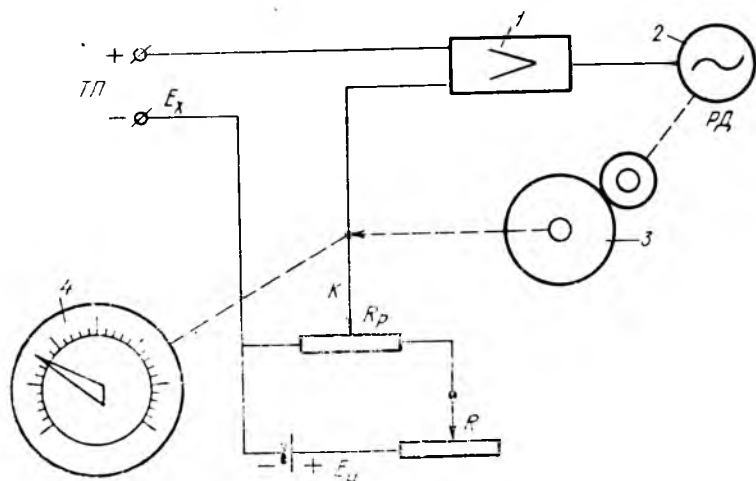
$$I = \frac{E_{НЭ}}{R_{НЭ}} \quad (2.41)$$

Терможуфтнинг ТЭЮК ини ўлчашда Π алмашлаб улагич I вазият-
дан \dot{U} вазиятга ўтлазилади. Реохорд R_p нинг Δ сирпанғичини сил-
житиб b ва c нуқталар орасидаги потенциаллар айирмасини термо-
жуфт ТЭЮК ига тенглаштирилади. Шу пайтда терможуфт занжи-
ридаги ток кучи O га тенг, шунинг учун

$$E_{(1,1_0)} = I \cdot R_{ВД} = \frac{E_{НЭ}}{R_{НЭ}} \cdot R_{ВД} \quad (2.42)$$

$E_{НЭ}$ ва $R_{НЭ}$ ларнинг қиймати ўзгармас бўлгани учун ТЭЮК ни
аниқлаш қаршилиқ тармоғининг узунлигини аниқлаш билан баравар-
дир.

ЭЮК ни компенсацион усул бўйича ўзгарувчан ток шарои-
тида ҳам ўлчаш мумкин. Аммо бу ҳолда ўлчаш аниқлиги
бирмунча пастроқ, ўзгарувчан токда ишлайдиган асбоблар эса
бирмунча мураккаброқдир. Кўчма потенциометрлар цех ва
лаборатория шароитларида текширув ва даражалаш ишларида
ЭЮК ни компенсацион усул бўйича ўлчаш учун қўлланилади;
намуна потенциометрлар аниқ ўлчашларда ишлатилади. Бу
асбобларнинг ўлчаш схемалари юқорида кўрилган схемага
ўхшаш, фақат фарқи шундаки, ўлчов реохорди намуна қарши-

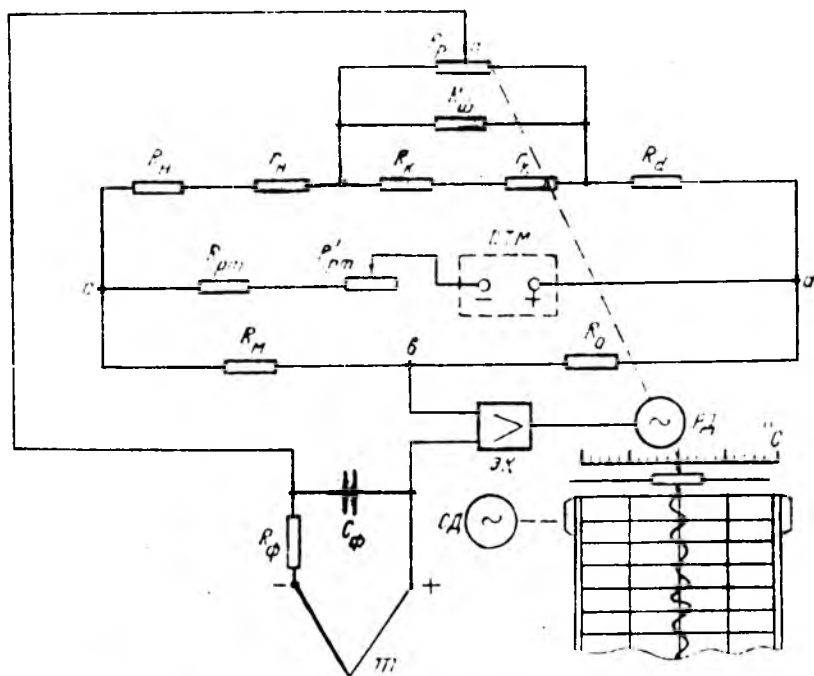


2. 10- расм. Автоматик потенциометрнинг тузилиш схемаси.

ликлардан ташкил топган секциялар шаклида тайёрланади. Юқорида кўрилган потенциометрларда ўлчаш занжирининг нобаланс токи ноль индикатор асбоби стрелкасини ҳаракатга келтиради, автоматик потенциометрларда эса бу асбоб йўқ. Унинг ўрнига электрон блок ишлатилади.

Кўчма потенциометрлардан фарқли ўлароқ, автоматик потенциометрлардаги реохорднинг сирпанғичи қўл билан эмас, балки махсус қурилма орқали автоматик равишда силжийди. 2.10-расмда автоматик потенциометрнинг тузилиш схемаси кўрсатилган.

ТП термोजуфтли ТЭЮК E_x ни ўлчаш уни калибрланган R_p реохорд кучланишининг камайиши билан таққослаш орқали бажарилади. Потенциометрнинг компенсацион схемаси сирпанғич K ли реохорд R_p , ўзгармас кучланиш E_x ни ўзгарувчан кучланишга айлантириб берувчи ўзгартгичли электрон кучайтиргич I , реверсив электр двигатель 2 ва ток манбаи E_a дан иборат. Электр двигатель 2 редуктор 3 орқали сирпанғич K ва стрелка 4 билан боғланган. Компенсацион схеманинг иши сирпанғичи реохорд бўйлаб кучланиш тушуви томон автоматик силжийди. Бу силжиш реверсив электр двигатель РД ёрдамида бажарилади ва номувозанат



2.11- расм. Автоматик потенциометр ўлчаш қисмининг принципаал схемаси.

кучланиш нолга тенг бўлгунича давом этади. Шундай қилиб сирпанғич K ва унга бириктирилган стрелканинг вазияти ТЭЮК нинг қийматини, демак, ўлчанаётган температуранинг миқдорини кўрсатади. Қаршилик R компенсацион занжирдаги иш токини ростлаш учун хизмат қилади.

2.11-расмда замонавий автоматик потенциометр (КСП-4) ўлчаш қисмининг принципиал схемаси келтирилган. Потенциометр ўлчаш кўпригининг диагоналларидадан бирига электрон кучайтиргич ЭК ва термोजуфт ТП кетма-кет уланган. Термोजуфтни улаш электромагнит майдон таъсирини камайтириш учун мўлжалланган филтър (расмда филтърнинг $R_{\phi} - C_{\phi}$ содда схемаси кўрсатилган) орқали бажарилади. Ўлчаш кўпригининг иккинчи диагоналига стабиллашган ток манбаи СТМ уланади. Бу манба ўлчаш занжиридаги иш токининг ўзгармаслигини таъминлайди.

Термोजуфт ТП дан (ёки бирон бошқа датчикдан) олинган ўлчаш ахбороти сигналининг ўзгариши билан электрон кучайтиргичнинг киришига нобаланслик сигнали берилади. Бу сигнал маълум бир ўзгартгич орқали ўзгарувчан токка айланиб, реверсив двигателнинг РД айланиш ҳолатига келгунча кучаяди. Реверсив двигателнинг айланиш йўналиши нобаланслик ишорасига боғлиқ. Бу айланиш натижасида механик узатма (шків ёки трос) ёрдамида R_p реохорд сирпанғичи нобаланслик сигнали ўчгунча силжийди.

Булардан ташқари потенциометр ўлчаш схемасига қурилманинг умуман нормал ишини таъминловчи бир қатор элементлар киради. $R_{ш}$ қаршиликлар R_k, r_k реохорд қаршилиги R_p ни ростлаш учун хизмат қилади: бунда асбобнинг даражланиш ва ўлчаш оралиғи, яъни ўлчаш чегаралари назарда тутилиши лозим. Қаршилик R_n ва r_n лар ёрдамида шкала бошланиши ростланади. R_d балластли қаршилик $R_{рт}, R'_{рт}$ ва R_c резисторлар СТМ таъминлаш манбаининг иш токини чеклаш ва ростлаш учун қўлланилади. R_m резистор термोजуфт эркин учларидаги температура ўзгаришининг таъсирини компенсация қилиш учун мўлжалланган ва термोजуфт учлари уланган жой, яъни асбобнинг кириш панелида жойлашган, R_m дан ташқари ҳамма резисторлар манганиндан, R_m резистор эса мис ёки никелдан тайёрланади.

Потенциометрларнинг турли хил габаритлардаги кўрсатувчи, қайд қилувчи, сигнал берувчи, ростловчи турлари чиқарилади. Автоматик потенциометрларнинг аниқлик синфи: 0,25; 0,5 ва 1,0.

Термोजуфтнинг ТЭЮК ини аниқ ўлчаш ва магнитоэлектр милливольтметр ҳамда автоматик потенциометрларни текшириш учун ўзгармас токда ишлайдиган лаборатория потенциометрларидан фойдаланилади: кўчма ПП-63 ва ПП-70; намуна Р330, Р371 ва бошқа потенциометрлар. Намуна асбобларнинг аниқлик синфи: 0,002 ва 0,005.

Автоматик потенциометрнинг ўлчаш схемасини ҳисоблаш

Кўп ҳолларда температуранинг стандарт термоджифтлар билан ўлчаш учун типавий ўлчаш схемали потенциметр танлаш мумкин. Ностандарт термоджифтлардан фойдаланганда ёки потенциометрнинг даражаланишини ўзгартириш зарурати туғилганда автоматик потенциометрнинг ўлчаш схемасини ҳисоблашга тўғри келади.

Потенциометрнинг ўлчаш схемасини температуранинг берилган бошланғич ва сўнги қийматлари t_6 ва t_c бўйича ҳисоблашда термоджифтнинг даражалаш характеристикасидан ТЭЮКлар E_6 ва E_c нинг қийматлари топилади.

Юқориги ва пастки ўлчаш шохобчаларидаги тоқлар (2.11-расмга қаранг) реохорд ва резисторлардаги кучланиш тушувининг миқдори етарли бўлиши шартидан, шу билан бир вақтда резисторлар схемасининг сезиларли қизимаслиги шарти билан танланади. Одатда

$I_1 = 3$ мА ва $I_2 = 2$ мА деб қабул қилинади.

ТЭЮК диапазони

$$E = E_c - E_6 \quad (2.43)$$

Сўнгра таянч (таққословчи) резисторнинг R_c қаршилигини ундаги кучланиш тушуви нормал элементнинг ЭЮК ига тенг бўлиши шартидан топамиз:

$$I_2 R_c = E_{НЭ}, \text{ яъни } R_c = \frac{E_{НЭ}}{I_2}, \quad (2.44)$$

бунда $E_{НЭ} = 1.019$ В — нормал элемент ЭЮК.

Балласт ва бошқариш резисторларининг таъминлаш манбаи занжиридаги қаршилиги қийматини мос равишда $R_{тр} = 750$ Ом ва $R'_{пр} = 56$ Ом қабул қилинади

Шунтловчи резистор $R_{ш}$ орқали уланган реохорд R_p нинг эквивалент қаршилиги R_3 қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$R_3 = R_p \cdot R_{ш} / (R_p + R_{ш}) \quad (2.45)$$

Эквивалент қаршилик берилган бўлса (90, 100, 300 Ом), $R_{ш}$ осонгина ҳисобланади:

$$R_{ш} = R_p \cdot R_3 / (R_p - R_3) \quad (2.46)$$

Реохорд занжирининг келтирилган қаршилиги R_n параллел уланган қаршилик R_p , $R_{ш}$ ва R_k лардан тузилган бўлади. Шунинг учун I_1 ток оқаётган R_n қаршиликдаги кучланиш тушуви ўлчаш оралиғига (E кучланиш гушувига) мос келиши, яъни $I_1 \cdot R_n = E$ бўлиши лозим, бундан

$$R_n = \frac{E}{I_1} \quad (2.47)$$

Иккинчи томондан, реохорд занжири қаршилигининг келтирилган қийматини реохорднинг эквивалент қаршилиги R_3 ва шкала учи қаршилиги R_k лар орқали ифодалаш мумкин:

$$R_n = R_3 \cdot R_k / (R_3 + R_k). \quad (2.48)$$

Энди (2.47) (2.48) формулаларнинг ўнг томонларини мос равишда тенглаштириб қўйидагини топамиз:

$$R_k = E \cdot R_3 / (IR_3 - E). \quad (2.49)$$

Резистор R_k ва R_n ларнинг қаршилиги бошланғич температура (t_0) ўлчанганда ўлчаш схемасининг мувозанат шартидан топи ади (реохорд сирпанғичи четки чап ҳолатда бўлади) (2.11-расм). Ўлчаш схемасининг чап шохобчасида a ва b нуқталар орасида R_m ва R_n резисторлардаги кучланиш тушуви ТЭЮК билан компенсацияланади, яъни

$$E_0 = I_1 \cdot R_n - I_2 \cdot R_m. \quad (2.50)$$

Терможуфт эркин учлари температураси ўзгаришининг чегара қиймати t'_0 50°C дан ортмайди. Атроф-муҳит температураси ўзгаришининг шу оралиғида (2.50) тенглама қўйидаги кўринишни олади:

$$E_0 - E_{ab}(t'_0, t_0) = I_1 R_n - I_2 R_{m(t_0)} - I_2 \Delta R_m, \quad (2.51)$$

бунду $E_{ab}(t'_0, t_0)$ эркин учлар температураси t_0 дан t'_0 га қўтарилганда терможуфт ТЭЮК ининг тушувчи; ΔR_m — эркин учлар температураси t_0 дан t'_0 гача ўзгарганда резистор қаршилиги.

R_m нинг орттирмаси. Мис резистор қаршилигининг орттирмаси:

$$\Delta R_m = R_m(t'_0) - R_m(t_0) = R_m \cdot \alpha \cdot t'_0, \quad (2.52)$$

бунда α — мис учун электр қаршилиқнинг $4.26 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ га тенг бўлган температура коэффициентини.

Энди (2.50) дан (2.51) тенгламанинг чап ва ўнг томонларини мос равишда айириб, I_2 ва ΔR ларни (2.44) ва (2.52) лардан фойдаланиб алмаштирак, эркин учлар температураси $t_0 = 0^\circ C$ га тенг бўлганда R_m қаршилиқ қўйидаги формуладан топилади:

$$R_{m(t_0)} = \frac{E_{ab}(t'_0, t_0) \cdot R_c}{E_c \cdot \alpha \cdot t'_0}. \quad (2.53)$$

Агар (2.51) тенгламани R_n га нисбатан $R_m = (t_0) + \Delta R_m = R_m(t'_0)$ эканини эътиборга олиб ечсак, қўйидаги муносабатни оламиз:

$$R_1 = \frac{I_1 R_m(t'_0) + E_0 - E_{ab}(t'_0, t_0)}{I_1}. \quad (2.54)$$

Балласт резистор қаршилиги R_d ни ўлчаш схемаси ўнг шохобчаси мувозанати шартидан фойдаланиб топилади, яъни

$$E_c - E_{at(t'_0, t_0)} = I_2 R_c - I_1 R_d - I_1 R_n \quad (2.55)$$

Ушбу $I_2 R_c = E_c$ ва $I_1 R_n = E$ тенгликлардан фойдаланиб, қуйидаги муносабатни топамиз:

$$R_d = \frac{E_c - E_c + E_{ab(t'_0, t_0)} - E}{I_1} \quad (2.56)$$

Ўлчаш схемаси ИПС-148П типли стабиллашган манбадан таъминланади. $U_{ст} = 5В$, ўзгармас токнинг кучи $I = 5mA$ бўлганда барқарор кучланиш бўлишини таъминлайди.

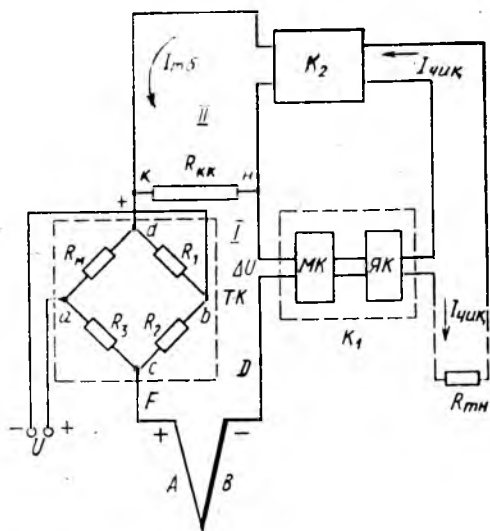
Агар терможуфт температура компенсациясини талаб этмаса, унда 5 Ом ли R_m қаршилик манганиндан тайёрланади.

Иш ток кучини чеклаш ва бошқариш учун балласт қаршиликлардан фойдаланилади: $R_{pm} = 750$ Ом ва $R'_{pm} = 56$ Ом. Схеманинг кириш филтрида $R_\phi = 500$ Ом қаршилик ва $C_\phi = 30$ мкф ли конденсатор бўлади.

ТермоЭЮКнинг нормаловчи (меъёрловчи) ўзгарткичлари.

Термоэлектрик ўзгарткичлардан олинган ахборотни ЭХМга ёки автоматик ростлаш системасига киритиш учун нормаловчи (меъёрловчи) ўлчаш токили ўзгарткичлар кенг қўлланади. Улар термоэлектр ўзгарткичларнинг сигналларини 0—5 мА ўзгармас токдаги бир хиллаштирилган сигналга алмаштириш учун мўлжалланган.

Меъёрловчи ўзгарткичнинг ишлаши иш токи ўзгарувчи кучга эга



2. 12- рasm. Термоэлектр термометр (терможуфт) билан ишлайдиган меъёрловчи ўзгарткичнинг схемаси.

бўлган потенциометрининг схемасидан фойдаланган ҳолда термо ЭЮК нинг компенсацияловчи ўлчаш усулига асосланган. Ўзгарткичнинг схемаси 2.12-расмда келтирилган. Бу ерда I — ўлчаш контури; II — компенсация контури. I контурда тузатувчи кўприк ТК, чиқиш токи $I_{\text{чик}}$ бўлган кучайтиргич K ва резистор R_T бор.

I контурга F ва D узайтурувчи ўтказгичлар ёрдамида терможуфт АВ уланган. Тузатувчи (корректорловчи) кўприк терможуфтнинг бўш учи температурасининг ўзгаришига автоматик тузатма киритиш учун шунингдек, ўлчашнинг қуйи чегараси 0°C га тенг бўлмаган ўзгарткичларда бошланғич термо ЭЮК ни компенсациялаш учун мўлжалланган. Кўприк манбаининг ab диагоналига ўзгармас токнинг барқарорлаштирилган кучланиши уланган. R_1 , R_2 ва R_3 резисторлар — манганиндан, R_m резистор эса мисдан ясалган. K_1 кучайтиргич иккита каскаддан иборат: икки тактли икки ярим даврли схема бўйича бажарилган магнит МК ва ўзгармас токнинг кучайиши режимда ишловчи ярим ўтказгичли кучайтиргич РК. Кучайтиргич K_1 ноль—индикатор вазифасини бажаради.

II компенсация контурига R_T резистор ва тескари боғланиш (алоқа) кучайтиргичи K_2 киради. Бу кучайтиргич K_1 кучайтиргичга ўхшайди, лекин кучайтиргичнинг чиқиш токи бўйича чуқур манфий боғланиш билан уланган. K_2 кучайтиргичнинг I_{T_0} чиқиш токи II контурнинг ишчи токи ҳисобланади ва бу ток $R_{\text{кк}}$ қаршилик бўйлаб ўтганда унда II контур томонидан $U_{\text{кк}} = I_{T_0} \cdot R_{\text{кк}}$ компенсацияловчи кучланиш вужудга келтирилади. I контур томонидан R_{ab} резисторга тузатувчи кўприк ТК нинг cd ўлчов диагоналида вужудга келувчи U_{cd} кучланиш билан қўшилган $E_{AB(t, t_0)}$ термоэлектр ўзгарткич сигнали келтирилади. Бу кучланиш, юқорида айтилганидек, термоўзгарткичнинг бўш учларидаги температуранинг тузатмасига тенг, яъни $U_{cd} = E_{AB(t, t_0)}$. Шундай қилиб, бу $E_{AB(t, t_0)} = E_{AB(t, t_0')} + U_{cd}$ га тенг яқка сигнал $U_{\text{кк}}$ кучланиш билан таққосланади. $\Delta U = E_{AB(t, t_0)} - U_{\text{кк}}$ га тенг нобаланслик K_1 кучайтиргичга берилади, у ерда ўзгармас токнинг ΔU сигнали аввал магнит кучайтиргич МК да ўзгарувчи ток сигналига айлантирилади, сўнгра кучайтирилади ва яна ўзгармас ток сигналига айлантирилади, у ўзгармас токнинг ярим ўтказгичли кучайтиргичи ЯК да қўшимча равишда кучайтирилади. K_1 кучайтиргичнинг чиқиш сигнали $I_{\text{чик}}$ токни вужудга келтиради, у $R_{\text{таш}}$ ташқи занжирга келади ва кейин кучайтиргич орқали тескари алоқа кучайтиргичи K_2 га келади. K_2 кучайтиргичнинг I_{T_5} чиқиш токи ўзгаради ва $R_{\text{кк}}$ резисторда $U_{\text{кк}}$ кучланиш пасайишини (тушишини) ΔU нобаланс компенсациялашнинг статик хатоси деб аталувчи бирор кичик δU катталиккача етмагунча ўзгартиради.

Компенсациялашнинг статик хатосининг мавжуд бўлиши I ўлчаш контурида компенсацияланмаган ток ўтишга олиб келади. Бунда ўл-

чанувчи термоЭЮК канчалик катта бўлса, бу ток шунчалик катта бўлади.

Статик автокомпенсацион схема бўйича бажарилган қурилмаларда бундай хатоликни йўқотиб бўлмайди, чунки ўзгарткичнинг $I_{\text{чик}}$ чиқиш токи ва компенсация контурининг $I_{\text{тб}}$ токи бу хатоликнинг мавжудлиги билан аниқланади ва унга мутаносибдир. Шу билан бирга автокомпенсацион схеманинг статик хатоси, агар кучайтириш коэффициенти катта бўлган кучайтиргич фойдаланилса, анча камайтирилиши мумкин.

Энди ўлчанаётган термо ЭЮК $E_{\text{АВ}}(t, t_0)$ билан ўзгарткичнинг чиқиш токи $I_{\text{чик}}$ орасидаги математик боғланишни қараб чиқамиз.

Юқорида айтилганларга мувофиқ

$$\Delta U = E_{\text{АВ}}(t, t_0) - U_{\text{кк}}, \quad (2.57)$$

K_1 ва K_2 кучайтиргичларнинг чиқишида қуйидаги сигналлар шаклланди:

$$I_{\text{чик}} = K_1^{\text{к}} \cdot I_{\text{кир}} = K_1^{\text{к}} \frac{\Delta U}{R_{\text{кир}}}, \quad (2.58)$$

$$I_{\text{тб}} = K_2^{\text{к}} \cdot I_{\text{чик}}, \quad (2.59)$$

бу ерда $K_1^{\text{к}}$ ва $K_2^{\text{к}}$ — кучайтиргич K_1 ва K_2 ларнинг кучайтириш коэффициенти лари; $I_{\text{кир}} = \Delta U / R_{\text{кп}}$ кучайтиргичнинг кириш занжирида ΔU сигнал вужудга келтирадиган ток; $R_{\text{кп}}$ — K_1 кучайтиргич кириш занжирининг қаршилиги. $R_{\text{кк}}$ резисторда (2.53) ни ҳисобга олган ҳолда кучланишнинг тушиши

$$U_{\text{кк}} = I_{\text{тб}} \cdot R_{\text{кк}} = K_2^{\text{к}} \cdot I_{\text{чик}} \cdot R_{\text{кк}} \quad (2.60)$$

ни ташкил этади. (2.51) нфодага (2.52) дан ΔU ни ва (2.54) дан $U_{\text{кк}}$ ни қўйиб, ушбуни топамиз:

$$I_{\text{чик}} = K \cdot E_{\text{АВ}}(t, t_0), \quad (2.61)$$

бунда меёрловчи

$$K = \frac{1}{R_{\text{кп}}/K_1^{\text{к}} + K_2^{\text{к}} \cdot R_{\text{кк}}}$$

ўзгарткичнинг ўзгартириш коэффициенти

$$[K_1^{\text{к}} \rightarrow \infty \text{ да } K = 1/(K_2^{\text{к}} \cdot R_{\text{кк}})].$$

Шундай қилиб, меёрловчи ўзгарткичнинг чиқиш токи термоэлектр ўзгарткич (ТЭУ) нинг сигналига пропорционал бўлади.

Кириш сигналнинг қийматига қараб, термоэлектр ўзгарткичлар билан комплект тарзда ишловчи меёрловчи ўзгарткичлар 0,6...1,5 аниқлик синфларига эга.

11.5-§. ҚАРШИЛИК ТЕРМОМЕТРЛАРИ

Қаршилик термометрлари ҳақида умумий маълумотлар

Температурани қаршилик термометрлари билан ўлчаш температура ўзгариши билан ўтказгич ҳамда ярим ўтказгичлар электр қаршилигининг ўзгариш хусусиятига асосланган. Демак, ўтказгич ёки ярим ўтказгичнинг электр қаршилиги унинг температураси функциясидан иборат, яъни $R=f(t)$. Бу функциянинг кўриниши термометр қаршилиги материалнинг хоссаларига боғлиқ. Кўпчилик тоза металлларнинг электр қаршилиги температура кўтарилиши билан ортади, металл оксидлари (ярим ўтказгичлар) нинг қаршилиги эса камаяди. Қаршилик термометрларини тайёрлашда қуйидаги талабларга жавоб берувчи тоза металллар қўлланилади:

1) ўлчанаётган муҳитда металл оксидланмаслиги ва кимёвий таркиби ўзгармаслиги керак;

2) металлнинг температурага қаршилик коэффициенти етарли даражада катта ва барқарорлашган бўлиши лозим;

3) қаршилик температура ўзгариши билан тўғри ёки раво эгри чизиқ бўйича кескин четга чиқинларсиз ва гистерезис ҳолатларисиз ўзгариши керак;

4) солиштирма электр қаршилик етарлича катта бўлиши керак. Маълум температуралар оралиғида юқоридаги талабларга платина, мис, никель, темир, вольфрам каби металллар жавоб беради.

Температура ўзгариши билан электр қаршилигининг ўзгаришини характерловчи параметр электр қаршиликнинг температура коэффициенти дейилади.

Температура коэффициенти температурага боғлиқ бўлган металллар учун у фақат температуранинг ҳар. бир қиймати учун аниқланиши мумкин:

$$\alpha = \left(\frac{1}{R_0} \right) \left(\frac{dR_t}{dt} \right) \quad (2.62)$$

бунда R_0 ва R_t — 0 ва t °C температурадаги қаршилик. Температура коэффициенти C^{-1} ёки K^{-1} ларда ифодаланади. Кўпгина соф металллар учун температура коэффициенти 0,0035 ... — 0,065 K^{-1} чегараларда ётади. Яри: ўтказгичли металллар учун температура коэффициенти манфий ва металлларникидан бир тартибга кўп (0,01 ... 0,015 K^{-1}) бўлади.

Ҳозир қаршилик термометрларини тайёрлаш учун мис, платина, никель ва темирдан фойдаланилади.

Мис арзон материал бўлиб, унинг қаршилиги амалда температурага чизиқли боғлиқ, яъни

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \quad (2.63)$$

бунда R_t ва R_0 — t ва 0°С температурада термометр қаршилиги; α — мис сими нинг температура коэффициенти: $\alpha = 4,28 \cdot 10^{-3} K^{-1}$

Мис оксидланиши туфайли у 200°С дан ортиқ бўлмаган

температураларни ўлчашда қўлланилади. Миснинг камчиликларига унинг солиштирма қаршилигининг камлигини киритса бўлади: $\sigma = 17 \cdot 10^{-7}$ Ом·м. Солиштирма қаршилиқ термометрнинг габаритига таъсир этади: солиштирма қаршилиқ қанча кам бўлса, сим шунча кўп керак бўлади (шундай қаршилиқни ўлчаш учун), шунинг учун термометр габарити шунча катта бўлади.

Мисдан тайёрланган қаршилиқ термометрлари —200 дан +200°C гача температураларни узоқ вақт давомида ўлчашда қўлланилади. Номинал қаршилиқлар 0°C да 10, 50 ва 100 Ом ни ташкил этади.

Платина — қимматбаҳо материал. Кимёвий жиҳатдан инерт ва соф ҳолда осонлик билан олинади. Платинадан тайёрланган қаршилиқ термометрлари —260 дан +1100°C гача температураларни ўлчаш учун қўлланилади. Платина қаршилигининг температурага боғлиқлиги мураккаб боғланишдан иборат бўлиб, —183 дан 0°C гача температура оралиғида қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + Ct^3(t - 100)], \quad (2.64)$$

0 дан +630°C гача оралиқда эса, қуйидагича ифодаланади:

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2) \quad (2.65)$$

бунда R_t ва R_0 — мос равишда t ва 0°C температураларда платина қаршилиги A , B , C — ўзгармас коэффициентлар бўлиб, уларнинг қиймати термометри даражалашда кислород, сув ва олтингурутнинг қайнаш нуқталари бўйича аниқланади.

Стандарт қаршилиқ термометрларида қўлланиладиган ПЛ-2 аркали платина учун (2.64) ва (2.65) тенгламалардаги коэффициентлар қуйидаги қийматларга эга:

$$A = 3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ } 1^\circ\text{C}; \quad B = -5,847 \cdot 10^{-7} \text{ } 1^\circ\text{C}; \quad C = -4,22 \times 10^{-12} \text{ } 1^\circ\text{C}.$$

Техник термометрларни тайёрлашда ишлатиладиган ПЛ-2 маркали платина учун $R_{100}/R_0 = 1,391$

0°C да платинали қаршилиқ термометрлари қуйидаги қаршилиқларга эга бўлиши мумкин: 1, 5, 10, 50, 100 ва 500 Ом (амалда $R_0 = 46$ Ом ли термометрлар ишлатилади). Бу қаршилиқ термометрлари учун ўзгаришнинг номинал статистик хarakterистикасига қуйидаги белгилашлар киритилган: 1П, 5П, 10П, 50П, 100П ва 500П ($R_0 = 46$ Ом қаршилиқли термометр Гр 21 деб белгиланган).

Платинанинг камчиликларидан бири унинг тикловчи муҳитда металл буғлари, углерод оксиди ва бошқа моддалар билан ифлосланишидир. Бу айниқса юқори температураларда намоён бўлади.

Никелли ва темирли қаршилиқ термометрлари —60 дан +180°C гача температуралар оралиғида ишлайди. Никель ва

темир электр қаршиликнинг катта температура коэффициентига эга:

$$\alpha_{Ni} = (6,21 - 6,34) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1};$$

$$\alpha_{Fe} = (6,25 - 6,57) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

ни солиштира қаршилиги катта:

$$\delta_{Ni} = 1,18 - 1,38 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\delta_{Fe} = 0,55 - 0,61 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Аммо бу металллар қуйидаги камчиликларга эга: уларни соф ҳолда олиш қийин, бу эса бир-бирини алмаштира оладиган қаршилик термометрлари тайёрлашда қийинчилик туғдиради; темир ва, айниқса, никель қаршилигининг температурага боғлиқлиги оддий эмпирик формулалар билан ифодаланадиган эгри чизиқлардан иборат эмас; никель ва, айниқса, темир нисбатан паст температураларда ҳам осонгина оксидланади. Бу камчиликлар қаршилик термометрларини тайёрлашда никель ва темир қўллашни чеклаб қўяди.

2.13-расмда солиштира электр қаршиликнинг юқорида кўрилган металллар температурасига боғланиши берилган.

Қаршилик термометрларини (термисторларни) тайёрлаш учун ярим ўтказгичлар (баъзи металлларнинг оксидлари) ҳам ишлатилади. Ярим ўтказгичларнинг муҳим афзаллиги уларнинг температура коэффициентининг катталигидир. Термоқаршиликлар тайёрлашда титан, магний, темир, марганец, кобальт, никель, мис оксидлари ёки баъзи металлларнинг (масалан, германий) кристаллари турли аралашмалар билан биргаликда қўлланади.

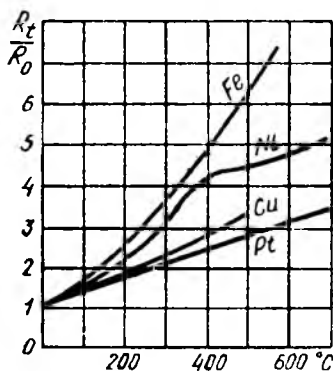
Ярим ўтказгич термометр қаршилиги (терморезистор қаршилиги) билан температура ора-сидаги боғланиш қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$R_T = R_0 \exp \left(B \frac{T_0 - T}{T_0 T} \right) \quad (2.66)$$

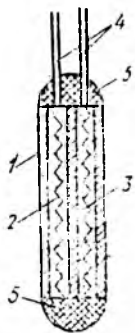
R_0 қиймат T_0 температурада термометр қаршилиги билан аниқланади. B қиймат эса, термометр тайёрланадиган ярим ўтказгич материалга боғлиқ.

1,5 К ва ундан юқори температураларни ўлчаш учун германийли терморезисторлар айниқса кенг тарқалган.

— 100 дан +300°C гача температураларни ўлчаш учун оксидланувчи ярим ўтказгич материаллардан фойдаланилади. Ярим ўтказ-



2.13- расм. Баъзи металллар солиштира қаршилигининг температурага боғлиқлиги



2.14- расм. Платинали қаршилик термометрининг сезгир элементи.

гичли терморезисторнинг ўзгартиш коэффициентлари металл симдан қилинган сезгир элементли қаршилик термометрлариникига қараганда бир неча тартибга ортиқ. Аммо индивидуал даражалаш зарурати температуранинг ўлчашда ярим ўтказгичли терморезисторларни кенг қўлланиш имконини чеклаб қўяди.

Температуранинг ўлчашда ММТ-1, ММТ-4, ММТ-6, КМТ-1, КМТ-4 турдаги термоқаршиликлар ишлатилади.

Ярим ўтказгичли терморезисторлар кўпроқ термосигнализация ва автоматик ҳимоя қурилмаларида қўлланади.

Қаршилик термометрлари термоэлемент (сезгир элемент) ва ташқи ҳимоя қобиғидан тузилган.

Металл қаршиликли термометрларнинг сезгир элементи, одатда, шиша, кварц, керамика слюда ёки пластмассадан қилинган каркасга

ўралган сим ёки лентадан иборат.

Сезгир элементли термометр учининг қисқичларига ўлчов асбобига борадиган симлар уланган.

Платинали термометрларнинг сезгир элементи иккита ёки тўртта керамик каркас 1 нинг капилляр каналларида жойлашган кетма-кет уланган спираллар 2 дан ташкил топган (2.14- расм). Каркас каналлари керамик кукун 3 билан тўлдирилади, бу кукун изолятор бўлиб хизмат қилади ва спиралнинг пружинага ўхшаш эгилувчанлигини таъминлайди. Спирал учларига платинали ёки иридий-родийли (60% родийли) симдан қилинган қулоқчалар 4 кавшарланган. Керамик каркасда сезгир элемент махсус глазурь (ёки термоцемент) 5 билан герметизацияланади. Каркас каналининг спираллари ва деворчалари орасидаги бўшлиқ алюминий оксиди кукуни билан тўлдирилган, у изолятор бўлиб хизмат қилади ҳамда спираллар ва каркас орасида иссиқлик контактини оширади. Платинали қаршилик термометрларининг сезгир элементлари диаметри 0,04...0,07 мм ли платина симдан тайёрланади.

Қаршилик термометрларининг тузилиши 2.15- расмда келтирилган. Қаршилик термометрнинг сим 1 дан қилинган сезгир элементли тўрт каналли керамик каркас 2 га жойлаштирилган. Механик шикастланишдан ва ўлчанаётган ёки атроф муҳитнинг зарарли таъсиридан сақланиш учун сезгир элемент ҳимоя қобиғи 3 га жойлаштирилган. У керамик втулка 4 билан зичлаштирилган. Сезгир элементнинг қулоқчалари 5 изоляцион керамик труба 6 орқали ўтади. Шуларнинг ҳаммаси ўлчаш объектида резъбали шуцуер 8 ёрдамида ўрнатилган ҳимоя филофи 7 да жойлашган.

Ҳимоя филофининг учидан термометрнинг улайдиган учи 9 жойлашган. Учидан термометр қулоқчаларини маҳкамлаш ва

уловчи симларни улаш учун винтлар 11 бўлган изоляцион колодка жойлашган. Учи қопқоқ билан ёпилади. Уловчи симлар шутицер орқали чиқарилади. Ташқи электр ва магнит майдонлари таъсирини камайтириш учун қаршилик термометрларининг сезгир элементлари индуктивсиз ўрамли қилиб яса-лади.

Қаршиликни ўлчаш учун термометр бўйлаб ток ўтиши лозим. Бунда Жоуль — Ленц қонунига кўра иссиқлик ажралиб, у термометрни ўлчанаётган муҳит температурасига қараганда юқорироқ температурагача қиздиради. Натижада унинг қаршилиги тегишлича ўзгаради.

Саноат шароитларида ўлчаш токи шундай ҳисобланадики, натижада ўз-ўзини қиздириш ҳисобига юз берадиган хатолик 0°C даги термометр қаршилиги $0,1\% R_0$ дан ортиқ бўлмайди.

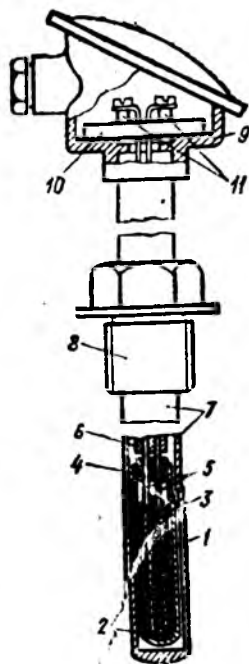
Қаршилик термометрларининг камчилиги — қўшимча ток манбаининг зарурлигидир.

Термометрларнинг ва бошқа қаршилик ўзгартирувчиларнинг қаршиликларини ўлчаш учун: логометрлар, кўприк схемалари (мувозанатлаштирилган ва мувозанатлашмаган), компенсацион усул ва термоқаршиликнинг меъёрловчи ўзгарткичларидан фойдаланилади.

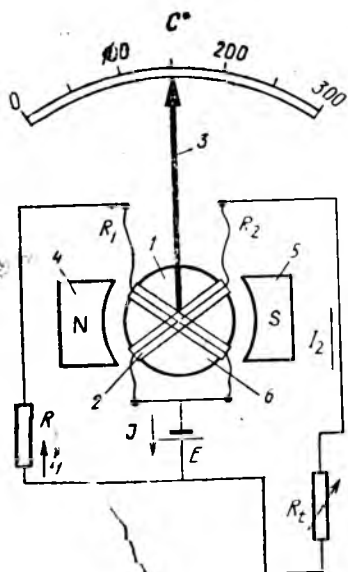
Логометрлар

Логометр, кўпинча, техник қаршилик термометрлари билан биргаликда температурани ўлчаш учун қўлланади. Логометрнинг ишлаш принципи икки электр занжиридаги тоқлар нисбатини ўлчашга асосланган. Занжирлардан бирига қаршилик термометри, иккинчисига эса ўзгармас қаршилик уланган. 2.16-расмда логометрнинг схемаси келтирилган. У ўзаро ва стрелка 3 билан бикр қилиб маҳкамланган иккита рамачалар 1 ва 2 дан иборат. Бу рамачалар эса доимий магнит қутб учликлари 4 ва 5 билан ўзак орасидаги ҳаво тирқишида жойлаштирилган. Бу тирқиш бир текис қилинмаган, шунинг учун магнит индукцияси қийматлари унинг турли нуқталарида (рамачалар ва стрелканинг бурилиш бурчаклари турлича бўлганда) турлича бўлади. Марказдан қутб учликлари четларига қараб ҳаво тирқиши камаяди ва мос равишда марказдан қутб учликлари четларига қараб тирқишда магнит индукцияси ўсади.

Логометрнинг иккала рамкаси битта ўзгармас ток манбаи



2. 15- расм. Қаршилик термометрнинг тузилиши.



2.16- расм. Логометрнинг принци-
пиал схемаси.

кучайган рамача магнит индукцияси кичик тирқишга киради, иккинчи рамача эса магнит индукцияси катта тирқишга киради. Маълум бир ҳолатда рамачалар моменти мувозанатлашади, яъни

$$C_1 B_1 I_1 = C_2 B_2 I_2 \quad (2.69)$$

Бу тенгламадан

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{C_2}{C_1} \cdot \frac{B_2}{B_1} = C \frac{B_2}{B_1} \quad (2.70)$$

келиб чиқади. I_1 ва I_2 нинг таъминлаш манбаи E орқали ифодаланган қийматларни қўйсақ, қуйидаги натижага эга бўламиз:

$$\frac{\frac{E}{R+R_1}}{\frac{E}{R_1+R_2}} = \frac{R_t+R_2}{R+R_1} = C \cdot \frac{B_2}{B_1} \quad (2.71)$$

$B = f(\varphi)$ бўлгани учун

$$\frac{B_2}{B_1} = f(\varphi), \quad (2.72)$$

Шунинг учун

$$\frac{R_t+R_2}{R+R_1} = f(\varphi), \quad (2.73)$$

E дан таъминланади, улар айлантирувчи моментлари бир-бирига қарши йўналадиган қилиб уланган. Айлантирувчи моментлар M_1 ва M_2 нинг қиймати мос равишда қуйидагига тенг:

$$M_1 = C_1 B_1 I_1, \quad (2.67)$$

$$M_2 = C_2 B_2 I_2, \quad (2.68)$$

бунда C_1 ва C_2 — рамачаларнинг геометрик ўлчамлари ва улардаги сим ўрамлири сони билан аниқланадиган ўзгармас коэффициентлар; B_1 ва B_2 — рамачалар жойлашган жойдаги магнит индукциялари; I_1 ва I_2 — рамачалардан ўтаётган ток кучлари.

Рамачалар қаршилиги тенг, яъни $R_1 = R_2$ ва $R = R_1$ бўлса, $I_1 = I_2$ ва $M_1 = M_2$ бўлиб, қўзғалувчи система мувозанат ҳолатда бўлади. Агар термометр қаршилиги ўзгарса, рамачалардан бирида ток кучаяди, шу сабабли моментлар мувозанати бузилади, қўзғалувчан система эса ҳаракатга келади. Токи

$$\varphi = f\left(\frac{R_1 + R_2}{R + R_1}\right); \quad (2.74)$$

R , R_1 ва R_2 — доимий катталиклар бўлгани учун қўзғалувчан системанинг бурилиш бурчаги термометр қаршилиги қийматига боғлиқ:

$$\varphi = f(R_1) \quad (2.75)$$

Шундай қилиб, қўзғалувчан системанинг бурилиш бурчаги ёки M_1 ва M_2 моментлар тенг бўлгандаги (системанинг мувозанат ҳолати) логометр кўрсатиши термометр қаршилигига боғлиқ ва таъминлаш кучланишига боғлиқ эмас.

Тенгламаларни келтириб чиқаришда таянчлардаги ишқаланиш, иссиқлик ўтқазувчиларнинг қаршилиқ моментлари, қўзғалувчан системанинг инерция моментлари ва қатор бошқа омиллар эътиборга олинмади. Шунинг учун амалда логометрнинг кўрсатиши билан таъминлаш кучланиши орасида қандайдир боғланиш бор.

Логометрнинг сезгирлигини ошириш ва температура компенсациясини амалга ошириш имконияти бўлиши учун симметрик кўприкли ўлчаш схемасига эга бўлган логометр қўлланади.

Кўчма асбоблар учун логометрларнинг аниқлик синфи 0,2; 0,5 ва 1,0 ни, шунингдек ўрнатилган стационар асбоблар учун 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 ва 2,5 ни ташкил этади. Логометрлар кўрсатувчи, ўзи ёзар бўлиши, шунингдек, сигнал бериш ва ростлаш учун қўшимча қурилмалари бўлиши мумкин.

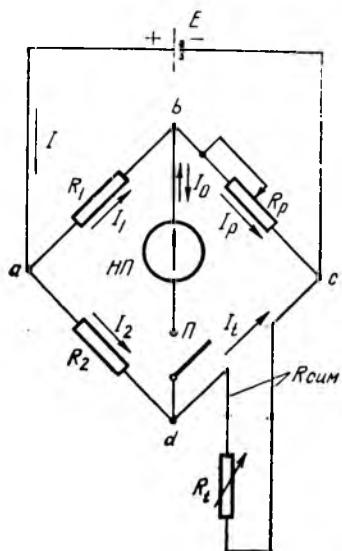
Қаршилиқлар ўлчашнинг кўприк схемаси

Термометрлар қаршилигини ўлчаш учун электротехникада фойдаланиладиган одатдаги мувозанатлаштирилган ва мувозанатлаштирилмаган кўприк схемаларини қўллаш мумкин.

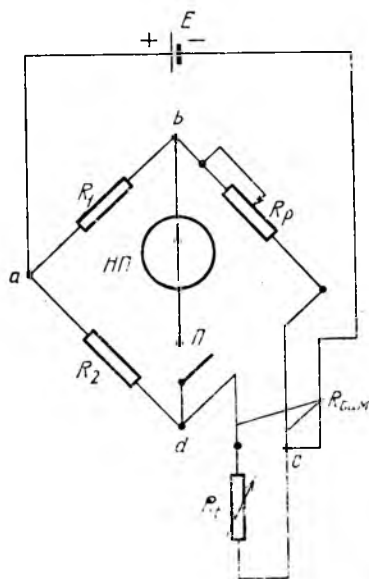
Мувозанат кўприклари икки хил: лабораторияда (ноавтоматик) ва саноатда ишлатиладиган (автоматик) бўлади. Ярим ўтказгичли термоқаршилиқларнинг ўлчов асбоби сифатида эса, одатда, мувозанатлаштирилмаган кўприклар хизмат қилади.

2.17-расмда қаршилиқ термометри уланадиган, ўзгармас токда ишлайдиган мувозанатлаштирилган кўприкнинг принципл схемаси келтирилган. Кўприк иккита доимий қаршилиқлар (резисторлар) R_1 ва R_2 , реохорд R_p , қаршилиқ термометри R_t ва улайдиган симларнинг қаршилиқлари $R_{\text{сим}}$ дан иборат. Кўприкнинг бир диагонаliga E ўзгармас ток манбаи, иккинчисига эса алмашлаб улагич P орқали ноль индикатор НП уланади. Реохорд R_p нинг сирпанғичи силжиши туфайли кўприкнинг эришилган мувозанат ҳолатида унинг диагоналидаги ток кучи нолга тенг бўлади. Шу пайтда кўприкнинг b ва d учларидаги потенциаллар тенг бўлади. I манба кўприкнинг a учидан иккига — I_1 ва I_2 га бўлинади.

Демак, R_1 ва R_2 қаршилиқлар бир-бирига тенг бўлгани учун қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин:



2.17- расм. Мувоzanатлаштирилган кўприкнинг принципал схемаси.



2.18- расм. Уч симли улаш схемаси.

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 \quad (2.76)$$

Кўприкнинг bc ва cd елкаларидаги потенциаллар ҳам тенг бўлади, яъни

$$I_p R_p = I_t (R_t + 2R_{\text{сим}}) \quad (2.77)$$

(2.76) тенгламани (2.77) тенгламага бўлсак

$$\frac{R_1 I_1}{R_p I_p} = \frac{R_2 I_2}{(R_t + 2R_{\text{сим}}) I_t} \quad (2.78)$$

Агар $I_0 = 0, I_1 = I_p$ ва $I_2 = I_t$ бўлса,

$$R_1 (R_t + 2R_{\text{сим}}) = R_p R_2 \quad (2.79)$$

$$R_t = R_p \frac{R_2}{R_1} - 2R_{\text{сим}} \quad (2.80)$$

Агар атрофдаги температурани доимий деб ҳисобласак, $2R_{\text{сим}} = \text{const}$.

У ҳолда (2.80) тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$R_t = K \cdot R_p - K_1 = f(R_p). \quad (2.81)$$

Шундай қилиб, R_t ўзгариши билан реохорд қаршилиги R_p ни ўзгартириб, кўприкни мувоzanат ҳолатга келтириш мумкин. Ўлчанаётган муҳит температурасининг ўзгариши катта бўлиб, R_p нинг ўзгариши сабабли юзага келадиган хатолик миқдори кўпайиб кетиш хавфи пайдо бўлганда, қаршилиқ термометрининг уч симли улаш схемаси қўлланади (2.18-расм). Бундай улаш усулида бир симнинг қаршилиги R_t қаршиликка, иккинчи симнинг қаршилиги эса R_p ўзгарувчи қаршиликка қўшилади. Кўприк мувоzanатининг тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$R_t + R_{\text{сим}} = (R_p + R_{\text{сим}}) \frac{R_2}{R_1}, \quad (2.82)$$

$$R_t = R_2 \text{ бўлса,} \\ R + R_{\text{сим}} = R_p + R_{\text{сим}} \quad (2.83)$$

Бу тенгламадан кўриниб турибдики, уч симли схемада симларнинг қаршилиги ўлчаш натижасига таъсир қилмайди.

Уч симли схемаларда ҳар бир линиядаги алоҳида мослаш қаршиликлари ёрдамида берилган $R_{\text{сим}}$ қийматгача олиб борилади. Мувоzanатлаштирилган кўприк схемаларнинг камчилиги (қўл манипуляциясини бажариш зарурияти) мувоzanатлаштирилмаган кўприклар схемасида бартараф этилган.

Мувоzanатлаштирилмаган кўприклар температуранинг ўлчаш учун қаршилик термометрлари билан биргаликда ҳам қўлланилади. Аммо улардан газ анализаторларида, концентраторларда ва қатор ўлчаш воситаларида кенг фойдаланилади.

Мувоzanатлаштирилмаган кўприклар температуранинг бевосита ўлчаш имконини беради. 2. 19-расмда бу кўприкнинг схемаси келтирилган: R — ростлаш қаршилиги; R_1, R_2, R_3 — кўприкнинг доимий қаршиликлари; R_M — милливольтметр қаршилиги; R_N — назорат қаршилиги; Н (назорат) ҳолатидан \mathcal{U} ўлчаш ҳолатига ўтказиш алмашлаб улагичи — Π ; R_t — қаршилик термометри; Π — \mathcal{U} ҳолатда турганида R_t нинг ўзгариши билан милливольтметр орқали таъминлаш кучланишига тўғри мутаносиб бўлган ток ўтади. Демак, ток ўзгармас бўлиши керак, бу вазифани ростлаш қаршилиги R бажаради. Таъминлаш кучланишининг назорат қаршилиги R_N бажаради. R_N нинг миқдори шундай танланиши керакки, қаршилик уланганда асбоб стрелкаси шкаладаги қизил чизиқли белгини кўрсатсин.

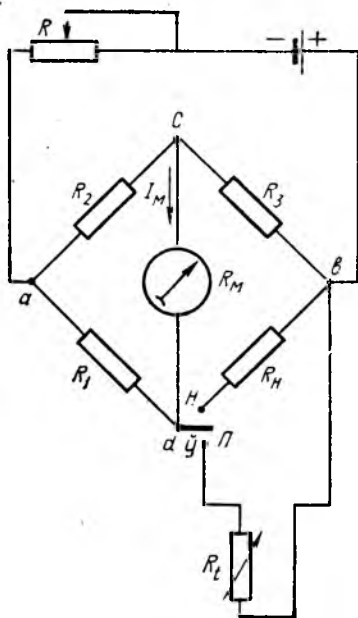
R_t қаршилик ўзгарганда, алмашлаб улагич \mathcal{U} вазиятда турганида, милливольтметр орқали кучи шу ўзгаришига тўғри пропорционал бўлган ток ўтади:

$$I_M = U_{\text{аб}} \cdot \frac{R_2 R_t - R_1 R_3}{K} \quad (2.84)$$

Бунда K (Ом^3 ларда) ушбу қийматга тенг:

$$R_M (R_1 + R_t) (R_2 + R_3) + R_2 R_3 (R_1 + R_t) + R_1 R_t (R_2 + R_3) \quad (2.85)$$

(2.84) тенгламадан кўринадики, милливольтметр орқали ўтади-



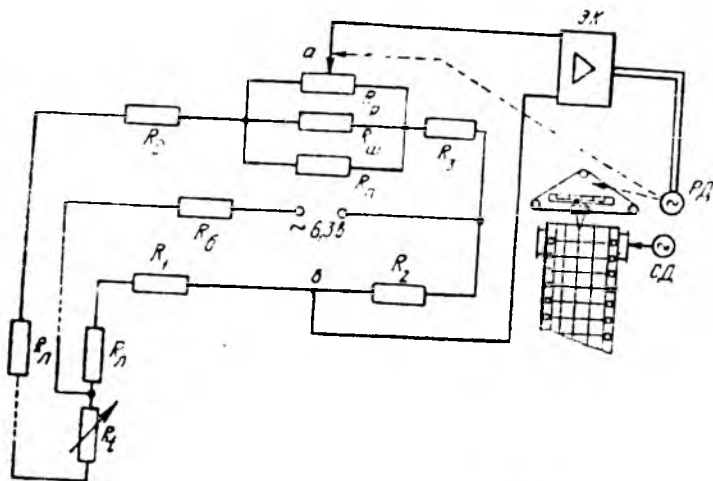
2. 19- расм. Мувоzanатлаштирилмаган кўприкнинг принципаал схемаси.

ган ток кучи таъминташ кучланиши U_{ab} га тўғри пропорционал, демак токни ўзгармас сақлаб туриш керак экан.

Мувозанатлаштирилмаган кўприкларнинг афзалликларига схемасининг мувозанатлаштирадиган қурилмани талаб этмайдиган соддалигини, кичик қаршиликларни ўлчаш учун ишлатиш мумкинлигини киритиш мумкин. Мувозанатлаштирилмаган кўприкларнинг камчиликларига кўрсатишларининг таъминлаш кучланиши ўзгаришига боғлиқлигини, кўприк шкаласининг чизиқсизлигини киритиш мумкин.

Мувозанатлаштирилган автоматик кўприкларда реохорднинг сирпанғичи автоматик равишда силжийди. Бундай кўприкларнинг ўлчаш схемаси ўзгармас ёки ўзгарувчан ток манбаидан таъминланади. Ўзгарувчан ток мувозанатлаштирилган кўприкларда актив қаршиликлар ҳал қилувчи аҳамиятга эга, шунинг учун ўзгармас ток кўприклари учун чиқарилган юқоридаги тенгламалар ўзгарувчан кўприклар учун ҳам яради. Ўзгарувчан ток мувозанатлаштирилган кўприкларни бир қатор афзалликларга эга; ўлчаш схемаси куч трансформаторининг бир ўрамидан таъминланади, яъни қўшимча таъминлаш манбаи талаб қилинмайди, шу билан бирга тебраниш ўзгартгич (виброўзгартгич) нинг ҳам зарурияти бўлмайди. Мувозанатлаштирилган автоматик кўприкларнинг тури кўп, лекин уларнинг иш принципи бир хил. Мисол сифатида кўрсатувчи ва ўзиёзар мувозанатлаштирилган автоматик кўприкнинг ўзгарувчан токдан таъминланувчи принципаал схемаси 2.20-расмда кўрсатилган.

Кўрсатувчи мувозанатлаштирилган кўприклар ҳам шу принципаал схема бўйича ишлайди, лекин уларда ёзув блоки йўқ. 2.20-расмда



2.20- расм. Мувозанатлаштирилган автоматик кўприкнинг принципаал схемаси.

ги принципаал схемада қуйидаги шартли белгилар қабул қилинган: R_p — реохорд; $R_{ш}$ — реохорд шунти; у R_p қаршилигини белгиланган қийматга етказиб туриш учун хизмат қилади; R_n — ўлчаш оралигини белгилаш қаршилиги; R_d — шкала бошланғич қийматини ростловчи қўшимча қаршилик; R_1, R_2, R_3 — кўприк схемасининг қаршиликлари; R_6 — ток чекловчи балласт қаршилик; R_t — қаршилик термометри; R_n — линия қаршилигини ростловчи қаршилик; ЭК — электрон кучайтиргич; РД — асинхрон конденсаторли реверсив двигатель; СД — диаграмма лентасини силжитувчи синхрон двигатель.

Кўприкди ўлчаш схемасидаги барча қаршиликлар манганин симдан тайёрланади. 2.20-расмдан кўриниб турибдики, қаршилик термометри уч симли ўлчаш схемаси усулида уланган. Бу ҳолда термометрни кўприк билан улайдиган сўмларнинг қаршилиги кўприкнинг R_t ва R_1 елкаларига тақсимланади. Шунинг учун атроф муҳит температурасининг ўзгариши натижасида уланган симлар қаршилигининг ўзгариши сабабли ҳосил бўлган хатолик миқдори камаяди. Термометр қаршилиги R_t нинг ўзгариши натижасида кўприк схемасининг мувозанати йўқолади, a ва b чўққилардан кучайтиргичнинг кириш қисмига нобаланс кучланиш келади. Кучайтиргич бу кучланишни реверсив двигатель ишга тушгунча кучайтиради. Двигателнинг чиқиш вали реохорд сирпанғичи ва қаретка билан кинематик боғланганлиги учун бу вал уларни нобалласт кучланиш камайиб, нолга тенг бўлгунча силжитади. Кўприк схема мувозанат ҳолатига келганда реверсив двигателнинг ротори тўхтайтиди, реохорд сирпанғичи эса кўрсаткичли қаретка билан бирга ўлчанаётган термометр қаршилигига тенг ҳолатни эгаллайди.

Ўзгармас ток манбаидан ишлайдиган мувозанатлаштирилган кўприкнинг ўлчаш схемаси ҳам юқоридагига ўхшаш, фақат унинг электрон кучайтиргичи тебраниш ўзгартгичи билан таъминланган. Шунинг учун унинг кучайтириш узели потенциометрни кигага ўхшаш.

Мувозанатлаштирилган автоматик кўприклар қуйидаги афзалликларга эга: 1) кўприкнинг кўрсатиши таъминлаш кучланишига боғлиқ эмас; 2) асбобнинг кўрсатиши температура ўзгариши билан чизиқли боғланган; 3) ўлчашлар (кўприкни мувозанатлаштириш) автоматик амалга оширилади; 4) термоқаршилик улашнинг уч симли усули улаш симлари қаршилигининг ўзгаришидан ҳосил бўлган кўрсатишлардаги хатоларини кескин камайтириш ёки ҳатони йўқотиш имконини беради.

Қамчиликларига қуйидагилар киради: 1) схемада мувозанатлаштириш учун қурилманинг зарурлиги; 2) кичик қаршиликларни ўлчаш қийинлиги ёки мутлақо мумкин эмаслиги.

АВТОМАТИК КЎПРИКЛИ ЎЛЧАШ СХЕМАСИНИ ҲИСОБЛАШ

Кўп ҳолларда температурани қаршиликнинг стандарт термометрлари ёрдамида ўлчаганда типавий ўлчаш схемали мувозанатлашган кўприкни танлаш мумкин бўлади. Кўприкни янгидан даражалаш зарурати туғилганда мувозанатлаштирилган автоматик кўприкнинг ўлчаш схемасини ҳисоблаб чиқилади (2.20-расм).

Температура ўзгариши оралигининг қийматлари ($t_c - t_d$) бўйича қаршилик термометрларининг танланган тури учун термометр қаршилиги даражаланган характеристика R_{t_c} ва R_{t_d} бўйича аниқланади. Максимал сезгирлик шартига кўра $R_2 = R_3$ (одатда 300, 400 ёки 600 Ом) ва $R_1 = R_t$ деб олинади. Реохорднинг эквивалент қаршилиги R_p , одатда, 90 Ом га тенг деб олинади. Унда шунт миқдори $R_{ш}$ реохорд қаршилигига тенг бўлади ва реохордни $R_p = 90$ Ом гача мосланганда топилади. Резистор қаршилиги $R_d = 4,5$ Ом. Ўзгарувчан токли мувозанатлаштирилган автоматик кўприк схемасида $R_n = 2,5$ Ом (мословчи ғалтакли алоқа линияси қаршилиги); $R_5 = 450$ Ом (ўлчаш схемасида ток кучини чегаралаш учун балласт қаршилик). Схема параметрларининг юқорида берилган қийматларидан R_1 ни топамиз:

$$R_1 = \frac{R_d + R_{t_d} - R_2 - 0,5 R_n + \Phi}{2}, \quad (2.86)$$

бунда

$$\Phi = \sqrt{(R_2 + 0,5 R_n - R_{t_d} - R_d)^2 + 4 (R_2 R_d + 0,5 R_n R_{t_d}) + R_d R_{t_c} + 0,5 R_n R_d}$$

Кейин реохорд занжирининг параллел уланган R_p , $R_{ш}$ ва R_n қаршиликларидан тузилган келтирилган қаршилиги R_{np} топилади. Реохорд сирпанғичининг чап ва ўнг четки ҳолатлари учун кўприкнинг ўлчаш схемаси мувозанати шартидан тенгламалар тузилади:

$$(R_{t_c} + 0,5 R_n + R_d) \cdot R_2 = (R_1 + 0,5 R_n) \cdot (R_3 + R_{np}); \quad (2.87)$$

$$(R_{t_d} + 0,5 R_n + R_d + R_{np}) \cdot R_2 = (R_1 + 0,5 R_n) \cdot R_3 \quad (2.88)$$

(2.88) ни (2.87) дан мос равишда айириб ва ҳосил бўлган тенгламани R_{np} га нисбатан ечиб топамиз:

$$R_{np} = R_2 (R_{t_c} - R_{t_d}) / R_1 + R_2 + 0,5 R_n. \quad (2.89)$$

Шкаланинг сўнги қийматини аниқловчи резистор қаршилиги R_n ушбу

$$R_n = R_3 \cdot R_{np} / (R_3 - R_{np}) \quad (2.90)$$

формула билан топилади ва шу миқдорни реохорддан фойдаланишнинг тўла эмаслигини ҳисобга олиш учун 5 — 7 % га орттирилади.

Термометрнинг ундан ўлаётган токка қараб максимал қизиши шу токни чегаралайди, яъни $I_{қиз} \leq 0,007$ А. Бундан балласт резистор қаршилигининг сон қиймати топилиши мумкин:

$$R_с = \frac{U - I_{қиз} / R_{15} + R_d + R_з + R_{пр} + 0,5 R_n}{2I_{қиз}} \quad (2.91)$$

бунда U — кўприкли ўлчаш схемасини таъминлаш кучланиши, у 6,3В га тенг.

ҚАРШИЛИКЛАРНИ ЎЛЧАШНИНГ КОМПЕНСАЦИОН УСУЛИ

Аниқ ўлчашларда, яъни хатоликларга йўл қўйилмаслик ёки хатоликлар минимумга келтирилиши лозим бўлганда, шунингдек, паст температураларни ўлчашда ўлчашнинг компенсацион усули тарқалган. Бу усулнинг моҳияти қуйидагидан иборат: ўлчанаётган резисторда ва у билан кетма-кет ўлчанаётган намуна резисторда кучланиш тушуви таққосланади 2.21- расмда қаршиликни компенсацион усулда ўлчаш схемаси кўрсатилган. Резисторлардаги кучланиш тушуви, одатда, потенциометр ёрдамида ўлчанади. Бу ҳолда таъминлаш кучланиши ўлчаш натижасига таъсир этмайди, шунингдек, ўлчаш симлари қаршилигининг таъсири бутунлай йўқотилади, чунки ўлчаш пайтларида потенциометрни ўлчаш резистори билан улайдиган асбобларда ток нолга тенг бўлади.

Ўлчанаётган резистор $R_ғ$ намуна резистор R_n (2. 21- расм) билан кетма- кет уланган. Намуна резистор сифатида қаршилик магазинлари ёки қаршиликнинг намуна ғалтакларидан фойдаланилади. Занжирдаги ўлчаш токи ўзгарувчан резистор R ёрдамида ўрнатилади.

Бир томондан, ток намуна резисторда кучланиш тушуви бўйича аниқланади:

$$I = U_n / R_n \quad (2.92)$$

бунда U_n — намуна резисторда кучланиш тушуви, mB ; R_n — намуна резистор қаршилиги, Ом.

Иккинчи томондан,

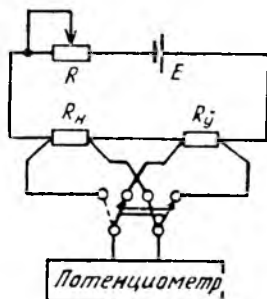
$$I = U_ғ / R_ғ \quad (2.93)$$

бунда $U_ғ$ — ўлчанаётган резисторда кучланиш тушуви, mB ; $R_ғ$ — ўлчанаётган резисторнинг номаълум қаршилиги, Ом.

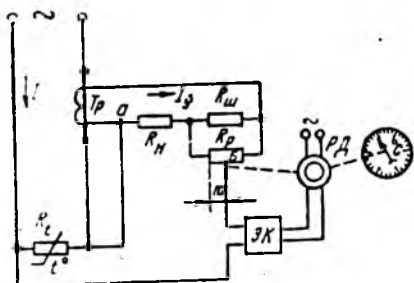
(2.92) ва (2.93) лардан ўлчанаётган резистор қаршилигини топамиз:

$$R_ғ = R_n \cdot U_ғ / U_n \quad (2.94)$$

Кўрилган вариантда компенсацион усул механик ўлчашлар учун ноқулай, чунки резистор қаршилигини топиш учун навбат билан ўлчанаётган намуна ре-



2. 21- расм. Қаршиликни ўлчаш компенсацион усулининг схемаси.



2. 22- расм. Кичик температураларни ўлчаш учун автоматик компенсацион асбобнинг схемаси.

зистордаги кучланиш тушувини ўлчаш лозим ва сўнгра ўлчанаётган резистор қаршилигини ҳисоблаш керак.

Термометрларнинг кичи қаршиликларини техник ўлчаш учун автоматик компенсацион асбоблар ишлаб чиқилган, улар компенсацион ўлчаш усулининг ижобий хоссаларига эга. Термометрни улашнинг тўрт симли схемаси симлар қаршилигининг ўлчаш натижаларига таъсирини бутунлай бартараф этиш имконини беради.

Кичик температураларни ўлчаш учун ўзгарувчан ток автоматик компенсацион асбобнинг принципитал схемаси 2. 22-расмда келтирилган. Қаршилиқ термометри R_t таъминлаш манбаидан ўзгарувчан I ток билан таъминланади. Асбобнинг ўлчаш схемаси T_p ток трансформаторидан шундай таъминланадики, ўлчаш токи $I_g = K \cdot I$ бўлади. Агар термометрда кучланиш U_{ab} кучланиш билан компенсация қилинмаган бўлса, унда кучайтиргич киришига сигнал берилади. Бу сигнал реверсив двигателни ва реохорд сирпангичи R_{np} ни кучланиш U_{ab} кучланиш тушувини (R_t да) мувозанатлаштирмагунча ҳаракат қилишга (силжишга) мажбур қилади. Бу ҳолда қуйидаги тенглик бажарилади:

$$IR_t = U_{ab} = I_g \cdot R_{ab}$$

ёки

$$IR_t = K \cdot I (R_n + mR_{np}), \quad (2.95)$$

бунда

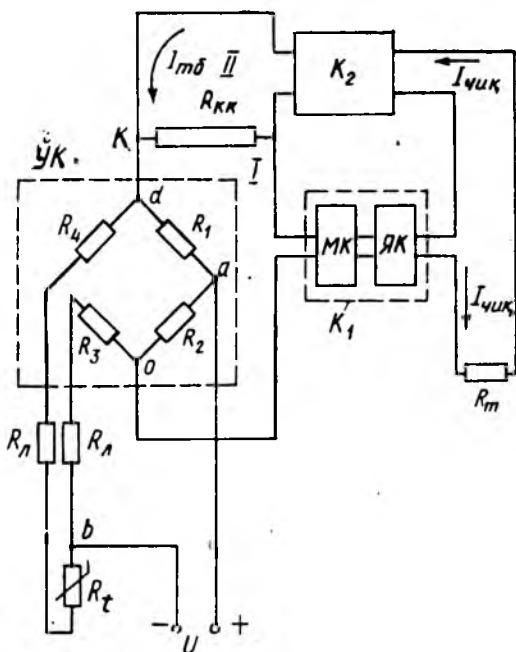
$$R_{np} = \frac{R_p \cdot R_{ш}}{R_p + R_{ш}}$$

$$R_t = K (R_n + m \cdot R_{np}). \quad (2.96)$$

R_n резистор асбоб шкаласининг sanoқ бошини белгилашга хизмат қилади, $R_{ш}$ эса ўлчаш диапазонини ўрнатади. Трансформация коэффициенти K ни амалда ўзгармас деб қараб, асбоб кўрсатишлари m таъминот кучланиши тебранишига ва термометрни улаш симлари қаршилигининг ўзгаришига боғлиқ эмас, деб ҳисоблаш мумкин.

ҚАРШИЛИҚ ТЕРМОМЕТРИНИНГ МЕЪЁРЛОВЧИ ЎЗГАРТҚИЧЛАРИ

Қаршилиқ термо ўзгарткичи ёрдамида олинган ахборотни ЭХМ га ёки автоматик ростлаш системасига киритиш учун чиқишда 0 — 5 мА ўзгармас ток сигналинини шакллантирувчи меъёрловчи ўзгарт-



2. 23- расм. Қаршилик термометри билан ишлайдиган меъёрловчи ўзгарткичнинг схемаси.

кичлардан фойдаланилади. Қаршилик термометри билан бирга ишловчи меъёрловчи токли ўзгарткичнинг схемаси 2. 23- расмда кўрсатилган. Бу ўзгарткич схемасига ва ишлаш принцигига кўра термоэлектр термометр билан бир комплектда ишловчи меъёрловчи ўзгарткичга ўхшаш (2. 12- расмга қаранг). Бу схемаларнинг фарқи шундаки, ўзгарткичда тузатувчи кўприк ТК ўрнида ўлчов номувозанат кўприги ўқ фойдаланилади, унинг елкаларидан бирига уч ўтказгичли схема бўйича қаршилик термо ўзгарткичи R_t уланган. Қолган қаршиликлар манганиндан ясалган. R_n қаршиликлар уловчи ўтказгичлар қаршиликларини номинал қийматга мослаш учун хизмат қилади. Кўприкнинг ab диагонаliga ўзгармас токнинг барқарорлаштирилган U кучланиши уланган. Ўзгарткичнинг чиқиш токи $I_{чик}$ кўприкнинг ўлчов диагоналидаги U_{cd} кучланишга пропорционал ва улар орасидаги муносабат (2. 61) га мос ҳолда берилиши мумкин:

$$I_{чик} = K_k \cdot U_{cd} \quad (2.97)$$

$U_{cd} = K_k \cdot R_t$ бўлгани учун (бунда K_k — кўприкни ўзгартириш коэффициенти)

$$I_{чик} = K_k \cdot K \cdot R_t \quad (2.98)$$

Шундай қилиб, меъёрловчи ўзгарткичнинг токли сигнали қаршилиқ термометри қаршилигига пропорционал. Мазкур ўзгарткичнинг аниқлик синфлари 0,6—1,5.

II.6-§. НУРЛАНИШ ПИРОМЕТРЛАРИ Назарий асослар

Юқорида кўрилган, температурани ўлчашга мўлжалланган барча термометрлар термометрнинг сезгир элементи билан ўлчанаётган жисм ёки муҳит орасида бевосита контакт бўлишини тақозо этар эди. Шунинг учун температурани ўлчашнинг бундай усуллари баъзан контактли усуллар деб юритилади. Бу усулни қўллашнинг юқори чегараси 1800...—2500°С. Аммо sanoатда ва тадқиқотларда бундан юқори температураларни ҳам ўлчашга тўғри келади. Бундан ташқари, кўпинча ўлчанаётган жисм ва муҳит билан термометрнинг бевосита контакти мумкин бўлмайди. Бундай ҳолларда температурани ўлчашнинг контактсиз воситалари қўлланилади.

Нурланиш пирометрларининг ишлаш принципи қиздирилган жисмнинг иссиқлиги таъсирида ҳосил бўлган нурланиш энергиясини ўлчашга асосланган. Нурланиш пирометрлари 20 дан 6000°С гача бўлган температураларни ўлчашда ишлатилади.

Иссиқлик нурланиши нурланаётган жисм ички энергиясининг электромагнит тўлқинлари тарзида тарқалиш жараёнидан иборат. Бу тўлқинлар бошқа жисмлар томонидан ютилганда улар қайтадан, яна қайтадан иссиқлик энергиясига айланади. Жисмлар узунлигига тенг бўлган электромагнит тўлқинларни 0 дан ∞ гача бўлган оралиқда тарқатади. Қаттиқ ва суюқ жисмларнинг кўпи нурланишнинг узлуксиз спектрига эга, яъни барча узунликлардаги тўлқинларни тарқатади. Бошқа жисмлар (соф металллар ва газлар) нурланишнинг селектив спектрига эга, яъни улар тўлқинларни спектрнинг маълум участкаларидагина тарқатади. Тўлқин узунлиги $\lambda = 0,4$ дан $\lambda = 0,76$ мкм гача бўлган участка кўринадиган спектрга мос келади. Кўринадиган спектрнинг ҳар бир тўлқин узунлиги маълум рангга мос келади.

$\lambda \approx 0,4$ дан $\lambda \approx 0,44$ мкм гача бўлган тўлқин узунликлари тўқ бинафша рангга, $\lambda \approx 0,44$ дан $\lambda \approx 0,49$ мкм гача — кўк зангори, $\lambda \approx 0,49$ дан $\lambda \approx 0,59$ мкм гача тўқ ва оч яшил; $\lambda \approx 0,58$ дан $\lambda \approx 0,63$ мкм гача — сариқ — тўқ сариқ; $\lambda \approx 0,63$ дан $\lambda \approx 0,76$ мкм гача — оч ва тўқ қизил рангга мос келади.

$\lambda \approx 0,76$ узунликдаги тўлқинлар кўринмайдиган инфрақизил иссиқлик нурига киради.

Қиздирилган жисм температурасини орттириб борган сари унинг ранги ўзгариб бориши билан спектрал энергетик равшанлик, яъни маълум узунликдаги тўлқинлар (равшанлик) тезда ортади, шунингдек, йгинди (интеграл) нурланиш сезиларли ортади. Қиздирилган жисмларнинг кўрсатилган хоссаларидан уларнинг температурасини ўлчашда фойдаланилади. Шу хоссаларга қараб нурланиш пирометрлари квазимонохро-

матик (оптик) спектрал нисбатли (рангли) ва тўлиқ нурланиши (радиацион) пирометрларга бўлинади.

Назарий жиҳатдан абсолют қора жисмнинг нур чиқариши ҳодисасигина асосланиши мумкин, унда нур чиқариш коэффициентини деб 1 қабул қилинади. Агар жисм ўзига тушаётган нур энергиясини бутунлай ютса, у жисмни абсолют қора жисм дейилади. Барча реал физик жисмлар ўзига тушаётган нурларнинг бирор қисмини қайтариш қобилиятига эга. Шунинг учун жисмнинг нур чиқариш коэффициенти бирдан кичик, шу билан бирга у маълум жисм табиатига ҳам, унинг сиртқи ҳолатига ҳам боғлиқ. Табиатда абсолют қора жисм йўқ, ammo ўз хоссаларига кўра абсолют қора жисмга яқин бўлган жисмлар мавжуд. Масалан, қора ғадир-будир бўёқ (нефть қуруми) билан қопланган жисм барча нур энергиясини 96% гача ютади.

Спектрал энергетик равшанлик ва интеграл нурланиш модданинг физик хоссаларига боғлиқ. Шунинг учун пирометрлар шкаласи мутлақ қора жисм нурланиши бўйича даражаланади. Температура ортиши билан спектрал энергетик равшанликнинг ортиши турли узунликдаги тўлқинлар учун турлича ва нисбатан унча юқори бўлмаган температуралар соҳасида абсолют қора жисм учун Вин тенгламаси билан тавсифланади:

$$E_{0\lambda} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} \quad (2.99)$$

бунда $E_{0\lambda}$ — λ узунликдаги тўлқин учун абсолют қора жисмнинг спектрал энергетик равшанлиги; T — жисмнинг мутлақ температураси; C_1 ва C_2 — нурланишнинг қабул қилинган бирликлар системасига боғлиқ бўлган константалари қиймати; $C_1 = 2 \pi^5 h^2 c^2 / 15$, h — Планк доимийси; C — ёруғлик тезлиги; $C_2 = hc/R_g$, N — Авогадро доимийси; R_g — универсал газ доимийси; e — натурал логарифм асоси.

Турли узунликдаги тўлқинларнинг спектрал энергетик равшанлиги бир хил бўлмагани учун Вин тенгламасини оптик пирометрияда маълум узунликдаги тўлқинлар учун қўлланилади (одатда тўлқин узунлиги 0,65 ёки 0,66 мкм бўлган қизил ранг учун). Вин тенгламасидан тахминан 3000 К гача бўлган температуралар учун фойдаланса бўлади. Ундан ҳам юқори-роқ температураларда мутлақ қора жисмнинг нурланиш жадаллиги Планк тенгламаси билан характерланади:

$$E_{0\lambda} = C_1 \lambda^{-5} (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1} \quad (2.100)$$

Мутлақ қора жисмнинг интеграл нурланиши Стефан — Больцман тенгламаси билан тавсифланади:

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (2.101)$$

бунда C_0 — мутлақ қора жисмнинг нурланиш доимийси; T — нурланаётган сиртнинг мутлақ температураси, К.

Реал физик жисмлар энергияни мутлақ қора жисмга қараганда камроқ жадаллик билан нурлантиради. Квасимонхроматик пирометр билан ҳам тўла нурланиш пирометри билан ўлчаш натижасида шартли температура деб аталадиган температурага эга бўлинади. Шартли температурадан (равшанлик температурасидан) ҳақиқий температурага ўтиш учун Вин тенгламасини ўзгартиришдан фойдаланилади.

Физик жисмнинг квазимонохроматик пирометр ёрдамида ўлчанган ёруғлик температураси $T_{\text{я}}$ бўйича ҳақиқий температураси T қиймати қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$T = \left(\frac{1}{T_{\text{я}}} - \frac{\lambda}{C_2} \ln \frac{1}{\epsilon_{\lambda}} \right)^{-1} \quad (2.102)$$

бунда $T_{\text{я}}$ — жисмнинг пирометр ёрдамида ўлчанган равшанлик (шартли) температураси; λ — тўлқин узунлиги, мкм; C_2 — Вин тенгламаси доимийси; ϵ_{λ} — жисмнинг берилган тўлқин узунлиги учун қоралик даражаси.

Реал жисм температураси T нинг тўлиқ нурланиш пирометри ёрдамида ўлчанаётган ҳақиқий қиймати қуйидаги формула билан ифодаланади:

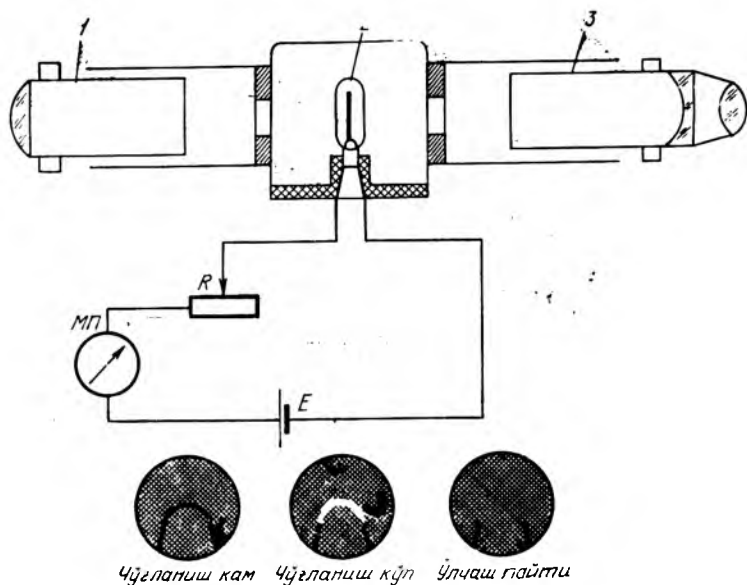
$$T = T_{\text{y}} \sqrt[4]{\frac{1}{\epsilon}}, \quad (2.103)$$

бунда T_{y} — тўлиқ нурланиш пирометри билан ўлчанган шартли температура ϵ — барча узунликдаги тўлқинлар учун жисмнинг қоралик даражаси.

Квасимонохроматик (оптик) пирометрлар

Оптик пирометрларнинг ишлаш принципи температураси ўлчанаётган жисмнинг нурланиш равшанлигини эталон жисмларнинг монохроматик нурланиш равшанлиги билан солиштиришга асослаган. Эталон жисм сифатида, одатда, нурланиш равшанлиги ростланадиган чўғланиш лампасининг толасидан фойдаланилади. Бу гуруҳдаги кенг тарқалган асбоблардан бири — чўғланиш толаси йўқолиб кетадиган монохроматик оптик пирометрдир. Бу асбобнинг принципал схемаси 2.24-расмда келтирилган. Қиздирилган жисмнинг нурланиш оқими объектив 1 орқали йиғилади ва пирометрик лампа 2 нинг тоза юзасига проекцияланади. Окуляр 3 ёрдамида объектнинг тасвири билан кесишган лампа толасининг тасвири кузатилади. Лампа толаси таъминлаш манбаи E нинг ўзгармас токидан чўғланади. Манбанинг кучланиши реостат R ёрдамида секин-аста ростлаш йўли билан объект ва тола равшанликлари тенглашгунча ошириб борилади. Шу пайт объект тасвири билан кесишган толанинг қисми, расмда кўрсатилганидек, йўқолиб кетади. Равшанликлари тенглашгандан сўнг ток кучини ёки лампа кучланишини ўлчайдиган асбоб билан пирометр кўрсатишлари ҳисобланади.

Оптик пирометрларнинг температурасини ўлчаш оралиғи 800°C дан 10000°C гача. Йўл қўйиладиган асосий хатоликлар



2. 24- расм. Оптик пирометрнинг принципаал схемаси .

негараси $\pm 1,5\%$ дан ошмайди. Оптик пирометр кўчма асбодир. У билан узлуксиз ўлчаш ва температурани қайд қилиш мумкин эмас.

Бундай пирометрдан фарқли ўлароқ, фотоэлементли пирометрлар (фотоэлектр пирометрлар) кўрсатишларни ёзиб олиш ва уларни масофага узатиш имконига эга. Бу асбоблардан тез ўтадиган жараёнлардаги температурани ўлчашда фойдаланилади.

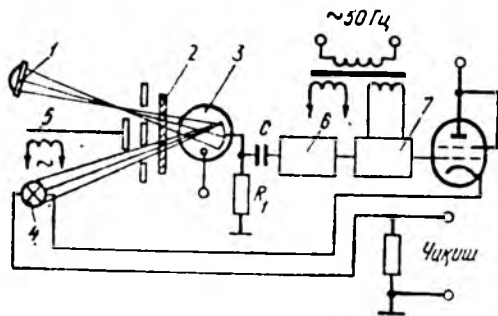
Фотоэлектр пирометрларнинг ишлаш принципи фотоэлементнинг фототокни ўзгартириш хусусиятига асосланган. Фототок тушаётган ёруғлик оқими интенсивлигига боғлиқ бўлиб, унинг кучи қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$I = a \cdot T^n \quad (2. 104)$$

бу ерда a — асбобнинг сезгирлигига боғлиқ бўлган асбоб доимийси; n — асбобнинг спектр характеристикасига боғлиқ бўлган асбоб доимийси; T — физик жисмнинг температураси.

Олинган температуранинг нурланишини характерловчи фототок жуда кичик бўлиб, уни кучайтириш учун электрон кучайтиргичлар қўлланади.

ФЭП (2.25-расм) туридаги фотоэлектр пирометрларда нур оқими бўйича манфий тескари боғланишдан фойдаланилади. Мазкур боғланиш ёруғлиги электрон кучайтиргич чиқишида кучланиш функциясидан иборат бўлган қиздириш лампасининг фотоэлементни ёритиши билан амалга оширилади. Нурланаёт-



2. 25- расм. Фотоэлектр пирометрнинг принципиал схемаси.

гоҳ нурланаётган жисмдан, гоҳ чўғланиш лампасидан ёритилиши ёруғлик фильтри кассетасининг олдига ўрнатилган ёруғлик модуляторининг 50 Гц частота билан тебранувчи тўсиғи 5 ёрдамида таъминланади.

Ёруғлик фильтри кассетасида тебранувчи тўсиқ ва тешиклар шакли шундай танланганки, фотоэлементга иккала нурланиш манбаининг синусоидал ўзгарувчи нур оқимлари тушади. Бунда иккала нур оқимларининг фазалари 180° га силжиган бўлади.

Фотоэлемент чиқишида фототок пайдо бўлади, унинг катталиги жисм ва лампа томонидан ёритилганлик даражасига боғлиқ. Шу ёритилганликлар тенг бўлмаса, фотоэлемент занжирида ўзгарувчан фототок ҳосил бўлиб, у ё жисм фототоки билан, ё лампа фототоки билан устма-уст тушади. Бу ток фотоэлемент чиқишида R_1 резисторда кучланишнинг синусоидал тушуниши ҳосил қилади, бу кучланиш C конденсатор орқали уч каскадли электрон кучланиш кучайтиргичи 6 га узатилади. Фототокнинг нур оқимлари фарқига пропорционал бўлган ўзгарувчи ташкил этувчиси 6 кучайтиргичда кучайтирилади ва фотосезгир детектор 7 орқали электрон лампага ўтказилади. Шу лампа токи чиқиш параметридан иборат. Электрон лампанинг анод занжирига манфий тескари боғланишли лампа 4 уланган. Лампани қиздириш токи ўлчанаётган жисм ва лампанинг ёритилгалинги ўзаро тенг бўлгунча ва фототокнинг ўзгарувчи ташкил этувчиси ўзаро нолга тенг бўлгунча ўзгартириб борилади. Бу билан лампадаги ток кучи ўлчанаётган жисмнинг ёруғлик температураси билан бир қийматли боғлиқ бўлиб қолади.

Лампани таъминловчи ток кучи тезкор автоматик потенциометр билан лампа занжиридаги R қаршилиқдаги кучланиш тушуви миқдори бўйича ўлчанади. Потенциометр ёруғлик температураси даражалари билан даражаланган. Фотоэлектр пирометрнинг ўлчаш чегаралари 800 дан 4000°C гача. Асосий хатолик ўлчаш юқори чегарасининг $\pm 1\%$ ини ташкил этади.

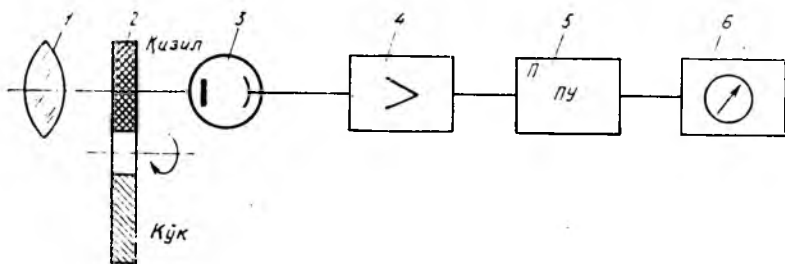
ган жисмдан чиқаётган нур оқими линза 1 билан бир жойга йиғилади ва қизил ёруғлик фильтри 2 кассетасининг юқори тешиги орқали фотоэлемент 3 га тушади. Фотоэлементга кассетанинг пастки тешиги орқали ҳам чўғланиш лампаси 4 дан нур оқими тушади. Фотоэлементнинг галма-гал

Спектрал нисбатли (рангли) пирометрлар

Рангли ёки спектрал пирометрлар қиздирилган жисмнинг нурланиш спектридаги энергиянинг нисбий тақсимланиши бўйича температурани ўлчашга мўлжалланган. Температура чўғланган жисмнинг спектрида танланган соҳа, масалан, кўк соҳалардаги равшанликлар нисбатидан аниқланади. Агар чўғланган жисмнинг нурланиш спектрида λ_1 ва λ_2 тўлқин узунлигидаги иккита монохроматик нурланиш (қизил ва кўк соҳада) танланса, температура ўзгариши билан бу нурланишлар равшанликларининг нисбати ҳам ўзгаради. Қора бўлмаган жисм учун равшанликлар нисбати қуйидагича ифодаланади:

$$R = \frac{\epsilon_{\lambda_1}}{\epsilon_{\lambda_2}} R_K, \quad (2.105)$$

бунда ϵ_{λ_1} ва ϵ_{λ_2} — λ_1 ва λ_2 тўлқин узунликларининг нурланиш қобилияти коэффициентлари; R_K — қора жисм учун λ_1 ва λ_2 тўлқин узунликлари равшанлиги нисбати.



2. 26- расм. Фотоэлементли рангли пирометрнинг принципиал схемаси.

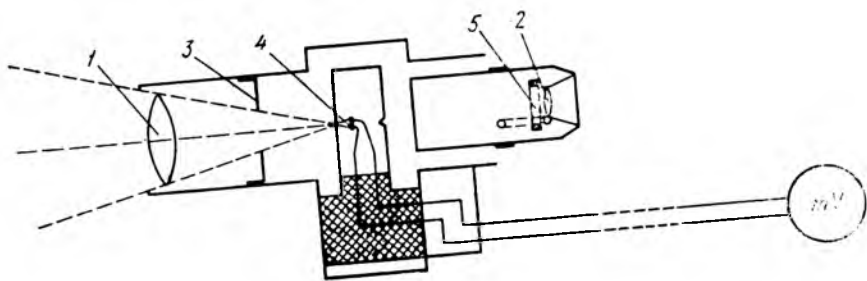
Фотоэлементли рангли пирометрнинг принципиал схемаси 2.26-расмда кўрсатилган. Ўлчанаётган жисмдан чиққан нурланиш объектив 1 орқали ўтиб, фотоэлемент 3 га тушади. Фотоэлемент олдида қизил ва кўк фильтрли айланувчи дисксимон обтюратор 2 ўрнатилган. Фотоэлемент гоҳ қизил, гоҳ кўк ранглар билан ёритилади ва шунга кўра тегишли импульслар чиқаради. Бу импульслар электрон кучайтиргич 4 билан кучайтирилиб, логарифмловчи қурилма 5 орқали ўзгармас токка айлантирилади. Бу ток қайд қилинади. Пирометрнинг ўлчаш чегараси 1400°C дан 2800°C гача. Асосий хатолик миқдори ўлчаш юқориги чегарасининг $+1\%$ идан ошмайди.

Ҳозирги вақтда ҳақиқий температура пирометри ПИТ-1 деб аталадиган пирометрлар кенг ёйилмоқда. Улар спектрал нисбатли пирометрдан иборат бўлиб, хотирасида сақланадиган ахборот асосида ҳисобланадиган тузатишни автоматик киритилади. Пирометр $800\text{...}2000^{\circ}\text{C}$ ўлчаш диапазонида мўлжаллан-

ган. Ҳақиқий температурани ўлчаш хатолиги $\pm 1\%$ дан ошмайди.

Тўлиқ нурланиш (радиацион) пирометрлари

Радиацион пирометрлар (тўлиқ нурланиш пирометрлари) қиздирилган жисмнинг температурасини ўлчашга мўлжалланган. Пирометр оптик система (линза, ойна) билан таъминланган. Бу система жисмдан чиққан нурларни митти термобатарея, қаршилик термометри ва ярим ўтказгичли термоқаршиликлардан иборат ўзгартгичга тўплайди. Ўлчаш асбоблари сифатида милливольтметр, автоматик потенциометр ва мувозанатлаштирилган кўприклардан фойдаланилади.



2. 27- расм. Радиацион пирометрнинг принципиал схемаси.

2.27- расмда термобатареяли радиацион пирометрнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Пирометр объектив линза 1 ва окулярни телескоп 2 дан иборат. Нурланиш манбаидан чиққан нурларнинг йўлида чекловчи диафрагма 3 ўрнатилган, объектив линза фокусда эса термобатарея 4 жойлашган. Окуляр линза олдига кўзни муҳофаза қилувчи рангли шиша 5 қўйилган. Термобатареяда тўпланган нурлар уни қиздира бошлайди ва нурланишнинг тўлиқ энергиясига пропорционал бўлган ЭЮК пайдо бўлади. Бу ЭЮК милливольтметр билан ўлчанади.

100° дан 4000° гача температурани ўлчайдиган радиацион пирометрларнинг турли конструкциялари мавжуд бўлиб, улар ўзларининг оптик системаси, терможуфтларни улаш схемаси ва бошқа элементлари билан фарқ қилади. Ўзгарткичлари қаршилик термометридан иборат бўлган баъзи радиацион пирометрлар нисбатан кичик, масалан, 20°C дан 100°C гача температураларни ўлчай олади. Ўзгартгич қабул қиладиган нурлар энергиясини аниқ ҳисобга олиш жуда қийин. Чунки ўзгарткич ва атроф муҳит ўртасида ўзаро иссиқлик алмашуви мавжуд. Шунинг учун асбоб ҳисобга олиб бўлмайдиган хатоларга йўл қўйиши табиий.

Лекин шу камчиликларга қарамай, радиацион пирометрлар sanoatда жуда кенг қўлланилади. Пирометрларнинг кўрсатиш-

ларини масофага узатиш ёки автоматик равишда ёзиб олиш ва улар ёрдамида температурани ростлаш мумкин. 2500°C гача температурани ўлчашда пирометр кўрсатишларининг хатоси $\pm 1,5\%$, 2500°C дан ортиқ температурани ўлчаганда эса $\pm 2,5\%$ дан ошмайди.

Сериялаб чиқарилаётган АПИР-С туридаги тўлиқ нурланиш пирометрлари температурани 30 дан 2500°C гача бўлган оралиқда ўлчашга мўлжалланган. Махсус тайёрланган пирометрлар —100 дан +3500°C гача температуралар оралиғида қўлланилади.

11.7. §. ТЕМПЕРАТУРАНИ МАХСУС УЛЧАШ ТЕРМОМЕТРЛАРИ

Қаттиқ жисмлар сиртининг температурасини ўлчаш

Сиртларнинг температурасини контактли ва контактсиз усуллар билан ўлчаш мумкин. Температуранинг контактли термометрлар билан ўлчашда, одатда, иккита муаммо мавжуд:

1) термометр ва ўлчанаётган сирт температураларининг тенглигини таъминлаш керак;

2) термометр билан ўлчаш жойида температуранинг ёки сиртнинг температура майдонининг бузиб кўрсатилишини йўқотиш зарур.

Термометр ва ўлчанаётган сирт температураларининг тенглигини таъминлаш учун ўлчаш объекти сиртидан термометрга иссиқлик ўтишининг энг яхши шароитларини яратиш лозим. Яхши иссиқлик контактини таъминлаш учун махсус тайёрланган термометрни сиртга елимлаш, кавшарлаш ёки пайвандлаш мақсадга мувофиқ.

Ўлчаш объекти сиртининг температураси ёки температура майдонининг бузилишига термометрнинг ўлчанаётган сиртга қўшимча иссиқлик олиб келиши ёки олиб кетиши сабаб бўлиб, ишлаган вақтида юз беради. Шунинг учун сирт температурасини ўлчаш жойида қўшимча иссиқлик алмашиш бўлмайдиган шароитлар яратиш керак. Баъзан термометр орқали иссиқлик алмашишидан қочиш мумкин бўлмаганда, шу иссиқлик алмашишни температура ўлчанадиган жойдан бошқа жойга кўчиришга ҳаракат қилинади.

Сирт температурасини, масалан, қувур температурасини узлуксиз ўлчаш учун термометрни сиртга махсус қисқич билан тақаб қўйилади. Қувурнинг изоляцияси борлиги ўлчаш жойидан иссиқликни чиқиб кетиши (ёки иссиқлик кириб келиши) амалда мумкин эмаслигини тақозо қилади ва шунинг учун термометр сирт температурасини бузиб кўрсатмайди.

Ҳаракатдаги сиртларнинг (валларнинг, каландрларнинг ва б.) температурасини ўлчаш анчагина мураккаб. Бундай ҳолда нурланиш бўйича контактсиз ўлчаш усулларида фойдаланиш мақсадга мувофиқ, аммо бу усулларни қўллашни амалга ошириб бўлмайди, чунки ўлчанаётган сиртни тўғридан-тўғри

кўриш мумкин эмас ва ҳ. Шунинг учун контактли термометрлар кенг қўлланилади. Бунда иссиқлик қабул қилгич (термоприёмник) билан температураси ўлчанаётган сиртнинг ишқаланишига боғлиқ бўлган қатор қўшимча хатоликлар пайдо бўлади. Шу хатоликлар термоприёмник контактининг тўғрилигига, назорат қилинаётган сирт тозалигига ва бошқа омилларга боғлиқ. Сирт айланма ҳаракат қилганда сигналнинг узатилиши айланма контактли қурилма орқали амалга оширилади. Унинг содда варианты контакт халқаларидир.

Аланга (газ оқимларининг) температурасини ўлчаш

Аланга температурасини ўлчашнинг ўзига хос хусусиятлари ва қийинчиликлари бор. Ўлчаш усулини танлашда ўлчанаётган температуралар даражаси, мақбул аниқлик ва аланга тури таҳлил қилинади. Аланга температураси кўпгина саноат қурилмаларида 1600...1900°C атрофида бўлади. Уни нурланиш пирометрлари ёки контактли термометрлар ёрдамида ўлчанади. Бу температурани нурланиш бўйича ўлчашда уни пирометрнинг визирлаш ўқи бўйлаб фазовий ўрталаштириш юз беради. Ўлчаш натижаларига алангадаги нурланиш компонентлари таъсир этади. Пирометр қабул қиладиган тўлқинлар узунлигини танлаш катта аҳамият касб этади. Газларнинг нур тарқатмайдиган иссиқ ёки совуқ зоналарини махсус бўямасдан туриб, пирометрлар билан ўлчаб бўлмайди.

Бундай ўлчашнинг камчиликларидан бири температурани оптик ўқ бўйлаб ўрталаштиришдир. Шунинг учун топилган натижа аланганинг қайси нуқтасига тегишли эканини аниқлаб бўлмайди. Бу жиҳатдан ўлчамлари унча катта бўлмаган термоэлектр термометрларни қўллаш катта афзаликларга эга. Аммо бундай термометрнинг температураси газ температурасидан анча (100...200°C га) фарқ қилиши мумкин, чунки у термометрнинг иссиқлик баланси бўйича аниқланади.

Эритманинг температурасини ўлчаш

Эритмаларнинг температурасини ўлчаш мураккаблиги асосан термометр ҳимоя ғилофининг актив занглаши билан боғлиқ. Туз эритмаларининг температурасини ўлчашда ҳимоя ғилофлари бир неча ўн соатдан кейин эритманинг агрессив таъсири сабабли ишдан чиқади. Шунинг учун кўпинча ғилофни сифатсиз, арзон, осонлик билан алмаштириладиган, бир вақтда термोजуфт электродидан иборат бўладиган пўлатдан ясалади. Шиша эритмалари температурасини ўлчаш учун ҳимоя ғилофлари углеродли блоклардан ёки қимматбаҳо металллардан ясалади.

Қовушоқ муҳитлар температурасини ўлчашда маълум қийинчиликлар пайдо бўлади. Бу ҳолларда иссиқликка сезгир элементни осонгина тозалашни, кўпинча алмаштиришни ҳам

таъминлаш зарур. Бунда сезгир элемент билан ўлчанаётган муҳит орасида етарли даражада яхши контакт таъминланган бўлиши керак.

Бирор ўлчаш усулини танлаш ва унинг конструктив бажарилиши эритма температурасини ўлчашнинг конкрет шароитлари, уларнинг турли материаллар билан ўзаро таъсирлашуви, нурланиш қобилияти ва бошқа физик ҳамда кимёвий хоссалари билан белгиланади.

III б о б. БОСИМНИ ЎЛЧАШ

III.1- §. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА ТАСНИФИ

Босим технологик жараёнларнинг асосий параметрларидан биридир. Ишлаб чиқариш жараёнларининг тўғри олиб борилиши, кўпинча, босим катталигига боғлиқ бўлади.

Текис сиртга нормал таъсир кўрсатувчи текис тақсимланган куч босим деб аталади:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (3.1)$$

бунда S — текислик юзи; F — шу текислик юзига бир хил ва тик таъсир қиладиган босим кучи.

Босим халқаро бирликлар системасида паскаль (Па) билан ўлчанади. 1 Па миқдори жиҳатидан кучга перпендикуляр бўлган 1 м² юзага текис тақсимланган 1 Н куч ҳосил қилган босимга тенг (Н/м²). Қаррали кПа ва МПа бирликлар кенг қўлланилади, кг·к/см², бар, кгк/м², (мм сув. уст.) мм сим. уст. каби бирликдан фойдаланиш мумкин. 3.1-жадвалда кўп учрайдиган босим бирликларининг нисбати келтирилган.

3.1-жадвал. Босимнинг турли ўлчов бирликлари орасидаги нисбати

Бирликлар	Па	Бар	кгк/см ²	кгк/м ² (мм сув. уст.)	мм сим. уст.
1 Па	1	10 ⁻⁵	1,0197 · 10 ⁻⁵	0,10197	7,6006 · 10 ⁻⁵
1 Бар	10 ⁵	1	1,0197	1,0197 · 10 ⁴	750,06
1 кгк/см ²	9,8066 · 10 ⁴	0,98066	1	10 ⁴	735,56
1 кгк/м ²	9,8066	0,98066 · 10 ⁻¹	10 ⁻⁴	1	7,3566 · 10 ⁻²
(мм сув. уст.)					
1 мм сим. уст.	133,32	1,3332 · 10 ⁻³	1,33595 · 10 ⁻³	13,595	1

Ўлчашда мутлақ, ортиқча, атмосфера ва вакуум босимлар маъжуд. $P_{\text{мут}}$ — мутлақ босим — модда ҳолатининг (суюқлик, газ, буғ) параметри бўлиб, $P_{\text{атм}}$ — атмосфера ва $P_{\text{орт}}$ — ортиқча босимлар йиғиндисидан иборат:

$$P_{\text{мут}} = P_{\text{атм}} + P_{\text{орт}} \quad (3.2)$$

Ортиқча босим мутлақ ва атмосфера босимлари ораларидаги фарқдан иборат:

$$P_{\text{орт}} = P_{\text{мут}} - P_{\text{атм}} \quad (3.3)$$

Атмосфера босими — ер атмосферасидаги ҳаво устунининг босими; унинг қиймати барометрлар билан ўлчанади, шунинг учун бу босим кўпинча **барометрлик босим** деб аталади. Агар мутлақ босим атмосфера босимидан кичик бўлса, вакуум ёки сийракланиш содир бўлади.

$$P_{\text{в}} = P_{\text{атм}} - P_{\text{мут}} \quad (3.4)$$

Босим асбоблари ишлаш принцигига ва ўлчанаётган катталикнинг турига кўра қуйидаги турларга бўлинади.

Босим ўлчайдиган асбоблар ишлаш принципларига кўра суюқликли, деформацион (пружинали), юк-поршенли, электр, ионли ва иссиқлик турларига бўлинади.

Ўлчанаётган катталикнинг турига кўра босим ўлчаш асбоблари қуйидаги турларга бўлинади:

- 1) манометр — мутлақ ва ортиқча босимни ўлчайди;
- 2) барометр — атмосфера босимини ўлчайди;
- 3) вакуумметр — берк идиш ичидаги суюқлик ва газ босимининг сийракланишини ўлчайди;
- 4) мановакуумметр — ортиқча босим ва босим сийракланишини ўлчайди;
- 5) напоромер — кичик қийматли ортиқча босимни ўлчайди;
- 6) тягомер — кичик қийматли сийракланишни ўлчайди;
- 7) тягонапоромер — кичик қийматли босим ва сийракланишларни ўлчайди;
- 8) дифференциал манометрлар — икки босим айирмасини (босим фарқини) ўлчайди.

Қуйида саноатда энг кўп тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

III-2-§. СУЮҚЛИКЛИ БОСИМ ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ

Бу асбобларнинг ишлаш принципи ўлчанаётган босимнинг суюқлик устунининг гидростатик босими билан мувозанатлашишига асосланган. Асбоблар турли иш суюқликлари, кўпинча симоб, трансформатор мойи, сув ва спирт билан тўлдирилади.

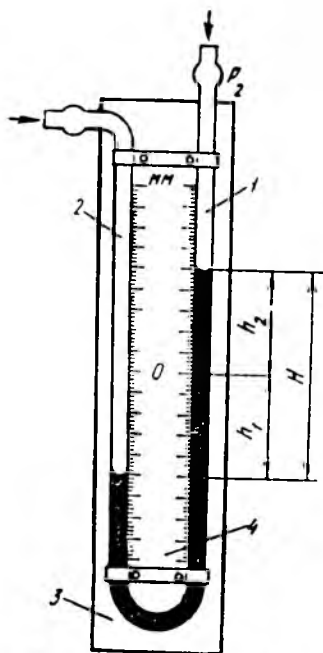
Асбобларда туташ идишлар принципи қўлланади. Уларда иш суюқлиги сатҳлари улар устидаги босим тенг бўлганда мос тушади, босим тенг бўлмаганда эса, суюқлик сатҳи шундай ҳолатни эгаллайдики, бир идишдаги ортиқча босим бошқа идишдаги суюқликнинг ортиқча устунининг гидростатик босим билан мувозанатлаштирилади. Кўпгина суюқликли манометрлар иш суюқлигининг кўринадиган сатҳига эга. Уша сатҳ бўйича кўрсатишларни бевосита ёзиб олиш мумкин. Шундай суюқликли асбоблар гуруҳи борки, уларда иш суюқлигининг сатҳи

бевосита кўриниб турмайди. Сатҳнинг ўзгариши пўкакнинг силжишига ёки бошқа қурилма характеристикаларининг ўзгаришига олиб келади. Бу характеристикалар ё рақамли қурилмалар ёрдамида ўлчанаётган катталиқнинг бевосита кўрсатишини, ёки унинг қийматини ўзгартириш ва масофага узатишни таъминлайди.

Суюқликли асбобларнинг баъзи хилларини кўриб чиқамиз.

Икки найчали манометр. Босим сийракланиши ва босимлар айирмасини (фарқини ўлчаш учун сатҳи кўринадиган икки найчали U-симон манометрлардан, вакуумметрлардан ва дифманометрлардан фойдаланилади. Бундай манометрнинг принципиал схемаси 3.1-расмда тасвирланган. Икки вертикал туташ найча 1 ва 2 металл ёки ёғоч асос 3 га маҳкамланган бўлиб, унга шкала 4 маҳкамланган.

Агар найчанинг очиқ қисмидаги суюқлик устунининг гидростатик босими иккинчи қисмидаги босим билан мос келса, система мувозанат ҳолатда бўлади. Шундай қилиб, қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:



3.1-расм. Икки найчали манометр.

$$P_{\text{мут}} \cdot S = P_{\text{атм}} \cdot S + H \cdot S \cdot g (\rho - \rho_1), \quad (3.5)$$

бу ерда $P_{\text{мут}}$ — ўлчанаётган босим, Па;

$P_{\text{атм}}$ — атмосфера босими, Па;

S — найча кесимининг юзи, м²;

H — суюқлик сатҳининг (устун узунлигининг) фўққл, м;

ρ — суюқликнинг зичлиги, кг/м³;

ρ_1 — манометрдаги суюқлик устидаги муҳитнинг зичлиги, кг/м³;

g — тезланиш кучи, м/с².

Демак,

$$P_{\text{мут}} = P_{\text{атм}} + H \cdot g (\rho - \rho_1), \quad (3.6)$$

$$P_{\text{орт}} = P_{\text{мут}} - P_{\text{атм}} = H \cdot g (\rho - \rho_1). \quad (3.7)$$

Агар манометрдаги суюқлик устида газ бўлса, у ҳолда:

$$P_{\text{орт}} = P_{\text{мут}} - P_{\text{атм}} = H \cdot g \cdot \rho. \quad (3.8)$$

Суюқлик устунни баландлигини топиш учун икки марта устун баладдикларини санаб чиқиш (битта тирсакдаги ка-

майишини, иккинчиси эса, кўпайишини) ва уларнинг қийма-
тини қўшиш лозим, яъни

$$H = h_1 + h_2. \quad (3.9)$$

Босимлар фарқини (ўзгаришини) ўлчашда суюқликли диф-
ференциал икки найчали манометрнинг бир томонига (мусбат)
катта босим, иккинчи томонига эса (манфий) кичик босим бе-
рилади. Мусбат ва манфий томонлардаги суюқлик сатҳининг
фарқи ўлчанаётган босимлар фарқига мутаносиб (ΔP):

$$\Delta P = P_1 - P_2 = H \cdot g(\rho - \rho_1). \quad (3.10)$$

Манометрларда капилляр кучларнинг таъсиридан халос бў-
лиш учун ички диаметри 8...10 мм бўлган шиша найчалардан
фойдаланилади. Агар иш суюқлиги сифатида спирт олинса,
найчаларнинг диаметрини камайтириш мумкин.

Икки найчали манометрлардаги хатоликлар манбаи ма-
ҳаллий эркин тушиш тезланиши g нинг ҳисобий қийма-
тидан четга чиқиши, иш суюқлиги ва ўлчанаётган муҳитнинг
зичлиги ρ ҳам ρ_1 , h_1 ва h_2 баландликларни ўлчашдаги хатолар-
дан иборат. Уларнинг кўрсатиш хатоси 20°C температурада
2 мм дан ошмайди. Улар ноагрессив суюқлик ва газларнинг
ортиқча босими ва сийракланишини 0...10 кПа чегараларда
ўлчаш учун мўлжалланган. Мазкур асбоблардан босимлар
фарқини ўлчашда дифманометр сифатида фойдаланиш мум-
кин.

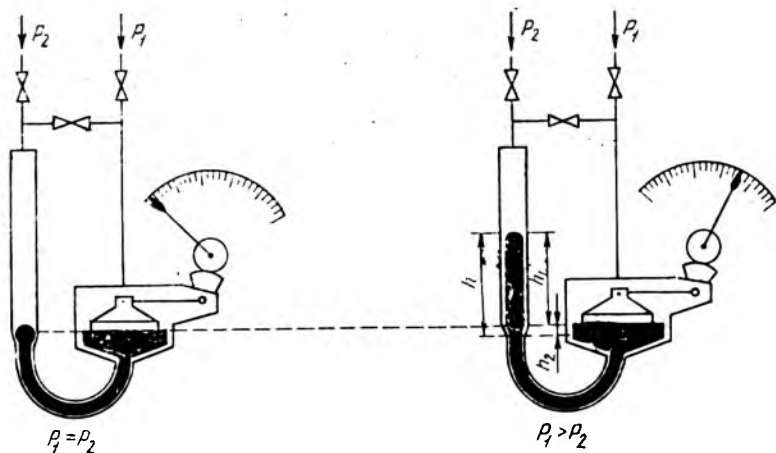
Тузилишига қараб найчали суюқликли асбобларнинг бир
найчали (косали), оғма найчали ва бошқа турлари мавжуд.
Бу асбоблар икки найчали асбобнинг бир тури бўлиб, иккин-
чи найча ўрнига кенг идиш (коса) ишлатилади.

Суюқликли асбоблар лаборатория ва ишлаб чиқариш таж-
рибасида кенг қўлланади. Уларнинг камчиликлари — кўрса-
тишларни масофага узатиш мумкин эмаслиги, ўлчаш чегара-
ларининг кичиклиги, кўрсатишларнинг яққол эмаслиги ва ме-
ханик мустаҳкам эмаслигидан иборат.

Техник ўлчашларда комбинациялашган суюқликли-механик
асбоблар қўлланади. Улар юқорида кўрилган асбоблардан
фарқи ўлароқ иш суюқлигининг кўринадиган сатҳига эга
эмас. Уларга пўкакли (қалқовичли), қўнғироқли ва ҳалқали
асбоблар кирди.

Қалқовичли дифманометрлар. Қалқовичли дифманометр-
ларнинг ишлаш принципи косали манометрларникига ўхшаш,
аммо уларда босимни ўлчашда косадаги суюқлик сатҳининг
ўзгариши натижасида қалқовичнинг силжишидан фойдалани-
лади. Узатиш қурилмаси ёрдамида қалқовичнинг силжиши
стрелкага узатилади. Булар, кўпинча, босимнинг ўзгаришини
ўлчаш учун ишлатилади.

3.2- расмда қалқовичли дифманометр схемаси кўрсатилган. Катта
босим бериладиган идиш мусбат, кичик босим бериладиган идиш ман-
фий дейилади. Мусбат идишга $P_1 > P_2$ босим берилганда унда-



3.2- расм. Қалқовичли дифманометр схемаси.

ги суюқлик сатҳи h_2 га пасайиб, манфий идишдаги сатҳ h_1 га кўтарилди. $P_1 - P_2$ босимлар айирмаси суюқлик устунининг h узунлиги орқали мувозанатлашади:

$$h = h_1 + h_2 \quad (3.11)$$

Системанинг мувозанат шarti қуйидаги формула орқали ифодаланadi:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = h \cdot g (\rho - \rho_1), \quad (3.12)$$

бунда ΔP — босимлар фарқи, Па;

ρ — дифманометр ичидаги суюқликнинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Цилиндр шаклидаги идишлар учун бу шарт қуйидаги тенглама орқали ифодаланadi:

$$S_1 \cdot h_1 = S_2 \cdot h_2 \quad (3.13)$$

бунда S_1 — манфий идиш кесимининг юзаси, м^2 ; S_2 — мусбат идиш кесимининг юзаси, м^2 ;

(ёки

$$h_1 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = h_2 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (3.14)$$

бу ерда d ва D — манфий ва мусбат идишларнинг диаметри, м.

(3.14) тенгламадан

$$h_1 = h_2 \frac{D^2}{d^2} \quad (3.15)$$

(3.15) тенгламни (3.11) га қўйсақ, қуйидагига эга бўламиз:

$$h = h_2 \left(1 + \frac{D^2}{d^2} \right). \quad (3.16)$$

(3.16) ни (3.12) га қўямиз

$$P_1 - P_2 = \Delta P = h_2 \left(1 + \frac{D^2}{d^2} \right) \cdot g \cdot (\rho - \rho_1) \quad (3.17)$$

Маълум асбоб учун $\left(1 + \frac{D^2}{d^2} \right)$ ва $(\rho - \rho_1)$ катталиклар доимий бўлгани учун уларни K ва K_1 орқали ифодаalayмиз:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = K \cdot K_1 \cdot h_2 \quad (3.18)$$

Шундай қилиб, дифманометр идишларидаги босимлар фарқи қалқовичнинг силжиши билан таърифланади. Агар мусбат идишнинг ҳажми ўзгармас бўлиб, манфий идишнинг диаметри ва узунлиги ўзгартирилса, босимлар фарқини ўлчаш чегараларини ўзгартириш мумкин. (3.11) ва (3.15) тенгламаларни биргаликда ечамиз:

$$d = D \sqrt{\frac{h_2}{h - h_2}} \quad (3.19)$$

(3.19) тенгламадан D , h ва h_2 ларнинг берилган қийматларида ниғичка идишнинг керакли диаметри аниқланади.

Сўнги вақтларгача қалқовичли дифманометрларда тўлдирувчи суюқлик сифатида симоб, вазелин мойи, шунингдек, трансформатор мойи ишлатилар эди, аммо ҳозир симобнинг зарарлилиги туфайли унинг ишлатилиши кескин чекланган, шунинг учун қалқовичли асбоблар ўрнига кўпроқ деформацион асбоблар ишлатилмоқда.

Қалқовичли дифманометрларнинг турли мақсадларга мўлжалланган хиллари чиқарилади. Симоб билан тўлдирилган дифманометрлар учун босим фарқини ўлчаш чегараси 6,3 дан 25 МПа гача, ортиқча босимни ўлчаш чегараси эса 4 дан 40 МПа гача. Мой билан тўлдирилган дифманометрлар учун босим фарқини ўлчаш чегараси 40 Па дан 4 кПа гача, статик ортиқча босимни ўлчаш чегараси эса 0,25 МПа гача. Техник дифманометрлар 1 ва 1,5 аниқлик синфида чиқарилади. Қалқович силжиши босимнинг максимал фарқида дифманометрнинг барча модификациялари учун 30,5 мм га тенг.

Кўрсатишларни 50 м дан ортиқ масофага узатиш зарур бўлганда, шунингдек, асбоблар бошқариш шчитларида ўрнатилган ҳолларда электр ва пневматик ўзгарткичли масофага узатувчи дифманометрлар қўлланади.

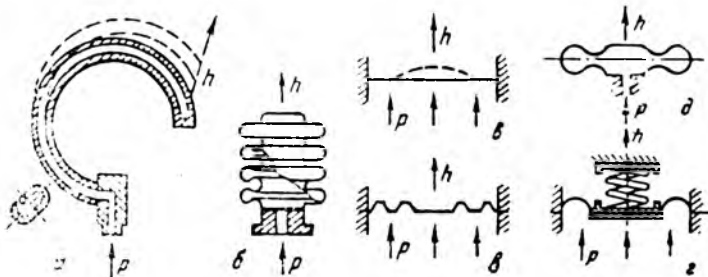
Асбобсозлик саноати ДП туридаги кўрсатувчи ва ўзи ёзар қалқовичли дифманометрлар чиқаради. Етти тур — ўлчамли алмаштириладиган идишлар чиқарилади. Улар 25 МПа гача статик босимда 6,3 кПа (630 кгк/см^2) дан 0,1 МПа (1 кгк/см^2) гача бўлган босимлар фарқини ўлчайди. Асбобларнинг хатоликлари ўлчаш чегарасининг $\pm 2\%$ идан ошмайди.

Юқорида кўрилган суюқликли манометрларнинг ва дифманометрларнинг афзаллиги уларнинг соддалиги ва катта аниқликда ўлчашда ишончилигидадир.

III.3-§. ДЕФОРМАЦИОН (ПРУЖИНАЛИ) АСБОБЛАР

Пружинали асбобларнинг ишлаш принципи босим таъсирида турли эластик элементларнинг деформацияланиши ёки уларнинг кучини ўлчашга асосланган. Эластик элементда босим кучи таъсирида вужудга келадиган деформацияланиш натижасида ўлчов асбобининг стрелкаси тўғри чизиқли ёки бурчакли шкала бўйича сурилиб, босим миқдори P ни кўрсатади.

Пружинали асбобларнинг ўлчаш аниқлиги юқори бўлиши учун улардаги эластик элементлар эластиклик модули ва термик кенгайиш коэффициентлари кам бўлган материаллардан тайёрланган бўлиши ва гистерезис ҳамда қолдиқ эластиклик ҳодисалари бўлмаслиги талаб қилинади.



3.3- расм. Эластик сезгир элементлар.

Пружинали асбоблар ортиқча босим, сийракланиш, босимлар фарқи ва шу кабиларни ўлчаш учун кенг қўлланади. Кенг тарқалган эластик сезгир элементлар 3.3-расмда тасвирланган, уларга найчали пружина (а), сильфонли (б), ясси ва гофрланган мембраналар (в, г), мембранали қутича (д), бикр марказли юмшоқ мембраналар (е) киради.

Статик характеристиканинг шакли ва тиклиги сезгир элементнинг конструкциясига, материалга ва температурага боғлиқ. Иш диапозони, эластик деформациялар соҳасида, сезгир элемент босим билан ортиқча юкланган ҳоллар учун заҳира билан таъминланган ҳолда танланади. Сезгир элементларнинг эластиклик ҳолати куч бўйича қаттиқлик коэффициенти билан характерланади:

$$K_F = \frac{F}{h} = \frac{P \cdot S_3}{h}, \quad (3.20)$$

бунда F , S_3 — мос равишда эластик сезгир элементга таъсир этадиган куч ва элементнинг фойдали юзи; h — сезгир элемент эркин учининг силжиши.

Пружинали асбобларнинг қийматли хоссаси қурилманинг соддалиги, ишончилиги, универсаллиги, ихчамлиги ва ўлчанаётган катталикларнинг катта диапозонидан иборат.

Найчасимон пружинали асбоблар. Сезгир элемент сифатида

найчасимон манометрик пружина ишлатилган деформацион асбоблар лаборатория ва ишлаб чиқариш амалиётида кенг тарқалган. Айниқса, бир ўрамли найчасимон пружинали асбоб — манометр, вакуумметр, мановакуумметр ва дифманометрлар жуда кўп қўлланади. Найчасимон пружинали асбобларнинг ишлаш принципи ўлчанаётган босимнинг бир ўрамли ёки кўп ўрамли найчасимон пружинанинг эластик деформация кучи билан мувозанатлашувига асосланган.

Айлана ёйи бўйича букилган эллиптик ёки ясси овал кесимли найчасимон бир ўрамли пружина найча ичидаги ортиқча босим ёки сийракланишнинг ўзгариши натижасида ўзининг букилишини ўзгартиради (3.3- расм, а).

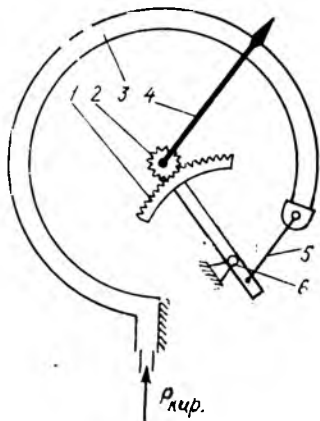
Ўлчанаётган ички ва ташқи атмосфера босимлари фарқи таъсирида найчали пружина деформацияланади: найча кесимининг кичик ўқи катталашади, катта ўқи кичиклашади, бунда пружина бўшашади ва унинг эркин учи 1...3 мм га силжийди. 5 МПа гача бўлган босим учун найчали пружиналарни жездан, бронзадан, ундан ҳам юқори босимлар учун — легирланган пўлат ва никель қотишмаларидан тайёрланади.

Кўрсатувчи, ўзиёзар, сигнал берувчи манометрларнинг ва найчасимон пружинали босим ўзгартиргичларнинг кўпи ўзгартгич қурилмалардан иборат. Уларда босим кетма-кет сезгир элементнинг ва у билан боғланган механик кўрсатувчи, қайд қилувчи контактли қурилманинг, пневматик ва электр ўзгартгич элементининг силжишига ўзгартирилади.

3.4-расмда бир ўрамли пружинали манометрларнинг кинематик схемаси келтирилган. Босим ўзгариши натижасида пружина 3 учининг силжиши тортқи 5 орқали ўқ 6 да айланаётган сектор 1 га узатилади. Секторнинг бурчакли силжиши тишли илашма ёрдамида трибка 2 нинг айланишига олиб келади. Трибканинг ўқиға кўрсатувчи стрелка 4 бириктирилган.

Найчанинг бўш учида силжиш унча катта бўлмагани сабабли, кўпинча, кўп ўрамли найчасимон пружиналар ишлатилади. Кўп ўрамли (геликоидал) найчасимон пружинали манометрларнинг иш органи олти, тўққиз ўрамли ясси найчадан ҳосил қилинган цилиндрик спираль шаклга эга. Геликоидал найчасимон пружинали манометрлар ўзиёзар ва кўрсатишларни масофага узатувчи бўлади.

Найчасимон пружинали манометрлар кўрсатишларни ҳисоблаш, ёзиш, сигнал бериш ва кўрсатишларни масофага узатиш учун мўлжалланган.



3. 4- расм. Пружинали манометрнинг кинематик схемаси.

Ҳозир пневматик ва электр датчикларнинг унификацияланган системасига киритилган пружинали асбобларнинг кўп помли турлари чиқмоқда. Бу асбоблар стандарт, пневматик, электр сигналлардан ишлайдиган иккиламчи асбоблар ва махсус қурилмалар комплектида қўлланади. Асбобсозлик саноати 0,1 дан 1000 МПа (1...10000 кгк/см²) гача бўлган босимларни ўлчайдиган асбоблар ишлаб чиқаради. Техник манометр, вакуумметр ва мановакуумметрлар 1; 1,6; 2,5 ва 4 аниқлик синфига эга. Намуна асбобларнинг аниқлик синфи 0,16; 0,25 ва 0,4.

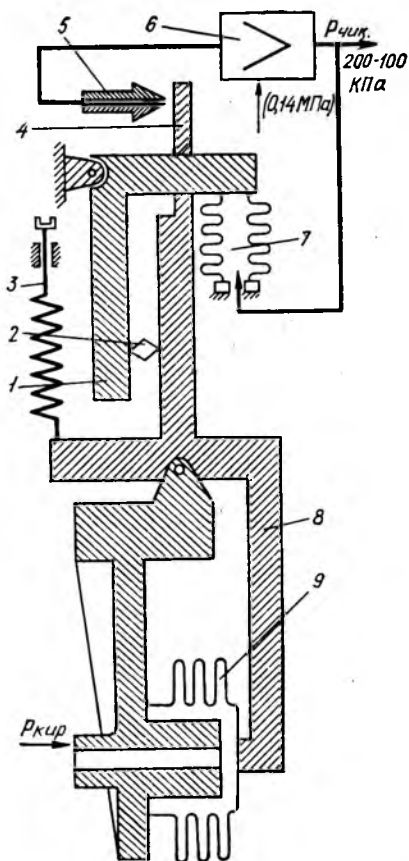
Сильфонли асбоблар. Ҳозир сезгир элемент сифатида сильфонли асбоблар кенг қўлланмоқда. Сильфонлар жез, бронза, зангламас пўлат ва бошқалардан тайёрланади. Уларнинг баъзи турлари винтсимон пружинали қилиб тайёрланади, бунинг натижасида гистерезис ва ночизиқлик таъсири камайиб, асбобнинг қўлланиш диапазони кенгайди. Сильфонлар бир қатламли ва кўп қатламли бўлади. Одатда, сильфонларнинг диаметри 12...100 мм, узунлиги 13...100 мм, гофрилари сони 4...24 атрофида бўлади. Сильфонларнинг силжиши 2,8...21 мм. Уларнинг силжиш катталиги сильфонларни ўзиёзар асбобларда қўллашга имкон беради. Сильфонга таъсир этган ички ёки ташқи босим натижасида сильфон узунлиги ўзгаради.

Кўрсатувчи ва ўзиёзар асбобларда сильфонли сезгир элементлардан куйидаги турлари ишлатилади: МСП, МСС (манометрлар), МВСС (мановакуумметрлар), ВСП, ВСС (вакуумметрлар), ДСП, ДСС (диффометрлар), НСП, НСС (напорометрлар), ТмСП, ТмСС (тягометрлар), ТНСП, ТНСС (тягонапорометрлар).

Бу асбобларнинг кўпчилиги пневматик ва унификацияланган электр датчиклар системасига киради.

Сильфонли напорометр ва тягометрларда кичик босимларни 40000 Па (4000 кгк/м²); вакуумметрик босимни (0,1 м Па гача); мутлақ босимни (2,5 мПа гача); ортиқча босимни (60 мПа гача); босимлар фарқини (0,25 мПа гача) ўлчаш учун қўлланади.

3.5-расмда сильфонли пневматик тягонапорометр (ТНС-П) нинг принцинал схемаси кўрсатилган. Бу асбоб ўлчашнинг пневматик тармоғига киради. Унинг вазифаси босим ёки сийракланишни масофага узатувчи мутаносиб пневматик сигналга узлуксиз айлантиришдир. Асбобнинг ишлаш принципи пневматик куч компенсациясига асосланган. Компенсация махсус пневматик қурилма ёрдамида бажарилади. Ўлчанаётган босим ёки сийракланиш сильфон — сезгир элемент 9 ёрдамида тўғри мутаносиб кучга айланади. Бу куч автоматик равишда тескари боғланиш кучи орқали мувозанатлашади. Мувозанатлаш ричаг 8, заслонка (тўсиқ) 4 ва Г-симон ричаг 1 дан ташкил топган пишангли механизм орқали бажарилади. Тескари



3. 5- расм. Сильфонли пневматик тяго-напорометрнинг принципиал схемаси.

риш мақсадида, кўпинча, сильфон ичига пружина ўрнатилади.

Мембранали асбоблар. Сўнгги йилларда мембранали асбоблар тобора кенг қўлланмоқда. Бу асбобларда сезгир элемент сифатида эластик материаллардан тайёрланган юмшоқ, шунингдек гофрланган пластинкасимон мембраналар ёки гофрланган мембрана қутичалар ишлатилади. Мембранали асбоблар билан, унча катта бўлмаган ортиқча босимлар ва сийракланишлар (манометрлар, напорометрлар ва тягометрлар) ҳамда босимлар фарқи (дифманометрлар) ўлчанади.

Мембрананинг эгилишдаги эластиклиги унинг геометрик ўлчамларига (диаметри, қалинлиги, гофрларининг сони, шаклига), материалга ҳамда унга таъсир қиладиган босимга боғлиқ. Мембранадаги гофрлар унинг бикрлигини оширади

боғланиш кучи компенсацион элемент — тескари боғланиш сильфони 7 даги сиқилган ҳаво босими орқали ҳосил бўлади. Ўлчанаётган босим ўзгариши билан пишанг 8 ва тўсиқ 4 соплго 5 га нисбатан силжийди. Натижада соплго 5 нинг йўлида номослик сигнали пайдо бўлади. Бу сигнал кучайтиргич 6 дан тескари боғланиш сильфонига келган босимни бошқаради. Ўлчанаётган параметрнинг ўлчови бўлган босим бир йўла масофага узатиш линиясига ҳам юборилади. Асбобни сошлаш учун ролик 2 хизмат қилади, у ричаг 1 ва 8 лар бўлаб ҳаракат қилади. Пружина 3 асбобни ноль белгисига созлайди.

Пневматик сигнални 300 м масофага узатиш мумкин. Бундай сильфонли асбоблар турли хилда ва модификацияда чиқарилади ҳамда турли чегарали ўлчовларга мўлжалланган. Уларнинг аниқлик синфи 1 ва 1,5.

Сильфонларнинг асосий камчиликлари гистерезис мавжудлиги ва характеристиканинг бирмунча ночизиклигидир. Гистерезис таъсирини камайтириш ва бикрликни ошириш

на характеристикасининг тўғри чизиqli бўлишини таъминлайди.

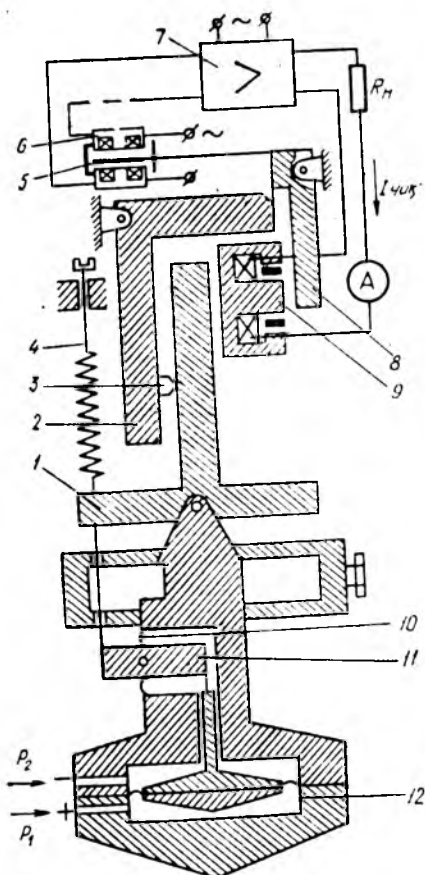
Мембрананинг бикрлигини ошириш мақсадида унинг ўрта қисмига қаттиқ материалдан ясалган диск ёки пружина ўрнатилади. Мембрана резина, пластмасса, латунь, бронза ва бошқа материаллардан тайёрланади. Бронзадан тайёрланган мембрананинг қалинлиги ўлчанадиган босим миқдорига қараб 0,02...1,0 мм бўлиши мумкин.

Мембранага иккала томондан таъсир этадиган босимлар фарқи таъсирида унинг маркази силжийди. Мембрана марказининг босим таъсирида силжиши катта эмас ва 1,5...2,0 мм ни ташкил этади. Бу ҳол асбобларнинг сезгирлигини камайтиради ва узатиш сони катта бўлган механизм қўллашни талаб этади. Мембрана асбобларнинг бу камчиликлари уларни ишлатиш доирасини чеклайди.

Мембрана эластик сезгир элементлар кўпроқ мембранали қўтича кўринишида, асбобларда кичик босим ва сийраклишни ўлчашда ишлатилади.

Бундай мембранали асбоблар турли модификацияларда ишланади ҳамда ± 250 Па дан ± 25 кПагача бўлган ўлчаш чегараларига мўлжалланган. Уларнинг аниқлик синфи 1,5 ва 2,5.

Электр ва пневматик тармоқлар таркибига кирган юмшоқ мембранали дифманометрлар (ДМ) кенг тарқалган. 3.6-расмда газ босими фарқларини масофага узатиладиган электр сигналларга узлуксиз айлантиришга мўлжалланган мембранали электр дифманометрнинг принципиал схемаси келтирилган. Асбобнинг ишлаш принципи электр сигналли куч компенсациясига асосланган. Ўлчанаётган босимлар фарқи мембранали ўлчаш блоки 12 нинг мусбат ва манфий камераларига келтирилади. Мембрана ёрдамида босимлар фарқи унга про-



3. 6- расм. Юмшоқ мембранали дифманометрнинг принципиал схемаси.

порционал кучга айлантирилади. Мембранада ҳосил бўлган куч пишанг 11 ёрдамида ўзгартгичнинг пишангли узатиш механизмга узатилади. Ўзгартгич Т-симон пишанг 1, Г-симон пишанг 2 ва пишанг 8 дан иборат бўлиб, тескари боғланиш кучи билан мувозантланади. Тескари боғланиш кучи магнитоэлектр механизм 9 да (тескари боғланиш қурилмаси) босимлар фарқи ўзгариши билан ҳосил бўлади. Бунда пишангли 8, номослик индикатори 6 нинг байроқчаси 5 ни силжитади. Индикаторда пайдо бўлган номослик электр сигнали кучайтиргич 7 да кучаяди ва магнитоэлектр куч қурилмаси 9 га келади. Шу билан бирга бу сигнал масофага узатиш линиясига келади ва ўлчанаётган параметр қийматини билдиради. Шундай қилиб, асбобнинг чиқиш сигнали ўлчанаётган босимлар фарқига тўғри мутаносиб. Асбобнинг ноль белгисига созланиши пружина 4 ёрдамида бажарилади. Бу турдаги асбоблар босимларни 100 Па дан 6,3 кПа гача чегараларда ўлчаш учун мосланган; асбобларнинг аниқлик синфи 1.

Мембранали асбобларнинг камчилги — сезгир элемент қўзғалувчан марказининг суст юриши, мембрана бикрлигини ҳисобдан чекланиши ва уни ростлаш мураккаблигидадир. Сезгир элементларнинг бу камчилиги электр ва пневматик куч компенсацияси схемаси бўйича қурилган асбобларда бартаф этилади.

Қовушоқ суюқликлар ва кимёвий агрессив муҳитлар босимни ўлчаш учун мембранали манометрлар энг қулай, чунки асбоблар ниппелидаги тўғри ва кенг канал ҳамда мембрана остидаги катта бўшлиқ қовушоқ суюқлик учун эркин йўл очиб беради ва ифлосланиш эҳтимолининг олдини олади. Асбоб сезгир қисмининг содда шакли мембранани агрессив муҳит таъсиридан енгиллик билан ҳимоя қилади. Бунинг учун мембрананинг пастки сирти кимёвий чидамли металлдан қилинган юрқа фольга билан ёки чидамли пластмасса (фторопласт ва ҳ.) дан қилинган плёнка билан қопланади.

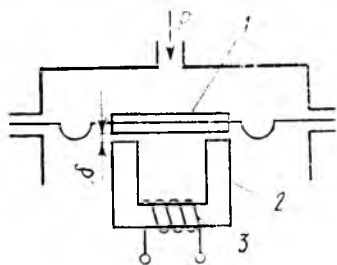
III.4-§. ЭЛЕКТР АСБОБЛАР

Бу гуруҳдаги асбобларнинг ишлаш принципи босимни у билан функционал боғлиқ бўлган бирор электр катталиқка бевосита ёки билвосита ўзгартиришга асосланган. Буларга индуктив, сиғимли, қаршиликли, пьезоэлектр ва бошқа манометрлар киради.

Босимни ўлчашнинг энг кўп тарқалган воситалари куч компенсацияси асосида қурилган асбоблар ҳисобланади: Бироқ улар кўпинча параметрлар (кўрсаткичлар) бўйича температура хатолиги, тез таъсирчанлиги, габарит ўлчамлари ва массаси бўйича анча мукамал ўзгарткичлардан (индуктив, сиғимли, тензорезисторли, пьезоэлектрик ўзгарткичлардан) орқада қолади. Бундан ташқари, куч компенсацияли ўзгарткичларнинг ва пишангли системаларнинг конструкциясида ҳаракатланувчи массаларнинг бўлиши ўлчаш воситаларининг зарбга чидам-

лилигига қўйиладиган замонавий талабларнинг қондирилишини қийинлаштиради.

Ҳозир микроэлементли техникани кенг жорий қилиш ва схемали ҳамда конструктив ечимларни тақомиллаштириш асосида юқорида қараб чиқилган босимни ўлчашнинг анъанавий воситалари янада замонавий комплекс қурилмалар билан доимо сиқиб чиқарилмоқда. Бу албатта, турли тармоқларда ТЖАБС ни яратишда шарт ва талабларнинг турли туманлиги сабабли аввал ишлаб чиқарилган босимни ўлчаш ўзгарткичларидан (БЎЎ) фойдаланишдан тўла воз кечиш кераклигини англамайди.



3.7- расм. Индуктив манометр схемаси.

Индуктив асбобларнинг ишлаш принципи ғалтак индуктивлигининг ташқи босим таъсиридан ўзгаришига асосланган.

3.7-расмда индуктив ўзгарткирувчи элемент билан жиҳозланган босимни ўлчаш ўзгарткичининг схемаси кўрсатилган.

Босимни қабул қилувчи мембрана 1 ўрамли электромагнит 2 нинг ҳаракатланувчи якори ҳисобланади. Ўлчанаётган босим таъсирида мембрана силжийди, бу индуктив ўзгарткичли элементнинг электр қаршилигини ўзгарттиради. Агар ғалтакнинг актив қаршилиги, магнит оқимлари ҳисобга олинмаса ва ўзакда йўқотилса, ўзгарткич элементнинг L индуктивлигини қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин.

$$L = W^2 \mu_0 \cdot S / \delta \quad (3.21)$$

бу ерда W — ғалтак ўрамлари сони, μ_0 — ҳавонинг магнит сингдирувчанлиги, S — магнит ўтказгич кўндаланг кесимининг юзи, δ — ҳаво оралигининг узунлиги.

Мембрананинг деформация катталиги ўлчанаётган босимга мутаносиблигини эътиборга олиб

$$\delta = K \cdot P. \quad (3.22)$$

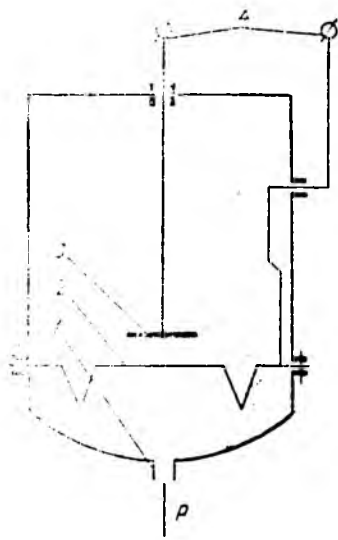
(3.21) тенгламани қуйидаги кўринишга келтирамиз:

$$L = W^2 \cdot \mu_0 \cdot S / K \cdot P \quad (3.23)$$

(3.23) тенглама босимни ўлчаш индуктив ўзгарткичнинг статик характеристикасини ифодалайди.

L ни ўлчаш, одатда, ўзгарувчан ток кўприклари ёки резонансли LC -контурлар томонидан амалга оширилади. 0,5...1,0 МПа босимда мембрананинг қалинлиги 0,1...0,3 мм, босим 20...30 мПа бўлганда эса 1,3 мм. Мембрананинг силжиши миллиметрнинг юздан бир улушини ташкил этади. Индуктив босим ўзгарткичларнинг асосий хатоси $\pm (0,2—5)\%$.

Сигимли манометрларнинг ишлаш принципи босим ўзгариши билан ясси конденсатор қопламалари ўртасидаги масофа-



ни ўзгартириши натижасида унинг сифимнинг ўзгаришига асосланган. Сифимли манометрнинг принципаал схемаси 3.8-расмда келтирилган. Ўлчанаётган босим асбобга найча 1 орқали келади ва мембрана 2 орқали қабул қилинади. Мембрана 2 ва электрод 3 конденсатор қопламаларини ҳосил қилади. Конденсатор эса ўлчаш схемасига қисма 4 лар орқали ўланади. Конденсатор сифимининг қопламалар ўртасидаги масофага боғлиқлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$C = \frac{S \cdot \epsilon}{l}, \quad (3.24)$$

бунда S — қопламалар юзи; ϵ — қопламалар орасидаги муҳитнинг диэлектрик сингдирувчанлиги; l — қопламалар ўртасидаги масофа.

3.8- расм. Сифимли манометр схемаси.

Босим таъсирида мембрана эгилиб, электрод 3 га яқинлашади. Мембрананинг эгилиши натижасида l масофа ўлчанаётган босимга нисбатан мутаносиб ўзгаради. Қопламалар юзи ва диэлектрик сингдирувчанлик ўлчаш жараёнида ўзгармайди. Шунинг учун (3.24) ифодани қуйидагича ёзиш мумкин:

бундан

$$C = K/l \quad (3.25)$$

$$K = S \cdot \epsilon$$

Шундай қилиб, конденсатор сифими ўлчанаётган босимга мутаносибдир. C ни ўлчов ахбороти сигналига айлантириш учун, одатда, ўзгарувчан ток кўприкларидан ёки резонансли LC -контурлардан фойдаланилади. Сифимли асбоблар 120 МПа га-ча бўлган босимни ўлчашда қўлланади. Мембрананинг қалинлиги 0,05...1 мм. Улардан тез ўзгарувчи босимларни ўлчашда фойдаланилади. Сифимли манометрларнинг кўрсатишига атроф муҳитнинг температураси таъсир қилади. Чунки температура ўзгариши натижасида қопламалар ўртасидаги масофа ўзгаради. Сифимли манометрларнинг яна бир камчилиги паразит сифимлар таъсиридир. Ўлчаш хатолиги асбоб шкаласининг $\pm 0,2...5\%$ идан ошмайди.

Қаршилиқ манометрларининг ишлаш принципи сезгир элемент қаршилигининг ташқи босим таъсирида ўзгаришига асосланган. Сезгир элементлар қаторига манганин, платина, константан, вольфрам, яримўтказгич ва ҳоказолар киради. Қаршилиқ манометрларида қўллаш учун энг қулайи манганиндир.

Манганин ΔR электр қаршилик орттирмасининг P босимга нисбатан чизиқли боғланишига эга:

$$\Delta R = K_p \cdot R \cdot P, \quad (3.26)$$

бу ерда K_p — манганин қаршилигининг ўзгариш коэффициентини, $1/\text{Па}$; R — қаршилик, Ом.

Манганин қаршилигининг чизиқли боғланиши тажриба маълумотларидан 3000 мПа босимгача тасдиқланади. Бундан ташқари, манганин электр қаршилигининг температура коэффициенти жуда кичик. Ўзгартгич сезгирлигининг кичиклиги бу манометрларни жуда юқори (100 мПа дан ортиқ) босимларни ўлчаш учун қўллашга йўл қўймайди. Манганин учун $K_p = 22,95 \cdot 10^{-2}$ дан $24,61 \cdot 10^{-2}$ $1/\text{Па}$ гача.

Ўзгартгичдаги манганин қаршилигини ўлчаш учун, одатда, кўприклар, аниқ ўлчовлар учун эса потенциометрлар қўлланади. Манганин қаршиликли манометрларнинг йўл қўядиган асосий хатоси $\pm 1\%$ дан ошмайди.

Асбобсозлик саноатида чиқарилаётган ММ-2500 манганинли манометрлар 2500 мПа гача босимни ўлчайди.

Яримўтказгичли датчикларнинг пьезокоэффициенти манганинникидан минг марта ортиқ, лекин датчиклар қаршилигининг босимга бўлган боғланиши ночизиқлидир. Бундан ташқари, катта миқдордаги гистерезис мавжуд бўлиб, температура ҳам ўз таъсирини кўрсатади. Яримўтказгичли қаршилик датчиклари механик жиҳатдан пишиқ эмас, улар 10 мПа дан ортиқ босимларни ўлчашга яроқсиз.

Электр қаршилик усули бўйича босимни ўлчашда сезгир элемент сифатида тензодатчиклар қўлланилади. Тензометрнинг ишлаш принципи куч ёки унга мутаносиб бўлган деформацияни деформацияланган жисмга ёпиштирилган сим қаршилигининг ўзгаришига айлантиришдан иборат.

Сезгир элемент деталига ёпиштирилган тензодатчиклар ўлчанаётган босим P ни электр қаршилик ўзгариши билан сезади. Бу тензосезгирлик коэффициенти K_T билан баҳоланади:

$$K_T = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l} \quad (3.27)$$

бунда $\Delta R/R$ — тензометр қаршилигининг нисбий ўзгариши; $\Delta l/l$ — симнинг нисбий деформацияси; K_T — коэффициент қиймати металллар учун 0,5 . . . 4,0 чегарасида бўлади.

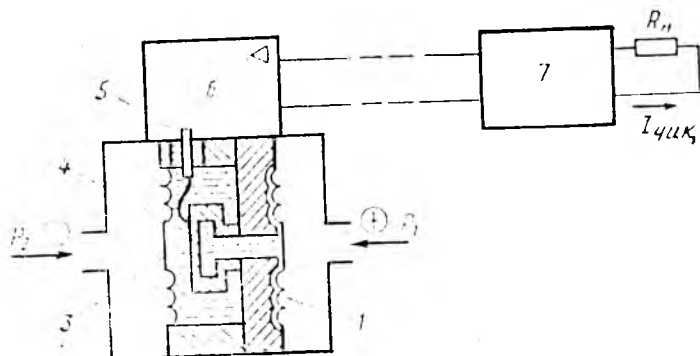
Юқори метрологик ва фойдаланиш характеристикаларига эга бўлган тензорезисторли босимни ўлчаш ўзгарткичлари бир қатор афзалликларига кўра: габарит ўлчамлари ва массаси кичик, вақт бўйича юқори даражада барқарор, аниқлиги юқори, тебранишга чидамлилиги турли агрессив муҳитлар билан контактда ишлаши мумкинлиги, учқунга ҳавфсиз қилиб ишлаганига кўра янада кенгроқ тарқалмоқда. Автоматик назоратнинг саноат системалари учун ва ўзгармас токнинг (0...5; 0...20 ёки

4...20 мА) стандарт чиқиш сигналлари билан ишловчи микро-процессор техникаси асосидаги ТЖАБС таркибидаги система-лари учун Сапфир сериясидаги электр ўлчов тензометрик ўз-гарткичлари комплекси ишлаб чиқарилмоқда: одатдагича ишланган Сапфир-22 ва портлашдан ҳимояланган турдаги Сап-фир-22 Ех. Ўзгарткичларнинг аниқлик синфи 0,25 ва 0,5.

Сапфир сериясидаги ўлчов ўзгарткичлар комплекси мутлақ ва ориқча босимни, сийракланишни, шунингдек суюқлик ва газларнинг сарфланишини, кимёвий актив, қовушоқ ва кри-сталланувчи суюқликларнинг сатҳини, суюқ муҳит зичлигини ва босим билан боғлиқ бошқа катталикларни кенг доирада назорат қилишга имкон берувчи датчиклар қаторига кириди.

Сапфирнинг ишлаш принципи кремнийнинг гетерозпитакси-ал плёнкаларидаги тензорезистив эффектдан фойдаланишга асосланган. Ўлчанаётган параметрнинг таъсири техноплёнкали ярим ўтказгичли тензорезисторли сезгир элементни дефор-мациялайди. Тензорезисторлар деформацияси натижасида қарши-ликнинг ўзгариши электрон қурилмалар ёрдамида меъёрлаш-тирилган токли чиқиш сигналига айланади.

Сапфир-22 ўзгарткич комплекти кучайтирувчи қурилмаси бўлган ўлчов блокдан ва манба блокдан иборат. Сезгир эле-мент деформацияси, ўлчанаётган параметрнинг мутаносиб катталиги кремнийли тензорезисторларнинг қаршилигини ўз-гарттиради. Электрон қурилма қаршиликнинг бу ўзгаришини ўзгармас токнинг меъёрлаштирилган чиқиш сигналига алмаш-тиради.



3.9- расм. Сапфир- 22 ДД- ЕХ босимлар фарқини ўлчовчи ўзгарт-кичнинг схемаси.

3.9- расмда Сапфир-22 ДД-Ех босимлар фарқини ўлчовчи ўзгарткичнинг схемаси кўрсатилган. Тензоўзгарткич 4 металл мембранадан иборат бўлиб, унга юқори томондан номувозанат кўприкнинг елкаларини ташкил этувчи тўртта кремнийли тен-

резисторлар билан чанглатилган сапфирли мембрана кавшарланган. Тензоўзгарткич 2 асосга маҳкамланган ва ўлчанаётган муҳитдан иккита ажратувчи металл мембраналар 1 ва 3 билан бўлинган. Термоўзгарткич ва мембраналар орасидаги берк бўшлиқлар полиметилсилоксанли суюқлик билан тўлдирилган. Босимларнинг ўлчанувчи фарқи $P_1 - P_2$ — тензоўзгарткичларга айтиб ўтилган мембраналар ва суюқликлар орқали таъсир қилади. Тензоўзгарткич герметик чиқишлар 5 орқали киритилган электрон қурилма 6 га уланади. Шу қурилма ёрдамида тензорезисторлар қаршилигининг ўзгариши меъёрлаштирилган токли чиқиш сигналига алмашади, у масофадан туриб узатиш учун ҳавфсиз уч ўтказгичли линия бўйича таъминот блоки 7 га узатилади. Таъминот блоки портлашга ҳавфсиз хонага ўрнатилади ва бирламчи ўзгарткичнинг икки ўтказгичли линия бўйича таъминотини таъминлайди. Шу линиянинг ўзидан чиқувчи токли сигнал узатилади. Кўрсатилган вазифа билан бир қаторда таъминот блоки чиқиш сигналининг қувватини ташқи R_n юкланишни улаш учун зарур сатҳгача оширади ва чиқиш сигналининг берилган қийматини шакллантиради (0...5, 0...20 ёки 4...20 мА). Ортиқча босимли мутлақ босимли ва сийракланиш тензорезисторли ўзгарткичларда қараб чиқилганларга ўхшаш, ўлчов блокларидан фойдаланилади. Фарқи шундаки, ўлчовчи ўзгарткич, объектга «плюсли камера» билан уланади, «минусли камера» орқали эса атмосфера билан уланади. Мутлақ босимни ўлчовчи ўзгарткичларда минусли камера вакуумланган.

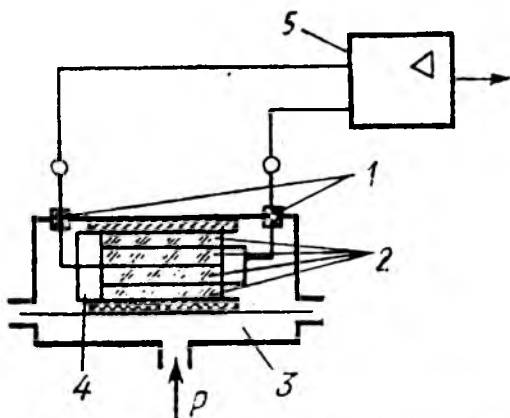
Ортиқча босимни, сийраклашиш ва босимлар фарқини ўлчайдиган тензорезисторли ўлчовчи ўзгарткичларнинг аниқлик синфлари 0,6; 1,0; 1,5. Улчаш оралиқлари: ортиқча босимники — 0...10⁻³ дан 0...60 МПа гача; сийракланиш — 1...0 дан —10...0 кПа гача; мутлақ босимники 0...2,5 кПа дан 0...2,5 МПа гача; босимлар фарқи 0...1 КПа дан 0...2,5 МПа гача.

Пьезоэлектрик манометрларнинг ишлаш принципи баъзи кристалл моддаларнинг механик куч таъсирида электр заряд ҳосил қилиш қобилиятига асосланган. Бу ҳодиса пьезоэффект деб аталади. Пьезоэффект кварц, турмалин, сегнет тузи, барий титанат ва бошқа моддалар кристалларида кузатилади. Бу типдаги асбобларда кўпинча кварц ишлатилади. Кварцнинг пьезоэлектр эффекти +500°C гача бўлган температурага боғлиқ эмас, лекин +570°C дан ошган температурада бу эффект полга тенг бўлиб қолади.

F куч таъсирида кристалл пластинка юзаларида пайдо бўладиган электр заряд ушбу формула билан топилади:

$$Q = K_n \cdot F, \quad (3.28)$$

бунда K_n — пьезоэлектрик доимий, Кл/Н. K_n нинг қиймати пластинанинг ўлчамига боғлиқ эмас ва кристаллнинг табиати билан белгиланади. Кварц учун $K_n = 2,1 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н.



3. 10- расм. Пьезоэлектрик манометр схемаси.

3.10- расмда пьезоэлектрик манометрнинг схемаси кўрсатилган. Ўлчанаётган босимни 4 мембрана кучга айлатилади, бу куч эса диаметри 5 мм ва қалинлиги 1 мм бўлган кварц пластиналар 2 нинг устунларини сиқилишга мажбур қилади. Вужудга келаётган Q электр заряд 1 чиқишлар орқали катта кириш қаршилигига (10^{13} Ом) эга бўлган электрон кучайтиргич 5 га узатилади. За-

ряднинг қиймати ўлчанаётган P босим билан қуйидагича боғланган:

$$Q = K_n \cdot S \cdot P, \quad (3.29)$$

бунда S — мембрананинг самарали юзи.

Асбобнинг инерционаллигини камайтириш учун камера 3 нинг ҳажми минималлаштирилади.

100 МПа (1000 кгк/см^2) гача босимларни ўлчашга имкон берувчи пьезокварцли манометрлар тез ўзгарувчи босимларни ўлчашда кенг қўлланади. Пьезоэффектнинг афзаллиги унинг инерционсизлигидир. Бў асбоблар босимлари тез ўзгарадиган жараёнларни (кавитация, портлаш) ўрганишда жуда қулай. Пьезоэлектр манометрларнинг аниқлик синфи 1,5; 2,0.

IV б о б. МОДДА САРФИ ВА МИҚДОРИНИ ЎЛЧАШ

IV.1- §. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА ТАСНИФИ

Ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатини ва ТЖАБС самардорлигини ошириш зарурлиги турли моддалар сарфи ва миқдорини аниқ ўлчаш масалаларини муваффақиятли ҳал этишни тақоза этади. Саноатда асосий технологик жараёнлар хомашёнинг турли компонентлари ва ташкил этувчиларини юқори сифатли маҳсулот олиш мақсадида аралаштириш билан ифодаланadi. Сарф ўлчаш системаларининг қўлланиши сарфланаётган энергия элтувчиларини (сув, газ, буғ, ёнилғи) ҳисобга олиш ва назорат қилиш бўйича кўпгина техник масалаларнинг ҳал қилинишини соддалаштиради, жараённинг энг мақбул режимини ишлаб чиқаришнинг аниқ шарт-шароитларига боғлиқ ҳолда тез аниқлашга имкон беради.

Товарни ҳисобга олиш операцияларида моддаларнинг сарфи ва миқдорини ўлчаш воситаларига жуда юқори аниқлик жиҳатидан катта талаблар қўйилади.

Сарф ўлчаш учун ишлатиладиган асбоблар **сарф ўлчагичлар** деб аталади. Модданинг берилган канал кесими орқали вақт бирлиги ичида ўтган миқдори **модда сарфи** дейилади. Сарф ўлчайдиган асбоблар оний сарфни ўлчайди ва технологик режимлар (айниқса узлуксиз жараёнларда) ишининг барқарорлигини назорат қилишга, технологик жараённинг ўтишини ҳар бир онда автоматик равишда ростлашга ва режимни берилган йўналишда сошлашга имкон беради.

Модданинг ҳажмий сарфи л/с, м³/с, м³/соат, масса сарфи эса кг/с, кг/соат, т/соат ва ҳоказоларда ўлчанади. Асбоблар ҳисоблагичлар (интеграторлар) билан таъминланиши мумкин, унда бу асбоблар **ҳисоблагичли сарф ўлчагичлар** дейилади

Модда миқдорини ўлчайдиган асбоблар **ҳисоблагичлар** деб аталади. Ҳисоблагичлар ўзларидан ўтган модда миқдорини исталган вақт (сутка, ой ва ҳоказо) мобайнида ўлчайди. Унинг миқдори ҳисоблагич кўрсаткичлари фарқи билан аниқланади. Модда миқдори ҳажми (литр, м³) ёки масса (кг, т) бирликларида ифодаланади. Ҳисоблагичлар бевосита ўлчаш асбоблари бўлиб, уларнинг шкаласи бўйича олинган кўрсаткичлар кўшимча ҳисоблашни талаб қилмайди.

Саноатда кенг тарқалган сарф ва миқдор ўлчагичлар ишлаш принципи ва тузилишларига кўра бир қанча гуруҳларга бўлинади.

Ишлаб чиқаришда суюқлик, буғ ва газларнинг сарфини ўлчайдиган асбобларнинг қуйидаги турларидан фойдаланилади:

1) босим фарқлари ўзгарувчан сарф ўлчагичлар; 2) босим фарқлари ўзгармас сарф ўлчагичлар; 3) тезлик босими сарф ўлчагичлари; 4) ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичлар; 5) индукцион сарф ўлчагичлар; 6) ультратовуш сарф ўлчагичлар; 7) калориметрик (иссиқлик) сарф ўлчагичлар; 8) ионли сарф ўлчагичлар.

Ўлчанаётган модданинг турига кўра сарф ўлчагичлар сув, мазут, буғ, газ ва ҳоказоларни ўлчагичларга бўлинади.

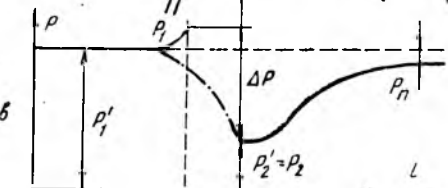
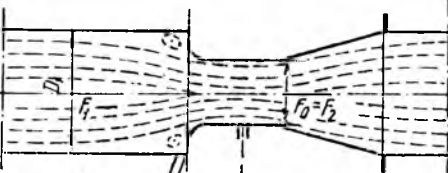
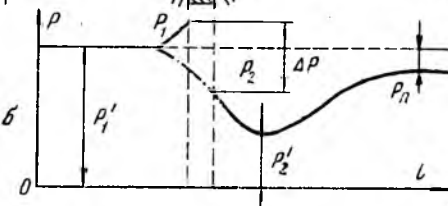
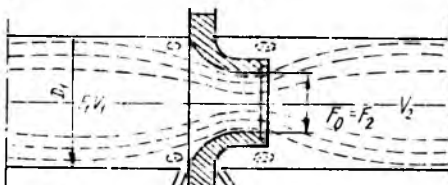
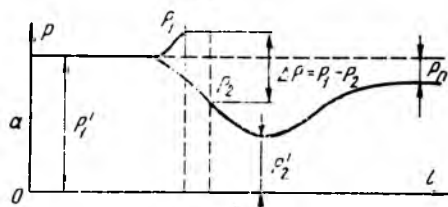
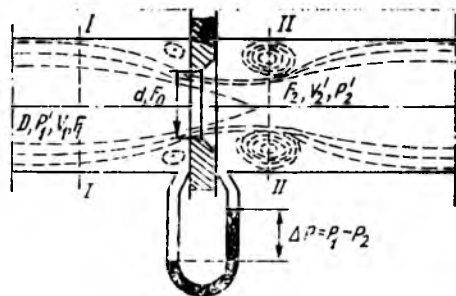
Суюқлик ва газларнинг миқдорини ўлчайдиган ҳисоблагичлар қуйидаги асосий гуруҳларга ажратилади:

1) ҳажм ҳисоблагичлари; 2) тезлик ҳисоблагичлари; 3) вазн ҳисоблагичлари.

Қуйида кимё ва озىқ-овқат саноатларида энг кенг тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

IV.2. §. БОСИМЛАР ФАРҚИ ЎЗГАРУВЧАН САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

Қувурлардаги суюқлик, газ ва буғ сарфини босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар билан ўлчаш кенг тарқалган ва яхши ўрганилган. Сарфни бундай усул билан ўлчаш суюқлик ёки газ ўтаётган қувурда кичик диаметрли тўсиқ-диафрагма, сопло ёки Вентури соплови ўрнатиш натижасида ҳосил бўладиган модда потенциал энергияси (статик босими) нинг ўзгаришини ўлчашга асосланган. Кичик диаметрли тўсиқ ва-



4.1-расм. Суюқлик оқимининг характери ва қувурда диафрагма (а), сопло (б) ҳамда Вентури соплоси (в) ўрнатилгандаги статик босимнинг ўзгариш графиги.

зифасини бажарувчи тирайтириш қурилмаси қувурга ўрнатилиб, маҳаллий торайишни ҳосил қилади. Суюқлик, газ ёки буғ қувурнинг кесими торайган жойидан ўтаётганида унинг тезлиги ошади. Тезликнинг ва, бинобарин, кинетик энергиянинг ортиши оқимнинг кесими торайган жойида потенциал энергиянинг камайишига олиб келади. Бунда тўсиқдан кейинги статик босим ундан олдинги статик босимдан кам бўлади. Шундай қилиб, модда торайтириш қурилмасидан ўтишда босимлар фарқи $\Delta P = P_1 - P_2$ ҳосил бўлади (4.1-расм). Бу босимлар фарқи оқим тезлиги ва модда сарфига мутаносиб бўлади. Демак, торайтириш қурилмаси ҳосил қилган босимлар фарқи қувурдан ўтаётган модда сарфининг ўлчови бўлиши мумкин. Сарфнинг сон қиймати эса дифманометр ўлчаган ΔP босимлар фарқи бўйича аниқланади.

Суюқлик, газ ва буғларнинг сарфини ўлчаш учун торайтириш қурилмаси сифатида стандартли диафрагмалар, соплолар, Вентури соплоси ва Вентури қувури ишлатилади.

4.1-расм, а да кўрсатилган диафрагма думалоқ тешикли юпқа дискдан иборат. Тешикнинг маркази қувур ўқида ёти-

ши керак. Оқимнинг торайиши диафрагма олдида бошланади ва ундан ўтгач, маълум масофадан сўнг, ўзининг энг кичик кесимига эришади. Ундан кейин оқим тобора кенгайиб, қувурнинг тўлиқ кесимига эришади. 4.1-расм, *a* да эгри чизиқ орқали қувур деворлари бўйича тақсимланган босимнинг ўзгариши тасвирланган; штрих-пунктир чизиқ билан қувур ўқи бўйича тақсимланган босимни тасвирловчи эгри чизиқ кўрсатилган. Кўриниб турибдики, диафрагма орқасида босим дастлабки қийматига эришмайди. Модда диафрагмадан ўтганда, диафрагма орқасидаги бурчакларда «ўлик» зона ҳосил бўлади. Бу ерда босимлар фарқи натижасида суюқликнинг тескари йўналишдаги ҳаракаати ёки иккиламчи оқим пайдо бўлади. Суюқликнинг қовушоқлигидан асосий ва иккиламчи оқим бири-бирига қарама-қарши ҳаракат қилиб, уюрмалар ҳосил қилади. Бунда диафрагма орқасида бирмунча энергия сарфланади, демак, босим ҳам маълум даражада камаяди. Диафрагма олдидаги заррачалар йўналишининг ўзгариши ва уларнинг диафрагма орқасидаги сиқилиши потенциал энергиянинг ўзгаришига деярли таъсир кўрсатмайди.

4.1-расм *a* да кўрсатилганидек, P_1 ва P_2 босимлар диафрагма дискининг олди ва орқасидаги диафрагма текислиги ҳамда қувурнинг ички юзаси ўртасида ҳосил бўлган бурчакларга ўрнатилган алоҳида тешиклар ёрдамида ўлчанади. Сопло (4.1-расм, *b*) концентрик тешикли қўндирма шаклида ишланган. Унинг кириш қисми равон торайган, чиқиш қисми эса цилиндрдан иборат. Соплонинг профили шаррачанинг тўлиқ сиқилишини таъминлайди ва соплодаги цилиндр тешигининг юзи оқимнинг минимал кесимига тенг деб ҳисобланиши мумкин: ($F_0 = F_2$).

Сопло орқасида ҳосил бўладиган уюрмали ҳаракат диафрагмадаги кўра кам энергия йўқотишларга олиб келади. Қувур деворлари ва ўқида пунктир чизиқ бўйича тақсимланган босим ўзгаришининг эгри чизиғи диафрагмадаги босим ўзгаришининг эгри чизиғига ўхшаш, фақат соплодаги қолдиқ P_n босимнинг йўқолиши диафрагмадаги йўқолишга кўра камроқ. Лекин, босимлар фарқи тенглашгандаги бир хил сарф учун диафрагманинг ўтиш тешигидаги F_0 юза соплоникидан катта бўлгани сабабли, босимлар йўқолиши бир хил. Соплонинг олд ва орқасидаги P_1 ва P_2 босимлар худди диафрагма-никидек ўлчанади.

4.1-расм, *в* да Вентури соплоси тасвирланган. Вентури соплоси қисқа цилиндрик қисмга ўтувчи цилиндрик кириш қисм ва кенгаювчи конуссимон диффузор қисмдан иборат. Торайтириш қурилмасининг бундай шаклида, чиқиш диффузори мавжудлиги туфайли, босим сарфи диафрагма ва соплодаги босим сарфига нисбатан анча кам бўлади. P_1 ва P_2 босимлар Вентури соплосининг ички бўшлиғи билан айлана бўйича жойлашган тешиклар орқали боғланган ҳалқа камералар ёрдамида ўлчанади.

Торайтириш қурилмалари вужудга келтирилган босимлар фарқи орқали модда сарфини ўлчаш принципи ва уларнинг асосий тенгламалари торайтириш қурилмаларининг барча турлари учун бир хил. Фақат бу тенгламалардаги тажриба орқали аниқланадиган баъзи коэффициентлар бир-биридан фарқ қилади. Қувурда иккита кесимни танлаймиз: I—I кесимда торайтириш қурилмасининг таъсири йўқ, II—II кесимда (4.1-рasm, а) оқим шарраси энг кўп сиқилади. Бу кесимлардаги статик босимлар ўзгармасдир. Сиқилмаган суюқлик сарфи ва босимлар фарқи ўртасидаги нисбат ҳамда бу оқим учун энергиянинг сақланиш қонунини ифодаловчи Бернулли тенгламаси оқимнинг узлуксизлиги тенгламасидан аниқланиши мумкин. Агар ишқаланиш кучининг таъсири бўлмаса, горизонтал қувур учун бу тенглама қуйидаги шаклга эга бўлади:

$$\frac{P_1^1}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{P_2^1}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2}, \quad (4.1)$$

$$\rho_1 \cdot v_1 \cdot F_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot F_2 \quad (4.2)$$

бу тенгламада тегишли кесимлар I—I ва II—II учун: P_1^1 ва P_2^1 мутлақ статик босимлар, Па; v_1 ва v_2 — суюқлик оқимининг ўртача тезлиги, м/с; ρ_1 ва ρ_2 — суюқлик зичлиги, кг/м³, F_1 ва F_2 — оқимнинг кўндалиги кесим юзи, м².

Суюқлик зичлиги торайтириш қурилмасидан ўтганда ўзгармагани сабабли, яъни $\rho_1 = \rho_2 = \rho$ бўлгани учун

$$P_1^1 - P_2^1 = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2); \quad (4.3)$$

$$v_1 F_1 = v_2 F_2 \quad (4.4)$$

Шуни ҳам таъкидлаш керакки, (4.3) ва (4.4) тенгламалар v_2 тезлик ўлчанаётган суюқликдаги товуш тезлигига тенг бўлган критик тезликдан кичик бўлган ҳол учун ўринлидир. (4.3) ва (4.4) тенгламалардан фойдаланиб F_2 кесимдаги ўртача v_2 тезликни аниқлаймиз:

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1^1 - P_2^1)}. \quad (4.5)$$

Ҳажмий сарф тезлик билан оқим кесими юзасининг кўпайтмасига тенг, яъни:

$$Q_x^1 = \frac{F_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1^1 - P_2^1)}. \quad (4.6)$$

Лекин (4.6) тенгламани чиқаришда ҳақиқий суюқликнинг қовушоқлиги, унинг қувур ва торайтириш қурилмасига ишқаланиши таъсирида оқим кесимидаги тезликнинг нотекис тақсимланиши эътиборга олинмаган. Бундан ташқари, бу тенглама босимлар фарқи I—I ва II—II кесимларда (4.1-рasm, а) ўлчанмай, бевосита торайтириш қурилмаси ёнида ўлчаниши-

ни ҳамда энг тор жойдаги кесимнинг F_2 юзи ўрнига торайтириш қурилмасининг тешигидаги F_0 юза олиннишини акс эттирмайди. Бу келтирилган четга чиқишлар сарф коэффициентини α орқали ифодаланади. Бунда ҳажмий сарф тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$Q_x^1 = \alpha \cdot F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot \Delta P}; \quad (4.7)$$

бу ерда Q_x^1 — ҳажмий сарф, м³/с; ΔP — торайтириш қурилмасининг ёнларида ўлчанган босимлар фарқи, Па; F_0 — торайтириш қурилмаси тешигининг юзаси, м².

Масса сарфи ҳажмий сарф билан суюқлик зичлигининг кўпайтмасига тенг:

$$Q_m^1 = \alpha \cdot F_0 \sqrt{2\rho \cdot \Delta P}. \quad (4.8)$$

Тажрибаларнинг кўрсатишича, сарф коэффициенти модда турига боғлиқ бўлмай, асосан торайтириш қурилмасининг тури ва ҳажмига ҳамда Рейнольдс сонига, яъни оқимнинг физик хоссаларига боғлиқ:

$$\alpha = f(R_e, F_0, D), \quad (4.9)$$

бу ерда D — қувур диаметри.

Сиқилувчи мухит (газ, буғ) сарфини ўлчашда, айниқса, босимлар фарқи катта бўлганда, модда оқими торайтириш қурилмасидан ўтаётгандаги босимнинг ўзгариши натижасида модда зичлигининг ўзгаришини эътиборга олиш зарур. Лекин газ ёки буғнинг торайтириш қурилмасидан ўтиш вақти кўп бўлмагани сабабли, модданинг сиқилиши ва кенгайиши адиабатик равишда, яънииссиқлик алмашинувисиз ўтади. Унда қуйидаги тенглама ўринли бўлади:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{1/H} \quad (4.10)$$

бу ерда H — адиабата кўрсаткичи.

(4.1), (4.2) ва (4.10) тенгламаларни биргаликда ечсак, газ ёки буғ сарфини ҳисоблаш формулалари қуйидаги шаклга келади:

$$Q_x^1 = \alpha \cdot \varepsilon \cdot F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot \Delta P}, \quad (4.11)$$

$$Q_m^1 = \alpha \cdot \varepsilon \cdot F_0 \sqrt{2\rho \cdot \Delta P}, \quad (4.12)$$

бу ерда ε — кенгайиш коэффициенти:

$$\varepsilon = f\left(\frac{P_1 - P_2}{P_2}, m, H\right). \quad (4.13)$$

Демак, газ ва буғ сарфини ҳисоблаш формулалари суюқлик сарфини ҳисоблаш формуласидан ε коэффициентнинг мав-

жудлиги билан фарқ қилади. Агар $\epsilon = 1$ бўлса, бу формулаларни сиқилмайдиган суюқликлар учун ҳам қўллаш мумкин. Ҳисоблашни қулайлаштириш учун торайтириш қурилмаси тешигининг юзи ўрнига унинг диаметри олинади. Бундан ташқари, тажрибада бир соатлик сарфдан фойдаланиш қулай. Шунинг назарда тутиб, бир қатор ўзгартиришлардан сўнг қуйидаги ҳажмий ва массавий сарф формуласига эга бўламиз:

$$Q_x = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \quad (4.14)$$

$$Q_m = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot d^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P}. \quad (4.15)$$

Кўпинча, сарфни қувур диаметри D орқали ифодалаш лозим бўлади. Унда «торайтириш қурилмаси модули» тушунчаси киритилади

$$m = \left(\frac{d}{D}\right)^2 \quad (4.16)$$

(4.14) ва (4.15) формулаларга m ни киритсак,

$$\begin{aligned} Q_x &= 3,9986 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \approx \\ &\approx 4 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ м}^3/\text{соат} \end{aligned} \quad (4.17)$$

$$Q_m \approx 4 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P}, \text{ кг/соат} \quad (4.18)$$

Амалда (4.17) ва (4.18) формулаларини қуйидаги кўринишда ишлатиш мумкин:

$$Q_x = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ м}^3/\text{соат} \quad (4.19)$$

$$Q_m = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\rho \cdot \Delta P}, \text{ кг/соат} \quad (4.20)$$

(4.19) ва (4.20) формулалар асосий ҳисоблаш формуларидир. Уларни қўлланиб, торайтириш қурилмаларининг ҳисоби бажарилади ва босимлар фарқини ўлчашга мўлжалланган дифференциал манометрнинг параметрлари танланади. Асосий формулалардаги қийматлар қуйидаги бирликларда ифодланади: D — мм; ΔP — кгк/м²; ρ — кг/м³.

Газ сарфини ўлчаганда кўпинча газ ҳолатини нормал ҳолатга келтириш лозим. Нормал ҳолатга келтирилган м³/соатлардаги қуруқ газ ҳажмий сарфи қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$Q_x^H = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{P_1 \cdot T_H \cdot \Delta P}{P_H \cdot \rho_H \cdot T \cdot K}} \quad (4.21)$$

Нормал ҳолатга келтирилган нам газнинг ҳажмий сарфи қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$Q_x^H = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \frac{P_1 \cdot \varphi \cdot P_{\text{ВП}}}{P_1} \sqrt{\frac{P_1 \cdot T_H \cdot \Delta P}{P_H \cdot \rho_H \cdot T \cdot K}}, \quad (4.22)$$

Бунда P_1 — торайтирувчи қурилма олдида газнинг мутлақ босими, Па; $P_{\text{ВП}}$ — T температурдаги нам газда сув буғининг босими, Па; P_H ва T_H — нормал шароитда мос равишда газнинг босими ва температураси (20°C , $1,0332 \text{ кг/см}^3$); φ — газ нисбати, %; K — газнинг сиқилувчанлик коэффициенти; ρ_H — нормал шароитда газ зичлиги.

Сарфни ўлчашга мўлжалланган торайтириш қурилмаларини ҳисоблаш усули ва тартиби Давлат Стандартлар Комитети томонидан тасдиқланган норматив ҳужжатда: «газ ва суюқликлар сарфини стандарт торайтириш қурилмалари орқали ўлчаш қоидалари» (РД 50-213-80)да аниқланган.

Стандарт торайтириш қурилмаларига РД 50-213-80 қоидалари талабларини қаноатлантирувчи ва модда сарфини индивидуал даражасиз ўлчашда қўлланадиган диафрагмалар, соплалар, Вентури соплolari ва Вентури қувурлари киради. РД 50-213-80 қоидаларида сарф ўлчаш қурилмаларини чиқаришда уларни лойиҳалашга, монтаж қилишга, ишлатишга ва текширишга бўлган талаблар кўрсатилган. Қоидаларда келтирилган ҳолатлар қуйидаги ўлчаш шартлари бажарилгандагина ўринли:

1) оқим ҳаракатининг характери қувурнинг тўғри участкаларида торайтириш қурилмасидан аввал ҳам, кейин ҳам турбулент, барқарор бўлиши керак;

2) оқимлар ҳолати у торайтириш қурилмаси орқали оққанда ўзгармаслиги лозим (суюқлик буғланмайди, суюқлик эритмасида газ ажралмайди, газдан чиқадиغان сув буғи конденсацияланмайди, бунда торайтириш қурилмаси яқинидаги қувурда суюқ ҳолатнинг ажралиши ҳам инкор этилади);

3) қувурлар тўғри участкаларининг ички текисликларида торайтириш қурилмасигача ва ундан кейин чанг, қум, металл нарсалар ва бошқа кўринишдаги ифлосликлар йиғилиб қолмайди;

4) торайтириш қурилмасининг сиртларида унинг конструктив параметрларини ва геометриясини ўзгартирадиган чўкиндилар ҳосил бўлмайди;

5) буғ қиздирилган бўлади; бунда буғ учун газ сарфини ўлчашга тегишли барча ҳоллар ўринли.

Нам буғ сарфини диафрагмалар билан буғ зичлиги ($\rho_{\text{п}}$) ва суюқлик зичлиги ($\rho_{\text{ж}}$) нисбати $\frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{ж}}} \leq 0,002$ бўлганда ҳамда буғ-суюқлик аралашмасида суюқ компонентнинг масса қисми 0,2 дан ошмаганда ўлчаш тавсия этилади.

Қувурлар диаметрлари D нинг йўл қўйиладиган қийматлари чегаралари ва торайтирувчи қурилмаларнинг нисбий юзлари m қуйидаги чегараларда бўлиши лозим;

а) $50 \text{ мм} \leq D \leq 1000 \text{ мм}$; $0,05 \leq t \leq 0,64$ — босим фарқин, ўлчашнинг бурчак усулли диафрагмалари учун;

б) $50 \text{ мм} \leq D \leq 760 \text{ мм}$; $0,04 \leq t \leq 0,56$ — босим фарқини ўлчашнинг фланецли усулли диафрагмалари учун; диафрагма тешигининг диаметри босим фарқини ўлчаш усулидан қатъи назар, $d \geq 12,5 \text{ мм}$;

в) $50 \text{ мм} \leq D$; $0,05 \leq t \leq 0,64$ — газ сарфини ўлчаш ҳолида соплолар учун;

г) $30 \text{ мм} \leq D$; $0,05 \leq t \leq 0,64$ — суюқлик сарфини ўлчаш ҳолида соплолар учун;

д) $65 \text{ мм} \leq D \leq 500 \text{ мм}$; $0,05 \leq t \leq 0,6$ — Вентури соплолар учун; соплолар ва Вентури соплолари тешигининг диаметри $d \geq 15 \text{ мм}$;

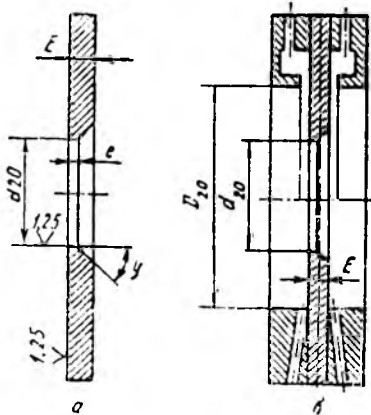
е) $50 \text{ мм} \leq D \leq 1400 \text{ мм}$; $0,10 \leq t \leq 0,60$ — Вентури қувурлари учун.

Газ сарфини ўлчашда торайтириш қурилмасидан чиқишда мутлақ босимнинг унинг киришидаги босимга нисбатан 0,75 да катта ёки тенг. Газ ва суюқлик сарфини ўлчашда диафрагмаларда босим фарқини ўлчаш учун ҳам бурчакли, ҳам фланецли усулдан ҳамда нормал соплоларда, Вентури соплоларида ва Вентури қувурларида ўлчашнинг бурчакли усулидан фойдаланиш тавсия этилади.

4.2-расмда стандарт диафрагма тасвирланган. Диафрагманинг оқим кирадиган томони концентрик тешикли (d_{20}) юпқа дискдан иборат (4.2-расм, а). Диафрагма диски қалинлиги $E = 0,05 \cdot D_{20}$ дан ошмаслиги лозим. Диафрагма тешиги цилиндрик қисмининг узунлиги $0,005 \cdot D_{20} \leq l \leq 0,02 \cdot D_{20}$ чегараларда ётиши керак. Қалинлиги $0,02 \cdot D_{20}$ дан ошганда цилиндрик тешик конуссимон чиқариш қисмига ўтиши лозим. Диафрагма тешиги конуссимон қисмининг қиялик бурчаги $30^\circ \leq \varphi \leq 45^\circ$ чегараларда бўлиши керак.

Диафрагма қувур деворларига нисбатан концентрик шаклда ўрнатилади. Диафрагмани тайёрлашда унинг материали ўлчанаётган муҳит хусусиятларига кўра танланади. Стандарт диафрагмалар камерали (4,2-расм, б — ўқдан юқори) ва камерасиз (4,2-расм, б — ўқдан паст) бўлиши мумкин. Камерали диафрагмалар диаметри D_{20} 50 дан 500 мм гача бўлган қувурлар учун қўлланади. Стандарт камерали диафрагмалар ДК, камерасизлари (дисклилари) ДН билан белгиланади.

4.3-расмда кўрсатилган стандарт соплолар қиздирилган газ, буғ ҳамда агрессив



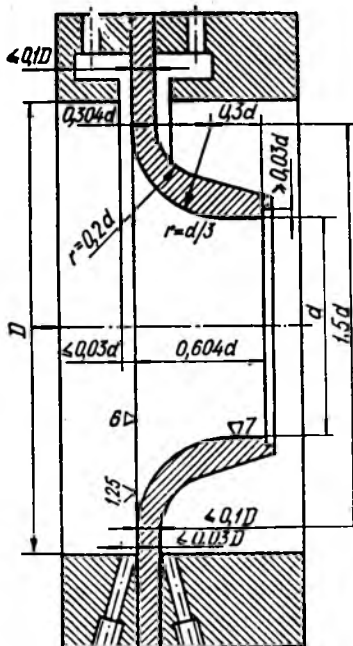
4.2-расм. Стандарт диафрагма.

Юқликлар сарфини ўлчаш учун шлатилади.

Оқимнинг кириши томонида-ри тешик раво думалоқланган, унинг чиқиши томонидан цилиндрик қўндирмага айланган қисми бор. Цилиндрик қисмининг чиқиш қирраси ўткир ва тўғри тўртбурчак шаклида бўлиши керак. Чиқиш қиррасини механик шикастланишдан сақлаш мақсадида сопло учи йўнिलाди. Соплонинг ички цилиндрик қисми силлиқланган. Восимлар фарқи худди диафрагмалардагидек халқали камералар (4.3-расм, ўқдан баланд) ёки алоҳида пармаланишлар (4.3-расм, ўқдан паст) ёрдамида ўлчанади. Диафрагмаларга қараганда соплолар коррозияга чидамли, ифлосланмайдиган, ўлчаш аниқлиги юқори бўлади.

Мавжуд Вентури қувурлари орасида кириш қисми стандарт соплоники каби тайёрланган қувурлар нормаллаштирилган. Шунинг учун бундай торайтириш қурилмалари Вентури стандарт соплоси номини олган. Вентури соплоси (4.4-расм) профилли кириш қисми, цилиндрик ўрта қисм ва чиқиш конусидан ташкил топган. Цилиндрик тешик бевосита конусга ўтиши керак. Вентури соплоси чиқариш конуси бурчаги $5^\circ \leq \varphi \leq 30^\circ$ чегаралардан ташқарига чиқмаслиги лозим.

Вентури соплоси узун ёки қисқа диффузорли қилиб тайёрланиши мумкин. Узун диффузорли Вентури соплосининг энг катта диаметри қувур диаметрига тенг бўлиши мумкин (4.4-расм,



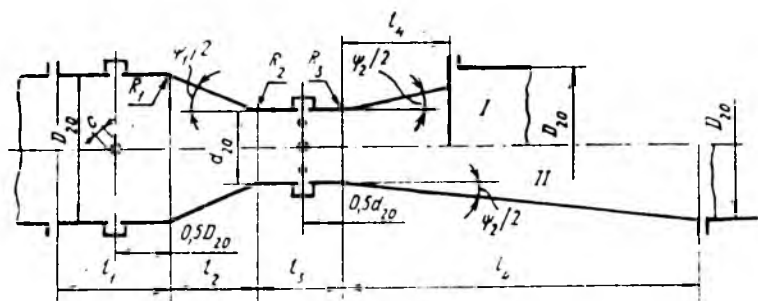
4.3- расм. Стандарт сопло.

Вентури стандарт соплоси номини олган. Вентури соплоси (4.4-расм) профилли



4.4- расм. $m = 0.444$ шарт учун қисқа ва узун Вентури соплоси.

пастки қисми). Қисқа диффузорли Вентури сопласининг диаметри эса қувурниқидан кичик (4.4-расм, устки қисми) бўлади. Узун Вентури соплолари кам ишлатилади, чунки улар қимматуради ва босим йўқотилиши қисқа Вентури соплоларини нисбатан бир оз кам. Қисқа Вентури соплоси конусининг узунлиги ва ўрта цилиндр қисмининг диаметри d_{20} дан кичик бўлиши керак. Босимлар фарқи халқали камера орқали асбобга узатилади. Вентури соплоси босимнинг йўқотилиши муҳим аҳмиятга эга бўлган ҳолларда ишлатилади.



4. 5- расм. Вентури қувури

Вентури қувури (4.5-расм) кириш цилиндрик қувури l_1 кириш конуси l_2 , бўғиз (ўрта цилиндрик қувурдан) l_3 ва диффузор l_4 дан тузилган. Вентури қувурининг шартли диаметри D_y , шартли босим P_y ва материалга қараб уч хил тайёрланади.

Вентури қувури чиқиш конусининг энг катта диаметри қувур диаметрига тенг бўлганда узун дейилади (4.5-расм, қуйи қисми) ёки агар айтилган диаметри қувур диаметридан кичик бўлса (4.5-расм, юқори қисми) қисқа дейилади.

Бўғиз ва киришдаги цилиндрик қувурдаги босимни девордаги тешиklar ва камера орқали олинади. Вентурининг одатдаги қувурлари камчиликларига уларнинг катта ўлчамлари ва оғирлигини киритиш лозим; бу уларни тайёрлашни қимматлаштиради ва ўрнатилишини қийинлаштиради. Шунинг учун Вентурининг калталаштирилган қувурларини қўлланиш мақсадга мувофиқ. Вентури қувурларининг афзалликларига бошқача типдаги торайтирувчи қурилмалардагига нисбатан босимнинг кам йўқолишини киритиш мумкин. Шунинг учун уларни катта тезликлар сабабли босимни йўқотиш катта бўлиб кетиши мумкин бўлган ҳолларда тавсия этиш керак.

Кириш конусининг марказий бурчаги $\varphi_1 = 21 \pm 1^\circ$. Чиқиш конуси диффузорининг марказий бурчаги φ_2 қисқа қувурла учун $14-20^\circ$; узун қувурлар учун $7-8^\circ$.

Амалда сарфни Рейнольдс сонлари кичик бўлганда кўпроқ ў.

чаш зарурати туғилади: $Re < Re_{\min}$ масалан, қовушоқ моддаларнинг, зичлиги кам газларнинг сарфини ўлчашда, кичик диаметрли қувурларда ўлчашларда ва бошқаларда юқоридаги ҳол юз беради.

Синалган махсус торайтирувчи қурилмалар ичида иккиланган диафрагмалар, чорак доирали профилли соплолар ва иккиланган конусли диафрагмалар яхши натижа беради.

Ифлослашган суюқликларнинг ва айниқса, газларнинг сарфини ўлчашда горизонтал ёки оғма қувурлардан стандарт диафрагмаларда чўкиндилар пайдо бўлиши мумкин. Шу сабабли бундай оқимлар учун торайтирувчи қурилмалар сифатида сегмент диафрагмалардан фойдаланилади.

Газлар ажралиши мумкин бўлган суюқликлар сарфини ўлчашда ҳам сегмент диафрагмалардан фойдаланиш мумкин, аммо уларда газ оқиб чиқиш тешиклари қувур кесимининг юқори қисмида жойлашган бўлиши лозим.

Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар қуйидаги асосий афзалликлари сабабли ғоятда кенг қўлланади:

1) торайтирувчи қурилмалар — сарф ўлчашнинг содда, арзон ва ишончли воситаси;

2) торайтирувчи қурилмалар универсалдир, яъни улар босимлар, температура ва қувур диаметрларининг кенг диапазонида амалда ихтиёрий бир фазали (баъзида икки фазали) муҳитларнинг сарфини ўлчашда қўлланилиши мумкин;

3) стандарт торайтирувчи қурилмаларнинг даражаланиш характеристикаси ҳисоблаш йўли билан топилиши мумкин, шунинг учун намуна сарф ўлчагичларга ҳожат қолмайди;

4) турли шароитларда ўлчаш учун ишланиши бўйича бир турли дифманометрлар ва иккиламчи асбоблардан фойдаланиш мумкинлиги; ҳар бир сарф ўлчагич учун фақат торайтирувчи қурилмалар индивидуал бўла олади.

Афзалликлари билан бир қаторда бундай сарф ўлчагичларнинг камчиликлари ҳам бор:

1) сарф ва босимлар фарқи орасидаги боғланишнинг чизиқсизлиги, бу ўлчаш хатолигининг катталиги сабабли $0,3 Q_{\text{вп}}$ дан кам сарфни ўлчашга имкон бермайди;

2) сарфларни кичик Re сонларда ёки кичик диаметрли қувурларда ўлчаш учун торайтирувчи қурилмаларни даражалаш алоҳида-алоҳида олиб борилиши зарурлиги;

3) торайтирувчи қурилмали сарф ўлчагичлар чегараланган аниқликка эга, бунда ўлчаш хатолиги қувурнинг ҳолатига, босим ўзгармаслигига ва ўлчанаётган муҳитга боғлиқ равишда кенг чегараларда (1,5...3%) ўзгаради;

4) узун импульсли қувур борлиги сабабли чегараланган тезкорлик (инерционлиги) катта ва шу муносабат билан тез ўзгарадиган сарфларни ўлчашдаги қийинчиликлар.

Стандарт торайтирувчи қурилмаларни ҳисоблаш

1982 йилдан бошлаб «Газ ва суюқлик сарфини стандарт торайтирувчи қурилмалар РД 50-213-80 ёрдамида ўлчаш қондалари» жорий этилди.

Қондалар газ ва суюқлик сарфини ўзгарувчи босимлар фарқи усули билан ўлчаш асосларини ва сарф ўлчагичларга қўйиладиган умумий техник талабларни белгилаб берган.

Торайтирувчи қурилмани танлашда қуйидаги мулоҳазалардан фойдаланиш зарур:

1) торайтирувчи қурилмаларда босимнинг йўқолиши қуйидаги кетма-кетликда ортиб боради: Вентури қувури, Вентурининг узун соплоси, Вентурининг қисқа соплоси, сопо, диафрагма; 2) m ва ΔP ларнинг бир хил қийматларида ва бошқа шарт-шароитларда сопо диафрагмага қараганда юқорироқ аниқликни (айниқса кичик m лар учун) таъминлайди; 3) торайтирувчи қурилма кириш профилининг ўзгариши ёки ифлосланиши фойдаланиш жараёнида диафрагманинг сарф коэффициентига нисбатан кўпроқ таъсир этади.

Дифманометрнинг тури ва хили қуйидаги шартларга кўра танланади:

1) дифманометр айти асбобни ишлатишга оид қўлланмада кўрсатилган муҳитларнинггина сарфини ўлчаш учун қўлланиши мумкин (агар дифманометр сезгир элементини узлуксиз ҳимоя қилинмаётган ёки ажратувчи идишлар қўлланмаётган бўлса);

2) электр энергиядан фойдаланувчи дифманометр мос норматив ҳужжатлар талабини қондириши лозим;

3) қувурдаги максимал иш босими торайтирувчи қурилма олдида дифманометр мўлжалланган максимал иш босимидан катта бўлмаслиги керак.

Асбобсозлик саноагида қуйидаги қатордаги босим фарқи чегараларига мос келадиган дифманометрлар чиқарилади: 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 ва 25000 Па ҳамда 0,04; 0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; ва 0,63 МПа. Дифманометрнинг юқориги ўлчаш чегараси берилган энг катта сарфга мос келиши керак.

Сериялаб чиқарилаётган дифманометрлар учун босимнинг номинал фарқи чегараси ΔP_n юқорида кўрсатилган сонларнинг стандарт қаторидан олиниши лозим. Бунда қуйидагиларни назарда тутиш керак:

1) босим фарқи ΔP_n қанча катта бўлса, берилган сарфни ўлчаш учун торайтирувчи қурилманинг нисбий юзи m шунча кичик бўлиши керак, m қанча кичик бўлса, берилган сарфни ўлчаш аниқлиги шунча юқори бўлади ва торайтирувчи қурилмада босим йўқотилиши шунча катта бўлади;

2) агар торайтирувчи қурилмада босимнинг йўл қўйилган йўқолиши берилган бўлса, унда ΔP_n нинг энг катта қиймати сифатида шундай қиймат олинадики, унда босимнинг

йўқолиши йўл қўйилганидан кичик бўлади. Торайтирувчи қурилмада босим йўқолишининг аҳамияти бўлмаса, ΔP фарқнинг m сони 0,2 га яқин бўладиган қилиб танланади (нисбий юзнинг кейинги камайтирилиши фақат Рейнольдс сонининг ўлчанаётган сарфга таъсирини камайтиришда ёки қувурнинг тўғри участкаси узунлигини қисқартиришдаги хатоликни камайтиришда мақсадга мувофиқ).

Дифманометрда юқориги ўлчаш чегараси ўлчанаётган сарфнинг энг катта қиймати Q_{\max} бўйича шундай аниқланадики, $Q_{гр}$ нинг олинган яқин қиймати Q_{\max} қийматдан катта ёки унга тенг бўлади. Энг катта сарф қуйидаги қаторга мос келиши зарур: 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10 ва ҳоказо.

IV.3-§. БОСИМ ФАРҚЛАРИ ЎЗГАРМАС САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

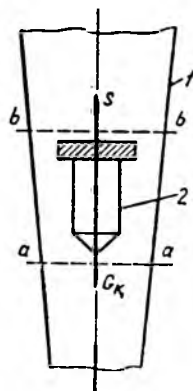
Босим фарқлари ўзгармас сарф ўлчагичлар — ротаметрлар лабораторияларда ва саноатда кенг ишлатилиб, тоза ҳамда бироз ифлосланган бир жинсли суюқлик ва газларнинг сарфини ўлчашга мўлжалланган.

Асбобнинг ишлаш принципи ўлчанаётган муҳит оқимининг пастдан юқорига ўтишида конуссимон найча ичига жойлашган қалқовичнинг вертикал силжишига асосланган. Қалқовичнинг ҳолати ўзгариши билан қалқович ва конуссимон найчанинг ички деворлари орасидаги ўтиш кесими ўзгаради, натижада ўтиш кесимидаги оқимнинг тезлиги ҳам ўзгаради. Босимлар фарқи қалқович кўндаланг кесими юзининг бирлигидаги массага тенглашгунча у ҳаракатда бўлади. Берилган муҳитнинг ҳар бир сарф катталигига қалқовичнинг муайян ҳолати мос келади. Ротаметрлар босим фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичларга нисбатан бир қатор афзалликларга эга; ротаметрларнинг шкаллари тенг бўлинмали бўлиб, унча катта бўлмаган сарфларни ўлчашга имкон беради; босимнинг йўқолиши кичик ва у сарф катталигига боғлиқ эмас; ротаметрларнинг ўлчаш чегараси катта:

$$\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{10}{1}$$

Асбобнинг ўлчаш қисми (4.6-расм) вертикал жойлашган конуссимон найча 1 ва қалқович 2 дан иборат.

Конуссимон найчадаги ҳалқанинг кесим юзи баландликка мутаносиб ўзгаради. Пастдан юқорига ўтадиган суюқлик ёки газ оқими томонидан қалқовичга қўрсатиладиган кучлар мувозанатлашгунча уни юқорига кўтарди. Кучлар мувозанатлашганда қалқович маълум баландликда тўхтайдн, бу эса сарф миқдорини кўрсатади. Қалқовичнинг



4. 6- расм. Қалқовичли ротаметр схемаси.

иш ҳолатидаги, яъни ўлчанаётган муҳитга батамом чўккан пайтидаги оғирлиги

$$G_k = V_k (j_k - j), \quad (4.23)$$

бу ерда G_k — қалқовичнинг оғирлиги, кг; V_k — қалқович ҳажми, м³; j_k — қалқович тайёрланган материалнинг солиштирма оғирлиги, кг/м³; j — ўлчанаётган муҳитнинг солиштирма оғирлиги, кг/м³.

Бу ҳолда қалқовичнинг оғирлик кучи пастга қаратилган. Қалқовичнинг оғирлиги юқорига йўналган оқим кучи билан мувозанатлашади:

$$S = (P_1 - P_2) \cdot f_0, \quad (4.24)$$

бу ерда P_1 ва P_2 — муҳитнинг қалқовичдан олдинги ва кейинги босими, Па; f_0 — қалқович кесимининг диаметри энг катта жойдаги юзи, м².

Қалқовичнинг муҳит ўзгармас оқимиغا мос бўлган мувозанат ҳолатидаги оғирлик кучи ва итарувчи куч ўртасидаги тенглик қуйидагича:

$$V_k (j_k - j) = (P_1 - P_2) \cdot f_0 \quad (4.25)$$

Бу ҳолда ишқаланиш кучи эътиборга олинмайди; (4.25) тенглама асосида қалқовичдаги босимлар фарқи:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{V_k (j_k - j)}{f_0}, \quad (4.26)$$

ΔP — босимлар фарқи, Па.

(4.26) тенглама босимлар фарқининг қалқович ҳажмига, кесим юзига, қалқович ва муҳитнинг солиштирма оғирликларига, яъни ўлчаш жараёнида ўзгармайдиган катталикларга боғлиқлигини кўрсатади. Демак, сарф ўлчанаётгандаги босимлар фарқи ўзгармас. Ўлчанаётган муҳитнинг конуссимон найча деворлари ва қалқович орасидаги ўтиш тезлиги:

$$v = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{j}}, \quad (4.27)$$

бу ерда v — ўтиш тезлиги, м/с.

(4.27) тенгламадан

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{v^2 \cdot j}{2g}. \quad (4.28)$$

(4.26) ва (4.28) тенгламаларни тенглаштирак, оралиқ оқим тезлигига эга бўламиз:

$$v = \sqrt{\frac{2g \cdot V_k (j_k - j)}{j \cdot f_0}}. \quad (4.29)$$

Оқимнинг ҳалқа оралиғидаги тезлиги ва унинг юзаси маълум бўлгач, ўлчанаётган муҳитнинг ҳажмий сарфини аниқлаш мумкин:

$$Q_x = \alpha \cdot F \sqrt{\frac{2g \cdot V_k (j_x - i)}{i \cdot i_0}} \quad (4.30)$$

бу ерда Q_x — ўлчанаётган муҳитнинг ҳажмий сарфи, м³/соат; α — сарф коэффициенти, бу тажрибада олинган катталик бўлиб, суюқликнинг қалқовичга ишқаланиш таъсирини, муҳит уюрмаси ҳосил бўлгандаги босим йўқолишини назарда тутати.

Илдиз остидаги катталиклар ўзгармас бўлгани учун уларни K коэффициент билан алмаштириш мумкин:

Унда

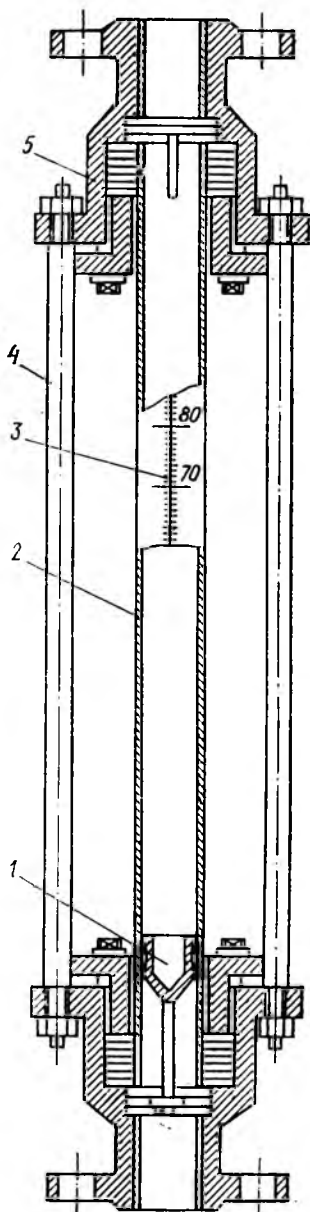
$$Q_x = \alpha \cdot F \cdot K \quad (4.31)$$

Бу боғланиш чизикли бўлгани сабабли ротаметрнинг шкаласи тенг бўлинмали бўлади. Ротаметрларнинг сарф коэффициенти α ни аниқлаш аналитик усулда топиш қийин бўлган бир қатор катталикларга боғлиқ. Шунинг учун ҳар бир ротаметр тажриба йўли билан даражаланади. Сарф тенгламасига кирган барча катталиклар даражаланиш шартларига мувофиқ бўлгандагина шкаланинг бу тарзда даражаланиши аниқ бўлади.

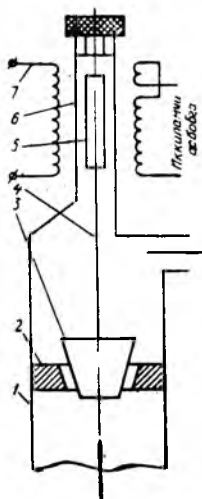
Лаборатория ва саноатда шиша (сарфни жойида ўлчайдиган) ва металл корпусли (кўрсатишларни масофага узатадиган) ротаметрлар чиқарилади.

4.7-расмда шиша найчали ротаметрнинг тузилиш схемаси кўсатилган. Бу асбоб корпус 5 га устунлар 4 ёрдамида ўрнатилган конуссимон найча 2 дан иборат. Найча ичида пастдан юқорига оқадиган суюқлик ёки газ оқими таъсирида вертикал ҳаракат қилувчи қалқович 1 бор. Асбобнинг шкаласи 3 бевосита найча устида (чизиш йўли билан) даражаланади. Ҳисоблашлар қалқовичнинг устки горизонтал текислиги бўйича олиб борилади.

Конуссимон найчали шиша ротаметрлар сув бўйича 3000 л/соат ва ҳаво бўйича 40 м³/соат ўлчов чега-



4.7- расм. Шиша найчали ротаметр



расига; 0,6 МПа (6 кгк/см²) гача иш босимига мўлжалланган. Асосий хатолик $\pm 2,5\%$.

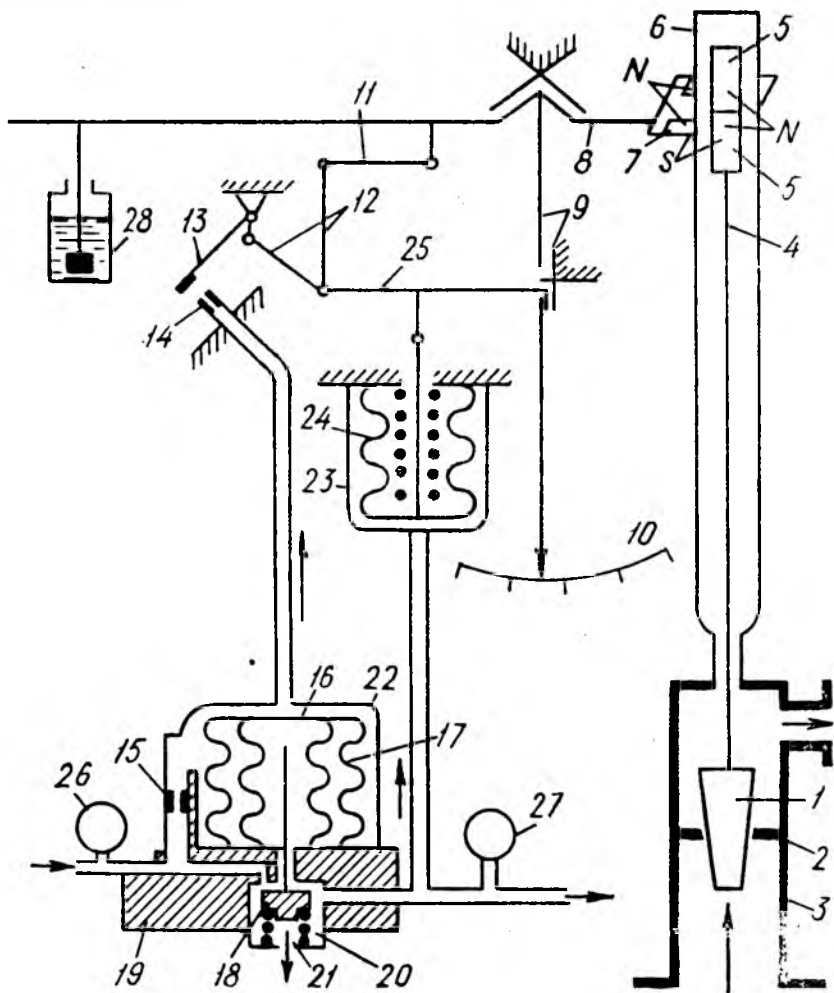
4.8-расмда кўрсатишларни масофага электр дифференциал-трансформатор орқали узатадиган ротаметр схемаси келтирилган. Ротаметрнинг ўлчаш қисми диафрагма 2 ли цилиндрик металл корпус 1 дан иборат.

Диафрагма 2 тешигида шток 4 га бикр қилиб ўрнатилган конуссимон қалқович 3 ҳаракат қилади. Штокнинг устки қисмида дифференциал трансформаторли ўзгартгичнинг ўзаги 5 ўрнатилган. Ўзақ найча 6 ичида жойлашган, найча ташқарисида эса ўзгартгичнинг ғалтаги 7 бор.

4. 8- расм. Кўрсатишларни масофага электр дифференциал-трансформатор ёрдамида узатадиган ротаметр схемаси.

Шкаласиз ротаметрлар кўрсатувчи ёки қайд қилувчи иккиламчи дифференциал-трансформаторли асбоб таркибиде ишлатилади. Ротаметрлар ортиқча иш босими таъсиридаги муҳит сарфини ўлчаш учун (6,27 МПа) чиқарилади. Бу асбоблар каттароқ ортиқча босимларга ҳам мўлжаллаб чиқарилади. Бундан ташқари, ўзгармас 0...5 мА токли чиқиш сигнали билан ишлайдиган ротаметрлар ҳам мавжуд. Уларнинг сув бўйича ўлчаш чегараси 16000 л/соат. Асосий хатолик $\pm 1,5\%$.

Портлаш ва ёнғин хавфи бор жойларда кўрсатишларни масофага пневматик узатадиган ротаметрлар ишлатилади. Бундай ротаметрнинг принципиал схемаси 4.9-расмда кўрсатилган. Бу ротаметрнинг ўлчаш қисми конуссимон қалқович 1, диафрагма 2 ва пўлатдан ишланган цилиндрик найча 3 дан иборат. Қалқович конуссимон найча ичида ҳаракат қилувчи ротаметр моделлари ҳам мавжуд. Шток 4 да иккита цилиндрик магнит 5 бириктирилган. Бу магнитлар бир-бирига бир хил ишорали қутблари билан қаратилган. Магнитлар қалқович билан бирга найча 6 ичида силжийди. Найча эса магнитмас материалдан тайёрланади. Ташқаридан найча пишанг 8 га ўрнатилган магнит 7 билан ўралган. Цилиндрик магнитлар 5 билан ташқи магнит 7 магнитли муфта ҳосил қилади. Қалқовичнинг магнит муфта ва пишанг 8 ёрдамида ҳаракатланиши ўлчанаётган сарф миқдорини шкала 10 да жойлашган кўрсатувчи стрелка 9 га узатади. Масофага пневматик узатиш механизми компенсация схемаси асосида ишлайдиган ўзгартгичдан иборат («Пневматик ўзгарткичлар»га қаранг, VIII боб.) Ўлчаш системасидаги тебранишларни камайтириш учун демпферловчи қурилма 28 ишлатилади. Пневмо узатишли ротаметрларнинг серияли ишланадиган моделлари 6,27 МПа иш босимига мўлжалланган.



4. 9- расм. Кўрсатишларни массага пневматик узатадиган ротаметр схемаси.

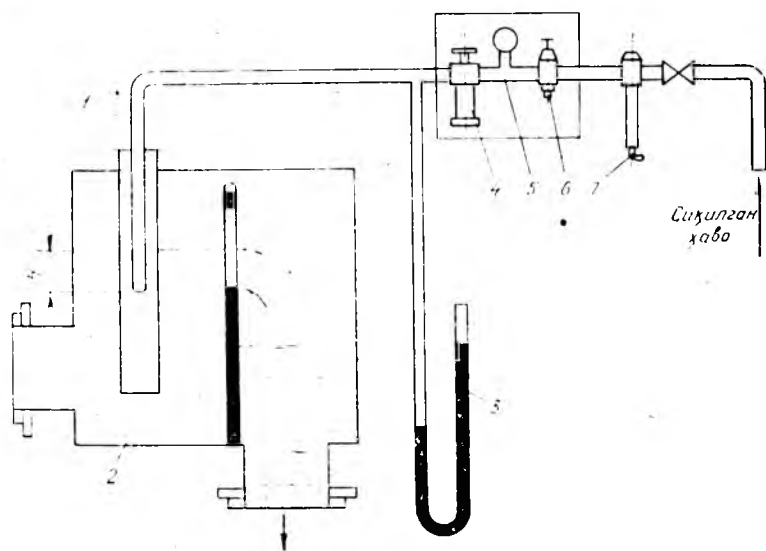
Бу асбоблар билан (сув бўйича $16 \text{ м}^3/\text{соат}$) гача сарфлар ўлча-
нади. Асосий хатолик $\pm 1,5\%$ дан ошмайди.

IV.4- §. УЗГАРУВЧАН САТҲЛИ САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичларнинг ишлаш принци-
п суюқликнинг идиш тубидаги ёки унинг ён деворларидаги те-
шикдан эркин оқиб чиқишидаги сатҳни ўлчашга асосланган.
Бу асбоблар кимё саноатида жуда агрессив суюқликлар сар-
фини ўлчашда, шунингдек, газ билан аралашган пульсланувчи
оқим ва суюқликлар сарфини ўлчашда ишлатилади. Ўзгарув-
чан сатҳли сарф ўлчагичлар барча ҳолларда суюқлик сарфини

атмосфера босимида ўлчайди, шунинг учун бу асбобларнинг ишлатилиши чекланган.

Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичлар таркибига қабул қилувчи сифим (идиш) ва суюқлик сатҳини ўлчайдиган асбоб киради. Сатҳ ўлчагичлар сифатида исталган асбоб ишлатилиши мумкин. Қабул қилувчи сифим сифатида эса думалоқ (диафрагма) ёки тирқиш тешикли цилиндрик ёхуд тўртбурчак идиш хизмат қилади. Бундай идишлардаги суюқлик сарфининг сатҳ баландлиги бўйича аниқланади. Диафрагма идиш тагида ёки унинг ён деворларида жойлашиши мумкин, лекин суюқлик сатҳи у оқиб чиқадиган тешикдан юқорида бўлиши лозим. Тирқишнинг тешиклари идишнинг фақат ён деворларида жойлашган бўлиши керак, бу ҳолда идишдаги суюқлик сатҳи тешикнинг устки четидан баланд бўлмаслиги лозим.



4.10-расм. Суюқлик оқиб чиқадиган тирқиш тешикли сарф ўлчагич.

4.10-расмда кўрсатилган сарф ўлчагич икки штуцерли тўртбурчак корпус 2 дан иборат. Штуцерлардан бири корпуснинг ёнида жойлашган бўлиб, суюқликни киритиш учун, иккинчиси эса пастда жойлашган бўлиб, суюқликнинг оқиб чиқиши учун хизмат қилади. Корпус ички томонидан тўсиқ билан бўлинган, бу тўсиққа профилланган тешикли шчит герметик равишда маҳкамланган. Идишдаги суюқлик оқиб чиқадиган тирқиш олдига муҳофазаловчи филофли пьезометрик найча 1 чўктирилади. Ҳайдалган ҳаво миқдори назорат стаканчаси 4 ёрдамида текширилади. Ҳаво босими редуктор 6 орқали ўзгармас қилиб сақланиб турилади ва манометр 5 билан ўлчанади. Филтр 7 ҳавони тозалайди. Пьезометрик найчадаги босим тирқиш ол-

дидаги суюқлик устунининг зичлиги ва баландлиги билан, демак, суюқликнинг массавий сарфи билан бир хилда боғлиқ. Пьезометрик найчадаги гидродинамик босимнинг қиймати дифманометр 3 билан ўлчанади. 4.10-расмда келтирилган сарф ўлчагичнинг хусусиятларидан бири иккиламчи асбоб шкаласининг бўлинмалари тенглигидадир.

Ихтиёрий шаклдаги тешик чун Q ва H нисбатни аниқлаймиз (4.11- расм).

x кенглик ва dy баландликдаги dS элементар юза учун сарфнинг дифференциал шаклда олинган асосий (4.7) тенгламасини қўлаш мумкин:

$$dQ = \alpha \cdot d \cdot S \sqrt{2g \cdot (H-y)} = 2 \cdot x \sqrt{2g \cdot (H-y)} dy \quad (4.32)$$

(4.32) тенгламани интеграллаб, сарф катталигига эга бўламиз:

$$Q = \sqrt{2g} \int_0^H \alpha \cdot x \sqrt{(H-y)} dy \quad (4.33)$$

(4.33) тенгламани ечиш учун x ва y боғланишни билиш керак.

Асбоб шкаласи тенг бўлинмали бўлиши учун Q ва H ўртасидаги нисбат чизиқли бўлиши керак, яъни

$$Q = K \cdot H \quad (4.34)$$

бу ерда K — пропорционаллик коэффициенти, y қуйидаги шартдан аниқланади:

$$K = \frac{Q_{\max}}{H_{\max}}$$

Q нинг (4.34) даги қийматини (4.33) га қўйсақ,

$$\int_0^H 2 \cdot x \cdot \sqrt{(H-y)} dy = \frac{K}{\sqrt{2g}} \cdot H \quad (4.35)$$

ҳосил бўлади.

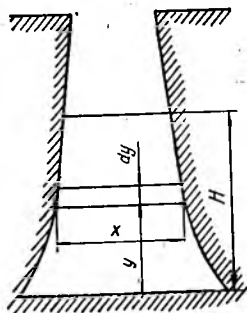
Бу тенгламадан изланаётган нисбатни аниқлаймиз:

$$x = f(y)$$

y ўсиши билан x камайиб бориши керак, шу билан (4.35) тенглама учун x ва y ўртасидаги гиперболик боғланиш ўринли:

$$x = \frac{C}{\sqrt{y}} \quad (4.36)$$

бу ерда C — маълум доимий катталик.



4.11- расм. Оқава шаклдаги оқиб чиқиш тешиги

Агар α сарф коэффициенти ўзгармас бўлса, (4.35) тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

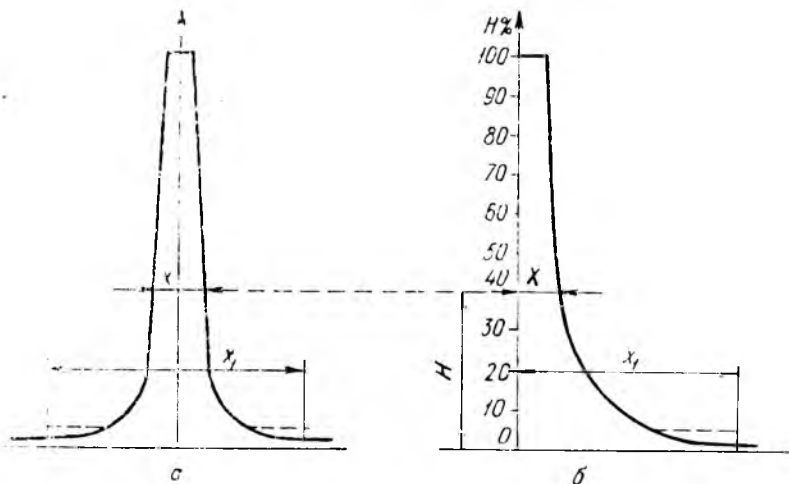
$$\frac{K}{\alpha \cdot C \sqrt{2g}} H = \int_0^H \sqrt{\frac{H-y}{y}} dy =$$

$$= \left(\sqrt{y(H-y)} + H \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{H}{H-y}} \right) \Big|_0^H = \frac{\pi}{2} H$$

Шундай қилиб, (4.36) гиперболик боғланиш (4.35) тенгламани қаноатлантиради ва тенг бўлинмали шкалани таъминлайди.

Доимий катталиқ C нинг қиймати қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$C = \frac{2K}{\alpha \cdot \pi \sqrt{2g}} = \frac{\sqrt{2} Q_{\max}}{\alpha \cdot \pi \sqrt{g} H_{\max}} \quad (4.37)$$



4.12- расм. Сарф ва идишдаги суюқлик сатҳи ўртасида мутаносибликни таъминловчи оқиб чиқиш тешигининг схемаси:

a — симметрик тешик; b — носимметрик тешик.

(4.36) тенглама бўйича тайёрланган оқиб чиқиш тешигининг шакли 4.12-расм, a да тасвирланган. (4.36) тенгламадан $y \rightarrow 0$ бўлганда тешик кенглиги $x \rightarrow \infty$ бўлиши келиб чиқади. Демак, баландликнинг O дан H_{\max} бўйича тенг бўлинмали шкалага эга бўлиши мумкин бўлмайди. Шунинг учун тешикнинг бошланғич қисми x_1 кенгликдаги тўғри тўртбурчак шаклида тайёрланади (4.12-расм, b). Тешикнинг бу нотекис шкалалари қисми унча катта бўлмаган катталиқ, яъни Q_{\max} нинг 5 10% ини ҳосил қилади.

Тирқишли сарф ўлчагичнинг сарф коэффициенти тирқишнинг геометрик шаклига, айниқса кириш қисмидаги қирранинг ўткирлигига боғлиқ. Тақрибий ҳисобда сарф коэффициенти α нинг қийматини 0,6 га тенг деб қабул қилинади. Сарф коэффициентининг аниқ қиймати асбобнинг ўзини даражалашда аниқланади.

Тирқишли сарф ўлчагичларда босим дифманометр орқали ўлчанади. Сарф ўлчагич билан дифманометр ўртасидаги пневматик найнинг узунлиги 35 м дан, дифманометр ва иккиламчи асбобларни уловчи найнинг узунлиги эса 300 метрдан ошмаслиги керак. Ўлчаш диапазони 10...50 м³/соат бўлган қурилманинг асосий хатоси $\pm 3,5\%$.

IV.5-§. ЭЛЕКТРОМАГНИТ САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

Электромагнит (индукцион) сарф ўлчагичларнинг ишлаш принципи ташқи магнит майдони таъсирида электр токини ўтказувчи суюқлик оқимида ҳосил бўлган ЭЮК ни ўлчашга асосланган. Индукцион сарф ўлчагичнинг схемаси 4.13-расмда кўрсатилган.

Магнитнинг *N* ва *S* қутблари орасида магнит майдони куч чизиқлари йўналишига перпендикуляр равишда суюқлик қувури *I* ўтади. Қувурнинг магнит майдонидан ўтадиган қисми номагнит материал (фторопласт, эбонит ва бошқалар)дан тайёрланади. Қувур деворларида бир-бирига диаметрал қарама-қарши йўналган ўлчаш элеткродлари 2 ўрнатилган. Магнит майдони таъсирида суюқликдаги ионлар ҳаракатга келади ва ўз зарядларини ўлчаш электродларига бериб, уларда *E* ЭЮК ҳосил қилади, у оқим тезлигига пропорционал, ЭЮК нинг қиймати, магнит майдони ўзгармас бўлганда, электромагнит индукциясининг асосий тенгламаси орқали аниқланади:

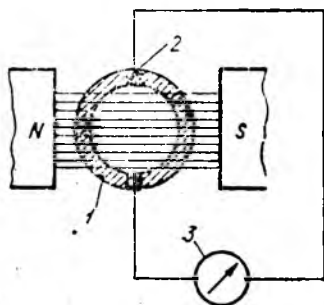
$$E = B \cdot D \cdot v_{\text{ўрт}}, \quad (4.38)$$

бу ерда *B* — магнит қутблари оралигида ҳосил бўлган электр магнит индукция, Тл; *D* — қувурнинг ички диаметри (электродлар орасидаги масофа), м; *v*_{ўрт} — оқимнинг ўртача тезлиги, м/с.

Тезликни *Q* ҳажмий сарф орқали ифодаласак,

$$E = \frac{4B}{\pi D} Q \quad (4.39)$$

Бу формуладан ўзгармас магнит майдонида ЭЮК нинг қиймати сарфга тўғри пропорционал эканлиги келиб чиқади. Ҳозир индукцион сарф ўлчагичлар электр ўтказиш қобилияти $10^{-3} \dots 10^{-5}$ см/м дан кам бўлмаган суюқликларда ишлатилади. Ўзгармас магнит



4.13- расм. Электромагнит сарф ўлчагич схемаси.

майдонга эга бўлган индукцион сарф ўлчагичларнинг асосий камчилги — магнит электродларида қутбланиш ва гальваник ЭЮКнинг пайдо бўлишидадир. Бу камчиликлар ҳаракатдаги суюқликда магнит майдон томонидан индукцияланган ЭЮК ни тўғри ўлчашга йўл қўймайди ёки қийинлаштиради. Шунинг учун ўзгармас магнит майдонига эга бўлган сарф ўлчагичлар суюқ металллар, суюқликнинг пульсланувчи оқими сарфини ўлчашда ва қутбланиш ўз таъсирини кўрсатишга ўлгурмайдиган қисқа вақтли ўлчашларда ишлатилади. Ҳозир индукцион сарф ўлчагичларнинг кўпчилигида ўзгарувчан магнит майдонидан фойдаланилади. Агар магнит майдон τ вақтда f частота билан ўзгарса, ЭЮК қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

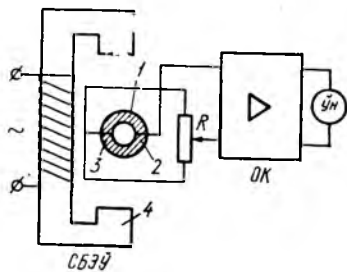
$$E = \frac{4 \cdot Q \cdot B_{\max}}{\pi \cdot D} \cdot \sin 2\pi \cdot f \tau \quad (4.40)$$

бу ерда $B_{\max} = \frac{B}{\sin 2\pi \cdot f \tau}$ — индукциянинг амплитуда қиймати.

Ўзгарувчан магнит майдонида электрокимёвий жараёнлар ўзгармас майдонга қараганда камроқ таъсир кўрсатади. Ўзгарувчан магнит майдонли индукцион сарф ўлчагичнинг принципиал схемаси 4.14-расмда кўрсатилган. Чизмада қуйидаги белгилар қабул қилинган: *СБЭУ* — ўзгарувчан магнит майдонли сарфнинг бирламчи электромагнит ўзгартгичи. Магнит майдон электромагнит 4 ёрдамида ҳосил бўлади: *Ок* — ораликдаги ўлчаш кучайтиргичи 0...5 мА ўзгармас ток чиқиш сигналига эга бўлган ўзгартгич; *УА* — ўлчов асбоби, интегратор ва ҳоказо; *R* — қаршиллик.

Қувур 1 нинг номагнит қисми ичида электромагнит 4 ёрдамида тенг бўлинмали магнит майдон ҳосил бўлади. Суюқликда магнит майдонли таъсирида ҳосил бўлган ЭЮК суюқлик сарфига тўғри пропорционал бўлиб, электродлар 2 ва 3 орқали ораликдаги ўлчаш кучайтиргичига узатилади, бу ердан сарфга пропорционал кучланган сигнал чиқади. Кучланган сигнал сарф бирлигида даражаланган ўлчаш асбобига келади. Унификацияланган электр чиқиш сигналининг (0...5 мА) мавжудлиги иккиламчи назорат асбобларини қўллашга имкон беради.

Индукцион сарф ўлчагичлар бир қатор афзалликларга эга. Булар инерцион эмас, бу ҳол тез ўзгарувчан сарфларни ўлчашда ва уларни автоматик ростлаш системаларида ишла-



4.14-расм. Ўзгарувчан магнит майдонли индукцион сарф ўлчагичнинг схемаси.

тишда жуда муҳим. Улчаш натижаларига суюқликдаги заррачалар ва газ пуфакчалари таъсир қилмайди. Сарф ўлчагичнинг кўрсатишлари ўлчанаётган суюқлик хусусиятларига (қовушоқлик, зичлик) ва оқим характериغا (ламинар, турбулент) боғлиқ эмас.

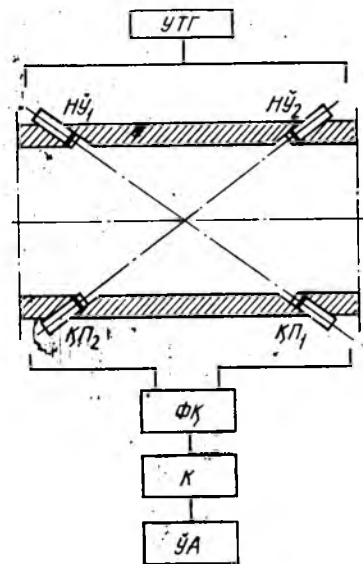
Электромагнит сарф ўлчагичларнинг камчиликларига ўлчанаётган муҳит электр ўтказувчанлиги қийматининг минималлигига қўйилган талабни киритиш лозим, бу уларни қўлланниш доирасини чеклайди. Улчаш схемасининг мураккаблиги.

Индукцион сарф ўлчагичлар $1\text{...}2500\text{ м}^3/\text{соат}$ ва ундан катта диапазонда диаметри $3\text{...}1000\text{ мм}$ ва ундан катта трубопроводларда, суюқликнинг чизиқли тезлиги $0,6\text{...}10\text{ м/с}$ гача бўлганда, сарф ўлчашларни таъминлай олади. Асбобларнинг аниқлик синфи $0,6; 1; 1,5; 2; 2,5$.

IV.6- §. УЛЬТРАТОВУШЛИ, ИССИҚЛИК ВА ИОНЛИ САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

Ифлосланган, тез кристалланидиган ва агрессив суюқликлар, шунингдек, тез ўзгарувчан ва пульсланувчи оқимлар, айниқса, электр ўтказмайдиган суюқликлар сарфини ўлчашда индукцион сарф ўлчагичларни ишлатиб бўлмаган ҳолларда ультратовушли қурилмалардан фойдаланилади. Сарф ўлчашининг ультратовушли усули қувурга нисбатан ультратовуш тезлигининг оқим тезлигига боғлиқлигига асосланган. Товуш тўлқинининг ҳаракатдаги муҳитда тарқалишида товушнинг манбадан қабул қилувчи қурилмага етиб бориш тезлиги фақат товушнинг тезлигига эмас, балки ҳаракат қилувчи муҳитнинг тезлигига ҳам боғлиқ бўлади. Сарф ўлчашининг ультратовушли принципи шунга асосланган. Агар товуш тўлқини оқим йўналишида ҳаракат қилса, уларнинг тезлиги кўшилади, товуш оқимга қарши йўналса, тезликлар айирмаси топилади. Ультратовушнинг оқим бўйича ва унга қарши йўналишдаги тезлигининг фарқи оқим тезлигига, бинобарин, оқаяётган суюқлик сарфига пропорционал. Ультратовушли сарф ўлчагичларнинг ишлаш принципи қуйидагиларга асосланган:

- 1) ультратовушнинг оқим бўйлаб ва унга қарши йўналишдаги вақт тафовутини ўлчаш;
- 2) ультратовуш тебранишларининг оқим бўйлаб ва унга қар-



4. 15- расм. Ультратовушли сарф ўлчагичнинг схемаси.

ши йўналишдаги тебранишлари фазаларининг силжишини ўлчаш; 3) автотебранишлар схемаси вужудга келтирган ва шу билан бирга оқим бўйлаб ҳамда унга қарши йўналишда ҳосил қилинган ультратовуш тебранишлари частотасининг айирмасини ўлчаш.

Ультратовушли сарф ўлчагичлардан бирининг тузилиш схемаси 4.15-расмда кўрсатилган. Бу асбоб икки каналли фазавий схема бўйича ишлайди.

Ультратовушли сарф ўлчагичлар қўйидаги асосий қисмлардан иборат: УГТ—ультратовуш генераторининг таъминлаш манбаи; НУ₁ ва НУ₂—нурланувчи ўзгарткичлар; ҚП₁ ва ҚП₂—қабул қилувчи пьезоўзгарткичлар; ФҚ—фаза ўзгартирувчи қурилма фазавий силжишларни ўзгарткичлар канали асимметрияси йўли билан бартараф этади; К—электрон кучайтиргич ва УА—ўлчаш асбоби. Ўлчаш асбоби сарф бирлигида даражаланadi. Пьезоэлементлар сифатида, кўпинча, барий титанатдан ишланган пластинкалар ишлатилади. Пьезоэлементлар кварц, титанатцирконий, сопол ҳамда магнитострикцион бўлиши мумкин.

Ультратовуш импульслари қувур ўқиға шундай бурчакда юбориладики, уларнинг бир каналдаги йўналиши оқим йўналишига мос келсин, иккинчи каналдаги йўналиши эса оқимга қарши боради. Суюқлик ҳаракатсиз бўлган пайтда импульсни *D* масофаға узатиш вақти қўйидагича:

$$\tau = \frac{D}{C_a}. \quad (4.41)$$

бу ерда τ — импульсни узатиш вақти, с; C_a — суюқликдаги товушнинг тарқалиш тезлиги, м/с.

Агар суюқлик *v* тезликда ҳаракат қилса, йўналишдаги товушнинг тарқалиш тезлик компоненти $v \cdot \cos \theta$ каби ифодаланади. Импульснинг нурланувчи манбалар орасидаги оқим йўналишида тарқалиши:

$$\tau_1 = \frac{D}{C_a + v \cdot \cos \theta}; \quad (4.42)$$

оқимга қарши йўналишда тарқалиши:

$$\tau_2 = \frac{D}{C_a - v \cdot \cos \theta}. \quad (4.43)$$

Иккала каналдаги частоталар фарқи:

$$\Delta f = f_1 - f_2 = \frac{v \cdot \cos \theta}{D} \quad (4.44)$$

Δf — частоталар фарқи, Гц; θ — суюқликда тўлқинларнинг тарқалиш бурчаги.

Шундай қилиб, суюқлик ҳаракатининг тезлигини кўрсатувчи частоталар фарқи фақат шу тезликка боғлиқ. Ультратовушли сарф ўлчагичлар сарфни контактсиз ўлчашни таъминлайди ва бошқа усулларни қўллаб бўлмаган ҳолларда

фойдаланилади. Мураккаблиги туфайли бу асбоблар кенг тарқалмаган. Уларнинг катта камчиликлари: асбоб кўрсатишга ўлчанаётган муҳитнинг физик-кимёвий хоссаларининг ўзгариши ҳамда муҳитнинг температураси, ультратовуш тезлигига таъсир этади. Асбобнинг асосий хатоси ўлчаш чегараси (7000 л/соат)нинг $\pm 2\%$ ини ташкил қилади.

Иссиқлик (калориметрик) сарф ўлчагичларнинг ишлаш принципи суюқлик ёки газ оқимининг ёрдамчи энергия манбаи ёрдамида қиздирилишига асосланган. Бу энергия манбаи оқим тезлиги ва қиздирувчи қурилмалардаги иссиқлик сарфига боғлиқ бўлган температуралар фарқини вужудга келтиради. Агар оқимнинг атроф муҳитга берган иссиқлигини эътиборга олмасак, қиздирувчи асбоб сарфланган ва оқимга узатилган иссиқлик ўртасидаги иссиқлик баланси тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$g_t = K \cdot Q_m \cdot C_p \cdot \Delta t \quad (4.45)$$

бу ерда g_t — қиздиргичнинг суюқлик ёки газга берган иссиқлик миқдори, Вт; K — қуввур кесими бўйича температуранинг нотекис тарқалишига тузатиш коэффиценти; Q_m — муҳитнинг масса сарфи, кг/с.; C_p — муҳитнинг ўзгармас босимдан солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг к); Δt — оқим температурасининг қиздиришдан аввалги ва кейинги ўртача қийматининг фарқи, К.

Калориметрик сарф ўлчагичларда оқимга иссиқлик, одатда, электр қиздиргич орқали берилади. Бу ҳолда

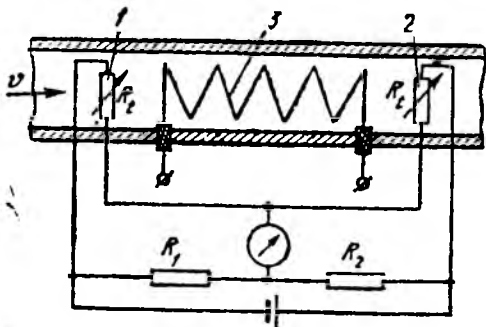
$$g_t = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \quad (4.46)$$

(4.45) ва (4.46) ифодалар асосида масса сарфни топамиз:

$$Q_m = \frac{0,24 \cdot I^2 \cdot R}{K \cdot C_p \cdot \Delta t} \quad (4.47)$$

Калориметрик сарф ўлчагичлар икки гуруҳга бўлинади. Улардан биринчисида сарф қиздиргич истеъмол қилган қувват миқдоридан аниқланади. Бу қувват ўзгармас температуралар фарқи Δt ни таъминлайди.

Иккинчи гуруҳдаги калориметрик сарф ўлчагичлар сарф қизитгичга берилган ўзгармас қувватдаги Δt температуралар фарқидан аниқланади. Температуралар фарқи, одатда, терможуфтлар ёки қаршилик термометрлари орқали ўлчанади. Қаршилик термометрларини бир меъёрили оқим кесимини қоп-



4. 16- расм. Калориметрик сарф ўлчагич схемаси.

лайдиган тўр шаклида тайёрлаб, кесим бўйича ўртача температурани ўлчаш мумкин. Ўлчанаётган муҳит одатда, 1...3°C га қиздирилади, шунинг учун сарф ўлчанган пайтдаги истеъмол қилинган қувват катта бўлмайди.

Модда сарфини ўлчашда, кўпинча, иккинчи гуруҳ сарф ўлчагичлари ишлатилади. 4.16-расмда иккинчи гуруҳ сарф ўлчагичнинг принципиал схемаси тасвирланган. Сарф ўлчагич корпусига кетма-кет уланган иккита қаршилик термометрлари 1 ва 2 ўрнатилган. Термометрларнинг кетма-кет уланиши улардаги токнинг тенглигини таъминлайди. Бу ҳол термометрларни қизитгич 3 дан аввалги ва ундан кейинги температуралар фарқи бўйича даражалашга имкон беради. Қаршилик термометрларининг икки тирсаги R_1 ва R_2 доимий қаршиликдан иборат бўлган кўприк тирсақларига уланади.

Калориметрик сарф ўлчагичларнинг афзалликлари — юқори аниқлик синфига эга (хатоси $\pm 0,5...1\%$); ўлчаш диапазони катта (10:1); пульсланувчи ва кичик сарфларни ўлчаш имкони бор. Бу асбобларнинг камчилиги — берилган температуралар фарқи ва оқимни иситиш учун электр қувватининг доимийлигини автоматик равишда сақлаш мураккаб. Калориметрик сарф ўлчагичлар асосан газлар сарфини ўлчаш учун ишлатилади.

Газлар сарфини ўлчаш учун ионли ўлчаш усулидан фойдаланиш мумкин. Бу усул қувурдан ўтаётган газларнинг радиоактив нурланиш манбалари ёрдамида даврий ионланишига асосланган. Газнинг ионлашган қисми маълум вақт ўтгач (бу вақт газ тезлигига боғлиқ) нурланиш қабул қилгичига боради ва бу ерда тоқ импульси ҳосил бўлади. Шундан сўнг импульс кучланади ва бир қатор ўзгартишлардан сўнг сарф бирлигига келтирилади. Шу билан бирга ҳаракатдаги оқимга вақти-вақти билан изотопли радиоактив нишонлар киритилади. Бу нишонлардан чиқадиغان импульслар қабул қилувчи қурилма орқали тугилади ва қатор ўзгартувчи элементлар ёрдамида ўлчаш асбобига узатилади.

Ионли асбоблар ишда ғоят қулай ва ишончли, аммо уларни ишлатиш, қўзғатиш ва таъмирлаш учун махсус хизмат хона, хизмат кўрсатувчи ходимлар талаб қилинади, радиоактив нурланишдан тегишли ҳимоя керак бўлади. Шунинг учун амалда сарфни ўлчаш учун нейтрал нурланиш, масалан, ультратовуш нурланиш маъқулроқ.

IV.7-§. СУЮҚЛИК ВА ГАЗЛАР МИҚДОРINI ЎЛЧАШ

Суюқлик ва газлар миқдорини ўлчашга мўлжалланган сўтчиклар ўзларининг ишлаш принципига кўра ҳажм, тезлик ва вазн сўтчикларига бўлинади. Кўпроқ ҳажм ва тезлик сўтчиклари ишлатилади. Газ миқдорини ўлчашда ҳажм сўтчикларидан фойдаланилади.

Вақт оралиги τ_1 — τ_2 даги оқим, масса ва энергия йиғиндисини кўрсатувчи ўлчаш асбоби сўтчик деб аталади. Сўтчиклар ўз функциясини қуйидаги формулага мувофиқ бажаради:

$$Q = \int_{\tau_1}^{\tau_2} g \cdot dt \quad (4.48)$$

бу ерда Q — вақт оралиғида сарфланадиган модда миқдори; g — вақт бирлиги ичида модда ёки энергия сарфи.

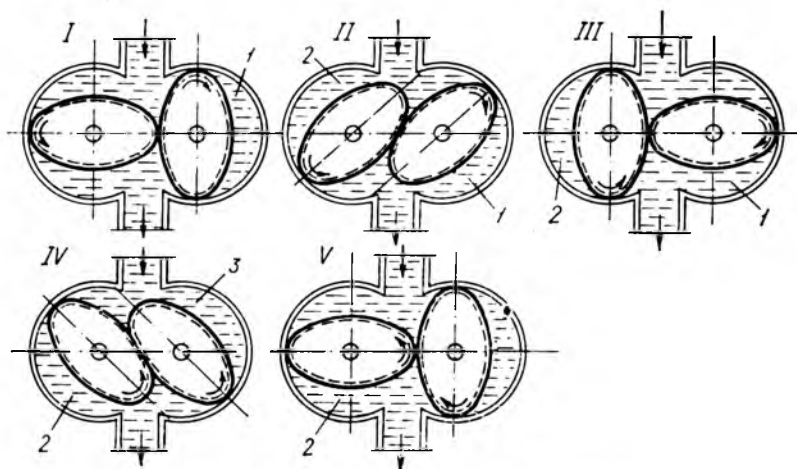
Ҳажм сётчиклари модда миқдорини ҳажм бўйича, тезлик сётчиклари эса оқим тезлиги бўйича ўлчайди. Иккала сётчик ҳам модданинг асбоб ишлаб турган вақтда ундан ўтган умумий миқдорини кўрсатади. Маълум вақт оралиғидаги модда миқдорини аниқлаш учун олинган даврнинг бошланиши ва охиридаги сётчик кўрсатишини белгилаш керак. Сётчик кўрсатишларининг фарқи шу давр ичида асбобдан ўтган модда миқдорига тенг бўлади.

Ҳажм сётчикларининг ишлаш принципи суюқлик ёки газ оқими муайян миқдорга — порция (доза) ларга бўлиниб сарфланиши ва бу порциялар сонини ҳисоблаш йўли билан сарфланаётган модда миқдорини аниқлашга асосланади.

Сарфланаётган порциялар сони йиғиндиси ҳисоблаш механизми ёрдамида аниқланади. Ҳажм сётчиклари асосан тоза, механик аралашмаларсиз бўлган суюқлик ва газлар миқдорини ўлчашга мўлжалланган. Уларнинг асосий афзалликлари ўлчаш хатолигининг кичиклиги ва ўлчаш чегарасининг катталигидир.

Тузилишига кўра ҳажм сётчиклари овалсимон шестерняли, ротацион, поршенли, диафрагмали, барабанли ва бошқа хил турларга бўлинади.

Суюқ моддалар миқдорини ўлчаш учун овалсимон шестерняли ва поршенли сётчиклар кенг қўлланилади. 4.17-расмда овалсимон шестерняли сётчикнинг принципиал схемаси кўрсатилган.



4.17- расм. Овалсимон шестерняли сётчик схемаси.

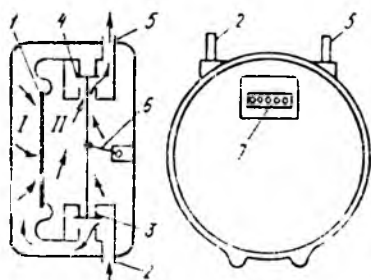
Шестернялар оқимнинг киришига кўра бир-бирини кетма-кет ҳаракатга келтиради. Улар айланганда шестерня овали ва ўлчаш камераси девори билан чекланган суюқликнинг муайян ҳажми чиқариб юборилади. Шестернянинг бир марта тўлиқ айланишига сўтчик ўлчов камерасининг ҳажми йиғиндига тенг бўлган тўртта маълум ҳажмдаги суюқлик оқиб ўтади. Сўтчикдан ўтган суюқлик миқдори шестернянинг айланишлар сонига кўра аниқланади. *I* ҳолатда (4.17-расм) суюқлик ўнг шестерняни соат стрелкаси ҳаракати йўналишида айлантиради, ўнг шестерня эса ўз навбатида чап шестерняни соат стрелкаси ҳаракати йўналишига қарши айлантиради. Бу ҳолатда ўнг шестерня суюқликнинг 1-қисмини чиқариб ташлайди. *II* ҳолатда шестерня суюқликнинг янги 2-қисмини чиқаради. Ўнг шестерня эса аввал чиқарилган 1-ҳажми сўтчикнинг чиқишига узатади. Иш пайтида айлантирувчи момент иккала шестерняга ҳам таъсир қилади. *III* ҳолатда чап шестерня етакловчи бўлиб, суюқликнинг 2-ҳажмини чиқаради. *IV* ҳолатда ўнг шестерня 3-ҳажми чиқаришни тамомлайди, чап шестерня эса, 2-ҳажми сўтчикка киритади. *V* ҳолатда 3-ҳажм батамом чиқарилади, иккала шестерня ҳам ярим айланишни бажариб, ўнг шестерня яна етакловчи бўлиб қолади. Шестернялар айланишининг иккинчи ярими юқоридагидек ўтади. Суюқликнинг ҳажми шестернялар айланишига мос.

Овалсимон шестерняли суюқлик сўтчиклари 0,8...36 м³/соат диапазондаги ўлчашларни таъминлайди. Шартли ўтиш диаметрлари 15...80 мм, асбобнинг хатоси ±0,5%, иш босими 1,57 МПа (16 кгк/см²). Сўтчик ўрнатилишидаги босимнинг йўқотилиши тахминан 0,02 МПа (0,2 кгк/см²).

Газсимон моддалар миқдорини ўлчаш учун диафрагмали, ротацион ва барабанли сўтчиклар кенг қўлланилади. 4.18-расмда ГКФ туридаги диафрагмали сўтчик схемаси кўрсатилган.

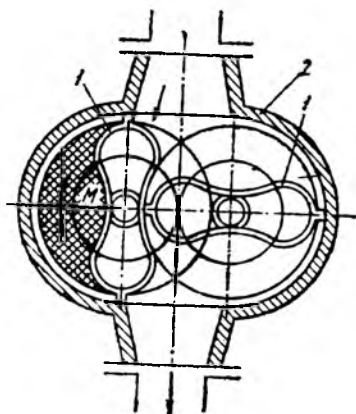
Диафрагма *I* билан бўлинган сўтчикнинг икки камераси (*I* ва *II*) маълум цикл бўйича газга тўлиб ва бўшаб туради.

Бу камералар ричаг *б* орқали клапанлар 3—4 билан боғланган бўлиб, юқориги клапанлар беркилганда газ *I* камерага, пастки клапанлар бекилганда *II* камерага ўтади. Газ *I* камерага кирганда унинг босим кучи диафрагмани ўнг томонга суради, *II* камера торая бошлайди ва ундаги газ миқдори бир порция бўлиб, тешик 5 орқали сарфга ўтади. Диафрагма ўнгга сурилиб маълум ораликқа келганда, ричаг *б* пастки клапанларни беркитади. Энди газ *II* камерага йиғилади ва диа-



4.18- расм. ГКФ туридаги газ сўтчиги.

фрагмани чапга суриб 1 камерадаги газни тешик 5 орқали сарфга чиқаради. Диафрагма маълум оралиққа сурилганда ричаг 6 энди юқориги клапанларни ёпади, газ 1 камерага йиғилади. Шундай қилиб, камералардан тенг миқдордаги газ порциялари маълум цикл бўйича сарфга чиқиб туради. Ричагнинг ҳар бир циклдаги ҳаракати счётчик 7 циферблатининг шкаласида ҳисобланиб туради.



4.19- расм. Ротацион счётчик схемаси.

Ротацион счётчик (4.19- расм). кўп миқдордаги газ ҳажмини ўлчашга мўлжалланган. Бу асбобда ўлчов 8 рақами кўринишидаги иккита ротор 1 ёрдамида бажарилади. Бу роторлар ғилоф 2 ичида айланади. Счётчикка газ турли филтнинг кириш тармоғи орқали келади. Роторлар счётчик кириши ва чиқишидаги босимлар фарқи ҳисобига айланади. Роторлардан бири асбобдан ўтган газ ҳажмини кўрсатувчи ҳисоблаш механизми билан боғланган. Счётчикнинг ўлчаш ҳажми ғилоф девори ва роторлар орасидаги камера орқали аниқланади.

Ротацион счётчиклар 40...40 000 м³/соат сарфни ўлчашга мўлжаллаб чиқарилади. Иш босимлари: 0,1; 0,6; 1,6 ва 6,4 МПа. Шартли ўтиш диаметрлари 50...1200 мм. Асбобларнинг аниқлик синфи 1 ва 1,5. Счётчик ўрнатилишдаги босим сарфи (йўқотилиши) 35...40 мм сув, уст. дан ошмайди.

Сууюқлик миқдорини ўлчайдиган тезлик счётчиклари ҳаракатдаги оқимнинг ўртача тезлигини ўлчаш принципига асосланган.

Сууюқлик миқдори оқим ҳаракати тезлиги билан қуйидаги нисбат орқали боғланган:

$$Q = v_{\text{ўрт}} \cdot S \quad (4.49)$$

бу ерда Q — ҳажмий сарф м³/с; $v_{\text{ўрт}}$ — оқимнинг ўртача тезлиги, м/с; S — оқимнинг кўндаланг кесим юзи, м².

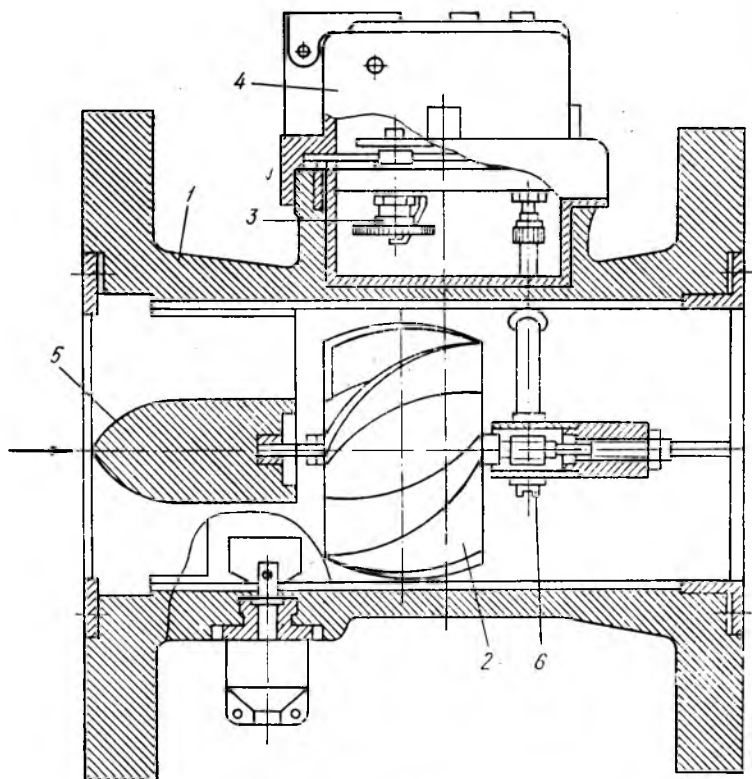
Оқим йўлига ўрнатилган парракларнинг айланиш сонига қараб асбобдан ўтган сууюқлик миқдорини аниқлаш мумкин. Парраклар айланишининг тезлиги оқим тезлигига пропорционалдир:

$$n = K \cdot v_{\text{ўрт}} \quad (4.50)$$

бунда n — парракларнинг айланиш сони, 1/с; K — асбобнинг геометрик ҳажмига боғлиқ бўлган доимийси, м⁻¹.

Агар (4.49) тенгламани назарда тутсак:

$$n = K \cdot \frac{Q}{S} \quad (4.51)$$



4.20- расм. Спиралсимон парракли сууқлик сётчиги.

Парракларнинг τ вақт ичидаги айланишлар сони асбобдан шу вақт ичида ўтган модда сарфига пропорционал:

$$N = n \cdot \tau = \frac{K}{S} \cdot Q \cdot \tau \quad (4.52)$$

Парракларнинг шаклига кўра тезлик сётчиклари икки гуруҳга бўлинади: спиралсимон ва қанотли.

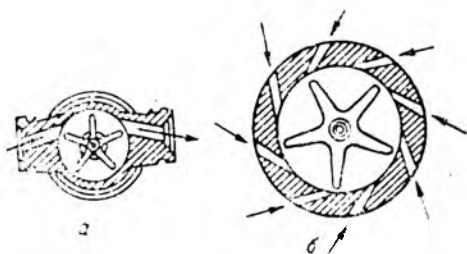
Спиралсимон парраклар ўлчанаётган оқимга нисбатан параллел, қанотли парраклар эса оқим ўқига перпендикуляр жойлашади. Спиралсимон парракли тезлик сётчиклари кўп миқдордаги сув сарфини ўлчашда ишлатилади. 4.20-расмда спиралсимон (горизонтал) парракли (сув ўлчагич) сётчик кўрсатилган. Сууқлик оқими асбобнинг корпуси 1 га келиб, шарра тўғрилагич 5 орқали кўп киримли винт шаклида ишланган паррак куракчалари 2 га йўналади. Парракнинг айланиши червякли жуфт 6 ва узатиш механизми 3 орқали сётчик 4 га узатилади.

Бу сётчиклар 50...200 мм шартли ўтишга мўлжалланиб, сарфини 70...1700 м³/соат ва $\pm 2...3\%$ хато билан ўлчайди. Му-

ҳитнинг босими 0,98 МПа (10 кгк/см²) дан ошмаслиги керак.

Суюқликни парракка узатиш усулига кўра қанотли счётчиклар бир шаррали ва кўп шаррали бўлади.

4.21-расмда бир шаррали (а) ва кўп шаррали (б) счётчиклар схемаси кўсатилган. Бу счётчикларда суюқлик асбобнинг парракларига тангенциаль равишда йўналтирилади. Парракли счётчиклар агрессив бўлмаган оқимда ишласа ва оқим температураси 30°C дан ошмаса, уларнинг парраги пластмассадан тайёрланади. Оқим температураси 90°C дан юқори бўлса, парраклар жездан тайёрланади.



4. 21- расм. Бир шаррали (а) ва кўп шаррали (б) счётчиклар.

IV.8. §. СОЧИЛУВЧАН МАТЕРИАЛЛАР ВА ДОНАЛИ БУЮМЛАРНИНГ МИҚДОРНИ УЛЧАШ

Турли хил сочилувчан материалларни ўлчаш ва меъёрлаш, сочилувчан буюмларни ҳисобга олиш воситалари технологик жараёнларни, ортиш-тушириш ишларини ва савдо-ҳисоб операцияларини автоматлаштиришда кенг қўлланилади. Бундай ўлчаш воситаларига тарозилар, дозаторлар ва турли хил тензорезисторли ўзгарткичлар киради.

ТАРОЗИ — қаттиқ, сочилувчан ёки суюқ моддаларнинг массасини ўлчаш учун мўлжалланган ўлчаш воситасидир. Тарозилар, одатда, тортиш принципига, мувозанатловчи моментни вужудга келтириш услуги, қўлланиш соҳаси, автоматлаштирилганлик даражаси, тортиш чегарасига ва хоказога кўра таснифланади.

Тортиш принципига кўра тарозилар дискрет (даврий) ва узлуксиз ишлайдиган тарозиларга ажралади. Мувозанатловчи моментни вужудга келтириш услугига кўра тарозилар икки гуруҳга бўлинади: механик (шайинли ва пружинали) ва электромеханик тарозилар. Қўлланиш соҳаси ва торайиш чегараларига кўра тарозилар умумий вазифани бажарувчи лаборатория тарозиларига, технологик тарозиларга; автоматлаштириш даражасига кўра ноавтоматик ва автоматик тарозиларга бўлинади.

ДОЗАТОРЛАР — сочилувчан (ва суюқ) материалларнинг массалари ёки ҳажмларини автоматик ўлчаб берувчи (дозаловчи) қурилмадир. Дозаторлар дискрет ва узлуксиз ишлайдиган бўлиши мумкин. Дискрет ишлайдиган (порцион) дозаторлар асосан қурилмаларни баландлиги бўйича жойлаштириладиган технологик жараёнларда қўлланилади. Узлуксиз

ишлайдиган дозаторлар қурилмаларни горизонтал жойлаштириш ва материалларни конвейер усулида ташиш билан боғлиқ технологик жараёнларда фойдаланилади.

Тарози — ўлчов техникасининг замонавий ҳолати механик системалардан электрон қурилмаларга кучнинг электромеханик (тензорезисторли, вибростерженли) ўзгарткичларидан ва замонавий микроэлектроник воситалардан фойдаланган ҳолда, шу жумладан микропроцессорлардан ва махсус қўлланиладиган микросхемалардан фойдаланган ҳолда ўтиш билан ифодаланади. Бу тарозиларнинг аниқлик, унумдорлик, автоматлаштирилганлик даражаси, ишончлилиги ва бошқа шу каби муҳим кўрсаткичларини яхшилашга имкон беради.

Тарози ва дозаторлар технологик қурилмаларнинг таркибий қисми ҳисобланади, шунинг учун ҳам уларнинг конструкцияси ва қурилмалари дарсликда қараб чиқилмайди.

Мазкур бобда технологик қурилмаларга киритиладиган автоматик тарози ўлчов қурилмалари (тарозилар ва дозаторлар)нинг баъзи ўлчов ўзгарткичлари қараб чиқилади. Электромеханик шайинсиз тарозиларнинг конструкцияси энг истиқболлидир, бунда юк кўтарувчи қурилма бевосита куч ўзгарткичига таъсир қилади. Сигнални ўзгартириш ва қайта ишлаш, тортиш натижаларини индикациялаш, шунингдек тортиш жараёнини бошқариш ва маълумотларни чиқариш (олиш) датчик билан кабель орқали боғланган ажратувчи блок (асбоб) воситасида амалга оширилади.

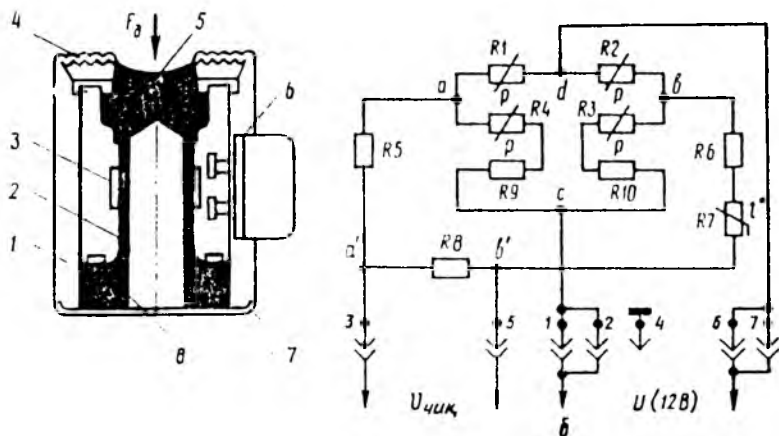
ДЭДВУ туридаги куч ўлчовчи тензорезисторли ўзгарткичлар (датчиклар) тортувчи электротензорезисторли қурилмаларда қўлланиш учун мўлжалланган. Ўлчанаётган кучнинг таъсир кўрсатиш характерига кўра ўзгарткичлар — даврий бўшатилади. Ўзгарткичнинг тузалиши (қурилмаси) 4.22-расмд *a* да келтирилган. Корпус 1 да эластик элемент 2 ўрнатилган бўлиб, у асос 8 ва сферик товон 5 ли цилиндрик устунчадан иборат. Эластик элементнинг ишчи қисмида тензорезисторлар 3 ёпиштирилган. Кучни эластик элементга узатиш учун сферик товон 5 хизмат қилади. Корпуснинг чуқурлигида мослаштирувчи резисторлари бўлан монтаж плита 6 жойлаштирилган бўлиб, уларнинг чиқариш ўтказгичлари (симлари) розетка вилкаси билан туташтирилган. Эластик элемент юқори томондан диафрагма 4 билан, паст томондан қопқоқ 7 билан ёпилган, улар ўзгарткичнинг ички ҳажмининг герметиклигини таъминлайди.

Ўзгарткичнинг ишлаш принципи тензорезисторларнинг деформацияси вақтида уларнинг электр қаршилигини ўзгартиришга асосланган.

$R_1 - R_4$ тензорезисторлар (4.22-расм, *b* га қаранг) компенсацияловчи R_9 ва R_{10} резисторлар билан бирга кўприк ҳосил қилиб, унинг бир диагоналига манба кучланиши (12 В ўзгармас ток) уланган, иккинчисидан эса чиқиш сигнали олинади (24 мВ гача чегарада). Ўлчанаётган куч таъсирида $R_1 - R_4$ тензорезисторлар деформация-

ланиб, кўприкнинг балансини бузади, унинг ўлчовчи ab диагоналида ўлчанаётган кучга пропорционал кучланиш пайдо бўлади.

Юкланган ўзгарткичнинг чиқиш сигнали кийматини мослаш учун R_5, R_6, R_7 (R_7 — мис резистор) резисторлар, бошланғич сигнални мослаштириш учун эса R_9, R_{10} резисторлар хизмат қилади. R_8 резистор ўзгарткичнинг кириш қаршилигини мослаш учун мўлжалланган. Ўзгарткичнинг аниқлик синфи 0,5.



4. 22- расм. ДEDV тензорезисторли ўзгарткичнинг схемаси:

a — тузилиши; b — ишлаш принципи.

ДСТ туридаги куч ўлчовчи тензорезисторли датчиклар узтуксиз ишловчи торозилар ва дозаторларда фойдаланиш учун мўлжалланган. ДСТ датчиклари конструкциясининг асоси тензорезисторлар ёпиштирилган эластик элемент ҳисобланади. Думалоқ корпусга жойлаштирилган диаметри 120 мм ва қатинлиги 54 мм бўлган эластик элемент учта тўсиндан иборат ром кўринишида ясалган, улар битта текисликда параллел жойлаштирилган. Ҳар бир тўсин марказида юк қабул қилувчи элементлар ва чиқиш сигналларини соловчи (ростловчи) резисторлар ёпиштирилган блоклар ўрнатилган. Резисторлар фальгадан (зарқоғоздан) тўр шаклида ясалган; ростлаш тўрининг айрим элементларининг узилиши ҳисобига амалга оширилади.

Ўлчанаётган кучланиш (куч) конусга ёки юк қабул қилувчи элементнинг шарсимон сиртига узатилиб, балкаларнинг букинишига ва уни пропорционал электр сигналга ўзгартирувчи тензорезисторларнинг деформацияланишига сабаб бўлади. Датчикларнинг номинал юкланишлари 10 дан 10 000 кгк атрофида бўлади. Асосий хатолик $\pm 0,1\%$.

ДОНАЛИ БУЮМЛАР СЧЕТЧИГИ

Маҳсулотни санаш қурилмаси мазкур ишлаб чиқариш операциясидан ўтган маҳсулотни санаш мақсадида ишлаб чиқариш жараёнининг тугагани ҳақида ахборотни автоматик олиш учун фойдаланиладиган техник воситалар мажмуасининг бир қисмини ташкил этади. Улар айрим бирлик (шиша идиш, баллонлар ва ҳоказо) ёки контейнерлар (яшиқлар, қутилар, қоплар ва ҳоказо) кўринишидаги донали маҳсулотларни автоматик ҳисобга олиш учун қўлланилади.

Донали маҳсулотларнинг ҳамма счётикларини конструкцияси (тузилиши)га кўра икки гуруҳга ажратиш мумкин: контактли (механик) ва контактсиз.

Механик счётиклар, одатда, технологик қурилма комплектига киради. Контактли — механик датчиклар сифатида дарҳол таъсир қилувчи йўл виключателларидан фойдаланилади.

Санашнинг иккиламчи асбоблари сифатида электромеханик импульслар счётигидан фойдаланилади.

Контактсиз счётиклар — технологик қурилма билан ёки саналаётган буюмлар билан механик контактда бўлмаслик билан ифодаланади ва юқори даражада ишончли бўлиш билан фарқланади. Саноатда конструктив ишланиш ва схемалари турлича бўлган фотоэлектрик счётиклар кенг қўлланилади.

Фотоэлектрик счётиклар ҳам тайёр маҳсулотни санаш учун, ҳам тўлдирилмаган шаффоф идишни бракка чиқариш учун қўлланилади, бу уларнинг бошқа истаган счётиклардан афзаллигидир.

V БОБ. СУЮҚЛИҚ ВА СОЧИЛУВЧАН МОДДАЛАР САТҲИНИНГ БАЛАНДЛИГИНИ ЎЛЧАШ

V.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА ТАСНИФИ

Суюқлик ва сочилувчан моддалар сатҳининг баландлигини ўлчаш технологик жараёнларни автоматлаштиришда муҳим аҳамиятга эга. Сатҳ баландлигини ўлчаш модданинг идишдаги миқдорини аниқлаш ва технологик жараёнда иштирок этаётган ишлаб чиқариш аппаратида сатҳ ҳолатини назорат қилишдан иборат.

Ишлаш характери жиҳатидан сатҳ баландлигини ўлчагичлар узлуксиз ва узлукли (релели) бўлади. Релели сатҳ ўлчагичлар модданинг сатҳи маълум баландликка етганда ишлаб бошлайди, улар сигнализация мақсадида ишлатилади ва сатҳ баландлиги сигнализатори дейилади.

Бу асбоблар ишлаш принципи ва тузилиши жиҳатидан бир-бирдан фарқ қилади. Масалан, суюқлик сатҳ баландлигини ўлчашга мўлжалланган асбобларнинг кўпи сочилувчан моддалар сатҳини ўлчаш учун яроқсиз, усти очиқ идишларда ишла-

тиладиган асбоблар эса юқори босимда ишлайдиган идишлар учун яроқсиздир ва ҳоказо.

Сатҳ баландлигини назорат қилиш асбоблари шкалалли ва шкаласиз бўлади. Шкаласиз асбоблар, одатда, иккиламчи асбоблар билан бирга ишлайди, ёки сатҳ баландлигининг чегараси ҳақида мустақил сигнал беради.

Ўлчанадиган муҳитнинг характери ва ишлаш принципига кўра сатҳ баландлигини ўлчаш асбоблари қуйидаги гуруҳларга бўлинади: кўрсатиш ойнаси; қалқовичли; гидростатик; электрик (сигимли, актив қарашликларнинг ўзгаришига мувофиқ ва индуктивли); радиоизотопли; ультратовушли; радиотўлқинли; термокондуктометрли; вазнли ва бошқалар. Шуларнинг айримлари билан танишиб чиқамиз.

В.2-§. ҚАЛҚОВИЧЛИ САТҲ БАЛАНДЛИГИ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Бу асбоблар билан идишдаги суюқлик сатҳи баландлиги ўлчанади. Асбобнинг сезгир элементи — қалқович суюқлик сиртида қалқиб туради (5.1-расмда) ва суюқлик сатҳи баландлигидаги ўрни унга таъсир қиладиган кучлар мувозанатига боғлиқ бўлади. Архимед қонунига мувофиқ, қалқович оғирлиги унинг суюқликка ботган ҳажмидаги суюқлик оғирлигига тенг бўлади. Ундан ташқари, қалқовични ўраб олган суюқлик устидаги муҳит ҳаво бўлмай, зичлиги ρ_0 га тенг бўлган модда бўлса, унда қалқович ҳажмидаги бу модда оғирлиги ҳам қалқовични пастга босади, унинг суюқликка ботишини оширади. Бу икки кучга қарши йўналган, қалқовични юқорига кўтарадиган куч F ни қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$F(x) = \rho_0 \cdot g \cdot V + (\rho - \rho_0) g \int_0^x S(x) dx \quad (5.1)$$

бунда ρ_0 — суюқлик устидаги муҳит зичлиги; g — оғирлик кучи тезланиши; V — қалқовичнинг ҳажми; ρ — қалқович ботиб турган суюқлик зичлиги; x — қалқович ботган қисмининг баландлиги; S — қалқовичнинг кўндаланг кесим юзи.

Агар қалқовичнинг кўндаланг кесими S баландлиги h бўйича ўзгармас бўлса,

$$F = Sh\rho_0g + (\rho - \rho_0) g \cdot S \cdot x \quad (5.2)$$

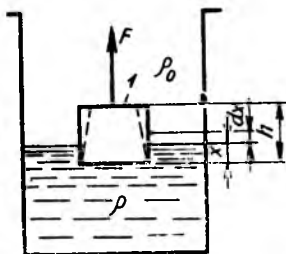
Суюқлик устидаги муҳит газ ёки ҳаво бўлса, $\rho_0 = 0$, у ҳолда

$$F = \rho \cdot g \int_0^x S(x) dx. \quad (5.3)$$

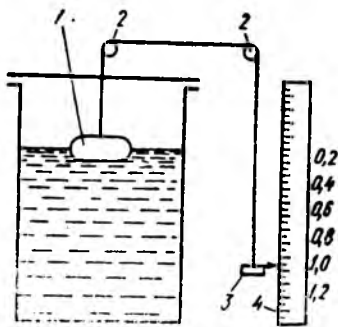
Қалқовичнинг кўндаланг кесими ўзгармас бўлса

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x \quad (5.4)$$

Қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичларда доимий ва даврий чўкадиган (буйкали) қалқовичлар ишлатилади.



5.1-расм. Қалқович силжншининг схемаси.



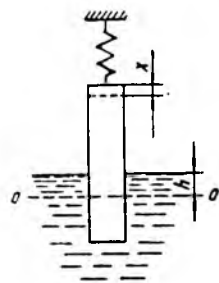
5.2- расм. Қалқовичли суюқлик сатҳи баландлигини ўлчаш схемаси.

шу принципга асосан ишлайдиган доимий чўкадиган қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичнинг оддий схемаси кўрсатилган. Саноатда қўлланиладиган кўпчилик сатҳ ўлчагичлар шу схема асосида ишлайди. Қалқович 1 роликлар 2 ёрдамида мувозанатловчи юк 3 билан эластик трос (пўлат сим) орқали боғланган. Юк билан бириктирилган стрелка шкала 4 га мувофиқ суюқлик сатҳ баландлигини кўрсатиб туради.

Бу ўлчагичнинг асосий камчилиги — шкаласининг тескарлиги ва трос оғирлигининг ўзгариши ҳисобга олинмаслиги, баланд идишларда ҳисоблаш қийинлиги ва ҳоказо.

Қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичларнинг турли модификациялари мавжуд. Улар бир-бирдан тузилиши, ўлчаш характери (узлуксиз ёки қайд қилувчи), масофага узатиш системасини (пневматик, электр ва бошқалар) ишлатиш шартлари ва бошқа хусусиятлари билан фарқ қилади.

Идишдаги суюқлик сатҳининг баландлигини ўзгаришига қараб қалқовичнинг силжishiни камайтириш мақсадида чизиқли характеристикага эга бўлган даврий чўкадиган цилиндрик қалқовичдан фойдаланиш мумкин. Даврий чўкадиган қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичнинг ишлаш принципи қалқович (буйка) массасининг суюқликка чўкиш чуқурлигига қараб ўзгаришига асосланган. Бундай сатҳ баландлиги ўлчагичларнинг сезгир элементи оғир жисм (масалан, цилиндр), яъни идиш ичида вертикал осилган ва назорат қилинаётган суюқликка қисман ботирилган (5.3-расм) қалқовичдан иборат. Қалқович бикрлиги C бўлган ва қалқовичга маълум куч билан таъсир этадиган эластик илгакка маҳкамланган (5.3-



5.3- расм. Ўзгарувчан ботишли цилиндрик қалқович силжishiининг схемаси.

Доимий чўкадиган қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичларда қалқовични юқорига кўтарадиган мувозанатловчи куч қалқович оғирлигига тенг ва ўзгармас бўлади;

$$F = G = \text{Const} \quad (5.5)$$

Бундан фойдаланиб, қалқовичнинг суюқликка ботган қисмининг баландлигини топиш мумкин

$$x = \frac{G}{S \cdot \rho \cdot g} = \text{Const} \quad (5.6)$$

Бу ҳолда кучлар мувозанатини таъминлайдиган қалқович суюқлик сатҳи баландлигига мувофиқ силжийди. 5.2- расмда

расмда бундай элемент пружинадир). Сууюқлик сатҳини 00 ҳолатдан h га орттирилса, итарувчи куч ортади. Бу буйкани x ҳолатига кўтаришга олиб келади, бунда унинг кўтарилиши билан чўкиш камаяди, яъни $x < h$. Бу билан куч ўзгаради, шу куч билан илгак буйкага таъсир қилади. Ўзгариш буйканинг чўкиши $h - x$ га ортиши натижасида итариш кучининг ўзгаришига тенг:

$$x \cdot C = (h - x) \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot F - (h - x) \rho_{\text{г}} \cdot g \cdot F \quad (5.7)$$

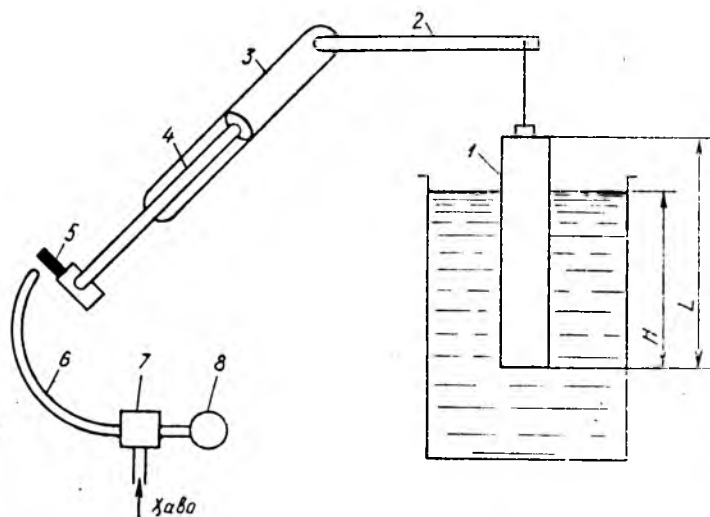
бунда C — илгакнинг бикрлиги; $\rho_{\text{ж}}$, $\rho_{\text{г}}$ — сууюқлик ва газнинг зичлиги; F — қалқович кўндаланг кесимининг юзи.

Бундан қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагич статик характеристикасининг ифодасини осонлик билан топиш мумкин:

$$x = \frac{h}{1 + \frac{C}{(\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{г}}) \cdot g \cdot F}} \quad (5.8)$$

Шундай қилиб, қалқовичли сатҳ ўлчагичнинг статик характеристикаси чизиқлидир, бунда унинг сезгирлиги F ни орттириш билан ёки илгакнинг бикрлиги C ни камайтириш билан орттирилиши мумкин.

(5.8) формуладан кўришиб турибдики, конкрет сатҳ баландлиги ўлчагичдан фойдаланганда қўшимча хатоликлар ушбу C , F , $\rho_{\text{ж}}$ — $\rho_{\text{г}}$ катталикларнинг ўзгариши ҳисобига пайдо бўлиши мумкин. Шу катталикларнинг ўзгаришига идишдаги температура ва босимнинг ўзгариши сабаб бўлади, бунда $\rho_{\text{ж}}$ — $\rho_{\text{г}}$ айирманинг ўзгаришидан ҳосил бўладиган хатолик энг катта бўлади.



5. 4- расм. Даврий чўкадиган қалқовичли ва кўрсатишларни масофага пневматик узатадиган сатҳ баландлиги ўлчагич схемаси.

5.4-расмда даврий чўкадиган қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичнинг схемаси кўрсатилган. Бу асбоб кўрсатишларни пневматик усулда масофага узатади. Қалқович 1 торсионли найча 3 учига ўрнатилган ричаг 2 га осилган. Қалқович ўз оғирлиги билан торсионли найча ва унинг ичидаги пўлат стержен 4 ни буради, бурилиш бурчаги сатҳ ўзгарганда қалқовичнинг ўзгарадиган оғирлик кучига пропорционал. Қалқович шундай оғирликка эгаки, у суюқликка батамом чўкканда, қалқиб чиқмайди. Стержень 4 нинг бўш учиди пневмоқурилма 7 нинг заслонка (тўсиқ) си 5 маҳкамланган. Торсионли найча унинг стержени бурилганда сопло 6 га нисбатан шу бурилиш бурчагига тенг бурчакка очилади. Пневмоқурилма 7 тўсиқнинг бурчакли силжишини иккиламчи асбоб 8 орқали ўлчанадиган босимнинг пропорционал ўзгаришига айлантиради. Босим ўлчайдиган асбобнинг шкаласи 8 сатҳ баландлиги бирлигида даражаланган.

Суюқлик сатҳ баландлигини масофадан ўлчаш учун куч компенсацияси принципига асосланган, ўзгармас токнинг 0—5 ва 0—20 мА унификацияланган чиқиш сигналига (УБ-Э типли) ёки 20...100 кПа ҳаво босими мўлжалаланган (УБ-П типли) қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичлари қўлланилади ва қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичларининг ўлчов чегараси ушбу қатордан танланади: 0—0,25; 0,4; 0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16,0 ва 20 м. Аниқлик синфи 0,6; 1,0; 1,6 ва 2,5 бўлиши мумкин. Ҳисоб-китоб операциялари учун сатҳ баландлиги ўлчагичлари асосий хатоликлари $\pm 1,0$ дан 10,0 мм гача бўладиган қилиб тайёрланади.

Агрессив суюқликлар сатҳ баландлигини ўлчашда қалқович коррозияга бардош материалдан тайёрланади.

Қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичлардан катта зичликка эга бўлган (азот, неон ва б.) газлардан суюқлаштирилган газ сатҳини ўлчашда ҳам, 32 МПа босимда ва 400°C гача бўлган температурада муҳитни назорат қилишда ҳам фойдаланилади.

Қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичлар маълум афзалликларга эга: қурилма содда, ўлчаш чегараси катта, аниқлиги етарлича катта, агрессив ва қовушоқ муҳитлар сатҳини ўлчаш мумкин, ўлчашнинг температура чегараси кенг. Уларни қўлланишни чегараловчи камчиликлари: идишда қалқович борлиги, металл кўп кетиши, кинематик қисмлари борлиги сабабли етарли мустаҳкам эмаслиги, идишларда босим остида сатҳни ўлчаш қийинчиликлари.

В.3-§. ГИДРОСТАТИК САТҲ БАЛАНДЛИГИ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Гидростатик сатҳ баландлиги ўлчагичлари очиқ идиш ҳамда босим остидаги идишларда турли суюқликлар (жумладан, агрессив, тез кристалланувчи ва қовушоқ моддалар) сатҳ баландлигини ўлчашда ишлатилади. Бу асбобларда суюқлик сатҳ

баландлигини ўлчаш суюқлик устуни ҳосил қиладиган босимни ўлчаш билан амалга оширилади, яъни

$$P = H \cdot \rho \cdot g \quad (5.9)$$

бу ерда P — суюқлик устуни ҳосил қилган босим, Па; H — суюқлик сатҳи баландлиги, м; ρ — суюқлик зичлиги, кг/м³; g — оғирлик кучи тезланиши, м/с².

(5.9) тенглама босимни ўлчаш асосида ишлайдиган сатҳ баландлиги ўлчагичлари қуриш мумкинлигини кўрсатади.

Суюқликнинг гидростатик босимини дифманометр ёрдамида ўлчайдиган гидростатик сатҳ ўлчагичлар **дифманометрик сатҳ баландлиги ўлчагичлар** деб аталади.

Суюқликнинг гидростатик босимини ҳаво босимига ўзгартирувчи гидростатик сатҳ баландлиги ўлчагич **пъезометрик сатҳ ўлчагич** деб аталади.

Дифманометр билан очиқ ва ёпиқ идишлардаги суюқликлар сатҳ баландлигини, яъни босим остидаги ёки сийракланиш шаронтидаги суюқликлар сатҳини ўлчаш мумкин. Бундай асбобларнинг ишлаш принципи икки суюқлик устунининг гидростатик босимлар фарқини ўлчашга, яъни идишдаги суюқлик сатҳига боғлиқ бўлган ўзгарувчан суюқлик устуни босимини ва солиштириш ўлчови вазифасини бажарувчи доимий устун бўйича босимлар фарқини ўлчашга асосланган. 5.5-расмда очиқ идишдаги суюқлик сатҳ баландлигини дифманометр билан ўлчаш схемаси кўрсатилган. Дифманометрнинг иккала импульсли найчаси 1 назорат суюқлик (агар у агрессив бўлмаса) билан тўлдирилади. Дифманометр унинг сезгир элементида таъсир этадиган P_1 ва P_2 босимлар фарқини ўлчайди. Шу босимлар учун (5.9) тенгламага мос равишда қуйидаги ифодаларни ёзиш мумкин:

$$\begin{aligned} P_1 &= (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g; \\ P_2 &= h_2 \cdot \rho_2 \cdot g. \end{aligned} \quad (5.10)$$

Шундай қилиб, дифманометр идиш 2 даги назорат қилинадиган сатҳ баландлиги H орқали ифодаланадиган босимлар фарқини ўлчайди:

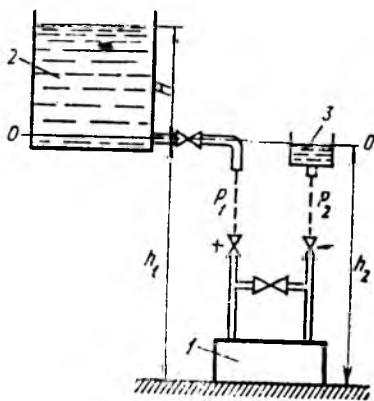
$$\Delta P = P_1 - P_2 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g - h_2 \cdot \rho_2 \cdot g. \quad (5.11)$$

Агар иккала импульсли найчадаги суюқлик зичлиги ρ_1 ва ρ_2 бир хил бўлса ва $h_1 = h_2$ бўлса, у ҳолда

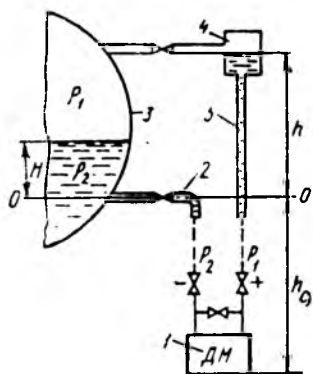
$$\Delta P = H \cdot \rho \cdot g, \quad (5.12)$$

бунда

$$\rho = \rho_1 = \rho_2.$$



5.5- расм. Очиқ идишда суюқлик сатҳи баландлигини дифманометр билан ўлчаш схемаси.



5.6- расм. Босим остида (берк идишда) суюқлик сатҳи баландлигини дифманометр билан ўлчаш схемаси.

импульсли найча сатҳ ўлчагич шкаласининг бошланғич белгиси деб қабул қилинган 00 сатҳигача суюқлик билан тўлдирилади.

5.6-расмда босим остида (берк идишларда) суюқлик сатҳининг баландлигини дифманометр билан ўлчаш схемаси кўрсатилган. Мувоzanатлаштирувчи идиш 4 идишнинг ҳаволи (буғли) бўшлиғи 3 га уланади ва максимал сатҳ баландлигида ўрнатилади. Импульсли найча 2 идишнинг суюқликли бўшлиғига бевосита уланади. Дифманометр 1 билан ўлчанадиган босимлар фарқи ΔP учун ифода дифманометрнинг плюсли P_1 ва минусли P_2 камераларида ҳосил қилинадиган босимлар орқали осонгина топилиши мумкин:

$$P_1 = (h + h_0) \cdot \rho_1 \cdot g, \quad (5.13)$$

бунда ρ_1 — мувоzanатлаштирувчи идиш ва импульсли найча 5 даги суюқлик зичлиги. P_2 босим идишдаги зичлиги ρ_2 бўлган суюқлик устуни H нинг гидростатик босими импульсли найча 2 даги зичлиги ρ_1 бўлган суюқлик устуни h_0 ва баландлиги $h - H$ ва зичлиги ρ' бўлган идишдаги ҳаво (буғ) устуни гидростатик босимлари йиғиндидан иборат:

$$P_2 = h_0 \rho_1 g + H \rho_1 g + (h - H) \rho' g \quad (5.14)$$

Шундай қилиб, дифманометрга таъсир этадиган босим фарқи ΔP қуйидаги ифода билан топилади:

$$\begin{aligned} \Delta P = P_1 - P_2 &= [h \rho_1 - H \rho_2 - (h - H) \rho'] \cdot g = \\ &= [h (\rho_1 - \rho') - H (\rho_2 - \rho')] \cdot g. \end{aligned} \quad (5.15)$$

(5.15) формуладан шундай кўришиб турибдики, сатҳ ўлчагич кўрсатиши h нинг жорий қийматигагина эмас, суюқлик зичлигига ρ ва буғ зичлиги ρ' га ҳам боғлиқ, улар эса ўз нав-

(5.11) ва (5.12) лардан кўринади, дифманометрик сатҳ баландлиги ўлчагичининг кўрсатиши назорат қилинаётган муҳитнинг зичлиги ўзгариши билан ўзгаради. Агар импульсли найчаларда ρ_1 ва ρ_2 зичликлар айирмаси мавжуд бўлса, кўрсатишларда ҳам хатолик пайдо бўлади (шу хатоликни йўқотиш учун импульсли найчалар ёнма-ён ётқазилади). Ниҳоят, (14.12) формула «минус» импульсли найчада («—» белги билан белгиланган) суюқлик сатҳи назорат қилинаётган сатҳ H ўзгариши билан ўзгармаган ҳолдагина ўринли.

Буни таъминлаш учун шу импульсли найчада мувоzanатлаштирувчи идиш 3 ўрнатилади. Идиш ва

батида идишдаги муҳитнинг температураси ва босимига боғлиқ. Шунинг учун дифманометр—сатҳ баландлиги ўлчагичнинг шкаласи ҳисоблашни идишдаги ишчи босими бўйча ҳисобланади. Бундан ташқари, ўлчаш натижасига импульсли найчадаги суюқлик зичлиги ρ_1 нинг ўзгариши таъсир этади, чунки бунда баландлиги h бўлган устуннинг ва импульсли найча h нинг гидростатик босими ўзгарди, шу билан бир вақтда P_1 босим ўзгармас бўлиб қолиши лозим. Бу атроф муҳит температураси ёки идишдаги муҳит температураси ўзгарганда содир бўлади.

Сатҳ баландлигини дифманометрлар билан ўлчаш усули қатор афзалликларга эга: сатҳ ўлчагичлар мустаҳкам, монтаж қилиш оддий ва ишончли ишлайди. Аммо уларда битта жиддий камчилик бор: дифманометрларнинг сезгир элементи назорат қилинувчи муҳитга бевосита тегиб туради. Агрессив муҳитларнинг сатҳ баландлигини ўлчашда бу ё дифманометрлар учун махсус материалдан фойдаланишни тақозо қилади ёки дифманометрга актив муҳит кириб қолишдан, масалан, импульс линияларига ажратиш қурилмаларини улаш, импульсли линияларни тоза сув билан ювиш ва ҳоказодан сақлайдиган дифманометрларни улаш схемаларини қўлланишни тақозо қилади.

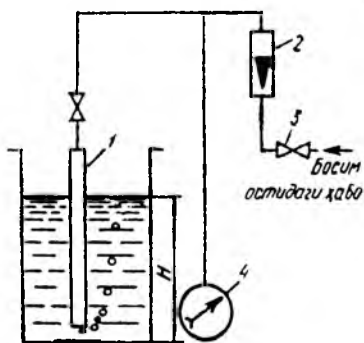
Бу камчиликдан гидростатик сатҳ баландлиги ўлчагичлардан бир тури — пьезометрик сатҳ баландлиги ўлчагичлар мустаснодир.

Пьезометрик сатҳ баландлиги ўлчагичнинг принципаал схемаси 5.7-расмда келтирилган. Бу асбоблар зичлиги ўзгармас суюқлик устунининг босимини ўлчашга мўлжалланган. Суюқлик устунининг босими унинг баландлигига мутаносиб равишда ўзгаради. Пьезометрик сатҳ баландлиги ўлчагичлар турли хил: агрессив, агрессив бўлмаган ва қовушлоқлиги катта бўлган суюқликларни очиқ ёки берк идишлардаги суюқликлар сатҳини ўлчашда қўлланилади. Суюқлик солинган идишга

пьезометрик найча 1 туширилади ва унинг устки томони манометр 4 билан параллел қилиб ҳаво ёки инерт гази манбаига уланади. Унда ҳавонинг сарфи дроссель 3 билан чекланиб, ротометр 2 ёрдамида назорат қилиб турилади.

Идишдаги суюқлик сатҳининг берилган H баландлигида пьезометрик найчадан суюқлик орқали чиқадиган ҳаво пуфакчаларининг ҳар секундда биттадан чиқиши таъминланган бўлиши керак.

Суюқлик сатҳ баландлиги ортса, найчадаги босим ортади,



5. 7- расм. Пьезометрик сатҳ баландлиги ўлчагичнинг принципаал схемаси.

ундан чиқадиган пуфакчалар сони камаяди, суюқлик сатҳи баландлиги камайса, найчадан чиқадиган пуфакчалар сони ортади. Босимнинг бундай ўзгаришини манометр 4 ўлчайди, манометр шкаласи суюқлик сатҳи баландлигига мувофиқ даражаланган бўлади.

Суюқлик сатҳ баландлиги системада барқарорланган босим бўйича топилади:

$$P - P_x = H \cdot \rho \cdot g, \quad (5.16)$$

бундан

$$H = \frac{P - P_x}{\rho \cdot g},$$

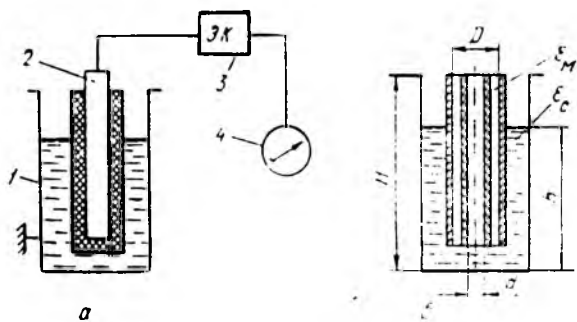
бунда P_x — идишда суюқликлар устидаги босим, $P - P_x$ босим манометр 4 билан топилади.

Суюқлик сатҳ баландлигини ўлчашда маълум шарбитларда статик электр токи пайдо бўлиши мумкин. Шунинг учун тез алангаланувчи ва портлаш хавфи бор суюқликларни назорат қилишда инерт газ сифатида карбонат ангидрид, азот, тутунли газлар ёки махсус пьезометрик сатҳ баландлиги ўлчагичлар ишлатилади.

Шу турдаги сатҳ баландлиги ўлчагичлар ер ости идишларида, ёнилғи балласт ва бошқа цистерналарда, агрессив суюқликлар ва қатор бошқа ҳолларда сатҳ баландлиги ўлчаш учун кенг қўлланилади. Бундай асбоблар суюқликнинг доимий зичлигида $\pm 1,5\%$ аниқлик билан ўлчайди.

5.4- §. ЭЛЕКТР САТҲ БАЛАНДЛИГИ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Электр сатҳ баландлиги ўлчагичларда суюқлик сатҳ баландлигининг ҳолати бирор электр сигналига ўзгартирилади. Электр сатҳ ўлчагичлар орасида энг кўп тарқалгани сифимли ва актив қаршилиқларнинг ўзгаришига мувофиқ ўлчашга асосланган асбоблардир.



5. 8- расм. Сифимли сатҳ баландлиги ўлчагичнинг схемаси.

Суюқлик сатҳи баландлигининг ўзгариши билан боғлиқ равишда электродлар орасидаги электр сиғим ўзгаришига асосланган асбоб **сиғимли сатҳ ўлчагич** деб аталади. Бунда суюқликнинг диэлектрик хусусиятлари назорат қилинади. Суюқлик сатҳи баландлигини сиғимли сатҳ ўлчагич ёрдамида ўлчашнинг принципиал схемаси 5.8-расмда кўрсатилган. Бу ўлчагич цилиндрик конденсатор ва ўлчов асбобидан иборат. Сатҳ баландлиги ўлчаниши керак бўлган суюқлик қуйилган идиш 1 га изоляцион материал билан қопланган электрод 2 туширилади. Электрод идиш деворлари билан биргаликда цилиндрик конденсаторни ҳосил қилади, унинг сиғими суюқлик сатҳи баландлиги ўзгариши билан ўзгаради. Сиғимнинг катталиги электрон кучайтиргич 3 орқали кучайтирилиб, сигнализатор ёки ўлчов асбоби 4 га узатилади.

Сиғимли сатҳ баландлик ўлчагичларни цилиндрик ва пластинкали турда, шунингдек, қаттиқ стержень кўринишида чиқарилади.

Ўзгартгичнинг сиғими икки участка сиғими — суюқликка ботирилган $\epsilon_{ж}$ диэлектрик ўтказувчанликли ва муҳитда жойлашган $\epsilon_{ср}$ (ҳаво учун $\epsilon_{ср} = 1$) диэлектрик ўтказувчанликли участкалар сиғимлари йиғиндисига тенг.

Цилиндрик ўзгартгичнинг сиғими (5.8- расм, б) қуйидагича ифодаланади:

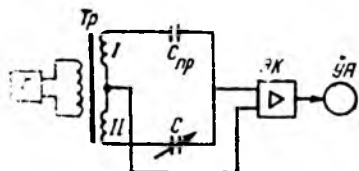
$$C = C_h + C_{h-h} = 0,24 \frac{\epsilon_{ж} \cdot h}{\lg \left(\frac{D}{d} \right)} + 0,24 \frac{\epsilon_{ср} \cdot (H - h)}{\lg \left(\frac{D}{d} \right)} =$$

$$= 0,24 \cdot \frac{\epsilon_{ж} \cdot h + \epsilon_{ср} \cdot (H - h)}{\lg \left(\frac{D}{d} \right)}, \quad (5.17)$$

бунда h — сатҳнинг ўлчанаётган баландлиги, см; H — идиш баландлиги, см; D ва d — ўзгартгич найчаларининг ташқи ва ички диаметрлари, см; C — цилиндрик ўзгартгичнинг сиғими, пФ.

Агрессив, лекин электр токини ўтказмайдиган суюқликлар сатҳини ўлчашда ўзгартгич қопламалари кимёвий турғун қотишмалардан тайёрланади ёки ҳар бир қоплама коррозияга қарши плёнка (винипласт ёки фторопласт) билан қопланади. Бу қопламаларнинг диэлектрик хусусиятлари ҳисоблашларда эътиборга олинади. Электр ўтказадиган суюқликлар сатҳи баландлигини ўлчашда ҳам қопламалар изоляцион плёнка билан қопланади.

Электр сиғими, одатда, резонанс ва кўприк схемалари ёрдамида ўлчанади. Резонанс усулида ўлчанаётган сиғим индуктивлик контурига параллел уланади ва резонанс контурини ҳосил қилади. Резонанс контури ўзгартгичнинг маълум бошланғич сиғимдаги таъминловчи частота резонансига ростланади. Ўзгартгичнинг сиғими назорат қилинаётган муҳит керакли сатҳга эришган ёки эришмаганлигини кўрсатади. Бу сиғим ўз-



5.9- расм. Сатҳ баландлиги электрон индикатори ЭИУ нинг принципал схемаси.

сигнали кучайтиргич орқали сатҳ баландлиги бирлигида даражаланган кўрсатувчи электр асбобга узатилади.

Кўприкли схемалар энг содда ҳисобланади. Сатҳнинг электрон индикатори ЭИУ (5.9-расм) схемаси бунга мисол бўла олади. Кўприк Tr трансформаторнинг иккита иккиламчи чулғами I ва II ўзгартгични сифими $C_{пр}$ ва қўшимча конденсатор C дан иборат. Кўприк суюқликнинг ноль сатҳида мувозанатлашган, бунда кучайтиргичнинг кириши ва чиқишида сигнал нолга тенг. Сатҳ ортиши билан $C_{пр}$ сифими ортади, кўприк номувозанатлиги ортади ва кучайтиргич киришидаги кучланиш ортиб боради. Бу сигнал кучайтиргич ЭК билан кучайтирилади, унификацияланган сигналга ўзгартирилади ва иккиламчи асбоб ЭА билан ўлчанади, ЭИУ сатҳ баландлиги ўлчагичларининг ўлчаш диапазонлари ўзгартгич турига боғлиқ ва I дан 20 м гача ўзгариши мумкин; йўл қўйиладиган асосий хатоликлар чегараси I 2,5% гача бўлиши мумкин.

Сигимли сатҳ баландлиги ўлчагичлар арзонлиги, у билан ишлашнинг соддалиги, идишда бирламчи ўзгартгични ўрнатиш, қулайлиги, ҳаракатланувчи элементларининг йўқлиги, температураларнинг (криогенлигидан $+200^{\circ}\text{C}$ гача) ва босимларнинг (6 МПа гача) етарли кенг интервалида фойдаланиш мумкинлиги сабабли кенг тарқалган. Уларнинг камчиликларига қовушоқ (1 Пас дан ортиқ динамик қовушоқликкача), парда ҳосил қилувчи кристалланувчи ва чўкма ҳосил қилувчи суюқликларнинг сатҳ баландлигини ўлчашга ярамаслигини, шунингдек, суюқликнинг электр хоссаларининг ўзгаришига ва бирламчи ўзгартгични ўлчов асбоби билан улайдиган кабель сифими ўзгаришига ғоят сезгирлигини киритиш мумкин.

Электр ўтказувчанликка (актив қаршилигининг ўзгаришига) асосланган сатҳ баландлиги ўлчагичлар электр ўтказувчан суюқликлар сатҳ баландлигини назорат қилиш, сигнализация ва ростлаш учун хизмат қилади.

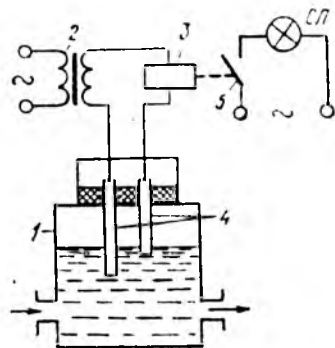
Солиштирма қаршилиги $R < 10^6$ Ом·м ва диэлектрик ўтказувчанлиги $\epsilon_{ж} \geq 7$ бўлган суюқликлар электр ўтказувчи суюқлик дейилади.

5.10-расмда сатҳ баландлиги сигнализаторининг схемаси кўрсатилган. Сигнализаторнинг ишлаш принципи электродлар 4 суюқлик орқали уланиши билан реле чулғами 3 дан ток ўти-

гариши натижасида унинг частотаси ўзгаради ва резонанс бузилади. Бу усул кўпчилик сифимли сатҳ баландлиги сигнализаторларида ишлатилади.

Кўприк усулида назорат қилинаётган сифим кўприкнинг бир елкасига уланади. Сатҳ ўзгариши билан сифим ўзгаради ва кўприкда номувозанат ҳолат вужудга келади. Номувозанатлик

ши ва унинг контакти 5 улашиши билан сигнал лампаси *СЛ* ёниб, ёруғлик сигнали беришига асосланади. Электродлар 4 таъминловчи трансформатор 2 нинг иккиламчи чулғамига электромагнит реле чулғами 3 орқали уланган. Суюқлик сатҳи электродларгача кўтарилиб, уларни уласа, суюқликларнинг ўтказувчанлиги туфайли сигнал лампаси *СЛ* ёнади, аксинча, суюқлик сатҳи пастга тушиб электродларни уза, сигнал лампаси ўчади.



5. 10- расм. Сатҳ баландлиги сигнализаторининг схемаси.

Сигнализатор занжирдаги кучлиниш ўзгармас токда 24В, ўзгарувчан токда эса 36 В бўлади. Бундай сигнализаторларни қовушоқ, кристалланувчи, қаттиқ чуқмалар ҳосил қилувчи ва электродларга ёпишиб қолувчи муҳитларда ишлатиб бўлмайди.

Юқоридаги сатҳ баландлиги ўлчагичлардан ташқари яна индуктивли сатҳ ўлчаш асбоблари мавжуд. **Индуктив сатҳ ўлчагичларнинг** ишлаш принципи битта ғалтак индуктивлиги ёки икки ғалтакнинг ўз индукцияси уларнинг электр ўтказувчи суюқликка ботирилган чуқурлигига боғлиқлигига асосланган.

Иккала ғалтак индуктивлиги L_1 ва L_2 ўзгартирилганда уларнинг ўзиндуктивлиги

$$M = K \sqrt{L_1 \cdot L_2} \quad (5.18)$$

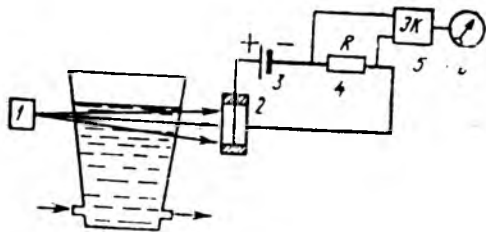
формулага мос равишда ўзгаради, бунда K — тарқатиш оқими билан аниқланадиган алоқа коэффициенти.

Бундай сатҳ баландлиги ўлчагичлар ядровий энергетика қурилмаларида суюқ металл тарзидаги иссиқ элтувчилар сатҳини ўлчашда энг кўп тарқалган.

Ҳозир «Квант» туридаги дискрет индуктив сатҳ баландлиги ўлчагичлар чиқариляпти. Улар температураси 680°C гача бўлган суюқлантирилган металл сатҳини ўлчашга мўлжалланган.

5.5- §. РАДИОИЗОТОПЛИ САТҲ БАЛАНДЛИГИ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Буларнинг ишлаш принципи ютиш қобилияти турлича бўлган икки муҳитдан ўтаётган нурларнинг қайд қилиниши ва муҳитларнинг чегараси ўзгариши билан нурланиш ўзгаришига асосланган. Барча радиоизотопли сатҳ баландлиги ўлчагичларнинг асосий қисмлари нурланиш манбаи ва нурларни қабул қилувчи асбоблардан иборат. Нурланиш манбаи сифатида ўзидан j нурлар чиқарадиган Co^{60} , Cs^{137} , Se^{75} ва бошқа моддалар ишлатилади. Қабул қилувчи асбоб сифатида Гейгер-Мюллер сўтчиғи, сцинтиляцион сўтчиқлар ёки яримўтказгичли детекторлар ишлатилади. Детектор чиқишида пайдо бўлган им-



5.11- расм. Радиоизотопли сатҳ баландлиги ўлчагичининг принципаал схемаси.

пульслар электрон кучайтиргич орқали кучайтирилади ва сатҳ ўзгаришига мувофиқ электр сигналга айланади.

j -нурланиш интенсивлигини камайтириш қатлам қалинлигига қараб қуйидаги экспоненциал муносабат билан ифодаланади:

$$I_x = I_0 \exp(-\mu x), \quad (5.19)$$

бунда I_0 — j -нурланишнинг бошланғич интенсивлиги; μ — модданинг табиати ва унинг қатлами қалинлиги x га боғлиқ бўлган j -нурланишнинг кучсизланиш коэффициенти.

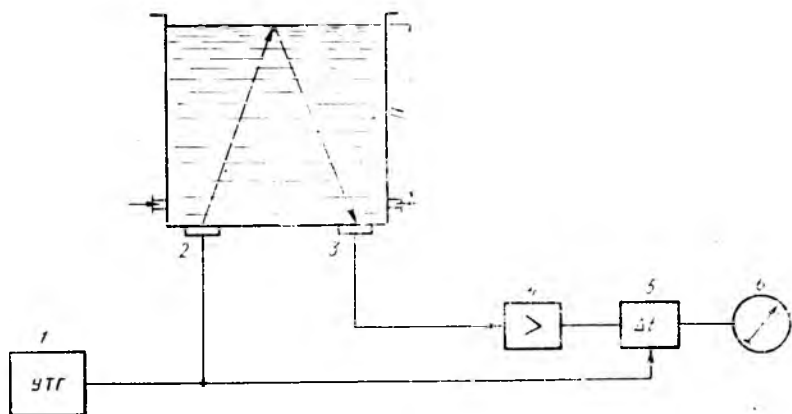
Радиоизотопли сатҳ баландлиги ўлчагичининг принципаал схемаси 5.11-расмда кўрсатилган. У радиоактив нурланиш манбаи 1, ионловчи нурланишни қабул қиладиган сўтчик 2, электр токи манбаи 3, резистор 4, электрон кучайтиргич 5 ва ўлчаш асбоби 6 дан иборат. Сўтчик металлдан ясалган цилиндр бўлиб, ичи инерт газ билан тўлдирилган. Цилиндр марказида ундан изолятор билан ажратилган металл сим ўрнатилган. Цилиндр девори электр манбаининг манфий қутбига, металл сим эса мусбат қутбига уланган. Цилиндр инерт газ билан тўлдирилган бўлгани учун сўтчиқ занжирида ток бўлмайди. Сўтчиқка радиоактив нур таъсир этиб, ундаги инерт газ ионланиши бошлангандагина сўтчик 2 ва резистор 4 занжирида ток ҳосил бўлади. Бу ток миқдори инерт газнинг ионланиш даражасига боғлиқ бўлади. Газнинг ионланиши эса радиоактив нурланиш манбаи билан сўтчиқ орасига ўрнатилган идиш ичидаги суюқликнинг ёки сочилувчи модданинг баландлигига боғлиқ равишда ўзгаради. Идишдаги суюқлик баландлиги нур йўлини тўла беркитса, резистордан ўтадиган ток нолга яқин бўлади, нур йўли очилиши билан, яъни суюқлик баландлиги пасайиши билан резистор занжирида ток орта бошлайди. Идиш ичидаги суюқлик баландлиги ана шу резистордаги кучланиш U миқдори билан ўлчанади. Бунинг учун резистордаги кучланиш миқдори олдин электрон кучайтиргич 5 ёрдамида кучайтирилади, сўнгра эса ўлчов асбоби 6 га узатилади.

Радиоизотопли сатҳ баландлиги ўлчагичлар бошқа асбобларга нисбатан универсалдир. Бу асбоблар сатҳ ўлчашни назорат қилишни дискрет ва узлуксиз равишда амалга оширади; улар очик ва берк идишлардаги суюқлик ҳамда сочилувчан моддалар сатҳини ўлчаш учун ишлатилиши мумкин, ўлчанаётган муҳит билан асбоб орасида ҳеч қандай механик боғланиш бўлмагани сабабли агрессив суюқлик ва моддаларнинг

баландлигини ўлчаш мумкин. Асбоблар кўрсатишининг аниқлиги ва стабиллиги муҳит ҳолатининг (температура, намлик, электр ўтказувчанлик, зичлик ва бошқа физик хоссаларнинг) ўзгаришига боғлиқ эмас. Барча радиоизотопли асбобларнинг умумий камчилиги радиоактив нурларнинг тирик организмга зарarli таъсиридир. Асбобларнинг хатоси +0,5—1% дан ошмайди. Булар асосан бошқа турдаги асбобларни ишлатиш мумкин бўлмаган ҳоллардагина қўлланилади.

5.6- §. УЛЬТРАТОВУШЛИ ВА РАДИОТЎЛҚИНЛИ САТҲ БАЛАНДЛИГИ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Ҳозирги пайтда саноатда ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичлари кенг тарқалмоқда. Бу асбоблар бошқа асбобларга nisbatan контактсизлик, юқори аниқлик, кичик инерционлик, катта чегарада ва агрессив суюқликларда ишлатилиши каби бир қатор муҳим афзалликларга эга. Аммо ўлчаш схемаларининг мураккаблиги, шунингдек, старли даражада ишончли бўлмагани сабабли, бу асбоблар бошқа қурилмалардан фойдаланиш мумкин бўлмагандагина ишлатилади.



5.12- расм. Ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичининг схемаси.

Ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичларининг ишлаш принципи суюқлик, газ (ҳаво) чегарасидан товуш тўлқинларининг қайтиш принципига асосланган. Ультратовуш импульсининг ҳаво ва ўлчанаётган муҳит (суюқлик) чегараси сиртидан қайтиш катталиклари акустик қаршилиқнинг кескин фарқи натижасида содир бўлади. 5.12-расмда ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичининг структура схемаси кўрсатилган.

Импульс ультратовушли тебранишлар генератори 1 дан нурлатгич 2 орқали сатҳи ўлчанаётган сифимга узатилади. Ультратовуш тўлқинлар ўлчанаётган муҳитда тарқалади ва суюқлик ҳаво чегарасидан қайтади. Қайтган тўлқинлар муҳит-

дан тескари йўналишда ўтади, нурлатгич 2 га ўхшаш ультратовуш тебранишлар қабул қилгичи 3 га келади, у ердан ультратовушли импульс кучайтиргич 4, вақт ораллиғини ҳисоблайдиган қурилма 5 ва ўлчаш асбоби (потенциометр) 6 га келади.

Суюқлик сатҳи ўлчаш импульсининг юборилиши ва қайтиши орасидаги τ вақт бўйича аниқланади, яъни

$$\tau = \frac{2H}{C}, \quad (5.20)$$

бунда H — суюқлик сатҳи; C — суюқликда ультратовушнинг тарқалиш тезлиги.

Вақт ўлчагичда олинadиган аксланган (қайтган) сигналнинг кечикиш вақтига пропорционал бўлган ўзгармас кучланиш шкаласи сатҳ баландлиги бирликларида даражаланган потенциометрга берилади. Нурлатгич сифатида барий титанат, пьезокварц, магнитострикцион элементлар ишлатилади. Кўпинча ультратовушли тебранишларни юборадиган ва қабул қиладиган асбоб сифатида бир қурилмадан фойдаланилади. Бу асбоб ўлчаш жараёнининг бошида нурлатгич вазифасини бажариб, импульс юборилганидан сўнг қабул қилгич сифатида ишлайди.

Ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичлар 45 мм дан бир неча ўн метргача ўлчаш диапазолига эга. Ўлчанаётган муҳит температураси -50 дан $+200^\circ\text{C}$ гача етиши мумкин. Йўл қўйиладиган асосий хатолик $\pm 2,5\%$.

Радиотўлқинли сатҳ баландлиги ўлчагичлар

Суюқ металл сатҳ баландлигини ўлчашда истиқболли усул — радиотўлқинли усулдир. Электромагнит тўлқинлари тебраниш параметрларининг суюқлик сатҳи баландлигига боғлиқлигига асосланган сатҳ ўлчагичлар радиотўлқинли сатҳ ўлчагичлар деб аталади.

Радиотўлқинли усулларга радиолокацион, радиоинтерференцион, эндовибраторли ва резонансли усуллар киради.

Радиотўлқинли сатҳ баландлиги ўлчагичларнинг ишлаши электромагнит тўлқинларнинг электр ва магнит хоссалари билан фарқ қиладиган муҳитларнинг чегарасидан қайтиши ҳолисасига асосланган.

Электромагнит тўлиқинларининг тарқалиш тезлиги v муҳитда унинг диэлектрик ϵ ва магнит ўтказувчанлиги μ қийматлари билан топилади:

$$v = \frac{C}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}, \quad (5.21)$$

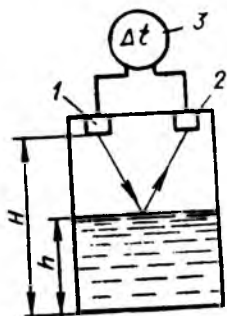
бунда C — вакуумда ёруғлик тезлиги.

Сатҳ баландлиги ўлчаш схемаси (5.13-расм) нур тарқатгич 1, электромагнит энергияси қабул қилгичи 2 ва вақт ораллиғини ўлчаш қурилмаси 3 дан иборат. Сатҳ h қиймати нур тарқатгич сигнални

жўнатиш пайти билан қайтган сигнал қабул қилгич 2 га келган пайт орасидаги вақтни аниқлаш ёрдамида топилади. Шу катталиклар ушбу муносибат билан боғланган

$$\tau = 2(H - h) \frac{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}{c} \quad (5.22)$$

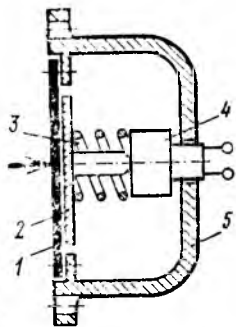
Одатда, локация газ муҳити орқали суюқлик устида олиб борилади (агар суюқлик электр ўтказмайдиган бўлса, локация принцип жиҳатидан суюқлик орқали ҳам амалга оширилиши мумкин). Локациянинг газ (ҳаво) орқали олиб борилиши маъқулроқ, чунки нур тарқатгичлар суюқлик таъсирига берилмайди, бундан ташқари, газларнинг магнит ва диэлектрик ўтказувчанлиги катта эмас ва амалда газнинг параметрлари ўзгаришига ва хоссаларига боғлиқ эмас. Бу сатҳ ўлчагич кўрсатишларининг амалда суюқлик хоссаларига боғлиқ эмаслигини кўрсатади. Бундай сатҳ ўлчагичларнинг камчилиги кичик вақт оралигини аниқ ўлчаш қийинчилигидир, улар нурланиш зонасида турган бошқа предметларга ғоят сезгир. Суюқ металлларнинг сатҳ ўлчагичлари 200 мм гача ўлчаш диапазониغا эга, ўлчашнинг асосий хатолиги $\pm 2\%$.



5.13-расм. Радиолокацион сатҳ баландлиги ўлчагичи схемаси.

5.7-§. СОЧИЛУВЧАН МОДДАЛАР САТҲИНИНГ БАЛАНДЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Технологик жараёнларни автоматлаштиришда турли шаклдаги ва ҳажмдаги идишлардаги сочилувчан муҳитлар сатҳини ўлчаш — суюқ муҳитлар сатҳини назорат қилиш анча мураккаб масаладир. Бу сочилувчан материалларнинг идишларни тўлдиришда ва бўшатишда горизонтал сиртга эга бўлмай, балки сочилувчан материалнинг заррачалари орасидаги ишқаланиш ва маълум бир илашшиш натижасида қияликлар ҳосил қилиши билан боғлиқ. Сочилувчан муҳитларнинг идиш тубига ва деворларига босими сатҳнинг баландлигига пропорционал эмас, чунки сочилувчан материалларга Паскаль қонуни таъсир этмайди. Кўпчилик, сочилувчан материаллар (айниқса цемент, қум, селитра, шакар, ун, туз ва шуларга ўхшаш) сақлашда сочилувчанлигини йўқотади, яъни ёпишувчанлик хоссасига эга бўлади. Булардан ташқари, улар идишларнинг сиртига ва сатҳ ўзгарткичлари сезгир элементларига ёпишиши мумкин, бу эса ёпишқоқлик билан бирга материалнинг қия ва баъзи ҳолларда вертикал текисликларда осилиб туришига олиб келади. Баъзи сочилувчан материалларнинг (буғдой, туз ва бошқалар) абразивлиги бункерларда ўрнатиладиган сатҳ датчикларини тез ишдан чиқаради, уюмли материаллар эса улар-



5.14- расм. Мембрана-ли сатҳ баландлиги сигнализаторининг схема-си.

ни механик шикастлантириши мумкин. Бир қатор сочилувчан материаллар (туз, ун, концентранган озуқалар, олтингугурт ва бошқалар) идишларда мувозанатли, осон алангаланувчан, маълум шароитларда эса портлаш хавфи бўлган чангни ҳосил қилади. Шунинг учун электр сатҳ ўлчагичлар, фақат портлаш хавфи бўлмайдиган ҳолларда қўлланилиши мумкин.

Сочилувчан муҳитларни ўлчаш шароитларининг ва характеристикаларининг турличалиги сочилувчан материаллар сатҳини ўлчайдиган асбобларнинг катта номенклатурасини белгилайди: механик, контакт-ли — механик, вазнли, қалқовичли, электрик, радиоизотопли, ультратовушли ва бошқ. Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, суюқ муҳитларнинг сатҳини ўлчовчи юқори-

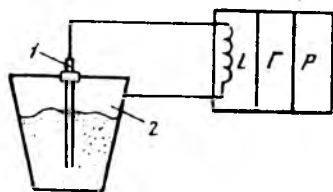
да қараб чиқилган бир қатор асбоблардан сочилувчан материалларнинг сатҳини ўлчаш учун фойдаланиш мумкин. Бироқ сочилувчан материаллар сатҳини назорат қилувчи оммавий чиқарилган асбоблар санъатда ТЖАБС ни жорий қилишда вужудга келадиган барча хилма-хил вазифаларни ҳал қила олмайди.

Мембранали сатҳ баландлиги ўлчагичлар сочилувчан ёпишмайдиган материалларнинг чегаравий сатҳларини ўлчаш ва сигнал беришда кенг тарқалган. Бункер деворига маҳкамланадиган сочилувчан материал сатҳини мембранали сигналловчида (5.14- расм) сочилувчан материалнинг босим кучи қаттиқ металл диск 2 ли резиналанган матодан қилинган эгилувчан мембрана 1 га таъсир қилади ва пружина 3 нинг кучини енгиб, уни силжитади. Бу силжиш корпус 5 нинг ичида жойлашган митти алмашлаб улагич 4 нинг электр контактларининг уланишига олиб келади. Контактлар мембрана устидаги сочилувчан контактли ёки контактсиз улагичга таъсири принципида ишлайди.

Контактли — механик (маятникли) сатҳ баландлиги сигнализаторлари идишга тушаётган сочилувчан материалнинг таъсири остида сезгир элементнинг (шарнирли ёки эгилувчан осма кўринишда ишланган пластина ёки қалқович) ва унинг контактли ёки контактсиз улагичга таъсири принципи бўйича ишлайди.

Вазнли сатҳ баландлиги ўлчагичлари сочилувчан моддаларнинг бункерга солиниши ва ундан тўкилиши бир меъёрда bajarиладиган ҳолларда ишлатилади. Ўзгарткич сифатида турли вазнли қурилмалар қўлланилади. Вазнли сатҳ ўлчагичларда ўзгарткич сифатида месдозалар ишлатилиши мумкин. Бунда бункер таянчига кўрсатиладиган босим ўлчанади. Бу ҳолда босим бункерни материал билан тўлдириш функциясидан иб-

рат. Бир хиллаштирилган чиқиш сигналли босимни (ёки кучни) ўлчашнинг замонавий воситаларидан фойдаланиш бундай идишлардаги сатҳни назорат қилишга ва ростлаб боришга имкон беради. Ҳозирги пайтда датчик сифатида номинал юкланиш 10 дан 10000 кГк гача бўлган кучни ўлчовчи тензорезисторли датчиклардан фойдаланилади.



5.15- расм. Сизимли сатҳ баландлиги сигнализаторининг схемаси.

Ўлчашнинг барча электрик усуллари ичида сизимли усул кўпроқ қўлланилади.

Турли хил сизимли сатҳ баландлиги сигнализаторлари сапоатда бункерларни, идишларни ва бошқа технологик аппаратларнинг тўлишини сигналлаш учун кенг қўлланилади.

Идишлардаги сочилувчан материалларнинг юқори ва қуйи сатҳларини назорат қилиш учун битта (БКС-2.1) ёки иккита (БКС-2.2) сатҳ датчиклари билан бир комплектдаги БХС-2 блоки асосида қурилган сатҳ сигнализаторлари (реле) ўзини оқлади. Назорат блокларни учқундан хавфсиз қилиб ҳам чиқарилади (БКС-24 турадаги).

Сатҳ сигнализаторлари сифатида ўлчашнинг резонанс схемали (кўприкли эмас) сизимли сигнализаторларидан фойдаланиш мумкин, масалан, ЭСУ-1, ЭСУ-2 ва бошқа турларидан.

Бундай қурилмаларда электрод 1 ва бункер девори 2 (5.15-расм) дан тўзилган сизимли ўзгарткич индуктивлик ғалтаги L билан бирга тебраниш контурини ташкил этади. Унинг резонанс частотаси ўзгарткич сизими билан, яъни сатҳнинг қиймати билан аниқланади. Контурнинг резонанс частотаси билан генератор G нинг кучланиш частотаси (сатҳнинг чегаравий қийматига мос келган) устма-уст тушса, P реле синализация схемасини улайди.

Акустик сатҳ баландлиги сигнализаторлари заррачалар ўлчамини 2 дан 200 мм гача бўлган сочилувчан ва бўлаккли материалларнинг сатҳини контактсиз автоматик синализациялаш учун қўлланилади. ЭХО туридаги сигнализатор акустик ўзгарткичдан, узатувчи ўзгарткичдан ва релели чиқишдан иборат. Синализация оралиғига боғлиқ ҳолда турли хил акустик ўзгарткичлар қўлланилади. Сатҳдан қайтган импульслар генератордан келаётган импульслардан вақт оралиғининг узоқлиги билан белгиланади. Кейин мослашиш схемасидан чиқиш сигнали чиқиш қурилмасига келади, у ерда реле қурилмасини ишга тушурувчи ўзгармас токнинг чиқиш кучланиши шаклланади.

Сатҳ баландлиги ўлчашнинг бир қатор услуб ва воситалари (радиоизотопли, резонансли, кондуктометрик ва бошқ.) мавжуд бўлиб, улар аппаратураси мураккаб бўлганидан ёки ўлчанаётган муҳитнинг характеристикасига кўп жиҳатдан боғ-

лиқлигидан, ёки озиқ-овқат маҳсулотларига таъсир кўрсатиш мумкин бўлмаганидан саноатда амалда деярли қўлланилмайди, шунга қарамай улар юқори метрологик хоссаларга эга.

VI боб. МОДДАЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ ВА ФИЗИК ХОССАЛАРИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ

VI.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА ТАСНИФИ

Технологик жараёнларни температура, босим, сарф ва сатҳ каби параметрларга кўра бошқариш, кўпинча, талаб этилган сифатдаги маҳсулотлар олишга кафолат бера олмайди. Кўпгина ҳолларда ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг таркиби ва физик хоссаларини автоматик тарзда назорат қилиш зарурати туғилади. Технологик жараёнлар давомида қайта ишланаётган моддаларнинг таркиби ва уларнинг физик хоссалари ўзгаради, бу параметрларни назорат қилиш технологик жараёнларнинг бориши тўғрисида бевосита фикр юритишга имкон беради, чунки улар ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг сифатини йфодалайди, шунинг учун моддаларнинг таркибини ва физик хоссаларини назорат қилиш асосий масалалардан биридир. Шу муносабат билан кейинги йилларда аналитик асбобсозликнинг жадал ривожланиши содир бўлмоқда.

Моддаларнинг таркиби ва физик-кимёвий хоссалари ҳақидаги ўлчов ахборотини олиш учун ўлчаш воситаларини анализаторлар деб аташ қабул қилинган. Автоматик анализаторлар таҳлил қилинаётган муҳитнинг таркибини эмас, балки аниқ физик параметрни ўлчайди, унинг ўзгариши бу муҳитда аниқланаётган компонентнинг миқдорий-сифатий ўзгаришларини йфодалайди.

Турли хил белгилар бўйича аналитик ўлчаш воситаларини таснифлаш анча қийин. Ўлчаш воситалари таҳлил услуби, таҳлил қилинаётган муҳитнинг хоссалари, компонентлар сони, ижро этилиши, чиқиш сигнали, ахборотни бериш услуби ва ҳоказолар бўйича таснифланиши мумкин.

Газларни автоматик анализ қилиш учун қуйидаги усуллар қўлланилади: намунани олдиндан ўзгартирмасдан — термокондуктометрик, термомагнит, абсорбицион-оптик (инфракизил ва ультрабинафша нур ютиладиган), пневматик усуллар: намуна олдиндан ўзгартириладиган усуллар — электр-кимёвий (кондуктометрик, кулонометрик, полярографик, потенциометрик) термокимёвий фотоколориметрик, аланга-ионлашув, аэрозол-ионлашув, хроматографик, массаспектрометрик усуллар.

Суюқ муҳитларнинг таркибини ва физик хоссаларини автоматик назорат қилишда саноатда синов моддасини дастлабки ўзгартиришсиз таҳлил қилиш услуби кенг тарқалди: кондуктометрик, потенциометрик, полярографик, диэлькометрик, оптик (рефрактометрик, поляризацион, турбодиметрик, нефелометрик), тўйинган буғ босимлари бўйича, радиоизотопли, механик

(зичлик), кинематик (қовушоқлик) ва бошқалар, ҳамда синов моддасини дастлабки ўзгартириш билан — титрометрик.

Намлик миқдорини ўлчаш воситалари алоҳида гуруҳга ажратилади.

VI.2- §. ГАЗЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ АНАЛИЗ ҚИЛИШ

Газ анализаторлари текшириладиган газ аралашмасидаги компонент ёки компонентлар йиғиндиси концентрацияси ҳақида маълумот берадиган қурилмалардир. Газ анализаторлари саноатнинг барча соҳаларида ва илмий-тадқиқот ишларида кенг ишлатилади. Кейинги йилларда атроф-муҳитни муҳофаза қилишга катта эътибор бериладиганлиги муносабати билан саноат корхоналари чиқиндилари таркибидаги заррали қўшилмалар миқдорини, ишлаб чиқариш хоналари ва атмосферадаги зарарли қўшилмалар миқдорини назорат қилишга мўлжалланган газ анализаторлари ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш кескин кенгайди. Аҳоли яшайдиган пунктлар ҳавосининг сифатини назорат қилиш учун ҳавони ифлослантирадиган ис газини, азот қўшоқсиди, чанг ва бошқа шу каби моддалар концентрацияси ўлчанади.

Саноатда ишлатиладиган автоматик газ анализаторларининг кўпчилиги газ аралашмаларидаги битта компонентнинг концентрациясини ўлчаш учун мўлжалланган. Бу ҳолда газларнинг аралашмалари бинар деб қаралиб, ундаги аниқланадиган компонент ўлчанаётган аралашманинг физик-кимёвий хоссаларига таъсир қилади, қолган компонентлар эса, уларнинг таркиби ва концентрациясидан қатъи назар, уларнинг хоссаларига таъсир қилмайди ва аралашманинг иккинчи компоненти ҳисобланади. Кўп компонентли газ аралашмаларининг турли ташкил этувчиларини анализ қилиш учун мўлжалланган газ анализаторлари ҳам mavjud.

Газ анализаторлари ишлаш принципи (анализ қилиш усули), анализ қилинаётган муҳитнинг хоссалари, аниқланаётган компонентлар сони, ишланиш тури, чиқиш сигналинини унификациялаш усули ва ўлчаш натижаларини бериш усули каби белгиларига кўра таснифланиши мумкин.

Энг оддий ҳолда намуни ўзгартирмасдан анализ қилиш мумкин, бунда анализ қилинаётган аралашма таркиби тўғрисида ўлчанаётган параметрга қараб бевосита хулоса чиқарилади. Анализ қилишда намуни ўзгартириш аналитик ўлчаш танланувчанлигини ошириш имконини беради. Намунани ўзгартириш учун физик усуллардан ҳам, кимёвий усуллардан ҳам фойдаланиш мумкин. Агар намунага таъсир қилиш унинг физик хоссаларини тубдан ўзгартириб юборса, бундай ўзгартириш физик ўзгартириш деб аталади. Агар намунага таъсир қилиш унинг таркибининг тубдан ўзгаришига олиб келса, у кимёвий ўзгартириш деб аталади.

Газ анализаторлари ҳажмига нисбатан % ларда, $г/м^3$, $мг/л$ ларда даражаланadi. Биринчи бирлик алча қулайдир, чунки

газ аралашмалари компонентларининг фоиз ҳисобидаги мидори температура ва босим ўзгарганида доимийлигича қолади.

Газ анализаторлари комплектига датчик ва чиқиш сигналларини ўлчагичдан ташқари, асбобнинг нормал ишлашин таъминловчи бир қанча узеллар ҳам киради. Асосий ёрдамч узеллар газ аралашмаси намунасини танловчи, тозаловчи, узатувчи ва анализга тайёрловчи қурилмалардир.

Газ анализаторларининг мавжуд таснифи аралашманин аниқланадиган компонентларининг концентрациясини ўлчашга асос қилиб олинган физик-кимвий хоссаларга асосланади.

Қуйида саноатда энг кенг тарқалган усуллар ва асбобла кўриб чиқилган.

Термокондуктометрик газ анализаторлари

Термокондуктометрик газ анализаторларининг ишлаш принципи газ аралашмаси иссиқлик ўтказиш қобилиятининг текширилаётган компонент концентрациясига боғлиқлигига асосланган. Агар бинар аралашмадаги компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ҳар хил бўлса, бу усулни қўллаш қулай. Қуйи компонентли газ аралашмасини анализ қилишда юқоридаги усулни қўллаш мумкин, лекин аниқланмайдиган компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги бир-биридан унча фарқ қилмай, аниқланаётган компонентнинг иссиқлик ўтказувчанлиги улардан анча фарқ қилиши керак.

Қўпчилик газ аралашмаларининг иссиқлик ўтказувчанлигини қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$\lambda = \frac{C_1}{100} \lambda_1 + \frac{C_2}{100} \lambda_2 + \frac{C_3}{100} \lambda_3 + \dots + \frac{C_n}{100} \lambda_n, \quad (6.1)$$

бу ерда $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ — иссиқлик ўтказувчанлиги тегишлича $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ бўлган компонентлар миқдори (бунда $C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n = 100\%$ бўлиши шарт).

Аниқланмайдиган компонентларнинг йиғинди концентрацияси C (6.1) га кўра мос келадиган иссиқлик ўтказувчанлиги λ_B бўлган аралашманин иссиқлик ўтказувчанлиги қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\lambda = \frac{C_A}{100} \lambda_A + \frac{C_B}{100} \lambda_B, \quad (6.2)$$

бу ерда C_A — иссиқлик ўтказувчанлиги λ_A бўлган аниқланадиган компонент мидори.

$C_B + C_A = 1$ бўлганлиги учун аниқланадиган компонент концентрацияси C_A нинг аралашманинг ўлчанадиган иссиқлик ўтказувчанлиги λ га боғлиқлиги, аниқланмайдиган ва аниқланадиган компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанликлари маълум бўлганида, қуйидаги кўринишда бўлади:

$$C_A = (\lambda - \lambda_B) \cdot (\lambda_A - \lambda_B) \quad (6.3)$$

Газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлигини ўлчаш учун анализ қилинаётган аралашма билан тўлдирилган камерага жойлаштирилган қиздириладиган ўтказгичдан фойдаланилади. Агар ўтказгичдан камера деворларига фақат иссиқлик ўтказувчанлик туфайлигина иссиқлик берилса, қуйидаги ифода тўғри бўлади:

$$Q = 2 \pi \cdot l \cdot \lambda (t_n - t_c) / l_n (D/d) \quad (6.4)$$

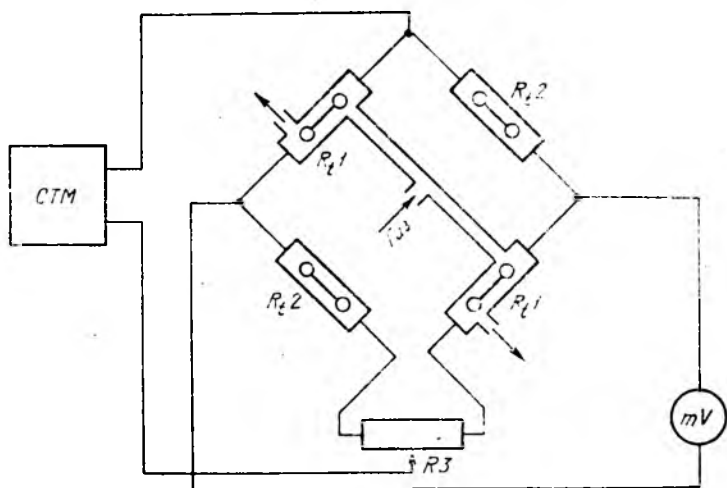
бу ерда Q — ўтказгич 1 секунда бердиган иссиқлик миқдори; l, d — ўтказгичнинг узунлиги ва диаметри; D — камера диаметри, λ — газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги; t_n, t_c — ўтказгич ва камера деворларининг температураси.

Ўтказгич берадиган иссиқлик Q ва камера деворларининг атроф-муҳит температурасига боғлиқ бўлган температураси t_c ўзгармас бўлганида газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги ўтказгичнинг температурасини, бинобарин, унинг ўтказувчанлигини бир хил қийматда аниқлайди. Ўтказгич сифатида электр қаршилигининг температура коэффициенти юқори ва кимёвий жиҳатдан чидамли металл симдан фойдаланилади; платина кўпроқ, вольфрам, никель, тантал камроқ ишлатилади.

Термокондуктометрик газ анализаторларининг ўлчаш элементлари ўзи қизийдиган қаршилиқ термометри режимида ишлайдиган, платина тола жойлашган камера шаклидаги ўзгарткичдан иборат. Газ аралашмаси таркибининг ўзгариши унинг иссиқлик ўтказиш қобилиятини ўзгарттиради, натижада қизиган тола ва газ аралашмаси ўртасида ўзаро иссиқлик алмашувининг интенсивлиги ҳам ўзгаради. Толанинг электр қаршилиги текшириляётган компонент концентрациясини билдиради.

Бу турдаги санбат газ анализаторларида ўлчашнинг дифференциал усули қўлланилади, бунда текшириляётган ва намуна газ аралашмаларининг иссиқлик ўтказувчанлиги ишловчи ва солиштирма камералар ёрдамида солиштирилади. Ишловчи камера оқиб ўтадиган қилиб ишланади, солиштирма камера эса таркибига концентрацияси ўлчашнинг пастки, ўрта ва юқориги чегарасига мос келадиган ўлчанаётган компонент кирган газ аралашмаси билан тўлдирилади.

Ўлчаш схемалари бевосита ҳисоблаш ёки автоматик мувозанатлаш принципига кўра қурилади. 6.1-расмда кўрсатилган термокондуктометрик газ анализатори концентрацияни мувозанатлашган кўприк ёрдамида ўлчайди. Доимий сарфга эга бўлган текшириляётган газ аралашмаси $R_1 I$ ишловчи камераларга келади. Кўприкнинг қолган елкасига эталон аралашмали R_2 ёрдамчи камералар уланган. Сезгир элементнинг толалари кўприк схемасининг таъминлаш токи (СТМ — стабиллашган таъмишловчи манба) ҳисобига қизийди. Кўприк схемаси R_3 реостат орқали созуланади. Бу турдаги саноат газ анализаторининг ўлчаш асбоблари стандарт автмоатик компенсатор асо-



1- расм. Термокондуктометрик газ анализатори.

сида бажарилади. Термокондуктометрик газ анализаторларида хато, асосан, қуйидаги сабабларга кўра содир бўлади:

а) атроф-муҳит температурасининг ўзгариши, бунда ўлчаш камераларининг деворларидаги температура ўзгаради;

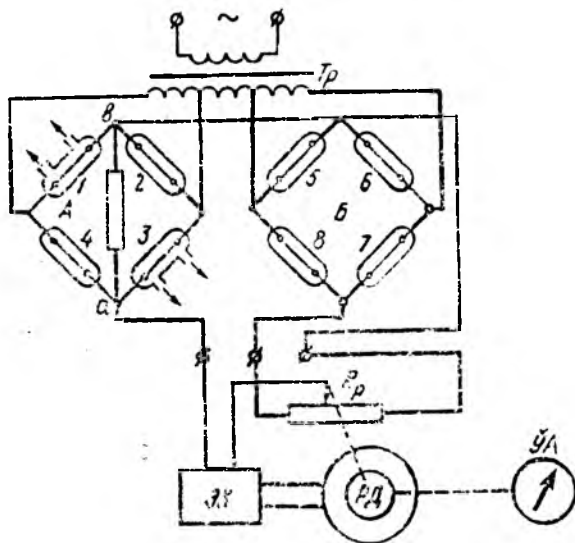
б) ўлчаш кўприги таъминловчи манба кучланишининг ўзгариши;

в) газ аралашмасининг камералар (ячейкалар) орасида ўтиш тезлигининг ўзгариши;

г) иккиламчи текширилмаётган компонентларнинг (хусусан, сув буғлари) мавжудлиги.

Ўлчаш блокни термостатлаш ва стабиллашган таъминлаш манбаларидан фойдаланиш зарурати асбобни мураккаблаштиради ва қимматлаштиради. Ҳаводаги ёки газ аралашмаларидаги (водороддан ташқари таркибида CO , CO_2 , CH_4 , N_2 ва O_2 бўлган) водород миқдорини, шунингдек, кўп компонентли аралашмаларда CO_2 миқдорини аниқлаш учун ТП туридаги термокондуктометрик газ анализаторларидан фойдаланилади (6.2- расм).

Схема мувозанатлашмаган иккита А ва Б кўприклардан иборат бўлиб, улар ўзгарувчан ток манбаидан трансформатор орқали таъминланади. Кўприкларнинг елкалари платина симлардан тайёрланган ва шиша баллончаларга жойлаштирилган. Ўлчаш кўпригининг иккита иш елкаси 1 ва 3 нинг атрофидан анализ қилинаётган газ ўтиб туради. Қолган иккита елкаси 2 ва 4 газ муҳитида туради, бу газнинг таркиби асбоб шкаласининг бошланишига мос келади. Таққослаш кўприги Б нинг иккита елкаси 6 ва 8 газ муҳитида туради, унинг таркиби асбоб шкаласининг бошланишига мос келади, елка-



1. 2- расм. ТП туридаги автоматик газ анализаторнинг схемаси.

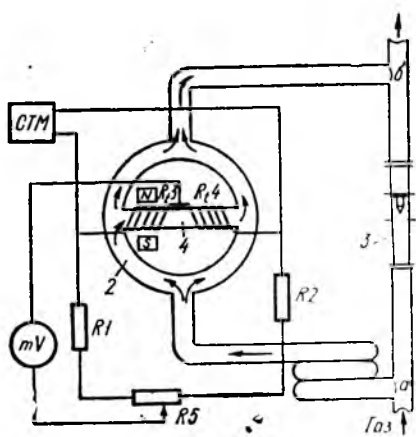
лар 5 ва 7 эса таркиби шкала охирига мос келадиган газ муҳтида туради.

Таққослаш кўприги *Б* нинг диагоналига реохорд R_p уланган, унинг сурмаси ва *А* кўприкнинг учи электрон кучайтиргич *ЭК* нинг киришига уланган. Реверсив двигателъ *РД* реохорднинг сурмасини ва асбобнинг кўрсаткич стрелкасини *а* ва *б* кўприк учларидаги шкалада то кучланиш сурманинг реохорддан оладирак кучланиш билан мувозанатлашмаганига қадар суради. Газ анализаторнинг кўрсатиши таъминлаш манбаи кучланишининг ўзгаришига ва атроф-муҳит температурасининг ўзгаришига боғлиқ эмас.

ТП туридаги газ анализаторлари бир нечта модификацияда чиқарилади: ТП 1120— бинар ва кўп компонентли газ аралашмаларида водород миқдорини аниқлаш учун; ТП 7102— ҳаводаги гелий миқдорини аниқлаш учун; ТП 4102— ҳаводаги азот ва гелий миқдорини аниқлаш учун. Анализ қилинаётган газ тури ва ўлчаш чегараларига кўра асосий хатолик $\pm 2,5$; $\pm 4,0$; $\pm 10\%$ бўлади. Газ аралашмасининг ҳажмий сарфи $12 \text{ см}^3/\text{с}$, босим 70—130 кПа. Кўрсатишларни аниқлаш вақти 3° дан 110 с гача. Чиқиш сигналлари 0—5 мА; 0—100 мВ; 0—10В.

Термомагнит газ анализатори

Газлар орасида кислород алоҳида парамагнетизм хусусиятига эга. Кислород магнит майдонга бошқа газларга нисбатан кўпроқ тортилади. Унинг бу хоссаси мураккаб газ аралашмаларидаги кислород концентрациясини ўлчашга имкон беради.



6.3-расм. Термомагнит газ анализаторининг схемаси.

Барча (кислородни анализ қиладиган) магнитли газ анализаторлари термомагнит ва магнитомеханик асбобларга бўлинади.

Кислороднинг температураси ўзгарганда унинг магнит хоссаларининг ўзгариш эффектига асосланган термомагнит усули кенг тарқалган. Бу усул термомагнит конвекция ҳодисасига асосланган. Агар ток билан қиздирилган ўтказгич бир жинсли бўлмаган магнит майдонга ўрнатилса, газ аралашмасининг хоссаси камаяди, шу сабабли ўтказгич атрофида магнит майдоннинг кучли ерларидан кучсиз ерларига

томон аралашманинг ҳаракати бошланади. Температуранинг кўтарилиши сабабли газнинг магнит хоссаси камаяди, натижада газ аралашмасининг ички оқими вужудга келади. Бу оқимда қизиган газ аралашмаси термомагнит конвекция ҳодисаси сабабли узлуксиз сиқиб чиқарилади. 6.3-расмда термомагнит газ анализаторининг принципал схемаси келтирилган.

Текшириляётган газ аралашмасининг температураси иссиқлик алмаштиргич ёрдамида турғунлашади. Аралашма сарфининг доимийлиги ўлчаш ўзгартгичи 2 ни ротаметр 3 орқали шунтлаш йўли билан таъминланади. Шу сабабли система киришидаги газ сарфининг тебранишлари ўзгартгичдан ўтиш тезлигига таъсир қилмайди, чунки а ва б нуқталар орасидаги босимлар фарқи доимий бўлиб қолади. Ўзгартгичнинг газли бўшлиғи кўндаланг каналли ҳалқа камера 4 шаклида диамагнит материалдан ишланади. Каналнинг кириш қисми доимий магнит майдон орасига жойлашади, унинг ичида эса R_1 3 R_1 4 икки секцияли платина чулғамлар ўрнатилади, бу чулғамларнинг қаршилиги номувозанат кўприкнинг икки ёлкасини ҳосил қилади. Агар бошланғич аралашмада кислород бўлмаса, кўндаланг каналда ҳаракат бўлмайди. Аралашмада кислород бўлса, унинг молекулалари магнит майдонига йўналиб, каналга тортилади. R_1 чулғамлар ўлчаш схемаси манбаининг токи таъсирида 100...200°C гача қиздирилгани сабабли канал 4 га келган кислород ҳам қизий бошлайди. Температура кўтарилиши билан магнитнинг кислородга таъсири камаяди, шунинг учун газнинг янги қисми магнит майдон зонасига тортилиб, қизиган кислородни ҳалқа камерага итаради.

Газнинг ҳосил бўлган конвекцион оқими иссиқликни асосан чулғамдан олади, шунинг учун секциялар температураси ҳар хил бўлиб қолади.

R_1 , 3 ва R_1 , 4 қаршиликларнинг текширилаётган газ концентрациясига пропорционал ўзгариши натижасида, кўприкнинг ўлчаш диагоналида nobаланслик сигнали пайдо бўлади. Бу сигнал шкаласи кислороднинг фоиз миқдорида даражаланган автоматик потенциометр орқали ўлчанади. Ўлчаш кўприги стабиллашган таъминлаш манбаидан (СТМ) таъминланади. Қаршилик R_5 кўприк манбаининг ток кучини ўрнатиш учун хизмат қилади; R_1 ва R_2 доимий манганин қаршиликлар.

Ўлчашнинг термомагнит усулида хатолар, асосан, қуйидаги сабабларга кўра содир бўлади:

а) атроф-муҳит температурасининг ўзгариши натижасида газ аралашмасининг магнитланиши ўзгаради;

б) сезгир элемент иссиқлигининг ўзгариши (ўлчаш кўприги манбаи кучланишининг ўзгариши);

в) текширилаётган газ аралашмаси ёки атмосфера босимининг ўзгариши;

г) магнитларнинг эскириши натижасида магнит майдони кучланишининг ўзгариши.

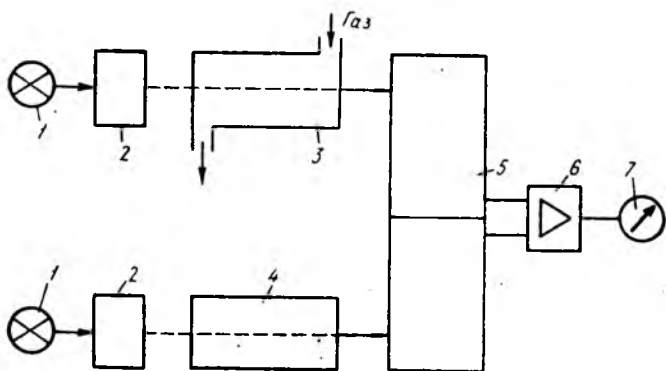
Сезгирликни ошириш ва хатоликларни камайтириш учун sanoатда фойдаланиладиган газ анализаторларида ўлчаш ва таққослаш кўприкларининг тегишли елкаларига уланган иккита ҳалқали компенсацион ўлчаш схемалари қўлланилади.

Анализ қилинаётган газ температураси ва босимининг ўзгариши, шунингдек, ўлчаш схемасини таъминловчи кучланишнинг ўзгариши ҳар қайси кўприкнинг ўлчаш диагоналларидаги кучланишига бир хилда таъсир этади, шунинг учун газ анализаторининг кўрсатишларига бу ўзгаришлар таъсир қилмайди.

Тутун газларидаги кислород миқдорини узлуксиз аниқлаш учун МН 5106-1 туридаги термомагнит газ анализатори ишлатилади, унинг ўлчаш чегаралари бир нечта бўлиб, улардан энг максимали 0—10%. Юқориги ўлчаш чегарасининг асосий хатолиги $\pm 2\%$. МН 5130-1 типидagi газ анализатори икки ёки уч компонентли газ аралашмаларидаги кислород концентрациясини узлуксиз ўлчаш ва стандарт электр сигналлари бериш учун мўлжалланган. Сигнал бериш қурилмаси билан жиҳозланган. Ўлчаш натижаларини кўрсатиш ва ёзиш учун газ анализатори билан бир комплектда иккиламчи ўзиёзар асбобдан фойдаланилади. Кислородни ўлчаш чегаралари 0—0,5 дан 80—100% гача. Асосий хатолик ± 2 дан 10% гача (ўлчаш чегараларига қараб). Газ аралашмасининг ҳажмий сарфи 12 см³/с, босими 90—105 кПа. Ўлчаш вақти 120 с. Чиқиш сигналлари 0—5 мА, 0—100 мВ.

Абсорбцион-оптик газ анализаторлари

Оптик газ анализаторларида оптик зичлик, синдириш коэффициентини ва бошқа оптик хоссаларнинг текширилаётган компонент концентрациясига боғлиқлигидан фойдаланилади. Электромагнит нурланиш интенсивлигининг пасайиши ёки нурланиш оқимининг текширилаётган газ спекторининг инфрақизил, ульт-



6. 4- расм. Оптик-абсорбцион газ анализаторининг блок-схемаси.

трабинафша ёки кўринадиган қисмларидаги ютилишини ўлчашга асосланган абсорбцион-оптик усул кўпроқ тарқалган. Водород, аммиак, метан каби газлар инфрақизил нурларни, хлор, озон, симоб буғлари эса ультрабинафша нурларни ютади. Шунинг учун анализ қилинаётган компонент турига қараб бундай газ анализаторларида инфрақизил ёки ультрабинафша нурланишдан фойдаланилади.

Спектрнинг инфрақизил соҳасида ишлайдиган газ анализаторларида нурлаткичлар сифатида 700—800°C гача қиздирилган сим спиралларидан фойдаланилади. Спектрнинг ультрабинафша соҳасида ишлайдиган газ анализаторларида эса газрзряд лампаси нурланиш манбаи бўлиб хизмат қилади.

Оптик-абсорбцион газ анализаторларининг кўпи дифференциал схема бўйича қурилган (6.4-расм). Манба 1 дан олинadиган нурланиш оқими йўлида ёруғлик филтрлари 2 орасидан текшириляётган газ аралашмаси ўтадиган ишловчи камера 3 ва аниқланаётган компонент қўшилмаган газ аралашмаси билан тўлдирилган таққослаш камералари 4 ўрнатилади. Қабул қилгич 5 иш ва таққослаш камераларидаги нурланиш интенсивлиги фарқини қабул қилади, аниқланаётган компонент миқдорига пропорционал бўлган нобаланслик сигнали эса кучайтиргич 6 да кучайиб, ўлчаш асбоби 7 да қайд қилинади.

Одатда оптик газ анализаторлари компенсацион схема бўйича ишланиб, ўлчаш схемаси оптик, газ ёки электр усуллари ёрдамида мувозанатланади. Оптик компенсация усулида тескари алоқа сигнали тўсиқ ёки оптик пона силжишига айлантирилади. Бу эса таққослаш каналида нурланиш интенсивлигини тегишлича ўзгартиради. Иккинчи ҳолда, таққослаш каналида нурланиш оқими йўлида компенсацияловчи аралашма қатламнинг қалинлиги ўзгаради. Ва, ниҳоят, электр компенсациялаш усулида занжирда электр билан таъминлаш кучлиниши ўзгартирилади.

Инфрақизил нурланишли газ анализаторларида қолдиқ энергия текшириладиган компонент билан тўлдирилган нур қабул қилгичларида ютилади. Узлукли нурланишдан фойдаланилганда нур қабул қилгичда энергиянинг ютилиши сабабли температуранинг ўзгариши, шу билан бирга босимнинг ўзгариши вужудга келади. Бу тебранишларни тегишли ўлчаш асбоби билан олинган нур каби қабул қилгич микрофонининг мембранаси қабул қилади.

Бундай нур қабул қилгичда газ босимининг пульсланиши акустик эффект номини олган. Бундай газ анализаторлари эса оптик-акустик асбоблар дейилади. Бу асбобларнинг афзаллиги уларнинг универсаллигидадир, чунки кўпчилик моддаларнинг инфрақизил ютилиш спектри бир-биридан фарқ қилади.

Оптик-акустик газ анализаторлари газ ва буғларнинг маълум тўлқин узунлигидаги инфрақизил нурларни (0,76 дан 750 мкм гача) танлаб ютишига асосланган. Бу газ анализаторларида, одатда, фақат тўлқин узунлиги 2,5—25 мкм бўлган нурлардангина фойдаланилади. Агар газ қатлами орқали инфрақизил нурлар ўтказилса, улардан фақат тебраниш частотаси газ молекулаларининг хусусий тебраниш частоталарига тенг бўлган нурларгина ютилади. Бунда ютилган нурларнинг энергияси молекулаларнинг кинетик энергиясини кўпайтиришга сарфланади ва иссиқлик тарзида тарқалади. Молекулаларнинг тебраниш частотасидан фарқ қилинадиган частотадаги нурлар эса газдан ўзгармасдан ўтади. Ҳар қайси газ ўзига хос спектрлар соҳасидаги маълум хоссали радиацияни ютади, масалан, углерод оксиди 4,7 мкм соҳасидаги, углерод қўшоксидида — 2,7 ва 4,3 мкм соҳалардаги, метан — 3,3 ва 7,65 мкм соҳадаги радиацияларни ютади. Бу эса оптик-акустик усуллар билан газларни анализ қилишни танлаб ўтказишга имкон беради.

Танлаб ютиш ҳодисаси Ламберт — Бер қонуни билан ифодаланади, у тўлқин узунлиги λ бўлган монохроматик нурланиш учун қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$C = (1/K_\lambda \cdot l) \cdot \lg(j_0/j), \quad (6.5)$$

бу ерда C — текшириладиган газ намунасида ютадиган модданинг концентрацияси; K_λ — тўлқин узунлиги λ бўлганда модданинг ютиш коэффициенти; l — намуна қатламнинг қалинлиги (кюветнинг узунлиги); j_0, j — намуна олингунча ва намуна олингандан кейин нурланиш интенсивлиги.

Саноатда фойдаланиладиган инфрақизил ютилишли оптик-акустик газ анализаторларида вақти-вақти билан инфрақизил нурлар ўтказиб туриладиган кювет бўйича йўналтириб туриладиган мураккаб газ аралашмаси текшириладиган газ намунаси бўлиб хизмат қилади. Бунда нурларнинг бир қисми ютилади, бир қисми эса иккинчи асбоб билан боғланган сезгир элементга тушади.

Нурлар намунадан ўтганидан кейин интеграл нурланишлар фарқини ўлчайдиган сезгир элемент сифатида танловчи нур приёмнигидан фойдаланилади. Бу приёмник анализ қилина-

понент билан тўлдирилган камерада иборат бўлиб, инфрақизил нурлар ўтиши учун туйнук билан жиҳозланган. Агар нур приёмнигига вақти-вақти билан инфрақизил нурлар тушиб турса, у ҳолда камерада турган газ вақти-вақти билан исиб совиб туради.

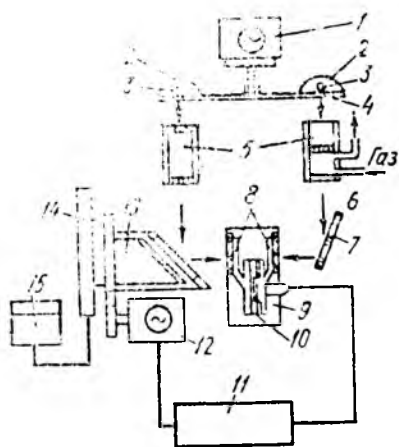
Ўзгармас ҳажмли камерада турган газ температурасининг ўзгариши натижасида унинг босими ҳам ўзгаради, босимнинг бу ўзгаришини нур қабул қилгич ичида турган мембрана қабул қилади. Нур қабул қилгич битта газ билан тўлдирилгани учун нур энергиясини ютиш жараёни танловчи бўлади ва у билан боғлиқ бўлган температура ҳамда босим ўзгаришлари нур қабул қилгични тўлдириб турган газнинг ютиш спектрига мос келувчи маълум тўлқин узунлигидагина содир бўлади. Газ аралашмаси ўтказиладиган кюветда, аниқланаётган компонентнинг концентрациясига қараб, нур энергияси оқими сусаяди, шунинг учун нур қабул қилгич камерасида температура ва босимнинг ўзгариш амплитудаси бу компонентнинг газ аралашмасидаги миқдорига тескари пропорционал равишда ўзгаради.

Ўлчаш схемаларига кўра оптик-акустик газ анализаторлари икки гуруҳга: компенсацион ва бевосита ўлчаш анализаторларига бўлиниши мумкин.

6.5- расмда оптик-акустик газ анализатори ОА-2209 нинг принципиал схемаси кўрсатилган, у газ аралашмаларида углевод қўшқоксидини аниқлаш учун мўлжалланган. Газ анализатори узлуксиз ишлайдиган автоматик асбоб бўлиб, приёмник блоки ва иккиламчи асбоб КСУ2 дан иборат.

Газ аралашмасидаги анализ қилинаётган компонентнинг миқдори компенсацион усул билан ўлчанади. Электр токи қиздирадиган иккита ниҳром спираль 3 инфрақизил нурлаш манбаи бўлиб хизмат қилади. Нурларнинг йўналган оқимини ҳосил қилиш учун ҳар қайси спираль қайтаргичнинг фокусига жойлаштирилган. Инфрақизил нурлар оқими қизиган спираллардан айни бир вақтда обтюратор 4 ёрдамида 5 Гц частота билан узилади ва икки оптик каналга йўналтирилади, обтюраторни синхрон двигатель 1 айлантиради.

Унг каналда инфрақизил нурларнинг узлукли оқими филтрлаш камераси 5 ва икки миқдори компенсацион усул



6. 5- расм. Оптик- акустик компенсацион газ анализаторининг схемаси.

камераси 6 дан кетма-кет ўтиб, қайтарувчи пластина 7 нинг сиртига тушади ва ундан нур қабул қилгич 9 нинг ўнг цилиндри 8 га йўналади. Чап каналда инфрақизил нурларнинг узукли оқими филтрлаш камераси 5 ва компенсацияловчи камера 13 дан ўтиб, нур қабул қилгич 9 нинг чап цилиндрига тушади. Фақат ўлчанмайдиган компонент билан тўлдирилган филтрлаш камералари 5 газ анализаторларнинг хатолигини қўшимча равишда камайтиришга имкон беради, бу хатоликларга газ аралашмасида ўлчанмайдиган компонентлар миқдорининг ўзгариши сабаб бўлади. Компенсацияловчи камера 13 чап каналдаги инфрақизил нурлар оқимининг йўлида газ аралашмаси қатламининг қалинлигини ўзгартириш, шунингдек, бу оқимнинг йўналишини ўзгартириш учун хизмат қилади.

Текширилаётган газ аралашмаси иш камераси 6 орқали узуксиз ўтиб туради. Агар аралашмада анализ қилинаётган компонент бўлмаса, у ҳолда нур қабул қилгичнинг камерасига инфрақизил нурларнинг бир хил оқимлари келади, мембрана тебранмайди ва нур қабул қилгичдан сигнал чиқмайди. Агар газ аралашмасида қидирилаётган компонент бўлса, у ҳолда иш камераси 6 да инфрақизил нурларнинг қисман ютилиши натижасида нур қабул қилгичнинг ўнг цилиндрига уларнинг заифлашган оқими, чап цилиндрига эса заифлашмаган оқими киради. Бу эса цилиндрлардаги газ температураси ва босимнинг фарқлари ҳосил бўлишига олиб келади.

Обтюратор узуксиз нур чиқариб турганида нур қабул қилгич цилиндрларидаги газ совийди ва босим камаяди, натижада цилиндрларда босимнинг вақти-вақти билан пульсацияланиши юз беради. Газ анализаторнинг кўрсатишлари аниқлигини ошириш учун цилиндрларига инерт газлари қўшилган анализ қилинаётган газ тўлдирилади. Нур қабул қилгичнинг цилиндрлари фақат анализ қилинаётган компонент ва инфрақизил нурларга инерт бўлган азот билан тўлдирилгани учун босимнинг пульсацияланиши фақат анализ қилинаётган газ ютадиган нурланиш спектри ҳисобигагина вужудга келади. Шундай қилиб, асбобда танлаб ютишга ва анализ қилишга эришилади.

Нур қабул қилгич 9 да босимнинг ўзгариши конденсаторли микрофон 10 да ўзгарувчан токка айланади. Бу ток кучайтиргич 11 да кучайтирилиб, реверсив двигатель 12 га берилади ва унинг ротори айлана бошлади. Бунда компенсацияловчи камера 13 нинг қайтарувчи поршени бирор томонга сурилиб, ютувчи қатламнинг қалинлигини оширади ёки камайтиради. Нур қабул қилгич цилиндрларига тушаётган нур оқимлари бир-бирига тенг бўлиб қолган пайтда нур қабул қилгичдан чиқаётган электр сигнали йўқолади ва двигатель тўхтади. Шундай қилиб, камера 13 поршенининг вазияти доимо анализ қилинаётган компонент концентрациясига мос келади. Поршенинг бу вазияти ўз навбатида реохорд 14 орқали иккиламчи асбоб 15 билан қайд этилади. Углерод қўшоксидини ўлчаш

чегаралари 0—1 дан 0—100% гача. Асосий хатолик $\pm 2,5\%$. Газ аралашмаси сарфи $8,3 \text{ см}^3/\text{с}$, босим 0,3 кПа. Кўрсатишларни аниқлаш вақти 30 с. Чиқиш сигнали 0—5 мА.

Баён қилинган ОА-2209 туридаги газ анализатори дифференциал (икки нурли, икки каналли) компенсацияловчи асбобдир. Унинг асосий камчилиги нурлаткичларнинг эскириши, иш кюветларининг ифлосланиши, шишалар шаффофлигининг ўзгариши ва шу кабилар туфайли шкала ноли вазиятининг ўзгариб туришидир.

Бевосита ўлчайдиган бир нурли газ анализаторида нолнинг турғунлиги анча юқори бўлади. Бу асбоб дифференциал асбобга қараганда танловчанлиги юқорилиги билан фарқ қилади. Масалан, метанни анализ қилишда CO_2 , CO ва намининг таъсири бир нурли асбоб учун икки нурли асбобга қараганда 3—5 марта кам бўлади. Камералари оптик кетма-кетликда жойлашган бир нурли асбобнинг танловчанлиги юқорилигига сабаб шуки, босимнинг натижавий ортишида ютиш полосасининг фақат марказий участкаси қатнашади ва шундай қилиб, полосанинг актив қисми тораяди.

Ультрабинафша нурлари ютиладиган газ анализаторларида ҳаводаги симоб буғлари концентрациясини, хлор, водород сульфид, азот қўшоқсиди ва бошқа моддаларнинг концентрациясини ўлчашда қўлланилади.

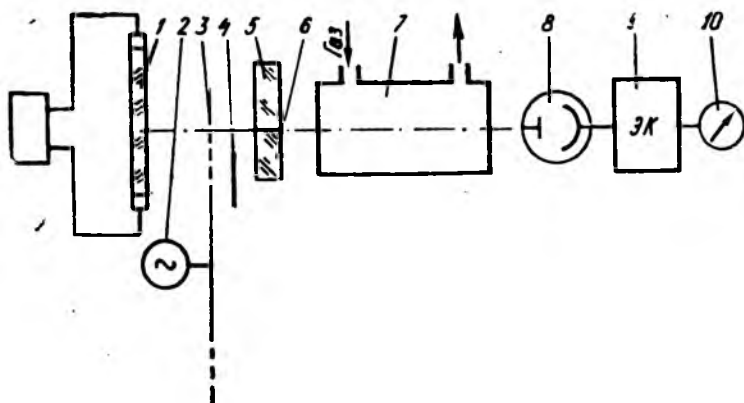
Ультрабинафша нурларнинг манбаи симобли лампалар бўлиб, улар чиқарган нурларнинг кўп қисми ультрабинафша нурлар бўлади. Нурланишни қўшимча монохроматлаш учун шиша светофорлардан фойдаланилади, улар анализ қилинаётган модда ютилишининг максимуми вазиятига қараб танланади.

Ультрабинафша нурланишни электр сигналига айлантириш учун фотоэлементлар ва фоторезисторлардан фойдаланилади.

Амалда ультрабинафша нурларни ютадиган электр компенсацияли икки нурли газ анализаторлари, оптик компенсацияли газ анализаторлари, шунингдек, бевосита ўлчайдиган, ультрабинафша нурларни ютадиган бир нурли газ анализаторлари ҳам ишлатилади.

6.6-расмда бир нурли ультрабинафша нурларни ютадиган газ анализаторнинг блок-схемаси кўрсатилган. Асбобда битта манба 1 ва битта фотоприёмник 8 бор. Манбанинг нурланишини электр двигатель 2 айлантирадиган обтюратор 3 узади ва у қарама-қарши фазаларда ўзгарадиган иккита бир хил оқимга бўлинади. Бу оқимларнинг ҳар қайсиси тегишли оптик ёруғлик фильтри — иш фильтри 5 ва таққослаш фильтри 6 дан ўтади.

Фильтрларнинг шаффофлик полосалари беркитилмайди ва f_1 , f_2 частоталар диапазонида тўпланган. Нурларнинг фильтрланган оқимлари иш кювети 7 дан ўтади, бу кювет орқали нурланишни f_1 частотада ютадиган анализ қилинаётган газ кювет 7 да анализ қилинаётган газ хайдалади, сўнгра оқим умумий нур қабул қилгичга келади. Кювет 7 да анализ қили-



6. 6- расм. Бир нурли ультрабинафша газ анализаторнинг блок-схемаси .

наётган, компонент бўлмаганида иш ва таққослаш оқимларининг интенсивлиги нолни ростлаш заслонкаси 4 ни суриш йўли билан бараварлаштирилади. Бу ҳолда система мувозанатлашади ва фотоприёмникдан олинadиган фарқ сигнали нолга тенг бўлади. Анализ қилинаётган газ кюветга кирганида f_1 частотадаги нурланиш оқимининг интенсивлиги камаяди, f_2 частотасидагиники эса ўзгаришсиз қолади.

Фотоприёмник чиқишида фарқ сигнали ҳосил бўлади ва у кучайтиргич 9 да кучайтирилади. Фарқ сигналининг амплитудаси анализ қилинаётган компонент концентрациясининг ўлчови бўлиб хизмат қилади. Концентрация иккиламчи асбоб 10 билан ўлчанади.

Температура туфайли юзага келадиган хатони йўқотиш учун асбоб термостатланади. Ўлчаш чегаралари 0—30 мг/л; масса бўйича 0—3%; асосий хатолик шкала диапазонининг $\pm 4\%$ и атрофида.

Электр-кимёвий газ анализаторлари

Электр-кимёвий усуллардан газларни ва буғларни узлуксиз тарзда автоматик анализ қилишда фойдаланилади. Айниқса бу усуллар ҳаводаги мавжуд заҳарли газларнинг микроконцентрациясини, тоза газлар ишлаб чиқаришда ифлослантйрувчи газлар концентрациясини, шунингдек, суюқликларда эриган газлар концентрациясини аниқлаш учун кенг қўлланилади.

Электр-кимёвий газ анализаторларида бирор компонентнинг концентрацияси аниқланаётган компонент билан реакцияда; киришган газ аралашмасининг электр-кимёвий хоссаларининг ўзгаришига қараб аниқланади. Қуйида энг кўп тарқалган асбоблар кўриб чиқилади.

Кондуктометрик газ анализаторлари газ аралашмасининг

Ўлчанадиган компонентини абсорбцияловчи ютувчи эритмаларнинг электр ўтказувчанлигини ўлчашга асосланган.

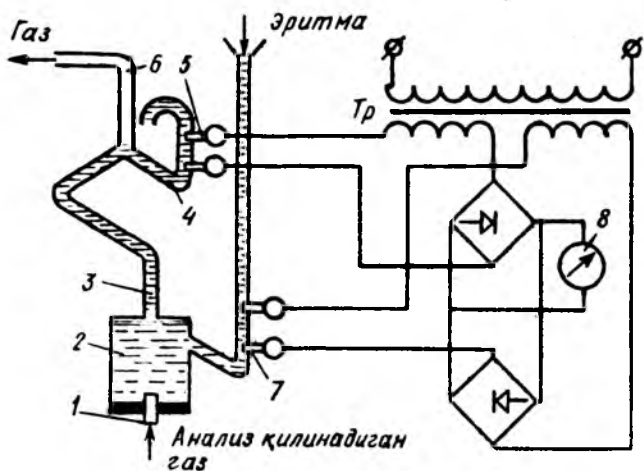
Контактли кондуктометрик усуллар шу билан характерланадики, ютувчи эритма ўлчаш ячейкасининг электродлари билан бевосита контактлашади. Бу асбоблар мураккаб қурилмалар бўлишни талаб қилмайди, кўрсатишларни бевосита ҳисоблаб боришга имкон беради, тайёрланиши ва ишлатилиши содда.

Ютувчи эритма сифатида, одатда, шундай эритма танланадики, у анализ қилинаётган компонент билан қайтмас реакцияга киришади.

Диссоциацияланган молекулалар сони камайиши натижасида эритманинг электр ўтказувчанлиги ютилган компонент миқдорига пропорционал равишда камаяди. Ютувчи эритмалар анализ қилинаётган компонент билан қайтмас реакцияга кириши натижасида асбоб каналчаларининг деворларида ҳамда ўлчаш электродларида чўкмалар ҳосил бўлади, бу эса ўлчаш натижаларини анча бузади ва компонентларнинг микроконцентрацияларини аниқлашда газ анализаторларидан фойдаланишни чеклаб қўяди.

Кондуктометрик ўлчашлар учун ўлчанаётган компонент абсорбциясининг қайтар реакцияларидан ҳам фойдаланиш мумкин; уларнинг афзалликлари: реакцияларда чўкмалар абсорбцияланмайди ва ютувчи эритмаларнинг регенерацияланиш имкони бор. Бироқ кўпгина ҳолларда бундай ютувчи эритмаларнинг танлаш даражаси кам бўлади.

6.7-расмда кондуктометрия принципида ишлайдиган газ анализаторнинг схемаси келтирилган. Анализ қилинадиган газ капилляр найча 1 орқали ўтади ва реакция борадиган идиш 2



6.7- расм. Кондуктометрик газ анализаторнинг схемаси.

ҳамда змеєвик 3 га берилади, у ерда аниқланадиган компонент ўзгармас тезликда бериб туриладиган электролит эритмаси билан абсорбцияланади. Шундан кейин электролит эритмаси бир жуфт электродлари 5 турган ўлчаш ячейкасидан ўтади, газ фазаси эса газ анализаторидан найча 6 орқали чиқарилади. Таққослаш электродлари 7 найчада туради, бу найча орқали электролитнинг янги эритмаси берилади.

Шундай қилиб, газ анализаторларида электролит эритмасининг электр ўтказувчанлиги ўлчанаётган компонент абсорбциялангунча ва абсорбциялангандан кейин ўлчанади. Ўтказувчанлик қийматларидаги фарқлар аниқланадиган компонентнинг иккиламчи асбоб 8 ёрдамида ўлчанадиган концентрациясига пропорционал бўлади. Электролиз вақтида чўкмалар ҳосил бўлишининг олдини олиш учун ячейка электродларига ўзгарувчан кучланиш берилади, кейин бу кучланиш тўғриланади.

Электр ўтказувчанликни ўлчашга асосланган газ анализаторидан O_2 , CO_2 , H_2S , SO_2 , NH_3 , сув буғи ва бошқа компонентларни анализ қилишда фойдаланиш мумкин.

Кулонометрик газ анализаторлари электролиз вақтида сарфланган электр миқдорни ўлчашга асосланган. Фарадей қонунига кўра электролизда G миқдордаги модда ажралиб чиқиши учун эритма орқали τ вақт мобайнида I токни ўтказиш зарур:

$$G = M \cdot I \cdot \tau (96492 \cdot n) \quad (6.6)$$

бу ерда M — оксидланган ёки тикланган (қайтарилган) модданинг молекуляр мас-саси; n — электролиз жараёнида қатнашувчи электронлар сони.

Электролиз вақтида ажралиб чиққан модда газ аралашмасининг анализ қилинаётган компоненти билан батамом боғланади, шу туфайли компонент концентрациясининг ўлчови бўлиб ўтаётган ток I хизмат қилади. Ток эритманинг нейтралланиши таъминланадиган қилиб таиланади.

Кулонометрик газ анализаторлари ўлчашнинг компенсацион усули қўлланилганлиги туфайли ўлчаш натижаларининг юқори аниқлигини таъминлайди, уларнинг кўрсатиши газнинг нам-лигига, босимига, температурасига, атроф-муҳитнинг параметр-ларига боғлиқ бўлмайди.

Ҳаводаги SO_2 , H_2S , Cl_2 , O_3 ларнинг микроконцентрациясини ўлчашга мўлжалланган «Атмосфера 1» ва «Атмосфера 2» газ анализаторлари мажжуд.

Полярографик газ анализаторлари индикаторли, таққословчи ва ёрдамчи электродлари бор уч электродли электролитик ячейка занжирида диффузион токнинг чегаравий кучини ўлчашга асосланган. Ўлчашда индикатор электрод билан таққослаш электроди ўртасидаги потенциаллар фарқи назорат қилинади, таққослаш электродининг потенциали ўзгармас бўлади. Потенциаллар фарқи таъминлаш блокдан олинандиган таянч кучланиш билан таққосланади. Потенциаллар фарқи

Намунани бериш тезлиги сарф ростлагичи ёрдамида ростланади. Шундан кейин газ ячейкага келади, электролитда ўз босимига пропорционал равишда эрийди. Анализ қилинаётган газ электролит устида йиғилиб, электролитни индикаторли камерадан сиқиб чиқаради, канал a нинг пастки кесиги сатҳига қадар, сўнгра запас электролит билан камера орқали барботирланиб, атмосферага чиқариб ташланади.

Газ анализатори кислороднинг бешта ўлчаш диапазонига эга: 0—0,1; 0—0,2; 0—0,5; 0—1; 0—2. Асосий хатолик ўлчаш диапазонининг $\pm 5\%$ ига тенг.

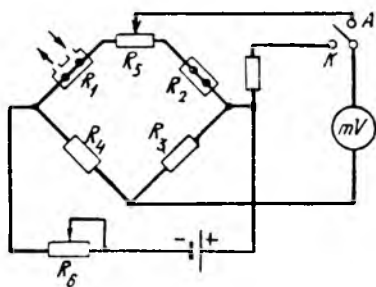
Термокимёвий газ анализаторлари

Бу газ анализаторларининг ишлаши кислороднинг бошқа газлар билан катализаторлар иштирокида ўтадиган реакциясининг иссиқлик эффектини ўлчашга асосланган. Бу асбобларнинг икки гуруҳи кенг тарқалган.

Бу асбобларнинг биринчи гуруҳида ёниш каталитик актив бўлган платина толада содир бўлади, бу тола айти бир вақтда сезгир элемент — ўлчаш кўпригининг елкаси ҳисобланади. Бу гуруҳдаги асбобларда анализ қилиш аниқланадиган компонент ёнганида температуранинг ортишини ўлчашга асосланган.

Иккинчи гуруҳ асбобларда оксидланиш реакцияси катализатор қатламида содир бўлади, реакциянинг иссиқлик эффекти эса қаршилик термометри ёки шу катализаторда жойлаштирилган термобатарея билан ўлчанади.

Биринчи гуруҳ термокимёвий газ анализаторларининг принциал схемаси 6.9-расмда келтирилган. Газ анализаторининг ўлчаш схемаси ўзгармас ёки ўзгарувчан токда ишлайдиган мувозанатлашмаган кўприкдан иборат. Иш ячейкаси деб юритиладиган оқим ўлчаш ячейкаси кўприкнинг битта елкаси R_1 ни ҳосил қилади. Кўприкнинг R_2 елкани ҳосил қиладиган таққослаш ячейкаси ўз параметрлари ва конструкцияси жиҳатидан иш ячейкасига эквивалент бўлиб, ҳаво тўлдирилган бўлади. Кўприкнинг R_3 , R_4 елкалари ўзгармас қаршиликлар бўлиб, улар манганиндан тайёрланган. Кўприкли схеманинг ноли реостат R_5 билан қўйилади. Анализ қилинаётган компонентнинг ёнишида температуранинг ортиши билан платина толаси электр қаршилигининг ўзгариши ўлчаш кўприги мувозанатининг бузилишига олиб келади. Мувозанат бузилгандаги ток кучи газ аралашмасидаги компонент миқдорига пропорционал бўлади. Ўлчаш асбоби анализ — назорат қайта улагичи ёрдамида схемага киритилган маҳсус ўзгармас резисторга уланади ва асбобнинг стрелкаси R_5 рео-



6.9- расм. Термокимёвий газ анализаторининг схемаси.

стат стрелкаси билан талаб этилган репер нуқтага қўйилади. Милливольтметрнинг шкаласида платина толасини қиздирадиган, турли компонентларни анализ қилиш учун зарур бўлган ток кучини қўядиган учта репер нуқта бор.

Бу турдаги асбоблар асосан ҳаводаги ёнувчи (метан, бензин буғлари ва ҳ.) газларнинг портлаш хавфини юзага келтирадиган концентрациясининг индикаторлари ва анализаторлари сифатида ишлатилади. Улар кўпинча кўчма (кўтариб юрадиган) турда чиқарилади. Улчаш хатолиги тахминан $\pm 10\%$.

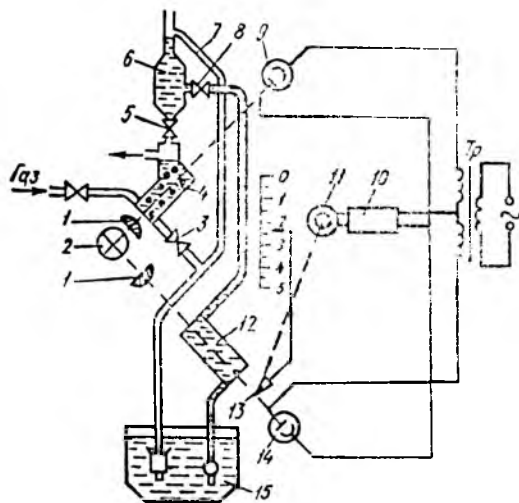
Саноат бинолари хоналари ҳавосининг ёнувчи газлар билан ифлосланишини автоматик назорат қилиш учун ёнувчи газларга мўлжалланган СГС туридаги, метанга мўлжалланган СМС туридаги, бензинга мўлжалланган ГПБ туридаги ва бошқа сигнализаторлар чиқарилади.

Фотоколориметрик газ анализаторлари

Бу газ анализаторларида эриган модданинг концентрацияси эритма ёки лентанинг интенсив бўйлишига қараб аниқланади. Суюқликли ва лентали фотоколориметрик газ анализаторлари газларнинг микроконцентрациясини аниқлаш учун ишлатилади. Бу газлар (H_2S , SO_2 , NH_3 , Cl_2 , NO , NO_2) махсус танланган реактивлар билан рангли реакцияга киришади. Бу асбобларнинг физикавий асоси Бугер — Ламберт — Бер қонунидир. Бўйланган компонентлар (ёки реакцияга кирган газ массаси) нинг концентрацияси қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$C = D_\lambda / (\epsilon_\lambda \cdot l_\lambda), \quad (6.7)$$

бу ерда D_λ — оптик зичлик;
 ϵ_λ — ютилиш коэффициенти;
 l_λ — кюветнинг узунлиги.



6. 10- расм. Фотоколориметрик газ анализаторининг схемаси.

Фотоколориметрик анализ қилиш усули юқори сезгирликка ва танловчанликка эга. Бу усул сезгирлигининг юқорилигини анализ қилинадиган компонентни эритмада ёки индикатор лентасида йиғиш имконияти борлиги билан белгиланади. Усулнинг танловчанлиги юқорилигига анализ қилинаётган компонент билан реактив-индикатор ўртасидаги реакция сабаб бўлади.

6.10- расмда эритма ёки газ даврий равишда узатиладиган ФКГ туридаги фотоколориметрик газ анализаторининг схемаси кўрсатилган. Асбобда икки оптик канал: иш ва таққослаш каналлари бўлиб, уларнинг ичида иш кювети 4 ва таққослаш кювети 12 жойлаштирилган.

Абсорбцияловчи эритма бак 15 дан насос ёрдамида таққослаш кювети орқали дозатор 6 га ҳайдалади. Дозаторда тўкиш найчаси 7 бор бўлиб, у орқали ортиқча эритма бакка қайтиб қўйилади. Команда берувчи реле белгилайдиган тенг вақт ораликларида электромагнит клапан 3 ишга тушади, у кювет 4 даги ишлаб бўлган эритмани бакка чиқариб юборади, бу ерда эритма регенерацияланади. Кюветлар бўшатиладиган кейин клапанлар 5 ва 8 ишга тушиб, дозатор улар ёрдамида эритма берувчи трубадан узилади ва айти бир вақтда кювет 4 билан бирлашиб, унга эритманинг ўлчанган ҳажмини қуяди. Клапанлар 5 ва 8 дозаторни янги эритма билан тўлдириш учун дастлабки вазиятларига қайтади. Кювет 4 да эритманинг янги берилган порцияси орқали текшириладиган газ чиқиб кетганидан кейин рангли реакция содир бўлади. Маълум вақт тутиб турилганидан кейин команда релеси клапан 3 ни очади ва навбатдаги цикл бошланади. Ҳар иккала кювет орқали ёритиш лампаси 2 дан линза 1 орқали ёруғлик оқими ўтади. Кюветларнинг орқасида фотоэлементлар 9 ва 14 жойлашган бўлиб, улар кюветлардаги эритмалардан ўтган ёруғлик оқимларини қабул қилади. Фотоэлементлар электрон кучайтиргич 10 нинг чиқишига дифференциал тарзда уланган бўлиб, у икки фотоэлементнинг сигналлари фарқини кучайтиради. Кучайтирилган сигнал реверсив двигатель 11 нинг бошқарувчи чулғамига келади, двигатель компенсацияловчи оптик пона 13 ни кювет 12 нинг оптик каналида ҳар икки фотоэлемент бир хилдиги ёритилганликка эга бўлганига қадар керакли йўналишда силжитади. Оптик понанинг сурилиш катталиги ва у билан боғлиқ бўлган асбоб кўрсаткичининг сурилиш катталиги текшириладиган газдаги аниқланадиган компонент концентрациясининг ўлчови бўлади.

Ишлаб чиқариш хоналари ҳавосидаги хлор қолдиқларини ўлчаш диапозонидан $\pm 20\%$ хатолик билан аниқлашга имкон берадиган газ анализаторларидан саноат ФКГ-ЗМ туридаги фотоколориметрик анализаторларни чиқаради.

Асбобсозлик саноати ФСЛ туридаги фотоколориметрик газ анализаторларини чиқаради. Унинг ишлаши кимёвий реакция натижасида ҳосил бўлган лентадаги доғдан қайтган ёруғлик оқимини эталон ёруғлик оқими билан таққослашга асосланган.

ФСЛ туридаги лентали газ анализаторларининг бошқа модификациялар ишлаб чиқариш хоналари ва технологик линия ҳавосидаги фосген, водород сульфид, цианид кислотани аниқлаш учун чиқарилади. Ишлаб чиқариш хоналарининг ҳавосидаги аммиак миқдорини $0-3 \cdot 10^{-3}$ ва $0-3 \cdot 10^{-2}\%$ чегарасида

аниқлаш учун ФСЛІ, 107 туридаги фотоколориметрик газ анализаторлари чиқарилади.

Лентали фотоколориметрик газ анализаторлари учун иш эритмаси сарфининг жуда камлиги ва у билан боғлиқ бўлган юқори сезгирликка эришиш осонлиги характерлидир, чунки газларнинг реакцияга кирувчи миқдори билан эриган миқдорининг нисбати жуда катта бўлиши мумкин. Бироқ лентанинг сирти бир жинсли бўлмаганлиги ва бошқа бир қанча факторлар туфайли лентали фотоколориметрик газ анализаторларининг хатолиги суюқликни фотоколориметрик газ анализаторининг хатолигидан юқоридир.

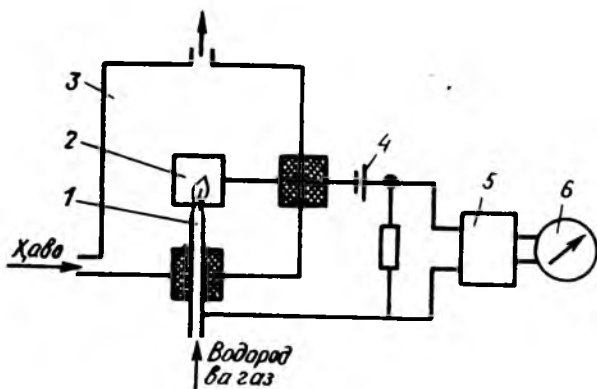
Ионли газ анализаторлари

Ионли газ анализаторларидан ҳаводаги зарарли моддаларни аниқлашда, шунингдек, портлаш хавфи бор газ аралашмаларини назорат қилишда фойдаланилади.

Улар ишлаш принципи бўйича икки гуруҳ: алангали-ионли ва аэрозолли-ионли газ анализаторларига бўлинади.

Алангали-ионли газ анализаторлари органик моддаларнинг водород алангасида ионлашувига асосланган. Алангали-ионли ўзгарткич электр майдонга жойлаштирилган водород горелкасидан иборат. Соф водород ёнганида ионлар деярли ҳосил бўлмайди, шунинг учун соф водороднинг электр ўтказувчанлиги жуда ҳам паст бўлади. Органик моддаларнинг алангаси пайдо бўлганида уларнинг ионлашуви содир бўлади ва аланганинг электр ўтказувчанлиги кескин ортади.

Бу газ анализаторининг принципиал схемаси 6.11-расмда келтирилган. Улчаш электродларидан бири горелка 1 бўлиб, унга манба 4 дан 60—300 В ли ўзгармас кучланиш берилади, горелка коррозиябардош пўлат ёки титандан тайёрланади. Иккинчи (коллекторли деб юритиладиган) электрод ўрнида юпқа деворчали цилиндр хизмат қилади, у горелка 1 билан



6.11- расм. Аланга-ионли газ анализаторининг схемаси.

ўқдош бўлиб, нодир металллар (платина, олтин, титан)дан тайёрланади. Ўзгарткичнинг ионизация камерасига ёнишни сақлаб туриш ва водороднинг ёниш маҳсулоти бўлган сувнинг конденсацияланишининг олдини олиш учун ҳаво киритиб турилади.

Ўзгарткичда занжирда ионизация токининг пайдо бўлишига реакция давомида электродларда мусбат ва манфий заряд элтувчиларнинг ҳосил бўлиши сабаб бўлади. Ионизация токининг кучи 10^{-7} — 10^{-8} А дан ошмайди. Шу муносабат билан ўзгарткичнинг ток сигнали ўзгармас ток кучайтиргичи 5 га берилади. Кучайтирилган сигнал иккиламчи асбоб 6 га (масалан, автоматик потенциометрга ёки сигнализация қурилмасига) келади, бу қурилма концентрация берилган қийматидан ортиб кетганида сигнал чиқаради.

Аэрозолли-ионли газ анализаторлари газ анализ қиладиган радиоизотопли асбобларга тааллуқли бўлиб, уларда газ муҳитининг физик параметри — газларнинг электр ўтказувчанлиги, ионизацияловчи нурланиш таъсирида бўлган газларнинг электр ўтказувчанлиги ўлчанади. Бу асбобларда газнинг α ёки β актив изотоп кўринишидаги ички ионизация манбаига эга бўлган ионизацион ток камераси сезгир элемент бўлиб хизмат қилади. Муҳитнинг назорат қилинаётган компоненти концентрациясининг ўлчови бўлиб камеранинг электродлари орасида уларга кучланиш берилганда ҳосил бўладиган ионизация токи хизмат қилади.

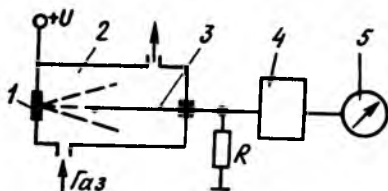
Бу газ анализаторларининг хусусияти шундан иборатки, уларда назорат қилинаётган компонент олдин аэрозоль ҳолатига келтирилади. Бунда ҳосил бўладиган аэрозоль зарралари сони назорат қилинаётган компонент концентрациясига пропорционал бўлиб, ионизация токининг ўлчанаётган кучининг ўзгаришини аниқлайди.

Аэрозоль зарралари таъсирида камера ионизация токи I нинг ўзгариши қуйидаги муносабат билан ифодаланади:

$$I = I_0 \cdot e^{-CN\tau r}, \quad (6.8)$$

бу ерда I_0 — камерада аэрозоль зарралари бўлмагандаги бошланғич ток кучи; N — Брикард доимийси бўлиб, уни газ ионларининг аэрозоль зарраларга ўтириш эҳтимоли борлиги нуқтаи назардан аниқланади; C — газдаги аэрозоль зарраларининг концентрацияси; τ — газ ионларининг камера ичида «яшаш» вақти бўлиб, уни ионизация камерасининг конструкцияси ва электр майдоннинг кучланишига қараб аниқланади; r — аэрозоль зарраларининг ўртача радиуси.

6.12- расмда аэрозолли — ионли газ анализаторининг принципал схемаси кўрсатилган. Нурланиш манбаи 1 ва ионлар коллектори 3 жойлаштирилган ионизацион оқим ка-



6.12- расм. Аэрозоль — ионли газ анализаторининг схемаси.

мераси 2 га газ сарфи уйғотгичи билан анализ қилинаётган ҳаво сўриб олинади. Айни бир вақтда камерага тегишли кимёвий реагентнинг буғлари киритилади. Камера ичида кимёвий реакция содир бўлиб, бунинг натижасида аниқланаётган компонент аэрозолга айланади. Ионизация токи қаршилиги катта нагрукка резистори R да кучланиш тушувини вужудга келтиради, бу кучланиш ўзгармас ток кучайтиргичи 4 да кучайтирилади; аэрозоль зарраларининг концентрациясига кўра ўзгарадиган ионизацион токнинг кучи аниқланаётган компонент концентрациясининг ўлчови ҳисобланади. Иккиламчи асбоб 5 аниқланаётган компонентнинг концентрациясини кўрсатади.

Асбобдан ҳаводаги зарарли моддаларни, шу жумладан азот оксидлари, водород хлорид, аммиак, аминлар ва бошқаларни назорат қилишда фойдаланиш мумкин. Вазифасига қараб газ анализаторлари шкаласининг юқориги чегараси аниқланаётган компонентнинг $0,5$ дан 50 мг/м^3 миқдорида ўрнатилади. Асосий хатолик шкала диапозонининг $10\text{—}15\%$ и атрофида.

Хроматографик газ анализаторлари

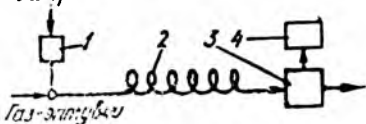
Газ анализаторларининг кўриб ўтилган ҳамма турлари газ аралашмасидаги фақат битта компонентнинг концентрациясини аниқлашга имкон беради. Хроматографик газ анализаторлари (хроматографлар) улардан фарқли равишда газ аралашмасини тўла анализ қилишга, яъни бу аралашмани ташкил этувчи ҳамма газларнинг концентрациясини аниқлашга имкон беради.

Хроматографик ажратиш йўли билан кўп компонентли газ аралашмаларини анализ қилиш учун мўлжалланган асбоблар хроматографлар деб аталади.

Уларнинг принципиал схемаси 6.13-расмда келтирилган. Ўлчаш жараёни хроматографда икки босқичда ўтади: олдин аралашма алоҳида компонентларга ажратилади, сўнгра аралашмадаги ҳар қайси компонентнинг миқдори ўлчанади. Газ аралашмасини ажратиш колонкаси 2 да содир бўлади. Бў колонка юққа найчадан иборат бўлиб, ўз сиртида газларни ушлаб олиш ва тутиб туриш хусусиятига эга бўлган модда — сорбент билан тўлдирилган бўлади. Анализ қилинаётган газнинг дозатор 1 да ўлчаб олинган порцияси даврий равишда элтувчи газ деб аталадиган ёрдамчи газнинг узлуксиз оқимиغا бериб турилади. Колонка орқали аралашма

порцияси ҳайдалганида тегишли компонентларга ажрайди. Ажралиш газларнинг тулича абсорбцияланиши туфайли юз беради. Абсорбцияланиш қанча юқори бўлса, элтувчи газ молекулаларини сорбент сиртидан шунча кийинлик билан ажратиб олади. Шунинг учун элтувчи газ колонкага тўхтовсиз кириб туриб, ун-

Анализ қилинадиган газ аралашма

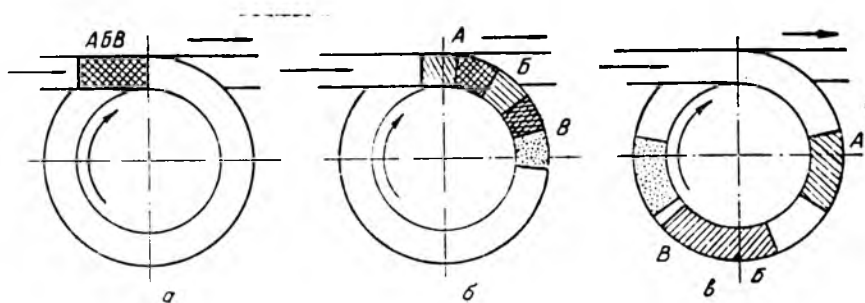


6.13- расм. Хроматографик газ анализаторининг схемаси.

дан компонентларни навбати билан сиқиб чиқаради: олдин аралашманинг кучсиз абсорбцияланадиган компонентни, сўнгра қолганларини. Шундай қилиб, колонкадан ҳақиқатан олганда бинар аралашма чиқади, унинг компонентлардан бири элтувчи газ бўлиб, бошқаси анализ қилинаётган аралашма бўлади.

Бинар аралашмалар детектор 3 ёрдамида анализ қилинади. Детекторларнинг энг кўп тарқалган турларидан бири термокондуктометрик газ анализаторларидир. Детекторнинг чиқиш сигнали қайд этувчи асбоб 4 га берилади.

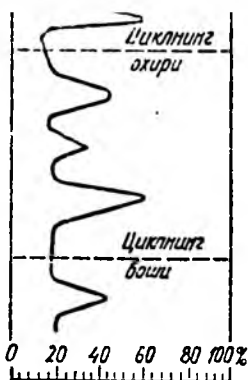
Газларни анализ қилиш учун газ абсорбцион ва газ тақсимлаш хроматография усуллари энг кўп тарқалган. Буларнинг биринчисида ҳаракатчан фаза — газ ва қўзғалмас фаза — майдаланган қаттиқ модда бўлади. Иккинчи хил асбобларда ҳаракатчан фаза — газ ва қўзғалмас фаза — ғовак асосга суркалган суюқлик бўлади. Газ-абсорбцион хроматографларда компонентларнинг ажралишига уларнинг қўзғалмас қаттиқ фаза сиртига турлича абсорбцияланиши, газ тақсимлаш хроматографларда эса қўзғалмас суюқ фазада турлича эриши сабаб бўлади.



6.14- расм. Газ аралашмасини компонентларга хроматографик тарзда ажратишнинг абсорбцион схемаси.

6.14- расмда газлар аралашмасининг компонентларга газ абсорбцион усулда хроматографик ажралишининг принципиал схемаси кўрсатилган. Газ аралашмасининг учта А, Б, ва В элтувчи газ ёрдамида узун юпқа найча — ажратиш колонкаси компонентларидан таркиб топган намунаси (6.14- расм, а) орқали сиқиб чиқарилади, найча спираль тарзида букилган ва абсорбент билан тўлдирилган бўлади.

Аралашма компонентлари турлича абсорбциялангани сабабли уларнинг колонкада ҳаракатланиши турлича секинлашади. Айни компонент молекулалари қанча кўп адсорбцияланса, уларнинг тормозланиши шунча катта бўлади, ва аксинча. Шунинг учун аралашманинг айрим компонентлари колонкада турлича тезликда ҳаракатланади. Маълум вақтдан кейин (6.14-расм, б) биринчи бўлиб кам абсорбцияланган В компонент ундан кейин компонент Б ва. ниҳоят, энг кўп абсорбция-



6.15- расм. Газ аралашмасининг хроматограммаси.

ланган ва шу сабабли бошқаларига қараганда секинроқ ҳаракатланадиган А компонент кетади.

Кейинги вақт оралиқларида компонентларнинг ҳаракатланиш тезлиги турлича бўлганлиги туфайли компонентлар тўла ажрайди (6.14-расм, в) ва хроматографик колонкадан кетма-кет ё элтувчи газ ёки элтувчи газ — компонентдан иборат бинар аралашма чиқади.

Кўп компонентли газни анализ қилишда компонентлар колонкадан уларнинг молекуляр массалари ортинб бориши тартибида чиқади. Компонентлар ажралишининг маълум ўзгармас шароитларида (температура, элтувчи газ сарфи, абсорбентнинг хоссалари ва ҳ.) ҳар қайси компонентнинг айна хромато-

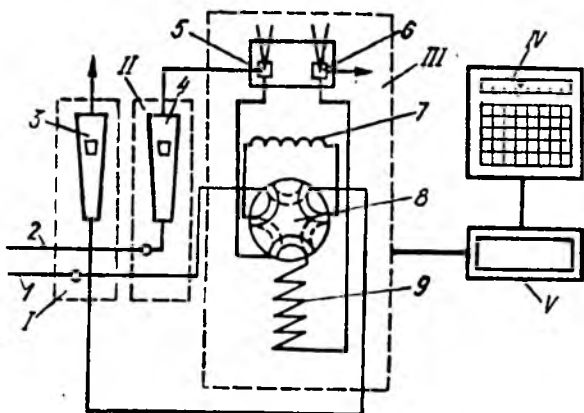
график колонкадан ўтиш вақти, бинобарин, унинг чиқиш вақти ўзгармайди. Шунинг учун ҳар қайси компонентнинг чиқиш вақти хроматографик анализнинг сифат кўрсаткичи ҳисобланади.

Газ-абсорбцион хроматографияда элтувчи газ сифатида азот, гелий, ҳаво ва бошқа газлардан фойдаланилади: абсорбент сифатида эса актив кўмир, силикагель, алюмогель, магний оксид ва бошқалардан фойдаланилади.

Анализ натижаларини иккиламчи асбоб қайд этади. 6.15-расмда уч компонентли аралашмани анализ қилиш натижаларининг лентали диаграммага ёзилиши кўрсатилган. Анализ қилинаётган аралашманинг хроматограммаси бир нечта чўққи нуқталари бўлган эгри чизиқдан иборат. Цикл бошлангандан кейин чўққиларнинг пайдо бўлиш вақти аралашма компонентининг турини, чўққининг барча чўққилар йиғинди юзига келтирилган юзи эса айна компонентнинг концентрациясини белгилайди.

Газ-тақсимлаш хроматографиясида эса кўп компонентли газ аралашмалари худди шу тарзда анализ қилинади.

6.16- расмда газ-абсорбцион хроматографнинг схемаси келтирилган. Анализ қилинадиган газ намуна олиш линияси I бўйича анализ қилинадиган газни тайёрлаш панели I га келтирилади, датчик III га тушади, кран-қайта улагичдан ўтади дозаловчи спираль 7 дан ва яна кран-алмашлаб-улагич 8 дан ўтади ва ротаметр 3 орқали атмосферага чиқариб юборилади. Элтувчи газ баллондан линия 2 бўйича тайёрловчи панели II нинг ротаметри 4 орқали берилади, асбоб датчиги детекторининг таққослаш камераси 5, алмашлаб улагич 8, ажратиш колонкаси 9, детекторнинг ўлчаш камераси 6 дан ўтади ва ташқарига чиқиб кетади.



6. 16- расм. Газ- абсорбцион хроматографининг схемаси.

Алмашлаб улагич 8 бир-бирига ишқаб мосланган иккита пластинадан тайёрланган бўлиб, улардан бирига канал қилинган ва электр двигатель билан айлантирилади, шунинг учун у ҳар 60° дан кейин икки вазиятни эгаллаши мумкин. 6.16-расмда шундай вазият кўрсатилганки, бунда элтувчи газ алмашлаб улагичга келиб, унинг канали бўйлаб ажратиш колонкасига йўналади, анализ қилинадиган газ аралашмаси эса намуна оладиган алмаштириладиган спираль 7 дан ўтади, у найча кўринишида ишланган бўлиб, ҳажми 2, 3, 5 ва 10 мл ни ташкил этиши мумкин.

Алмашлаб улагичнинг пластинаси 60° га бурилганида унинг каналлари расмда штрих чизиқ билан кўрсатилган вазиятни олади. Бунда элтувчи газ анализ қилинаётган белгиланган ҳажмдаги газ намунасини дозалаш спирали 7 дан ажратиш колонкасига сиқиб чиқаради, газ аралашмасининг асосий оқими эса бу вақтда алмашиб улагичнинг бошқа канали бўйича атмосферага ҳайдалади. Алмашлаб улагичнинг қўзғалувчан пластинаси ўзгармас вақт оралиқларида (3 дан 5 мин гача) таймер билан автоматик тарзда бурилади, бу вақт анализ қилинаётган газ аралашмасининг таркиби ва унинг ажрალიшига қўйиладиган талабга қараб ўрнатилади.

Ажратиш колонкаси 9 зангламайдиган пўлатдан ёки мисдан ички диаметри 6 мм ва узунлигини 2—10 м қилиб (анализ қилиш шароитларига қараб) тайёрланган ҳамда ичига сорбент тўлдирилган спираль найчадан иборатдир. Анализ қилинаётган аралашманинг намунаси колонка 9 га тушиб, уни ташкил этувчи компонентларга ажратади ва детекторларга юборилади.

Датчик детектори анализ қилинаётган газ аралашмаси компонентларининг ажрალიшини аниқлаш учун хизмат қилади. Унинг ишлаши элтувчи газ ва анализ қилинаётган компонент бинар аралашмаси иссиқлик ўтказувчанликларининг айрма-

сидан фойдаланишга асосланган. Детектор зангламайдиған пўлатдан тайёрланған массив блокдан иборат бўлиб, унинг иккита: камералари 5 ва 6 бўлади, ҳажми тахминан $0,2 \text{ см}^3$ келадиган бу камераларда эса қаршилиқ термометрлари (термисторлар) бўлиб, улар ўлчаш кўпригининг елкасини ташкил қилади. Датчик камерасини термостатлашга температура ростлагичи ёрдамида эришилади.

Элтувчи газ детекторнинг камералари 5 ва 6 дан ўтганида ҳар икки камерада иссиқлик бериш шароити бир хил бўлади: ўлчаш схемаси мувозанатда бўлади ва иккиламчи асбобнинг диаграммасида ноль чизиқ ёзилади. Алмашлаб улагичнинг кўзғалувчан пластинаси 60° га бурилганида элтувчи газ дозалаш камерасида ажратиб қолинган намунани сиқиб чиқаради ва уни ажратиш колонкасига юборади, у ердан детекторнинг ўлчаш камерасига гоҳ элтувчи газ, гоҳ тегишли бинар аралашма берилади. Ўлчаш камерасига иссиқлик ўтказувчанлиги соф газ элтувчининг иссиқлик ўтказувчанлигидан бошқача бўлган бинар аралашманинг кириши натижасида қаршилиқ термометрининг температураси ва қаршилиги, бинобарин кўприкнинг мувозанати ўзгаради. Мувозанатнинг бундай ўзгаришини қайд этувчи асбоб IV чўққи кўринишида қайд этади.

Хроматографнинг бошқариш блоки V га асбобнинг ўлчаш схемаси электрон температура ростлагичи, вақт белгиловчи — таймер, нолни автоматик қўйиш қурилмаси, алмашлаб улловчи қурилма 8 ни бошқариш қурилмаси ва реле киради.

Саноатда ишлатиладиган ХП—499 хроматографи газсимон маҳсулотлар ноуглеводородли газлар ва уларнинг изомерларини анализ қилиш учун мўлжалланган. Хроматограф технологик оқимлардан олинган газларни анализ қилишга имкон беради, анализ натижаларини узлуксиз қайд этишни таъминлайди, шунингдек, стандарт электр ва пневматик чиқиш сигналлари олишни таъминлайди ва бошқариш системасида фойдаланиши мумкин. Концентрация бўйича ўлчаш чегараси $0,05—100\%$, асосий хатолиги $\pm 1\%$. Хроматограф портлашдан ҳимояланган тарзда чиқарилади.

Саноатда ишлатиладиган «Нефтехим—СКЭП» хроматографи кўп компонентли газ аралашмалари, буғлар ва суюқликларнинг таркибини ажратиш колонкаларининг температураси 200°C гача бўлган шароитда аниқлашга имкон беради. Узлуксиз режимда ишлайди ва бошқариш системаларида датчик сифатида фойдаланиш мумкин. Концентрация бўйича ўлчаш чегараси $0—100\%$, чиқиш синаллари $0—5 \text{ мА}$; $0—10 \text{ В}$; $0,02—0,1 \text{ МПа}$. Портлашдан ҳимояланган тарзда чиқарилади.

Масса-спектрометриқ газ анализаторлари

Масса-спектрометрлар газларни анализ қилишда энг такомиллашган асбоблардандир. Улар кимёвий ва физик хоссаларидан қатъий назар, моддаларнинг изотоп ва молекуляр таркибини аниқлашга мўлжалланган.

Масса-спектрометрик усул мураккаб аралашмалардаги кўпгина компонентларнинг миқдорини аниқлашга имкон бериб, бунда анализни жуда тез ўтказишни таъминлайди.

Анализ қилишда анализ қилинаётган модданинг молекулалари қизиган катод эмиттирлайдиган электронлар ёрдамида ионланади, электр линзалар системаси воситасида тор даста тарзида фокусланади, тезлатувчи электроннинг электр майдонида тезлатилади ва электронлар коллекторида тутиб қолинади. Ион дастанинг таркиби анализ қилинаётган газ аралашмасининг молекуляр таркибига мос келади. Кўндаланг магнит майдони таъсирида оқим ионлар массасининг уларнинг зарядларига нисбати билан фарқ қиладиган ион нурларига ажралади, булар кейин коллекторга келади. Коллектор занжирида массалари турлича ионлар электр токи ҳосил қиладди ва бу тоқлар олдин кучайтирилганидан кейин ўлчанади ва электрон қайд этувчи қурилма ёрдамида ёзиб қўйилади. Магнит майдонининг кучланганлиги аста-секин ўзгартириб борилганда текширилаётган газнинг молекуляр таркибини характерловчи ион тоқлари спектри ёки масса-спектрлар ёзилади. Миқдорий анализ ўтказиш учун масса-спектрометри текширилаётган моддада бор деб тахмин қилинган ҳар қайси компонент бўйича олдиндан даражаланади.

Масса-спектрометрларнинг конструкцияси аналитик ва ўлчаш қисмларидан иборат. Аналитик қисмда ион дасталари массалари бўйича ҳосил қилинади, шакллантирилади ва ажратилади. Ўлчаш қисми ионлар манбасини ва ишга тушириш системасини стабиллашган кучланиш билан таъминлаш, ион тоқларини ўлчаш ва қайд этиш, вакуум системасида босимни ўлчаш, масса сонларини индекслаш ва ҳоказолар учун мўлжалланган.

Масса-спектрометрлар учта турга: кимёвий таркибни анализ қилиш учун — МХ; модданинг структураси ва хоссаларини текшириш учун — МС; изотоп анализ қилиш учун — МИ турларга бўлинади. МС туридаги масса-спектрометрлар лаборатория шароитларида ўтказиладиган илмий тадқиқотлар учун мўлжалланган.

Асбобсозлик саноати кимёвий таркибни анализ қиладиган МХ-7201, МХ-7304, МХ-1320 ва изотоп анализ қиладиган МИ-1201Б масса-спектрометрларини чиқаради.

МХ-7201 масса-спектрометри металлларда ва уларнинг қотишмаларида H_2 , O_2 , N_2 , C_2 газлари ва уларнинг газ ҳосил қилувчи қўшилмалари миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган. Текширилаётган материалдан газ ажралиб чиқиши вакуумда суюқлантириш йўли билан ёки графитли тигелда амалга оширилади. Газсимон қўшилмаларнинг таркибини аниқлаш монополяр (бир қутбли) масса-спектрометр ёрдамида амалга оширилади. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—60.

Магнитсиз МХ-7304 масса-спектрометри сўриб (тортиб) олиш системалари билан таъминланган вакуумли системаларда

қолдиқ газларни сифат жиҳатидан анализ қилиш учун мўлжалланган. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—200, анализ қилиш хатолиги $\pm 2,5\%$.

МХ-1320 масса-спектрометри газ аралашмаларини, суюқликларни ва 400°C гача температурада газсимон ҳолатга ўтадиган қаттиқ моддаларни миқдор ва сифат жиҳатидан анализ қилиш учун мўлжалланган. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегараси 1—4000, анализ қилиш хатолиги $\pm 5 \cdot 10^{-6}\%$.

МИ-1201Б масса-спектрометри газларнинг ва қаттиқ моддаларнинг изотоп таркибини саноат шароитида анализ қилиш учун мўлжалланган. Ўлчаш натижаларини ўлчаш СМ1 базавий ҳисоблаш комплекси ёрдамида амалга оширилади. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—720, анализ қилиш хатолиги $\pm 0,15\%$.

VI.3. §. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ АНАЛИЗ ҚИЛИШ

Суюқликлар таркибини анализ қилиш дейилганда уларнинг элементар, функционал ёки молекуляр таркибини аниқлаш тушунилади. Таркибни аниқлайдиган асбоблар анализаторлар деб аталади. Муҳитда фақат битта компонентнинг миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган анализаторларни баъзан концентратометрлар деб юритилади. Суюқликлар концентрациясини ўлчаш учун қуйидаги ўлчов бирликлари энг кўп тарқалган: $\text{мг}/\text{см}^3$; $\text{г}/\text{см}^3$; массаси ёки ҳажми бўйича; $\%$.

Температура, босим ва шу каби факторларнинг ўлчаш натижаларига кучли таъсир этиши аналитик ўлчашларнинг ўзига хос хусусиятларидан биридир. Бу факторлар айниқса ўлчаш аниқлигига таъсир қилади. Шунинг учун автоматик анализаторлар, одатда, намуналар танлаб олиш, уларни анализга тайёрлаш, ўлчаш шароитларини стабиллаш ёки тузатишларни автоматик киритиш ва ҳоказолар учун қўшимча мураккаб жиҳозлар билан таъминланган бўлади.

Анализ қилинадиган суюқликларнинг турли-туманлиги ва уларнинг таркиби ҳамда хоссаларининг кенг чегарада бўлиши анализ қилиш усуллари турлича бўлган автоматик асбоблар ишлаб чиқаришни тақозо этади. Асбобсозлик саноати хилма-хил суюқликларни анализ қилувчи турли автоматик анализаторлар ишлаб чиқаради. Суюқликларни анализ қилишнинг саноатда энг кўп тарқалган усулларига кондуктометрик, потенциометрик, оптик, титрометрик ва радиоизотопли усуллар киради. Қуйида саноатда энг кенг тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

Эритмаларни анализ қилишнинг кондуктометрик усули

Электролит эритмаларининг концентрациясини уларнинг электр ўтказувчанлигига кўра ўлчаш (кондуктометрик) лаборатория шароитида ҳам, саноат шароитида автоматик назорат

қилиш учун ҳам кенг қўлланилади. Кондуктометрик концентрамерларнинг ишлаши эритмалар электр ўтказувчанлигининг улар концентрациясига боғлиқлигига асосланган.

Аррениус назариясига кўра электролитлар сувда эритилганида молекулалар, ионлар диссоциацияланиб, шу ионларнинг эритмада мавжуд бўлиши эритманинг электр ўтказувчанлигига сабабдир. Диссоциацияланиш даражасига кўра кучли ва кучсиз электролитлар бўлади. Кучли электролитлар деярли батамом ионларга диссоциацияланган бўлади, кучсиз электролитларнинг эритмаларида эса маълум миқдорда диссоциацияланмаган молекулалар ҳам бўлади.

Турли моддалар эритмаларининг электр ўтказувчанлигини баҳолаш учун Кольрауш эквивалент электр ўтказувчанлилик тушунчасини киритди, у 1 см^3 эритмада 1 г-экв модда бўлган эритманинг электр ўтказувчанлиги сифатида аниқланади:

$$\lambda = \frac{\sigma}{\eta} \quad (6.9)$$

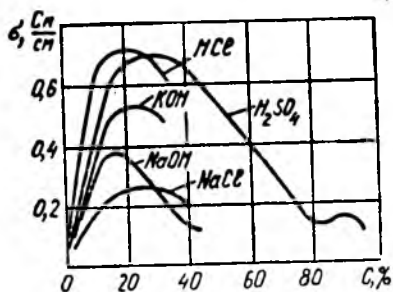
бу ерда λ — эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлиги; σ — эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги. См/см ; η — эриган модданинг эквивалент концентрацияси, г-экв/см^3 .

Барча электролитлар учун эквивалент электр ўтказувчанлик диссоциацияланиш кучайиши натижасида эритма суюла бориши билан ортади. Эритма тўла диссоциацияланганда (яъни эритма чексиз суюлганида) у энг катта қийматига эришади. Эритманинг солиштирма ўтказувчанлиги билан суюлтирилган электролитнинг табиати ҳамда унинг концентрацияси ўртасидаги боғлиқлик Кольрауш қонуни билан аниқланади:

$$\sigma = \alpha \cdot \eta (v_k + v_a) \quad (6.10)$$

бу ерда α — электролитик диссоциацияланиш даражаси; v — ионлар (катионлар v_k ва анионлар v_a) нинг эритма чексиз суюлгандаги қўзғалувчанлиги, яъни уларнинг кучланиш градиенти 1 В/см бўлган электр майдонидаги силжиш тезлиги, См/с билан ифодаланади.

6.17-расмда солиштирма электр ўтказувчанликнинг концентрацияга боғлиқлиги кўрсатилган. Графикдан кўришиб турибдики, эритманинг концентрацияси ошганда унинг солиштирма электр ўтказувчанлиги аввал тез ортиб, максимал қийматига етади, сўнгра камаяди. Бинобарин, кондуктометрик анализда концентрация билан электр ўтказувчанлик ўртасида бир хил боғлиқликка эга бўлиш учун ўлчашларни максимумдан бир томонда жойлашган концентрациялар чегарасида ба-



6.17- расм. 18°C температурада баъзи моддаларнинг сувдаги эригмаларининг солиштирма электр ўтказувчанлигининг улар концентрациясига боғлиқлиги.

жариш зарур. Расмдаги боғлиқликлардан қўриниб турибдики, максимумдан чапдаги эгри чизиқларнинг тиклиги катта бўлади. Бинобарин, концентрацияларнинг бу соҳасида кондуктометрик усул энг катта сезгирликка эга бўлади. Электр ўтказувчанликларнинг концентрацияга боғлиқлигининг бир хилмаслик характериини ҳисобга олиб, кондуктометрикнинг ишлаш соҳасини олдиндан билиш зарур, бунда ўлчашларнинг экстремум бўлишига йўл қўймаслик керак.

Кўпгина ҳолларда кондуктометрик усулдан бир компонентли эритмаларни назорат қилиш учун фойдаланилади.

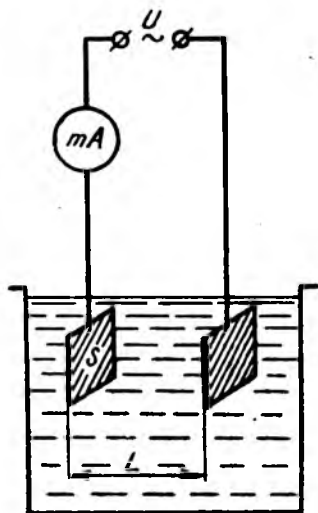
Электр ўтказувчанликни ўлчаш учун мўлжалланган асбобларга кондуктометрлар, туз ўлчагичлар, концентратомерлар кирази. Бу асбобларнинг биринчиси электр ўтказувчанлик бирликларида даражаланган, иккинчи шартли туз миқдори бирликларида, одатда NaCl нинг миқдорини кўрсатувчи процентларда даражаланган бўлади. Концентратомерлар анализ қилинаётган модданинг фоиз ҳисобидаги миқдорларда даражаланади.

Эритмаларнинг концентрациясини уларнинг электр ўтказувчанлигига кўра ўлчаш учун электродли ва электродсиз усуллар қўлланилади. Электродсиз ўлчаш усулидан асосан кислота, ишқорларнинг концентрациясини ўлчашда фойдаланилади.

Электродли кондуктометрияда икки электроддан иборат ўлчаш ячейкаларидан фойдаланилади, электродлар назорат қилинаётган эритма солинган идишда бир-биридан маълум ма-софада ўрнатилган бўлади. Ўлчаш ячейкаси (6.18-расм) электр қаршилиги билан характерланади. Бу қаршиликнинг катталиги қуйидагига тенг (Ом ҳисобида)

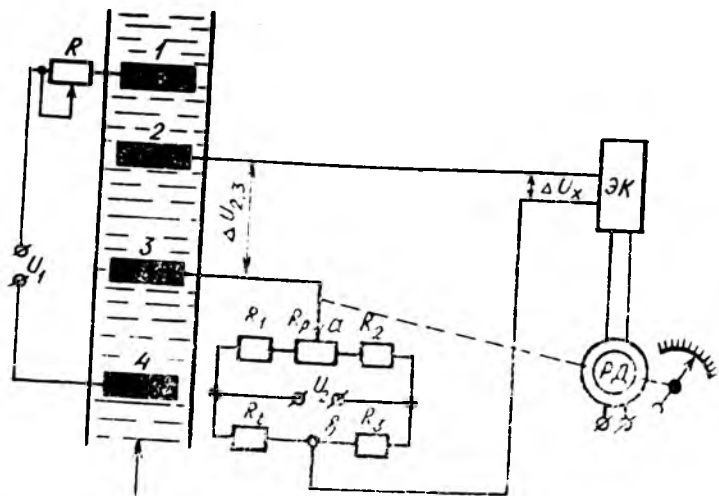
$$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S} \quad (6.11)$$

бу ерда σ — эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги; S — электродлар орасидаги масофа, см; L — электродларнинг юзи см^2 .



6.18- расм. Кондуктометрикнинг икки электродли ўлчаш ячейкаси.

Кондуктометрик ўлчашлар амалиётида L/S нисбат ўлчаш ячейкаларнинг тажрибада аниқланадиган константалари деган ном олди. Бунинг учун ячейка эталон эритма билан тўлдирилади (бу эритма сифатида, одатда, калий хлориднинг эритмасидан фойдаланилади), ячейканинг қаршилиги ўлчанади ва қуйидаги тегламадан K нинг катталиги аниқланади:



6.19- расм. Тўрт электродли ўлчаш ячейкаси бўлган кондуктометрнинг схемаси.

$$K = R \cdot \sigma_1 \quad (6.12)$$

бу ерда R — электродлар орасидаги ўлчанган қаршилик, Ом; σ_1 — эталон эритманинг солиштирама электр ўтказувчанлиги, См/см.

Электр ўтказувчанликни ўлчашда саноат частотасидаги ёки частотаси оширилган ўзгармас токдан ҳам, ўзгарувчан токдан ҳам фойдаланиш мумкин.

Икки электродли ўлчаш ячейкаси билан бир қаторда тўртта электроди бор ячейкалардан ҳам фойдаланилади (6.19- расм). Ток эритмада икки ташқи электродлар 1 ва 4 орасида ўтади, бу электродлар кучланиш манбаи U_1 га уланган бўлади. Резистор R нинг чекловчи қаршилиги катталиги туфайли ячейка занжиридаги ток кучи I , эритманинг қаршилиги ўзгаришидан қатъий назар, ўзгармасдан қолади. Икки ички электрод 2 ва 3 потенциал ва улар сиртининг юзига боғлиқдир).

$$\Delta U_{2,3} = I \cdot R_{я} \quad (6.13)$$

бу ерда $R_{я} = K/\sigma$ — электродлар 2 ва 3 орасидаги эритманинг қаршилиги (K — тўрт электродли ўлчаш ячейкасининг константаси, у электродлар 2 ва 3 нинг ораллигига ва улар сиртининг юзига боғлиқдир).

Бинобарин,

$$\Delta U_{2,3} = \frac{K \cdot I}{\sigma} = K' / \sigma \quad (6.14)$$

бу ерда

$$K' = K \cdot I = \text{const.}$$

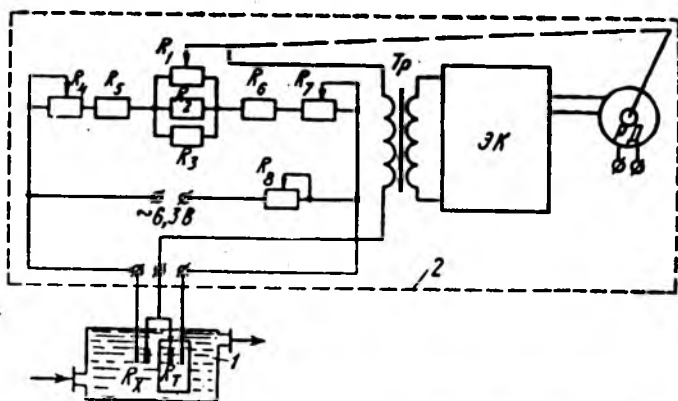
Шундай қилиб, электродлар 2 ва 3 орасидаги потенциаллар фарқи назорат қилинаётган эритманинг концентрацияси билан бир қийматда аниқланади. Ўлчанадиган катталиқ $\Delta U_{2,3}$ мувозанатловчи кўприкнинг a ва b учларидаги потенциаллар айирмаси U_{ab} билан таққосланади. Агар $U_{ab} \neq \Delta U_{2,3}$ бўлса, у ҳолда электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига мувозанатнинг бузилиш сигнали $\Delta U_x = U_{ab} - \Delta U_{2,3}$ киради. Мувозанат вақтида $U_{ab} = \Delta U_{2,3}$ бўлади, бунда электродлар 2 ва 3 занжирида ток бўлмайди.

Ўлчашдаги температура хатоликларини автоматик компенсациялашни мувозанатловчи кўприкнинг елкаларидан бирига уланган металл қаршилик термометри R_t бажаради. Назорат қилинаётган эритманинг температураси ўзгарганида R_t қаршилик ҳам ўзгаради, бунинг натижасида потенциаллар айирмаси U_{ab} ҳам ўзгаради. R_t ўзгаргандаги орттирма $\Delta U_{ab}(\Delta t)$ назорат қилинаётган эритманинг температураси ўзгариши Δt туфайли ҳосил бўлган орттирма $\Delta U_{2,3}(\Delta t)$ га катталиги жиҳатидан тенг ва ишораси жиҳатидан қарама-қарши бўлиши керак. Бу тенгликка компенсацияловчи кўприкнинг параметрларини (R_1, R_2, R_3 резис.орларнинг қаршиликларини) ҳамда кучланиш U_2 ни танлаш йўли билан эришилади.

Эритмаларнинг электр ўтказувчанлиги температурага жуда боғлиқ. Эритма температураси 1°C га ортса, унинг солиш-тирма электр ўтказувчанлиги $1,5\text{--}2\%$ га ошади. Эритмаларнинг температураси амалда жуда кенг чегараларда ўзгаради, шунинг учун кондуктометрик концентратомерлар температура ўзгаришининг ўлчаш натижаларига таъсир қилишини бартараф қилувчи автоматик компенсаторларга эга бўлиши керак. Кимё саноатида автоматик температура компенсаторлари энг кўп тарқалган бўлиб, суюқликли компенсаторлар уларнинг турларидан биридир.

Суюқликли компенсатор параметрлари ўлчаш ячейкасининг параметрларига ўхшаш электрод датчикдан иборатдир. Компенсатор электр ўтказувчанлик температура коэффициенти назорат қилинаётган суюқликнинг температура коэффициентига тахминан тенг бўлган эталон суюқлик билан тўлдирилади. Компенсатор назорат қилинаётган суюқликка концентратомернинг ўлчаш ячейкаси билан биргаликда киритилади. Компенсатор кўприкли ўлчаш схемасининг елкасига уланади. Эталон ва назорат қилинаётган суюқликнинг температуралари бир хил бўлганлиги ва температура коэффицентлари бир-бирига яқин бўлганлиги сабабли температуралар ўзгарганида ўлчаш ячейкаси қаршилигининг ўзгаришини суюқликли компенсаторнинг қаршилигининг ўзгартириш йўли билан тўла компенсациялаш мумкин.

Сульфат кислота концентратомери КСО-у (6.20- расм) эритмадаги сульфат кислота концентрациясини назорат қилиш, қайд этиш ва ростлаш учун мўлжалланган.



6. 20- расм. Сульфат кислота концентратомерининг принципиал схемаси.

Концентратомер электродли датчик 1 ва иккиламчи асбоб 2 КСМЗ дан иборат. Концентратомернинг датчиги идишдан иборат бўлиб, унинг ичига тешиклар билан ёнма-ён қилиб паст томони очиқ стакан ўрнатилган ҳамда ўлчаш ва таққослаш ячейкалари жойлаштирилган. Ўлчаш ячейкаси иккита ўлчаш электродидан иборат бўлиб, уларнинг ҳар қайсиси электрод кавшарланган очиқ шиша найчадан иборат. Таққослаш ячейкаси температуранинг автоматик тарзда компенсациялаш учун мўлжалланган бўлиб, шиша найчага кавшарланган электродлардан иборатдир, найчаларга сульфат кислота тўлдирилган бўлади, унинг концентрацияси эса асбоб шкаласидаги ўрта белгига мос келади.

Электр ўтказувчанлик мувозанатдаги кўприк схемаси бўйича ўлчанади, ўлчайдиган R_x ва таққослайдиган R_r электрод ячейкалари кўприкнинг икки елкаси бўлиб хизмат қилади. Кўприк схемасининг қолган икки елкасини ўзгармас резисторлар R_4, R_5, R_6, R_7 ва шунтловчи резисторлари R_2 ҳамда R_3 бор реохорд R_1 ташкил қилади. Кўприк саноат частотасидаги ўзгарувчан ток билан таъминланади. Ўлчаш схемасидаги ток кучи ўзгарувчан ток манбаига параллел қилиб кўприкнинг таъминлаш диагоналига уланган резистор R_8 ни силжитиши йўли билан ростланади.

Датчик орқали қўрилган эритманинг концентрацияси ўзгарганда ўлчаш ячейкасининг қаршилиги ўзгаради, бунинг натижасида ўлчаш кўпригининг мувозанати бузилади. Номувозанат кучланиши КСМЗ кўприкнинг электрон кучайтиргичи ЭК трансформатори Tr нинг бирламчи чулғамига келиб, кучайтирилади ва реверсив двигатель $РД$ нинг роторини айлантиради, бу двигатель реохорд R_1 нинг сурилгичи ва асбоб стрелкаси билан кинематик боғланган бўлади.

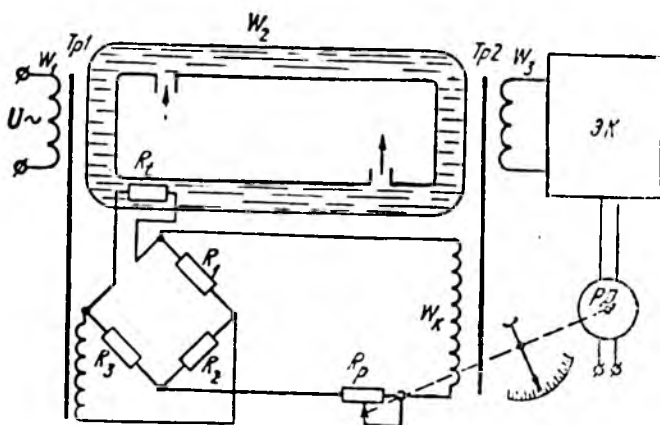
Концентратомернинг ўлчаш чегаралари: 75—79; 93—96 ва 95—99% сульфат кислота.

Асосий хатолик $\pm 0,2$ дан $\pm 0,5\%$ гача.

КК сериясидаги кондуктометрлар суюқликли анализаторларнинг кенг тарқалган турларига киради, уларда икки ва тўрт электродли ўзгарткичлар ҳам, контактсиз ўзгарткичлар ҳам бўлади. Бу сериядаги асбоблар ёрдамида иш температуралари диапазони $25 \pm 15^\circ\text{C}$ ва чегаравий асосий хатолик $\pm 2,5\%$ бўлганида 10^{-6} дан 1 См/см гача бўлган электр ўтказувчанликни ўлчаш мумкин.

Электродли кондуктометрларнинг энг катта камчилиги электродларнинг қутбланиши ва электродлар сиртида содир бўладиган электр-кимёвий реакцияларда ҳосил бўладиган моддалар билан ифлосланиши, шунингдек, эритмадаги мавжуд маҳсулотлар билан ифлосланишидир.

Контактсиз кондуктометрларда ўлчанаётган муҳит билан бевосита контактга эга бўлмаган бирламчи ўзгарткичлар бўлади, шу сабабли уларда бундай камчиликлар бўлмайди. Таъминловчи кучланишнинг частотасига қараб контактсиз кондуктометрлар паст частотали (1000 Гц гача бўлган саноат ва товуш частотасидаги) ва юқори частотали (1 кГц дан ортиқ) турларга бўлинади.



6. 21- расм. Контактсиз паст частотали кондуктометрнинг схемаси.

Паст частотали контактсиз кондуктометрларда анализ қилинаётган эритма берк ҳалқа ҳосил қилувчи трубаларда оқади. Труба диэлектрик материалдан тайёрланган. Трубага ташқи томондан икки трансформатор уйғотувчи $Tr1$ ва ўлчаш трансформаторлари $Tr2$ нинг (6.21- расм) чулғамлари ўралган бўлади. $Tr1$ трансформаторнинг бирламчи чулғами ўзгарувчан ток манбаига уланади. Электродли эритмаси трубада ҳосил қилган берк суюқлик ўрама трансформатор $Tr1$ нинг иккиламчи чулғами вазифасини бажаради. Суюқлик ўрамидаги

электромагнит таъсирлашув натижасида ЭЮК индукцияланади.

$$E_p = \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot U, \quad (6.15)$$

бу ерда ω_1 — трансформатор *Тр 1* нинг бирламчи чулғамларидаги ўрамлар сони; ω_2 — суюқлик ўрамлари сони, одатда ($\omega_2 = 1$); U — трансформатор *Тр 1* нинг бирламчи чулғамини таъминловчи кучланиш.

ЭЮК таъсирида суюқликдан ўтаётган ток кучи

$$I_p = \frac{E_p}{R_p} = \frac{E_p \cdot x}{K_p} = \frac{\omega_1 \cdot U}{\omega_2 \cdot K_p} x \quad (6.16)$$

бу ерда R_p — суюқлик ўраминиң қаршилиги; K_p — паст частотали кондуктометрлик ячейканиң константаси; унинг қиймати суюқлик ўрамини узунлигининг ўтказувчи кесими юзи нисбатига тенг бўлиб, одатда K_p нинг катталиги тажриба йўли билан топилади; x — эритманиң электр ўтказувчанлиги.

(6.16) тенгламаниң ўнг қисмидаги x катталиқдан бошқа ҳамма катталиқлар ўзгармасдир. Шунинг учун ток кучи I_p назорат қилинаётган эритманиң концентрациясига тенг бўлади.

Ток кучи I_p иккинчи трансформатор *Тр 2* билан ўлчанади, суюқлик ўрамини унинг учун бирламчи чулғам бўлиб хизмат қилади. Ўлчаш трансформатори *Тр 2* нинг иккиламчи чулғамида ҳосил бўладиган ЭЮК $E_{\text{ўлч}}$ нинг катталиги концентрацияга пропорционал бўлади. Кўпгина ҳолларда уни компенсацион усулда ўлчанади, бунинг учун трансформатор *Тр 2* нинг қўшимча чулғами ω_k дан фойдаланилади, бу трансформаторнинг ампер-ўрамлари сони эритманиң ампер-ўрамлариға кўра ҳисобланади.

Компенсация шarti

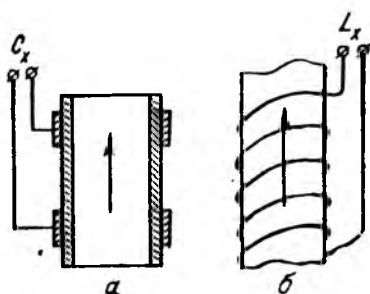
$$I_k \omega_k = I_p \omega_2 \quad (6.17)$$

Компенсацияловчи чулғам орқали ўтадиган ток кучини ўлчаш учун реверсив двигатель *PD* дан фойдаланилади, у сурилгич R_p ни силжитади. Реохорд сурилгичининг ва асбобнинг у билан боғланган стрелкасининг вазияти назорат қилинаётган эритма концентрациясига пропорционал бўлади. Ўлчашдаги температура хатоликларини компенсациялаш учун қаршилик термометри R_t мўлжалланган, у кўприк схемасига уланган бўлиб, назорат қилинаётган эритма ичида туради.

Контактсиз паст частотали кондуктометрлардан солиштирма электр ўтказувчанлиги $1-10^{-6}$ См/см чегарасида бўлган электролитларнинг концентрациясини назорат қилишда фойдаланилади.

КК сериясидаги кондуктометрларда 10^{-2} дан 1 См/см гача бўлган электр ўтказувчанликни ўлчаш КК-8 ва КК-9 кондуктометрлари билан бажарилади.

Юқори частотали кондуктометрларда анализ қилинаётган



6. 22- расм. Контактсиз юқори частотали кондуктометрнинг ўзгарткичлари:

а — сифимли; б — индуктивликли.

биатидан ташқари ўзгарткичнинг геометрияси ва материали, таъминлаш частотаси ва бошқалар таъсир қилади) уларнинг даражаланиш характеристикалари ҳар қайси конкрет ўзгарткич ва эритма учун тажриба йўли билан аниқланади.

Юқори частотали кондуктометрларнинг ўлчаш ўзгарткичлари сифатида юқори частотали генераторлардан таъминландиган кўприкли ва резонансли схемалардан фойдаланилади. Резонансли схемаларда резонанс контурининг бирламчи ўзгарткич индуктивли ёки сифимли қаршиликларига боғлиқ бўлган хусусий тебранишлари ўлчанади.

Анализ қилишнинг потенциометрик усули

Потенциометрик усул муайян индикатор электродлар ҳосил қилган ЭЮК ни ўлчаш йўли билан ионлар концентрациясини аниқлашга асосланган. Бунда концентрацияни бевосита потенциаллари фарқини ўлчаш билан аниқлаш мумкин.

Технологик текширишларда эритма концентрацияси, кўпинча, рН нинг қиймати бўйича ўлчанади. Агар $pH < 7$ бўлса, кислотали; $pH = 7$ бўлса, нейтрал; $pH > 7$ бўлса, ишқорли эритма бўлади.

Автоматик асбобларда рН ни ўлчаш учун электр усулдан фойдаланилади. У текшириляётган эритмага ботирилган, шишадан тайёрланган ўлчаш электродининг эритма рН қийматига кўра электрод эритма чегарасида потенциаллар фарқини ўзгартиришига асосланган. Бироқ фақат битта электрод ва эритма ўртасидаги потенциаллар фарқини ўлчаб бўлмайди, чунки ўлчаш асоси уланганида асбобни эритмага улайдиган ўтказгич билан эритма орасида ҳам потенциаллар фарқи ҳосил бўлиб, у ҳам эритмадаги водород ионлари концентрациясига боғлиқ бўлади. Шу сабабли электрод потенциалларини ўлчашда ўлчаш электроди билан бир қаторда ёрдамчи электроддан ҳам

эритманинг концентрациясини ўлчаш эритманинг унга боғлиқ бўлган реактив қаршилигини назорат қилиш йўли билан бажарилади.

Юқори частотали контактсиз кондуктометрларнинг бирламчи ўзгарткичлари ўлчанадиган реактив қаршиликнинг турига қараб сифимли ва индуктивли хилларга бўлинади. Ҳар икки турдаги ўзгарткичларнинг схемаси 6.22- расмда кўрсатилган. Эритманинг концентрацияси билан ўзгарткичларнинг чиқиш параметрлари C_x ва L_x ўртасида мураккаб боғлиқлик мавжуд бўлганлиги сабабли (бу боғлиқликка эритманинг та-

фойдаланилади, унинг потенциали ўзгармас бўлиб, эритманинг хоссаларига боғлиқ бўлмайди. Ёрдамчи электрод сифатида каломель ёки кумуш хлорид қопланган электродлар ишлатилади.

Ҳар икки электрод гальваник элемент ҳосил қилади. Сувли эритмаларга татбиқ этиладиган Нернст тенгласига кўра бундай гальваник элементининг ЭЮК и, агар ёрдамчи электроднинг потенциали нолга тенг бўлса, қуйидаги ифодадан аниқланади:

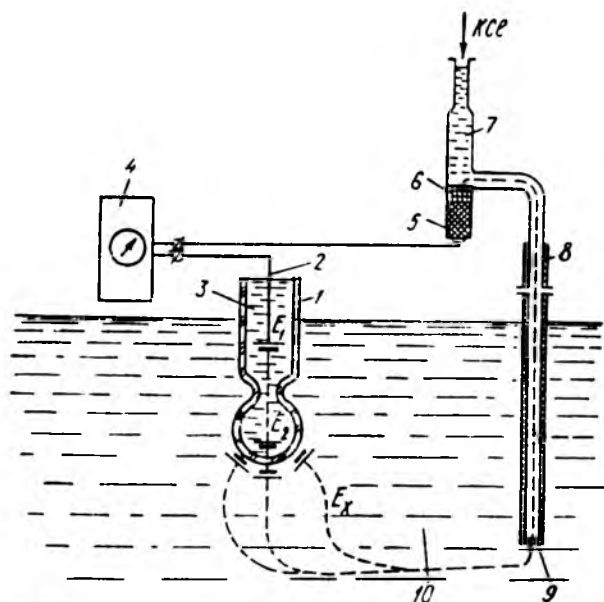
$$E = -2,3 (RT/F) \cdot pH, \quad (6.18)$$

бу ерда R — универсал газ доимийси; T — эритманинг абсолют температураси, K ; F — Фарадей сони.

(6.18) тенглама шуни кўрсатадики, шиша электроднинг ЭЮК и эритманинг pH миқдорига ва унинг температурасига боғлиқ экан. Эритманинг температураси ўзгармас бўлганида шиша электроднинг ЭЮК и фақат эритманинг pH миқдори функциясида иборат бўлади. Бу тенгламага R , T ва F нинг сон қийматларини қўйиб, $20^{\circ}C$ учун шиша электроднинг потенциали қийматини (V ҳисобида) топамиз.

$$E = -0,0581 \cdot pH \quad (6.19)$$

6.23-расмда текширилатган эритма 10 га туширилган шиша 1 ва каломель электродлар 7 дан фойдаланилган ҳолда



6. 23- расм. Шиша ва каломель электродлари бўлган pH - метрнинг схемаси.

эритманинг рН миқдорини ўлчаш схемаси кўрсатилган. Улардан ҳосил бўлган потенциаллар фарқи эритманинг рН миқдoriga пропорционал бўлиб, потенциометр 4 билан ўлчанади.

Шиша электрод шиша найчадан иборат бўлиб, учи электрод шишасидан ясалган юпқа деворли (0,1—0,2 мм) ичи кавак шарча кавшарлаб қўйилган. Шарчага рН миқдори маълум бўлган эритма 3 тўлдирилган бўлиб, эритмага эса кумуш хлорид қопланган контактли ёрдамчи электрод 2 ботирилган, у шарикнинг ички сиртида потенциаллар фарқини олиш учун хизмат қилади. Шиша электродларнинг хусусияти шундан иборатки, уларнинг ички электр қаршилиги жуда катта бўлиб, 20°С да 100—200 МОм га етади.

Каломель электрод 7 диэлектрикдан тайёрланган корпусдан иборат, ичига кимёвий тоза симоб 5 тўлдирилган бўлади. Унинг устида ёмон эрийдиган каломель пастасининг қатлами 6, тўйинтирилган калий хлорид эритмаси 8 жойлаштирилган. Электр контакт ҳосил қилиш учун кам ўтказадиган тўсиқ 9 ўрнатилган бўлиб, у орқали калий хлорид аста-секин сизиб ўтади ва бу билан текшириладиган эритмадан ёрдамчи электродга чет ионлар ўтиб қолишининг олдини олади. Шундай қилиб, шиша ва каломель электродлардан иборат рН-метрнинг электр занжири кетма-кет уланган элементлар қаторидан ташкил топган бўлиб, уларнинг потенциали ўлчаш асбоби қайд этадиган йиғинди ЭЮК ни беради:

$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 + E_3 + E_x \quad (6.20)$$

бу ерда E_1 — кумуш хлорид қопланган контактли электрод билан хлорид кислота орасидаги потенциалнинг сакраши (кескин ўзгариши); E_2 — хлорид кислота эритмаси билан шиша электрод шариги ички юзаси ўртасидаги потенциалнинг сакраши; E_3 — симоб билан каломель ўртасидаги ёрдамчи электроддаги потенциалнинг сакраши; E_x — шиша электрод шариги ташқи сирти билан текшириладиган эритма ўртасидаги потенциалнинг сакраши.

E_1 , E_2 ва E_3 катталиклар назорат қилинадиган эритманинг таркибига боғлиқ бўлмайди ва фақат температурага қараб ўзгаради. Шиша электрод шаригининг ташқи юзасида ҳосил бўладиган электр юритувчи куч E_x эритманинг рН миқдори ва температураси билан аниқланади ҳамда (6.18) тенглама билан ҳисобланиши мумкин. Бишобарин, рН-метр электр занжининг йиғинди ЭЮКи маълум температура учун текшириладиган эритмадаги водород ионлари активлигининг функциясидан иборатдир. Бу ЭЮК ни ўлчаб текшириладиган эритма учун рН катталикни топиш мумкин.

Назорат қилинадиган эритманинг температураси ўзгарганида шиша электроднинг электрод потенциали ўзгаради. Бунинг натижасида эритманинг турли температураларидаги айнан бир хил катталикдаги рН ларга электрод системасининг турли қийматлари мос келади.

6.24-расмда электрод системаси ЭЮКи нинг назорат қилинадиган эритманинг турли температураларидаги рН ларига боғлиқлик

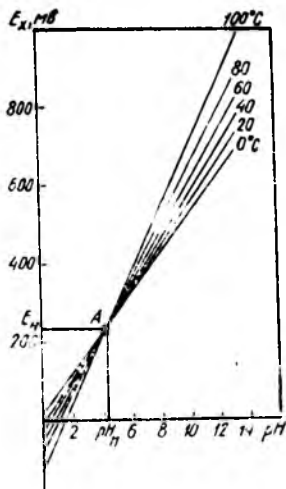
характери кўрсатилган. Эритманинг температураси ортиши билан система характеристикасининг тиклиги ошади. Изопотенциал нуқта деб аталадиган A нуқтада тўғри чизиқлар кесишади ва, демак, электрод системасининг ЭЮКи эритманинг температурасига боғлиқ бўлмайди. Бу нуқтада эритма температурасининг шиша электрод ички ва ташқи потенциалларига таъсири ўзаро компенсацияланган. Изопотенциал нуқтанинг E_n ва pH_n билан белгиланган координаталари электрод системасининг энг муҳим характеристикалари ҳисобланади, уларга pH -метрнинг температура компенсацияси схемасини ҳисоблашда амал қилинади.

Саноат pH -метрларида ўлчаш электроди ва ёрдамчи электрод битта корпусда жойлаштирилади ва сифимларда ўрнатиладиган, ботириб қўйилган датчиклар тарзида ёки қувурларда ўрнатиладиган, оқар сувда турадиган датчик тарзида тайёрланади. pH занжирнинг ЭЮК ини ўлчашда одатда кириш қаршилиги катта бўлган автоматик потенциометрлардан фойдаланилади, уларнинг шкаласи pH birlikларида даражаланади. Текширилаётган эритмаларнинг температураси кенг чегараларда ўзгариб турганида ўлчаш системасида эритма температураларининг ўзгариб туришини автоматик компенсацияловчи қурилма бўлиши керак.

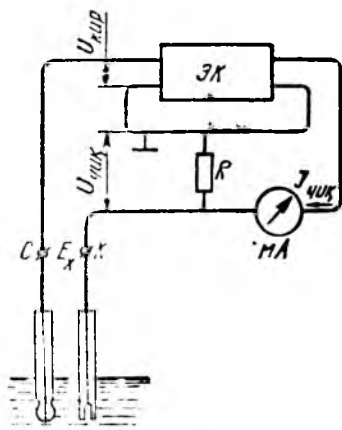
Асбобсозлик саноатида ишлаб чиқариладиган pH -метрларнинг энг кўп тарқалган турларига pH -201 ва pH -261 хиллари киради. Уларнинг ўлчаш ўзгарткичлари ўзгармас кучланиш бўйича 0—50 мВ ва ток бўйича 0—5 мА чиқиш сигналларига эга бўлади. Бу эса уларнинг автоматик потенциометрлар, назорат қилиш ва ростлаш қурилмалари билан биргаликда ишлашга имкон беради.

pH -метрнинг комплекти pH -201 эритмаларида водород ионлари активлигини ўлчаш, қайд этиш ҳамда ростлаш учун мўлжалланган. pH -метрнинг комплектига оқар сувда турадиган датчик — сезгир элемент ДМ-5М шиша ва кумуш хлорид қопланган электродлар билан, юқори частотали саноат ўзгарткичли П-201 ва ўзиёзар потенциометр КСП-2 киради.

Саноат ўзгарткичи П-201 pH ларни ўлчашда қўлланиладиган электрод системаларининг сезгир элементлари ЭЮК ини унификацияланган ўхшаш электр сигналларига ўзгартириш учун мўлжалланган. Ўзгарткич кўрсатувчи асбоб М1730 А (ёки М325) билан жиҳозланган. Ўзгарткич чиқиш токи бўйича манфий тескари алоқа билан



6. 24- расм. Электрод системасининг температурасига боғлиқлиги.



6. 25- расм. Электрод системаси ЭЮК ини ўзгарткич П- 201 билан ўлчаш схемаси.

қамраб олинган ўзгармас ток куча тиргичидан иборат, бу эса катта чиқиш қаршиликлари олишга имкон беради. П- 201 ўзгарткичи билан электрод системасининг ЭЮК ини ўлча системаси 6.25- расмда кўрсатилга. Электрод системасининг ўлчанадиган ЭЮКи E_x тескари ишорали $U_{чик}$ кучланиш билан таққосланади. Бу кучланиш резистор R дан кучайтиргични чиқиш токи $I_{чик}$ ўтаётганида кучланиш тушуви натижасида ҳосил бўлади. Бинобарин, электрон кучайтиргичнинг киришига $U_{кпр} = E_x - U_{чик}$ кучланишлар айирмаси берилади; бу дан

$$E_x = U_{чик} + U_{кпр}$$

Электрон кучайтиргичнинг куча тириш коэффициенти (у кучайтиргич чиқиш кучланишининг кириш кучланишига нисбатига тенг) қиймати анча катта бўлганида $U_{кпр} \gg U_{кпр}$ бўлади, шунинг учун $U_{кпр}$ нинг қийматини ҳисобга олмасам ҳам бўлади. У ҳолда

$$E_x = U_{чик} = I_{чик} \cdot R$$

Шундай қилиб, резистор орқали ўтаётган ток кучи амалда электрод системасида ҳосил бўладиган ЭЮК га пропорционал бўлади. Уни катталигини ўлчаб, E_x нинг ва бинобарин, эритма рН миқдорини аниқлаш мумкин.

Ўзгарткичда ўлчаш чегаралари 10 дан 100 мВ гача бўлган ўзиёзар потенциометрларни улаш учун кучланиш ва ток бўйича чиқишлари бор. Температура компенсацияси (қўлда) 0 да 100°C гача. Сезгир элементдан ўзгарткичгача йўл қўйиладиган энг катта масофа 150 м. Чиқиш сигналлари ўзгармас ток бўйича 0—5 мА; ўзгармас ток кучланиши бўйича 0 дан (10—100) мВ гача. Кўрсатишларни билиб олиш вақти 10 с. рН-201 асбобида рН сонларини ўлчашнинг беш диапозони бор: 1; 2,5; 5; 10; 15. Электрод чиқиш сигналлари бўйича асосий хатолик $\pm 1\%$, кўрсатувчи асбоб бўйича $\pm 2\%$.

Суюқлик таркибини анализ қилишнинг оптик усули

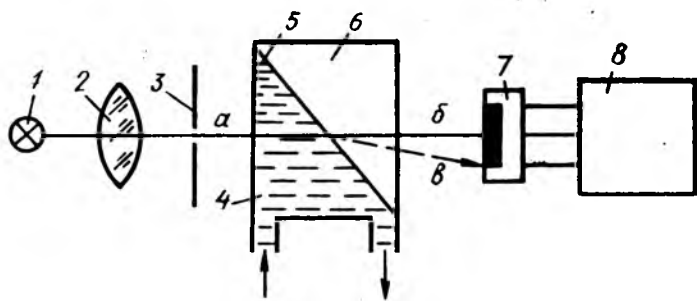
Оптик анализаторларда анализ қилинаётган суюқлик таркиби билан шу суюқлик орқали ёруғликнинг тарқалиш қонунилари ўртасидаги боғланишдан фойдаланилади. Эритмаларнинг анализ қилишнинг оптик усуллари суюқликлар оптик хоссаларининг синдириш ва қайтариш коэффициенти, оптик зичлиги

Ўтбланиш бурчаги ва бошқа кўрсаткичларнинг текшириладиган модда концентрациясига боғлиқлигига асосланган. Энг кўп тарқалган оптик анализаторларга фотоэлектрик рефрактометрлар, фотоэлектрик колориметрлар, фотоэлектрик нефелометрлар ва фотоэлектрик поляриметрлар кирди.

Рефрактометрларда анализ ёруғлигининг бир муҳитдан иккинчи бир муҳитга ўтишида (бу муҳитларнинг оптик хоссалари турлича бўлганлиги сабабли) ўз йўналишини ўзгартириш хусусиятларидан фойдаланилади. Агар муҳитлардан бирининг оптик хоссаси ўзгармасдан қолса (эталон муҳит), иккинчисининг хоссаси эса суюқликдаги компонентларнинг ўзгариши бўйича бу компонентнинг концентрациясини ўлчаш мумкин.

Ёруғлик нурининг четга чиқишини (синиш кўрсаткичини) аниқлашнинг бир неча усули мавжуд бўлиб, улардан асосийлари спектрометрик ва тўла ички қайтариш усуллари.

Спектрометрик усул ёруғлик оқимининг назорат қилинаётган шиша призмаларда энг кам четга чиқиш бурчаги бўйича ёруғлигининг синиш кўрсаткичини аниқлашга асосланган.



6.26-расм. Автоматик рефрактометрнинг схемаси:

6.26-расмда автоматик рефрактометрнинг принципл схемаси кўрсатилган бўлиб, унда анализ қилинаётган эритма икки кювет 4 ва 6 дан иборат дифференциал кювет орқали ўтказилади. Ҳар икки кювет умумий деворча 5 га эга призмдан иборат. Кювет 4 орқали анализ қилинаётган эритма ўтказилади, кювет 6 да эса эталон суюқлик туради.

Ёруғлик манба 1 дан линза 2 ва диафрагма 3 ёрдамида ёруғлик полосаси a га ўзгаради, у иккала кюветдан ўтиб, қўшалок фоторезистор 7 га тушади. Агар 4 ва 6 кюветлардаги суюқликларнинг оптик хоссалари бир хил бўлса, чиқаётган ёруғлик оқим b нинг йўналиши ёруғлик оқими a нинг йўналиши билан бир хил бўлади. Бу ҳолда ҳар-икки фоторезистор бир хилда ёритилган ва уларнинг қаршиликлари тенг бўлади.

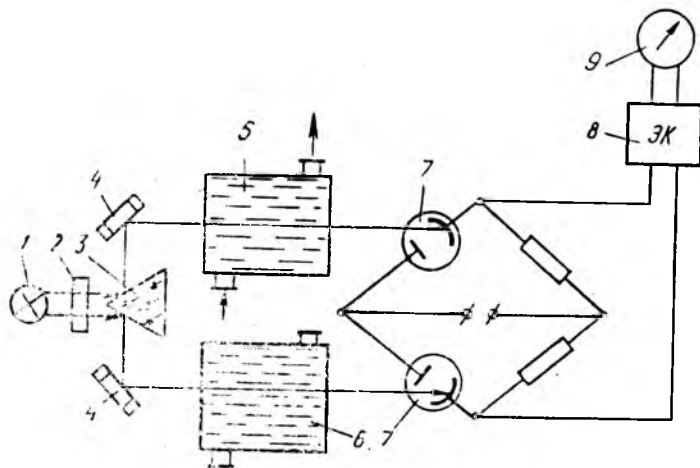
Анализ қилинаётган суюқликнинг оптик хоссалари ўзгаришида ёруғлик оқими ўз йўналишини икки марта ўзгартиради:

эталон кювет 6 га киришда ва ундан чиқишда. Нурнинг ёйўналишда силжиши натижасида пастки резисторнинг ёритилганлиги ошади, юқориги фоторезисторники эса камаяди. Фоторезисторлар қаршилигининг ўзгариши кўприк схема 8 ёрдамида ўлчанади.

Яна бир кенг тарқалган турларидан бири атоматик рефрактометрлар бўлиб, уларнинг ишлаши тўла ички қайтариш ҳодисасига асосланган.

Рефрактометрлар бензин, керосин, хлорид ва нитрат кислоталари спиртлар ва бошқа суюқликларни анализ қилишда қўлланилади. Баъзи рефрактометрлар кюветининг конструкцияси улардан агрессив, заҳарли, полимерланадиган ва юқори температурали муҳитларни анализ қилишда фойдаланишга имкон беради. Миқдор жиҳатдан анализ қилишнинг калориметрик усули ранг қўшилган эритмаларнинг улардан ўтадиган ёруғлик оқимини бир хилда ютмаслигига асосланган. Миқдорий нисбатлар Ламберт-Бер қонунига мувофиқ аниқланади.

Фотоэлектрик колориметрлар спектрининг кўринадиган участкасида ишлаш учун мўлжалланган. Концентрацияни ўлчаш анализ қилинаётган модданинг бўялиш интенсивлиги бўйича бажарилади, асбобнинг номи ҳам шундан олинган («колор» — ранг дегани). Одатда фотоколориметрлар спектрининг кенг соҳасида ишлайди, шунинг учун уларда нурланиш манбалари сифатида чўғланиш лампаларидан фойдаланилади. Ўлчаш сезгирлиги ва танланишини ошириш учун фотоколориметрларда ёруғлик филтрларидан кенг фойдаланилади. Ёруғлик оқим-



6. 27- расм. Икки каналли фотоколориметрнинг схемаси:

- 1 — ёруғлик манбаи; 2 — ёруғлик филтри; 3 — призма; 4 — кўзгу;
5 — ўлчаш кюветаси; 6 — эталон кюветаси; 7 — фотоэлемент; 8 — электрон кучайтиргич; 9 — ўлчов асбоби.

ларининг интенсивлигини қайд этиш учун қабул қилгичлар сифатида турли фотоэлементлар, фотоқаршилиқлар ва фото-кўпайтиргичлардан фойдаланилади.

Автоматик фотоколориметрларда одатда икки каналли (дифференциал) схемалар қўлланилади. Бу схемалар ёруғлик манбадаги ўзгаришларга сезгир эмас, чунки уларда ўлчаш ишлари таққослаш усулида бажарилади. Икки каналли колориметрларда (6.27-расм) икки фотоэлементнинг фототоклари таққосланади; фототоклардан бирининг катталиги назорат қилинаётган эритма орқали ўтаётган ёруғлик оқимиға, иккинчи фототокнинг катталиги эса эталон эритмадан ўтган ёруғлик оқимиға пропорционал бўлади.

Эталон ва текширилаётган суюқликларнинг оптик хоссалари бир хил бўлган ҳолларда ҳар икки фотоэлементнинг ёритилганлиги бир хил бўлади ва кўприк диагоналида ток бўлмайди. Агар текширилаётган суюқлик эталон суюқликниқидан фарқ қиладиган концентрацияға эға бўлса (кучли ёки кучсиз бўялган бўлса), у ҳолда кўприкнинг диагоналида ток пайдо бўлиб, унинг катталиги концентрацияға функционал боғлиқ бўлади.

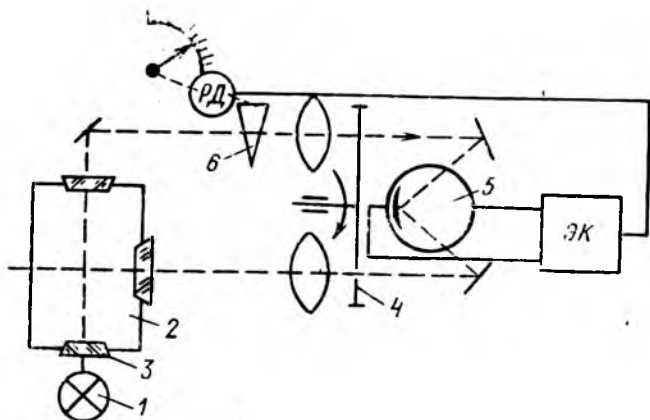
Оптик қисмининг нисбатан мураккаблиги ва схема элементлари спектрал характеристикаларининг ўлчаш натижаларига таъсир қилиши бу асбобларнинг камчилиги ҳисобланади.

Бундай асбобларнинг хатолиги кювет дарчаларининг ва нурлар йўлидаги бошқа элементларнинг бир хилда ифлосланмаслиги туфайли катта бўлади.

Суюқликда эримай қолган муаллақ зарралар концентрациясини назорат қилиш учун лойқа муҳитларда ёруғликнинг сочилишиға асосланган усуллар қўлланилади.

Агар лойқа муҳит орқали ёруғлик оқими ўтказилса, у ҳолда унинг бир қисми суюқликдаги зарралар орқали сочилади. Назорат қилинаётган суюқликда муаллақ зарралар концентрацияси қанча юқори бўлса, ёруғлик оқимининг шунча катта қисми сочилади. Бунда назорат қилинаётган суюқлик орқали ўтаётган ёруғлик оқими интенсивлигининг кучсизланиши ҳам (турбидиметрик ўлчаш), ёруғлик оқимининг сочилиш интенсивлиги ҳам (нефелометрик ўлчаш) концентрация ўлчови бўлиши мумкин.

Икки оптик канали бор нефелометрнинг принципаал схемаси 6.28-расмда кўрсатилган. Ёруғлик оқими манба 1 дан чиқиб, шиша дарчалар 3 билан жиҳозланган ўлчаш камераси 2 орқали ўтади. Камера 2 орқали ўтган ёруғлик оқими таққослаш каналлиға йўналади, сочилган ёруғлик оқими эса ўлчаш каналлиға йўналади. Ҳар икки оқим обтюратор 4 ёрдамида навбатма-навбат фотоэлемент 5 га тушади. Сочилган ёруғлик оқими билан таққослаш оқими ўртасидаги фарқ (айирма) муаллақ зарралар концентрациясиға боғлиқ бўлади. Нефелометрларда ёруғлик оқимларининг компенсацияланиш принциpidан фойдаланилади, бунинг учун уларнинг нотенглиги мав-



6. 28- расм. Нефелометрнинг принципиал схемаси.

жуд бўлганида электрон кучайтиргич чиқишига уланган реверсив двигатель РД асбоб стрелкасини оптик пона ϕ сари силжитиб, ёруғлик оқимларини тенглаштиради.

Нефелометрлар асосан эмульсияларни анализ қилишда ва қисман оқова сувлардаги нефть маҳсулотлари миқдорини анализ қилишда ишлатилади.

Турбидиметрик анализаторлар ичимлик ва оқова сувларнинг лойқалигини, тиндиргичлар ва технологик аппаратлардаги шлам сатҳини, суспензиялардаги зарралар концентрациясини ўлчашда қўлланилади.

Турбидиметрик анализаторлар сув лойқалигини ўлчайдиган 0—3 дан 0—500 мг/л гача ўлчаш диапазониغا эга, ўлчаш хатолиги $\pm 2\%$ дан ошмайди.

Концентрацияни аниқлашнинг поляриметрик усули баъзи оптик жиҳатдан актив моддаларнинг улардан ўтаётган қутбланган ёруғликнинг қутблантириш текислигини айлантириш хоссасидан фойдаланишга асосланган.

Оптик жиҳатдан актив моддалари бор эритмалар қутбланиш учун қутбланиш текислигини айлантириш бурчаги α эритма қалинлиги бир хил турганида шу эритма қатламига пропорционал бўлади:

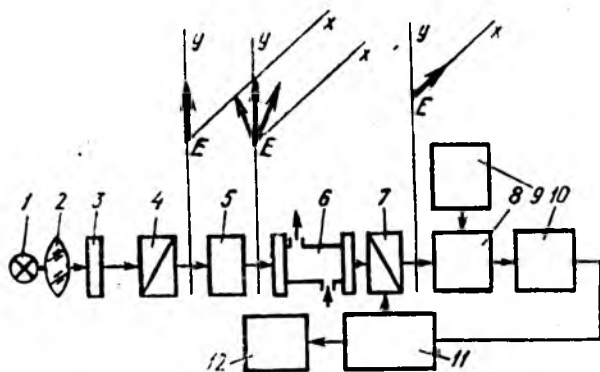
$$\alpha = \alpha_0 \cdot l \cdot c, \quad (6.21)$$

бу ерда α_0 —қутбланиш текислигининг қутбланган ёруғлик температурасига, унинг тўлқин узунлигига боғлиқ бўлган солиштирма айланиши; l —қатлам қалинлиги; c —эритманинг концентрацияси.

Шундай қилиб, α_0 нинг қийматини билган ҳолда, l нинг ўлчанган қиймати бўйича концентрация c ни аниқлаш мумкин.

6.29- расмда автоматик поляриметрнинг принципиал схемаси келтирилган.

Ёруғлик нурлари манба 1 дан чиқиб линза 2 ёрдамида параллел тутамга яқинроқ ёруғлик тутамига айлантирилгач, интерференцион филтър 3 дан ўтиб, монохроматик бўлиб қолади. Поляризатор 4 бу нурланишни азимути маълум қутбланган чизиқли нурланишга айлантиради. Модулятор 5 (масалан, Фарадей ячейкаси) қутбланиш азимутини f частота билан



6. 29- расм. Автоматик поляриметрнинг схемаси.

ўрта вазиятдан бир хилдаги катталikka ўзгартиради. Анализатор 7 қутбланиш азимутининг ўртача вазиятига нисбатан 90° бурчак ҳосил қилиб ўрнатилган (айқаш вазият) бўлиб, фотоприёмник 8 га қутбланиш азимутини ўзгаришининг қўшалок частотаси ($2f$) га тенг модуляцияли амплитуда билан киради. Фотоприёмник таъминлаш блоки 9 дан ишлайди ва нурланишни электр сигналига ўзгартиради.

Агар модулятор билан анализатор ўртасига оптик жиҳатдан актив объект 6 жойлаштирилса, у ҳолда қутбланиш азимутини ўртача вазиятдан маълум бурчак α га ўзгаради ва фотоприёмникка f частотали нурланиш киради. f частотали электр сигнал электрон кучайтиргич 10 да номувофиқлик сигналини ҳосил қилади, бу сигнал анализатор билан бикр алоқага эга бўлган ижро механизми 11 га тушади. Номувофиқлик сигналининг фазасига қараб, ижро механизм анализаторни системанинг оптик ўқи атрофида у ёки бу томонга буради. Бу ҳол то айқаш вазият яна қарор топганига қадар давом этади ва анализатордан кейин нурланиш частотаси $2f$ га тенг бўлмай қолади. Анализаторнинг бурилиш бурчаги қутбланиш азимутининг оптик жиҳатдан актив объект билан бирга айланиш бурчагига тенг бўлади. Улчаш натижалари анализатор билан ижро механизми орқали боғланган санок қурилмаси 12 да қайд этилади.

Қутбланиш-оптик усуллар амалда инерциясиз бўлиб, юқори аниқликка эгадир.

Автоматик титрлаш

Титрлаш — эритмаларни миқдорий анализ қилишнинг энг кенг тарқалган универсал усулларидан бўлиб, завод лабораторияларида бажарилган анализларнинг асосий қисми шуну усулга тўғри келади. Автоматик титрлаш учун асбоблар (автоматик титрометрлар)нинг қўлланилиши анализлар ўтказиш тезлигини кескин оширади, кўпгина ҳолларда уларнинг аниқлигини орттиради, кўп сонли лаборантлар-аналитикларни камайтиради.

Эритмада бошқа компонентлар билан турган, табиати маълум бўлган модда A нинг концентрациясини аниқлаш титрлаш деб аталади. Бунинг учун махсус реагент B танланади, уни титрловчи модда (титрант) деб аталади, у қуйидаги схема бўйича анализ қилинаётган аралашманинг маълум компонентига танлаб реакция кўрсатади:



бу ерда M ва N — титрлаш реакциясининг маҳсулотлари.

Титрловчи модда B ни намунадаги модда A нинг ҳаммаси реакцияга кирмаганига қадар қўшилади. Бунда титрловчи модда миқдори Q_B бошланғич намунадаги титрланаётган модданинг миқдори Q_A га эквивалент бўлади.

$$Q_A = K_p \cdot Q_B, \quad (6.23)$$

бу ерда K_p — титрлаш реакцияларининг стехиометрик коэффициенти.

Титрланадиган модда миқдори

$$Q_A = C_A \cdot Q_{пр}, \quad (6.24)$$

бу ерда C_A — анализ қилинаётган аралашмадаги модда A нинг концентрацияси $Q_{пр} = \text{const}$ — бошланғич намуна миқдори.

Титрловчи модданинг эквивалент миқдори

$$Q_B = C_B \cdot V_B, \quad (6.25)$$

бу ерда C_B — титрловчи модданинг концентрацияси; V_B — титрловчи модданин эквивалент ҳажми.

Q_A ва Q_B нинг миқдорларини (6.23) тенгламага қўйиб, изланаётган концентрация C_A нинг титрловчи модданинг эквивалент ҳажмига боғлиқлигини ҳосил қиламиз:

$$C_A = K_T \cdot V_B, \quad (6.26)$$

бу ерда

$$K_T = \frac{K_p \cdot C_B}{Q_{пр}} = \text{const}.$$

Шундай қилиб, титрлашда намунадаги компонентнинг аниқ

ланадиган концентрациясининг ўлчови титрловчи модданинг эквивалент ҳажмидан иборат бўлади.

Титрлаш реакцияларининг боришини назорат қилиш учун ишлатиладиган асбобларнинг ишлаш принципига қараб титрлашнинг қуйидаги хиллари бўлади: кондуктометрик, потенциометрик, амперометрик ва фотометрик.

Титрлаш жараёни дискрет (даврий) ва узлуксиз бўлиши мумкин. Даврий титрлашда анализ қилинаётган модданинг алоҳида намунаси (дозаси) анализ қилинади. Узлуксиз титрлашда анализ қилинаётган модданинг сарф бўйича стабиллашган оқими анализ қилинади, бу модда узлуксиз ишловчи реакторга кириб туради. Узлуксиз титрлашда титрловчи модданинг эквивалент сарфи аниқланадиган компонентнинг ўлчови бўлади, яъни

$$C_A = K_T^1 \cdot q_B^{\text{экв}} \quad (6.27)$$

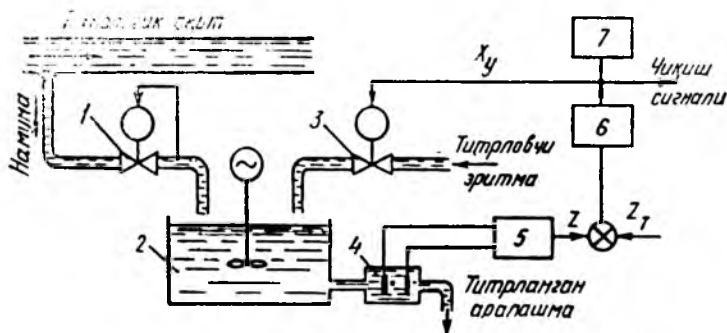
бу ерда

$$K_T^1 = \frac{K_p \cdot C_B}{q_A} = \text{const};$$

$q_A = \text{const}$ — анализ қилинаётган модда А оқимининг сарфи; $q_B^{\text{экв}}$ — титрловчи модда В нинг эквивалент сарфи.

Автоматик титрлаш усули билан анализларни автоматик тарзда бажариш учун мўлжалланган асбоблар титрометрлар деб аталади. Вазифасига кўра автоматик титрометрлар лаборатория ва ишлаб чиқариш титрометрларига бўлинади. Лаборатория титрометрлари ярим автоматик асбоблардир, чунки титрлаш циклининг барча тайёргарлик ва ёрдамчи операциялари қўлда бажарилади. Ишлаб чиқаришдаги автоматик титрометрлар саноат шароитида технологик оқимларни узлуксиз циклик ёки узлуксиз автоматик тарзда анализ қилиш учун мўлжалланган.

Узлуксиз ишлайдиган автоматик титрометрнинг принципал



6. 30- р.см. Узлуксиз автоматик титрометрнинг схемаси.

схемаси 6.30-расмда кўрсатилган. Назорат қилинаётган тех нологик оқимдан намуна олинадиди, у сарф стабиллизатори орқали аралаштиргич 2 га узлуксиз тушиб туради. Бу ерда титрловчи эритма тушади, унинг сарфини ростловчи орган 1 (масалан, юқори аниқликдаги дозаловчи насос) билан аниқланади. Намуна ва титрловчи эритма оқимлари узлуксиз равишда аралашиб ва ўзаро реакцияга киришиб туради. Агар аралаштиргичга вақт бирлиги ичида тушиб турган титрловчи эритма миқдори худди шу вақт ичида намуна билан бирга тушиб турган титрловчи модда миқдорига эквивалент бўлса, у ҳолда реакцияга кирган аралашма титрлашнинг охириги нуқтасига мос келади. Акс ҳолда титрлаб бўлинган аралашма моддалардан бирининг миқдори ортиқча бўлади.

Аралашмадаги титрловчи эритма билан титрловчи модданинг миқдорлари нисбати ёрдамчи автоматик конденсатор 5 ва бирламчи фарткич 4 ёрдамида назорат қилиб турилади. Датчикнинг чизиқли сигнали Z титрлашнинг охириги нуқтасига мос келадиган Z_T нинг белгиланган қиймати билан таққосланади. Улар тенг бўлганида титрловчи эритма сарфи ўзгармайди ва намунанинг назорат қилинаётган компонентининг концентрациясини характерлайди. Акс ҳолда номувофиқлик сигнали ростлагич 6 ёрдамида маълум қонун бўйича ўзгартириладиган номувофиқлик сигнали ростловчи орган 3 га берилади. Бу орган берилаётган титрловчи эритма миқдорини ўзгартиради. Ростловчи орган 3 нинг характеристикаси чизиқли бўлганида титрловчи эритма сарфи бошқарувчи сигнал X_y га пропорционал бўлади. Бинобарин, X_y нинг катталигини қайд этувчи иккиламчи асбоб аниқланаётган модда концентрациясининг бирликларида даражалаш мумкин.

Баъзи ҳолларда узлуксиз автоматик титрометрнинг конструкциясини намуна ва титрловчи эритмаларнинг оқимларини стабиллаш йўли билан соддалаштириш мумкин. Агар бундай характеристик параметрнинг ўзгариши назорат қилинаётган компонентнинг чизиқли функциясидан иборат бўлса, у ҳолда бундай асбобдан автоматик ростлаш системасининг датчи сифатида фойдаланиш мумкин.

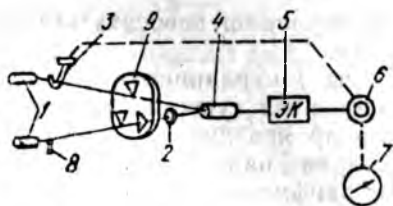
Анализ қилишнинг радиоизотоп усули

Радиоизотоп усулининг асосий афзаллиги — контактулчашдир. Бу агрессив, жуда қовушоқ суюқликларни, шуниқ билан дек температураси ва босими юқори суюқликларни анализ қилишни осонлаштиради. Радиоизотоп анализаторларда одатда β ва j юмшоқ нурланишлардан фойдаланилади. Энергия тахминан 100—150 кэВ бўлган j -нурланиш юмшоқ нурланиш ҳисобланади.

Суюқликнинг зичлиги ρ ва қатлами қалинлиги x ни билган ҳолда ва энергетик жиҳатдан бир жинсли бўлган J -нурлар тутамини

интенсивлиги i ни ўлчаб, изланаётган компонент C_A нинг масса улушини аниқлаш мумкин:

$$C_A = \frac{i_n / i_i}{\rho \cdot x (\mu_{\Phi A} - \mu_{\Phi B})} - \frac{\mu_{\Phi A}}{\mu_{\Phi A} - \mu_{\Phi B}} \quad (6.28)$$



6.31-расм. Радиоизотопли автоматик компенсацион анализаторнинг функционал схемаси.

Бу ерда J_0 — қатлам сиртидаги J нурланишнинг интенсивлиги; μ_{Φ} — юмшоқ / нурлар заифлашувининг фотозлектроник массавий коэффициентини; $\mu_{\Phi A}$ — анализ қилинаётган муҳитда оғир элементлар заифлашувининг ўртача коэффициентини; $\mu_{\Phi B}$ — анализ қилинаётган муҳитда енгил элементлар заифлашувининг ўртача коэффициентини.

Бу усул нефть маҳсулотларида олтингугуртни, хлорли органик суюқликларда хлорни ва ҳоказоларни аниқлашда қўлланилади.

Радиоизотопли автоматик компенсацион суюқлик анализаторининг функционал схемаси 6.31-расмда келтирилган. Икки мэнбадан чиққан нурланиш (Fe^{55} изотоплар) обьектор 9 билан узилганидан кейин асбобнинг иш ва таққослаш каналларидан узилганидан кейин навбатма-навбат ўтади. Иш каналда назорат қилинаётган оқар суюқликли кювет 2, таққослаш каналда эса компенсацион полиэтилен пона 3 жойлашган. Тенг даражада кучсизлашган оқимлар битта сцинтилляцион детектор 4 — фотозлектрон кўпайтиргич ФЭК га кирази. ФЭК нинг чиқишидаги кучланиш импульслари электрон кучайтиргич 5 га келиб, бу ерда қувват бўйича ва амплитудаси бўйича кучайтирилади ва қўшилади. Кучайтиргич чиқишидаги сигналнинг катталиги ва фазаси $J_p - J_r$ айирманнинг катталиги ва ишориси билан аниқланади, бу ерда J_p ва J_r — тегишлича иш ва таққослаш каналларидан ўтган нурланиш оқимларининг интенсивлиги. Сигнал кучайтиргич 5 дан компенсацион пона 3 ва ўлчаш асбоби 7 билан кинематик боғланган реверсив двигатель 6 га тушади. Сигналнинг фазасига қараб реверсив двигатель ҳар икки каналдаги оқимларнинг интенсивлиги бир хил бўлмаганига қадар понани суради; бунда сигнал нолга тенг бўлади. Компенсацион понанинг вазияти анализ қилинаётган муҳитнинг концентрациясининг ўлчови бўлади. Шкаланинг ноль нуқтаси вазлонка 8 билан қўйилади. Шкаланинг диапозони компенсацион понанинг йўлини ўзгартириш ёрдамида ростланади.

Суюқлик анализаторларида β -нурланишдан фойдаланилганда ўлчашнинг икки усули — суюқликнинг β -нурланиш тутамини сусайтириш ва унинг қайтарилиши қўлланилиши мумкин. Виринчи усул анализ қилинаётган муҳитдан ўтган β -нурланиш интенсивлигини ўлчашга, иккинчи усул анализ қилинаётган муҳит қайтарган β -нурланиш интенсивлигини ўлчашга асосланган. Иккинчи усулда радиоактив манба ва нурланиш детек-

тори нурланиш бевосита детекторга тушмайдиган қилиб ўрнатилади.

β ва j -нурланишлардан фойдаланиш учта ва ундан ортиқ компонентли суюқликлар таркибини анализ қиладиган анализаторлар яратишга ҳам имкон беради. Уч компонентли суюқликларни анализ қилиш учун, масалан β -зарралар тутамларининг заифланиш ва қайтарилиш коэффициентларини айна бир вақтда ўлчашдан фойдаланиш мумкин, чунки бу эффектлар энергиялари етарли даражада турлича бўлган юмшоқ j -нурланиш тутамларининг таркибига турлича даражада боғлиқ бўлади.

VI.4. §. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ЗИЧЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Моддаларнинг зичлиги технологик маҳсулотнинг сифатини, баъзи ҳолларда эса таркибини ҳам характерловчи асосий параметрлардан ҳисобланади. Зичликни автоматик ўлчаш асбоблар кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноат тармоқларидаги бир қатор жараёнларни комплекс автоматлаштиришдаги муҳим элементлардандир. Масалан, буглатувчи қурилмалар, абсорбер, дистилляцияон, ректификацион ва бошқа ускуналарни назорат қилиш ҳамда бошқариш зичликларнинг узлуксиз ўлчаб турилишини талаб қилади. Баъзи ишлаб чиқаришда суюқликларнинг зичлиги эриган модда концентрациясини аниқлаш мақсадида ўлчанади.

Модда массасининг ҳажмига нисбати зичлик дейилади, яъни

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (6.29)$$

бу ерда ρ — зичлик, кг/м^3 ; m — модданинг массаси, кг ; V — модданинг ҳажми, м^3 .

Суюқликнинг зичлиги температурага боғлиқ ва нормал (20°C температурада қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\rho_{20} = \rho_t [1 - \beta (20 - t)], \quad (6.30)$$

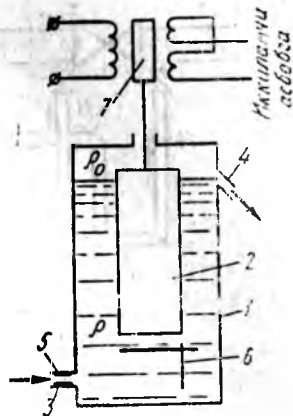
бу ерда ρ_t — суюқликнинг иш температурасидаги зичлиги, кг/м^3 ; β — суюқлик ҳажмий иссиқлик кенгайишининг ўрчача коэффициенти, $1/^\circ\text{C}$; t — суюқликнинг температураси, $^\circ\text{C}$.

Саноатда суюқликнинг зичлигини ўлчаш учун қалқовичли вазнли, гидростатик ва радиоизотопли зичлик ўлчагичлар энг кўп қўлланилади.

Қалқовичли зичлик ўлчаш асбоблари

Қалқовичли зичлик ўлчагичларда архимеднинг қалқовичга таъсир этувчи итариб чиқарувчи кучининг суюқлик зичлигига боғлиқлигидан фойдаланилади. Бу асбоблар сузиб юривчи ва батамом чўкадиган қалқовичли бўлади. Биринчи тур асбобларда зичликни ўлчаш сифати қалқовичнинг чўкиш чуқурлигига боғлиқ бўлади. Иккинчи тур асбобларда қалқовичнинг чўкиш чуқурлиги ўзгармайди. Фақат унинг итарувч кучи ўлчанади, бу куч эса суюқликнинг зичлигига пропорционал бўлади.

Бринчи тур зичлик ўлчагичларда қалқовичнинг оғирлик кучи қалқовичга зичлиги ρ бўлган, текширилаётган муҳит томонидан, ҳам суюқлик юзасида бўлган зичлиги ρ_0 бўлган муҳит томонидан (6.32-расмга қаранг) таъсир этадиган итарувчи куч билан мувозанатлашади. Қалқович мувозанатда турганида итарувчи куч қалқовичнинг оғирлик кучига тенг бўлади. Бунда текширилаётган муҳит зичлигининг ҳар бир қийматига қалқовичнинг маълум ботиш чуқурлиги мос келади. Ихтиёрий шаклдаги қалқовичга таъсир этувчи итарувчи куч Архимед қонунига кўра аниқланади:



6.32-расм. Сузиб юривчи қалқовичли зичлик ўлчагичнинг схемаси.

$$F_x = \rho_0 g \int_{h-x}^h S(x) dx + \rho g \int_0^x S(x) dx \quad (6.31)$$

бу ерда ρ_0 — суюқлик устидаги муҳитнинг зичлиги; g — эркин тушиш тезлиниши; ρ — қалқовичнинг пастки қисми боғирилган суюқликнинг зичлиги; S — қалқович кесимининг юзи h — қалқовичнинг баландлиги; x — қалқовичнинг суюқликка ботиш сатҳи.

Ўзгармас кесимли қалқович учун

$$F_{(x)} = \rho_0 g S h + (\rho - \rho_0) g S x \quad (6.32)$$

Агар суюқлик устида ҳаво бўлса, у ҳолда $\rho_0 = 0$. Унда умумий ҳолда

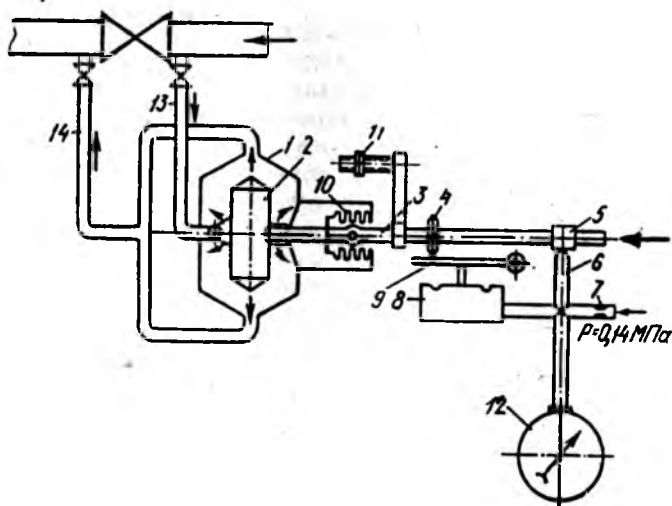
$$F_{(x)} = \rho \cdot g \int_0^x S_{(x)} dx \quad (6.33)$$

Ўзгармас кесимли қалқович учун итарувчи куч ифодаси қуйидаги кўринишда бўлади

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x \quad (6.34)$$

6.32-расмда сузиб юривчи қалқовичли зичлик ўлчаш асбобининг принципаал схемаси кўрсатилган. Асбоб қалқович 2, ўлчаш идиши 1 дан иборат. Суюқлик асбобга тарнов 3 орқали келиб, тарнов 4 орқали чиқиб кетади. Оқимнинг тезлиги доимий кесимли дроссель 5 ёрдамида аниқланади. Пластиналар 6 қалқовични уюрмалардан сақлайди.

Суюқлик зичлигининг ўзгариши қалқович ва у билан боғлиқ бўлган ўзак 7 нинг силжишига олиб келади. Ўзак дифференциал — трансформатор ўзгарткич ғалтагида силжийди. Иккиламчи (кўрсатувчи ёки қайд қилувчи) асбоб зичлик бирлигида даражаланади. Температуранинг компенсацияси иккиламчи асбобнинг ўлчаш схемасига уланган қаршилик термометри ёрдамида амалга оширилади. Зичлик ўлчагичлар коррозияга



6. 33- расм. Чўкадиган қалқовичли пневматик ўзгарткичли зичлик ўлчагичнинг схемаси.

чидамли материаллардан тайёрланиб, агрессив суюқликлар зичлигини ўлчашда ҳам ишлатилиши мумкин.

Ораликдаги ўзгарткичнинг турига қараб зичлик ўлчагич электрик ёки пневматик унификацияланган чиқиш сигнализга эга бўлиши мумкин.

6.33-расмда қалқовичи батамом чўкадиган зичлик ўлчагичнинг принципаал схемаси кўрсатилган. Бу асбобда пневматик ўзгарткич ишлатилган. Вентиль ёки бошқа торайтириш қурилмаси ҳосил қилган босимнинг пасайиши таъсирида суюқлик труба 13 дан ҳалқа тақсимлагич орқали ўлчаш камераси 1 га келади ва чиқарма трубкалар ёрдамида труба 14 дан қувурга узатилади. Суюқликнинг бундай йўналиши оқим тезлигининг қалқович 2 га кўрсатилган таъсирини йўқотади. Қалқович шарикоподшмникда турган ва зичловчи сиффон 10 дан ўтадиган коромисло учига ўрнатилган. Коромисло посанги 11 орқали мувозанатлашади. Посанги шундай ростланганки, қалқович энг кичик зичликка эга бўлган (ўлчаш асбобининг пастки чегараси) суюқликда пастга силжий бошлайди. Зичлик кўпайиши билан қалқович кўпаяувчи, итарувчи куч таъсирида кўтарилади ва системадаги мувозанат бузилади. Пневматик ўзгарткич ёрдамида мувозанат қайтадан тикланади. Бунинг учун асбобга фильтр, редуктор ва дроссель 7 орқали ҳаво узлуксиз келиб туради ва сопло 6 билан коромисло 3 учига ўрнатилган тўсиқ 5 орасидаги зазордан чиқиб кетади. Қалқович кўтарилганда, тўсиқ сопло томон силжийди, натижада соплодан сиқилган ҳавонинг атмосферага чиқиши камаяди ва мембранали қути 8 да ҳаво босими ошади. Бунда мембранадан ита-

рувчи рычаг 9 га узатиладиган куч ошади ва ролик 4 орқали коромислонинг ўнг учи юқорига кўтарилади, натижада тўсиқ соплодан узоқлашади. Мембранага таъсир этган ҳаво босими қалқовичнинг итарувчи кучига пропорционал бўлиб, суюқлик зичлигининг ўлчови ҳисобланади ва иккиламчи асбоб 12 орқали ўлчанади. Ўлчашнинг пастки чегараси (50 кг/м^3) ростлагич посангиси 11 ни силжитиш йўли билан ростланади. Ўлчашнинг юқориги чегараси ва диапозони қалқович ҳамда мембрана габаритларига ёки уларнинг коромисло ўқига нисбатан бурилиш масофасига боғлиқ. Асбобдан ўтган ҳаво сарфи ўзгармас кесимли дроссель 7 ёрдамида аниқланади.

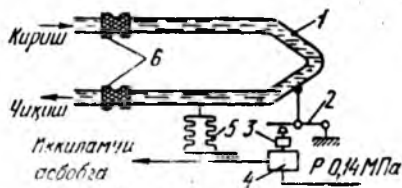
Батамом чўкадиган қалқовичли зичлик ўлчагичларнинг турли-туман конструкциялари мавжуд. Улар бир-биридан қалқовичининг конструкцияси, мувозанатловчи қурилма, кўрсатишларни масофага узатувчи механизмнинг конструкциялари, автоматик температура компенсацияси усули ва бошқалар билан фарқ қилади.

Кимё, озик-овқат ва бошқа саноат соҳаларида кенг тарқалган зичлик ўлчагичлар бир-бирларидан қалқовичнинг шакли, кўрсатишларни масофага узатиш усули бўйича фарқ қилади. Қалқовичли асбоблар $1000...1400 \text{ кг/м}^3$ диапазондаги суюқлик зичлигини $\pm 2\%$ аниқлик билан ўлчайди.

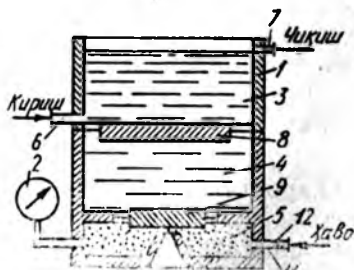
Вазнли зичлик ўлчагичлар

Вазнли зичлик ўлчаш асбобларининг ишлаш принципи назорат қилинаётган суюқликнинг маълум бир доимий ҳажмининг вазнини узлуксиз торттиб туришга асосланган. Тоза суюқликке зичлиги ўлчашдан ташқари вазнли зичлик ўлчагичлар суспензия ва таркибида қаттиқ моддалар бўлган суюқликлар зичлигини ўлчашда ҳам ишлатилади.

6.34-расмда пневматик ўзгарткичли вазнли зичлик ўлчагичнинг принципаал схемаси келтирилган. Суюқлик резина тарнов ва металл сиффонлари 6 бўлган сиртмоқсимон труба 1 дан ўтади. Сиртмоқсимон трубка пневмо ўзгарткичининг тўсиғи 2 билан боғлиқ. Суюқлик зичлиги ошганда сиртмоқсимон труб-



6. 34- расм. Пневматик ўзгарткичли вазнли зичлик ўлчагичнинг схемаси.



6. 35- расм. Мембрана-вазнли зичлик ўлчагичнинг схемаси.

канинг вазни ортади ва у пастга ҳаракатланади, сопло 3 билан тўсиқ 2 орасидаги зазор кичраяди, ўзгарткичдаги босим кўтарилади. Унификацияланган пневматик сигнал кучайтиргич 4 орқали сиффон 5 га узатилади (тескари алоқа). Сиффондаги босим суюқлик зичлигининг ўзгаришига пропорционал ўзгариши ради ва шкаласи зичлик бирлигида даражаланган иккиламчи асбоб билан ўлчанади. Асбоб суюқликнинг зичлигини сиртмоқсимон трубка тўлдирилади пайтдаги амалий температуради ўлчайди.

Вазнли зичлик ўлчагичларнинг афзаллиги трубка кесимининг доимийлиги ва трубкадан суюқликнинг катта тезликда ўтишидир. Бу эса суюқлик таркибидаги қаттиқ жисмларнинг трубка тубига (деворларига) чўкишига йўл қўймайди. Саноатда $500...2500 \text{ кг/м}^3$ ўлчаш чегараларига мўлжалланган вазнли зичлик ўлчагичлар чиқарилади. Ўлчашдаги асосий хатолиги $\pm 2\%$.

6.35-расмда Тошкент олий ўқув юртларининг ходимлари ишлаб чиққан зичлик ўлчагичнинг схемаси келтирилган.

У корпус ва ўлчаш асбоби 2 дан иборат. Корпус назорат қилинаётган суюқлик солинган камера 3, буфер суюқлик билан тўлдирилган оралиқ камера 4 ва пневмоўзгарткич ролинни ўйнайдиган камера 5 дан иборат. Зичлиги ўлчанаётган суюқлик камера 3 га кириш штуцери 6 орқали тўхтовсиз келиши туради ва ундан чиқиш штуцери 7 орқали чиқиб кетади, бу эса камерада суюқликнинг бир сатҳда туришини таъминлайди. Оралиқ камера 4 идиш 3 туби 8 нинг силжишини кузатиш учун мўлжалланган, у бикр марказли эластик мембрана 9 дан иборат, марказ камера 4 нинг тубида ўрнатилган. Камера 4 соплло 10 билан жиҳозланган. Сиқилган ҳаво труба 11 орқали камера 5 га доимий дрессель 12 орқали киради. Мембрана 9 нинг бикр маркази соплло 10 нинг тўсиғи ролинни ўйнайди. Мембрана 8 нинг суюқлик вазни (зичлиги) га боғлиқ бўлган силжиши оралиқ камера 4 орқали мембрана 9 га берилади, бу мембрана силжиб соплло 10 ни беркитади. Камера 5 даги ҳаво босими ўлчаш асбоби 2 ёрдамида назорат қилиб турилади ва суюқликнинг зичлик ўлчови бўлиб хизмат қилади.

Мембрана-вазнли зичлик ўлчагич ўлчаш сезгирлиги ва аниқлигини оширишга имкон беради.

Гидростатик зичлик ўлчагичлар

Гидростатик зичлик ўлчагичлар ўзгармас баландликдаги суюқлик устунининг босимини ўлчаш учун хизмат қилади.

Гидростатик зичлик ўлчагичлар кенг тарқалган, чунки бу асбоблар содда тузилган ва анализ қилинаётган суюқликка ўрнатиладиган датчикларда ҳаракатланадиган қисмлар йўқ. Уларнинг ишлаш принципи қуйидагича. Суюқлик сиртига нисбатан H чуқурликдаги P босим қуйидагича ифодаланади:

$$P = \rho \cdot g \cdot H \quad (6.35)$$

бу ерда ρ — суюқликнинг зичлиги, кг/м^3 ; g — оғирлик кучининг тезланиши, м/с^2 .

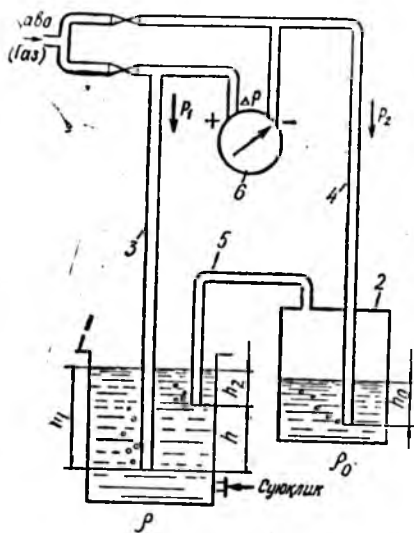
Суюқлик устунининг баландлиги H ўзгармас бўлса, босим P суюқлик зичлигининг ўлчови бўлади. Гидростатик зичлик ўлчагичларда суюқлик устунининг босими, одатда, суюқлик орасидан инерт газ (ҳаво) ни узлуксиз ҳайдаб ўлчаб турилади. Бу газ (ҳаво) нинг босими суюқлик устун босимига пропорционал (пъезометрик зичлик ўлчагичлар). Суюқлик устунининг босимини бу усулда ўлчаш кўрсатишларни масофага узатиш имкониятини беради. Ҳайдаладиган инерт газ суюқлик хусусиятларига кўра танланади. Ҳайдаладиган газ сарфи катта бўлмай, доимий бўлиши шарт, чунки сарфнинг ўзгариб туриши ўлчашда қўшимча хатоликларга олиб келиши мумкин.

Одатда, суюқликнинг турли баландликдаги иккита устундаги босимлар фарқи ўлчанади (дифференциал усул). Бу эса ўлчанаётган зичликнинг аниқлигига таъсир кўрсатадиган сатҳ ўзгаришларини йўқотади, (6.35) формуладан

$$P_1 - P_2 = (H_1 - H_2) \cdot \rho \cdot g \quad \text{ёки} \quad \Delta P_i = \Delta H \cdot \rho \cdot g \quad (6.36)$$

бу ерда P_1 ва P_2 — суюқлик устунларининг босими, Па; H_1 ва H_2 — суюқлик устунлари сатҳининг баландлиги, м.

Ҳаво (инерт газ) узлуксиз ҳайдаладиган пъезометрик дифференциал икки суюқликли зичлик ўлчагичда (6.36-расм) текшириляётган суюқлик идиш 1 дан узлуксиз оқиб ўтади, бу идишда суюқлик сатҳи доимий сақланади. Доимий сатҳли идиш 2 маълум зичликли эталон суюқлик билан тўлдирилган бўлади. Инерт газ найча 3 орқали текшириляётган суюқлик қатлами орқали ўтади ва асбобдан чиқиб кетади. Худди шу инерт газ найча 4 орқали эталон суюқлик қатлаидан ўтади, кейин қўшимча найча 5 орқали текшириляётган суюқликнинг маълум қатлаидан ўтиб асбобдан чиқади.



6.36-расм. Пъезо метрик зичлик ўлчагичнинг схемаси.

Пъезометрик найчаларнинг ўқиш чуқурлиги ва эталон суюқликнинг зичлиги маълум бўлса, дифференциал манометр 6 нинг кўрсатишлари текшириляётган суюқлик зичлигининг ўлчови бўлади.

(6.36) формулага мувофиқ дифманометрнинг кўрсатишлари қуйидагича бўлади:

$$\Delta P = h_1 \cdot \rho \cdot g - (h_2 \rho + h_0 \rho_0)g = (h\rho - h_0 \rho_0)g. \quad (6.37)$$

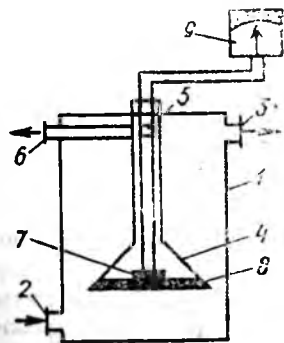
Эталон суюқликнинг зичлиги текшириლაётган суюқликнинг зичлигига яқин қилиб танланади. У ҳолда $h_0 = h$ бўлса, босимлар фарқи $\Delta P = 0$. Унда текшириლაётган суюқликнинг зичлиги минимал бўлади. Агар текшириლაётган суюқликнинг зичлиги максимал бўлса, босимлар фарқи максимал қийматга эга бўлади.

Асбобда эталон суюқликли идиш 2 текшириლაётган суюқликли идиш 1 дан юқорида жойлашган. Эталон ва текширилаётган суюқликнинг температура коэффициентлари бир хил бўлиб, уларнинг температураси тенг бўлса, температура компенсацияси автоматик равишда таъминланади.

Гидростатик зичлик ўлчагичлар саноатда 900...1800 кг/м³ ўлчаш днапозонига мўлжаллаб чиқарилади. Бу асбобларнинг асосий хатолиги $\pm 4\%$.

Сильфонли, тензометрик, химотрон ва бошқа зичлик ўзгарткичлари гидростатик зичлик ўлчагичларнинг турларидир.

6.37-расмда тензометрик зичлик ўлчагичнинг схемаси келтирилган. Назорат қилинаётган суюқлик идиш 1 га штуцер 2 орқали узлуксиз тушиб туради ва ундан чиқиш штуцери 3 орқали чиқиб кетади, бу эса идишда доимо бир хил сатҳ бўлишини таъминлайди. Асосий идиш 1 нинг ичида эталон суюқлик билан тўлдирилган идиш 4 жойлаштирилган бўлиб, унинг зичлиги назорат қилинаётган маҳсулотнинг минимал зичлигига тенг бўлиши керак. Эталон суюқлик туйнук 5 орқали киради, ортиқчаси эса тўкиш найчаси 6 орқали чиқиб кетади. Бу билан сатҳнинг доимийлигига, балласт босимнинг ва температура ўзгаришларининг компенсация қилинишига эришилади.

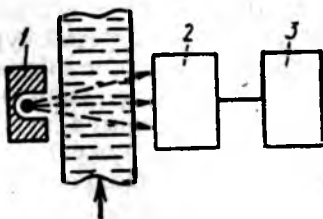


Назорат қилинаётган маҳсулот зичлиги озгина ўзгариши билан эластик элемент 8 нинг марказига елилаб ёпиштирилган тензодатчик 7 нинг қаршилиги ўзгаради. Зичлик ўлчагичи сифатида электрон автоматик кўприк 9 қўлланилган бўлиб, унинг елкаларининг бирига тензодатчик 7 уланган. Кўприк шкаласи зичлик бирликларида даражаланган. Ўлчашнинг пастки чегаралари кўприк шкаласини даражалашда идишлар 1 ва 4 ни зичлиги текшириლაётган суюқликнинг минимал зичлигига тенг бўлган суюқлик билан тўлдиришда аниқланади.

6.37-расм. Тензометрик зичлик ўлчагичнинг схемаси.

Радиоизотопли зичлик ўлчагичлар

Радиоизотопли зичлик ўлчагичларнинг ишлаш принципи радиоактив манба j -нурларининг суюқликдан ўтишида ютилишига асосланган. Булар суспензия, пульпа, агрессив ва катта босимли суюқликларнинг зичлигини ўлчашда ишлатилиши мумкин. Ўлчаш асбоблари ўлчанаётган муҳит билан контактсиз боғланган. Бу эса бундай асбобларнинг афзаллигига киради.



6. 38- расм. Радиоизотопли зичлик ўлчагичининг схемаси.

Радиоизотопли зичлик ўлчагич таркибига (6.38- расм) j -нурланишлар манбаи 1 ва приёмниги 2 киради, унинг чиқиш сигнали автоматик потенциометр 3 га берилади. Приёмник 2 қабул қиладиган нурланиш интенсивлиги қувурдан оқиб ўтадиган суюқликнинг зичлигига боғлиқ бўлади: зичлик қанча катта бўлса, j -нурларнинг ютилиши шунча кучли ва приёмник 2 нинг киришида сигнал шунча кучсиз бўлади. Бу сигналнинг катталигига қувур деворларининг қалинлиги, суюқлик таркиби ва манба нурланишини камайтирадиган бошқа факторлар таъсир қилади. Бў факторларнинг таъсири турғун бўлганлиги сабабли асбобни даражалашда олинган тузатмани кўрсатишларга киритиш йўли билан ҳисобга олинади.

Саноат радиоизотопли зичлик ўлчагичлардан ПЖР-2, ПЖР-2Н, ПЖР-5, ПР-1024, ПР-1025М ва бошқа турларини ишлаб чиқаради.

ПЖР-2 зичлик ўлчагичининг ўлчаш диапозони $600 \div 2000$ кг/м³, асбобнинг ўлчаш хатолиги $\pm 2\%$.

IV.5- §. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ҚОВУШОҚЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Суюқ муҳитларнинг қовушоқлигини ўлчаш саноатда ТЖАБС ни жорий қилишда энг мураккаб муаммолардан биридир. Жараёнларнинг кўпчилиги дисперс системалар, суспензиялар, коллоид эритмалар ва пластик массаларни қайта ишлаш билан боғлиқ. Айрим маҳсулотлар сезгир элементга ёпишиб қолиб, улардан ишлаб чиқариш жараёнида сезгир элементга таъсир этувчи ёки улардан фойдаланишни қийинлаштирувчи турли моддалар ажралади. Саноатда вискозиметрларнинг қўлланилиши қовушоқликни ўлчаш услубларининг конструктив-техник камчиликлари ёки вискозиметрларнинг ўзинча ишлатиш шароитларини яратиш қийинлиги сабабли жуда ҳам чеклангандир.

Саноатнинг бир қанча тармоқларида, масалан, сунъий толарлар, синтетик смолалар, каучук эритмалари, бўёқлар, сурков мойлари ва бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқаришда қовушоқлик маҳсулот таркиби ва сифатини аниқловчи катталиқ ҳисобла-

нади. Шунинг учун кўпгина ҳолларда қовушоқликни автоматик тарзда узлуксиз ўлчаб туриш муҳим аҳамиятга эга бўлади.

Суюқликларнинг сирпаниш ёки силжишга қаршилик кўрсатиш хусусияти қовушоқлик дейилади.

Берилган оқимда суюқлик икки қатламининг силжишида тангенциал куч вужудга келади. Шу куч Ньютон қонунига кўра қуйидагича аниқланади:

$$F = \mu \cdot S \frac{dv}{dn}, \quad (6.38)$$

бу ерда F — силжиш куч, Н; μ — динамик қовушоқлик ёки қовушоқлик коэф-фициенти, Па·с; S — ички ишқаланнш юзеси, м²; $\frac{dv}{dn}$ — ҳаракатдаги қатлам қалинлиги бўйича тезлик градиенти (силжиш тезлиги), 1/с; v — қатлам оқимининг тезлиги, м/с; n — ҳаракатдаги қатлам қалинлиги, м.

(6.38) тенгламадан динамик қовушоқликни аниқлаймиз:

$$\mu = \frac{F}{S \frac{dv}{dn}} \quad (6.39)$$

СИ системасида динамик қовушоқлик бирлиги қилиб, суюқлик оқимининг шундай қовушоқлиги қабул қилинганки, бу оқимда 1 Н/м² силжиш босими таъсирида чизиқли тезлигининг градиенти силжиш текислигига перпендикуляр бўлган 1 м масофада 1 м/с бўлади. Динамик қовушоқликнинг бу бирлиги Н·с/м² ёки Па·с ўлчовига эга.

Амалда кўпинча динамик қовушоқликнинг суюқлик зичлиги ρ га бўлган нисбатида ифодаланувчи кинематик қовушоқликдан фойдаланилади, яъни

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (6.40)$$

Кинематик қовушоқлик СИ да м²/с ўлчовига эга. Қовушоқлик амалда пуаз (П) ва сантипуаз (сП) бирликларида ўлчанади. Бу бирликлар СИ даги қовушоқликнинг бирлиги билан қуйидагича боғланган:

$$1 \text{ П} = 0,1 \text{ Па·с}; \quad 1 \text{ сП} = 1 \text{ мПа·с}$$

Ньютон қонунига бўйсинувчи суюқликлар (яъни қовушоқлиги жадал механик таъсирларга боғлиқ бўлмаган силжиш (сурилиш) тезлигига чизиқли боғланишга эга суюқликлар) ньютон суюқликлари дейилади. Агар бу боғланиш чизиқли бўлмаса, у ҳолда бундай суюқликлар ноньютон суюқликлар дейилади. Суюқликлар, эритмалар ва пластик озиқ-овқат маҳсулотларининг асосий қисми ноньютон суюқликлар гуруҳига киради.

Озиқ-овқат саноатида кўпинча қовушоқлик шартли бирликларда (ВУ градусларида) ўлчанади, бу бирликлар маълум ҳажмдаги анализ (таҳлил) қилинаётган суюқликнинг оқиб

кетиш вақтининг шу ҳажмидаги дистилланган сувнинг оқиб кетиш вақтига нисбатидан иборат:

$$BY = \frac{\tau_c}{\tau_{dc}} \quad (6.41)$$

Қовушоқликни ўлчаш пайтида температуранинг таъсирини эътиборга олиб, тегишли тузатишлар киритиш лозим.

Ҳозир суюқлик қовушоқлигини ўлчайдиган бир қатор асбоблар мавжуд. Бу асбоблар ишлаш принципи жиҳатидан капилляр, шарикли, ротацион, тебранишли ва ультратовушли асбобларга (вискозиметрларга) бўлинади.

Капилляр вискозиметрлар

М. П. Воларовичнинг маълумотларига кўра қовушоқликни ўлчашнинг тахминан 80% и капилляр асбоблар билан ўтказилиб, улар назарий жиҳатдан энг кўп ишлаб чиқилган ва амалда тадқиқ қилинган.

Капилляр вискозиметрлар ўлчаш аниқлигининг юқорилиги, ўлчашнинг катта диапозони ва нисбатан соддалиги туфайли кенг тарқалган. Кейинги йилларда технологик жараённинг ўтишидаги қовушоқликни автоматик тарзда назорат қилиш ва ростлашга мўлжалланган капилляр вискозиметрлар яратилди. Бу асбоблар нисбатан тоза ва бир жинсли суюқликлар қовушоқлигини назорат қилишда ишлатилади.

Капилляр вискозиметрларнинг ишлаш принципи Пуазейл капилляр найчасидан суюқликнинг оқиб чиқиш қонунига асосланган. Бу қонун қуйидагича ифодаланади:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^4}{\mu \cdot l} \Delta P, \quad (6.42)$$

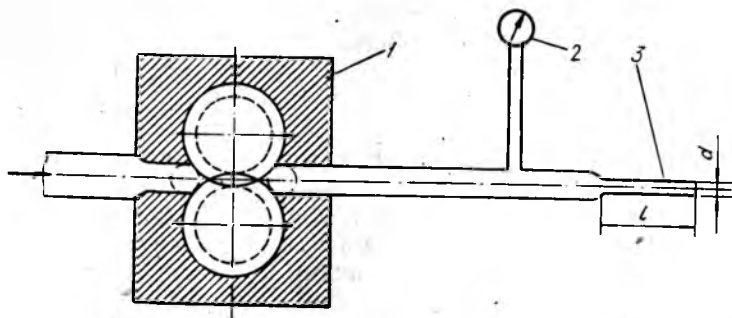
бу ерда Q — найчадан олиб чиқадиган суюқликнинг ҳажмий сарфи, м³/с; d — найча диаметри, м; μ — суюқликнинг динамик қовушоқлиги, Па·с; l — найчанинг узунлиги, м; ΔP — найча учларидаги босимлар фарқи, Па.

Агар Q , d , l катталикларнинг қиймати доимий бўлса, қовушоқликни аниқловчи формула қуйидаги кўринишга келади:

$$\mu = K \cdot \Delta P \quad (6.43)$$

Шундай қилиб, суюқлик қовушоқлигини ўлчаш суюқлик ўтадиган капилляр найча учларидаги босимлар фарқини ўлчашдан иборат. Бунда суюқликнинг юмалоқ кесими тирқишлардан оқиб чиқиши оғирлик кучи босими ёки ташқи босим таъсирида содир бўлиши мумкин.

Капилляр вискозиметрлар икки катта гуруҳга бўлинади: лаборатория вискозиметрлари ва автоматик ишлайдиган вискозиметрлар. Кейинги вискозиметрларга босим остида суюқлик оқиб чиқадиган ва эркин оқиб чиқадиган асбоблар киради. Суюқлик эркин оқиб чиқадиган асбоблар ўз навбатида икки

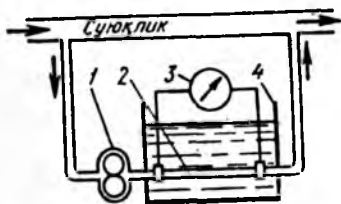


6.39- расм. Капилляр вискозиметр схемаси.

турга: сатҳ ўзгарадиган ва ўзгармайдиган асбобларга бўлинади.

6.39- расмда капилляр вискозиметр схемаси келтирилган. Шестерняли насос 1 анализ қилинаётган суюқликнинг мутлақо доимий миқдорини капилляр найча 3 га узатади. Капилляр найчанинг кириши ва чиқишидаги босимлар фарқи сезгир дифманометр 2 орқали ўлчанади. Дифманометрнинг шкаласи қовушоқлик бирлигида даражаланади. Капилляр найчанинг диаметри d ва узунлиги l ўлчаш чегаралари ва ўлчанаётган суюқлик турига қараб танланади. Ўзгармас температурани таъминлаш учун вискозиметр найчаси одатда, температурани автоматик ростловчи термостатга уланади. Капилляр вискозиметрнинг ўлчаш чегаралари 0,001...10 Па·с. Лаборатория асбобларида ўлчаш хатолиги +3...5%.

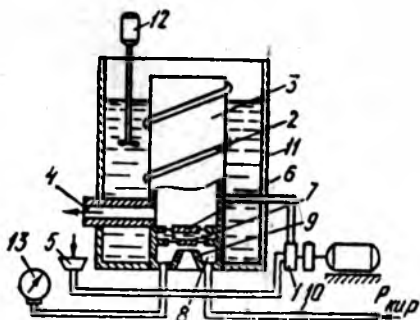
6.40- расмда автоматик капилляр вискозиметрнинг конструкторияси бир оз ўзгарган принципиал схемаси келтирилган. Назорат қилинаётган суюқлик ўзгармас сарф билан дозаловчи насос 1 ёрдамида капилляр найча 2 орқали тортиб олинади. Найчадаги босимнинг пасайиши дифманометр 3 билан ўлчанади, унинг шкаласи қовушоқлик birlikларида даражаланган. Вискозиметр термостат 4 га ўрнатилган. Одатда, асбоб диаметри ва узунлиги турлича бўлган капиллярлар комплекти билан таъминланган бўлади. Капиллярнинг диаметри ва узунлиги ўлчаш чегараларига қараб танланади.



6.40- расм. Автоматик капилляр вискозиметрнинг принципиал схемаси.

Ишлаш принципи ўз оғирлиги таъсирида суюқ маҳсулотларнинг оқиб чиқишига асосланган вискозиметрлар энг кўп тарқалган. Уларнинг асосий органи датчик бўлиб, у паст томонидан калибрланган найча билан тугайдиган сифимдан иборат. Си-

ғимға узлуксиз равишда суюқлик берилади, унинг сарфи доимо бир хилда сақлаб турилади. Сигимдаги суюқлик сатҳи унинг қовушоқлигига пропорционал равишда ўзгаради. Сатҳ баландлигини ўлчаб, қовушоқликнинг қиймати топилади. Бу асбобларнинг бошқа турларида, аксинча, суюқлик сатҳи бир хилда ушлаб турилади, лекин қовушоқликка билвосита боғлиқ бўлган бошқа параметр (масалан, суюқлик сарфи, капиллярнинг силжиши, капиллярнинг диаметри ёки узунлиги ва ҳоказо) ўлчанади. Биринчи тур асбоблар ўзгарувчан сатҳли вискозиметрлар деб, иккинчи тур асбоблар эса ўзгармас сатҳли вискозиметрлар деб аталади.



6.41- расм. Мембранли пневматик вискозиметр схемаси

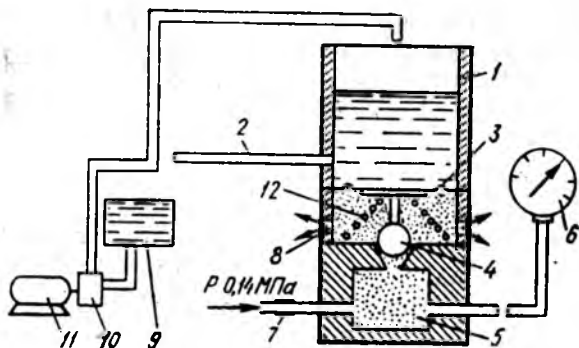
Тошкент олий ўқув юртларининг ходимлари томонидан суюқ маҳсулотларнинг эркин оқиб чиқишига асосланган пневматик ва электрик вискозиметрларнинг ҳар хил конструкциялари яратилган. Эркин оқиб чиқишга асосланган вискозиметрлардан ўзгарувчан сатҳли асбоблар кенг қўлланилмоқда.

6.41- расмда мембранли пневматик вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Текшириладиган суюқлик насос-дозатор 1 ёрдамида сўриб олинади ва иссиқлик алмашгич 2 орқали цилиндрик идиш 3 га ҳайдалади, у ердан капилляр 4 орқали сигим 5 га оқиб чиқади. Капилляр 4 идиш 3 нинг ён деворида жойлашган бўлиб, гидравлик камера 7 нинг юқориги мембранаси 6 шу идишнинг туби бўлиб хизмат қилади.

Гидравлик камера остида чиқариш соплоси 9 билан пневматик камера 8 жойлашган. Ҳаво пневматик камерага маълум 0,14 МПа босим билан доимий дроссель 10 орқали берилади. Асбоб бутунлай аралаштиргичли двигатель 12 билан таъминланган термостат 11 да жойлашган.

Текширилайётган суюқликнинг қовушоқлиги ўзгарганда унинг идиш 3 даги сатҳи ўзгаради. Бунинг натижасида гидравлик камеранинг юқориги мембранаси эгилади ва у ўз навбатида заслонка ролини бажарувчи мембрана 6 ни эгилишга мажбур этади. Натижада сопо 9 нинг очилиши ёки ёпилиш даражасини ўзгартиради, бу сопо пневматик камера 8 ни атмосфера билан туташтириб туради, бунда камера 8 да ҳаво босими ўзгаради ва бу ўзгариш ўлчаш асбоби 13 ёрдамида ўлчанади. Унинг шкаласи бевосита кинематик қовушоқлик бирликларида даражаланган.

6.42- расмда шарикли пневматик вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Пневмокамерани атмосфера билан туташтирувчи шарикли клапанинг қўлланилиши жуда юқори аниқликда



6. 42- расм. Шарикли пневматик вискозиметрнинг схемаси.

ўлчашни таъминлайди. Суюқликнинг қовушоқлигини ўлчашда унинг капилляр 2 ли идиш 1 даги сатҳи ўзгаради. Қовушоқликнинг ортиши суюқликнинг гидравлик босими ҳисобига мембрана 3 нинг пастга эгилишига сабаб бўлади. Натижада шарикли мембрана билан бириктирилган шарикли клапан 4 ҳаво билан тўлдирилган пневмокамера 5 нинг юқориги қисмидаги конуссимон тешикни беркитади. Ҳаво пневмокамерага магистрал ҳаво йўлидан доимий дроссель 7 ёрдамида 0,14 МПа босимда берилади. Босим суюқлик сатҳининг ўзгаришига пропорционал равишда ортади, бунга пружина 12 нинг сиқилиши натижасида эришилади. Қовушоқлик камайганда шарикли клапан кўтарилади ва ҳаво тешик 8 орқали атмосферага чиқиб кетади. Капилляр 2 дан оқиб чиқадиган суюқлик сифим 9 га тушади, у ердан шестерняли насос 10 ёрдамида сўриб олинади, насосни редукторли синхрон двигатель 11 ҳаракатга келтиради. Насос текшириляётган суюқликни термостат орқали тортиб олади (чизмада кўрсатилмаган). Иккиламчи асбоб 6 сифатида ўзиёзар ПВ42Э ёки манометрдан фойдаланилган бўлиб, уларнинг шкалалари қовушоқлик бирликларида даражаланган бўлади.

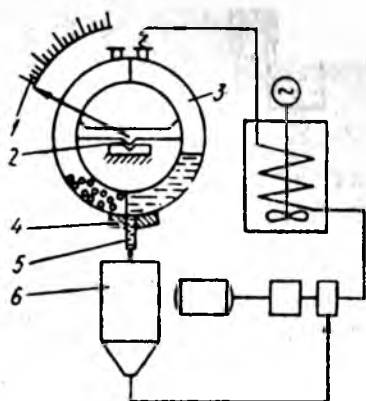
Ўлчаш чегаралари $(212—938) \cdot 10^3$ Па·с ни ташкил қилди. Нисбий келтирилган хатолик $\pm 2\%$ ни ташкил қилади.

6.43- расмда ҳалқали вискозиметрнинг принципиал схемаси келтирилган. Ҳалқасимон камера 3 призма 2 нинг таянч оёқлари ёрдамида ўз геометрик марказига осиб қўйилган. Ҳалқанинг пастки қисмига юк 4 маҳкамлаб қўйилган. Суюқлик термостат орқали ҳалқасимон камера 3 га тортиб олинади ва капилляр найча 5 дан идиш 6 га оқиб чиқади. Суюқликнинг қовушоқлиги ўзгарганда айлантурувчи момент ҳосил бўлади, унинг таъсирида ҳалқасимон камера стрелкаси билан таянч нуқта атрофида айланиш тескари таъсир этувчи момент билан мувозанатлашмагунга қадар бурилади. Шкала 1 бевосита

қовушоқлик бирликларида даражаланган. Қовушоқликни ўлчаш чегараларини юк 4 оғирлигини ошириш ёки камайтириш йўли билан ўзгартириш мумкин. Асбобнинг максимал хатолиги тажриба йўли билан белгиланган бўлиб, $\pm 1,5\%$ ни ташкил қилади, ҳалқанинг максимал бурилиш бурчаги 60° , ўлчаш чегараси эса $20 \text{ мПа}\cdot\text{с}$.

Ичи ковак ҳалқада суюқлик сатҳининг ўзгариши қуйидаги айландирувчи моментни ҳосил қилади:

$$M_{\text{аял}} = H \cdot j \cdot S \cdot R \quad (6.44)$$



6.43-расм. Ҳалқали вискозиметрнинг схемаси.

Бунинг таъсирида ҳалқа соат стрелкаси ҳаракати йўналишида бурилади. Ҳалқанинг бурилиши тескари таъсир этувчи моментни юзага келтиради:

$$M_{\text{тес}} = F \cdot b \cdot \sin \alpha \quad (6.45)$$

Моментлар тенг бўлганида ичи ковак ҳалқа янги мувозанат вазиятида тўхтайди:

$$M_{\text{аял}} = M_{\text{тес}} \quad (6.46)$$

ёки

$$H \cdot j \cdot S \cdot R = F \cdot b \cdot \sin \alpha$$

бу ерда N — суюқлик сатҳи; j — суюқликнинг солиштирма оғирлиги; S — ҳалқа ярим қисмлари ўртасидаги тўсиқнинг юзи; R — ҳалқанинг ўртача радиуси; F — юкнинг оғирлик кучи; b — система оғирлик марказининг таянч нуқтасигача масофаси; α — ҳалқанинг бурилиш бурчаги.

Айни ҳалқа учун F , b , S , R катталиклар ўзгармас, шунинг учун

$$H \cdot j = K \cdot \sin \alpha, \quad (6.47)$$

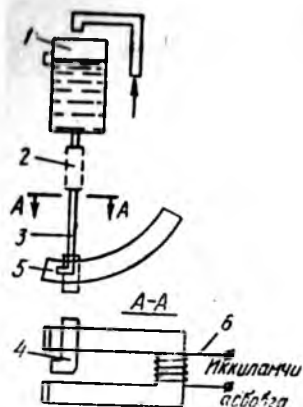
бу ерда

$$K = F \cdot b / S \cdot R$$

(6.47) тенглама асбобнинг статик характеристикасини ифода қилади ва идишдаги суюқлик сатҳи бир хил бўлганида унинг оғирлиги ҳалқа бурилиш бурчагининг синусига пропорционал ва фақат қовушоқликка боғлиқлигини билдиради. Вискозиметр шкаласининг нотекислигини лекало ёрдамида бартараф этиш мумкин.

Доимий сатҳли вискозиметрнинг ишлаши сатҳни белгиланган баландликда сақлаб туриш принципига асосланган. Ўзгарувчан сатҳли асбоблардан фарқли равишда бу ерда суюқлик сарфининг қатъий бир доимийликда бўлиши шарт эмас.

6.44-расмда доимий сатҳли вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Цилиндрик идиш 1 га эластик бириктирувчи 2 ёрдамида, масалан, учи 90° га букилган капилляр 3 маҳкамланган



6. 44- расм. Сатҳ баландлиги ўзгармас вискозиметрнинг схемаси.

бўлади. Капилляр индукторли датчик 5 нинг қисқа туташтирилган чулғам (экрани) 4 билан бикр қилиб бирлаштирилган. Датчик индуктив чулғами 6 бўлган П-симон стержендан иборат.

Суюқлик йиғгич идишдан насос ёрдамида идиш 1 га берилади ва капилляр 3 орқали оқиб чиқади. Капиллярдан чиқадиган суюқликнинг сатҳи оқиб чиқаётган суюқликнинг сарфига боғлиқ бўлган реактив куч ҳосил қилади. Бу куч капилляр 3 нинг эркин учини силжишга мажбур қилади. Текширилаётган суюқликнинг ва унинг капиллярдан ўтаётган сарфи ўзгаради, бунинг натижасида реактив куч ҳам ўзгариб, капиллярнинг эркин учини керакли катталиқка сил-

житади. Капиллярнинг учи билан бирга у билан бикр қилиб бириктирилган қисқа туташтирилган чулғам 5 силжийди.

Ўзгарувчан ток билан таъминланган индуктив чулғам 6 П-симон магнит ўтказгич стержень ва бу стерженнинг эркин учи орасидаги зазор орқали ўзгарувчан магнит оқими ҳосил қилади. Стержень 5 нинг битта ярим қисмга қисқа туташтирилган чулғам 4 кийдирилган, у магнит куч чизиқларини беркитиш хоссасига эга бўлади, чунки бу ҳалқанинг силжиши натижасида стержень 5 нинг эркин учлари орасидаги зазор орқали магнит оқими ўтадиган юза ўзгаради. Натижада индуктив чулғам 6 ҳосил қиладиган магнит оқими қисқа туташтирилган чулғамдан нарига ўтмайди, яъни беркилиб қолади. Бунда индуктивлик ўзгаради ва уни иккиламчи асбоб қайд этади. Шундай қилиб, қовушоқлик ўзгарганида экран 4 билан бикр бириккан капилляр стержень 5 бўйлаб силжийди, бунинг натижасида иккиламчи асбоб қайд этадиган индуктивлик ўзгаради.

Тошкент олий ўқув юртларининг ходимлари ишлаб чиққан бу вискозиметрлар ўлчаш аниқлиги ва асбобнинг ишончли ишлашини оширишга имкон беради.

Шарикли вискозиметрлар

Шарикли вискозиметрлар суюқликларнинг қовушоқлигини ўлчашда кенг ишлатилади.

Қовушоқликни эркин тушувчи жисм усули билан ўлчаш Стокс қонунига асосланган. Бу қонунга мувофиқ эркин тушувчи жисмнинг суюқликдаги тезлиги шу суюқлик қовушоқлиги билан боғланган, бу боғланиш қуйидагича ифодаланади:

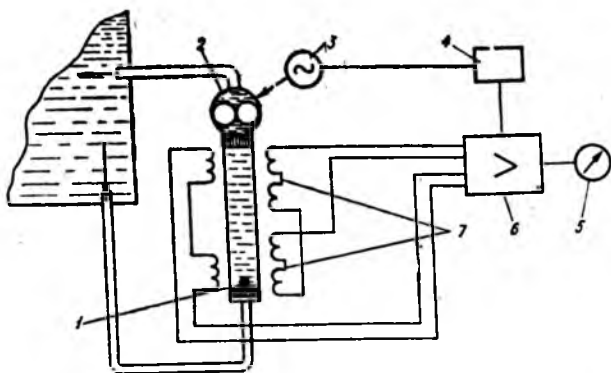
$$\mu = K \cdot \frac{(\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot r^2}{v} \quad (6.48)$$

бу ерда ρ_1 ва ρ_2 — шарик материалнинг ва суюқликнинг зичликлари, кг/м^3 ; g — оғирлик кучининг тезланиши, м/с^2 ; r — шарикнинг радиуси, м ; v — шарикнинг бир меъёрда тушиш теълиги, м/с ; K — қабул қилинган ўлчовга боғлиқ бўлган сонли доимий коэффициент.

Стокс қонуни бир жинсли суюқликнинг мутлақо сферик шарикка нисбатан ламинар ҳаракатида ишлатилиши мумкин. (6.48) формуладан маълумки, текширилаётган суюқликнинг қовушоқлигини ўлчаш суюқликдаги шарикнинг тушиш тезлигини ёки шарикнинг белгиланган масофадан ўтиш вақтини ўлчашдан иборат. Қовушоқликнинг шарик тушиш вақтига боғлиқлиги қуйидагича ифодаланади:

$$\mu = K \cdot \tau, \quad (6.49)$$

бу ерда K — асбоб доимийси, Па; τ — шарикнинг белгиланган масофадан ўтиш вақти, с.



6.45- расм. Эркин тушувчи шарчали автоматик вискозиметрнинг схемаси.

Қовушоқликни шарчанинг эркин тушиш вақти бўйича аниқлайдиган автомат қурилманинг принципиал схемаси 6.45- расмда кўрсатилган. Суюқлик оқими шарик 1 ни бошланғич ҳолатга шестерняли насос 2 ёрдамида кўтаради. Бу шестерняли насос электр двигатель 3 га эга. Шарикни кўтариш билан бирга насос суюқликдан намуна олиб, уни синайди. Шарик юқориги чекловчи тўрга етгач, насос тўхтайди, шарик ҳаракатсиз муҳитда эркин пастга тушади. Индукцион ғалтаклар 7 орқали шарикнинг белгиланган йўл l дан ўтиш вақти ҳисобланади. Шарикнинг индукцион ғалтаклардан ўтишида номувозанатлик сигналлари ҳосил бўлади ва бу сигнал электрон кучайтиргич 6 орқали кучайтирилади. Шестерняли насоснинг автоматик равишда уланиши ва вақтнинг ҳисобланиши реле блоки 4 ва ўлчаш асбоби 5 ёрдамида бажарилади.

Асбобнинг ўлчаш чегаралари индукцион ғалтаклар ораси

даги масофа l ва шарча диаметрининг ўзгариши билан танланади.

Бундай асбобларда 100 Па·с диапазондаги суюқлик қовушоқлигини ўлчаш мумкин. Асбобларнинг ўлчаш аниқлиги $\pm 2\%$.

Ротацион вискозиметрлар

Суюқликлар қовушоқлигини ўлчашда ҳамда уларнинг реологик хусусиятларини ўрганишда ротацион вискозиметрлардан фойдаланиш қулай. Бу асбоблар текшириладиган суюқлик ҳосил қилувчи қаршилик моментлари ва айлантирувчи моментларни ўлчашга асосланган.

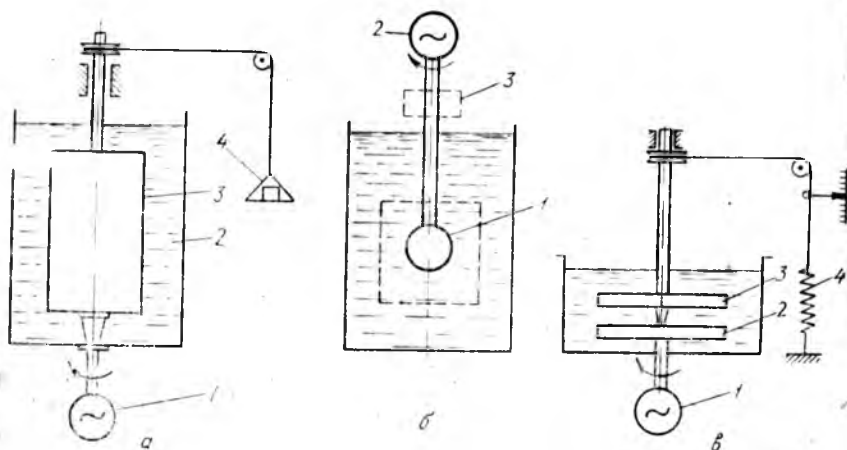
Қовушоқ суюқликда жисм айланганида қовушоқлик қаршилиги тескари таъсир этувчи момент ҳосил қилади. Агар жисм доимий тезлик билан айланса, бу момент суюқлик ҳосил қилдиган айлантирувчи моментга тенг ва динамик қовушоқликка пропорционал бўлади:

$$M = K \cdot \mu \cdot \omega, \quad (6.50)$$

бу ерда M — айлантирувчи момент, Н·м; K — асбоб доимийси; μ — динамик қовушоқлик, Па·с; ω — айланувчи жисмнинг бурчак тезлиги, 1/с.

Ротацион вискозиметрлар айланувчи жисм шакли ва айлантирувчи моментни ўлчаш усулига кўра бир-биридан фарқ қилади. Бошқа асбобларга нисбатан коаксиал цилиндрли, айланувчи жисм ва анализ қилинаётган суюқликка чўктириладиган айланувчи параллел диски асбоблар кўпроқ ишлатилади. 6.46-расмда ротацион вискозиметр турларининг принципиал схемалари кўрсатилган.

Коаксиал цилиндрли вискозиметр (6.46-расм, а) ташқи цилиндри анализ қилинаётган суюқлик билан тўлдирилган икки



6. 46- расм. Ротацион вискозиметр.

цилиндрдан иборат. Ташқи цилиндр 2 ўзгармас тезлик билан айланганда двигатель 1 таъсирида суюқлик стационар айланиш ҳолатига келади ва айлантирувчи моментни ички цилиндр 3 га узатади. Бу цилиндрни тинч ҳолатда сақлаш учун цилиндрга катталиги тенг, лекин тескари ишорали куч momenti таъсир қилиши керак. Бу куч, расмда кўрсатилганидек, калибрланган юк 4 ёрдамида ҳосил қилинади. Ламинар ҳаракатда куч momenti билан кўриладиган суюқликнинг қовушоқлиги қуйидагича боғланган

$$M = \pi \cdot l \cdot \mu \cdot \omega \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \quad (6.51)$$

бу ерда M — куч momenti, Н·м; l — ички цилиндрнинг узунлиги, м; ω — ташқи цилиндр айланишнинг бурчак тезлиги, 1/с; R ва r — ташқи ва ички цилиндрларнинг радиуси, м.

Вискозиметрларнинг ташқи ва ички цилиндри ҳаракатсиз бўлади.

Текшириладиган суюқликка чўктириладиган айланувчи жисм (6.46-расм, б) шарсимон ёки цилиндрик ротор 1 каби ишлайди. Бу ротор двигатель 2 ёрдамида ўзгармас айланишлар частотаси билан айлантирилади. Суюқликнинг ротор айланишига кўрсатилган қаршилиги махсус қурилма 3 ёрдамида ўлчанади.

Айланувчи дискли вискозиметр (6.46-расм, в) текшириладиган суюқликка чўктирилган икки параллел диск 2 ва 3 дан иборат. Диск 2 двигатель 1 ёрдамида равоан айланади. Текшириладиган суюқликнинг қовушоқлик хусусияти туфайли диск 3 га айлантирувчи момент узатилади. Бу айлантирувчи момент суюқлик қовушоқлигига пропорционал бўлиб, ҳисоблаш асбоби билан боғланган цилиндрик пружина 4 ёрдамида мувозанатланади.

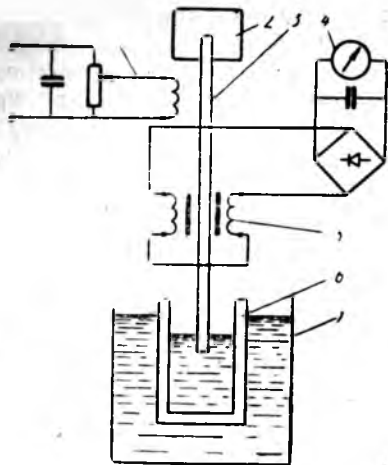
Айланувчи дискли вискозиметрлардан суюқликларнинг қовушоқлигини узлуксиз ўлчашда ҳам фойдаланиш мумкин.

Ротацион вискозиметрларнинг ўзгармас коэффициентлари аналитик равишда ёки эталон суюқликлар бўйича тажриба йўли билан аниқланади. Ротацион вискозиметрларнинг ўлчаш диапазони 0,01...1000 Па·с.

Тебранишли вискозиметрлар

Кейинги йилларда катта ўлчаш диапазони, юқори сезгирлик ва аниқликка эга бўлган, шунингдек, ҳар хил шароитларда турли муҳитларни анализ қилувчи умумий афзалликларга эга бўлган тебранишли вискозиметрлар кенг тарқалмоқда.

Тебранишли вискозиметрларнинг ишлаш принципи назорат қилинадиган муҳитга чўктирилган сезгир элемент тебраниши сўниш даражасининг шу муҳит қовушоқлигига боғлиқлигига асосланган. Конструктив жиҳатдан тебранишли асбоблар электромагнитли ва ультратовушли бўлади. Электромагнитли (паст



6.47- расм. Электромагнит тебранишли вискозиметрнинг схемаси.

частотали) вискозиметрлар 1 кГц гача ва ультратовушли асбоблар 10—1000 кГц частоталарда ишлайди.

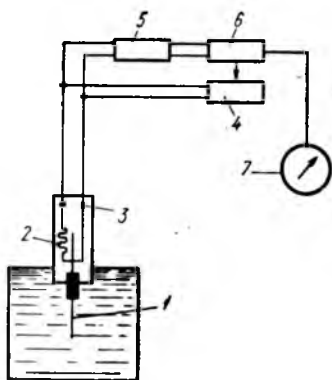
6.47- расмда кўрсатилган электромагнит тебранишли вискозиметрнинг ишлаш принципи қуйидагича. Идиш 6 даги назорат қилинаётган суюқликка сезгир элемент — пўлат пластинка 3 нинг бур учи туширилади. Унинг юқориги қисми махсус қисқичли асбоб 2 га маҳкамланган. Идиш 6 термостатловчи қурилма 7 га ўрнатилади. Электромагнит 1 ёрдамида пўлат пластинка 3 резонанс тебранишли ҳаракатга келтирилади. Текшириляётган суюқликнинг қовушоқлигини ўлчашда пўлат пластинка тебранишларининг амплитудаси ўзгаради.

Бу ўзгариш электромагнит датчиклар 5 ёрдамида қабул қилинади. Датчикларда индукцияланган кучланиш тўғриланиб, ўлчаш асбоби 4 га узатилади, асбоб қовушоқлик бирлигида даражаланган. Улар қовушоқликни $\pm 3 \dots 5\%$ хатолик билан ўлчайди.

Ультратовушли вискозиметрлар энг универсал ҳисобланади. Бу асбоблар катта ўлчаш диапозони, юқори аниқлик, инерциясизлик, ҳаракатланувчи қисмларининг йўқлиги каби афзалликларга эга. Лекин бу асбоблар мураккаб электрон қурилмалардан иборат бўлганлиги сабабли уларнинг ишлатилиши чекланган.

Ультратовушли вискозиметрлар ультратовушларнинг муҳит қовушоқлигига қараб ютилишига асосланган. 6.48- расмда ультратовуш тебранишларининг сўниш тезлигини ўлчайдиган ультратовушли вискозиметрнинг схемаси кўрсатилган.

Магнитострактрон материалдан ишланган пластина 1 гильза 3 га маҳкамланган. Пластинанинг пастки қисми қовушоқлиги ўлчанаётган суюқликка туширилган. Гильзада импульслар генератори 4 дан таъминланадиган уйғотиш ғалтаги 2 бор. Ғалтакка узунлиги 20 мкс га яқин импульс юборилади, натижада



6. 48- расм. Ультратовушли вискозиметрнинг схемаси.

пластинада бўйлама тебранишлар юз беради. Тебранишлар

частотаси, пластина геометрияси орқали, сўниш амплитудаси эса суюқлик қовушоқлиги орқали аниқланади. Импульсни юбориш билан бир вақтда кўчайтириш ва детектирлаш операцияси кучайтиргич 5 ва детектор 6 да бажарилади, натижада триггер генераторини беркитади. Пластинанинг тебранишида тескари магнитострикцион эффект туфайли ғалтакда пластинанинг тебраниш частотасига тенг бўлган кучланиш (ЭЮК) ҳосил бўлади.

$$U = U_m \exp(-\alpha \tau) \cdot \sin(\omega \tau), \quad (6.52)$$

бу ерда U — ғалтак учларидаги кучланиш; U_m — кучланишнинг бошланғич амплитудаси; α — тебранишнинг суюқлик қовушоқлигига боғлиқ бўлган сўниш коэффициентига; τ — вақт; ω — пластинанинг тебраниш частотаси.

Бу кучланиш импульслар генераторини пластина тебранишларининг сўниши тугагунча беркитиб туради, шундан сўнг генератор қайта уйғонади.

Шундай қилиб, сўниш интенсивлигининг ўлчови импульслар генераторининг кетма-кет уйғонишидаги вақт оралиғи катталигидан иборат. Суюқлик қовушоқлиги қанча катта бўлса, импульслар орасидаги вақт оралиғи шунча кичик бўлади. Ўлчаш сигнали детектордан иккиламчи асбоб 7 га келади.

Қовушоқлик бирлигида даражаланган ўлчаш асбоби импульслар интервалининг ўртача қийматини ўлчайди. Асбобнинг ўлчашдаги хатолиги $\pm 1\%$.

Ультратовушли вискозиметрлар технологик оқимлардаги турли суюқликларни узлуксиз назорат қилиш учун ишлатилади. Бу вискозиметрларнинг ўлчаш диапазони 0,0001...100 Па·с

Тебранишли, айниқса, ультратовушли вискозиметрларнинг қўлланилиш соҳаси ньютон суюқликлари билан чеклаб қўйилади, бу суюқликларнинг қовушоқлиги механик таъсир интенсивлигига боғлиқ бўлмайди. Ноньютон суюқликларда улар камайтириб кўрсатади, бу ҳолда ҳам улардан фақат қовушоқлик индукаторлари сифатидагина фойдаланиш мумкин.

VI.6-§. МОДДАЛАРНИНГ НАМЛИГНИ УЛЧАШ

Газлар, суюқ муҳит ва қаттиқ жисмларнинг намлиги кимё, озиқ-овқат, металлургия, тўқимачилик саноатида ва бошқа саноат тармоқларидаги ҳамда қурилишдаги кўпгина технологик жараёнларнинг муҳим кўрсаткичларидан ҳисобланади.

Ҳар қандай жисмда намликнинг мавжудлиги унинг абсолют ҳамда нисбий намлиги билан характерланади.

Газнинг абсолют намлиги дейилганда нормал шароитларда 1,0 м³ газ аралашмасидаги сув буғи массаси тушунилади. Абсолют намликнинг бирликлари г/м³ ёки кг/м³.

Нисбий намлик дейилганда 1,0 м³ аралашмадаги сув буғи массаси (ҳажми)нинг шу температурадаги 1,0 м³ аралашма-

даги сув буғининг максимал массаси (ҳажми)га нисбати тушунилади. Нисбий намлик ўлчовсиз катталиқ, баъзан уни фойзларда ифодаланади.

Материалдаги нам миқдорини миқдор жиҳатидан характерлаш учун иккита катталиқ — нам сақлами ва намликдан фойдаланилади.

Нам жисм массасининг абсолют қуруқ материал массасига нисбати нам сақлами деб аталади ва қуйидагича ифодаланади:

$$H_c = \frac{M}{M_0} \text{ ёки } H_c = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \cdot 100\% \quad (6.53)$$

Бу ерда M — нам массаси; M_0 — абсолют қуруқ материалнинг массаси; M — нам материалнинг массаси.

Қаттиқ жисмларнинг намлиги дейилганда жисмдаги нам массасининг нам материал массасига нисбати тушунилади ва қуйидагича ифодаланади:

$$W = \frac{M}{M_1} \quad (6.54)$$

Нам сақламидан намликка ўтиш ва аксинча ҳолларда қуйидаги нисбатдан фойдаланилади

$$H_c = W(1 - W), \quad W = \frac{H_c}{1 + H_c}$$

Газ намлигини ўлчаш усулларига психрометрик, шудринг нуқтаси, гигрометрик (сорбцион), конденсацион, спектрометрик, электр-кимёвий, иссиқ ўтказувчанлик усуллари киради. Булардан биринчи учтаси энг кўп тарқалган.

Суюқликларнинг намлигини ўлчаш учун сифимли, абсорбцион асбоблар ва суюқликнинг намликка алоқаси бор бирор хоссасини ўлчайдиган асбоблардан фойдаланилади.

Қаттиқ ва сочиловчан жисмларнинг намлигини ўлчаш учун бевосита ва билвосита усуллар қўлланилади.

Қуритиш, экстракцион ва кимёвий усуллар бевосита ўлчаш усулларининг ичида энг кўп тарқалгандир.

Кондуктометрик, дизелькометрик, ўта юқори частотали, оптик, ядровий магнит резонанси, термовакуум, теплофизика усуллари билвосита ўлчаш усулларига киради.

Қуйида саноатда энг кўп тарқалган усулларни кўриб чиқамиз.

Газларнинг намлигини ўлчаш

Ҳозир технологик жараёнларда газларнинг ва ҳавонинг намлигини ўлчашнинг психрометрик, шудринг нуқтаси ва гигрометрик усуллари энг кўп тарқалган.

Психрометрик асбоблар билан намликни ўлчаш принципи сув буғининг эластиклиги ҳамда қуруқ ва нам термометрлар-

нинг кўрсатишлари ўртасидаги боғланишга асосланган. Психрометрик эффектни ўлчаш учун психрометр иккита бир хил термометрга эга бўлиши керак. Булардан бирининг (хўл термометрнинг) иссиқлик қабул қилувчи қисми идишдан сувни сўриб олувчи гигроскопик жисмга тутшиб туради ва доимо нам ҳолда сақланади. Хўл термометрнинг сиртидаги намлик буғланганда унинг температураси пасаяди. Натижада қуруқ ва хўл термометрлар ўртасида психрометрик фарқ деб аталувчи температуралар фарқи пайдо бўлади.

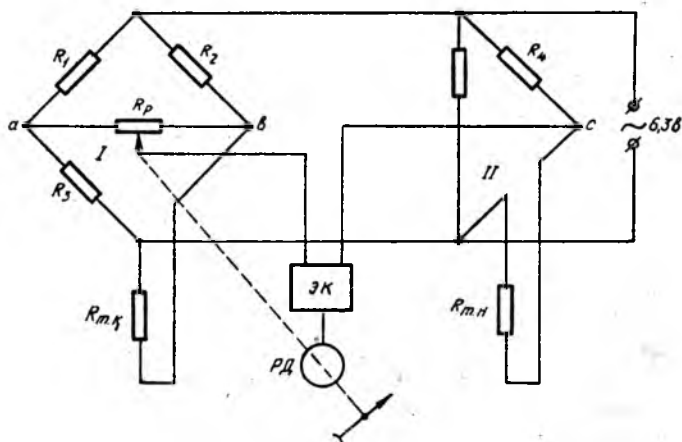
Психрометрик фарққа боғлиқ нисбий намлик қуйидаги нисбатдан аниқланади:

$$\varphi = \frac{P_n - A(t_k - t_n)}{P_k} \quad (6.55)$$

бу ерда P_n — нам термометрнинг t_n температурасида текширилатган муҳитнинг тўйинтирувчи буғлар эластиклиги, Па; P_k — қуруқ термометрнинг t_k температурасида текширилатган муҳитнинг тўйинтирувчи буғлар эластиклиги, Па; A — психрометрик коэффициент бўлиб, у психрометрнинг тузилиши, нам термометрга газ ҳайдаш тезлиги ва газ босимиغا боғлиқ, $1/^\circ\text{C}$. A коэффициент маълум конструкцияли психрометрлар учун тузилган махсус жадваллардан олинади. Бу коэффициентга хўл термометрга газ ҳайдаш тезлиги катта таъсир қилади. Газ оқимининг тезлиги ошиши билан A коэффициент камаяди ва $2.5 \dots \dots 3$ м/с дан ортиқ тезликда доимий бўлиб қолади. Саноат психрометрларида газ оқимининг тезлигини ўзгартирмайдиган қурилмалар бор. Бу тезлик $3 \dots 4$ м/с дан кам эмас.

Электр психрометрларда температурани аниқлаш учун термоджужуфтлар, ярим ўтказгичли термоқаршилиқлар ва стандарт металл қаршилиқ термометрлари ишлатилади.

6.49-расмда қаршилиқ термометрларига эга бўлган электр психрометрнинг принципаал схемаси кўрсатилган. Асбобнинг ўлчаш қисми I ва II кўприкларидан иборат. Иккала кўприк ҳам электрон қу-



6. 49- расм. Электр психрометрнинг схемаси.

чайтиргичнинг иккита умумий R_1 ва R_3 елкаларига эга. R_{mk} қуруқ қаршилик термометри I кўприкнинг елкасига, R_{mn} ҳўл қаршилик термометри II кўприк елкасига уланган. I кўприк R_1, R_2, R_3, R_{mk} қаршиликлардан иборат. III кўприк R_1, R_3, R_4, R_{mn} қаршиликлардан иборат.

I кўприк диагоналининг a ва b учларидаги потенциаллар фарқи қуруқ қаршилик термометрининг температурасига, a ва c учларидаги потенциаллар фарқи эса ҳўл қаршилик термометрининг температурасига пропорционал. Қўшалоқ кўприк диагоналининг b ва c нуқталари орасидаги кучланишнинг пасайиши қуруқ ва ҳўл қаршилик термометрларининг температуралари фарқига пропорционал. Ўлчаш системасининг мувозанати $РД$ реверсив двигатель ёрдамида ҳаракатга келтириладиган R реохорд сирпанғичини автоматик равишда силжитиш йўли билан ҳосил қилинади. Шу билан бирга двигатель асбоб стрелкасини ҳам силжитади. Асбобнинг шкаласи нисбий намлик фоидаларида даражаланган.

Психрометрик усулнинг афзалликлар — мусбат температурада ўлчашнинг етарли даражада аниқлиги ва инерционлиги кичиклиги; камчиликлари — ўлчаш натижаларининг газ ҳаракати тезлигига ва атмосфера босими ўзгаришларига боғлиқлиги; температура пасайиши билан сезгирликнинг камайиши ва хатонинг кўпайиши.

Автоматик психрометрик намлик ўлчагич АПВ-201 технологик объектлардаги буғ-газ аралашмасининг нисбий намлигини узлуксиз назорат қилиш учун мўлжалланган. Унинг ишлаш принципи нисбий намликни ўлчашнинг психрометрик усулига асосланган.

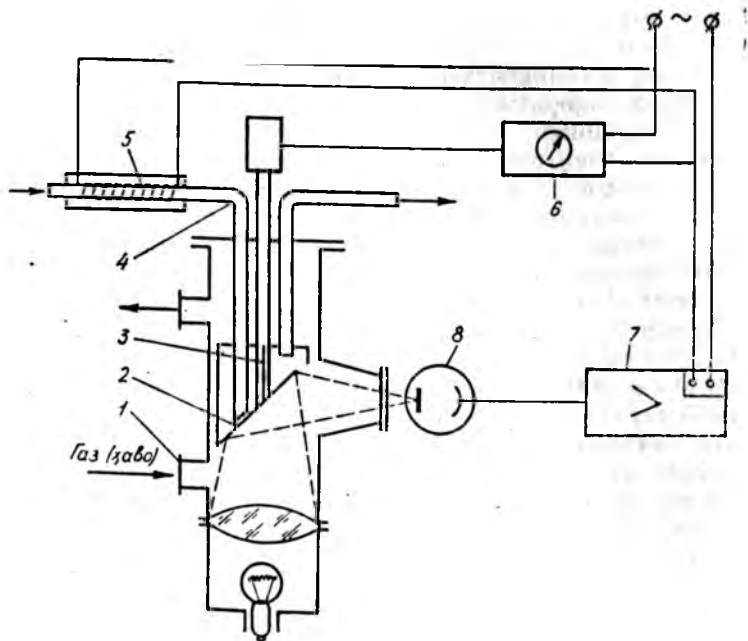
Нам ўлчагич учта блокдан: бирламчи ўзгарткич, иккиламчи ўзгарткичдан ва мувозанатлаштирилган кўприк КСМ-3 дан иборат. Нисбий намликни ўлчаш чегаралари 10...100%. Ўлча-наётган муҳитнинг температураси 30...100°C. Асосий абсолют хатолик нисбий намликнинг 3% ига тенг.

Шудринг нуқтаси усули ёки газларнинг намлигини конденсацион усул бўйича ўлчаш қуйидаги боғланишга асосланган:

$$\varphi = \frac{P_2}{P_1} \quad (6.56)$$

бу ерда P_2 — шудринг нуқтасининг t_2 температурасида буғнинг эластиклиги. P_1 — тўйинган буғнинг t_1 температурадаги эластиклиги, Па.

Шундай қилиб шудринг нуқтасини ва текшириладиган газнинг температурасини билсак, унинг нисбий намлигини аниқлаш мумкин. Шудринг нуқтаси усули катта қулайликка эга, чунки у намликни газнинг исталган босими шароитида ўлчашга имкон беради (10...15 МПа ва ундан ортиқ). Бу усул бўйича намликни ўлчаш температурани ўлчашдан иборат. Шу



6.50- расм. Конденсацион намлик ўлчагичнинг тузилиш схемаси.

усул бўйича ўлчаш асбобининг тузилиши 6.50- расмда кўрсатилган.

Текширилаётган газ ёки ҳаво канал 1 орқали қувур 4 дан келадиган соvuқ ҳаво билан совитиладиган кўзгу 2 гача келади. Сизгир элемент кўзгуча сиртига кичик инерцияли терможуфт 3 ўрнатилган, унга милливольтметр 6 уланган. Кўзгучада шудринг пайдо бўлиш пайти фотореле схемаси бўйича уланган фотоэлемент 8 ёрдамида қайд қилинади ва шу пайтда контактлар 7 тутшиб, милливольтметр уланади ҳамда кўзгуча температурасини ўлчайди. Айти бир вақтда ҳаво иситгич 5 нинг электр қиздириш элементи уланади, бу элемент кўзгуча қизиб, равшанлангунча уланган ҳолда туради. Кўзгуча сиртидаги шудринг батамом буғланганда иситгич узилади ва кўзгуча исийди. Шундай қилиб, ўлчаш жараёни такрорланиб туради.

Бу асбобларнинг бир қанча конструкциялари бор. Улар бир-биридан сезгир элементни совитиш, конденсация пайтини қайд этиш, шудринг пайдо бўлиш температурасини ўлчаш усуллари билан фарқ қилади. Лекин деярли барча намлик ўлчагичлар мураккаб тузилишга эга бўлиб, ишлатишда катта малака ва эътиборни талаб қилади. Шунинг учун бу асбоблар бошқа усулларни қўллаб бўлмаган ҳоллардагина ишлатилади.

Гигрометрик нам ўлчагичларда сезгир элемент ўлчанаётган газ билан гигрометрик мувозанатда туриши керак. Техник ўлчашлар амалиётида гигрометрик ўзгарткичларнинг қуйидаги турлари тарқалган: электролитик, қиздиришли электролитик ва сорбцион. Электролитик гигрометрларда ўлчаш ўзгарткичида электролитли намга сезгир элемент бўлади. Газнинг намлиги ўзгарганда бу элементдаги нам миқдори ўзгаради, натижада электролитнинг концентрацияси ҳамда тегишлича унинг қаршилиги ёки электр ўтказувчанлиги ўзгаради. Электролит сифатида, кўпинча, литий хлорид ишлатилади. Электролитик гигрометрларнинг ўлчаш схемалари кўпrikли ўлчаш схемаларининг турли вариантларидан иборат бўлади. Электролитик гигрометрларнинг камчилигига уларнинг даражаланиш характеристикаларининг нотурғунлигини, шунингдек, уларнинг кўрсатишига температуранинг ва эритма концентрациясининг таъсирини киритиш мумкин.

Қиздиришли электролитик ўзгарткичлар тузилиши жиҳатидан электролитик ўзгарткичларга яқин. Бироқ ишлаш принципи бўйича фарқ қилади. Газ намлиги ўзгариши натижасида ўзгарткич электр ўтказувчанлиги ўзгариб унинг температураси ҳам ўзгаради. Агар газнинг намлиги ортса, ўзгарткичнинг электр ўтказувчанлиги ҳам ортиб, токнинг кўпайишига, ўзгарткич температурасининг кўтарилишига ва ўзгарткичдан намнинг буғланишига олиб келади. Бу эса ўз навбатида электр ўтказувчанликнинг, токнинг ва ўзгарткич температурасининг камайишига олиб келади. Шундай қилиб, анализ қилинаётган газдаги сув буғларининг парциал босимлари билан электролитнинг тўйинган эритмаси устидаги парциал босимларнинг мувозанат ҳолатига мос келадиган режим автоматик тарзда сақлаб турилади. Бу мувозанат ҳолатига мос келувчи температура бирор термометр билан ўлчанади. Қиздиришли электролитик гигрометрлар нисбатан содда ва ишончлидирлар. Уларнинг характеристикаси амалда газнинг чангишига ёки ифлосланишига, тезлигига, босимига ва таъминлаш кучланишига боғлиқ эмас.

Сорбцион гигрометрларда сорбцион материаллар (керамика, микроғовакли материаллар, алюминий оксидлар ва бошқалар) физик хоссаларининг улардаги газ намлигига боғлиқ бўлган нам миқдорига қараб ўзгарадиган ўзгаришидан фойдаланилади. Одатда, нам сақлами ўзгариши билан ўлчаш ўзгарткичининг ё электр қаршилиги, ёки сифими, ёхуд диэлектрик исрофлар тангенци ё бўлмаса, бирор бошқа параметри ўзгаради. Асбобнинг ўлчаш схемаси ўлчаш ўзгарткичининг чиқиш сигнали билан белгиланади. Бу турдаги асбоблар индивидуал даражаланиш характеристикалари билан фарқ қилади, шунинг учун уларнинг саноатда кенг қўлланилиши чеклаб қўйилган.

Сууюқликларнинг намлигини ўлчаш

Сууюқликларнинг намлигини ўлчаш учун махсус нам ўлчаш асбоблари ҳам, ёки сууюқликнинг бирор бошқа хоссасини ўлчайдиган асбоблар ҳам қўлланилади (бу хосса сууюқликнинг намлигига боғлиқ бўлиши керак). Масалан, пульпани характерлайдиган характеристикалардан бири унинг таркибидаги сууюқлик, қаттиқ модда нисбатидир. Бу катталиқ одатда зичлик ўлчагичлар билан ўлчанади. Пульпадан фақат сууюқ фаза чиқариб ташланаётган ҳолларда (буғлатиш, филтрлаш йўли билан) зичлик ўлчагичининг кўрсаткичлари пульпадаги сууюқлик миқдори билан аниқланади. У ҳолда зичлик ўлчагич нам ўлчагич вазифасини бажаради.

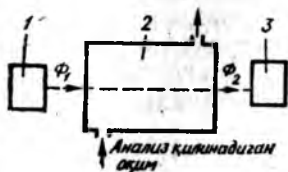
Сууюқликлар учун мўлжалланган махсус нам ўлчагичларда сифимли ва абсорбцион ўлчаш усулларидан фойдаланилади.

Сифимли нам ўлчагичларнинг ишлаши сууюқликда сув миқдори камайганда унинг диэлектрик сингдирувчанлигининг ўзгаришига асосланган. Бундай нам ўлчагичнинг электр схемаси сифимли сатҳ ўлчагичнинг электр схемасига ўхшаш. Сууюқлик намлигининг ўзгариши сифимнинг ва чиқиш кучланишининг ўзгаришига олиб келади. Бундай нам ўлчагичлар билан нефтдаги сув миқдори ўлчанади.

Асбобсозлик заводлари ПАН туридаги анализаторлар ишлаб чиқаради, унинг ёрдамида нефть ва нефть маҳсулотларидаги сув миқдори аниқланади. У нефтдаги ва диэлектрик хоссалари жиҳатидан унга яқин нефть маҳсулотларидаги (мойлар, мазут, дизель ёқилғилари ва ҳ.) сув миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган. Анализатор ўлчаш блоки, таъминлаш ва назорат блоклари (БПК) ҳамда ўлчанадиган параметрни қайд этадиган автоматик потенциометр КСП4И дан иборат. Анализаторнинг ишлаш принципи назорат қилинаётган маҳсулотларнинг диэлектрик сингдирувчанлигини ўлчашга асосланган бўлиб, бу катталиқнинг қиймати маҳсулотдаги сув миқдорига пропорционал бўлади. Ўлчаш диапазонлари 0...5 ва 5...15%, ўлчанадиган муҳитнинг температураси 5...50°C, ўлчанадиган муҳитнинг зичлиги 0,320 ... 0,900 г/см³.

Абсорбцион нам ўлчагичнинг ишлаш принципи (сууюқлик учун) сувнинг инфрақизил нур соҳасига яқин спектр соҳасидаги нурланиш энергиясини ютишига асосланган. Бундай нам ўлчагичнинг принципиал схемаси 6.51-расмда кўрсатилган.

Сууюқлик камера 2 дан ўтказилади, у ерда сууюқлик орқали манба 1 дан нурланиш оқими Φ_1 ўтади. Камерада энергиянинг бир қисмини нам ютганлиги учун чиқаётган нурланиш оқими Φ_2 нинг энергияси аралашмадаги нам концентрацияси қанча кўп бўлса, шунча кам бўлади. Оқим Φ_2 ни приёмник 3 ўлчайди.



6.51- расм. Абсорбцион намлик ўлчагичнинг схемаси.

Нурланиш манбаъ бўлиб чўғланиш лампаси, приёмни бўлиб эса фоторезистор хизмат қилади. Саноатда ишлатиладиган нам анализаторлари ацетон ва спиртдаги нам концентрациясини 0 дан 5% гача аниқлаш учун хизмат қилади.

Қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш

Қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш усуллари шартли равишда икки гуруҳга бўлинади: 1) намунадаги нам ёки қуруқ модда массасини аниқлашга имкон берадиган бевосита усуллар (қуриштиш, экстракцион ва кимёвий усуллар); 2) намликни унга боғлиқ параметрни ўлчаш йўли билан аниқлайдиган билвосита усуллар (кондуктометр, диэлькометр, ўта юқори частотали, оптик, ядровий магнит резонансли, термовакуум, теплофизик усуллар).

Бевосита усуллар юқори ўлчаш аниқлиги ва узоқ давом этиши билан фарқланади (10—15 соатгача).

Билвосита усуллар жуда юқори тезликда бажарилиши ва ўлчаш аниқлиги анча пастлиги билан характерланади.

Техник ўлчашларда деярли ҳамма вақт билвосита усуллар қўлланилади. Билвосита усуллардан кондуктометр, диэлькометр (сифимли), ўта юқори частотали ва оптик усуллар кенг тарқалган.

Одатда саноатда ишлатиладиган материалларнинг кўпчилиги капилляр-фовак жинслар бўлиб, уларда нам фовакларда сақланади. Материал ютиши мумкин бўлган нам миқдори капиллярларнинг шакли, ўлчами ва жойлашувига, шунингдек, сувнинг материал билан боғланиш жиҳатига боғлиқ. Намнинг материал билан турлича боғланиши унинг физик характеристикаларига турлича таъсир қилади ва бу боғланишни аниқлаш анча қийинчиликларга боғлиқ. Шунинг учун қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш қийинчиликлар туғдиради ва даражаланган характеристикаларнинг етарли бўлмаслигига олиб келади.

Капилляр-фовак материаллар қуруқ ҳолида солиштира қаршилиги 10^8 Ом·м ва ундан юқори бўлган диэлектрик моддалар ҳисобланади. Капилляр-фовак материаллар намланганда солиштира қаршилиги 10^4 Ом·м бўлган ўтказгичларга айланиши мумкин.

Кондуктометр намлик ўлчагичлар қаттиқ ва сочилувчан материаллар намлигини ўлчашда кенг ишлатилади. Кондуктометр усул модда намлиги билан унинг электр қаршилиги ўртасидаги боғланишга асосланган. Бу боғланиш қуйидагича ифодаланади:

$$R = \frac{C}{W^n}, \quad (6.57)$$

бу ерда R — материалнинг қаршилиги, Ом; C — материал табиатига боғлиқ бўлган доимий катталиқ; W — материалнинг намлиги, %; n — текширилаётган мате-

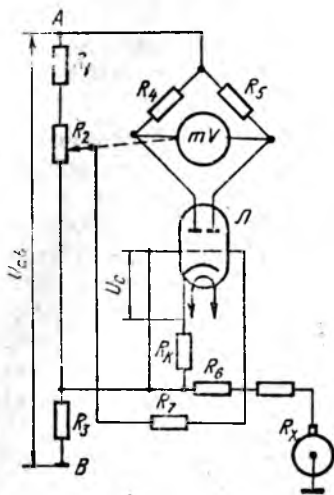
риалларнинг структураси ва табиатига боғлиқ бўлган даража кўрсаткичи (турли материаллар учун кенг чегараларда ўзгариб туради).

С доимий ҳам, даража кўрсаткичи n ҳам ҳар қайси материал учун тажриба йўли билан аниқланади.

Қаршиликнинг намликка бўлган даражали нисбати капилляр-ровак материаллар намлигини кондуктометриқ усул бўйича аниқлаш усулининг юқори сезгирлигини кўрсатади. Лекин қаршиликнинг бошқа факторларга (температура, материал таркиби, зичлик, кимёвий таркиб, электролитлар мавжудлиги ва бошқалар) мураккаб боғлиқлиги намликни автоматик равишда узлуксиз ўлчашда бу усулни яроқсиз қилиб қўяди. Шунинг учун кондуктометриқ намлик ўлчагичларнинг ишлатилиши чекланган.

Кондуктометриқ намлик ўлчагичларнинг ўзгарткичлари ясси пластиналар, цилиндрик найчалар, роликлар ва хоказо кўринишда ишланган икки электроддан иборат. Кондуктометриқ намлик ўлчагичларнинг кўрсатишлари фақат тортилмаларнинг прессланишидагина тикланади, шунинг учун сочилувчан материалларга мўлжалланган ўзгарткичларнинг кўпчилиги электродлар орасидаги тортилмаларни прессловчи қурилмалар билан таъминланган.

Ўлчаш схемалари орасида унумлиси кўприкли схемалардир. Кўприкли ўлчаш схемалари юқори сезгирликка эга бўлиб, ўртача ва юқори (5 25%) намликларни ўлчашда ишлатилади. 6.52-расмда кўприкли ўлчаш схемасига эга бўлган автоматик намлик ўлчагичнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Текшириляётган материал ролик ва вал орасида ўтказилади (ролик валдан изоляцияланган). Занжирнинг асосий элементи кўприқдир, кўприқнинг R_4 ва R_5 елкалари доимий қаршиликлар, бошқа икки елкаси эса кўш триоднинг ички қаршиликларидир (схемада икки кўшимча R_1 ва R_3 қаршиликлар мавжуд). Кўприқ диагонали бўйлаб милливольтметр уланган. Лампанинг чап ярим тўридаги U_c манфий кучланиш R_x қаршиликдаги кучланишнинг пасайиши орқали аниқланади ва γ доимий бўлади. Шунинг учун триоднинг чап яримдаги қаршилик ҳам доимий бўлади. Ўнг триод тўридаги манфий кучланиш U_c дан IR_6 катталиқка фарқ қилади. I ток эса кўриляётган материалнинг R_x қаршилиги ва R_2 реохорд сирпанғичининг ҳолатига боғлиқ. Реохорд сирпанғичи милливольтметр стрелкасининг ноль ҳолатидан (кўприқ мувозанати бузилган) четга чиқишида R_3 да кучланишнинг пасайиши, R_6 ва



6.52- расм. Кўприкли ўлчаш схемасига эга бўлган автоматик намлик ўлчагич.

R , ларда кучланишнинг пасайиши билан мувозанатлашгунча компенсатор орқали ҳаракатга келтирилади

Триоднинг иккала ярмидаги силжиш кучланишлари бир хил бўлганида, кўприк мувозанат ҳолатига келади. Намликнинг бинобарин материал қаршилиги R_x нинг ўзгариши билан R_0 қаршилиқда ток ҳосил бўлади, кўприк мувозанати бузилади, натижада R_2 сирпангич тегишли қийматга силжийди. Ҳар бир намлик қийматиға реохорд сирпангичи R_2 нинг муаян ҳолати мос келади.

Юқорида айтилганидек, ўзгарткич қаршилиги материал намлигидан ташқари бошқа факторларға ҳам боғлиқ. Шунинг учун қаршилиқ ва намлик ўртасидаги нисбатни таърифловчи эгри чизиқларнинг характери бир хил бўлса ҳам турли моддаларға мос келмайди (ҳар бир модда учун даражали эгри чизиқ ёки ҳисоблаш жадваллари керак бўлади).

Диэлькометрик усул капилляр-говак жисмлар намлигининг ўзгариши уларнинг диэлектрик сингдирувчанлигини жуда ўзгартириб юборишиға асосланган. Қуруқ жисмларда диэлектрик сингдирувчанлик $\epsilon = 1 \dots 6$, сувники эса $\epsilon = 81$. Материалнинг намлиги ўзгариши натижасида диэлектрик сингдирувчанлиқнинг ўзгаришини, одатда, қопламлари орасиға анализ қилинаётган материал жойлаштирилган конденсатор сифимининг ўзгариши бўйича аниқланади. Диэлькометрик намлик ўлчагичнинг ўзгарткичи иккита ясси пластина ёки иккита концентрик цилиндрлар тарзида ясалиб, уларнинг ораси анализ қилинаётган материал билан тўлдирилади. Геометрик ўлчамлари маълум конденсаторнинг сифимини қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:

$$C = K \cdot \epsilon, \quad (6.58)$$

бу ерда K — конденсаторнинг геометрик ўлчамлари ва шаклиға қараб аниқланадиган доимий; ϵ — материалнинг намлиги бўйича аниқланадиган диэлектрик сингдирувчанлик.

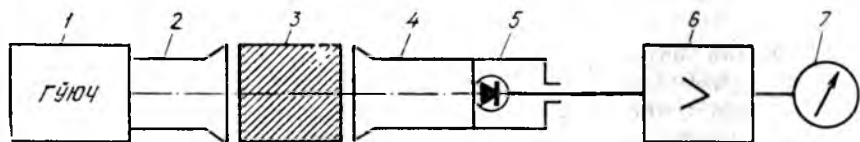
Сифимли ўзгарткичининг юқори частотали тебраниш контуриға уланиши ўзгарткичнинг сифимини ва унға қараб материалнинг намлигини ўлчаш учун лампада ёки ярим ўтказгичли асбобларнинг резонансли схемаларидан фойдаланишға имкон беради. Сифимли ўзгарткичлар материалнинг таркиби, унинг тузилиши ҳамда электрод билан материал ўртасидаги контакт қаршилиқка кам сезгир. Чунки кўпчилик материалларнинг диэлектрик сингдирувчанлиги температураға боғлиқ бўлади, саноат асбобларида температуранинг ўзгаришиға тузатмани автоматик киритиш кўзда тутилади. Сифимли намлик ўлчагичларнинг хатолиги $0,2 \dots 0,5\%$ ни ташкил этиши мумкин. Бироқ намуна олиш усули (конденсатор қопламлари орасини материал билан тўлдириш) ўлчаш натижаларига таъсир қилиши мумкин. Масалан, ҳатто анализ қилинаётган материал заррачаларининг ўзгариши намлик ўлчагичнинг кўрсатишиға жуда катта таъсир қилади. Шу сабабли қаттиқ ва сочилувчан

жисмларнинг намлигини ўлчайдиган сифимли намлик ўлчагичлар техник ўлчашларда камроқ қўлланилади.

Қаттиқ сочилувчан, шунингдек, толали материаллар намлигини ўлчашнинг мураккаблиги шундаки, датчик материал билан ўзаро таъсирлашганида унинг структураси, тўкилма зичлиги ва бошқа факторлар ўзгариши ва улар асбоб хатолигини жуда кўпайтириб юбориши мумкин. Шунинг учун саноатда асосан контактсиз ўлчаш усуллари қўлланилган: ўта юқори частотали ва оптик усуллар.

Ўта юқори частотали (УЮЧ) намлик ўлчагичларда сув ва қуруқ модданинг электр хоссалари анча (ўнлаб марта) фарқ қилишидан фойдаланилади. Намлик концентрацияси анализ қилинаётган материал қатламидан ўтаётган юқори частотали нурланишларнинг сусайишига қараб ўлчанади.

Ўта юқори частотали (УЮЧ) усул ультрақисқа сантиметрли радиотўлқинлар соҳасида (3000...10000 МГц) материалларнинг электр хусусиятлари улардаги намликка боғлиқ эканлигига асосланган. УЮЧ намлик ўлчагичларнинг тузилиш схемаси 6.53-расмда тасвирланган.



6. 53- расм. Ўта юқори частотали намлик ўлчагичнинг схемаси.

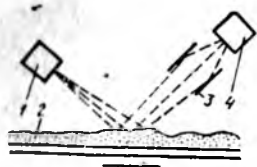
Текширилатган материал 3 УЮЧ генератор 1 дан таъминланувчи узатувчи антенна 2 ва қабул қилувчи антенна 4 орайдан ўтади. Қабул қилувчи антеннада УЮЧ ли нурланишнинг заифлашган сигнаolini қабул қилувчи детектор 5 жойлашган. Кучайтиргич 6 орқали кучайтирилган бу сигнал ўлчаш асбоби 7 га келади.

УЮЧ ли усул контактсиз ва инерциясиз бўлиб, мавжуд электролитларга ва бошқа электр усулларга кўра материалдаги намликнинг нотекис тарқалишига унчалик сезгир эмас.

УЮЧ ли намлик ўлчагичларнинг асосий камчилиги асбоб шаклланишининг мураккаблигидир. Бундан ташқари, бу асбоблар назорат қилинаётган материалнинг доимий зичлик даражасининг ёки зичлиги ҳақидаги маълумотни талаб қилади.

УЮЧ ли намлик ўлчагичлар 0...100% ли кенг диапазонда намликни юқори аниқлик билан ўлчашга имкон беради.

Оптик намлик ўлчагичларда модданинг намлиги билан ундан қайтган нурланишнинг орасидаги боғланишдан фойдаланилади. Энг катта сезгирлик ҳосил қилиш учун спекторнинг инфрақизил соҳасидаги нурланишдан фойдаланилади. Уни



6. 54- расм. Оптик намлик ўлчагич.

манба 1 ҳосил қилади (6.54- расм). Анализ қилинаётган материал 2 дан қайтган ёруғлик оқими тўплаш қурилмаси 3 ёрдамида қабул қилгич 4 га юборилади. Материалнинг намлиги қанча катта бўлса, у инфрақизил нурларни шунча яхши ютади ва қайтган оқим миқдори шунча кам бўлади.

Бу усул билан фақат юпқа қатламнинг (5 ... 30 мм) намлигинигина ўлчаш мумкин бўлганлигидан намлик ўлчагичдан, одатда, конвейер ленталарида ташилаётган сочилувчан материаллар учун фойдаланилади. «Берег» туридаги оптик намлик ўлчагичлар намлиги 80% гача бўлган материалларни анализ қилишга имкон беради.

VII БОБ. МЕХАНИК ПАРАМЕТРЛАРНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ

VII.1- §. МЕХАНИК ПАРАМЕТРЛАРНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШДАГИ АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАР

Механик параметрларни (ўлчамларни, силжишларни, кучларни, тезликларни ва ҳоказоларни) назорат қилиш асбоблари турли технологик жараёнларни автоматлаштиришда кенг қўлланилмоқда, бунда қалинликни, чизиқли ва бурчакли силжишларни, бурчак тезликларни (машина ва механизмларнинг айланишлар сонини), кучланишларни, деформацияларни, тебранишларни ва бошқаларни ўлчаш талаб қилинади.

Чизиқли ўлчамларни ўлчашнинг электр усулларини кичик ўлчамларни ўлчаш усулларига ва катта ўлчамларни ўлчаш усулларига ажратиш мумкин.

Жуда ҳам кичик ўлчамларни (микрометрнинг улушларидан бир неча микрометргача) ўлчаш усулларидан деталларнинг ғадир-будурлигини ўлчашда, уларга ишлов бериш сифатини баҳолашда фойдаланилади. Бир неча микрометрдан 100—200 мм гача бўлган ўлчамларни ўлчовчи асбоблар микрометрлар ёки қалинлик ўлчагич (толщиномер) деб аталади ва саноатда автоматик назорат қилишнинг жуда турли-туман соҳаларида қўлланилади.

Катта ўлчамларни (бир неча метргача) ўлчаш усуллари суюқликлар ва сочилувчан материалларнинг сатҳ баландлигини аниқлаш учун сатҳ ўлчагичлар яшашда фойдаланилади.

Ғадир-будурликни (нотекисликни) ўлчашнинг электр усуллари одатда пайпаслаш (ушлаб кўриш) усулига асосланган бўлиб, профилометрлар ёки профилографлар дейилади: профилометрлар ғадир-будурликнинг фақат кўринма баландлигини баҳолашга имкон беради, профилографлар эса сиртнинг профилограммасини олишга имкон беради. Профилометр-

лар пьезоэлектрик, индуктив ва индукцион ўзгарткичлар билан қурилади.

Микрометрларда индуктив, фотоэлектрик ва сифимий ўзгарткичлар жуда тез-тез қўлланилади. Қалинлик ўлчагичларда магнит занжирларнинг хоссаларидан фойдаланишга асосланган ўзгарткичлар ва ионли ўзгарткичлар кенг тарқалган. Қалинлик ўлчагичларга кўпинча бундай талаб қўйилади: объектнинг қалинлиги фақат бир томонидан бориб ўлчаниши керак. Шунинг учун қалинлик ўлчагичларни яшаш усуллари, масалан, доимий магнитнинг ёки электромагнитнинг тортиш кучланишини буюмнинг қалинлигига ёки устқопламанинг қалинлигига ёки ўлчанаётган материалнинг (индуктив асбобларнинг) қалинлигига боғлиқ ҳолда магнит занжири қарши-лигининг ўзгаришига боғлиқ ҳолда ўлчашга асосланади. Ионли қалинлик ўлчагичларда текширилаётган қалинлик β , j ёки рентген нурларини ютиш жадаллигига кўра (икки томондан бориш мумкин бўлганда), ёки бу нурларнинг тарқалиш жадаллигига кўра (бир томондан бориш мумкин бўлганда) аниқланади.

Механик ҳаракатнинг асосий параметрлари — силжиш, тезлик ва тезланиш ўзаро оддий дифференциал боғланишлар билан боғланганлиги маълум. Ҳаракат параметрларининг бу хоссаси уларни ўлчаш асбобларини яшашда фойдаланилади.

Ҳаракат параметрларини ўлчаш усуллари икки асосий гуруҳга ажратилиши мумкин.

Биринчи гуруҳга ҳаракатдаги объект билан ҳаракатсиз деб қабул қилинган система ўртасидаги бевосита контактни амалга оширишга асосланган усуллар киради. Контакт (тегиш) албатта механик бўлиши шарт эмас, у оптик, акустик, радио ва бошқа усуллар билан вужудга келиши мумкин. Бундай асбобларнинг табиий кириш катталиги силжиш ҳисобланади. Бу усулларнинг иккинчи гуруҳи ҳисоб боши деб қабул қилинган қўзғалмас система билан бевосита контактни амалга оширишни талаб қилмайди. Бу гуруҳдаги асбоблар инерциал дейилади ва уларнинг табиий кириш катталиги тезланиш ҳисобланади.

Тезликларни ва тезланишларни ўлчовчи асбоблар велосиметр ва акселометрлар дейилади; вибрацион силжишларни ўлчовчи асбоблар эса виброметрлар дейилади.

Ҳаракат параметрлари ўзгариш характерига кўра икки асосий синфга ажратилиши мумкин: илгариланма (ёки айланма) ҳаракат параметрлари ва тебранма ҳаракат параметрлари, у вибрация деб аталади.

Деформациялар ва механик кучланишларни ўлчаш учун кўпинча тензоқаршилиқлар ва индуктив тензометрлардан фойдаланилади.

Куч, босим ва айланувчи (буралувчи) моментларни электрик ўлчаш усуллари бир-бирига анча ўхшаш ва икки хил турга ажратилиши мумкин: табиий кириш катталиги ўлчана-

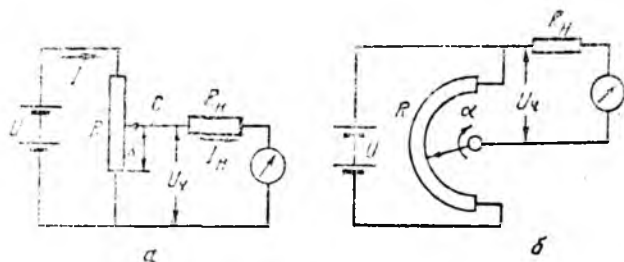
ётган катталикнинг ўзи бўлган ўзгартиргичлардан фойдаланишга асосланган усуллар ва ўлчанаётган кучларнинг таъсирида бўладиган эластик элементларнинг материалидаги механик кучланишларни ўлчашга асосланган усуллар.

Механик параметрларни назорат қилиш учун электрик ўзгарткичлар ишлаш принципига кўра потенциометрик, тензометрик, сифимли, индуктив ва бошқа турлардаги датчикларга бўлинади. Шуларнинг айримлари билан танишиб чиқамиз.

VII.2-§. СИЛЖИШНИ ЎЛЧАШ

Чизиқли ва бурчакли силжишларни ўлчовчи асбоблар турли хил технологик жараёнларни автоматлаштиришда кен қўлланилади.

Потенциометрик силжиш ўлчагичлар оралиқ X ёки бурчак α бўйича силжишни ўлчайди ва электрик сигналга айлантиради. Кириш сигнали оралиқ X га ёки бурчакка силжиш бўлса, оралиқ X ёки α даги кучланиш потенциометрик чиқувчи сигнал $U_{\text{ч}}$ бўлади (7.1 расм, а, б)



7.1-расм. Силжишни ўлчайдиган бир тактли потенциометр:
а — чўғри чизиқ бўйича сурилгичли потенциометр; б — бурчак бўйича сурилгичли потенциометр.

Потенциометр U кучланишли манбага уланганда қаршилик R оқ қали ток I ўтади. Агар сурилгич C қаршилик R бўйича X оралиқ қа сурилса, ундан чиқувчи сигнал қуйидагича аниқланади:

$$U_{\text{ч}} = IR_{\text{x}} = U \cdot \frac{R_{\text{x}}}{R}, \quad (7.1)$$

бунда

$$I = \frac{U}{R}.$$

Потенциометрнинг чулғами бир текис ўралган ва уни бирли оралиқларидаги қаршилиги ўзгармас бўлса, қуйидаги тенглама ўринли бўлади:

$$\frac{R_{\text{x}}}{R} = \frac{U_{\text{ч}}}{U}, \quad (7.2)$$

$$U_{\text{ч}} = \frac{U}{R} R_{\text{х}} = K \cdot R_{\text{х}} \quad (7.3)$$

бунда $K = \frac{U}{R}$ — узатиш коэффициенти, $R_{\text{х}}$ — сурилгич сурилган ораликдаги қаршилиқ, R — потенциометрнинг тўла қаршилиги.

Формула (7.3) потенциометрик сезгичлардан чиқувчи $U_{\text{ч}}$ кучланиш билан кирувчи сигнал (сурилиш оралиғи) X орасида тўғри муносаббатлик борлигини кўрсатади.

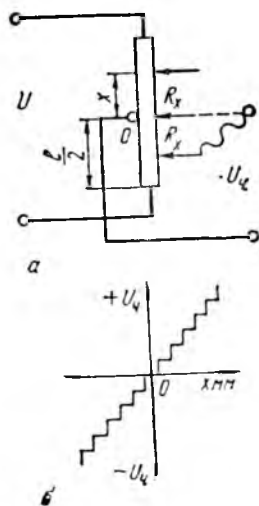
Потенциометр чулғамининг солиштира қаршилиги катта ва иссиқлик коэффициенти жуда кам бўлган симлар (константин, манганин, нихром ва бошқалар) дан тайёрланади.

Автоматик системаларда бундай бир тактли сурилиш сезгичлари ўрнида кўпинча икки тактли потенциометрик сезгичлар ҳам қўлланилади. Бу сезгичларнинг сурилгичидан олинладиган сигнал $U_{\text{ч}}$ нинг миқдоридан ташқари ишораси ҳам ўзгаради. Ундаги сигнал ўтказувчи симларнинг бир учи потенциометр қаршилигининг ўрта нуқтаси $\frac{l}{2}$ да уланади, иккинчи учи эса сурилгичга уланган бўлади. Агар сурилгич қаршилиқнинг ўрта нуқтаси $\frac{l}{2}$ да турса, потенциометрдан сигнал чиқмайди ($U_{\text{ч}}=0$). Сурилгич 0 нуқтадан юқорида бўлганда чиқувчи сигнал мусбат ($+U_{\text{ч}}$) пастда бўлса, манфий ($-U_{\text{ч}}$) бўлади (7.2-расм).

Потенциометрик сезгичлар кўпинча машина ва механизмларнинг маълум кичик ораликқа сурилишини ёки бурчакка бурилишини ўлчаш учун хизмат қилади.

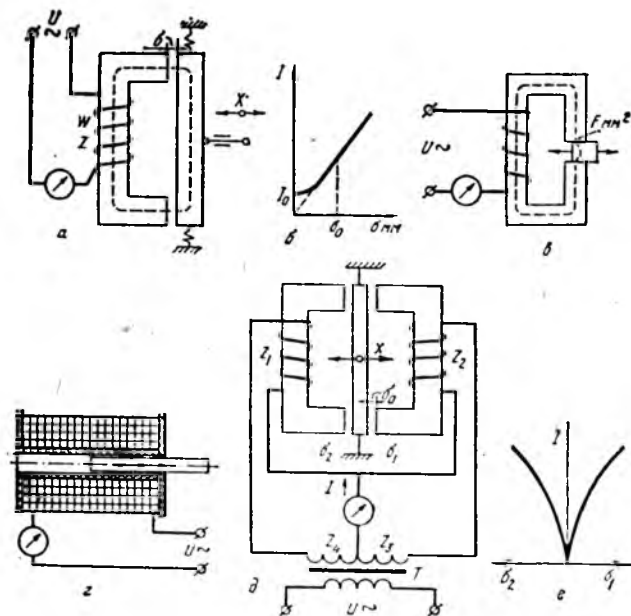
Потенциометрик сезгичларнинг афзаллиги уларнинг конструкциясининг соддалиги, массаси ва ҳажм ўлчамларининг кичиклиги, ўзгармас ва ўзгарувчан ток манбаларига уланиши мумкинлиги, юқори стабилликка эгаллиги ва созлаш ишларининг соддалигидадир. Ундаги сурилма контактнинг мавжудлиги унинг ишончли ишлаши ва иш муддати камайишига сабаб бўлади. Сезувчанлигининг юқори эмаслиги ва поғонали хараakterистикага эгаллиги бундай сезгичларнинг асосий камчилиги ҳисобланади. Потенциометр чулғамининг реактив қаршилиги ҳисобга олинмайди.

Индуктив силжиш ўлчавчиларнинг ишлаш принципи электромагнит системасининг қўзғалувчи темир ўзагидаги ҳаво оралиғи δ га боғлиқ равишда электромагнит чулғамининг индуктивлиги L



7.2- расм. Икки тактли потенциометрик датчик:

а — принципал схемаси;
б — нарузи асиз режимидаги статик хараakterистикаси.



7.3-расм. Индуктив силжиш ўлчагичлар:

a — ҳаво оралиги ўзгарадиган ўлчагич; *б* — ўлчагич характеристикаси; *в* — ҳаво оралиги юзаси ўзгарадиган ўлчагич; *г* — соленоидли магнит сингдирувчанлиги ўзгарадиган ўлчагич; *д* — дифференциал силжиш ўлчагич; *е* — дифференциал силжиш ўлчагичнинг характеристикаси.

нинг унга мутаносиб ўзгаришига асосланади (7.3-расм, *a*). Ҳаво оралиги ўзгаришига асосланган индуктивликнинг мувофиқ — силжиш X таъсирида қўзғалувчан темир ўзакнинг силжиши электромагнит чулғами индуктивлини ўзгарилади. Индуктивлик формуласига мувофиқ:

$$L = \frac{\Phi \cdot \omega}{I}; \quad \Phi = \frac{I \cdot \omega}{R_m} \text{ бундан } L = \frac{\omega^2}{R_m} = \frac{\omega^2}{R_T + R_\sigma} \quad (7.4)$$

бу ерда ω — электромагнит чулғамидаги ўрамли сони; R_m — магнит занжирининг қаршилиги; R_T — темир ўзакнинг магнит қаршилиги; R_σ — ҳаво оралигининг магнит қаршилиги.

Темир ўзакнинг магнит қаршилиги R_T ўзгармас миқдор; ҳаво оралиги қаршилиги R_σ эса темир ўзак силжишига боғлиқ бўлган ҳаво оралиги δ нинг ўзгаришига мутаносиб равишда ўзгаради:

$$R_\sigma = \frac{2\sigma}{\mu \cdot F_0} \quad (7.5)$$

бу ерда F_0 — ҳаво оралигининг кўндаланг кесим юзи; μ — ҳаво оралигининг магнит сингдирувчанлиги.

Ҳаво оралигининг қаршилиги темир ўзак магнит занжирининг магнит қаршилигидан жуда катта $R_\sigma \gg R_T$ эканини назарга олганда

электромагнит чулғамининг индуктивлигини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$L = \frac{W^2 \cdot \mu \cdot F_0}{2\delta} \quad (7.6)$$

Индуктивлик ифодасидан фойдаланиб, занжирдаги ток ифодасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \omega^2 \left(\frac{W^2 \mu \cdot F_0}{2\delta} \right)^2}} \quad (7.7)$$

бу ерда R — занжирнинг актив қаршилиги; ω — ўзгарувчан ток частотаси.

Бу ифода занжирдаги ток I ўзгариши, ўлчагичдаги ҳаво оралиғи δ ҳаво оралигининг кўндаланг кесими F_0 ёки ҳаво оралигининг магнит сингдирувчанлиги μ лар ўзгаришига мутаносиблигини ва шу ток орқали механик силжиш миқдорини ўлчаш мумкинлигини кўрсатади.

Индуктив силжиш ўлчагичлар уч турли бўлади: 1) ҳаво оралиғи δ ўзгаришига асосланган (7.3-расм, а); 2) ҳаво оралиғи кўндаланг кесими юзи F_0 нинг ўзгаришига асосланган (7.3-расм, в); 3) электромагнит система магнит система магнит сингдирувчанлиги μ нинг ўзгаришига асосланган силжиш ўлчагичлар (7.3-расм, г).

Ҳаво оралиғи δ ўзгаришига асосланган силжиш ўлчагичлар 0...1 мм оралиғидаги силжишини ўлчайди. Ҳаво оралиғи бундан ортиқ бўлганда $\angle = f(\delta)$ функция тўғри чизиқлилигини йўқотади. Ўлчаш хатоси ортиб кетади. Силжиш 5...8 мм бўлса, иккинчи турдаги ўлчагич ва силжиш 50...60 мм гача бўлганда эса учинчи турли (соленоидли) ўлчагичлар қўлланилади.

Индуктив силжиш ўлчагичларда (7.3-расм, а, в, г), ўлчаниши лозим бўлган параметр ўзгаришини сезгичдан чиқувчи сигнал — ток I нинг ўзгаришига мувофиқ ўлчанади. Бундай сезгичларда ўлчанадиган силжиш нолга тенг бўлганда ҳам ўлчов асбоби орқали I ток ўтиб туради.

Датчикнинг бундай камчилигини йўқотиш учун амалда индуктив дифференциал сезгичлар (7.3-расм, д) қўлланилади.

Дифференциал силжиш ўлчагичлар иккита бир хил индуктив силжиш ўлчагичнинг дифференциал схема бўйича уланишидан ҳосил бўлади (7.3-расм, д).

Қўзғалувчи темир ўзак (якорь) ўрта ҳолатда турганда $\delta_1 = \delta_2 = \delta_0$ чиқувчи сигнал нолга тенг бўлади ($I_4 = 0$). Якорнинг бу ҳолати ўзгариши, кирувчи сигнал X таъсирида қўзғалувчи темир ўзакни ўнгга ёки чап томонга силжиши натижасида ҳосил бўлиб, чиқувчи сигнал I_4 ҳосил бўлади. Якорнинг δ_0 га нисбатан ўнгга ёки чапга оғиши билан ҳосил бўладиган сигналлар бир-бирига қарама-қарши йўналишда (уларнинг фазаси 180° га бурилган) бўлади.

Буни дифференциал индуктив силжиш ўлчагичнинг статик характеристикасидан (7.3-расм, е) кўриш мумкин. Силжиш ўлчагичнинг сезувчанлиги оддий индуктив ўлчагичлар сезув-

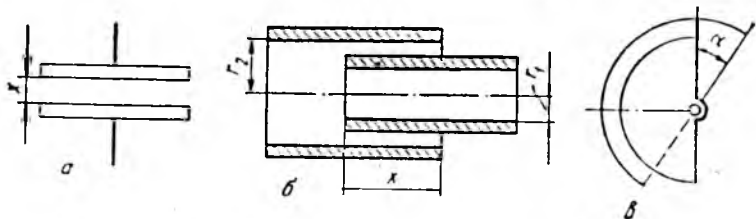
чанлигидан анча катта бўлиб (характеристика бўйича) қўйидаги формула асосида топилади.

$$\frac{\Delta l}{\Delta \delta} = \operatorname{tg} \alpha \quad (7.8)$$

Сигимли силжиш ўлчагичлар сифатида электродлари (пластиналари) тўғри чизиқ ёки бурчак бўйича силжий оладиган конденсаторлар қўлланилади. Конденсатор электродларининг силжиши кирувчи сигнал бўлса, унинг сигимининг ўзгариши чиқувчи сигнал бўлади. Бундай конденсаторлар технологик жараён давомида материалларнинг қалинлиги, сатҳ баландлиги мазкур дарсликнинг V бобидаги 5.4- § да кўрилган каби технологик параметрларни ўзгаришини ўлчаш имконини беради.

Сигимли силжиш ўлчагичларнинг баъзи турлари 7.4- расмда кўрсатилган.

Ясси электродли (пластинали) конденсатор (7.4- расм, а) сигими қўйидагича ифодаланади.



7.4- расм. Сигимли силжиш ўлчагичлар.

$$C = \frac{\epsilon \cdot F}{4\pi \cdot X} \quad (7.9)$$

бу ерда ϵ — конденсатор пластиналари орасидаги модданинг диэлектрик доимийси; F — конденсатор пластинасининг юзи, X — пластиналар орасидаги масофа.

Пластиналар оралиғининг ўзгариши конденсатор сигими C нинг ўзгаришига олиб келади. Ўлчагичнинг сезувчанлиги

$$\frac{dC}{dX} = \frac{\epsilon \cdot F}{4\pi \cdot X^2} \quad (7.10)$$

Цилиндрик конденсаторнинг сигими ички цилиндрнинг ўқи бўйича силжиши X билан қўйидагича боғланишда бўлади (7.4- расм, б);

$$C = \frac{\epsilon \cdot x}{\ln r_2/r_1} \quad (7.11)$$

бу ерда r_1 — ички цилиндрнинг радиуси; r_2 — ташқи цилиндрнинг радиуси, X — цилиндрларнинг бир-бирига тушиш оралиғи.

Ўлчагичнинг сезувчанлиги қўйидагича ифодаланади:

$$\frac{dC}{dx} = \frac{\epsilon}{\ln r_2/r_1} \quad (7.12)$$

Бурчак бўйича силжиш ўлчагичи 7.4-расм, ϵ да кўрсатилган. Бундай конденсаторнинг сигими қуйидагича ифодаланади:

$$C = \frac{\epsilon \cdot F}{4 \pi d} \left(1 - \frac{\alpha}{\pi}\right) \quad (7.13)$$

бу ерда F — конденсаторнинг $d = 0$ бўлгандаги юзи; d — пластингалар орасидаги масофа; α — қўзғалувчи пластиналарнинг силжиш бурчаги.

Ўлчагичнинг сезувчанлиги

$$dC/d\alpha = \epsilon \cdot F / 4 \pi^2 d \quad (7.14)$$

Сигимли ўлчагичлардан чиқувчи сигнал жуда заиф бўлганлиги туфайли улар сигнал кучайтиргич элементи билан жиҳозланади. Ўлчагичлар 50 Гц гача бўлган частотада ишласа, уларнинг сигнал кучайтиргичи жуда ҳам катта қувватга эга бўлиши керак бўлади. Шунинг учун сигимли ўлчагичлар анча юқори частоталарда (10 кГц ва ундан юқори) ишлаганда ўринли бўлади. Сигимли ўлчагичларнинг яна бир камчилиги уларнинг ўлчаш аниқлигига паразит сигимлар (уловчи симларнинг ерга нисбатан сигимлари) таъсири катталигидир. Бундай таъсирларни йўқотиш учун экранланган симлардан фойдаланилади. Ўлчагичнинг ўзи ҳам металл каркас билан экранланган бўлади. Сигимли ўлчагичлар технологик жараёнларда моддаларнинг сатҳ баландлигини, қалинлигини, намлигини ҳамда босимини ўлчаш учун кенг қўлланилади.

VII.3-§. КУЧНИ УЛЧАШ

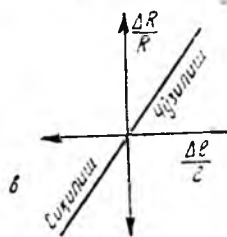
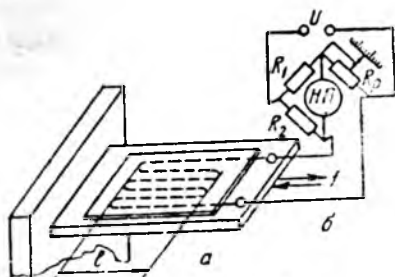
Технологик жараёнларда машина ва механизмларнинг алоҳида қисмларига таъсир қиладиган кучлар ва бу кучлар таъсирида вужудга келадиган деформацияларни (чўзилиш, қисилиш, букилиш ва ҳақозо) ўлчаш учун кўпинча тензометрик ўлчагичлар қўлланилади. Бундай ўлчаш ўтказгич ёки ярим ўтказгич симлар актив қаршилигининг деформация натижасида ўзгариш эффектига асосланади. Бу эффект тензосезувчанлик деб аталади. Тензометрик ўлчагичларнинг тензосезувчанлик коэффициенти

$$S_r = \frac{\Delta R_H}{\Delta l_H} \quad (7.15)$$

билан характерланади, бу ерда $\Delta R_H = \frac{\Delta R}{R}$ — қаршилиқнинг нисбий ўзгариши;

$\Delta l_H = \frac{\Delta l}{l}$ — чўзилиш ёки қисилишнинг нисбий ўзгариши; l — тензоўлчагичнинг деформациягача бўлган узунлиги; Δl — тензоўлчагичнинг деформация натижасида чўзилиши; R — тензоўлчагичнинг деформациягача бўлган актив қаршилиги; ΔR — тензоўлчагич қаршилигининг деформация натижасида ўзгариши.

Ҳозирги вақтда жуда ингичка сим, фольга ва ярим ўтказгич материаллардан тайёрланган тензометрик ўлчагичлар тех-



7.5-расм. Тензоўлчагич:

- а — тензо датчикнинг ўрнатилиш схемаси;
 б — мувозанатлашадиган кўприк схемаси;
 в — тензоўлчагичнинг статик характеристикаси.

мос йўналган бўлиши керак (7.5-расм, а). Шунда куч йўналиши бўйича вужудга келган деформация (чўзилиш, қисилиш) тензоўлчагич симининг узунлиги l ни ҳам ўзгартиради. Натижада симнинг қўндаланг кесими S ва солиштирма қаршилиги ρ_k ҳам ўзгаради. Агар симнинг чўзилгунга қадар бўлган қаршилиги

$$R = \rho_k \cdot \frac{l}{S} \quad (7.16)$$

бўлса, чўзилгандан кейинги қаршилиги $R + \Delta R$ бўлади.

Амалда тензоўлчагич қаршилигининг ўзгариши ΔR мувозанатлашадиган кўприк схема ёрдамида ўлчанади (7.5-расм, а, б).

Симли тензоўлчагичлар кўпинча константан ёки нихромдан тайёрланади. Чунки бу симларнинг солиштирма қаршилиги ρ_k катта қаршилиқ ўзгаришига температуранинг таъсири жуда кам бўлади.

Симли тензоўлчагичларнинг характерли ўлчамлари: номинал қаршилиги $R = (50 - 400)$ Ом; симнинг куч йўналиши бўйича узунлиги $l = (15 - 45)$ мм; эни $b = 7 - 10$ мм; сезувчанлик коэффициенти

$$S_t = \frac{\Delta R / R}{\Delta l / l} = 1,8 \div 2,5; \quad (7.17)$$

массаси жуда ҳам кичик бўлади.

никада кенг қўлланилмоқда. Симдан ясалган тензоўлчагичнинг тузилиши, машина ва механизмнинг текширилиши лозим бўлган қисмига ўрнатилиш схемаси ва характеристикаси 7.5-расм, а, б, в ларда кўрсатилган. Ундаги тензоўлчагич диаметри 0,02...0,05 мм гача бўлган ингичка зиг-заг шаклига эга бўлган сим бўлагидан тузилган ва юпқа қоғоз ёки плёнка орасига олиниб елим билан ёпиштирилган бўлади. Бундай тензоўлчагич статик ёки динамик деформацияси ўлчаниши керак бўлган машина ва механизмнинг текширилиши керак бўлган қисмига елимлаб мустақкам ёпиштирилади. Бунда сим зиг-заглариининг узун томони

l машина ва механизмнинг деформацияси ўлчаниши керак бўлган қисмига таъсир қиладиган куч f йўналишига

Сўнги пайтларда техникада ярим ўтказгичли тензоўлчагичлар кенг қўлланила бошланди. Бундай тензоўлчагичлар асосан германий ёки кремний пластиналаридан тайёрланади. Пластиналар юпқа қоғоз ёки плёнка орасига олиниб елимланади ва текширилиши керак бўлган машина қисмига елим билан мустақкам ёпиштирилади.

Афзалликлари: тензосезувчанлик коэффициенти сим ёки фольганикига нисбатан 60 марта катта, пластинанинг актив узунлиги 3—10 мм. Ташқи муҳит температураси —160+300°С гача ўзгарганда ҳам нормал ишлайверади. Нисбий деформация +0,1% ўзгарганда ҳам характеристикасининг тўғри чизиқлилиги сақланади.

Қамчиликлари: пластиналарнинг эластиклиги кам, бир турдаги тензоўлчагичларнинг характеристикалари ҳар хил ва тўғри чизиқли эмас.

VII.4. §. ТЕЗЛИКНИ ЎЛЧАШ

Турли технологик жараёнларни автоматлаштиришда тезликни ўлчаш асбоблари кенг қўлланилмоқда, бу жараёнларда машина ва механизмлар қисмларининг айланишлар сонини ўлчаш ҳамда назорат ёки бошқариш системасига берилган миқдордаги айланишларга етганда команда (буйруқ) бериш талаб қилинади. Бурчак тезликни ўлчовчи асбоблар — тахометрлар ишлаш принципага кўра механик, стробоскопик, магнитоиндукцион, электрик ва электронли бўлади. Тахометрлар кўрсатишларни (маълумотларни) масофага узатувчи ва маълумотларни бевосита жойда кўрсатувчи турда ишлаб чиқарилади. Асбоблар ўлчаш объектига улаш усулига кўра турли хил конструкцияда ясаллади. Механик ва стробоскопик тахометрлар автоматлаштириш системаларида чекланган тарзда қўлланилади, шу муносабат билан мазкур дарсликда улар қараб чиқилмайди.

Магнитоиндукцион тахометрлар технологик жараёнларни автоматлаштириш системаларидаги механизмлар ва машиналар қисмларининг айланишлар сонини ҳам маҳаллий ўлчаш учун, ҳам масофадан ўлчаш учун кенг қўлланилади. Масофадан туриб ўлчайдиган магнитоиндукцион тахометрларнинг ишлаш принципи объект валининг айланиш частотасини бирламчи ўзгарткич томонидан валнинг айланиш частотасига пропорционал частотали электр юритувчи кучга айлантиришга ҳамда уч фазали тоқлар системасининг айланувчи магнит майдонини вужудга келтириш хоссасига асосланган. Конструкцияси жиҳатидан ўзгарткич ўзгармас магнитли уч фазали ўзгарувчан тоқ генераторидан иборат. Кучланиш генератордан кўрсатувчи асбобга келади, унда эса қабул қилгич (приёмник) сифатида доимий магнитларни айлантирувчи синхрон двигателъ қўлланилган. Айланиш частотасининг стрелканинг бурчак силжишига ўзгартириш магнитоиндукцион ўлчов узели (бўгини) воситасида амалга оширилади, бўгинининг ишлаши эса

айланувчи доимий магнитлар магнит майдонининг шу майдонинг металл диска йўналтирган индукцион тоқлар билан ўзаро таъсирга асосланган. Бундай ўзаро таъсир натижасида стрелка билан боғлиқ дискнинг айланиш моменти юзага келади, бу момент магнитларнинг айланиш частотасига пропорционалдир, диск қарши таъсир кўрсатувчи пружина ёрдамида мувозанатга келтириб турилади.

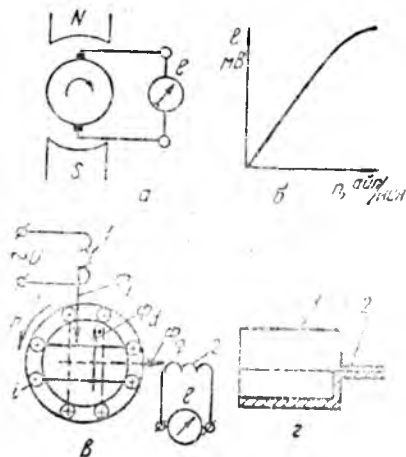
Узоқ масофага узатмайдиган тахометрларда механизм валининг айланиши доимий магнитлар монтаж қилинган асбоб валига бевосита узатилади.

Магнитоиндукцион тахометрлар айланиш тезлигини ўлчашнинг ишчи оралиғи доирасида 1% гача аниқликда ўлчашга имкон беради, шкаланинг қолган қисмида эса ўлчашнинг юқори чегарасидан кўпи билан 1,5% аниқликда ўлчашга имкон беради.

Электр тахометрлар механизм ва машиналар валларининг айланиш частотасини масофадан туриб ўлчаш имконини беради. Тахометрларда датчик сифатида ўзгарувчан ва ўзгармас ток генераторларидан фойдаланилади, кўрсатувчи асбоблар сифатида эса шкаласи тегишлича градусларга ажратилган стрелкали электр ўлчов асбобларидан фойдаланилади. Тахометрлар вал механизмлари билан бикр уланади ёки турли хил конструкциядаги улаш муфталарни орқали уланади. Йўқўйиладиган хато ўлчамининг юқори чегарасидан 1,5% бўлади. Тахометр атрофидаги ҳавонинг ҳарорати $10 \div 60^\circ\text{C}$ бўлганда ва нисбий намлик 80% гача бўлганда ишлашга мўлжалланган.

Технологик машиналарнинг айланиш (бурчак) тезликларини ўлчаш учун кичик қувватли ўзгармас ёки ўзгарувчан ток машиналари — тахогенераторлардан фойдаланилади (7.6-расм). Тахогенераторнинг вали технологик машиналар валига механик боғланган бўлиб, ундан чиқадиган сигнал — электр юритувчи куч (ЭЮК) технологик машина ва механизмларнинг айланиш тезлиги n га мутаносиб бўлади.

Ўзгармас ток тахогенераторининг схемаси 7.6-расм, а да кўрсатилган. Ундан олинadиган электр юритувчи куч (ЭЮК).



7. 6- расм. Тахогенераторлар:

а, б — ўзгармас ток тахогенератори ва унинг характеристикаси; в, г — ўзгарувчан ток тахогенератори ва унинг стакансимон ротори; 1 ва 2 — статор чулғамлари

$$e = C_e \cdot n \quad (7.18)$$

Коллектор билан чўтка орасидаги қаршиликнинг ўзгарувчанлиги тахогенератордан чиқувчи сигнал e нинг қийматига таъсир қилади. Иш вақтида тахогенератордан чиқадиган овознинг юқорилиги, габарит ўлчамлари ва массасининг катта бўлиши тахогенераторнинг асосий камчиликлари ҳисобланади.

Бундай камчиликлардан бир мунча ҳоли бўлганлиги учун ҳозирги пайтда ўзгарувчан (асинхрон, синхрон) ток тахогенераторлари кенг қўлланилмоқда.

7.6-рasm, *в* да асинхрон тахогенераторнинг тузилиш схемаси кўрсатилган. Асинхрон тахогенератор статорида ўзаро 90° га бурилган икки чулғам ўрнатилган. Биринчи чулғам *1* ўзгарувчан ток манбаига уланади. Иккинчи чулғамдан олинadиган ЭЮК эса тезликни ўлчаш учун хизмат қилади. Тахогенераторнинг ротори *1* жез ёки алюминийдан стакансимон қилиб ясалган бўлиб, унинг вали *2* стаканнинг туб томонида бўлади (7.6-рasm, *г*).

Статорнинг манбага уланган чулғамида ҳосил бўладиган пульсацияланувчи оқим Φ_1 ротор деворларида индукцияланадиган ўзаро 90° бурчакка бурилган икки хил ток ва улар туфайли вужудга келадиган Φ_d ва Φ_q оқимларни ҳосил қилади. Тахогенераторнинг иккинчи чулғамида индукцияланадиган ЭЮК миқдори роторнинг айланиш тезлиги n га мутаносиб ($\Phi_q = \text{const}$) бўлгани учун

$$e_q = C_e \cdot n \quad (7.19)$$

бўлади. Бундай ЭЮК ни кўрсатувчи милливольтметр шкаласидан технологик машинанинг айланиш частотаси (тезлиги) n аниқланади.

Электрон тахометрлар механизм ва машиналар қисмининг чиқарилади (конструктив жиҳатдан бажарилганига боғлиқ бунда ахборот рақамли индикаторга ёки аналогли асбобга чиқарилади (конструктив жиҳатдан бажарилганига боғлиқ ҳолда), шунингдек, берилган айланишлар сонига етганда электр сигнаolini олиш учун мўлжалланган. Ишлаш принципи берилган барқарор вақт оралиғида бирламчи ўзгарткичдан чиқадиган импульслар сонини электрон қурилма ёрдамида санашга асосланган.

Бирламчи ўзгарткич ўзгарувчан токни кучайтирувчиси бўлган магнитоэлектрик ўзгарткичдан иборат. Назорат қилинаётган объектнинг валида маҳкамланган ферромагнит материалдан ясалган тишли диск айланганда бирламчи ўзгарткичнинг чулғамида ўзгарувчан кучланишли импульслар пайдо бўлиб, улар кучая боради ва тахометрнинг электрон блокига келади. Импульсларнинг частотаси тишли дискнинг айланиш частотасига пропорционал, демак, назорат қилинаётган объектнинг айланиш частотасига ҳам пропорционал бўлади. Электрон блокига келаётган импульсларнинг ўзгариши ўлчанган айланиш частотасининг зарур тарзда ахборот беришини таъминлашга имкон беради, шунингдек, берилган айланишлар сонига

етганда электр сигнали агрегати томонидан бошқариш системасига сигнал беришга ва чиқаришга имкон беради.

Айланиш тезликларини ўлчаш оралиқлари 2—4000 ай/мин. Асосий ўлчашнинг йўл қўйиладиган хатолик чегараси кўп билан 0,5%. Тахометр атроф ҳавосининг ҳарорати 10—50°C бўлганда ва нисбий намлик 80% гача бўлганда ишлаш учун мўлжалланган.

VIII б.б. СИГНАЛ ЎЗГАРТКИЧЛАР, МАСОФАГА УЗАТИШ СИСТЕМАЛАРИ ВА ИККИЛАМЧИ АСБОБЛАР

VIII.1-§. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Ҳар қандай ўлчаш қурилмасида ўлчаш ахборотини ўзгартириш зарурлиги назарда тутилади. Шу ишни бажарадиган элементлар ўлчаш ўзгарткичлари дейилади. Қиришига ўлчанаётган физик катталиқ келадиган ўзгарткич бирламчи ва ўлчаш сигналларини ўзгартишни амалга оширадиганлари оралиқ ўзгарткич деб юритилади.

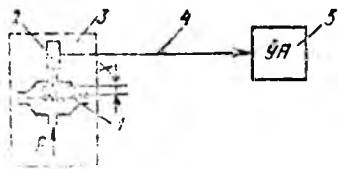
Технологик параметрларни ўлчаш учун қурилган кўпгина замонавий қурилмалар бирламчи ўзгарткич, иккиламчи асбоб ва уларни уловчи алоқа линияларидан ташкил топган системалардан иборат.

Бирламчи ўзгарткич ўлчаш жойига яқин ўрнатилади. У назорат қилинаётган муҳит таъсирида бўлади ва ўлчанаётган катталиқни бошқа физик табиатга эга бўлган (электрик, пневматик, гидравлик) алоқа йўллари бўйича бошқариш шчитига ўрнатилган иккиламчи асбобга узатиш учун қулай бўлган сигналга ўзгартишга мўлжалланган.

Умумий кўринишда бирламчи ўзгарткич сезгир элементдан ва узатувчи ўлчаш ўзгарткичидан иборат бўлади. Сезгир элемент ўлчанаётган параметрни қабул қилади ва уни бошқа физик табиатли сигналга ўзгартади. Агар бу сигнал масофага узатишга қулай бўлса, унда у алоқа линияси бўйича иккиламчи асбобга узатилади ва у билан ўлчанади.

Агар сезгир элемент ўлчанаётган катталиқни масофага узатиш мумкин бўлмайдиган физик катталиққа, масалан, силжиш ёки кучга ўзгартса, унда оралиқ ўзгарткични қўллаш зарурати туғилади. Бу ўзгарткич

катталиқни (силжиш ёки кучни) электр ёки пневматик сигналга ўзгартади, кейин бу сигнал алоқа линияси бўйича иккиламчи асбобга узатилади. Мисол сифатида 8.1-расмда босим ўлчаш комплектининг схемаси келтирилган. *P* босим ўзгарганда мембрана *1* (сезгир элемент) эгилади, бунда унинг



8.1- расм. Босимни ўлчаш учун ўлчаш комплекти схемаси.

марказининг силжиши X статик характеристика $X=f(p)$ га мос равишда босим билан бир қийматли боғланган бўлади. Агар бундай асбоб фақат кўрсатувчигина бўлса эди, унда босимни аниқлаш учун стрелкани мембрана маркази билан кинематик алоқа ёрдамида улаш етарли бўларди. Босимни масофадан ўлчашда механик катталикни — X силжишни, уни алоқа линияси 4 бўйича иккламчи асбоб 5 га узатиш учун, пропорционал электр сигналга ўзгартиш зарурати туғилади. Бу ўзгартиш бирламчи асбоб 3 нинг оралиқ ўзгарткичи 2 ёрдамида бажарилади.

Чизиқли силжишни унификацияланган чиқиш сигналига ўзгартиш учун дифференциал-трансформаторли ва магнит компенсацияли ўзгарткичлар кенг қўллана бошланди. Бурчак силжишларни ўзгартиш учун ферродинамик ва частотали, кучларни ўзгартиш учун куч компенсацияли (электр ва пневматик) ўзгарткичлар қулай. Ўзгарткич тури ўзгартирилаётган сигналнинг кўриниши ва алоқа линияси бўйича узатиладиган сигналнинг берилган кўринишига боғлиқ (ток, кучланиш, босим ва ҳ.)

Замонавий ўзгарткичлар ва асбобларнинг муҳим хусусияти уларнинг чиқариш сигналларининг унификацияланганидир. Бу ўлчов воситалари ўзаро алмашинувчанликни, марказлаштирилган назорат қилишни тامينлайди ва иккламчи асбоблар номенклатурасини қисқартишга имкон беради.

Ўзгармас токнинг унификацияланган чиқариш сигналига эга бўлган ўзгарткичлар энг истиқболлидир. Шу билан бирга ўзгармас ток кучланишининг чиқиш сигналига, частотали электр чиқиш сигналига эга бўлган ўзгарткичлар ҳам қўлланилади. Ўзгарувчи токнинг чиқиш сигналига эга бўлган ўзгарткичлар кенг қўлланыпти. Бундай сигнал ё ўзаро индукциянинг ўзгариши кўринишида ёки ўзгарувчан ток кучланишининг ўзгариши кўринишида намоён бўлади. Кимё саноатида унификацияланган пневматик чиқиш сигналига эга бўлган ўзгарткичлардан фойдаланилади.

Кейинги йилларда саноат асбоблари ва автоматлаштириш воситаларининг Давлат системаси яратилган бўлиб, у блок-модуль принципи бўйича тузилади ҳамда пневматик, гидравлик, электрик (токли, кучланишли, частотали ва импульсли) кириш ва чиқиш сигналларига эга бўлган асбобларни бирлаштирувчи тармоқларга бўлинади. Улар учун унификацияланган қийматлар белгиланган бўлиб, технологик жараёнларни назорат қилиш, созлаш ва бошқаришнинг турли-туман системаларини техник воситалар билан таъминлаш муаммоларини энг қулай усул билан ҳал этиш имконини беради.

Блокли принципдан фойдаланиш асбобларнинг универсал қўлланиш чегарасини кенгайтириш имконини беради ва уларни текширилган узелларнинг минимал сондагисини алмаштиришда энг кўп сондаги параметрларни ўлчашга яроқли ҳолга келтиради.

Ишлатишда фақат бир турдаги энергиядан фойдаланадиган қурилмалар ўлчаш асбобларининг ягона структурали тармоғини ташкил этади.

Пневматик тармоқдаги асбоблар осон ёнадиган ва портлайдиган муҳитларда беҳавотир қўлланиши: оғир шароитли ишларда, айниқса агрессив муҳитда ишончлилиги юқорилиги билан характерланади. Уларни осонгина бирини иккинчиси билан алмаштириш мумкин. Аммо пневматик асбоблар технологик жараёнлар катта тезликни талаб этганда ёки сигналларни узоқ масофага узатишда электр асбоблардан қолиб қоллади.

Гидравлик ўлчаш асбоблари катта зўриқишларда ижрочи механизмларнинг аниқ силжишини аниқлашга имкон беради. Амалда автоматик системаларда уларнинг тармоқларини турли комбинацияларда ёки алоҳида қурилмаларини биргаликда қўллаш анча самаралидир.

Электр асбоблар тармоқларидан ташкил этилган автоматлаштирилган бошқариш системалари қуйидаги афзалликларга эга. Электр системага юқори сезгирлик ва аниқлик, тезкорлиги узоқ масофалар билан алоқа боғлашга имкон беради, асбобларнинг схема ва конструкцияси жиҳатидан юқори унификациясини таъминлайди. Ярим ўтказгич техникадан интеграл схемаларни қўллашга ўтиш асбобларнинг габаритларини ва оғирлигини камайтиришга олиб келиш билан бирга уларнинг мустақамлигини ошириш ва функционал имкониятларини кенгайтиришга имкон туғдиради. Бошқаришнинг замонавий автоматлаштирилган системаларида электроникани қўллаш айниқса назорат ўлчов асбоблари гуруҳида муҳим аҳамият касб этади чунки уларнинг бошқариладиган электрон ҳисоблаш машиналари билан бевосита алоқасини таъминлаш имконини беради.

Саноат асбоблари ва қурилмалари орасида информация боғланишини таъминлаш учун унификацияланган сигналлар (УС) ишлатилади. УС нинг унификацияланган параметри дефиницияланди. Унинг ахборот элтувчи параметри, яъни ўзгармас ёки ўзгарувчи ток кучи, кучланиш, частота, код, пневматик сигнал ҳавосининг босими тушунилади.

Унификацияланган параметрларнинг турига қараб УС ларнинг тўрт гуруҳи мавжуд:

- 1) электрик узлуксиз ток ва кучланиш сигналлари;
- 2) электрик узлуксиз частотали сигналлар;
- 3) электрик кодланган сигналлар;
- 4) пневматик сигналлар.

Электрик узлуксиз ток ва кучланиш сигналларидан турли узлуксиз ўзгарувчи физик катталарнинг сон қийматларини тасвирлаш учун фойдаланилади. Ахборот параметри турига қараб УС нинг шу гуруҳи ўзгармас токнинг ток сигнали, ўзгармас токнинг кучланиш ёки ўзгарувчи токнинг кучланиш сигналдан иборат бўлиши мумкин.

Ўзгармас ток кириш ва чиқиш сигналларининг ўзгариш чегаралари қуйидагича:

$$0 - 5mA; - 5 - 0 - + 5mA; 0 - 20 mA; \\ - 20 - 0 - + 20mA; - 100 - 0 - + 100 mA$$

Ўзгармас ток кучланиши кириш ва чиқиш сигналларининг ўзгариш чегаралари қуйидагича:

$$0 - 10 mB; - 10 - 0 + 10 mB; 0 - 20 mB; - 20 - 0 - + 20 mB; \\ 0 - 50 m B; 0 - 100 m B; 0 - 1 B; - 1 - 0 + 1 B; \\ 0 - 10 B; - 10 - 0 + 10 B.$$

Ўзгарувчан ток (50 ёки 400 Гц частотали) кучланиш сигналларининг номинал ўзгариш чегаралари:

$$0,25 - 0 - 25 B; 0 - 0,25 B; 1 - 0 - 1 B; 0 - 2 B$$

Электрик узлуксиз частотали сигналлар физик катталиқ ҳақидаги ахборотни элтувчи сигналнинг унификацияланган параметри сифатида ўзгарувчи ток частотасидан ёки импульслар частотасидан фойдаланилади.

Тўғун режимда частотали чиқиш сигналларининг номинал қийматлари қуйидаги катталиқларга эга бўлиши мумкин: 0,6; 1,2; 3; 4; 6; 8; 12; 24; 48; 60; 110 ёки 220 В

Узлуксиз частотали кириш сигналли ўлчов асбоблари амплитудаси қуйидаги диапазонларнинг бирида бўлган сигналларни қабул қилишга мўлжалланган: 2,5 — 10; 10 — 40; 40 — 160; 160 — 600 мВ; 0,6—2,4; 2,4—12 В; 12—36 В; 36—120 В.

Электрик кодланган сигналлардан турли хил электрон ҳисоблаш ва бошқариш машиналарида, рақамли автоматика ва телемеханиканинг рақамли қурилмаларида фойдаланилади. Функционал асбоб ва системаларда катталиқлар қиймати саккизга қарарли иккилик хоналарда (байтларда) тасвирланади.

Пневматик сигналлар шу гуруҳ УС дан ўзгарткичлар, иккиламчи асбоблар, функционал ва тўғриловчи блоклар ҳамда ижрочи қурилмалар орасида ахборот узатишда фойдаланилади. Пневматик чиқиш сигналлари ўзгаришининг иш диапазони таъминлаш босимининг номинал қиймати 140 кПа бўлганда 20—100 кПа чегарасида бўлади.

Нормаллаштирувчи (меъёрлаштирувчи) оралиқ ўзгарткич табиий чиқиш сигнаolini унификацияланган сигналга ўзгартиради. Оралиқ ўзгарткичлар алоҳида мустақил қурилмалардан иборат. Уларнинг ишлаш принципи мазкур дарсликнинг II бобидаги 2,4 ва 2,5-§ ларида келтирилган.

Асбобсозлик системасида ўзаро алмашинувчан пневматик ва электр ўзгарткичларнинг блок туридаги ўзгарткичлар катта қатори ишлаб чиқилган. Шундай турдаги ўзгарткичлар катта сондаги турли ўлчанаётган параметрларни нисбатан соддалик

ва етарли аниқлик билан битта чиқариш катталигига — кучга ўзгартиради.

Унификацияланган ўзгартичларнинг аниқлик синфи 0,6; 1,0 ва фақат баъзилари учунгина 1,6; 2,5.

VIII.2- §. ЭЛЕКТР ЎЗГАРТКИЧЛАР

Ноэлектр каталикларни электр чиқиш сигнаliga ўзгартиш ва кўрсатишларни масофага узатиш учун куч компенсацияли ўзгартичлар, силжиш компенсацияли ўзгартичлар ва частотали ўзгартичлар энг кўп қўлланчлади.

Куч компенсацияли ўзгартичлар бирламчи асбоб сезгир элементининг кучини 0—5 ёки 0—20 мА ли ўзгармас токнинг унификацияланган сигнаliga ўзгартишга мўлжалланган.

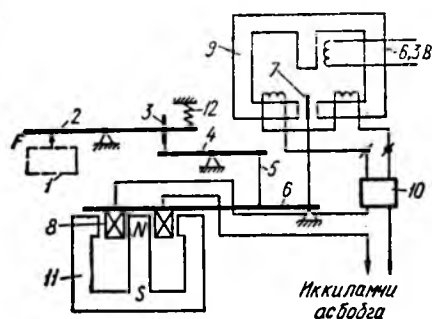
Электр-куч ўзгартичларнинг ишлаши кучни компенсациялаш принципига асосланган: сезгир элемент томонидан ўлчанаётган катталик таъсирида ҳосил қилинган куч шу сезгир элементга тескари алоқа қурилмаси томондан таъсир этадиган куч билан мувозанатлашади.

Ўлчаш системаси аналог шохобчасининг электр ўзгартичларида электр-куч ўзгартичларнинг икки туридан фойдаланилади: куч ва чиқиш сигнали орасида тўғри пропорционаллик (чизиқли) муносабатни таъминлайдиган чизиқли ўзгартичлар ва чиқиш сигнали куч қийматидан олинган квадрат илдизга пропорционал бўлган квадратик ўзгартичлар. Квадратик ўзгартичлардан дифманометрларда — сарф ўлчагичларда фойдаланилади. Улар чиқиш сигнаlinesи ўлчанаётган суyoқлик ва газ сарфига тўғри пропорционал ўзгарадиган ўзгармас ток кўринишида олишни таъминлайди. Ўзгартичлар алоҳида блок кўринишида ясаладиган УП-20 турли кучайтиргич билан комплектланади.

Чизиқли ва квадратик ўзгартичлар фақат куч механизми қурилмаси билан фарқ қилади.

Куч компенсацияли электр аналог ўзгартичнинг принципиал схемаси 8.2-расмда кўрсатилган.

Ўлчанаётган параметр ўлчаш блоки 1 нинг сезгир элементига (масалан, манометр мембранасига) таъсир кўрсатади ва F пропорционал кучга айланади, бу сигнал ричаг 2 га узатилади. Ричагнинг ролик 3, оралиқ ричаг 4 ва лентали тортқи 5 орқали бурилиши компенсацион ричаг 6 га узатилади. Компенсацион ричагга дифференциал трансформаторли индикаторнинг ўзаги 7 ва магнитоэлектр куч механизмининг галтаги 8 ўрнатилган. Ярмо 9



8. 2- расм. Кўп компенсацияли электр аналог ўзгартичи.

иккиламчи чулгамларининг бир-бирига қараб уланиши натижа-
сида ҳосил бўлган занжирдаги мувозанат ўртача ҳолатдан чет-
га чиқади, саноат частотали ўзгарувчан ток сигнали пайдо бў-
лади. Бу сигнал электрон кучайтиргич 10 га келади. Кучайган
ва тўғрилланган сигнал масофага узатиш линиясига ва шу билан
бирга, линия билан кетма-кет боғланган мувозанат индикато-
рининг ғалтаги 8 га (тескари боғланиш) келади. Ғалтак 8 даги
ток ҳосил қилган магнит майдон билан доимий магнит 11 ўр-
тасидан ўзаро таъсир натижасида ричаг 6 да куч пайдо бўлади,
бу куч ўлчанаётган кириш (масалан, босим ўзгариши натижа-
сида) кучини мувозанатлайди. Асбобнинг ноль нуқтаси пружи-
на 12 орқали созланади. Асбобни ўзгарткичнинг берилган ўлчаш
диапазонига созлаш учун ролик 3 ва лентали тортқи 5 ни сил-
житилади.

Куч компенсацияси принципи шу схемага нисбатан қуйидагидан
иборат: мувозанат пайтида сезгир элемент ҳосил қилган куч F унга
тесқари алоқа томонидан таъсир этадиган куч F_m га тенг.

Чизиқли ўзгарткичда доимий магнит 11 билан ғалтак 8 дан
ўтаётган ток ҳосил қиладиган магнит майдони орасидаги ўз-
аро таъсир шу токка пропорционал бўлган, ричаг системаси
орқали кириш кучини мувозанатлаштирадиган куч ҳосил қи-
лади, яъни

$$F_m = K \cdot I_{\text{чик}} \quad (8.1)$$

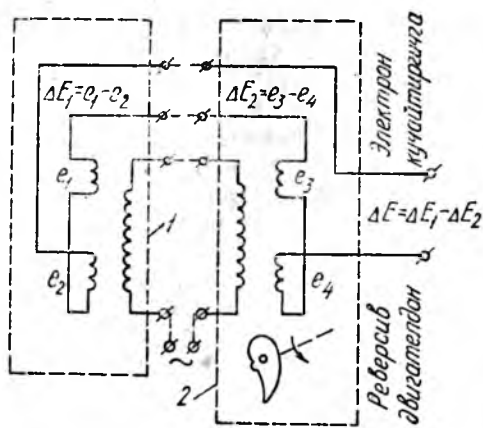
бунда F_m — тескари алоқа томонидан таъсир этадиган куч; K — ўзгармас коэф-
фициент; $I_{\text{чик}}$ — чиқиш токи.

Квадратик ўзгарткичда тескари алоқа куч F_m билан чиқиш сиг-
нали $I_{\text{чик}}$ орасидаги ўзаро таъсирлашув магнитоэлектр механизм
ўрнига электромагнит куч механизмини қўллаш ёрдамида таъми-
нианади. Бу ҳолда тескари алоқа кучи билан чиқиш сигнали орасидаги
муносабат қуйидаги кўринишда бўлади:

$$F_m = K \cdot I_{\text{чик}}^2 \quad (8.2)$$

УП-20 туридаги ярим ўтказгич кучайтиргич номувофиқлаш-
тириш индикатори сигналини ўзгармас электр токи сигнаliga
ўзгартиради. Сигнални масофага узатиш 10 км га етиши мум-
кин. Ўзгарткичга уланадиган иккиламчи асбобларни икки гу-
руҳга бўлиш мумкин: ўзгармас токнинг унификацияланган
сигналидан ишлайдиган (миллиамперметрлар) ва ўзгармас
кучланиш сигналидан ишлайдиган асбоблар (вольтметрлар,
потенциометрлар, марказий назорат ва бошқаришнинг электр
машиналари).

Силжишни компенсациялаш схемаси бўйича қуриладиган
электр аналог ўзгарткичларидан ноэлектр катталикларни
электр чиқиш сигнаliga ўзгартириш ва кўрсатишларни масо-
фага узатиш учун дифференциал-трансформаторли, ферроди-
намик, магнитомодуляцияон ва сельсинли ўзгарткичлар энг кўп
тарқалган.



8. 3- рiсм. Дифференциал- трансформаторли ўзгартгич схемаси.

такдан иборат. Улардан бири бирламчи киламчи асбоб 2 га жойлаштирилган. Ғалтакларни бирламчи чулғамлари кетма-кет улашиб, электрон кучайтиргич куч трансформаторининг чулғамидаги ўзгарувчан ток кучланишидан таъминланади. Иккиламчи чулғамлар бир-бирига йўналган ҳолда улашиб, чиқишлари электрон кучайтиргичга қаратилган. Ғалтаклар ичида темир ўзақлари ўртача ҳолатда бўлса, ғалтакдаги e_1 ва e_2 ЭЮК лар тенг бўлади, яъни $\Delta E_1 = e_1 - e_2 = 0$ ва $\Delta E_2 = e_3 - e_4 = 0$, демак, $\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2$ кучайтиргич киришидаги фарқ ҳам нолга тенг бўлади.

Ўзақлар ҳолати ўзгарганда ғалтакларда катталиги ва фазаси бирламчи асбоб ғалтагидаги ўзақ силжишининг кучланишига боғлиқ бўлган нобаланс кучланиш вужудга келади. Нобаланс кучланиш электрон кучайтиргич орқали реверсив двигателни бошқариш учун керак бўлган миқдоргача кучаяди. Реверсив двигатель профилланган диск ёрдамида иккиламчи асбоб ғалтаги ўзагини, бирламчи асбоб ғалтаги ўзаги билан мувофиқлаштирилган ҳолатга силжитади, натижада иккала ғалтакдаги ЭЮК лар тенглашади, бинобарин, мувозанат ҳолати тикланади. Иккиламчи чулғамларнинг ЭЮК и яна нолга тенг бўлади ва реверсив двигатель тўхтайди. Реверсив двигатель иккиламчи асбобнинг стрелкаси ва перо билан боғланган.

Бирламчи асбобнинг ўзағи 5 мм га силжиганда индукцияланган ЭЮК нинг боғланиши чизикли бўлиб қолади. Дифференциал-трансформаторли системаларнинг иккиламчи асбоблари автомат, потенциометрлар асосида қурилган.

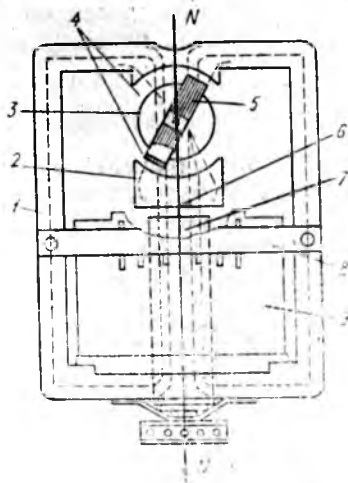
Ўлчаш системасида телеузатишнинг дифференциал-трансформаторли системаси учун иккиламчи асбобларга КСД ва КСУ кирди. Асбобларнинг қуйидаги турлари чиқарилади: жу-

Дифференциал-трансформаторли ўзгарткилардаги бирламчи асбоб ўзагининг силжиши иккиламчи асбоб ўзагининг силжиши билан мувозанатлашади. Дифференциал-трансформаторли ўзгарткилар сарф, босим, сатҳ ва бошқа параметрларни ўлчашда ишлатилади, бунда бу параметрларнинг қиймати бирламчи асбоб ғалтаги ўзагининг силжигишига ўзгартирилади.

Дифференциал-трансформаторли асбоб схемаси (8.3-рiсм) иккита бир хил ғалтак асбоб 1, иккинчиси эса иккиламчи асбоб 2 га жойлаштирилган.

да кичик габаритли кўрсатувчи КПД1, ВМД ва кўрсатувчи ва ўзиёзар КСД1, кичик габаритли кўрсатувчи айланадиган цилиндрик циферблатли КВД1 ва кўрсатувчи ва ўзиёзар КСД2, дисксимон диаграммали КСД3. Ҳамма асбобларнинг аниқлик синфи 1. Иккиламчи асбоблар ё қўшимча чиқиш ўзгарткичлари ёки бошқарилувчи қурилма билан таъминланиши мумкин. Сарф ўлчagич асбобларда, кўпинча, ичига қурилган интегралловчи қурилмаларда фойдаланилади.

Ферродинамик ўзгарткичларда бурчак силжишлар ўзгарувчан ток ЭЮК нинг пропорционал қийматига ўзгартирилади. Улар босим, сарф, сатҳ ва бошқа катталикларни ўлчашда ишлатилади. Бунда бу катталикларнинг қиймати ферродинамик ўзгарткич рамкасининг бурилиш бурчагига ўзгартирилиши мумкин. Ўзгарткич (8.4-расм) унинг магнит системасини ҳосил қилувчи магнит ўтказгич 1, бошмоқ 2, ўзак 3 ва ҳаракатчан плунжер 7 ҳамда плунжер 7 нинг силжиши вақтида ўзгарадиган иккита ҳалқасимон 4 ва ростанувчи 6 ҳаво оралиқларидан иборат. Ғалтак 9 да саноат частотали ўзгарувчан токдан таъминланувчи уйғотиш чулғами жойлашган. Бу ғалтак ҳосил қилган магнит оқими уйғотиш чулғамига ўралган силжиш чулғами ва ўзгарткичнинг айланувчи рамкачаси 5 да ЭЮК индукциялайди. Рамкача силжиш ва уйғотиш чулғамларининг учлари клеммали панель 8 га чиқарилган.



8. 4- расм. Ферродинамик ўзгарткич схемаси.

Рамкача жойлашган ҳаво оралиғида радикал магнит оқими бор. Рамкача нейтрал ҳолат чизиғи NN билан мос келганда магнит оқими рамкачани кесиб ўтмайди ва ундаги ЭЮК нолга тенг бўлади. Рамка NN чизиқдан четга чиққанда ундаги ЭЮК рамкачанинг бурилиш бурчагига пропорционал индукцияланади.

Рамкача 5 бирламчи асбобнинг сезгир элементи билан боғланган. Рамкача нейтрал ҳолатдан четга чиққанда унда ЭЮК индукцияланади:

$$E_p = \frac{\omega}{\sqrt{2}} B \cdot l \cdot r_{\text{ср}} \cdot \varphi, \quad (8.3)$$

бунда ω — токнинг бурчак частотаси; B — магнит индукцияси;

l — рамкачанинг магнит майдони кесиб ўтган ўтказгичи узунлиги;

$r_{\text{ср}}$ — рамкачанинг ўртача радиуси; φ — рамканинг бурилиш бурчаги.

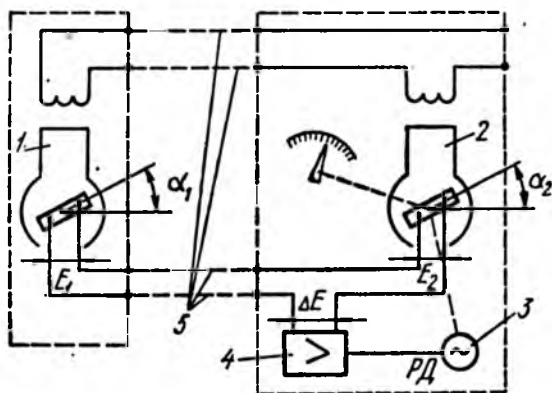
Рамкача ўрамлари сони ва магнит индукцияси ўзгармас бўлган-

да ферродинамик ўзгарткич катталиги E_p бурилиш бурчаги φ га ёки ўлчанаётган параметр қийматига пропорционал, яъни

$$E_p = K \cdot \varphi \quad (8.4)$$

бунда K — ўзгартириш коэффициенти.

Магнит оқимининг катталиги бошмоқ 2 ва қўзгалувчан плунжер 7 орасидаги масофага боғлиқ бўлгани сабабли рамкача ва силжиш чулғами ЭЮК ини ҳаво оралиғини ростлаш йўли билан ўзгартириш мумкин.



8.5- расм. Масофага узатиш ферродинамик системасининг принципиал схемаси.

Масофага узатиш ферродинамик системасининг ишлаш принципи ПФ датчикларни ишлатишга асосланган. Бу усул бирламчи асбоб датчигидан олинган ЭЮК ни иккиламчи асбоб ферродинамик ўзгарткичнинг ЭЮКи билан компенсациялашдан иборат. Ферродинамик система (8.5- расм) ўлчаш асбобининг узатувчи ўзгарткичи (датчик) 1, алоқа линияси 5 ва иккиламчи асбоб элементлари бўлган ўзгарткич 2, электрон кучайтиргич 4 ва реверсив электр двигатель 3 дан иборат. Ферродинамик ўзгарткич 1 ва 2 ларнинг рамкачалари кетма-кет уланган, улардаги ЭЮК лар бир-бирига қарама-қарши, шунинг учун электрон кучайтиргич 4 киришига иккала датчик ЭЮК ларининг фарқи $E = E_1 - E_2$ узатилади.

Агар $\Delta E = 0$ бўлса, система мувозанат ҳолатида бўлади. Агар ўзгарткич 1 рамкачасининг ҳолати ўлчанаётган параметр таъсирида α_1 бурчакка бурилса, ЭЮК ҳам ўзгариб, E_1 га тенг бўлиб қолади, системанинг мувозанати бузилади, кучайтиргич 4 киришига ΔE ЭЮК узатилади, бу катталик кучайиб, электр двигатель 3 га узатилади. Электр двигатель иккиламчи асбоб рамкачасини бурчаклар a_1 ва a_2 тенглашгунча силжитади (E_1 ва E_2 ЭЮК лар ҳам тенглашади).

Ферродинамик ўзгарткичлардаги индукцияланган ЭЮК нинг рамка бурилиш бурчагига боғланиши чизиқли бўлгани сабабли, улар дифференциал-трансформаторли ўзгарткичларга исбатан катта ўлчаш чегараларига эга. Масофага узатиладиган ферродинамик ўзгарткичлар ўзларининг ишончилиги, ишатилиши содда ва қулайлиги, универсаллиги, юқори метрологик характеристикаларга кўра кенг тарқалган.

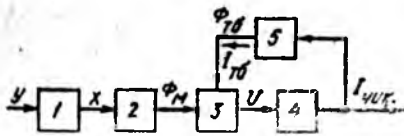
Саноатда қуйидаги турдаги ўзгарткичлар чиқарилади: ПФ — ферродинамик ўзгарткичлар; ПФФ — ферродинамик функционал ўзгарткичлар; ПФФ-К — ферродинамик функционал коррекциялик ўзгарткичлар.

ПФФ ва ПФФ-К турдаги ўзгарткичларда ПС, ПФ, ПП ва БД турдаги чиқиш ўзгарткичларининг борлиги ўлчанаётган катталikka пропорционал бўлган электр ва пневматик сигналларни беришга имкон беради.

Торли (симли) чиқиш ўзгарткичи ПС частотали сигнал олишга имкон беради. Ундан интегралловчи қурлмаларда ахборотни рақамли автоматиканинг турли қурилмаларига, бошқарилувчи ва ҳисоблаш машиналарига киритиш учун фойдаланилади. Ферродинамик чиқиш ўзгарткичи ПФ ушбу ПФФ ва ПФФ-К турдаги ўзгарткичларни турли ҳисоблаш системаларида, телеўлчаш ва бошқариш системаларида қўллашга имкон беради. Пневматик чиқиш ўзгарткичи ПП ўзгарткичлар билан пневматик аппаратура орасида боғланишни амалга ошириш, ахборотни пневматик рақамли — ечувчи ва бошқариш машиналарига киритиш, шунингдек, пневматик қурилмалар қўллашни талаб этадиган алоҳида схемалар билан алоқа ўрнатish имконини беради. Чиқиш сельсини БД нинг борлиги ўзгарткичлар билан сельсинлар орқали ишлайдиган қурилмали ўзгарткичлар орасида дўстанцион узатиш учун алоқани амалга оширишга имкон беради.

Магнитомодуляцион ўзгарткичлар (магнит компенсацияли узатувчи ўзгарткичлар) нинг иши магнит оқимларини компенсациялашга асосланган. Магнитомодуляцион ўзгарткичлар бирламчи асбоб сезгир элементининг чизиқли силжишини ўзгармас токнинг унификацияланган чиқиш сигналига ўзгартириш учун мўлжалланган. Бундай ўзгарткичларнинг ишлаш принципи қуйидагидан иборат: махсус қурилма — индикаторда ҳосил қилинадиган бошқарувчи магнит оқими ҳаракатдаги элемент ўзгармас магнитнинг (бирламчи ўзгарткичнинг сезгир элементи билан силжитиладиган) силжишида шу индикаторда тескари алоқа токи ёрдамида ҳосил қилинадиган магнит майдони билан компенсацияланади. Бунда чиқиш токи ва қўзғалувчан элементнинг силжиши ва, демак, ўлчанаётган катталик қиймати орасида маълум муносабат ўрнатилади.

Ўзгарткичнинг структура схемаси 8.6-расмда келтирилган. Бирламчи ўзгарткичнинг қайишқоқ сезгир элементи 1 ўлчанаётган катталик U ни ўзгарткич 2 ўзгармас магнитининг чизиқли силжиши X га ўзгартиради. Магнитнинг силжишида бошқарувчи магнит оқими



8. 6- расм. Ҷзгарткичнинг магнит компенсацияли структурали схемаси.

чиқиш токи сигнали $I_{чнк}$ га ӯзгартирилади.

Чиқиш токи $I_{чнк}$ масофадаги узатиш линиясига ва бир вақтда тескари алоқа қурилмаси 5 га боради, унинг чиқиш токи $I_{т.я}$ магнит оқими Φ_M ни компенсация қилувчи магнит оқими $\Phi_{т.б.}$ ни ҳосил қилади. Шундай қилиб, ӯлчанаётган катталик U ни орттиришганда магнит силжиши λ ортади, бошқариш магнит оқими Φ_M ортади ва, демак, Φ_M ни компенсация қилувчи магнит оқими $\Phi_{т.б.}$ ни пайдо қилиш учун катта чиқиш токи $I_{чнк}$ ва тескари алоқа токи $I_{т.б.}$ зарур бўлади.

Тескари алоқа қурилмаси 5 ӯзгарттиришнинг зарур қонуни $I_{чнк} = f(y)$ ни топиш имконини беради. Бу муносабат ё чизикли, ёки квадратик бўлиши мумкин.

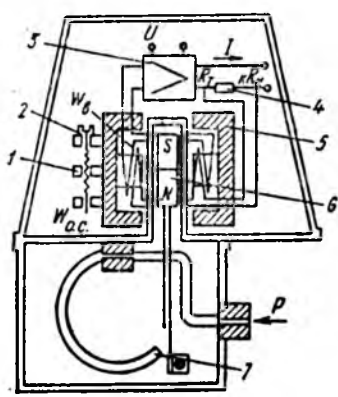
Магнит компенсацияли ӯзгарткичнинг принципал схемаси 8.7 расмда кўрсатилган. Ҷзгарткичда ӯлчанаётган параметр (масалан босим) сизгир элемент (масалан, бир ӯрамли найчасимон пружина 7 билан ӯзгармас магнит 6 силжишига ӯзгартирилади. U магнит оқими Φ_M кўринишида бошқариш таъсирини ҳосил қилади.

Бу оқим чиқиш сигнали тескари алоқа чулғамлари $\omega_{т.б.}$ дан ӯзгармас ток $I_{чнк}$ ӯтганда пайдо бўладиган тескари алоқа магнит

оқими $\Phi_{т.б.}$ билан компенсацияланади. Φ_M оқимни ӯзгарттирганда магнитмодуляцияон ӯзгарткич 5 ӯзакларининг магнитланганлиги ӯзгаради ва унинг ω_6 ӯрамларида номувофиқлик сигнали пайдо бўлади. Бу сигнал кучайтириш қурилмаси 4 нинг масофага узатиш линиясига ва бир вақтда тескари алоқа ӯрамасига узатиладиган чиқиш сигнали $I_{чнк}$ ни бошқаради.

Ҷзгарткич чегарасини созлаш учун қаршилиқ 4 ӯзгарттирилади, нолга созлаш учун эса ферромагнит шунт 1 ни 2 винт ёрдамида равон силжитилади.

Магнит компенсацияли ӯзгарткичлар қатор афзалликларга

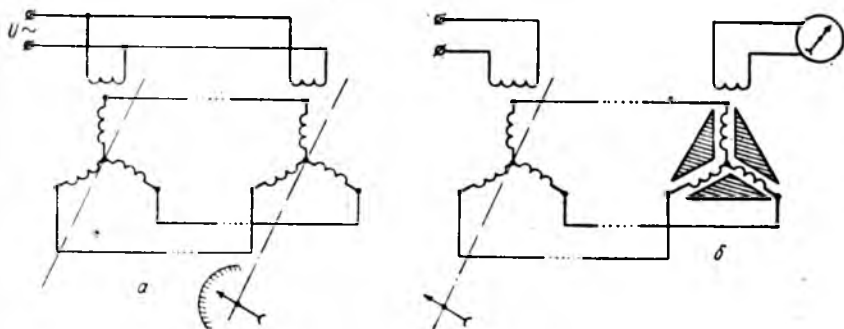


8. 7- расм. Магнит компенсацияли ӯзгарткичнинг блок-принципал схемаси.

эга: бир неча нккиламчи асбобларни битта ўзгарткичга улаш имконига, титрашга нисбатан етарлича юқори турғунликка ва мустаҳкамликка эга. Камчиликлари — температура туфайли хатолиги анча юқори ва кучайтиргичнинг электрон схемаси элементларига зарарли таъсир этувчи муҳитларда ишлай олмайди, шунингдек, сезгир элемент ва магнит оқими индикатори ва хатоликларининг бирламчи ўзгарткич хатолигига таъсири катта. Шу турдаги ўзгарткичлар 1 ва 1,5 синфли бўлади.

Иккиламчи асбоблар сифатида 1 ва 1,5 синфли миллиамперметр ёки АСК системадаги кўп шкалали, тор профилли асбоблардан фойдаланилади.

Юқорида таърифланган кўрсатишларни масофага узатиш системалари бирламчи ўзгарткичлар ҳосил қилган чизиқли ёки бурчакли силжишлар унча катта бўлмаган ҳолларда ишлатилади. Лекин баъзи ҳолларда ўзгарткич чиқиш ўқининг бир неча ўрамида бирламчи асбоб ўзгарткичи сигнаolini ёки бир неча метрга чўзилган силжишларни масофага узатиш керак бўлади. Масалан, сатҳ ўлчагичларда кўрсатишларни масофага узатишда шундай вазифа қўйилади. Бундай масалани сельсинли узатиш йўли билан ҳал қилиш мумкин. Ўзгарувчан токда ишлайдиган сельсинли масофага узатиш ҳам бурчакли силжишларни узатишга мўлжалланган.



8.8- расм. Сельсинли масофага узатиш системасининг принципиал схемаси:

а — индикаторли режим; б — трансформаторли режим.

Узатувчи ва қабул қилувчи сельсинлар сифатида контакт ҳалқаларга эга бўлган синхронланувчи асинхрон электр двигателлар ёки чулғамсиз роторли контактсиз сельсинлар ишлатилади. Узатувчи ва қабул қилувчи сельсинлар роторларининг симметрик ҳолати бузилганда уларнинг чулғамида қийматлари турлича бўлган ЭЮКлар индукцияланади, алоқа сими бўйича мувозанатловчи тоқлар ўтади ва синхронлаш momenti вужудга келади, натижада қабул қилувчи сельсин ротори бурилади. Сельсинларнинг бундай уланиши (8.8- расм, а) индикаторли режим дейилади.

Трансформаторли режимда (8.8-расм, б) қабул қилувчи сельсиннинг ротори тоғрозланган бўлади ва вольтметрнинг кўрсатишлари узатувчи сельсин бурилишига пропорционал ўзгаради. Вольтметр қабул қилувчи сельсиннинг статор чулғамига уланган.

Саноат сельсинларнинг таъминлаш кучланишининг турли, одатда, 50 дан 500 гц гача частоталарига мўлжалланган бир неча турларини чиқараяпти. Контактли сельсинларнинг энг катта камчилиги контакт чўткаларидаги хатоликларга олиб келувчи ва сельсин ишининг ишончилигини камайтирувчи ишқаланишдан иборат.

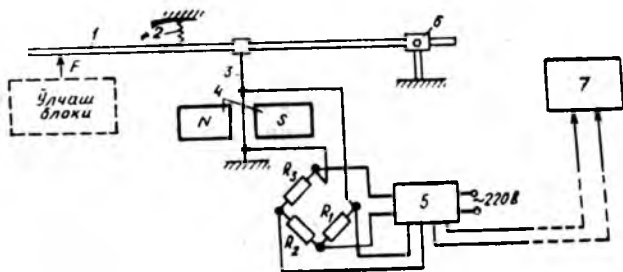
Частотали ўзгарткичлар технологик жараёнларни автоматик назорат қилиш ва бошқариш системаларида кенг қўлланади.

Ўлчаш ахборотини бир хиллаштирилган частотали сигнал билан узатиш системаси бирламчи ўлчаш ўзгарткичлари асосида амалга оширилиб, бунда бирламчи ўлчаш ўзгарткичлари ўлчанаётган технологик параметрни бир хиллаштирилган частотавий сигналга ўзгартиради.

Ўзгартириш параметр \rightarrow куч \rightarrow частота схемаси бўйича юз беради.

Куч частотали ўзгарткичларнинг ишлаш принципи механик кучланишни торли элементнинг кўндаланг тебранишлар частотасига ўзгартиришга асосланган. Ўлчанаётган физик катталиклар ўлчаш асбобининг сезгир элементига таъсир қилиб, физик катталикларга пропорционал бўлган F кучга айланади (8.9-расмда торли частота ўзгарткичнинг принципаал схемаси кўрсатилган). Бу куч эластик стержень (ричаг) 1 ва у билан боғланган торли элемент 3 томонидан қабул қилинади. Ўлчанаётган физик катталик F куч ўзгариши билан эластик стержень ва ўзгармас магнит қутблари 4 орасида жойлашган торли элементда кичик (микронларда ўлчанадиган) деформация ҳосил қилади, натижада торнинг кўндаланг тебранишлар частотаси ўзгаради.

Куч-частота ўзгарткичи резисторлар R_1 , R_2 , R_3 ва R_T қаршиликли тор 3 ёрдамида ташкил этилган кўприкли схемани ифодалов



8.9- расм. Торли частота ўзгарткичи.

чи торли генератор асосида амалга оширилади. Кўприкнинг ўлчаш диагонали 5 электрон кучайтиргичнинг киришига уланган, унинг чиқиши эса кўприк манбаи диагоналига уланган.

Тор доимий 4 магнитнинг қутблари орасига жойлашган. Торнинг пастки учи қўзғалмас асосга бикр маҳкамланган, юқори учи эса — ҳаракатланувчи ричаг 1 га маҳкамланган.

Тордан ўзгарувчан ток ўтганда тор тебрана бошлайди ва унда шаклига кўра синусоидага яқин бўлган ЭЮК индукцияланади. Торда кечадиган физик жараёнларга мувофиқ унинг магнит майдонидаги тебранишларида тебраниш контури кўринишига эга бўлган электр схема 8.10-расмда берилган.

Тебраниш контурининг параметрлари тор параметрлари билан қуйидаги муносабатлар орқали боғланган:

$$L = \frac{B^3 l^3 S}{2\pi^2 F}; \quad C = \frac{2\rho}{B^2 l}; \quad R = \frac{B^2 l}{4\rho v}, \quad (8.5)$$

бу ерда L — эквивалент индуктивлик; B — доимий магнит оралиғидаги (азоридаги) индукция; l — торнинг узунлиги; S — торнинг кўндаланг кесими юзи; F — кучланиш; C — эквивалент ситим; ρ — тор материалнинг зичлиги; v — ҳавога ишқаланиш коэффициенти; R — тебранаётган торнинг динамик қаршилиги.

Эквивалент схемасидаги r қаршилиқ тор ҳаракатсиз бўлганда унинг актив қаршилигини ифодалайди. Тор тебранаётганда соф актив қаршилиқларни ўз ичига олган кўприк схемаси частота боғлиқли элементлари бўлган кўприкка айланади. Маълумки, ўз ўзини уйғотувчи генераторнинг частотаси тебраниш контурининг f_0 хусусий частотаси билан аниқланади, у эса контурининг L индуктивлиги ва C ситими билан қуйидаги кўринишда боғланган: $f_0 = 1/(2\pi \sqrt{LC})$.

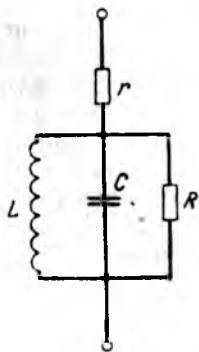
Қараб чиқилаётган генератор учун хусусий тебранишлар частотаси f_0 ушбу

$$f_0 = 0,5 \sqrt{F/(l^2 S \rho)} \quad (8.6)$$

ифода билан аниқланади.

(8.6) тенгламадан генераторнинг хусусий тебраниш частотаси торнинг хусусий тебранишлар частотаси орқали аниқланиши ва таранглиниш кучига боғлиқ бўлиши келиб чиқади. Қараб чиқилган генератор 10^2 — 10^4 Гц частоталар диапазонида ишлайди. Тордан ўтадиган ток 100 мКАдан ошмайди. Тор, одатда, диаметри 0,05 мм ва узунлиги 20—50 мм атрофида бўлган вольфрам симдан тайёрланади.

Ўлчанаётган параметрнинг частотавий сигналга ўзгариши қуйидагича амалга оширилади. Ўлчаш блокнинг сезгир элементи ўлчанадиган параметрни ричаг 1 ва у билан бирга тор 3 қабул қиладиган пропорционал F кучланишга ўзгартира-



8.10- расм. Магнит майдонида тор тебранишининг электр схемаси.

ди. Тор таранглигининг ўзгариши генераторнинг хусусий тебранишлар частотасининг ўзгаришига олиб келади, бу эса унинг чиқиш сигналида ўзгарувчан ток частотаси кўринишида акс этади. Ўзгарткични берилган ўлчашлар диапазонида мослаш ричаг 1 нинг эпюра 6 нуқтасини суриш билан амалга оширилади. Чиқиш сигналининг бошланғич қийматини ноль сигнал корректори 2 ўрнатади.

(8.6) тенгламадан кўринишича, ўзгарткичнинг статик характеристикаси чизиқли эмас. Статик характеристикани чизиқлилаштириш мақсадида ўзгарткичнинг баъзи модификацияларида квадратуралар қўлланилади. Чизиқли статик характеристикали бирламчи ўлчов ўзгарткичларининг чиқиш сигналини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб топиш мумкин:

$$f_0 = f_1 + \frac{N - N_{\min}}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot \Delta f, \quad (8.7)$$

бу ерда f_1 — бошланғич частота; N_{\max} , N_{\min} — ўлчашлар оралиғининг (диапазонининг) мос равишда юқори ва қуйи қийматлари; Δf — частотанинг ўзгариш оралиғи.

Частотали сигналлари бир хиллаштирилган бирламчи ўлчаш ўзгарткичларидан келадиган ўлчов ахборотларини қабул килувчилари (приёмниклари) рақамли машиналар, бошқарувчи ва ҳисоблаш машиналари бўлиши мумкин. Частотали сигнали бирлаштирилган бирламчи ўлчаш ўзгарткичларининг аниқлик синфи 0,5 ва 1,0. Ахборотни узатиш узоқлиги 10 км. гача.

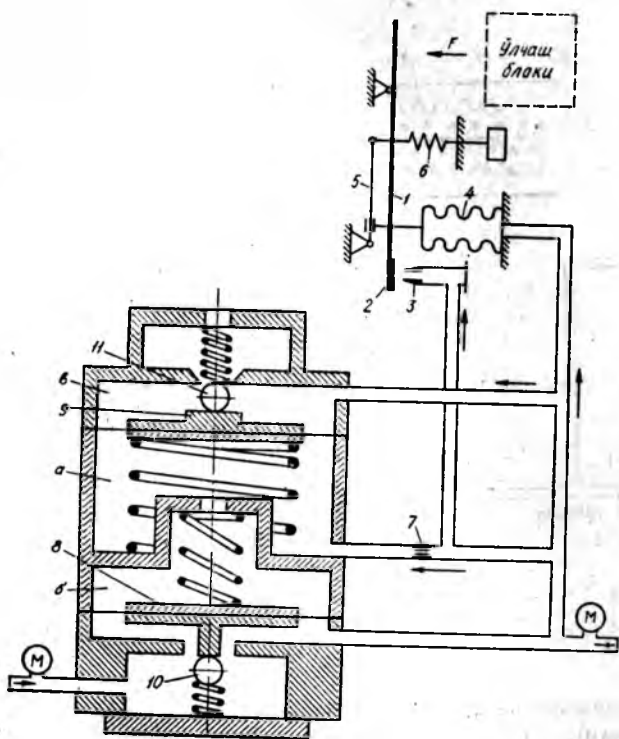
VIII. 3-§. ПНЕВМАТИК ЎЗГАРТКИЧЛАР

Ўлчанаётган катталикини пневматик чиқиш сигналига ўзгартириш ва кўрсатишларни масофага узатиш учун қўлланиладиган пневматик ўзгарткичлар ичида куч компенсацияли ўзгарткичлар ва силжиш компенсацияли ўзгарткичлар энг кўп тарқалган. Ёнғин ва портлаш хавфи бор корхоналарда пневматик ўзгарткичлар кенг ишлатилади.

Куч компенсацияли пневматик ўзгарткичлар ўлчаш блоки сезгир элементининг кучини 20—100 кПа (0,2—1 кГк/см²) миқдориди унификацияланган пневматик чиқиш сигналига ўзгартириш учун мўлжалланган.

Пневматик куч ўзгарткичларининг ишлаш принципи пневматик куч компенсациясидан фойдаланишга асосланган.

Куч компенсациясига эга пневматик ўзгарткичнинг принципал схемаси 8.11-расмда кўрсатилган. Ўлчанаётган параметр ўлчаш блокининг сезгир элементига таъсир кўрсатади ва F пропорционал кучга айланади. F куч таъсир қилаётган ричаг 1 орқали тўсиқ 2 сопо 3 га нисбатан силжийди. Сопо ва тўсиқ орасидаги тирқишнинг ўзгариши натижасида ўзгармас кесимли дроссель 7 орқали келадиган ҳаво босими ўзгаради. Шу билан бирга, кучайтириш пневморелесининг a камераси-



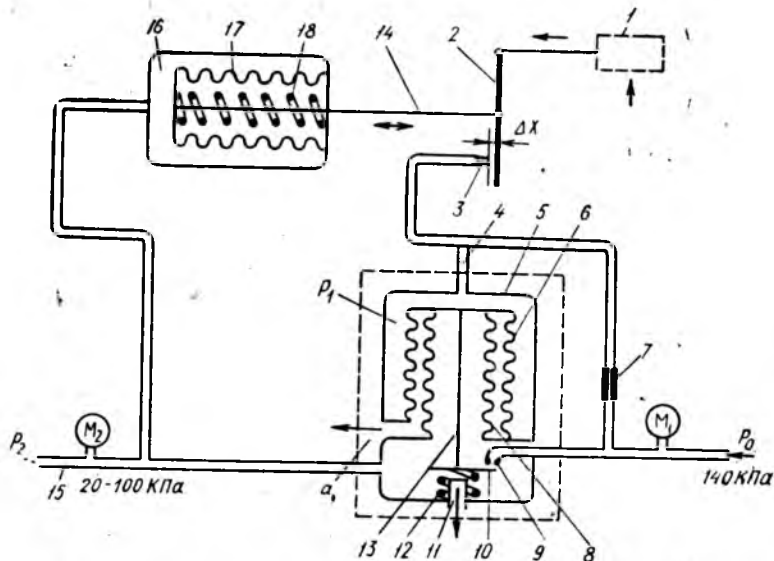
8. 11- расм. Куч компенсацияли пневматик ўзгарткич схемаси.

даги босим таъсирида мембраналар 8 ва 9 нинг эгилиши натижасида кириш 10 ва чиқиш 11 соққали клапанларнинг ҳолати ўзгаради. Натижада б ва в камераларда босим ўзгаради. Тўсиқ 2 сифон 4 таъсирида соплгога нисбатан шундай ҳолатни эгаллайдики, сифондаги куч ўлчаш блокнинг F кучига тенглашиб, б ва в камералардаги босим шунга қараб ўзгаради. Ўзгарткич берилган ўлчаш диапазониға сифонни ричаг 5 бўйлаб силжитиш орқали сознади. Ўзгарткичнинг чиқиш сигналида 20 кПа ($0,2 \text{ кг/см}^2$) бошланғич босим ноль корректорнинг пружинаси 6 ёрдамида ўрнатилади.

Ўзгарткич чанг, нам ва ёғдан тозалайган ҳаво билан таъминланади. Ҳавонинг номинал босими 140 ± 14 кПа. Чиқиш сигналини 300 метр масофаға узатиш мумкин. Ўзгарткичнинг аниқлик синфи 1,0.

Силжиш компенсацияли ўзгарткичлар ўлчаш блоки сезгир элементининг силжишини 20—100 кПа миқдоридаги пропорционал пневматик чиқиш сигналиға ўзгартириш учун мўлжалланган.

8.12-расмда силжиш компенсацияли схема бўйича ишлай-



8. 12- расм. Силжиш компенсацияли пневматик ўзгарткич схемаси.

диган пневматик ўзгарткичнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Таъминловчи ҳаво босими ҳамда ўзгарткич чиқишидаги ҳаво босими M_1 ва M_2 манометрлар орқали назорат қилинади. Бирламчи реле таркибига ўзгармас кесимли дроссель 7, сопо 3 ва ўлчаш блоки 1 нинг сезгир элементи билан боғланган тўсиқ 2 киради. Кучайтиргич иккита кетма-кет уланган дроссель ва сиффон туридаги юритмадан иборат. Дроссель системаси сопо 9 ва 11 ларни ўз ичига олади. Биринчи сополдан P_0 босимли сиқилган ҳаво кучайтиргичга келади, иккинчи сопо орқали эса ҳаво кучайтиргичдан атмосферага чиқади. Сополларнинг тешиклари орасида ликобчасимон клапан 10 мавжуд. Унинг ҳолатига иккала дроссель ҳаво оқимлари кесимларининг юзи, бинобарин, дроссель қаршиликлари ҳам боғлиқ. Кучайтиргич юритмаси камера 5 ичига жойлашган, бирибирига нисбатан концентрик ўрнатилган сиффонлар 6 ва 8 дан иборат. Ликобчасимон клапан сиффонларнинг ҳаракатчан таги билан шток 13 орқали, кучайтиргич эса бирламчи реле ва иккиламчи асбоб билан найчалар 4 ва 15 орқали боғланган. Сиффон юритмасига P_1 ва P_2 босимлардан ўзаро мувозанатлашган иккита куч таъсир қилади.

Тўсиқнинг силжиши бирламчи асбоб сезгир элементининг ҳолатига ёки текшириляётган параметр миқдорига боғлиқ. Тўсиқ соплони беркитганда сиффонга таъсир қиладиган P_1 босим кўпаяди, сиффонлар сиқилади, ликобчасимон клапан 10 сопо 9 тешигини очиб, сопо тешиги 11 ни беркитади; P_2 босим

ошади ва сопо 11 батамом беркилганда P_2 босим ўзининг максимал қийматига эришади. Тўсиқ сополдан четлашганида тескари ҳодиса юз беради, яъни сопо 9 тешиги беркилиб, сопо 11 тешиги очилади. Ҳавонинг атмосферага чиқишидаги қаршилиқ камаяди, шунинг учун P_2 босим пасаяди ва у сопо 11 нинг тўлиқ очилишида нолга тенглашади.

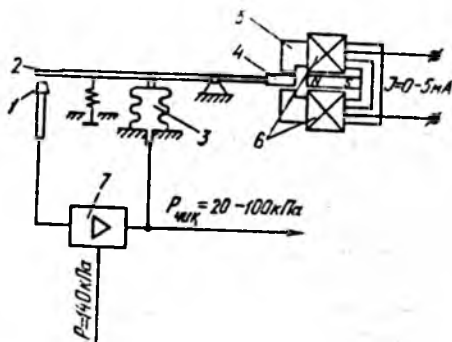
Ҳаво босимининг ва ўлчанаётган параметрнинг ўзгариши қуйидагича бўлади. P_2 босим ошганда сиффон 17 сиқилади ва шток 14 орқали тўсиқни сопо 3 дан четга суради ҳамда сополнинг батамом беркилишига йўл қўймайди. Пневматик системалардаги иккиламчи асбоб сифатида ҳар қандай босим ўлчагичлар, шунингдек «Старт» ва бошқа системалардаги иккиламчи асбоблар ишлатилиши мумкин.

VIII.4-§. ЭЛЕКТР-ПНЕВМАТИК ВА ПНЕВМО-ЭЛЕКТР ҲЗГАРТКИЧЛАР

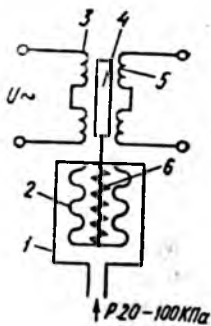
Автоматик назорат, сошлаш ва бошқаришнинг комбинацияланган электр-пневматик системаларини яратишда электр ва пневматик чиқиш сигналларига эга бўлган асбоблар қўлланилади. Ҳлчаш системасининг электр ва пневматик шохобчаларини мослаштириш учун электр-пневматик ва пневмо-электр ўзгарткичлар чиқарилади.

Электр-пневматик ўзгарткич 0—5 мА ўзгармас токнинг узлуksиз электр сигналини унификацияланган 20—100 кПа миқдоридагй пневматик сигналга ўзгартиришга мўлжалланган. ЭПП туридаги электр-пневматик ўзгарткичнинг принципиал схемаси 8.13-расмда тасвирланган. Ҳзгарткич иши куч компенсацияси принципига асосланган. Ҳзгарткичдан назорат ва сошлаш системаларида электр аналог асбоблар билан пневматик асбоблар ҳамда системалар орасида боғланиш ўрнатишда фойдаланилади.

Асбоб вазифаси турлича икки блок: электр-механик ўзгарт-



8. 13- расм. Электр- пневматик ўзгарткичнинг принципиал схемаси.



8. 14- расм. Пневмо-электрик ўзгарткичнинг принципиал схемаси.

Вақт-импульсли системанинг узатиш қурилмаси ўлчанган катталикни ўзгарувчан давомлиликда импульсларга ўзгартиради. Бундай модуляция кенгликли модуляция дейилади. Агар система ўлчанган катталикни имульс йўли даврининг муайян, яъни ўлчанган қийматига пропорционал қисмини ажратувчи ноль ва ҳисобловчи икки импульслар ёрдамида узатса, бундай модуляция фазовий модуляция дейилади. Ўлчанган катталикни кодлаш учун югурувчи, сигнални дешифровка қилиш учун эса детекторловчи қурилмалар ишлатилади.

Частотали системалар икки турда бўлади:

1. Частота-импульс модуляцияси системасининг сигналлари ўлчанган катталikka пропорционал бўлган частота билан айланивчи ўлчаш системаси валикларидан олиниши мумкин. Сигналларни детекторлар ёки жамғарувчи конденсатор ёрдамида қабул қилиш мумкин.

2. Частотали модуляция ўзгарувчан ток билан амалга оширилади, узатувчи қурилма ўзгарувчан сифимли ёки индуктивли синусоидал тебранишлар генераторидан иборат. Ўлчанган катталикнинг ўзгариши ўлчаш системаси орқали бажарилади. Узатилган сигнал кучайтириш каскади орқали детекторловчи қурилмага келади, бу қурилма эса сигнал частотасига пропорционал бўлган ток ёки кучланишни ўлчашга имкон беради.

VIII.6-§. ИККИЛАМЧИ АСБОБЛАР

Бошқаришнинг турли даражаларини автоматлаштириш системаларида ахборотни акслантириш воситалари бирламчи, иккиламчи ва ичига ўрнатилган ўзгарткичлар билан биргаликда ишлайдиган аналогли кўрсатувчи — қайд қилувчи ва рақамли кўрсатувчи иккиламчи асбоблар бўлади.

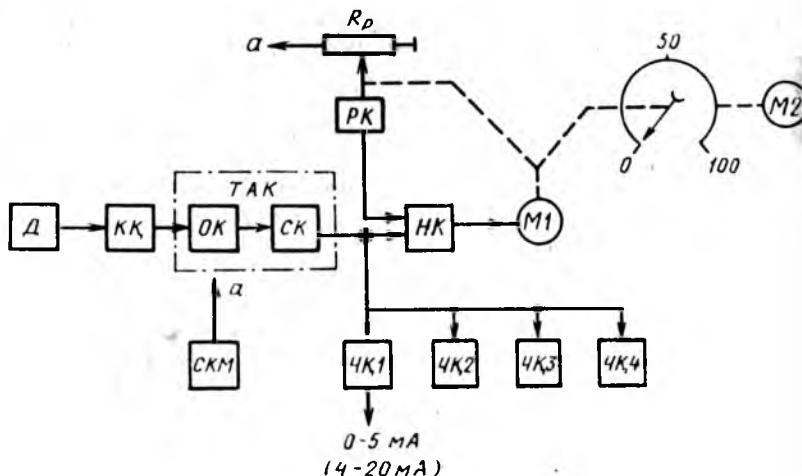
Аналогли иккиламчи асбоблар ишлатишда оддийлиги учун, нисбатан арзонлиги, етарлича аниқлиги, кўп функционаллиги, эргономик афзалликлари учун кенг тарқалди. Эргономик афзаллигига, хусусан параметрларнинг ўзгариш тезлиги диаграммасига кўра баҳолашнинг кўрсатмалилиги тегишлидир.

Қайд қилувчи аналогли иккиламчи асбоблар ҳам хўжалик ҳисобини ҳисобга олишда, ҳисобот системасида, автоматик ростлаш системаларини соzлашда тез ўзгарувчи параметрларни қайд қилиш учун фойдаланилади.

Ҳозирги вақтда КС туридаги бир хиллаштирилган асбобларни янада замонавий микроэлемент асосли жумладан, ДИСК-250 ва РП160 ўлчов асбоблари билан аста-секин алмаштирилмоқда.

ДИСК-250 туридаги автоматик асбоблар ток кучини ва ўзгармас ток кучланишини ўлчаш учун, шунингдек, ток ёки кучланишнинг бир хиллаштирилган сигналларига алмаштирилган бошқа ноэлектрик катталикларни ўлчаш учун мўлжалланган.

ДИСК-250 турли технологик катталикларни диаграммали дискда узлуксиз ўзгартиради ва қайд қилади, кириш сигнали-



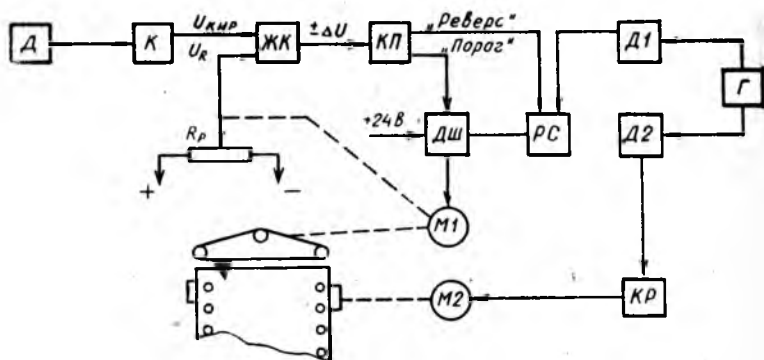
8.15- расм. ДИСК-250 ўиккиламчи асбобнинг структура схемаси.

ни (50м, 100м, 10П, 50П, 100П, ХҚ, ХА, ПР) бир хиллаштирилган чиқиш сигнали 0—5 ёки 4—20 Ма га ўзгартиради; релели чиқишли икки позицияли сигнал (кам-кўп); контактсиз ёки релели чиқишли уч позицияли ростлаш (кам — норма — кўп); датчикнинг узилганлиги индикацияси, асбобни улаш ва ростловчи, сигнал берувчи қурилмаларнинг ҳолати.

Асосий хатолик чегараси $\pm 0,5\%$ (қайд қилишга кўра $\pm 1\%$). ДИСК-250 нинг ишлашига электромеханик кузатув мувозанатлашиш принципи асос қилиб олинди. Датчикдан келатган кириш сигнали олдиндан кучайтирилади ва шундан сўнггина компенсацияловчи элемент (реохорд) сигнали билан мувозанатлаштирилади. Ишлаш принципи 8.15-расмдаги структура схемасида изоҳланади.

Д датчикдан чиқаётган кириш сигнали КҚ кириш қурилмасига келади, бу ерда кейинчалик ишлов бериш қулай бўлиши учун ўлчашнинг қуйи чегараси бўйича нормалаштирилади. Бундан ташқари, кириш қурилмаси қаршилиқ термоўзгарткичларини ва термоэлектрик ўзгарткичларнинг совуқ қотишмалари термо ЭЮКини ўлчашда температура компенсацияси мис резистори таъминоти учун ток манбаига эга. Кейин кириш сигнали бикр манфий тесқари алоқали ТАК кучайтиргичга келади, у ерда ўлчашнинг юқори чегараси бўйича нормалашади. Шундай қилиб, ТАК нинг чиқишидан ўлчашнинг қуйи ва юқори чегаралари бўйича нормалашган сигнал олинади (кириш сигналлари ўлчашнинг қуйидан юқори чегараларигача ўзгарганда ТАК кучайтиргичнинг чиқиш сигнали ДИСК-250 асбобларида —0,5 дан —8,5 В гача чегарада ўзгаради).

R_p реохорддан келатган сигнал РК кучайтиргичда +0,5 дан +8,5 гача кучайтирилиб, НК нобаланс кучайтиргичи киришида ТАК сигнали билан таққосланади.



8.16- расм. РП160 иккиламчи асбобнинг структура схемаси.

гармас ток чиқиш сигналлари манбалари билан ишлашга мулжалланган. Асбоб схемаси ўлчанаётган параметрнинг берилган қийматдан шкала узунлигининг 5 дан 25% гача оралиқда четлашишини сигналлаштиришни таъминлайди.

Асбобнинг асосий хатолиги $\pm 0,5\%$ (қайд қилинишига кўра $\pm 1\%$).

РП160 асбобининг тузилиши (структур) схемаси 8.16-расм-да келтирилган.

Асбобнинг ишлаш принципи ўзгармас ток кучланишининг иккита сигнални таққослашга асосланган: бирламчи ўзгарткичнинг $U_{кир}$ кириш сигнали ва U_R тескари боғланиш сигнали, у R_p реохорднинг ҳаракатланувчи контакти (движок) дан олинади.

$U_{кир}$ бирламчи ўзгарткич сигнали K кучайтиргичнинг чиқишдан жамловчи кучайтиргич $ЖК$ га келади, у ерга тескари алоқа U_R сигнали ҳам узатилади. Жамловчи (йиғинди) кучайтиргич $ЖК$ нинг чиқишидан олинган кучайтирилган фарқий сигнал $\pm \Delta U$ компаратор $КП$ га келади. Компаратор $КП$ иккита сигнални шакллантиради. $M1$ («Реверс») нинг айланиш йўналишини белгилаб берувчи ΔU ($\pm \Delta U$) белги (ишора) сигнали ва $M1$ («Бўсага» — «порог») статор чўлғамига $+24В$ кучланиш уланишини таъминловчи сигнал. Бу кучланишнинг $M1$ статорнинг чўлғамларида ΔU нинг қийматига, ΔU нинг ишорасига ва асбобнинг берилган тезкорлигига боғлиқ ҳолда коммутациялаш тартибини $РС$ реверсив счетчик аниқлайди, уни $Г$ генератордан $Д1$ частота ажратувчи орқали келадиган тўғри бурчакли импульслар ва $ДШ$ дешифратор бошқаради.

$\Delta U \neq 0$ да $M1$ ротор ΔU нинг ишорасига боғлиқ ҳолда у ёки бу томонга айлана бошлайди. R_p реохорднинг ҳаракатланувчи контакти билан кинематик боғланган ротор ΔU нолга тенг бўлиб қолгунча айланади.

Мувозанат пайтида ($\Delta U = 0$) асбоб шкаласидаги кўрсаткичнинг ҳолати ўлчанаётган параметрнинг қийматини белгилайди.

РП160 асбоби қаршилик термо ўзгарткичлари билан иш-

6-§ га қаранг) иборат ўлчаш комплектини олдиндан аниқлаш мумкин.

ЎВ ўлчашларининг юқори чегараси (N_{\max}) қуйидаги формула ларга кўра аниқланади.

1) секин ўзгарувчи ўлчанаётган катталик учун:

$$N_{\text{ўзг}} \leq (3/2) N_{\max}$$

2) тез ўзгарувчи катталик учун:

$$N_{\text{ўзг}} \leq 2 N_{\max}$$

Шундай қилиб, $t_{\max} \geq 3.100/2 = 150^\circ\text{C}$

Шуни аниқлаштирамизки, ТСМ-0879 НСХ 100 М (рухсат синфи В) 200°C гача ораликда (диапазонда) ишлайди, яъни топшириқнинг шартлари қаноатлантирилади.

Термоқаршилиқнинг ботиш чуқурлигини 250 мм деб ҳисоблаб, ТСМ модификациясини аниқлаймиз: ТСМ-0879 5Ц2.821.430-58.

Рухсат синфи В бўлган ТСМ нинг асосий йўл қўйиладиган хатолиги 100°C температура учун $\Delta t_{\text{т.к}} = 0,25 + 0,0035t = 0,25 + 0,0035 \cdot 100 = 0,6^\circ\text{C}$ ифода билан аниқланади (1-бобга қаранг)

ДИСК-250 иккиламчи асбоб учун дастлаб t_{\max} ўлчашнинг юқори чегарасини аниқлаш зарур. У стандарт қатордан танлаб олинади $t_{\max} = 150^\circ\text{C}$, $t_{\min} = 0$.

Талаб қилинган N_{\max} нинг стандарт қатор қийматлари билан мос тушмаслик ҳолларида N_{\max} нинг энг яқин катта қиймати танланади ва хатолик шу қиймат бўйича олиб борилади. Масалан, ҳисоблашда биз $t = 175^\circ\text{C}$ қийматни олган бўлсак, у ҳолда юқори чегара 200°C танланган бўлар эди.

Кейин иккиламчи асбобнинг модификацияси танланади: ДИСК-250-1131, аниқлик синфи 0,5.

ДИСК-250 иккиламчи асбобнинг асосий йўл қўйиладиган хатолиги

$$\Delta t_{\text{н.а.}} = \pm \frac{K(t_{\max} - t_{\min})}{100} = \pm \frac{0,5(150 - 0)}{100} = \pm 0,75^\circ\text{C}.$$

Шундай қилиб, топшириққа биноан $\Delta t_{\text{т.к}} = 0,6^\circ\text{C}$ бўлган ТСМ = 08795 ц 2. 821 қаршилиқ термоўзгарткичи ва $\Delta t_{\text{н.а.}} = 0,75^\circ\text{C}$ бўлган ДИСК = 250 — 1131 иккиламчи қайд этувчи асбобдан иборат ўлчаш комплекти танланган.

ЎВ ни аниқлиги бўйича танлашни асослашда танланган ўлчаш комплекти (ёки алоҳида УВ) ўлчанаётган параметрнинг топшириқ бўйича йўл қўядиган четлашишни таъминлашни исботлаш зарур:

$$\Delta t_{\text{к. факт}} = \pm \sqrt{\Delta t_{\text{т.к}}^2 + \Delta t_{\text{н.а.}}^2} = \pm \sqrt{0,36 + 0,56} \approx 1^\circ\text{C}$$

$\Delta t_{\text{к. факт}} < \Delta t_{\text{қўш.}}$ бўлгани учун танлаш тўғри бажарилган.

Агар $\Delta t_{к. \text{факт}} > \Delta t_{к. \text{ўш}}$ бўлган ҳолда танланган ўлчаш воситалари фойдаланиши мумкин эмас ва бирламчи ўзгарткичнинг йўл қўйилган четлашлари бўйича танлов масаласини қайта кўриб чиқиш зарур ёки аниқлик синфи юқорироқ бўлган иккиламчи асбобни қўллаш ёки бошқа ўВ ини танлаш зарур.

Бундай турдаги масалалар ҳар бир параметр бўйича асосий технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳал этилади.

Иккинчи даражали параметрларни назорат (технологик назорат, сигнализация ва ҳоказо), одатда, танланган ўВ нинг ҳақиқий хатоси 1-бобда баён қилинган қондалар бўйича аниқланади.

IX б о б. ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИДА МИКРОПРОЦЕССОРЛАРНИНГ ҚУЛЛАНИЛИШИ

IX.1- §. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Технологик ўлчашларни бажаришда бир қатор ҳолларда ўлчанаётган катталикларнинг қийматларини ва ўлчаш хатоликларини аниқлаш билан боғлиқ бўлган турли ҳисоблаш ишларини (операцияларини) бажариш зарур бўлади. Бундан ташқари, технологик параметрларни автоматик назорат қилишни самарали ташкил этиш учун турли хил мантиқий операцияларни бажариш талаб қилинади. Бу масалалар микропроцессор қурилмалар ёрдамида ҳал қилинади.

Ўлчов асбобларида, ўзгарткичларда ва технологик ўлчашлар учун фойдаланиладиган тизимларда микро ЭҲМ ва микропроцессорлар қўлланилади. Бу қурилмаларнинг техник асоси битта кристаллда 10^3 — 10^6 та элементи бўлган катта ва ўта катта интеграл схема (КИС ва УҚИС)лар ҳисобланади.

Кейинги пайтларда микроэлектроника ва ҳисоблаш техникасининг энг муҳим ютуғи КИС асосидаги микропроцессорларни яратиш ҳисобланади.

Дастлабки микропроцессорли КИС 1971 йилда чет элда яратилди ва ҳисоблаш техникаси ва рақамли автоматика воситаларини ишлаб чиқарувчи — мутахассисларни унинг программавий бошқаришнинг имкониятлари билан таъминланувчи кенг қўлланиш истиқболлари билан ўзига жалб қилди. Ҳозир микропроцессорларнинг пайдо бўлишини электроника ва ҳисоблаш техникаси соҳасидаги экспертлар инқилобий ҳодиса сифатида баҳолаб, уни 50-йиллардаги биринчи ярим ўтказгичли элементлар ва қурилмалар билан таққослашади.

Микропроцессор — функционал тугалланган, битта ёки бир нечта КИС ёки УҚИС кўринишида бажарилган, рақамли ахборотни ишловчи, хотирада сақловчи программа (дастур) билан бошқарилувчи қурилмадир. Бу қурилмани микропроцессор дейилади, чунки у одатдаги вазифалари ва тузилишига кўра одатдаги ЭҲМ процессорининг соддалаштирилган хилини эс-

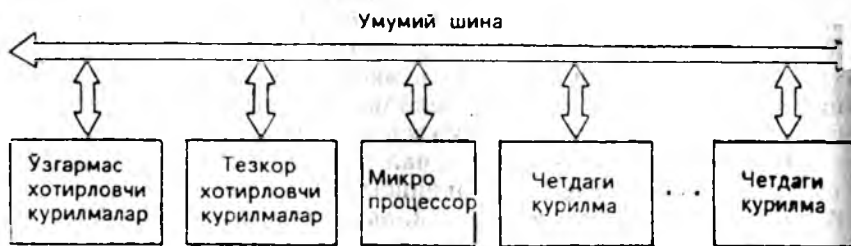
латади. Ихчамлиги, оғирлиги камлиги ва кам энергия исте-
 мол қилиши микропроцессорни ўлчов қурилмаларининг, авто-
 матик ростлаш ва бошқариш воситаларининг электрон схе-
 масига бевосита улаш имконини беради. Микропро-
 интеграциялашнинг кичик ва ўртача даражасидаги интегра-
 схемаларда қурилган процессорларга қараганда анча арзон, иш-
 латишда тежамлироқ ва ишончлироқдир. Микропроцессор дасту-
 ланувчи мантиқли ҚИС ёки УҚИС га асослангани учун у қат-
 тик, қайд этилган мантиқли интеграл схемаларнинг кўпчили-
 турларининг ўрнини босди. Микропроцессорнинг дастурини ўз-
 гартириб, унинг ёрдамида кўпгина турли хил масалаларни ечи-
 ш имкони яратилади.

Микропроцессор одатда махсус ишлаб чиқилган ўзининг
 конструктив-технологик қийматларига кўра бир хил ва ягона
 бутунга йиғилиши мумкин бўлган алоҳида микропроцессорли
 ва бошқа интеграл схемаларнинг йиғиндисидан иборат бўлган
 микропроцессор комплекти (тўплами) таркибида фойдалани-
 лади. Комплект таркибига: микропроцессорлар, хотирловчи
 қурилмалар, ахборотни киритиш, чиқариш, микродастурли
 бошқарув ва ҳоказоларнинг интеграл схемалари киради.

Микропроцессор комплектлари микропроцессорли система-
 лар, микро ЭҲМлар, микроконтроллерлар ва бошқалар каби
 кенг функционал имкониятларга ва ягона математик таъми-
 нотга эга бўлган рақамли бошқарилувчи ҳисоблаш қурилма-
 ларини қуриш учун мўлжалланган.

Микропроцессорли тизим — ишлаётган тизимга ташкил қи-
 линган микропроцессорли комплектнинг ўзаро таъсирланувчи
 интеграл схемаларининг ягона бир бутун тўпламига йиғилган
 тўпламидир, яъни микропроцессорли ҳисоблаш ёки бошқариш
 тизими ахборотга ишлов бериш бўғини сифатида.

МикроЭҲМ — бу конструктив тугалланган ҳисоблаш қурил-
 маси бўлиб, у алоҳида корпусда интеграл схемаларнинг микро-
 процессор комплекти асосида тузилган ва таъминот манбаига
 бошқарув пультага, ахборотни киритиш-чиқариш бўғинлари-
 га эга бўлиб, бу эса ундан ўз дастурли таъминотига эга авто-
 ном эркин ишловчи қурилма сифатида фойдаланишга имко-



9. 1- расм. Микро ЭҲМ нинг структура схемаси.

беради. МикроЭХМлар структурасига кўра одатдаги ЭХМлардан анча содда қилиб қурилади. Бу магистрал — модулли деб аталувчи жуда ўзгарувчан структуранинг асосини (9.1-расм) умумий магистрал (умумий шина) ташкил этиб, унга машинанинг бир-бири билан интерфейслар ёрдамида боғланган конструктив тугалланган модуллари кўринишида бажарилган талаб қилинган номенклатура ва миқдордаги ҳамма қурилмалари уланади.

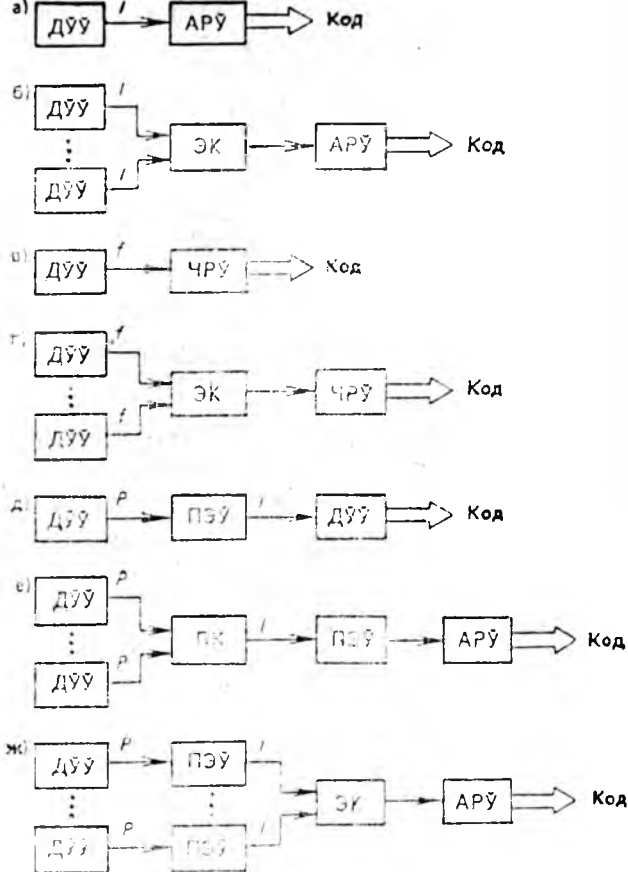
Интерфейс (инглизча *interface* — ўзаро боғланиш) рақамли ҳисоблаш техникаси қурилмалари ўртасидаги ахборот алмашишни амалга ошириш учун мўлжалланган сигнал чизиқлари ва шиналари, электрон схемалар ва алгоритмлар мажмуасини (тўпламини) ифодалайди.

Микроконтроллер (контроллер) — микропроцессорлар ёки микро ЭХМ асосида бажарилган мантиқий бошқарув қурилмаси.

IX.2-§ РАҚАМЛИ ҲИСОБЛАШ ТЕХНИКАСИ ҚУРИЛМАСИГА ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАР ҲАҚИДАГИ АХБОРОТНИ КИРИТИШ

Таъкидлаб ўтилганидек, технологик параметрларни ўлчашнинг замонавий воситалари ўзгармас ток, частота ва босим кўринишидаги чиқиш сигналларига эга бўлади, яъни аналогли бўлади. Бу сигналларни рақамли ҳисоблаш техникаси воситаларига киритиш учун тегишли мословчи қурилмалардан (ёки қўшиш қурилмаларидан) фойдаланиш зарур. Бунда ҳал қилганидан умумий масала дастлабки ўлчов ўзгарткичлари (ДУУ) сигналларини ҳисоблаш техникаси воситалари қабул қиладиган электр кодли сигналга алмаштиришдан иборат. Технологик параметрларни ўлчаш воситаларининг ва ҳисоблаш техникаси воситаларининг ишини мослаштириш учун фойдаланиладиган қурилмаларнинг энг умумий структура схемалари 9.2-расмда кўрсатилган.

Ўзгармас ток I нинг электр сигналлари код сигналларига аналогли рақамли ўзгарткич (АУУ) ёрдамида (9.2-расм, *a*, ва *b* лар), f частота сигналларига эса частотавий рақамли ўзгарткич (ЧРУ) ёрдамида ўтказилади (9.2-расм, *в* ва *г*). Агар айтиб ўтилган ўзгарткичлар бир нечта дастлабки ўлчов ўзгарткичлари, масалан, $ДУУ_1$ — $ДУУ_n$ нинг сигналларини ўзгартириш учун фойдаланилса, у ҳолда сигналлар навбати билан АРУ га электр коммутатор ЭК орқали келтирилади (9.2-расм, *б*). Пневматик ДУУ лар ишлаб чиқарадиган сиқилган ҳавонинг P босими сигналларини алмаштириш учун одатда пневмоэлектр ўзгарткич ПЭУ ёрдамида босимни ўзгармас ток электр сигналига дастлабки алмаштиришдан фойдаланилади (9.2-расм *д*, *е*, *ж*). Бунда агар бир нечта ДУУ нинг сигналларини алмаштириш учун битта ПЭУ ва битта АРУ қўлланилса, у ҳолда ДУУ ни ПЭУ га навбати билан улаш пневматик коммутатор ПК ёрдамида амалга оширилади (9.2-расм, *е*). Агар ҳар бир



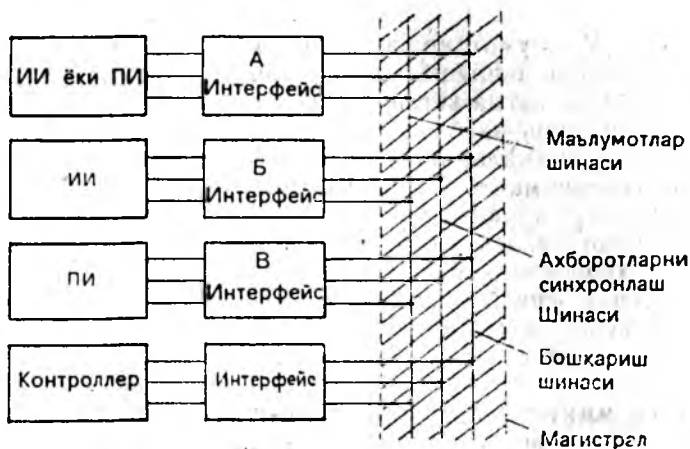
9.2- расм. Ўлчаш ва ҳисоблаш техникаси воситаларининг ишини мослаштириш қурилмаларининг структура схемаси.

ПЭУ нинг сигналини ўзгартириш учун шахсий ПЭУ дан фойдаланилса, у ҳолда ЭК ёрдамида ДУУ₁—ДУУ_n ни АРУ га навбати билан улаш амалга оширилади (9.2-расм, ж).

Код сигналини ҳисоблаш техникаси воситаларига киритиш асбобли интерфейслар ёрдамида амалга оширилади.

Ўлчаш воситалари учун интерфейс (асбобли интерфейс) тегишли код кўринишдаги чиқиш сигналига эга бўлган ўлчов воситалари билан рақамли ҳисоблаш техникаси воситалари ўртасида ахборот алмашиш учун мўлжалланган.

Кейинги пайтларда рақамли ҳисоблаш техникаси воситаларини ўз ичига олган ўлчов системаларида магистрал турдаги (умумий магистралли) асбобли интерфейслар қўлланилмоқда. Бундай интерфейсларга халқаро электротехник комиссия тавсия этган асбобли интерфейс МЭК (IEC — International Electrotechnical Commission) ва интер-



9.3- расм. Бир нечта ўлчаш ва ҳисоблаш қурилмаларини умумий магистралга улаш схемаси.

фейс КАМАК (САМАС — Computer Automated Measurement and Control) киради.

9.3- расмда бир нечта ўлчаш ва ҳисоблаш қурилмаларини умумий магистралга улаш схемаси кўрсатилган. Бу магистралга уланадиган барча қурилмалар мазкур ҳолда асбоблар дейилади. Интерфейс асбоби ва интерфейсли ахборотларни тезлик билан узатувчи умумий магистралдан ва ўлчов воситаларининг интерфейсли қисмидан ва бошқа уланувчи қурилмалардан (9.3-расмдаги А, Б, В интерфейслар), шунингдек бошқарув (контроллер) қурилмасидан иборат. Магистралга уланган асбоб қуйидаги ҳолатларда бўлиши мумкин: заҳира, ахборот манбаи (ИИ) сифатида ишлаш ва ахборот қабул қилувчи (ПИ) сифатида ишлаш. Шу тарзда асбоблар иши дастур бўйича бошқарилади.

Дастур бўйича бошқарилувчи асбобларнинг интерфейс қисмлари икки хил кўринишда бажарилади:

асбобнинг орқа панелида стандарт разъем ўрнатилган, асбобнинг ичида таркибий қисми сифати ишланган ва конструктив ўрнатилган схема кўринишида (бу хил кўриниш амалдаги халқаро андозаларга мувофиқ ишлаб чиқарилаётган янги асбобларда қўлланилади);

ялпи ишлаб чиқарилаётган ёки чиқиш сигнали код кўринишидаги илгари ишлаб чиқарилган қурилмаларга уланадиган алоҳида ишланган модуллар кўринишида. Ўлчов қурилмаларининг интерфейс қисми магистралга уланганда кодланган адрес берилади.

Магистралда маълум вазифани бажарувчи бир қанча чиқишлар интерфейс шинасига бирлаштирилган, хусусан, маълумотлар шинаси, синхронлаштириш шинаси, бошқарув шинаси

(9.3-расм). Маълумотлар шинаси ахборотли маълумотларни узатишда фойдаланилади, уларга ўлчаш натижалари ва бир ликлари, ўлчаш кетма-кетлиги (дастури) ва ҳоказолар киради. Синхронлаштириш ва бошқариш шиналари бўйича магистрал га уланган қурилмаларнинг ўзаро таъсирлашувини таъминловчи интерфейсли маълумотлар узатилади. Интерфейс(ли) маълумотларга бу қурилмаларга қуйидаги каби бирор хизмат вазифаларини амалга оширувчи маълумотлар киради: ахборот манбаи, ахборотни қабул қилгич, контроллер, узатишни, қабул қилишни синхронлаштириш, хизмат кўрсатишга сўров параллел сўров, қурилмани тозалаш, асбобни ишга тушириш, масофадан туриб ва маҳаллий бошқарув.

IX.3- §. МИКРОПРОЦЕССОРЛАРНИНГ ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧОВ ВОСИТАЛАРИДА ҚўЛЛАНИЛИШИ

Асбобсозлик ривожининг ҳозирги босқичи ўлчов воситалари таркибида микропроцессорлар — микропроцессор системалари асосига қурилган ҳисоблаш қурилмаларидан кенг фойдаланиш билан ифодаланади. Ўлчов қурилмаларида бундай системаларнинг қўлланилиши натижасида икки мақсадга эришилади: ўлчов қурилмаларининг вазифалари кенгайтирилади ва уларнинг характеристикалари яхшиланади.

Микропроцессор системаларнинг (МПС) электр ўлчов воситаларида фойдаланилиши уларни жойлаштиришга ва ишлатиш алгоритмларига янгича ёндошишга, ахборот бериш имкониятларини оширишга, аниқлигини, ишончлилигини ва тез ишлашини янада оширишга имкон беради.

Технологик ўлчашлар соҳасида самарали ечимларни излаш ва МПС ичига қурилган ўлчов асбоблари ишлаб чиқиш давом эттирилмоқда.

Умумий ҳолда ўлчов қурилмалари таркибига МПС нинг киритилиши қуйидаги каби асосий вазифаларни ҳал қилишга имкон беради:

формулалар бўйича ҳисоблаш (шу жумладан линеаризация масштаблаш, ўлчамлар натижаларига ишлов бериш ва ҳоказолар);

берилган алгоритм бўйича ҳисоблаш;

статистик ишлов бериш;

параметрни таҳлил қилиш (максимумга, минимумга ва ҳоказо);

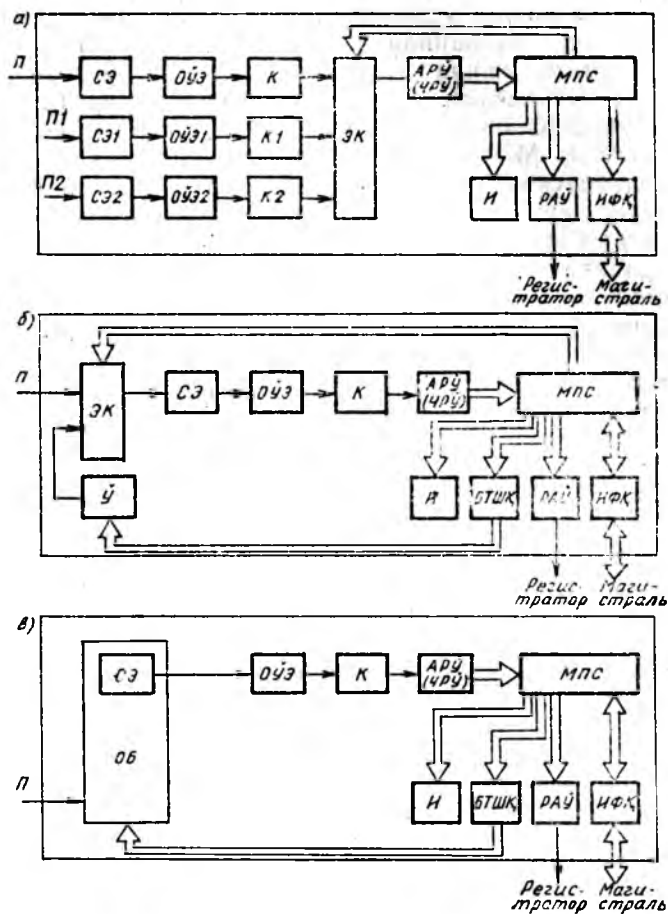
статистик тавсифни тузатиш (жумладан, алмаштириш коэффициентини тиклаш ва сигналнинг нол даражасини тузатиш);

ўлчов қурилмаси уланган система билан боғлианиш;

ўз-ўзини диагностика қилиш;

ўлчашларни бош қарув;

ўлчов қурилмасининг режим параметрларини стабиллаштириш ёки дастурий сошлаш.



9. 4- расм. Технологик параметрларни ўлчаш учун МПС ўрнатилган қурилмаларнинг структура схемалари:

СЭ, СЭ1, СЭ2-сезгир элементлар; ОУЭ, ОУЭ1, ОУЭ2 —оралиқ ўзгарткичли элементлар; К, К1, К2 — кучайтиргичлар; ЭК — электр коммутатор; ИФК — интерфейсли қурилма; У — ўлчов (ўлчовлар тўплами); БТШК — (ошқарувчи таъсирларни шакллантириш қурилмаси); ОБ — операцион бўғин; АРУ — аналогли-рақамли ўзгарткич; ЧРУ — частотавий- рақамли ўзгарткич; РАУ — рақамли-аналогли ўзгарткич; МПС — микропроцессорли система; И — рақамли индикатор.

Бироқ МПСни ўлчов қурилмалар таркибига уларга бевосита янги ижобий сифатларни бериш билан бир қаторда киритиш бу қурилмаларнинг анча мураккаблашувига олиб келади. Мураккаблиги бўйича МПС киритилган ўлчов қурилмалари микро ЭХМ қатнашган ўлчов системаларига яқиндир.

Мисол тариқасида ҳозирги вақтда технологик параметрлар ўлчов қурилмаларини яратиш учун фойдаланиладиган структур схемаларни қараб чиқамиз (9.4-расм).

Ёрдамчи ўлчашлар услубини амалга оширувчи схема (9.4-расм, а) энг кўп қўлланилади. Бундай схема бўйича ясалган ўлчов қурилмаси ишида асосий параметр ва ёрдамчи параметрлар П₁, П₂— таъсир кўрсатувчи катталиклар (атроф ҳарорати, атмосфера босими ва бошқалар) ҳақидаги ахборотдан фойдаланилади. МПС ёрдамида таъсир функциялари орқали таъсир кўрсатувчи катталикларнинг таъсирларини ҳисобга олиш ўлчаш қурилмасининг хатосини камайтиради. Бундай схемага кўра босимни, температурани, сатҳни, сарфни, ҳажмни ва бошқаларни ўлчаш қурилмалари қурилади. Бунда асосий ва ёрдамчи параметрлар тўғри ва мувозанатловчи услуб билан ўлчаниши мумкин.

9.4-расм, б да МПС киритилган ўлчов қурилмасининг структура схемаси кўрсатилган бўлиб, у ўлчашларни намунали сигналлар ва биргаликдаги ўлчашлар услуби билан амалга оширишни таъминлайди.

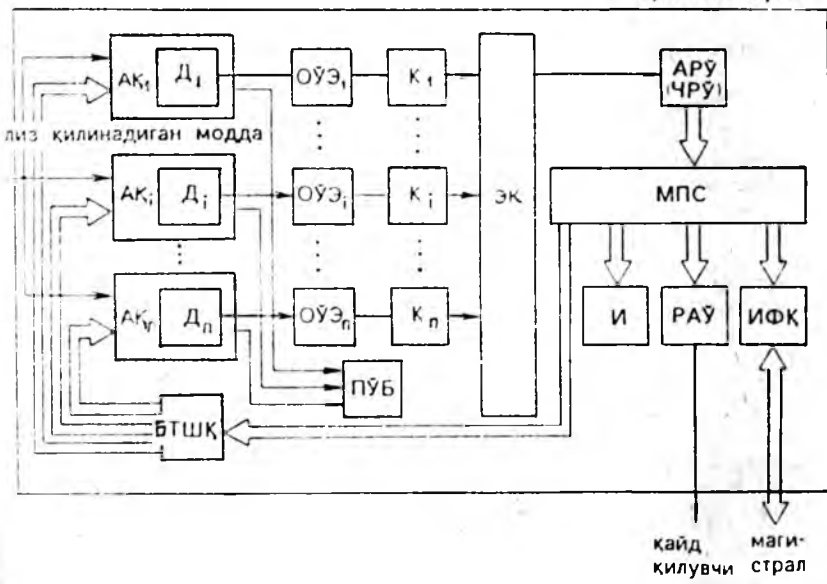
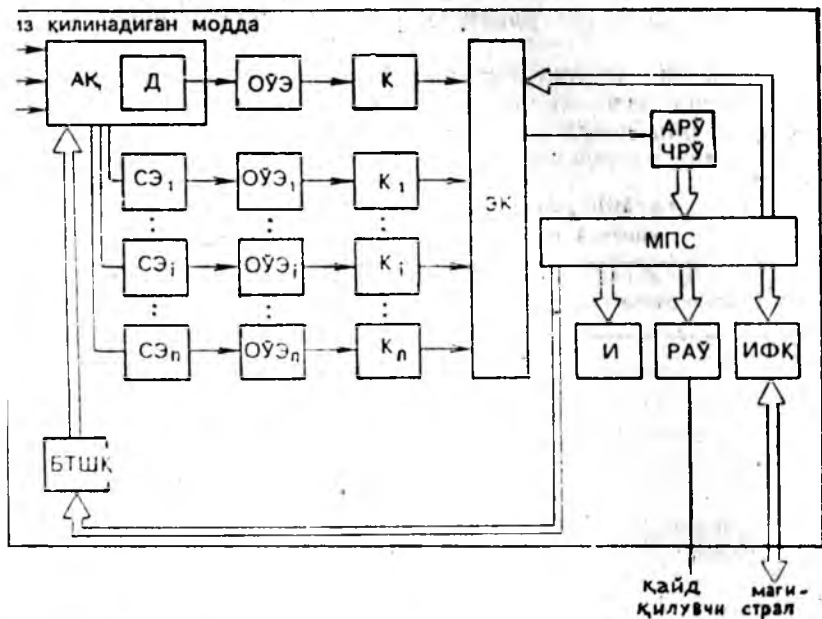
Мазкур қурилманинг ўлчов қисми П параметрни, М ўлчовни (ўлчовлар тўпламини), шунингдек П параметр ва ўлчовлар тўпламини биргаликда ўлчайди. МПС ахборотга ишлов беради ва ўлчаш жараёнини бошқаради.

Схема (9.4-расм, в) бўйича қурилган ўлчов қурилмаси таркибига операцион бўғин ОБ киради, унда МПС буйруқларига кўра бошқарувчи таъсирларни шакллантириш қурилмаси (БТШҚ) ёрдамида элементларни алмаштириш учун зарур ўлчашлар амалга оширилади, буларнинг натижасида ўлчанаётган параметр П нинг сезгир элемент СЭ га таъсири (таъсирлари) шаклланади.

Схемалар (9.4-расм, б, в) масса, ҳажм, суюқ муҳитларнинг зичлиги ва бошқаларни яратишда қўлланилади.

МПС дан фойдаланишнинг энг самарали усули улардан аналитик техника веситаларида фойдаланиш ҳисобланади, бунда асосий ва бир қатор ёрдамчи параметрларни ўлчаш билан бир қаторда аналитик қурилма бўғинларини (мантиқий ва ўхшаш) бошқариш ва ахборотга ишлов бериш билан боғлиқ катта ҳажмдаги ҳисоблашларни бажариш талаб қилинади.

9.5-расм, а да автоматик сифат анализаторининг умумлаштирилган структура (тузилма) схемаси кўрсатилган. Битта параметрни ўлчашни амалга оширувчи анализаторларда ўлчов ахборотининг асосий сигнали у ёки бу детектор Д ёрдамида аналитик қурилма АҚ да шаклланади. Анализаторнинг хатосини камайтириш учун ва унинг бир қатор сезгир элементлар ёрдамида меъёрида ишлашини таъминлаш учун бир қатор параметрларнинг қийматлари бўйича статик характеристика тузилади, аналитик қурилманинг режимли параметрлари стабиллашади ва анализ (таҳлил) ўтказиш учун зарур улашлар амалга оширилади. Охири икки вазифа МПС томонидан БТШҚ орқали амалга оширилади. Аналитик блокка таҳлил қилинаётган ва ёрдамчи модда (ЕМ) лардан ташқари намунави



9. 5- расм. МПС ўрнатилган сифат анализаторининг структура схемаси:

AK, AK₁, AK₂, ... AK_л — аналитик қурилмалар; Д, Д₁, Д₂, ... Д_л — детекторлар
 ПУБ — аналитик қурилмалар параметрларини ўлчаш блоки (9. 4- расмда қолган белгилар келтирилган).

модда (НМ) ни узатиш имконияти кузатилади, бу эса анализаторнинг даврий равишда ўзини даражалашини таъминлайди.

Таркибни таҳлил қилишнинг кўп параметрли услуби амалга оширувчи анализаторларда (9.5-рasm, б), тегишли текторли бир нечта аналитик қурилмалардан фойдаланилади.

Ёрдамчи ва режимли параметрларнинг барча зарур ўлчов

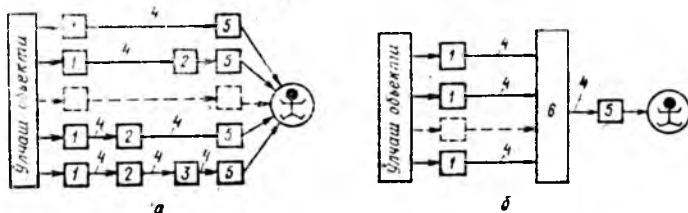
9.1-жадвал. МПС киритилган ўлчов асбоблари ёрдамида ўлчанадиган кимёвий теxнологик жараёнларнинг параметрлари

Ўлчанадиган параметр	Ўлчанадиган ёрдамчи параметр	Ҳисоблаш қурилмаси ҳолатида сақланадиган ахборот
Босим	Босим СЭ температураси	Босим ва температура статик характеристикаси Температура таъсири Ўлчов қурилмаси сигналга таъсирининг ўлчов қурилмаси сигналга таъсири функцияси
Сарф (тораювчи қурилмада босимнинг ўзгариши бўйича)	Босимнинг ўзгариши СЭ температураси	Тораювчи қурилмани статик характеристикаси босим ва температура СЭ ўзгариши. Температуранинг ўлчов қурилмасига таъсири функцияси
Температура (термоэлектрик СЭ)	«Совуқ кавшар»нинг температураси	Термоэлектрик СЭ ва морезисторларнинг «савуқ кавшар»нинг температурасини ўлчаш учун статик характеристикалари
Температура (спектрал нисбатнинг пирометри билан)		Спектрал нисбатни аниқлаш учун қабул қилинган фотометр, тўлқин узунлигининг статик характеристикаси
Резервуардаги суюқликнинг ҳажми (сатҳига кўра)	Сатҳнинг СЭ температураси	Босим, температура, нининг статик характеристикаси. Температуранинг босим ўлчаш ўзгаришининг сигналга таъсири функцияси
Физик-кимёвий хоссалар, сифат кўрсаткичлари, концентрация, таркиби	Аналитик қурилманинг температураси таҳлил қилинаётган ёрдамчи ва намунавий модданинг сарфи ва босими, атмосфера босими, электр зағжирларнинг режимли параметрлари.	Резервуарнинг даража характеристикаси Температура, босим, саноқ, кучланиш, СЭ статик характеристикаси Анализаторнинг статик характеристикасини туза амалга ошириладиган параметрлар учун таъсири функцияси. Ўлчов ахборотига ва ҳисоблаш қурилмаларга ишлов бериш учун зарур маълумотлар константалар

рини аналитик қурилмалар параметрларини ўлчаш блоки ПУБ бажаради, у ЭК блоки билан коммутацияланади (9.5-рasm, б да ПУБ орасидаги боғланиш кўрсатилмаган). Бу қурилмалар ишини бошқариш учун зарур сигналлар ва уларнинг асосий параметрларини стабиллашни МПС ишлаб чиқаради ва аналитик қурилмаларга БТШҚ орқали келади. 9.1-жадвалда технологик параметрлар келтирилган бўлиб, улар учун микропроцессор системалари киритилган ўлчов асбоблари яратилган.

IX.4-§ МИКРОПРОЦЕССОР ВА РАҚАМЛИ ҲИСОБЛАШ ТЕХНИКАСИ ВОСИТАЛАРИНИНГ ЎЛЧОВ СИСТЕМАЛАРИДА ҚўЛЛАНИЛИШИ

9.6-рasm а, б да тасвирланган ўлчов системалари (ЎС) ҳозирги вақтда кимёвий-технологик жараёнларни автоматик назорат қилиш, ростлаш ва бошқаришда кенг қўлланилмоқда. 9.6-схема, а да ясалган ўлчов системаси ўлчаш объектидаги ҳамма катталикларни бир вақтда ўлчашни ва қайд қилишни таъминлайди. 9.6-схема, б бўйича ясалган ўлчов системаси эътиборли билан ўлчашни ва қайд қилишни таъминлайди.



9.6-рasm. Ўлчов системаларининг структура схемалари.

Расмда келтирилган ўлчов системаларидаги ўлчов ахбороти бирламчи ўлчов ўзгарткичлар 1 ёрдамида шаклланади ва сигналлар тарзида алоқа канали 4 га юборилади. Ўлчанаётган физик катталикнинг турига, бирламчи ўлчов ўзгарткичининг ишлов принцигига ва ахборотни узатиш зарур бўлган масофага боғлиқ ҳолда ўлчов системаси таркибига бирламчи ўлчов ўзгарткичлардан ташқари оралиқ 2 (9.6-рasm, а) ва узатувчи 3 ўлчов ўзгарткичлари ҳам киритилиши мумкин. Бунда ўлчов ўзгарткичи бирламчи ўлчов ўзгарткичи ёнида ёки алоқа каналидан келаётган сигнални ўлчовчи асбоб 5 ёнида жойлашган бўлиши мумкин, бу сигнал одам қабул қилиши учун қулай ва қайд қилувчи бўлади. Ўлчов асбоби 5 ни иккиламчи асбоб деб атаб, бунда у билан бир комплектдаги ўлчов ўзгарткичларининг ҳаммаси бирламчи асбоблар бўлади.

Ўлчов системасида (9.6-рasm, б) бирламчи ўлчов ўзгарткичларини асбоб 5 га навбатма-навбат улаш билан коммутатор

6 қўлланилиб, уни ёрдамчи қурилма деб қараш лозим бўлди. Содалик учун 9.6-расм, б да таркибида фақат бирламчи ўлчов ўзгарткичлари бўлган ўлчов системаси (тизими) кўрсатилган. Умумий ҳолда унга оралиқ ва узатувчи ўлчов ўзгарткичлари киритилиши мумкин. Бунда ҳамма ўлчанувчи катталар ўзгарткичларининг чиқиш сигналлари 9.6-расм, а даги схема бўйича ясалган системадан фарқли равишда табиати ўлчаш оралиқларига кўра бир хил бўлиши керак. Ўлчов оралиғи айти бир асбоб 5 билан ўлчаш ва қайд қилиш имкониятини таъминлаш учун зарур.

Бир нечта бирламчи ўлчов ўзгарткичлари БУУ бўлган битта иккиламчи асбобли ўлчов системаларининг (9.6-расм, б) имкониятлари чекланган бўлиб, параметрларни автоматик равишда ростлаш воситаларини мураккаблаштириб юборади.

Бир неча юз параметрларни ўлчаш талаб қилинадиган замонавий кимёвий-технологик жараёнлардаги ҳар бир бирламчи ўлчов ўзгарткичи учун индивидуал иккиламчи асбоби бўлган УС нинг қўлланилиши назорат ва бошқарув шартларининг ортиси билан ва операторнинг қисқа вақт ичида жуда кўп ахборотни идрок қилиш зарурлиги билан боғлиқ қийинчиликлар билан боғланган. Физиологик чекланишлар туфайли ҳаётда анча тажрибали оператор ҳам бундай УС олган ахборотни зарур тарзда қайта ишлай ва фойдалана олмайди. Шунинг учун бу иш билан бир вақтда бир нечта оператор шуғулланади.

Технологик қурилмалар қувватининг ортиси, шу муносабат билан ўлчанаётган параметрлар сонининг анча ортиси ахборотларга ишлов беришнинг рақамли техникасининг ривожланиши ва ТЖАБС ни қўлланиш йўли билан жараёнларни оптималлаштиришга ўтиш ахборот системаси (АС) нинг янги йўналишларини, технологик жараёнларда АС билан бирга «ахборот-ўлчов системалари» (АУС) тушунчаси билан бириктирилган образларни ажрата олиш системасини ҳам қўлланишни белгилаб берди.

АУС билан боғлиқ ўлчов техникаси соҳасида қуйидаги тушунчалар фойдаланилади.

Ўлчаш-ҳисоблаш системаси (УҲС) — бу таркибига дасту билан бошқарилувчи рақамли ҳисоблаш қурилмаси (микроспроцессор, микро ва мини ЭҲМ ва ҳоказолар) кирувчи АУС дир.

Ўлчаш-ҳисоблаш мажмуаси (УҲМ) — бу УҲС нинг универсал ядроси бўлиб, унга ўлчов ахборотига рақамли ишлов бериш, сақлаш, қайд этиш ва акслантириш киради (бундан бирламчи ўлчов ўзгарткичлари мустасно).

Электрик катталикларни ўлчашда УҲС ва УҲМнинг техник воситалари бир хил бўлиши мумкин, чунки ахборотни бирламчи ўзгарттириш амалда бўлмайди.

АУС нинг ўлчов ва ахборотини олиш, ишлов бериш ва узатиш воситаларининг маҳаллий автоматик ишлашини системал

ташқил этишдан иборат асосий концепцияси (йўналиши) кўп жиҳатдан ривожланувчи рақамли ҳисоблаш техникаси таъсирида 60-йилларнинг бошларида ифодаланган эди. Уша вақтларда АЎС нинг биринчи авлоди яратилган бўлиб, улар ахборотни АЎС га кирган махсулаштирилган ҳисоблаш қурилмалари ёрдамида ишлов бериш билан марказлашган циклик олини билан ифодаланади. Бундай АЎСларнинг элементлар баъзи дискретли — ярим ўтказгичли техника бўлади.

Технологик жараёнларда биринчи авлод АЎСлар марказлашган назорат системаси кўринишида фойдаланилар эди. Бу АЎСлар кимёвий-технологик жараёнларда унинг кечиши тарихи ва анъанасини аниқлашни қийинлаштирувчи ўлчаш ахборотини ифодалашнинг жадвал шакли туфайли, шунингдек, жараёнда фойдаланиладиган ўлчашлар ва бошқаришнинг ичқили системаси функцияларини такрорлаш туфайли кенг қўлланилади.

АЎСларнинг иккинчи авлоди (70-йиллар) ахборотни адресли тўплаш, уни АЎС таркибига кирувчи ЭЎМ ёрдамида ишлаш ва кичик ҳамда интеграция даражасидаги микроэлектрон схеманинг элемент базаси сифатида фойдаланиш билан ифодаланади.

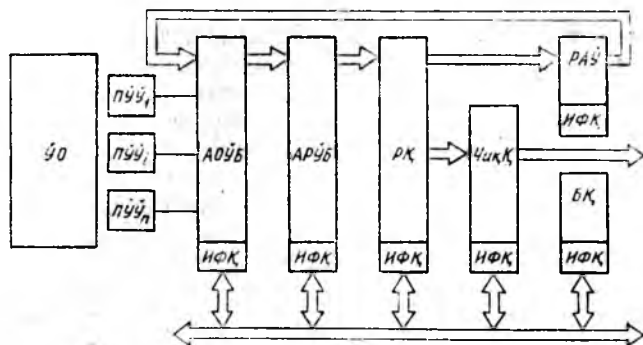
АЎСларнинг ҳозирги вақтда ривожланаётган учинчи авлоди уларнинг таркибида катта микросхемалар, микропроцессорли комплект ва микроэҳмларнинг фойдаланиши билан ифодаланиб, бу АЎС нинг кўпгина характеристикаларини анча яхшилашга ва ахборотни тўплаш, ишлов бериш ҳамда сақлаш жараёнини маълум даражада марказлаштирмасликка имкон беради. Бу АЎС ларда микропроцессор воситалар ҳисобига ахборотни олиш жойига максимал даражада яқинлаштирилган жойларда, масалан, қараб чиқилган МПС ичига қурилган ўлчов қурилмаларида ахборот ишланади ва оралиқ сақланади.

Марказий ЭЎМ бунда анча мураккаб ва тезкор масалаларни бажаради. Иккинчи ва учинчи авлод ахборот-ўлчов системалари юқорида келтирилган таърифга мувофиқ АЎС ни ифодалайди.

Ҳозирги вақтда саноатда АЎСларнинг бир қанча турлари ишлаб чиқарилмоқда, уларга АЎС ни яратиш учун тегишли ўлчов қурилмаларини улаш етарли.

Технологик жараёнларни автоматлаштиришда, технологик параметрларни ўлчаш масаласи ростлаш ва бошқариш масалалари билан узвий боғлиқ ҳолда ҳал қилинганда АЎС лар ГЖАБС доирасида унинг таркибига кирувчи бошқарувчи ҳисоблаш машиналари (БЎМ) ёки бошқарувчи ҳисоблаш комплекслари (БЎК) асосида яратилади. ГЖАБС ни ташқил этиш ўз мафкурасига кўра учинчи авлод АЎС лари учун АЎС ни ташқил этишга ўхшаш.

Замонавий АЎС ва БЎК да магистрал модул структура бўйича ясалган микропроцессорлар, мини- ва микро ЭЎМларнинг кенг қўлланилиши аппарат воситаларининг кўпайишининг



9. 7- расм. Ахборот- ҳисоблаш системасининг структурја схемаси.

содалигини ва АҲС ёки БҲК ҳал қиладиган масалаларни дастурлаш йўли билан ўзгартиришга имкон беради. Буни АҲС ларининг барча турлари, хусусан, ахборотни тўплаш ва ишлов бериш ўлчов системалари, автоматик назорат системалари, техник диагностика ва техник образларни ажратиш системалари асосан бир хил структурага эга бўлиши белгилаб беради, бу структура умумлаштирилган кўринишда 9.7-расмда кўрсатилган.

Бирламчи ўлчов ахбороти масалан, кимёвий-технология жараёнининг (ўлчов объекти — УО) параметрлари ҳақидаги ахборот бирламчи ўлчов ўзгарткичлари (БҮҮ) томонидан ишлаб чиқилади. БҮҮ сигналлари аналогли оралиқ ўзгарткичлари блокада (АОУБ) энергиянинг шакли ва турига қараб бир хиллаштирилади ва шакли ўзгаради (масалан, пневматика электр энергияга айланади). Аналог-рақамли ўзгарткичлар блокада (АРУБ) бир хиллаштирилган аналогли электр сигналлар кодга алмаштирилади ва рақамли қурилмага (РҚ) келади, бу вазифани замонавий АҲС да мини ёки микроЭҲМ-лар ўтайди. Хусусий ҳолларда рақамли қурилмалар сифатида микропроцессорлар, махсуслаштирилган ҳисоблаш қурилмалари фойдаланилади. АҲС да чиқариш қурилмаси сифатида дисплей, рақамли индикаторлар, сигнализаторлар, магнит ленталарида тўплагичлар ва ҳоказолардан фойдаланилади.

Рақамли-аналогли ўзгарткичлар (РАУ) блоки ўлчанаётган катталикларни ўзгартириш жараёнида компенсацияловчи таъсирларни шакллантириш учун хизмат қиладди. АҲС нинг барча иш (функционал) блоклари ўзаро стандарт интерфейс қурилмалар (ИФК) орқали бирлаштирилиши мумкин. АҲС ни бошқариш эса бошқариш қурилмаси (БҚ) орқали амалга оширилади. Хусусий ҳолларда АҲСнинг юқорида номлари зикр этилган блокларидан баъзилари бўлмаслиги мумкин. Масалан, агар АҲСда чиқиш сигнали код кўринишда бўлган юқорида қараб чиқилган ўлчов қурилмаларидан фойдаланилса, у ҳол-

да АХС га АОУБ ва АРУБ блокларини киритиш зарурати қолмайди.

Кимёвий-технологик жараёнларни автоматлаштиришда АХС лар аини бир ПУУ лардан келаётган ўлчов ахборотларидан фойдаланиб, ўлчаш, назорат ва техник диагностика вазифаларини бажаради, бу вазифалар АХК программа воситалари билан амалга оширилади.

АХС нинг асосий вазифаларидан бири ўлчаш ахборотини

9.2-жадвал

Кимёвий-технологик жараёнларда АХС ёрдамида амалга ошириладиган билвосита ва мажмуа ўлчашлар

Параметр	Ўлчанадиган параметрлар	Функция	АХС холирасида сақланадиган ахборот
Газнинг сарфи (тораювчи қурилмда босимнинг ўзгариш принципида)	$\Delta P, P_p, T_p, \rho_n$	$G = K \sqrt{\rho_n \frac{P_p}{T_p} \Delta P}$	Ўлчанаётган параметрларнинг бирламчи ўлчов ўзгарткичлари статик характеристикалари ва тораювчи қурилманинг статик характеристикаси
Газ ёки суюқликнинг масса-вий сарфи (тораювчи қурилмада босимнинг ўзгариш принципида)	$\Delta P, \rho_p$	$G = K \sqrt{\rho_p \cdot \Delta P}$	Юқоридагининг ўзи
Масса (турбинали счегчик ҳисоблагич билан)	n, ρ_p, η_p	$m = f(n, \rho_p, \eta_p)$	Бирламчи ўлчов ўзгарткичларининг статик характеристикалари
Иситиш печининг фойдалиш коэффициенти	G_c, G_r, t_1, t_2	$\eta = \frac{G_c(C_{c2}t_2 - C_{c1}t_1)}{G_r \cdot q}$	Таъсир функциялари Бирламчи ўлчов ўзгарткичларининг статик характеристикалари
Қўп компонентли аралашмаларнинг таркиби (бир нечта анализатор билан)	физик-кимёвий хоссалари	6- бобга қаранг	C_{p1}, C_{p2}, q нинг қийматлари
Бикрлик функцияси (деструктив жараёнларда)	t, Q	$W = t \cdot \tau^a = t (V/Q)^a$	Анализаторларнинг статик характеристикалари Тенгламалар системасининг коэффициентлари
Суюқлик оқими иссиқлик энергияси сарфи	G, t_2, t_1	$\theta = G \cdot C_c (t_2 - t_1)$	Бирламчи ўзгарткичларнинг статик характеристикалари V ва a нинг қийматлари Бирламчи ўлчов ўзгарткичларининг статик характеристикалари C_c нинг қиймати

тўплаш ва ишлов беришдир. Бунда АХС ҳам бевосита, ҳам билвосита ўлчашларнинг бажарилишини, шу билан бирга жараённинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари ҳисобининг бажа-

рилишини таъминлайди. 9.2-жадвалда АҲС дан билвосита ва мажмуа ўлчашларни бажаришда фойдаланишга мисоллар келтирилган.

АҲС ёрдамида олинган ахборотни оператив, статистик ва ҳисобот турларига бўлиш қабул қилинган.

Технологик жараёнларни назорат қилиш ва бошқариш учун фойдаланиладиган ахборот **оператив ахборот** дейилади. Техник-иқтисодий параметрлар ҳақидаги ахборот унинг муҳим қисми ҳисобланади.

Кўп марта ўлчамлар асосида олинadиган ва технологик жараённинг сифати ҳақида узоқ вақт давомида (бир неча соат кун, ой) ҳукм юритишга имкон берувчи ахборотга **статистик ахборот** дейилади.

Хомашё миқдори, сифати ва тури, технологик жараённинг оралиқ ва пировард маҳсулотлари ҳақидаги маълумотларни ўз ичига олган ахборот **ҳисобот ахбороти** дейилади.

АҲС дан фойдаланишнинг ҳозирги пайтда жадал ривожланаётган иккинчи муҳим йўналиши қурилманинг носозлиги ва шикастланишлари ҳақида ахборот берувчи техник диагностика ҳисобланади, унинг асосида шикастланган жойларни топиш ва бу шикастланиш ҳамда бузилиш асбобларини аниқлаш масаласи ҳал қилинади. Техник диагностика масаласи жараённинг назорат карталаридан, жараён моделларининг ўзгарувчан ҳолатлари ва параметрларини баҳолашдан, техник образлар, ахборот графларини танлаш услубларидан фойдаланиб ҳал этилади.

9.2 — жадвалдаги белгилашлар:

ΔP — тораювчи қурилмада босимнинг ўзгариши (фарқи);

P_p ва T_p — газ оқимининг абсолют (мутлақ) босими ва температураси;

ρ_n — газнинг нормал шароитдаги зичлиги;

ρ_p — газнинг ишчи шароитдаги зичлиги;

n — турбиначанинг айланишлари сони;

η_p — ишчи шароитдаги динамик қовушоқлик;

G_c ва G_t — хомашё ва ёнилғининг массавий сарфи;

t_2 ва t_1 — хомашёнинг печдан чиқишдаги ва киришдаги ёки истеъмолчининг иссиқлик энергиясининг температураси;

q — ёнилғининг энг қуйи масса ёниш иссиқлиги;

C_{p_2} ва C_{p_1} — хомашёнинг ўзгармас босимда печдан чиқишдаги ва киришдаги иссиқлик сифими;

t — деструктив жараённинг ўзига хос температураси;

τ — контакт вақти;

Q — ўртача ҳажмий сарф;

V — реактор ҳажми;

a — ўзгармас катталиқ;

C_c — суюқликнинг иссиқлик сифими.

Иккинчи бўлим

ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ СИСТЕМАЛАРИ

Х 6 0 6. АВТОМАТИК РОСТЛАШНИНГ ВАЗИФАСИ

Х.1-§. АСОСИЙ ТШУНЧА ВА ҚОНДАЛАР

Техник жараёнларда одамнинг иштирок этишига кўра автоматлаштиришни қуйидагиларга ажратиш мумкин: автоматик назорат, автоматик ростлаш ва автоматик бошқариш.

Автоматик назорат — технологик жараён ҳақида оператив маълумотларни автоматик равишда қабул қилиш ва уни қайта ишлаш учун керакли бўлган шароитларни таъминлайди.

Автоматик ростлаш — технологик жараёнларнинг тегишли параметрларини автоматик ростловчи асбоблар ёрдамида талаб қилинган сатҳда сақланишини назарда тутати. Бу ҳолда одам фақат автоматик ростлаш системасининг (АРС) тўғри ишлашини назорат қилади.

Автоматик бошқариш — технологик операцияларни белгиланган муттасиллигининг автоматик равишда бажарилишини ва бошқарув объектига нисбатан бўладиган таъсирларнинг муайян муттасиллигини ишлаб чиқишдан иборат.

Автоматлаштириш — технологик жараёнларни одам иштирокисиз бошқарадиган техник воситаларни жорий этиш демакдир. Автоматлаштириш — ишлаб чиқариш жараёнидаги одам иштирок этмаган саноатнинг янги босқичи бўлиб, бунда технологик ва ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш функциясини автоматик қурилмалар бажаради. Автоматлаштиришни жорий этиш ишлаб чиқаришнинг асосий техника-иқтисодий кўрсаткичларининг яхшиланишига, яъни ишлаб чиқарилаётган маҳсулот миқдори ва сифатининг ошиши ҳамда таннархининг камайишига олиб келади.

Замонавий ишлаб чиқариш жараёнларининг кўпчилиги тўлиқ автоматлаштирилганлиги билан характерланади. Автоматлаштириш барча ускуналарнинг авариясиз ишлашини таъминлайди, бахтсиз ҳодисаларнинг ва атроф-муҳитнинг захарланишини олдини олади. Шунингдек, кимё ва озиқ-овқат саноатларида портлаш ҳамда ёнғин чиқиш хавфи кўплиги ҳам жараёнларни максимал даражада автоматлаштиришни талаб қилади.

Ишлаб чиқариш жараёнларининг автоматлаштирилиши ҳозирги вақтда уч даврга бўлинади.

Биринчи давр — айрим технологик жараёнларни автоматлаштириш билан характерланади. Жараённинг айрим пара-

метрлари автоматлаштирилган агрегат яқинида ўрнатилган йирик габаритли асбобларнинг кўрсатишига мувофиқ автоматик равишда ростланади. Бунда асбобларни машина ва аппаратлар яқинига жойлаштириш деярли қийинчиликлар туғдирмайди. Автоматлаштиришнинг бу даврида шкаласи яхши кўринадиган йирик габаритли асбоблар ишлатилади. Бунда бир корпусга ўлчаш асбоби, ростлагич ва задатчик жойлаштирилади.

Иккинчи давр — айрим жараёнларнинг комплекс автоматлаштирилишидир. Бунда ростлаш алоҳида шчитга ўрнатилган асбоблар бўйича олиб борилади. Йирик габаритли асбоблардан фойдаланиш бу шчитни бир неча метрга чўзилиб кетишига олиб келади ва шчитни назорат қилиш қийинлашади. Автоматлаштиришнинг бу даврида шчитдаги асбобларнинг ҳажмини кичиклаштириш зарурати пайдо бўлади. Бу масалани ҳал қилиш учун кичик габаритли иккиламчи асбоблар ишлатилади.

Учинчи давр (тўлиқ автоматлаштириш даври) — агрегат ва цехларни ялписига автоматлаштириш билан характерланади. Бу даврнинг характерли хусусияти шундаки, бошқариш ягона диспетчерлик пунктига марказлаштирилади. Шу билан бирга митти иккиламчи асбобларни ишлатиш эҳтиёжи пайдо бўлади. Доимий назоратни талаб қилмайдиган ўлчаш ва ростлаш асбоблари (йирик габаритли) шчитдан ташқарига ўрнатилади.

Сигнализация, муҳофаза ва назорат қилиш, саноат жараёнларини бошқариш ҳамда ростлашни бундан кейинги автоматлаштирилиши, чиқарилаётган маҳсулот сифатини яхшилаш, технологик жараёнларни оптимал тартибда олиб бориш технологик ускуналар ишини интенсивлаш вазифаларидан келиб чиқади.

Ҳар бир технологик жараён (*технологик жараён параметрлари* деб аталувчи) ўзгарувчан физикавий ва кимёвий катталиклар (босим, сарф, температура, намлик, концентрация ва ҳоказо) билан характерланади. Технологик аппаратура жараённинг тўғри оқиб ўтишини таъминлаши учун муайян жараённи характерловчи параметрларни берилган қийматда сақлаши лозим.

Қийматини стабиллаш ёки бир текисда ўзгаришини таъминлаш зарур бўлган параметрга *ростланувчи катталик* деб аталади. Ростланувчи катталикнинг қийматини стабиллаш ёки маълум қонун бўйича ўзгаришини амалга ошириш учун мўлжалланган асбоб *автомат ростлагич* дейилади. Ростланувчи катталикнинг айни пайтда ўлчанган қиймати ростланувчи катталикнинг *ҳозирги қиймати* дейилади. Ростланувчи катталикнинг технологик регламент бўйича айни вақтда доимий сақланиши шарт бўлган қиймати ростланувчи катталикнинг *берилган қиймати* дейилади. Технологик регламент ростланувчи катталикнинг ҳозирги ва берилган қийматларини вақтнинг ҳар бир онидан тенг бўлишини талаб қилади. Аммо ички

ёки ташқи шароитларнинг ўзгариши сабабли ростланувчи катталиқнинг ҳозирги қиймати берилган қийматидан четга чиқиши мумкин. Шу пайтда ҳосил бўлган қийматлар фарқини хато ёки *номослик* дейилади.

Хато ёки номослик нолга тенг бўлган технологик жараён *турғунлашган режим* дейилади. Турғунлашган режимда моддий ва энергетик баланслар қатъий сақланади.

Амалда кўпинча хом ашёнинг сарфи ва таркиби, аппаратлардаги температура, босим ва ҳоказоларнинг ўзгариши кузатилади. Технологик жараённинг мақсадга мувофиқ равишда оқиб ўтишига тескари таъсир кўрсатувчи ҳамда системалардаги моддий ва энергетик балансини бузувчи ўзгарувчилар *ғалаёнланишлар* деб аталади. Ғалаёнланишлар таъсирида хато пайдо бўладиган технологик жараён режими *турғунлашмаган режим* дейилади.

Ҳар бир бошқариш системасида кириш ва чиқиш параметрлари (ўзгарувчилари) бўлади. Кириш параметрларига хом ашёнинг бошланғич ҳолатини характерловчи ўзгарувчи ҳамда вақт ўтиши билан ўзгарадиган ускуна параметрлари, технологик жараённинг оқиб ўтишини аниқловчи ўзгарувчилар киради. Кириш ўзгарувчилари ростланадиган ва ростланмайдиган бўлиши мумкин.

Чиқиш параметрларига чиқарилган маҳсулот сифатини (кимёвий таркиб, зичлик ва бошқалар) характерловчи кўрсаткичлар, шунингдек, ҳисоблаш йўли билан аниқланадиган техника-иқтисодий (ускуналарнинг ишлаб чиқариш унумдорлиги, маҳсулотнинг таннари) кўрсаткичлар киради.

Системанинг ишлаши вақтида ростланувчи катталиқнинг ҳозирги қиймати берилган қийматига мос келиши учун системага таъсир кўрсатиш керак (бошқариладиган ўзгарувчи орқали). Бошқариладиган ўзгарувчи система бошқарув таъсирининг (хом ашёнинг сарфи, таркиби ва бошқалар) сонли характеристикасидир.

Шундай қилиб, саноатнинг энг муҳим талабларидан бири — технологик жараённинг турғунлашган режимини сақлашдан иборат. Моддий ва энергетик балансга риоя қиладиган машина ёки аппарат *ростланувчи объект* дейилади.

Технологик жараёнларни автоматик бошқаришнинг вазифаси ростлагич ёрдамида ростланувчи объектдаги керак бўлган технологик шароитни автоматик равишда сақлаш, агар бу шароит бузилса, уни қайта тиклашдан иборатдир. Автоматик ростлаш вақтида (ростланувчи объектга ростлагичнинг таъсири туфайли) ростланувчи катталиқнинг ҳозирги қиймати берилган қийматига тенг ёки шунга яқин бўлади.

Автоматик системалар бир-бирлари билан маълум кетма-кетликда боғланган бўлиб, ҳар бири тегишли вазифани бажарувчи алоҳида элементлардан иборат. Мустақил функцияни бажарувчи автоматик система таркибининг бирор қисми *автоматика элементи* дейилади. Автоматика элементларини улар-

нинг функционал вазифасига кўра таснифлаш мақсадга мувофиқ. Автоматик система элементларининг таркибига кирувчи функционал боғланишни ифодаловчи схема эса *функционал схема* деб аталади. Бундан ташқари, шу автоматик системани турли динамик хусусиятларга эга бўлган ва бир-бирлари билан боғланган содда звенолар шаклида тасвирлаш ҳам мумкин. Бу ҳолда автоматик системанинг схемаси звеноларнинг боғланишини акс эттиради ва *системанинг тузилиш схемаси* дейилади.

Ростланувчи объект ва автоматик ростлагич бирлиги автоматик ростлаш системасини (АРС) ташкил қилиб, ростлаш *контури* номли берк занжирни ҳосил қилади. Бу занжир АРСнинг тузилиш схемасига эмас, балки функционал схемасига тегишли.

Х.2-§. ЧЕТГА ЧИҚИШЛАР БЎЙИЧА РОСТЛАШ

Четга чиқишлар бўйича ростлаш принциpidан биринчи марта (1765 йили) И. И. Ползунов ўзи яратган буғ машинаси қозонидаги сув сатҳини ростлаш системасида фойдаланган. 1784 йилда Ж. Уатт ҳам буғ машинаси валининг айланиш тезлигини ростлаш системасида шу принципни қўллаган.

Ползуновнинг қалқовичли ростлагичи ва Уаттнинг марказдан қочма ростлагичида бир-биридан мустақил равишда бир принцип қўлланилган ва бу принцип Ползунов — Уатт ростлаш принципи (ёки четга чиқишлар бўйича ростлаш принципи) номини олган. Бу принципнинг моҳияти шундаки, ростлаш жараёнида ростлагич ростланувчи объектга ростланувчи катталикнинг ҳозирги ва берилган қийматлари орасида тенгсизлик ҳосил бўлгандагина ўз таъсирини кўрсатади. Бу принципни амалга оширувчи автоматик система берк системадир, чунки сигнал ростланувчи объектнинг чиқиш қисмидан тенгсизликни қайта ишлаб объектнинг киришига таъсир кўрсатувчи автоматик ростлагичнинг кириш қисмига келади. Ўлчовнинг четга чиқиш қийматини кучайтириш системани мураккаблаштиришга олиб келади. Хатонинг қандай ғалаёнланишлар таъсирида пайдо бўлишидан қатъи назар, автоматик ростлагичнинг бу хатони қайта ишлаши ушбу системанинг афзаллиги ҳисобланади. Бу хусусият муҳим аҳамиятга эга, чунки санотдаги ростланувчи объектларга қандай ғалаёнланишлар таъсир қилишини аввалдан билиш мумкин. Четга чиқишлар бўйича ростлаш принципини амалга оширувчи АРС ларининг яна бир афзаллиги битта ростловчининг таъсирида бир нечта ғалаёнланишларнинг зарарли оқибатини йўқотиш мумкинлигидадир.

Бу принципнинг камчилиги шундаки, ғалаёнланиш пайдо бўлиши билан улар бошқарилувчи параметрга таъсир қилмай, балки ростланувчи объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ бўлган вақт ўтгандан сўнг таъсир кўрсатади. Автоматик ростлагич бир оз кечикиб таъсир кўрсатади, шу сабабли рост-

ланувчи параметр белгиланган қийматидан анчагина четга чиқишга улгуради. Бу ҳолларда ростловчининг таъсирини жадаллаштирувчи автоматик ростлагичлар яратиш йўлидан бориш мумкин. Аммо бундай ростлагичлар тенгсизликни бутунлай компенсация қилибгина қолмай, балки унинг тескари йўналишда ривожланишига олиб келади. Шу сабабли четга чиқишлар бўйича ишлайдиган АРС лари учун ростланувчи параметр қийматининг берилган қийматга нисбатан тебранишлари билан ифодаланувчи оралиқ жараёнлар характерлидир. Четга чиқишлар бўйича ишлайдиган АРС ларни шундай лойиҳалаш керакки, бу тебранишлар сўнувчи хусусиятга эга бўлиб, хатонинг миқдори нолга (ёки минимумга) етсин.

Х.3-§. ҒАЛАЁНЛАНИШ БҮЙИЧА РОСТЛАШ

1830 йилда француз математиги Понселе ғалаёнланиш (юк) бўйича ростлаш принципини (Понселе принципи) таърифлаб берган. Ижро этувчи механизм ростловчи органининг объект юки таъсирида ҳаракатга келадиган ростлаш системаси *ғалаёнланиш бўйича АРС* дейилади.

Ғалаёнланиш бўйича ростлаш сезиларли тенгсизлик пайдо бўлишидан аввалроқ ғалаёнланишнинг зарарли таъсирини йўқотишга имкон беради. Автомат ростлагич бундай система-ларда фақат конкрет ғалаёнланиш таъсирига жавобан ҳаракатга келади. Ростланувчи объектга эса бир неча ғалаёнланишлар таъсир қилиши мумкин. Бу ростланувчи объектга таъсир қилиши мумкин бўлган ғалаёнланишлар сони нечта бўлса, бу объект шунча автомат ростлагичлар билан таъминланиши керак дегани.

Ростланувчи объект ҳақида аниқ маълумотларсиз уни ғалаёнланиш бўйича ростлаш мумкин бўлмайди.

Агар хом ашё хоссаларининг ўзгариши аввалдан маълум бўлса, хом ашё заҳираси ва турли аралаштиргичлардан фойдаланиб таъминлашнинг таркиби сақланади, ёки хом ашё хоссаларининг ўзгаришига йўл қўйиб, жараёнга берилган вазифани ўзгартириш йўли билан чиқиш параметрларининг доимийлиги сақланади.

Ғалаёнланиш бўйича ростлаш системасида ростлаш сифати жараён параметрларининг аввалдан берилган маълумотларнинг аниқлигига боғлиқ. Бу системалар асосий ғалаёнланишлари маълум ва ўлчовли бўлган объектлар учун қулай. Юк бўйича ростлашда вақтнинг ҳар бир онда узатиш ва истеъмол қилиш ўртасидаги тенгликни таъминлаш жуда қийин.

АРС билан ғалаёнланиш компенсациясининг хусусияти — улар очиқ ростлаш системаларидан иборат эканлигидир. Бу системаларда ростланувчи параметр билан автомат ростлаш ўртасида алоқа йўқ. Бундай очиқ ростлаш системаларининг камчилиги ростлагич иши ва натижа орасида алоқа йўқлигида. Вақт ўтиши билан системада пайдо бўлган энг кичик

хато ҳам ростланувчи катталикнинг четга чиқишига олиб келади. Шунинг учун юқори даражада аниқликка эга бўлган ростлагичлар яратиш зарур бўлиб, буни амалга ошириш жуда катта қийинчиликлар билан боғлиқ.

Х.4-§. КОМБИНАЦИЯЛАШГАН РОСТЛАШ СИСТЕМАЛАРИ

Четга чиқишлар ва ғалаёнланиш бўйича ростлаш системаларининг афзалликларини ўз ичига олган комбинациялашган ростлаш принципи бўйича ишлайдиган системаларда асосий ғалаёнланишни компенсация қилиш учун ғалаёнланиш бўйича АРС қўлланилади. Бунда қўшимча равишда четга чиқишлар принципига асосланган яна бир ростлаш контури ишлатилади. Бу контурда тўғриловчи ростлагич четга чиқишга нисбатан сигнал ишлаб чиқаради, сигнални ўз навбатида ғалаёнланиш бўйича ростлаш контурининг ростлагичи топшириқ сифатида қабул қилади. Шундай қилиб, асосий ғалаёнланиш таъсири ва системада пайдо бўладиган хатога сабаб бўлган барча ғалаёнланишлар тез суръатларда компенсация қилинади. Комбинациялашган ростлаш системаси анча аниқ ростлаш натижасини таъминлайди ва бошқа системаларга қараганда мураккаб, шу сабабли четга чиқишлар бўйича АРС талаб қилинган даражада аниқ ростлашни бажара олмаган ҳолдагина бундай системалар қўлланилади.

Комбинациялашган системалар орасида энг мукаммали ростланувчи катталикнинг системага кўрсатадиган ғалаёнланишлари таъсирдан озод этувчи *инвариант* системалардир. Инвариантликка системадаги ғалаёнланишлар таъсири бўйича алоқалар киритиш орқали эришилади. Бунда ростланувчи катталикнинг стабиллашишига ёки ўзгараётган топшириқнинг қайта тикланиш сифати яхшиланишига интилинади. Агар абсолют инвариантлик шартлари бажарилса, ростланувчи катталик ғалаёнланишлар таъсирига боғлиқ бўлмайди. Бошқача қилиб айтганда, ноль қийматдан бошқа ғалаёнланишлар таъсирида системадаги ростланувчи катталикнинг тебраниш қиймати нолга тенг.

Х.5-§. ТЕСКАРИ АЛОҚА ҲАҚИДА ТУШУНЧА

Системанинг иш жараёнида ростланувчи объект билан автомат ростлагич ўзаро таъсирлашади. Бу *ички таъсир* дейилади. Ростлагич ва объектга *ташқи таъсирлар* ҳам кўрсатилади. Ростланувчи катталикка ростланмаётган катталикларнинг ташқи таъсири *ғалаёнловчи таъсир* дейилади. Юк бўйича таъсир, шунингдек, ростлагичга берилган топшириқнинг ўзгариши ғалаёнловчи таъсирлар ҳисобланади. Ростлагичга бериладиган топшириқнинг ўзгартирилиши (*топширувчи таъсир*) қўл билан автоматик равишда бажарилади. Топширувчи таъсир системанинг муайян нуқталарида, ғалаёнловчи таъсирлар эса системанинг исталган нуқтасида бўлиши мумкин. Топширувчи ва ғалаёнловчи таъсирлар жараёндаги ростланувчи катталик

нинг биринчи ўрнатилган ҳолатидан иккинчисига ўтишида оралиқ жараёнлар ҳам бўлиши мумкин. Оралиқ жараёнда четга чиқишлар (тенгсизликлар) кузатилади; бу давр ичида технологик талабларга мувофиқ ростланувчи катталик йўл қўйилган қийматидан ошиб кетмаслигини таъминловчи ростланувчи катталикнинг ўзгариш характерини назарда тутиш муҳим. Ростланувчи катталикнинг йўл қўйилган қийматидан ошиб кетиши, одатда, ростлаш жараёнини оралиқ даврда стабиллашга мўлжалланган тескари алоқа қурилмалари ёрдамида бартараф қилинади.

Тескари алоқа — система кейинги звеносининг чиқиш сигналинини ундан олдин келадиган звено киришига узатадиган қурилма. Автоматик система таркибига кирган элементлар детекторлаш қобилиятига эга, яъни уларнинг ҳаракати муйаян йўналишга эга: звенонинг киришига келадиган сигнал звенодан фақат бир йўналишда — киришдан чиқиш томонга ўтади. Агар звенонинг чиқишдаги сигнал ўзгарса, бу звенонинг киришига келадиган сигналга таъсир қилади. Звенолардан бирининг киришига келган сигнал системанинг барча звеноларидан ўтиб бошланғич киришга трансформациялаган ҳолда келган ёпиқ система *тескари алоқа* системаси дейилади.

Тескари алоқалар мусбат ва манфий бўлади. Агар тескари алоқа сигнали системанинг асосий сигналидан айирилса манфий тескари алоқа бўлади. Тескари алоқа сигналининг ҳаракати асосий сигнал ҳаракатига мос бўлиб, у билан қўшилса, бундай алоқа мусбат бўлади.

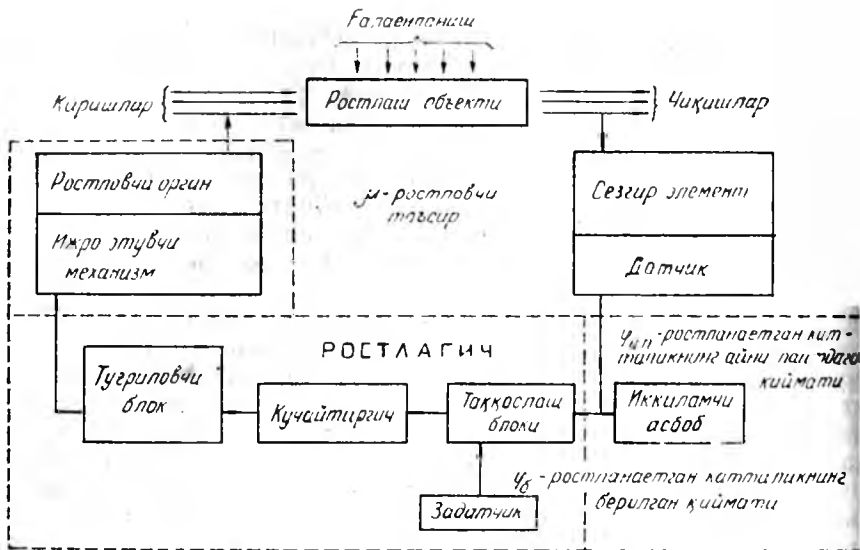
Тескари алоқа қаттиқ ва эластик (қайишқоқ) бўлиши мумкин. *Қаттиқ тескари алоқа* — система иши даврининг бошидан охиригача ҳаракат қилади, *эластик тескари алоқа* эса фақат оралиқ даврда, яъни системадаги ўрнатилган режим бузилган пайтда ишга тушади. Қаттиқ тескари алоқа механизми системага статиклик хусусиятини беради. Сезгир элемент билан тескари алоқа элементи ўртасидаги ўзаро таъсир туфайли ростлаш системасида оралиқ жараённинг берилган қонун бўйича оқиб ўтиши таъминланади.

Автоматик ростлаш системаларида манфий тескари алоқалар кўп тарқалган. Бунга сабаб биринчидан, ростлаш системасининг бу схемада ташкил қилинишида автомат ростлагичнинг объектга кўрсатган таъсири туфайли ғалаёнловчи таъсирлар туридан қатъи назар хато йўқотилади: иккинчидан, манфий тескари алоқадан фойдаланиш системанинг турғунлигини яхшилашга имкон беради.

Х.6-§. АВТОМАТИК РОСТЛАШ СИСТЕМАСИНING ТУЗИЛИШИ

Х-1-расмда тасвирланган бир контурли АРС нинг функционал схемасини кўриб чиқамиз.

Четга чиқишлар принципи бўйича ишлайдиган АРС да ростланувчи катталикнинг ҳозирги ва берилган қийматлари айирмаси ўлчанади ва тенгсизлик ишорасига кўра автомат



10. 1- расм. Автоматик ростлаш системасининг бир контурли берк функционал схемаси.

ростлагич объектга нисбатан ростловчи таъсир ишлаб чиқариб тенгсизликни йўқотади. Бундай система ёпиқ цикл бўйича ишлаб, ёпиқ система дейилади. Ростланувчи объектнинг чиқишига датчик ўрнатилади. Бу махсус қурилма ростланувчи катталикнинг ҳозирги қийматини қабул қилиб, уни ростлаш системасидаги кейинги звеноларга узатиш учун қулай бўлган сигналга ўзгартиради.

Датчиклар содда (бевосита таъсир этувчи) ва мураккаб (билвосита таъсир этувчи) бўлади. Сезгир элемент билан датчик бир бўлган қурилма бевосита таъсир этувчи датчик ҳисобланади. Билвосита таъсир этувчи датчикларда эса бу элементлар мустақил ишланади. Датчик ишлаб чиқарган ростланувчи катталикнинг ҳозирги қиймати ҳақидаги маълумот автомат ростлагичнинг киришига келади. Айни вақтда шу маълумот кўрсатувчи, жамловчи (интегралловчи), қайд қилувчи, сигнал берувчи ёки комбинациялашган иккиламчи ўлчаш асбобининг киришига ҳам келади. Ростлагич тўғри технологик режимни сақлаб туради. Систепада автомат ростлагич бўлса иккиламчи асбобнинг бўлиши шарт эмас. Лекин автоматлаштиришда одамнинг вазифаси ўлчаш асбоблари, ростлагичлар ва ижро этувчи механизмларнинг ишини контрол қилишдан иборат бўлгани учун, АРС да кўпинча иккиламчи ўлчаш асбобидан фойдаланиш назарда тутилади. Юқорида айтилганидек, баъзан, ростлагичлар ва ўлчаш асбоблари бир корпусда ишланади, бундай ростлагичлар асбоб турида бўлади.

Автомат ростлагич таркибига солиштириш блоки киради. Бу датчик ва задатчик сигналларини алгебраик жамлаш (интег-

раллаш) операциясини бажарадиган қурилмадир. Солиштириш блоки ўзининг чиқишида ҳозирги ва берилган қийматлар айирмасига тенг қийматли сигнални, яъни тенгсизлик қийматини ишлаб чиқаради. Шунинг учун солиштириш блокига келадиган сигналларнинг физик хоссалари бир хил бўлиши керак.

Задатчик — ўзининг чиқишида ростланувчи катталикнинг берилган қийматига пропорционал сигнал ишлаб чиқаришга мўлжалланган қурилма. Аммо тенгсизлик сигнаlining қуввати, одатда, ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ҳаракатга келтириш учун камлик қилади. Шунинг учун, автомат ростлагич орқали амалга оширилувчи ростлаш қонунига мувофиқ, бу сигнал кучайтирилиб тузатилади. Бу операцияни кучайтиргич ва тузатувчи блок бажаради. Ростланувчи катталик билан кириш сигнали ўртасидаги функционал боғланишга *ростлаш қонуни* деб аталади.

Сигнал автомат ростлагичнинг чиқишидан ижро этувчи механизм киришига келади. Ростлагичнинг команда сигнаlinи ўзидаги ростловчи органнинг тегишли сигналга ўзгартирувчи қурилма *ижро этувчи механизм* дейилади.

Қурилган бир контурли АРС учун ростлаш системаси контурнинг ёпиқ ҳолати характерлидир. Бу системанинг яна бир хусусияти унинг детекторлаш қобилиятига эгаллиги ҳисобланади. Шунинг учун ростлаш контуридаги таъсир фақат бир йўналишда бўлади.

Функционал белгиларига кўра автоматик ростлаш системасидаги элементларни қуйидаги гуруҳларга бўлиш мумкин: 1) сезгир элементлар; 2) датчиклар; 3) солиштириш элементлари; 4) топшириқ бергич ёки бошқарувчи элементлар (задатчик); 5) ўзгартирувчи элементлар (бирор физик хоссаларга эга бўлган сигналларни иккинчи хил физик хоссаларга эга бўлган сигналларга айлантиришга мўлжалланган); 6) кучайтиргичлар; 7) тузатувчи элементлар (системани талаб қилинган динамик сифатлар билан таъминлайди); 8) ижро этувчи элементлар; 9) стабилизаторлар (системанинг иш пайтида берилган физик катталик тебранишларини стабиллашга мўлжалланган); 10) сигналларни узатиш учун хизмат қиладиган тақсимлагичлар (турли элементларни бир-бирига кетма-кет улашга мўлжалланган); 11) ҳисоблаш элементлари (конкрет технологик масалаларни ечиш ва маълум математик операцияларни бажаришга мўлжалланган).

Истеъмол қилинадиган энергиянинг турига кўра автоматик ростлаш системаси элементлари электрик, пневматик, гидравлик, механик ва комбинациялашган бўлади. Автоматик системаларнинг хусусиятлари уларнинг элементлари хусусиятларига боғлиқ.

Ҳар бир элементнинг умумий ва асосий характеристикаси унинг ўзгартириш коэффициенти, яъни элемент чиқиш катталигининг кириш катталигига бўлган нисбатига тенг. Автоматика системаларининг элементлари миқдор ва сифат ўзгарти-

ришларини бажаради. Миқдор ўзгартиришлар кучайтириш, стабиллаш ва бошқа коэффициентларни назарда тутаяди. Сифат ўзгартиришларда бир физик катталиқ иккинчисига ўтади. Бу ҳолда ўзгартириш коэффициенти *элемент сезгирлиги* дейилади.

Автоматика элементининг яна бир муҳим характеристикаси — элемент (кириш катталиги ўзгаришига боғлиқ бўлмаган) чиқиш катталигининг ўзгаришидан ҳосил бўлган ўзгартириш хатосидир. Бу хатога сабаб атроф-муҳит температурасининг, таъминлаш кучланишининг ўзгариши ва ҳоказолар бўлиши мумкин. Элемент характеристикаларининг ўзгариши натижасида пайдо бўлган хато *ностабиллик* деб аталади.

Баъзи элементларнинг кириши ва чиқиш катталиклари ўртасида кўп қийматли боғланиш мавжуд. Бунга қуруқ ишқаланиш, гистерезис ва бошқалар сабаб бўлиши мумкин. Бунда катталиқнинг ҳар бир кириш қийматига унинг бир неча чиқиш қийматлари мос келади. Сезгирлик чегарасининг мавжудлиги шу ҳодиса билан боғлиқ.

Кириш катталигининг элемент чиқишидаги сигналнинг сезиларли даражада ўзгартириш қобилиятига эга бўлган қиймат *сезгирлик чегараси* дейилади. Автоматика элементлари мустаҳкамлик билан ҳам характерланади. Элементларнинг саноатда ишлатилишида ўз параметрларини йўл қўйилган чегараларда сақлаш қобилиятига *мустаҳкамлик* деб аталади. Мустаҳкамлик элементи лойиҳалаш вақтида ҳисобланади ва уни ишлаб чиқарилгандан сўнг ишлатиш жараёнида синалади.

Х.7-§. АВТОМАТИК РОСТЛАШ СИСТЕМАЛАРИНИНГ ТАСНИФИ

Берилган топшириқнинг ўзгаришига кўра автоматик ростлаш системалари қуйидаги гуруҳларга таснифланади.

1. **Стабилловчи автоматик ростлаш системалари.** Бунда ростланувчи катталиқнинг қиймати доимий бўлади. Бу системаларда автомат ростлагичнинг вазифаси ростланувчи катталиқнинг муайян, мутлақо доимий қийматида сақлаш ва технологик жараёни стабиллашдир. Бу ҳолда технологик регламент талабларига кўра ростланувчи катталиқнинг қиймати доимий бўлади. Ҳозирги пайтда стабилловчи АРС лар жуда кенг тарқалган.

2. **Дастурли автоматик ростлаш системасида** олдинда маълум бўлган қонунга кўра ўзгарадиган қийматли ростланувчи катталиқ мавжуд бўлади. Бу системада ростланувчи катталиқнинг берилган қиймати ростлагич задатчиги орқали маълум қонун бўйича ишлаб чиқарилади.

3. Ростланувчи катталиқнинг берилган қиймати ихтиёрий равишда ўзгараётган катталиқнинг нисбатидан аниқланса, бу система **кузатувчи автоматик ростлаш системаси** дейилади. Бу системанинг ростловчанлик вазифаси ростланувчи катталиқнинг ҳозирги қиймати иккинчи мустақил катталиқ қийматини аниқ такрорлашидан (ёки уни кузатишдан) иборат.

4. Ростланувчи катталиқнинг қиймати ростлагич томонида

берилса ёки оптимал сатҳда сақланса, бу система **оптимал** ростлаш системаси дейилади. Бу системанинг яна бир тури **экстремал АРС дир.** Баъзан технологик жараён ўтишининг оптимал шароитларини тажриба ўтказмасдан, аввалдан аниқлаш қийин бўлади. Шунда экстремал система танланган оптималлик мезонларига мувофиқ равишда шароитларни топиш ва уларни сақлаш вазифасини амалга оширади.

5. Характеристикалари ўзгарган технологик жараённинг ўтиши оптимал бўлган шароитларни топиб, уларни амалга оширувчи системани **мослашувчи АРС** дейилади.

Автоматик ростлаш системалари яна узлуксиз ва узлукли (дискрет) системаларга бўлинади. Узлуксиз АРС да ростланувчи катталиқ система занжири бўйича узлуксиз ўзгаради ва ростланувчи объектга нисбатан ростловчи миқдорнинг узлуксиз таъсирини ҳосил қилади.

Узлукли ростлаш системасида ростланувчи катталиқнинг узлуксиз ўзгариши бошқарувчи ва ижро этувчи звеноларга вақт-вақти билан таъсир қилади.

Узлукли системага импульсли ва позицион (релели) системалар киради. Агар системанинг ростловчи таъсири ўтаётган вақтнинг муайян даврларида бериладиган бир қатор импульслардан иборат бўлса, бу система импульсли ростлаш системаси бўлади. Бу системаларда импульслар параметрлари (амплитуда, узунлик ва ишора) тенгсизлик миқдорига боғлиқ. Агар АРС таркибига бирор реле ҳаракатидаги элемент кирса, бу система релели ростлаш системаси дейилади. Реле элементининг чиқиш сигнали поғонасимон бўлиб, кириш сигнали бирор муайян қийматга етганда, у бир марта қайд қилинган ҳолатдан иккинчисига ўтади. Реле элементининг чиқиш сигнали қайд қилган қийматлари сонига кўра АРС лар икки ёки кўп позицион бўлади.

Кўпинча объектларда бир йўла бир неча параметрларни ростлаш зарурияти пайдо бўлади. Агар ростлаш контурлари маҳаллий бўлиб, ростлагичлар ташқи алоқа йўллари билан ўзаро боғланмаган бўлса, бундай системалар боғланмаган ростлаш системалари дейилади. Агар ростланувчи миқдорлар объект ичида боғланмаган бўлса, бундай системалар технологик жараённинг сифатли ўтишини таъминлайди. Агарда миқдорлар ўзаро боғланган бўлса, АРС боғланган бўлади. Боғланган ростлаш системаларидаги ростлагичлар аввалгидек ўзаро боғланмайди. Ҳар қайси маҳаллий ростлаш контури бошқа контурларга корреляцияланган ички алоқа орқали таъсир қилгани сабабли ростлаш сифати ёмонлашади. Натижада система турғунлашмаган бўлиб қолиши мумкин. Бу ҳолда боғланган ростлаш системаси қўлланилади.

Ростлагичлари ўзаро ташқи алоқа орқали боғланган система боғланган ростлаш системаси синфига киради. Шу билан бирга ростлагичларнинг ўзаро таъсирида ростланувчи катталиқлар ички боғланишларининг зарарли таъсирини бирмунча

компенсация қилиши ҳам назарда тутилган. Энг мукамал ҳолларда ташқи боғланишлар ички боғланишлар юзага келтирадиган кўнгилсиз ҳодисаларни бутунлай йўқотади ва бундай боғланган система *автоном* дейилади.

Х.8- §. УТИШ ЖАРАЁНЛАРИ

Агар системага таъсир этувчи галаёнланишлар бўлмаса ва ростланувчи катталиқнинг ҳозирги ҳамда берилган қийматлари тенг бўлса, ростлаш системаси мувозанат ҳолатда бўлади. Галаёнловчи таъсирлар эса системани мувозанат ҳолатдан чиқаради. Елик четга чиқишлар принципи бўйича ишлайдиган АРС ларда автомат ростлагич сезадиган тенгсизлик пайдо бўлади. Автомат ростлагич ростланувчи объектга нисбатан ростловчининг таъсирини ишлаб чиқаради, бу эса ўз навбатида модда ёки энергия сарфининг ўзгаришига олиб келади. Ўзгариш маълум вақт давомида содир бўлади, бу вақт *ростлаш вақти* дейилади. Ростланувчи катталиқнинг вақт мобайнида ўзгариши ўтиш жараёни бўлиб, унинг графиги ростлаш жараёнининг эгри чизиги дейилади. Утиш жараёнининг шакли ростлаш сифатининг асосий кўрсаткичларидан биридир. Ростланувчи катталиқнинг четга чиқишларсиз камайиб тебранишларсиз, равон ўтадиган эгри чизиги даврий бўлмаган турғун жараёнга хос бўлиб, одатда бундай ҳолларда ростлаш жараёни секин ўтади. Ростланувчи катталиқнинг қиймати берилган қийматидан анча четга чиқса бу ҳол ўтиш жараёнининг бундай ишлашини мақсадга мувофиқ эмаслигини кўрсатади. Сўнгра АРС ҳаракатининг тезлиги оширилса, унинг турғунлиги камайди, чунки сигналларнинг системадан ўтишида кечикиши ва таркибий элементлар динамик хусусиятларининг номувофиқлиги кузатилади.

Агар ростланувчи катталиқнинг четга чиқиш амплитудаси нолгача камайтирилса, унинг эгри чизиги сўнувчи тебранишли жараёнга тегишли бўлади. Утиш жараёнининг бундай шакли қулайдир. Бу ҳолда ростлаш вақти кам ва ростланувчи катталиқнинг четга чиқиш амплитудаси кичик бўлади. Агар система ҳаракати янада тезлаштирилса, ўтиш жараёни сўнмас тебранишли жараён шаклига кириши мумкин. Унда система ҳеч қачон мувозанат ҳолатига келмайди, ўлчанаётган катталиқ эса доим берилган қиймат атрофида тебраниб туради. Автоматик ростлаш системаларининг вазифаси ростланувчи катталиқнинг четга чиқишини йўқотишдан иборатлиги эътиборга олинса, ёйилувчи тебранишлар ҳосил бўлишига йўл қўйиш мумкин эмаслиги маълум бўлади. Бунда четга чиқиш амплитудаси вақт ўтиши билан ошиб боради.

Х.9- §. АРС ЛАРГА ҚЎЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР

Галаёнланишлар таъсирида мувозанатини йўқотадиган, бу таъсирлар бартараф қилингандан сўнг эса ўз мувозанат ҳола-

тига қайтадиган системалар *турғун системалар* дейилади. Бунинг акси эса турғунлашмаган система бўлади.

Автоматик ростлаш системаларининг вазифаларига кўра системалар турғун бўлиши керак. Бу талаб стабиллаш дастурли ва кузатиш системаларига бир хилда тегишлидир. Жуда кам учрайдиган ҳоллардагина, агар система ростланувчи катталикнинг берилган қийматига нисбатан четга чиқиш амплитудаси кичик бўлган сўнмас тебранишлар берса, қоидадан четга чиқишга йўл қўйилади.

Галаёнловчи таъсирлар натижасидаги АРС нинг характери ростлашнинг сифатини аниқлайди. Ростлашнинг сифати ва вақти, ростлашнинг динамик ва статик хатоси, шунингдек, ўтиш жараёнининг сўниш даражаси кўрсаткичларидан фойдаланилади.

Статик хато — ростланувчи катталик ва унинг берилган қиймати орасидаги фарқ бўлиб, ўтиш жараёни тугагандан кейинги қолган хатодир.

Динамик хато — ўтиш жараёнидаги ростланувчи катталикнинг берилган қийматидан максимал четга чиқиш.

Сўниш даражаси — тебраниш жараёнларининг интенсивлигини ифодалайди ва ўтиш жараёнидаги учинчи ярим давр амплитудасининг биринчи ярим давр амплитудасига бўлган нисбатига тенг.

Ўтиш жараёни қанчалик тез тугаб, динамик ва статик хатолар қанча кичик бўлса, ўтиш жараёнининг сифати шунча юқори бўлади. Бундан АРС ларга қўйиладиган иккинчи ва асосий талаблар келиб чиқади, яъни система ўтиш жараёнларининг керакли сифатини таъминлаши шарт. Шунинг ҳам айтиш керакки, бу талаблар ҳар бир конкрет ҳолда технологик жараён ва ишлаб чиқаришнинг талаблари хусусиятларига мос ҳолда шаклланади. Шунингдек, система ўтиш жараёнининг сифати ва шакли, асосан, ростланувчи объект ва автомат ростлагичнинг хоссаларига боғлиқ.

XI б о б. АВТОМАТИҚ РОСТЛАШ СИСТЕМАЛАРИ ВА АРС ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ АНАЛИЗИ

XI.1- §. ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ МАТЕМАТИҚ ТАВСИФИ, АҲАМИЯТИ ВА ИШЛАТИЛИШИ

Автоматик ростлаш системасининг сифатли ишлаши система элементларининг тўғри танланиши ва ростланишига боғлиқ. Бунинг учун ростланувчи объект ва АРС лар барча элементларининг характеристикасини билиш керак.

Ростланувчи объектлар хилма-хилдир. Улар бир-бирларидан ҳажми, оқиб ўтадиган физик-кимёвий жараёнлари, аппаратларининг шаклланиши ва яна бир қанча омиллари билан фарқ қилади. Аммо АРС ларни анализ қилишда, объектлар ва АРС элементлари турлича бўлишига қарамай, уларнинг бир

хил ёки бир-бирига ўхшаш бўлган хусусиятларини аниқлаш ҳамда объектларни шу хусусиятлар бўйича намунали объектларга таснифлаш мақсадга мувофиқдир. Намунали ростлаш объектларининг хоссаларини билиш муайян саноат объектларини анализ қилиш вазифасини осонлаштиради. Бу вазифа текширилаётган объект турини аниқлашдан иборат бўлиб, объект хусусиятлари тегишли намунали объект хусусиятига ўхшаш деб қабул қилинади.

Ростлаш объекти ва АРС элементлари хусусиятларини тавсифлашда математик моделлаш методи қўлланилади. Математик моделлаш — моделларни қуриш ва ўрганиш босқичларини ўз ичига олади. Бунда ўрганилаётган объект ўрнига модель деб аталувчи моддий объект олинади. Урганилаётган объектга ўхшаш моделнинг жараёнлари бошқа физик ҳодисага мос, лекин бир хил тенгламалар билан тавсифланади. Математик моделлар ҳисоблаш машиналари ёки тўғри аналогия қурилмаси орқали амалга оширилади. Ҳисоблаш машиналарида ўрганилаётган ҳодиса ёки жараённинг математик тавсифини бир қатор элементар математик операцияларни бажариб тикланади. Бу операциялар бир нечта элементларни бир вақтда ечиш ёки битта элементни кўп марта ечиш билан бажарилади. Тўғри аналогия моделлари, ҳисоблаш машина-сидан фарқли равишда алоҳида элементларга бўлинмайди. Улар бошланғич нисбатларни қурилмада ўтаётган ҳодиса хусусиятларига кўра тиклайди. Бунда доимо модель ва ҳақиқий жараён параметрлари ўртасидаги бир маъноли мослашувни (танланган аналогия системасига кўра) кўрсатиш мумкин.

Ўрганилаётган объектнинг кириши ва бошқарувчи параметрлари ўртасидаги нисбатан аниқловчи тенгламалар системаси *математик тавсиф* дейилади. Объектнинг математик моделини қуриш ва уни ўрганиш бир қатор ўзаро боғлиқ бўлган босқичларни бажариш демакдир.

Моделлаш вазифасини аниқлаш:

- объектни ўрганиш ва тавсифнинг шаклланиши;
- математик тавсифни тузиш;
- моделловчи алгоритмни ишлаб чиқиш;
- олинган модель ва ҳақиқий жараённинг мослигини аниқлаш;
- моделлаш (объектнинг математик моделини тадқиқ қилиш).

— олинган маълумотни анализ қилиш.

Моделлаш вазифасини аниқлаш — барча босқичлар ичиде энг муҳими, чунки математик моделлашнинг аниқ ва равшан ифодаланишидан масаланинг ечилиш йўллари келиб чиқади. Моделлашнинг мақсади турлича бўлиши мумкин, лекин уларнинг негизи ускуналарни оптимал лойиҳалаш, лойиҳалашнинг ўзини автоматлаштириш ва объектни оптимал бошқаришдан иборат. Қўйилган бу мақсадга математик тавсифнинг олиш методини танлаш ҳам боғлиқ.

Объектни ўрганиш ва тавсифнинг шаклланиши босқичида масаланинг негизидаги ҳодисалар механизми бўйсунадиган функционал қонунлар аниқланади. Бу босқичга кириш ва чиқиш ўзгарувчилари; ғалаёнловчи ва бошқарувчи таъсирлар белгиланади, кириш ва чиқиш ўзгарувчилари ўртасидаги боғланиш аниқланади, дастлабки тажрибалар ўтказилади. Олинган маълумотлар асосида жараённинг структурали схемаси тузилади.

Математик тавсифни тузиш. Ечилаётган масалага мувофиқ танланган физик модель асосида математик тенгламалар системаси ёзилади. Бу босқичда, агар имкон бўлса, тенгламанинг аҳамиятсиз аъзолари олиб ташланиб, тенгламалар содалаштирилади. Бунда тенгламадан олиб ташланаётган аъзо масалани ечишда ҳақиқатан аҳамиятсиз эканлигига ишонч ҳосил қилиш керак.

Моделловчи алгоритмни ишлаб чиқиш масаласи математик тавсифнинг тенгламалар системасини ечиш методини топишдан иборат. Модель қандай машинада, яъни рақамли (РХМ), аналог (АХМ) ёки комбинациялашган (АРХС) машинада амалга оширилишига кўра алгоритмни ишлаб чиқиш методи танланади. Конкрет ҳисоблаш машинасининг турини танлаш ечилаётган тенглама тури ва ҳисоблаш ҳажмига боғлиқ.

Модель ва ҳақиқий жараённинг мослигини аниқлаш босқичида жараёни характерловчи катталиклар солиштирилади. Аниқлик етарли даражада бўлмаса, математик моделга тузатиш киритиш керак.

Моделлаш босқичида жараённинг математик модели тадқиқ қилинади, олинган маълумотлар анализ қилинади ва натижада конкрет амалий натижалар ишлаб чиқилади.

Х.12-§. МАТЕМАТИК ТАВСИФНИ ОЛИШ МЕТОДЛАРИ

Математик моделлашнинг мақсади объект ҳақида маълумотлар олишдан иборат, бунда талаб қилинган аниқликка кўра аналитик ва экспериментал методлар қўлланилади. Моделлашнинг бу методлари жараёни бошқариш учун керак бўлган кириш ва чиқиш параметрлари ўртасидаги нисбатни аниқлаш имконини беради.

Математик модели аналитик метод бўйича қуриш ростилашувчи объектларга хос қонуниятларни билишга асосланган. Бу метод мавжуд бўлган кимёвий технологик жараёнларни яхшилаш, янги жараёнларни лойиҳалаш ва оптимал бошқаришда қўлланилади. Аналитик методларнинг афзаллиги шундаки, улар чизикли ва чизикли бўлмаган объектларни моделлаш имконини беради. Бу метод ёрдамида тайёрланган моделлар ва бир типли объектлар жараёнини тавсифлайди ҳамда модель параметрлари билан объектнинг конструктив ўлчамлари ва иш режимлари ўртасида алоқа ўрнатади. Бу методнинг камчилиги шундаки, тенгламанинг охириги ифодасини топишга ёрдам берувчи эркин йўл қўйишлар зарурдир. Бу

объект хоссаларининг тавсифидаги аниқликни камайтиради. Бундан ташқари, тажрибалар ўтказиш ва тенгламаларнинг параметрларини аниқлашга кўп вақт кетади.

Математик модель тузишнинг экспериментал методлари қуйидаги даврлардан иборат.

I. Объект хусусиятлари, кириш ва чиқиш параметрларининг ўзгариш чегаралари ўрганилади, сигналларнинг ўтиш каналлари белгиланиб, уларнинг ўртасидаги боғланиши аниқланади ва объектнинг тузилиш схемаси қурилади.

II. Чиқиш ва кириш параметрларининг нисбати экспериментал равишда аниқланади.

III. Тажриба орқали топилган нисбатлар аппроксимация қилинади ва звенолар ҳамда бутун системанинг математик тавсифи аниқланади.

IV. Моделловчи алгоритм тузилади ва моделнинг мослиги баҳоланади. Экспириментал метод, асосан амалдаги технологик жараёнларнинг автоматик ростлаш системасини тузиш, ростлагичларнинг оптимал ростланиш параметрларини аниқлаш ва жараённи статик оптималлаштириш учун ишлатилади. Бу метод тенгламалар параметрларини аниқлаш учун кўп вақт олмайди, объектнинг статик ва динамик хусусиятларини аппроксимация қилишда етарли аниқликни таъминлайди. Методнинг камчиликлари; экспериментал метод фақат тўғри чиқишга келтирилувчи объектларнинг тавсифи учун ишлатилади; олинган модель фақат тажриба қилинаётган объект хусусиятларини тавсифлайди, тенгламаларнинг параметрлари билан амалдаги ҳажм ва апарат иш режими ўртасида алоқа ўрнатиб бўлмайди.

Модель қурниш методи қуйидагиларга бўлинади:

- 1) «Қора қути» методи;
- 2) технологик жараённинг физик-кимёвий ва иқтисодий қонунларига асосланган метод.
- 3) аралаш метод.

Тадқиқотчилар кам ўрганилган технологик жараёнларнинг математик тавсифини тузиш муаммосини ҳал қилиб, объектнинг кириш ва чиқишлари ўртасидаги боғланишнинг физик моҳияти номаълум бўлган «Қора қути» типидagi моделни яратдилар. Масалани ечишда корреляцион ва регрессион анализнинг статистик методидан фойдаланилади. «Қора қути» типидagi модель тузиш методлари такомиллашган ва етарли даражада содда. Тайёрланган моделлар, конкрет объектга ўхшашлигига қарамай, тажриба вақтида юз берган миқдорларнинг ўзгариш чегараларидан ташқари тармоқларга натижаларни экстраполяция қилишга йўл қўймайди.

Физик-кимёвий ҳодисаларни анализ қилишга асосланган моделларни тузишда ўрганилаётган объектнинг кириш ва чиқишларини (модда ва энергия баланси, гидродинамика тенгламалари, иссиқлик ва масса алмашинуви, кимёвий кинетика) боғлашга ёрдам берувчи физика қонунларидан фойдалани-

лади. Бундай модель объектнинг вақт ўтиши билан ўзгарган хусусиятини тавсифлашдан ташқари, ўзгариш сабабларини ҳам аниқлайди. Моделлар турли топшириқлар бериб технологик режимларни текшира олади. Бу типдаги моделларнинг асосий камчилиги — олинадиган тавсифнинг мураккаблиги.

Аралаш метод юқоридаги моделларга мос хос камчиликлардан холидир. Бу типдаги моделлар аввалдан маълум бўлган қонуниятларга асосланган, моделнинг бир қатор коэффициентлари эса тажриба маълумотларини ишлаб чиқиш вақтида аниқланади.

Математик тавсиф таркибига бир қатор тенгсизликлар киради. Бу тенгсизликлар технологик жараёндаги амалга ошириш шартлари, ташқи боғланишлар, атроф-муҳит характеристикаларидан келиб чиқадиган чекланишларни акс эттиради.

11.3-§. МАТЕМАТИК МОДЕЛНИНГ АНАЛИТИК ТУЗИЛИШИ

Технологик жараёнлар ва чиқиш ўзгарувчи миқдорларнинг ҳамда ғалаёнловчи факторларнинг кўплиги, миқдорларро боғланишларнинг чизиқли эмаслиги билан характерланади. Бирор объектнинг тенгламасини топишда унинг амалий шаклланишининг ўзига хос хусусиятларини назарда тутиш, шунингдек, бу объектнинг аҳамиятини аввалдан баҳолаш қийин бўлган соддалаштирувчи йўл қўйишлар қабул қилиш керак. Масалани ечишда қўйидаги асосий даврлар назарда тугилади.

1. *Жараён ва унинг аппаратурасини ўрганиш* тенгламалар таркибига кирадиган баъзи доимий миқдорларни, яъни иссиқлик ва масса узатиш, аппаратнинг эркин кесими ва бошқаларни аниқлашга имкон беради. Жараённинг физик-кимёвий хусусиятларини ўрганар эканмиз, математик тавсиф тенгламасини чиқаришда қандай жараёнларни назарда тутиш лозимлиги тахминан белгиланиши керак.

2. *Структура схемасини тузиш.* Тадқиқ қилинаётган объект бир неча шартли звеноларга бўлинади. Кимёвий-технологик объектларда шу звенолар сифатида аппарат тузилишидаги такрорий элементлари бўлган ёки бошқа участкалардан ўзининг лимитловчи жараёнининг типи билан фарқ қиладиган тармоқлар қабул қилинади. Шунинг ҳам эътиборга олиш керакки, объектнинг звеноларга бўлиниш даражаси чексиз, шунинг учун бундай звеноларнинг сони билимлар чегараси, номаълум параметрларни аниқлаш ва олинган тенгламалар системасини ечиш имконияти, статистик характеристикаларнинг мақсади ва бошқаларга кўра танланади. Демак, структура схемани тузиш даври тадқиқотчи инженернинг тажриба ва идрокига боғлиқ.

Объектни звеноларга рационал бўлиш вазифаси билан йўл қўйишлар масаласи ўзаро боғлиқ. Умуман, йўл қўйишлар системаси қабул қилинган тузилиш схемасини соддалаштириш ва асослаб бериш мақсадини назарда тутати. Йўл қўйишлар —

талаб қилинган аниқлик билан физик-кимёвий ходисаларни миқдорий баҳолаш ҳамда олинган нисбатларни ечиш имкони-ятлари ўртасидаги ўзаро келишишдан иборат.

3. *Алоҳида звеноларнинг математик тавсифини тузиш.* Параметрлари (вақт бўйича ёки фазода) тақсимланган объектларни тавсифлаш учун моддий ва иссиқлик баланснинг тенгламаси дифференциал шаклда ёзиб интегралланади. Агар тенгламани ечиш мумкин бўлса, математик тавсиф якуний нисбатлар системасида берилади. Параметрлари мужассамлашган объектлар учун моддий ва иссиқлик баланс тенгламалари якуний шаклда ёзилади. Математик тавсифга дифференциал тенгламалар учун чегарали ва бошланғич шартлар, якуний тенгламалар учун эса бошқа звенолар ва муносабатлар қиради.

4. *Звенолар тенгламаларининг параметрларини аниқлаш.* Математик тавсиф тенгламаларининг коэффициентини аниқлаш учун ишлаб чиқарилаётган модданинг физик-кимёвий хусусиятларини, иссиқлик ва массаларнинг ўзаро алмашув коэффициентини, звеноларнинг геометрик ҳажми ва ҳоказоларни билиш шарт. Бу маълумотларни тегишли адабиётдан топиш мумкин, агар бундай манбалар бўлмаса, махсус лаборатория тажрибаларини ўтказиш керак. Бундай тажрибаларнинг натижаси мезон шаклида берилиб, уларни шунга ўхшаш звено ва объектлар учун ишлатиш мумкин. Моделнинг параметрларини аниқлаш кўп меҳнат ва катта эътибор талаб қиладиган иш, шунинг учун уларнинг сонли қийматини аниқлашда объектнинг структура схемасини тузиш ва йўл қўйишлар қабул қилинадиган пайтда эътиборга олиниши керак. Моделнинг параметрларини аниқлашдаги хато модель аниқлигига кучли таъсир қилади.

5. *Математик моделни амалга ошириш ва моделловчи алгоритмни тузиш.* Математик тавсифнинг олинган тенгламалари йиғиндиси тўғри аналогия моделларида ёки электрон ҳисоблаш машиналарида ечилади. Шу мақсадда моделловчи алгоритмни ишлаб чиқиш керак. Моделловчи алгоритмни ишлаб чиқиш вазифаси математик тавсиф тенгламалари системасининг ечилиш муттасиллигини аниқлашдан иборат. Моделловчи алгоритмни тузишда кўпинча миқдорий анализ методи ишлатилади.

6. *Моделнинг ўхшашлигини аниқлаш.* Математик моделнинг амалдаги жараёнга ўхшашлигини аниқлаш учун жараённинг оқиб ўтишидаги ўлчовлар натижасини шунга ўхшаш шароитдаги моделнинг кўрсатишлар натижаси билан солиштириш керак.

XI.4-§. СТАТИК ВА ДИНАМИК МОДЕЛЛАР

Автоматик ростилаш системаларининг статик ва динамик хоссалари системадаги таркибий элементларнинг шу характеристикалари орқали аниқланади.

Элемент ёки системанинг статик характеристикаси деб ўрнатилган режим жараёнидаги чиқиш ва кириш параметрларининг нисбатига айтилади. Бу нисбат аналитик ёки график метод билан ифодаланади ва ҳисоблаш ёки тажриба усуллари билан аниқланади.

Чизиқли ва чизиқли бўлмаган статик характеристикалар мавжуд. Агар характеристика чизиқли тенгламалар орқали тавсифланиб тўғри чизиқ билан тасвирланса, бу *чизиқли статик характеристика* бўлади. Чизиқли статикага эга бўлган элемент (ёки система) *чизиқли элемент* (ёки система) дейилади. Агар ўрнатилган иш режимида звено тавсифи чизиқли бўлмаган тенглама орқали берилса ва характеристикаси эгри ёки синиқ чизиқлар билан тасвирланса, бу звено *чизиқли бўлмаган характеристика* дейилади. Люфт ва қуруқ ишқаланишлар статик характеристикаларни чизиқли бўлмаган кўринишга олиб келади. Чизиқли бўлмаган автоматик системаларни ҳисоблаш ғоят мураккабдир.

Системанинг статик характеристикасини аналитик усулда аниқлашда системанинг турғунлашган ҳолати учун энергетик ва моддий баланс тенгламалари тузилади. Баланс тенгламаларидан номаълум катталиклар топилиб, АРС даги ростланувчи объект ёки звенонинг чиқиш ва кириш параметрларининг нисбати аниқланади.

Объектнинг статик характеристикасини тажриба орқали аниқлашнинг актив ва пассив усули мавжуд. *Актив усулда* модда ёки энергияни объектга узатувчи линияда ўрнатилган ижро этувчи механизмнинг ростловчи органи ёрдамида объектнинг бир неча мувозанат ҳолати бирин-кетин ўрнатилади, бунда катталикнинг кириш қиймати ҳар хил бўлиб, тегишли чиқиш координаталари ўлчанади. Олинган маълумотларга кўра тузилган графикдан объектнинг кучайиш коэффициенти аниқланади. Объектнинг чиқиш катталиги, одатда, бир неча кириш катталикларига боғлиқ, бу ҳолда статик характеристикалар тўплами ҳар бир канал бўйича аниқланади. Статик характеристикани экспериментал аниқлашнинг *пассив усули* эҳтимоллик назарияси ва математик статистикага асосланган. Бу усулни қўллаб объектларнинг нормал ишлатиш шароитларида кириш ва чиқиш катталикларининг ўзгариши ҳақида жуда кўп маълумотлар тўпланади. Статистик материал тегишли алгоритмлар бўйича ишланади. Бу сермеҳнат масала бўлиб марказлаштирилган контролнинг ахборот системаси ёки ЭҲМ ёрдамида ечилиши мумкин.

Динамик системалар синфига тегишли АРС нинг фақат статик характеристикасини билиш камлик қилади, унинг динамик характеристикасини ҳам билиш зарур. Элемент ёки системанинг *динамик характеристикаси* деб, вақт ўтиши билан чиқиш катталигининг ўзгариши ўрнатилган режимнинг бузилиш давридаги кириш катталигининг ўзгаришига боғлиқлигига айтилади. Кириш катталигининг ўзгариши турлича бўлиши

мумкин. Шунинг учун битта ростланувчи объектнинг динамик характеристикаларини ифодаловчи графиклар ҳам турлича бўлади.

Турли элемент ва системаларнинг динамик характеристикаларини солиштириш учун кириш катталиклари ўзгаришининг намунали қонунлари ишлатилади. Тўғри тўртбурчакли импульс шаклидаги бир поғонали ва синусоидал таъсирлар кенг тарқалган. Динамик характеристикалар *аналитик усуллар* билан ҳам аниқланади. Динамик хусусиятлар аналитик равишда дифференциал тенгламалар орқали тавсифланади. Агар система ёки бир звенонинг ҳаракати мустақил ўзгарувчиларнинг якуний миқдорига боғлиқ бўлса, у *параметрлари мужассамланган* объект бўлади. Бундай объектларнинг эркинлик даражаси миқдори системанинг мустақил ўзгарувчилари миқдorigа тенг. Бу системаларнинг динамик хусусиятлари тавсифи тўлиқ ҳосилали тенгламалар орқали берилади.

Параметрлари тақсимланган системалар эркинлик даражасининг чексиз миқдорига эга. Бу системада параметрлар катта узунликда ёки вақт мобайнида тақсимланади. Уларнинг динамик характеристикаси хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар билан тавсифланиб, бу тенгламаларни анализ қилиш кўпинча қийинлашади. Ҳисоблашлар учун баъзан бу система параметрлари мужассамлашган система каби кўрилиб, содалаштирилади. Бундай йўл қўйишлар жуда қўпол натижалар берадиган ҳолатларда, яъни параметрлари тақсимланган системалар бирин-кетин уланганда, параметрлари мужассамланган бир нечта системаларда кечиккиш билан алмаштирилади. Масалага бундай ёндашиш системанинг динамик хусусиятларини оддий дифференциал тенгламалар орқали аниқлаш имконини беради, тенгламалар эса чиқиш координатасининг тегишли ўзгариш қонуни бўйича ечилади. Системанинг мувозанат ҳолатидаги чиқиш ва кириш катталикларининг туташган қийматларини аниқлаб, системанинг динамик хусусиятларига кўра унинг статик хусусиятларини аниқлаш мумкин.

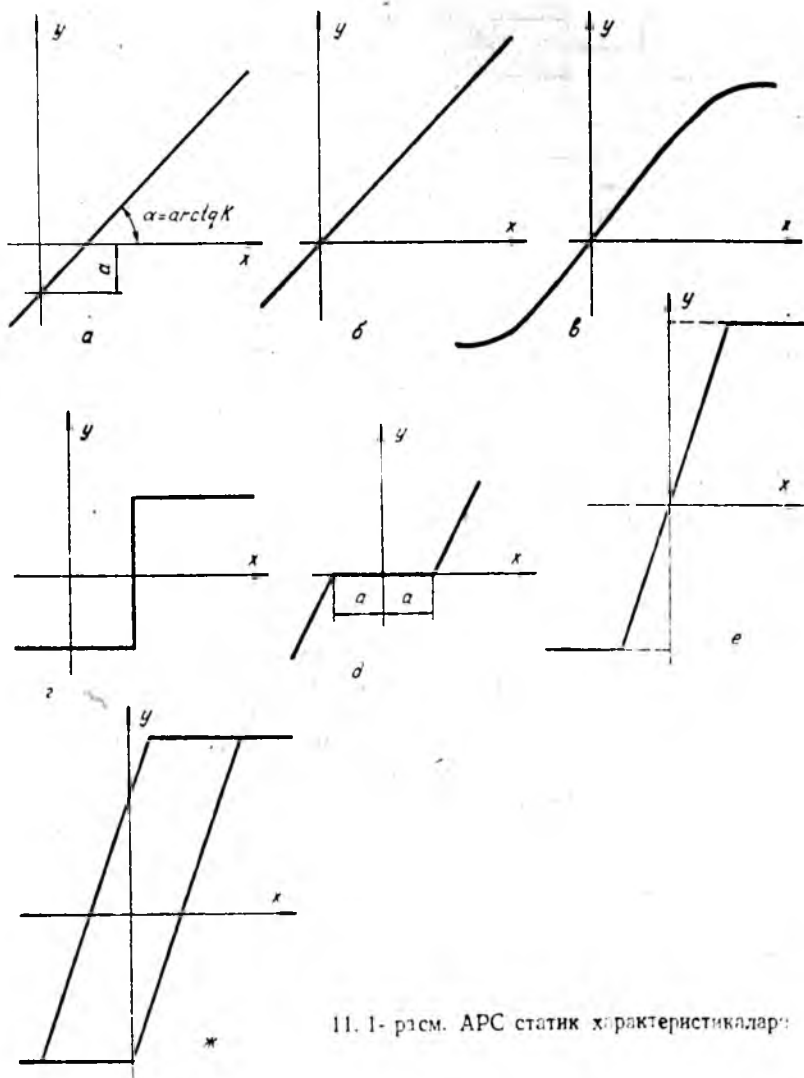
XI.5- §. РОСТЛАШ СИСТЕМАЛАРИНИНГ СТАТИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Система ёки айрим звеноларнинг статик характеристикасини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$y = f(x)$$

бу ерда y — чиқиш катталиги; x — кириш катталиги.

XI-1-расмда АРС статик характеристикаларининг турлари тасвирланган. XI-1-расм, *а*, *б*, даги статик характеристикалар чизиқли, қолганлари эса чизиқли бўлмаган статик характеристикалардир.



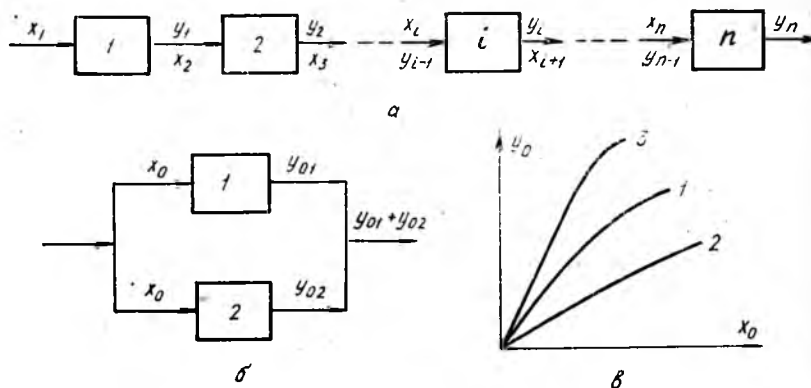
11.1-расм. APC статик характеристикалар:

Чизиқли статик характеристика (XI-1-расм, а) аналитик равишда қуйидаги ифода билан тавсифланади:

$$y = a + kx,$$

бунда a — доимий катталик, $k = \operatorname{tg} \alpha$ статик характеристиканинг абсциссалар ўқи томон оғиш бурчагини ифодаловчи доимий катталик.

XI-1-расм, б га мувофиқ характеристика тенгламаси $y = kx$ шаклида ёзилиши мумкин, бу ерда k — узатиш коэффи-



11.2- расм. Звеноларнинг кетма- кет (а) ва параллел (б) уланиши; параллел уланган звеноларнинг статик характеристикаси (в).

фициенти, у системанинг кучайиш коэффициенти ёки статик характеристиканинг тиклигини ифодалайди.

XI-1-расм в, да эгри чизиқли характеристика, XI-1-расм, г да эса узиладиган, чизиқли бўлмаган статик характеристика тасвирланган, «а» — сезгирлик зонаси чизиқли бўлмаган характеристика XI-1-расм, д да келтирилган. XI-1-расм, г да тўйиниши чизиқли бўлмаган характеристика кўрсатилган. Носезгирлик зонаси, тўйиниш ва системанинг турли ишлаш катталигига эга бўлган, гистерезис сиртмоғи шаклидаги чизиқли бўлмаган характеристика XI-1-расм, ж да келтирилган.

Звеноларнинг кетма-кет уланишида (XI-2-расм, а) олдинги звенонинг чиқиш катталиги кейинги звено учун кириш катталиги бўлади. Бу ҳол қуйидаги муносабатлар системасида акс этади:

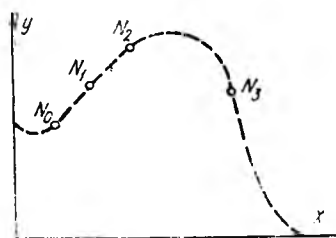
$$x_2 = y_1; \quad x_3 = y_2; \quad \dots; \quad x_i = y_{i-1}; \quad \dots; \quad x_n = y_{n-1}$$

Ҳар бир звено алоҳида-алоҳида ўзининг мос статик характеристикаларига эга:

$$y_1 = f_1(x_1); \quad y_2 = f_2(x_2); \quad \dots; \quad y_i = f_i(x_i); \quad \dots; \quad y_n = f_n(x_n);$$

Демак, кетма-кет уланган звеноларнинг статик характеристикаси шу звеноларнинг статик характеристикаларидан аниқланади:

$$\begin{aligned} y_n &= f_n(x_n) = f_n(y_{n-1}) = f_n[f_{n-1}(x_{n-1})] = f_n[f_{n-1}(y_{n-2})] = \\ &= f_n[f_{n-1}[f_{n-2}(x_{n-2})]] = f_n[f_{n-1}[f_{n-2}(y_{n-2})]] \dots \end{aligned}$$



11.3- расм. $y = F(x)$ функция эгри чизиғи.

Агар системага кирган звеноларнинг барча характеристикалари чизиқли бўлса, умумий характеристикаси ҳам чизиқли бўлади. Биргина звенонинг характеристикаси чизиқли бўлмаган бўлиб қолади.

Звеноларнинг параллел уланишида (XI-3-расм, б) звеноларнинг кириш катталиги умумий бўлиб, чиқиш катталиклари ўзаро алгебраик қўшилади. Демак, звенолари параллел қўшилган системанинг статик характеристикаси тегишли ординаталар статик характеристикаларининг жамланишидан аниқланади.

XI.6- §. БИР КИРИШЛИ ЗВЕНОНИНГ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ НИСБАТЛАРИНИ АППРОКСИМАЦИЯЛАШ

Тажриба натижаларини қайта ишлашдан мақсад изланаётган аналитик боғланишни топишдир. Бундай масалаларни ечишда интерполяция ёки яқинлашиш методлари қулайдир.

Интерполяция. Интерполяциянинг вазифаси куйидагидан иборат. $[a; b]$ кесмада интерполяция узелларининг x_0, x_1, \dots, x_n нуқталари ва шу нуқталардаги $f(x_i)$ функциянинг қийматлари берилган.

Масалан,

$$f(x_0) = y_0; f(x_1) = y_1; \dots, f(x_n) = y_n.$$

Интерполяция узелларида $f(x_i)$ қийматга тенг $F(x)$ аналитик функцияни топиш керак, яъни

$$F(x_0) = y_0; F(x_1) = y_1; \dots, F(x_n) = y_n.$$

Геометрик нуқтаи назардан берилган нуқталардан ўтадиган $y = F(x)$ эгри чизиқни топиш керак (XI-3-расм). Бундай умумий қўйилган масала чексиз ечимларга эга бўлиши ёки умуман ечими бўлмаслиги мумкин. Лекин иктиёрий $F(x)$ функция ўрнига даражаси n дан катта бўлмаган (n — интерполяция узеллари сони) ва қуйидаги шартларга мувофиқ $P(x)$ полиноми изланса, масала бир маънога эга бўлади:

$$f(x_0) = y_0; f(x_1) = y_1; \dots; f(x_n) = y_n;$$

$$P_n(x_0) = y_0; P_n(x_1) = y_1; \dots; P_n(x_n) = y_n$$

$P(x)$ полиномнинг одатдаги даражаси ($n - 1$) га тенг олинади.

Полином коэффициенти $P(x)$ ва y нинг қийматлари тенглаштириш натижасида олинган тенгламалар системасидан аниқланади:

$$\left. \begin{aligned} y_1 - \sum_{m=0}^{n-1} Q_m x_1^m &= 0, \\ y_2 - \sum_{m=0}^{n-1} Q_m x_2^m &= 0, \\ \dots & \\ y_n - \sum_{m=0}^{n-1} Q_m x_n^m &= 0. \end{aligned} \right\} \text{(XI-1)}$$

Аммо статик характеристикаларни интерполяция қилишда интерполяцион полиномнинг даражаси, кўпинча, ҳаддан ташқари катталашиб кетади, шунинг учун кейинги ҳисоблардаги унинг ишлатилиши қийинлашади. Интерполяция узеллари сонини, бинобарин, интерполяцион полином даражасини камайтириш учун узеллар сифатида экспериментал йўл билан топилган функциянинг ўртача қиймати олинади.

Квадратик яқинлаштириш методи (энг кичик квадратлар методи). Яқинлаштириш методи қўлланилганда мустақил ўзгарувчан қийматнинг ўзгариш даври мобайнидаги $P(x)$ ва $y(x_i)$ қийматлари ўртасидаги фарқни ифодаловчи функционал боғланиш мумкин қадар камайтирилади. Кўпинча, амалда ишлатиладиган квадратик яқинлаштириш методининг қуйидаги функционал турини минимумлаштиради:

$$I = \int_{x_k}^{x_n} [P(x) - y(x)]^2 \cdot dx.$$

$P(x)$ полиномнинг k даражаси ($n - 1$) дан кичик, Q_m коэффициентларни ҳисоблаш учун $(X_1 - 1)$ ифодани ҳар бир коэффициент бўйича дифференциаллаш ва олинган ҳосилаларни нолга тенглаштириш керак. Натижада $(k + 1)$ чизиқли тенгламалар системаси ҳосил бўлади:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial y}{\partial Q_k} = \sum_{i=1}^n [P(x_i) - y_i] x_i^k = 0.$$

бу ерда $l = 0, 1, 2, \dots, k$
ёки

$$\sum_{m=0}^n Q_m \sum_{i=1}^n x_i^{l+k} = \sum y_i x_i^l.$$

Олинган система ягона ечимга эга.

Бу аппроксимация методи энг кичик квадратлар методи деб ҳам аталади ва амалий ҳисоблашда кенг тарқалган.

Х1.7-§. КўП УЗГАРУВЧИЛАРИ БЎЛГАН ЗВЕНО ВА СИСТЕМАЛАР СТАТИК ХАРАКТЕРИСТИКАСИНИ АППРОКСИМАЦИЯЛАШ

Кўп ўзгарувчилари бўлган функцияни аппроксимациялаш мураккаб масалани ҳосил қилади. Шунинг учун ўзгарувчилари мустақил бўлган $y(x_1, x_2, \dots, x_n)$ функцияни қуйидагича фараз қилиш мумкин бўлган ҳолни кўриб чиқамиз:

$$y(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n f_i(x_i) \quad (X1 - 2)$$

ёки

$$y(x_1, x_2, \dots, x_n) = k \prod_{i=1}^n f_i(x_i) \quad (\text{XI} - 3)$$

$f_i(x_i)$ функцияларни аниқлаш учун аппроксимация қилинаётган нисбат бир ўзгарувчи функция каби ҳисоблаб чиқилади. Бунда ўзгарувчилардан бирининг ҳар бир қиймати, масалан, x_1 учун y функцияси турли қийматларга эга бўлади. Демак, ҳар бир x_1 даги

$\frac{x_2 x_3}{y(x_1)}$ нинг ўртача қиймати ва тарқоқлиги ҳақида фикр юритиш

мумкин. $\bar{y}(x_1)$; $\bar{y}(x_2)$ ва ҳоказоларнинг графиклари йиғиндисига эга бўлгандан сўнг, уларни ўртача қийматга нисбатан тарқоқлиги энг кичик бўлган боғланишга яқинлаштирилади. $\bar{y}(x_1) = f_1(x_1)$ деб фараз қиламиз. Кейинги қадам ўзгарувчи x_1 таъсирини барта- раф қилишдан иборат. Бунинг учун (XI — 2) формуладан

$$y_1(x_2, x_3, \dots, x_n) = y(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) - f_1(x_1)$$

ни топамиз, (XI — 3) формуладан фойдаланиб эса

$$y_2(x_2, x_3, \dots, x_n) = \frac{y(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)}{k f_1(x_1)}$$

га эга бўламиз:

Биринчи яқинлаштиришдаги функция x_1 га боғлиқ эмас деб ҳисобланади, x_2 ни чиқариб ташлаш йўли билан иккинчи қолдиқ функцияни излаб, функциянинг x_2 га боғланиши юқорида келтирилгандек топилади:

$$y_2(x_3, \dots, x_n) = y_1(x_2, x_3, \dots, x_n) - f_2(x_2),$$

$$y_2(x_3, \dots, x_n) = \frac{y_1(x_2, \dots, x_n)}{f_2(x_2)}$$

Тенгламадаги k катталиқ сифатида экспериментал олинган барча катталиқларнинг \bar{y} ўртача қийматини ишлагиш қулай. Яқинлаштириш аниқлигини x_n ўзгарувчи қиймати чиқариб ташлангандан кейинги қолдиқли функциянинг бирга тенглигидан баҳолаш мумкин.

XI.8. §. СТАТИК ҲАРАКТЕРИСТИКАЛАРНИ РЕГРЕССИОН МЕТОД БЎЙИЧА АНИҚЛАШ

Битта параметр бўйича регрессия. Битта параметр бўйича регрессия тенгласини қуйидаги шаклда келтириш мумкин:

$$\bar{y} = f(x_1, a_0, a_1, a_2, \dots),$$

бунда \bar{y} — дифференциалланаётган функция a_0, a_1, a_2, \dots регрессия тенглама коэффициентларини шундай танлаш керакки,

$$\Phi = \sum_{i=1}^N [y_i - f(x_i, a_0, a_1, a_2)]^2 \quad \text{бўлсин.}$$

Бунда N ўрганилаётган параметрларнинг қийматлари йиғиндисидан танланган ҳажм;

y_i, x_i — тасодифий жараённинг чиқиш ва кириш параметрлар қиймати.

Дифференциалланувчи $\Phi(a_0, a_1, a_2, \dots, a_n)$ функция минимунинг зарурий шарт қуйидаги тенгламаларни ечишдан иборат:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial a_0} = 0; \quad \frac{\partial \Phi}{\partial a_1} = 0; \quad \frac{\partial \Phi}{\partial a_2} = 0$$

$$\sum_{i=1}^N 2 [y_i - f(x_i, a_0, a_1, a_2, \dots)]. \quad \frac{\partial f(x_i)}{\partial a_0} = 0;$$

$$\sum_{i=1}^N 2 [y_i - f(x_i, a_0, a_1, a_2, \dots)]. \quad \frac{\partial f(x_i)}{\partial a_1} = 0;$$

яъни

$$\sum_{i=1}^N y_i = \frac{\partial f(x_i)}{\partial a_0} - \sum_{i=1}^N f(x_i, a_0, a_1, \dots). \quad \frac{\partial f(x_i)}{\partial a_0} = 0;$$

$$\sum_{i=1}^N y_i = \frac{\partial f(x_i)}{\partial a_1} - \sum_{i=1}^N f(x_i, a_1, a_2, \dots). \quad \frac{\partial f(x_i)}{\partial a_1} = 0.$$

Номалум a_0, a_1, a_2, \dots коэффициентлар нечта бўлса, тенгламалар системасидаги тенгламалар сопи ҳам шунча бўлади ва улар регрессия тенгламасига киради; математик статистикада бу тенгламалар системаси *нормал тенгламалар системаси* дейилади.

Ҳар қандай a_0, a_1, a_2, \dots лардаги $\Phi \geq 0$ катталиқ унинг камида битта минимумга эга бўлишини билдиради. Шунинг учун нормал тенгламалар система битта ечимга эга бўлса, бу ечим Φ катталиқ учун минимум бўлади. Бу тенгламалар системасини ечиш учун f функциянинг конкрет шаклини билиш керак. Умумий шаклда системани ечиб бўлмайди. Регрессия тенгламаси топилгандан сўнг регрессия коэффициентлари моҳиятини қайта тикланиш хатоси бўйича текшириш ва тенглама адекватлигини аниқлаш керак. Бундай тадқиқ *регрессион анализ* дейилади.

Регрессия коэффициентларини баҳолаш Стъюдент критерийси бўйича ўтказилиб, адекватлик эса Фишер критерийси бўйича текширилади:

Кўплик регрессия методи. Кўплик регрессияни таърифлаганда регрессион функция қуйидаги шаклга эга деб фараз қиламиз:

$$\widehat{y} = a_0 x_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n;$$

бунда $x_0 = 1$ — сохта ўзгарувчи;

a_0, a_1, \dots, a_n — регрессия коэффициентлари.

Матрица шаклидаги регрессион тенгламанинг коэффициентларини излаймиз:

$X = \begin{vmatrix} x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n} \\ \vdots \\ x_{R1}, x_{R2}, \dots, x_{Rn} \end{vmatrix}$ — матрицани мустақил ўзгарувчилар матрицаси деб атаймиз;

$X = \begin{vmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{vmatrix}$ — устун матрицани эса кузатиш вектори деб атаймиз;

у ерда N — танлаш ҳажми.

Коэффициентлар устун — матрицасини

$$A = \begin{vmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_k \end{vmatrix}$$

ва X матрицасига нисбатан силжитилган X^T матрицасини киритамиз:

$$X^T = \begin{vmatrix} x_{01}, x_{02}, x_{03}, \dots, x_{0N} \\ \vdots \\ x_{R1}, x_{R2}, x_{R3}, \dots, x_{RN} \end{vmatrix}$$

Унда нормал тенгламалар системаси матрица шаклида қуйидагича ёзилади:

$$X^T X A = X^T X$$

ёки кўпайтма ва қавсларни очиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$a_0 \sum x_{0i}^2 + a_1 \sum x_{0i} x_{1i} + \dots + a_n \sum x_{0i} x_{ni} = - \sum x_{0i} y_i$$

$$a_0 \sum x_{1i} x_{0i} + a_1 \sum x_{1i}^2 + \dots + a_n \sum x_{1i} x_{ni} = \sum x_{1i} y_i$$

$$a_0 \sum x_{ni} x_{0i} + a_1 \sum x_{ni} x_{1i} + \dots + a_n \sum x_{ni}^2 = \sum x_{ni} a y_i$$

B — коэффициентларнинг устун — матрицаси қуйидагича аниқланади:

$$B = (X^T X)^{-1} X^T y$$

бунда $(X^T X)^{-1}$ матрица $(X^T X)$ матрицага тескари. Тескари матрицанинг бор бўлиши учун $(X^T X)$ матрица бузилмаган бўлиши шарт. Шунинг учун бу методдан фойдаланишда $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ўзгарувчилар чизикли мустақил бўлиши шарт.

Ўзгарувчи катталиклар ўртасидаги боғланиш аниқ бўлмаганда (катталикларнинг ҳар бир y_i қийматига бошқа катталикларнинг x_i қийматлар йиғиндиси мос келади ва y_i нинг тақсимланиши x_i нинг ўзгаришига боғлиқ бўлади) улар коррецияланган катталиклар, уларнинг

Ўзаро боғланиши эса *корреляцион алоқа* дейилади. Бу алоқа анализнинг статистик методлари асосида ўрнатилади. Бу алоқа ўзгарувчиларнинг аниқ боғланиши ва мутлақо мустақиллиги ўртасидаги ораллиқ боғланишдир. Боғланишнинг яқинлик даражаси корреляцион нисбатдан топилди:

$$\theta = \sqrt{1 - \xi^2}$$

бунда θ — корреляцион нисбат;

ξ — алоқа кучини ифодалайди ва қуйидаги формуладан ҳисоблаб чиқилади:

$$\xi = \frac{(N - L) S_{\text{қолд}}^2}{(N - 1) S_y^2};$$

бу ерда N — танлаш ҳажми;

L — танланган алоқалар сопи;

$S_{\text{қолд}}^2$ — қолдиқли дисперсия;

S_y^2 — ўртача қийматга нисбатан дисперсия.

Корреляцион нисбатларнинг қийматлари 0 дан 1 гача бўлади. Алоқа чизиқли бўлса, унинг кучи корреляция коэффициентини бўйича аниқланади:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(N - 1) S_x \cdot S_y};$$

бу ерда S_x , S_y — ўртача квадратик четга чиқишлар.

XI.9- §. АРС НИНГ АМАЛИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ТЎҒРИ ЧИЗИҚҚА КЕЛТИРИШ

Амалдаги элемент ва системаларнинг математик модели, кўпинча, чизиқли бўлмаган тенгламалар билан тавсифланади, уларнинг анализи эса кўп қийинчиликлар туғдиради. Шунинг учун ҳисоблашларда чизиқли бўлмаган математик моделлар чизиқли моделлар билан алмаштирилади. Аниқлик бир оз йўқолишига қарамай, чизиқли моделлар содда ва мукамал методлар бўйича анализ қилишга имкон беради. Чизиқли бўлмаган математик моделларни чизиқли моделга тақрибий алмаштириш операцияси тўғри чизиққа келтириш дейилади. Агар раван ўзгараётган эгри чизиқ шаклидаги график статик характеристика мавжуд бўлса, график тўғри чизиққа келтириш методидан фойдаланиш мумкин. Бунинг моҳияти статик характеристиканинг иш тармоғини объектнинг берилган иш режими нуқтасидаги бошланғич статик характеристикасига уринма тўғри чизиқ билан алмаштиришдан иборат. График тўғри чизиққа келтириш жараёни XI-4-расмда кўрсатилган.

График тўғри чизиққа келтиришдан ташқари чизиқли бўл-

маган боғланишларни тўғри чи-
зиққа келтириш методи, яъни функ-
цияни Тейлор қаторига кириш сиг-
наlining кичик орттирмалари бўйи-
ча ёйиш методи мавжуд. Автоматик
ростлаш системаси учун ростла-
нувчи катталиқка нисбатан чизиқли
бўлмаган дифференциал тенг-
лама ўринлидир. Унинг умумий кў-
риниши қуйидагича:

$$F\left(x, \frac{dx}{dt}, \frac{d^2x}{dt^2}, \dots, \frac{d^m x}{dt^m}, y, \frac{dy}{dt}, \frac{d^2y}{dt^2}, \dots, \frac{d^n y}{dt^n}\right) = 0 \quad (\text{XI} - 4)$$

бунда x — кириш катталиги, y — чиқиш катталиги.

АРС статик характеристикасини топиш учун (9 — 4) тенгламада-
ги барча ҳосилаларнинг x ва y вақтидаги қийматларини нолга тенг-
лаштириш керак:

$$f(x, y) = 0 \quad (\text{XI} - 5)$$

(XI — 4) тенгламани « y » га нисбатан ечсак, (XI — 5) статик харак-
теристиканинг чизиқли бўлмаган тенгламасини олаемиз:

$$y = f(x) \quad (\text{XI} - 6)$$

Бу чизиқли бўлмаган боғланиш (XI — 5) доимий x қийматлари (XI —
— 5- расм) тармоғига тегишли бўлган x нуқга атрофидаги Тейлор
қаторига ёйилиши мумкин. Бу тармоқдаги бошланғич (XI — 6) уз-
луксиз ҳосилалик узлуксиз функциядир. Агар ёйилишнинг чизиқли
аъзолари билан кифояланилса, функция ва ҳосилаларнинг узлуксиз-
лиги тўғри чизиққа келтиришнинг муайян пайтидаги зарур ва етарли
шарт бўлади.

(XI — 6) функцияни x_0 нуқта ат-
рофида Тейлор қаторига ёямиз

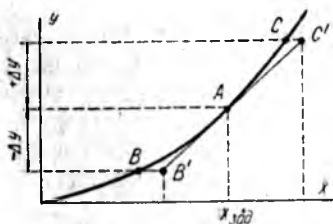
$$y = f(x) = y(x_0) + \frac{y'(x_0)}{1!} \Delta x + \frac{y''(x_0)}{2!} x \Delta x^2 + \dots$$

Δx нинг қиймати кичик бўлганда эса:

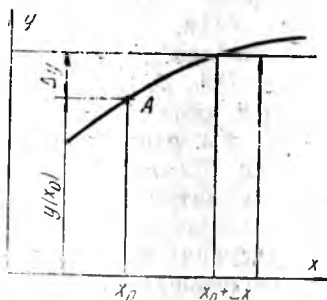
$$y = f(x) \approx y(x_0) + K \Delta x; \quad K = \text{const} \quad (\text{XI} - 7)$$

Энди координаталар системасининг бош-
ланиши A ни нуқтага кўчирсак (XI —
— 6- расм), (XI — 7) боғланиш янада
содаллашади:

$$\Delta y = K \Delta x;$$



11. 4- расм. Ночизиқ статик ха-
рактеристикани графикавий тўғри
чизиққа келтириш.



11. 5- расм. $y = f(x)$ чизиқли
бўлмаган узлуксиз боғланишини
 Δx кириш сигнаlining Тейлор
қаторига орттирмалари бўйи-
ча тўғри чизиққа келтириш методи.

бу ерда K — кучайтириш коэффициенти. Бу коэффициент ўлчамга эга. Бу коэффициентнинг ўлчамини йўқотиш операцияси — ростланувчи катталикларнинг четга чиқишлари ёки таъсирларини уларнинг тегишли базис қийматларига бўлишдан иборат.

Тўғри чизиққа келтиришдан сўнг (XI — 4) тенгламанинг ўлчамсиз кўриниши қуйидагича бўлади:

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dy}{dt} + a_n y = \\ = b_0 \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_{m-1} \frac{dx}{dt} + b_m x; \text{ (XI — 8)}$$

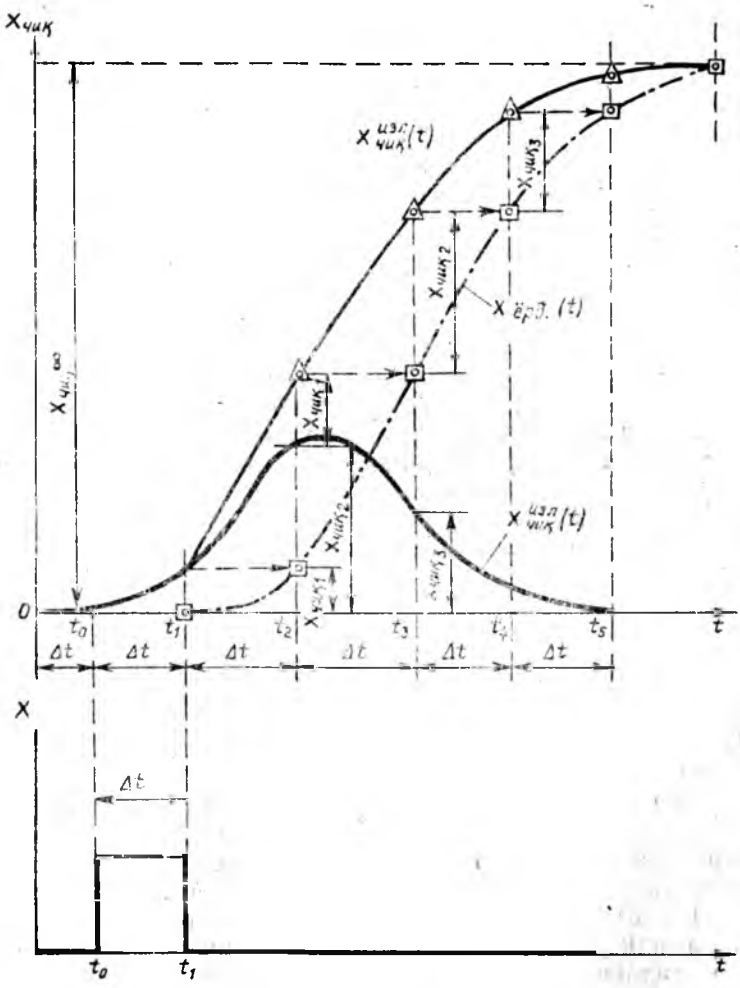
бунда m ва n — ихтиёрий мусбат бутун сонлар (одатда $m \leq n$); a_0, a_1, \dots, a_n ; b_0, b_1, \dots, b_m — система параметрларига боғлиқ бўлган доимий коэффициентлар.

XI.10. §. РОСТЛАНУВЧИ ОБЪЕКТЛАРНИНГ УТИШ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Ростланувчи объектларга турли манбалардан ғалаёнланишлар таъсир қилиши мумкин. Бунда ростловчи органнинг таъсири натижасида кириш катталигида рўй берган ўзгаришга жавобан объект реакциясини билиш муҳим. Объектнинг тарқалиш эгри чизиқлари импульсли ва частотали ўтиш характеристикалари мавжуд. Ростланувчи катталикларнинг намунали ғалаёнловчи таъсири туфайли вақт мобайнида ўзгариши *ўтиш характеристикаси* дейилади.

Тарқалиш эгри чизиги қуйидагича топилади. Объектда турғунлашган ҳолатга эришилади. Ростловчи органи кескин силжитиб, объектнинг киришига бирламчи сакрашсимон ғалаёнланиш киритилади. Вақт ва ғалаёнланиш катталиги белгилашиб, вақт ўтиши билан ростланувчи катталикларнинг рўй берган ўзгаришининг характеристикаси қайд қилинади. Параметрнинг қайд қилиниши янги мувозанат ҳолати ўрнатилгунча давом этади. Ғалаёнловчи таъсирнинг қиймати, одатда, кириш катталигининг максимал ўзгариш диапазонида нисбатан тахминан 10%. Агар ростловчи орган энг кичик қийматга силжитилса, объектдаги халақитлар билан қизиқтирган натижани деярли ўзгартириб юборади. Ғалаёнланишнинг қиймати 10% дан кўп бўлса, ростловчи объект чизиқли бўлмаганлиги туфайли хатолар пайдо бўлиши мумкин. Тегишли шартларга риоя қилинса, тарқалиш эгри чизиги объектнинг асосий динамик хусусиятларини акс эттиради. Агар узоқ давом этадиган сакрашсимон ғалаёнланиш технологик регламентдан жиддий четга чиқишларга олиб келса, объектнинг импульсли ўтиш характеристикасини (ёки вазн функциясини) экспериментал равишда топиш қулайдир. Импульсли ўтиш характеристикаси (ёки вазн функцияси) кириш ғалаёнланишнинг тўғри тўртбурчак импульси таъсирида ростланувчи катталигининг вақтдаги ўзгариш нисбатидан иборат. Ростланувчи катталикларнинг макси-

мал четга чиқиши кириш импульсининг катталигига ва давомига боғлиқ. Импульсли ўтиш характеристикасини экспериментал равишда аниқлаш методи тарқалиш эгри чизиқларини топиш методига ўхшаш. Бу методларнинг фарқи шундаки, объектга вақт мобайнида бир оз тафовут билан йўналишлари қарама-қарши ва қийматлари тенг иккита ғалаёнланиш биринкетини киритилади. Шундай қилиб, экспериментал равишда аниқланган импульсли характеристика бўйича бир оз тартибни ўзгариш йўли билан объектнинг тарқалиш эгри чизиғини топиш мумкин.



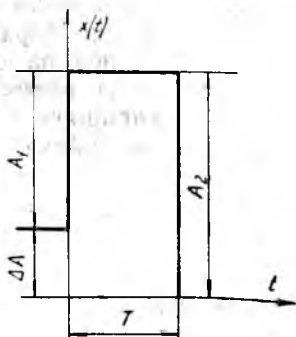
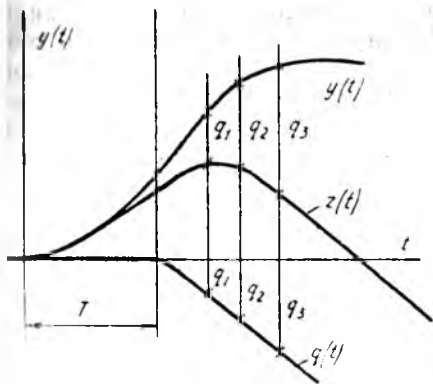
11. 6- расм. Объектнинг импульсли ўтиш характеристикаси орқали унинг тарқалиш эгри чизиғини қуриш.

КІ-6-расмда ростланувчи объектнинг импульсли ўтиш характе ристикаси орқали унинг тарқалиш эгри чизигининг тузилиши тасвир ланган. $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$ импульсли характеристика вақтнинг t_0 дан t_1 гач бўлган бошланғич даврида изланаётган $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$ тарқалиш эгри чизиги билан бир хил. Вақтнинг t_1 пайтидан ёрдамчи $x_{\text{срд}}(t)$ эгри чизик бошланади, бу чизик вақтнинг t_1 дан t_2 гача даврида t_0 дан t_1 гача давридаги изланаётган эгри чизик тармоғига мос келади. $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$ изланаётган тарқалиш эгри чизигининг t_2 пайтидаги ординатасининг $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$ ва $x_{\text{срд}}(t)$ эгри чизикларининг t_2 пайтидаги ординаталари йиғиндисидан аниқланади. $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$ нинг топилган ординатаси $x_{\text{срд}}(t)$ эгри чизикни t_2 -- t_3 вақт ораллиғидаги қийматини тузишга ёрдам беради. Изланаётган эгри чизикнинг t_3 пайтига мувофиқ нуқтасини топиш учун $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$ ва $x_{\text{срд}}(t)$ эгри чизикларнинг t_3 пайтидаги ординаталари қўшилади. Кейин $x_{\text{чик}}^{\text{нон}}(t)$ нинг топилган янги тармоғи бўйича $x_{\text{срд}}(t)$ эгри чизик вақтнинг t_3 дан t_4 гача даврида давом эттиради ва ҳоказо. Баён қилинган методга асосланган ҳолда изланаётган тарқалиш эгри чизиги аниқланади.

Чизикли системалар учун суперпозиция принципи ўринлидир. Бу принципнинг моҳияти кириш сигналлари йиғиндисига чизикли системанинг бўлган реакцияси унинг ҳар бир кириши таъсирига бўлган алоҳида реакциялари йиғиндисига тенглигида.

Шундай қилиб, объект хусусиятлари поғонали функция шаклидаги таъсирлардан фойдаланишга йўл қўймаса, тўртбурчакли импульс типидagi аperiодик синаш таъсирини танлаш мақсадга мувофиқ бўлади. Бу таъсир юқорида айтилганидек, $+A$ ва $-A$ амплитудали поғонали иккита таъсир йиғиндисидан иборат. Бунда олинган экспериментал эгри чизик эса, суперпозиция принцигига асосланган ҳолда, келтирилган поғонали таъсирларга жавобан объектнинг реакциялари йиғиндиси каби кўрилади. Лекин бундай таъсир кўрсатилганда, объектнинг (масалан, ностанционар технологик жараён ўтаётган аппарат) киришида баъзан бузилган тарқалиш эгри чизиги олинади, бу ҳол суперпозиция принцигига амал қилинмаганлигидан дарак беради.

Келтирилган ишда энтобактерин ишлаб чиқаришда микробиологик синтезнинг даврий жараёни кетаётган ферментернинг ўтиш функциясини тузиш мисоли кўрсатилган. Ферментерни совитаётган сув сарфи бўйича таъсирининг асимметрик температурасининг ўзгариш каналидан иссиқлик чиқараётган тармоғи тадқиқ қилинади. Синаш таъсири сифатида $+A_1$ ва $-A - A_1 + \Delta A$ (ΔA — кириш координатасининг энг кичик қиймати) амплитудали тўғри тўртбурчак импульс типидagi аperiодик ғалаёнланиш ишлатилади (ХІ-7-расм). Импульсининг давомийлиги ўтиш функцияси ўзгаришга улгурадиган вақт оралиқларининг энг кичик қийматидан ошиб кетмаслиги керак. Яна бир мезон шундан иборатки, синаш импульсининг давомий-



11. 7- расм. Объектнинг ўтиш функциясини қуриш.

лиги объект вақт доимийсининг тўртдан бир қисмидан ошмаслиги керак. Олинган экспериментал характеристикаларни қўшимча қайта ишлаб чиқиб, ўтиш характеристикаларига ўзгартириш керак.

Объектнинг $y(t)$ чиқиш координатаси стабиллаштирилади. Вақтнинг маълум даврида $y(t) = \text{const} = y_0$ эканлигига ишонч ҳосил қилиб, асимметрик ғалаёнловчи таъсир киритилади. Шундай қилиб, экспериментал равишда аниқланган $r(t)$ вақтли боғланиш орқали аппаратдаги суяқликлар температурасининг ўзгаришини характерловчи $y(t)$ ўтиш функция шаклини тиклаш керак. Бунинг учун асос бўлиб тажриба ўтказишга танланган вақт даврида иссиқликни чиқариш тезлигининг доимий эканлиги хизмат қилади. Вақтнинг $(0 \dots T)$ оралиғида $y(t) = z(t)$ ва $z(t)$ эгри чизиқдан совитиш тўхтатилгандаги температурасининг ўсишини ифодаловчи $\partial(t)$ функция олиб ташланади. У ҳолда вақтнинг исталган nT давридаги функцияни аниқлаш учун $(n = 1, 2, \dots, k)$ $T \leq t \leq n \cdot T$ даги $y(t) = z(t) + \partial(t - T)$ боғланиши бошланғич $\partial(t - T) \equiv 0$ функция билан бирга қўллаш лозим (бунда $n = 1$, яъни $0 \leq t \leq T$).

Микрорганизмлар физиологик ривожланиши динамикасининг хусусиятлари синов таъсирини киритиш усули ва унинг турини танлашга ўз таъсирини кўрсатади, шунингдек, тажриба ўтказаяётганда жараёнга фазали хослигини назарда тутиш заруриятини ҳам изоҳлайди. Синов таъсирининг асимметрик шаклини қўллаш ҳар бир тажрибани вақт ва температуранинг қисқа диапазонда олиб боришга имкон беради, шунингдек, юқорида баён қилинган экспериментал эгри чизиқларни ўтиш функциясига айлантириш методига асос бўлади.

Ростланувчи объектнинг частотали характеристикаси деб объект кириш катталигининг ўзгариши унинг турғунлашган ҳолатдаги гармоник тебраниш частотасига боғлиқлигига айтилади. Чизиқли турғунлашган объект киришига доимий частотанинг гармоник тебранишлари таъсир қилиб турса, ўтиш

жараёнининг тугашига қадар объектнинг ростланувчи миқдор гармоник ўзгариб боради. Лекин чиқиш катталигининг тебраниш амплитудаси ва фазаси кириш катталигининг тебраниш частотаси ҳамда объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ.

Объект киришига бериладиган даврий ғалаёнланиш синусоидал қонун бўйича ўзгаради деб фараз қилайлик:

$$x = A_1 \sin \omega t,$$

бу ерда A_1 — кириш таъсирининг тебраниш амплитудаси, ω — тебранишларнинг бурчак частотаси, $1/\text{с}$.

Ўтиш жараёни тугагандан сўнг, объект чиқишида мажбурий даврий тебранишлар ўрнатилади, яъни:

$$y = A_2 \sin (\omega t + \varphi);$$

бунда A_2 — чиқиш катталигининг тебраниш амплитудаси;
 φ — фаза бўйича кечикиш бурчаги.

A_2/A_1 нисбат билан φ фаза бўйича кечикиш бурчаги ω тебраниш бурчак частотаси ўзгариши билан ўзгариб боради. Кириш катталигининг тебраниш частотаси қанча кўп бўлса, ростланувчи катталикнинг тебраниш амплитудаси шунча кичик бўлади. Амплитудалар нисбати ва фаза бўйича кечикиш қийматлари объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ. Бошқача қилиб айтганда, бу параметрлар объект динамикасини ифода-лайди.

Ҳар бир объект учун кесиш частотаси мавжуд бўлиб, бу частотадан юқорида объект «фильтр»га айланиб, юқори частотали тебранишларни ўтказмайди. Шунинг учун частотали характеристика ростланувчи объект тебраниш хусусиятига эга бўлгандаги частота диапазонида экспериментал аниқланади. Частотали характеристикалари экспериментал аниқлаш методи юқорида келтирилган ҳолларга ўхшаш бўлиб, унга фақат қўшимча равишда тебранишлар генератори уланади. Бу генератор киришнинг синов таъсирларига синусоидал характер беради. Бу метод орқали ростланувчи объектларнинг динамик хусусиятлари ишончлироқ аниқланади.

XI.11-§. АВТОМАТИК РОСТЛАШ СИСТЕМАЛАРИНИНГ ЧИЗИҚЛИЛИГИ

Агар автоматик ростлаш системаси (XI-8) чизиқли дифференциал тенглама орқали тавсифланса, система чизиқли дейилади. Бу тенглама системанинг турғунлашмаган режимдаги вақт мобайнида ўзгаришини тавсифлайди. Система ҳаракатининг турғунлашган жараёни учун (XI-8) тенгламадаги ҳосилаларнинг нолга айланиши характерлидир, чунки чиқиш параметри « y » ўзгармайди. Бу ҳолда (XI-8) дифференциал тенглама алгебраик тенгламага айланади:

$$y = \frac{b_0}{a_0} x$$

Стационар режимдаги системанинг чиқиш ва кириш координаталарини боғловчи бу тенглама чизиқли системанинг статик характеристикасидир.

Чизиқли системада оқиб ўтаётган ростлаш жараёнининг қандай ўтаётганлигини аниқлаш учун киришнинг ғалаёнланиш таъсири ва бошланғич шартлари маълум бўлган (XI-8) дифференциал тенгламани ечиш керак. Доимий коэффицентли чизиқли дифференциал тенгламанинг ечими $I_{\text{эрк}}(t)$ эркин ва $I_{\text{маж}}(t)$ мажбурий ечимни ташкил этувчилар йиғиндисидан иборат:

$$y(t) = y_{\text{эрк}}(t) + y_{\text{маж}}(t).$$

Чизиқли дифференциал тенгламани ечиш учун бир жинсли тенгламанинг умумий ва хусусий ечимини топиш, бир жинсли бўлмаган тенгламанинг умумий ечимини аниқлаш, ва, ниҳоят, бир жинсли бўлмаган дифференциал тенгламанинг ечимига эга бўлиш керак. Чизиқли система суперпозиция принципига бўйсунгани сабабли тенгламалардаги бир неча ғалаёнланишларнинг бир йўла таъсирлари натижасини система ҳаракатини текширишнинг кераги йўқ, бунда ғалаёнланишлардан бирининг таъсири етарлидир. Одатда бизни ростланувчи катталикнинг вақт бўйича ўзгариши қизиқтиради, шунинг учун системанинг кириш ва чиқиш координаталари иштирок этган битта дифференциал тенглама (XI-8) нинг ўзи kifоя.

Амалда типавий ташқи таъсирлар, яъни бир маротабалик оний сакраш, оний импульс ёки синусоидал кириш таъсири тарқалган. Одатда оний сакраш ёки импульслар алоҳида олинади. Бу усулда олинган ечимни, керак бўлганда, сакраш ёки импульснинг амалдаги қийматига қўпайтириш мумкин.

Алоҳида сакрашнинг қийматини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$x_{\text{кир}}(t) = 1(t)$$

ёки

$$1(t) = 0, \text{ агар } t = -0 \text{ ва } t < 0$$

$$1(t) = 1, \text{ агар } t = +0 \text{ ва } t > 0$$

$t = 0$ пайтга t нинг мусбат ва манфий томонларидан яқинлашиш мумкин бўлгани учун, $t = 0$ пайтни $t = +0$ ва $t = -0$ пайтларга бўлиш мумкин.

Алоҳида импульс ҳолати учун қуйидаги ифода ўринлидир:

$$x_{\text{кир}}(t) = 1'(t), \quad (\text{XI} - 9)$$

бунда

$$1'(t) = \lim x_{\text{кир}}(t_0/h);$$

h — импульснинг давомийлиги. Импульснинг амплитудаси импульснинг давомийлиги h га тескари катталикдир. Агар $t < 0$ ва $t > h$

бўлса, $x_{\text{кир}}(t, h)$ функция нолга тенг, агар $t \geq 0$ ва $t \leq h$ бўлса,

$x_{\text{кир}}(t, h)$ функция $\frac{1}{h}$ га тенг бўлади:

$$\left. \begin{aligned} x_{\text{кир}}(t, h) &= 0, \text{ агар } h < t < 0 \\ x_{\text{кир}}(t, h) &= \frac{1}{h}, \text{ агар } 0 \leq t \leq h \end{aligned} \right\}$$

$x_{\text{кир}}(t, h)$ функциянинг моҳияти шундаки, унинг юзаси h нинг исталган қиймати (ҳатто $h \rightarrow 0$) да бирга тенгдир. Шундай қилиб (XI-9) ифодага ўтсак $x_{\text{кир}}$ нинг давомийлиги нолга тенг бўлган ҳолда унинг чексиз катта қийматига эга бўламиз, импульснинг катталиги (ёки юзаси) эса бирга тенг.

$1(t)$ алоҳида сакраш $1'(t)$ алоҳида импульснинг интегралли эканлигини кўраемиз:

$$\int_0^{\infty} 1'(t) dt = \lim_{h \rightarrow 0} \int_0^{\infty} x_{\text{кир}}(t, h) dt = \lim_{h \rightarrow 0} \int_0^h \frac{1}{h} dt = 1.$$

(XI-8) дифференциал тенглама учун $t = 0$ бўлганда, бошланғич шартлар қуйидагича бўлади:

$$\frac{d^n y}{dt^n} = \left(\frac{d^n y}{dt^n} \right)_{t=0};$$

$$\frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} = \left(\frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} \right)_{t=0}; \dots, y = (y)_{t=0}$$

Бу шартлар системанинг $t = 0$ пайтидаги ҳолатини аниқлайди. Кўрилатган системадаги жараённинг тадқиқи айни шу пайдан бошланади.

Оний таъсирлар (сакраш ёки импульс) кўрсатиладиган система-ларда $t = 0$ пайтни $t = -0$ (сакрашнинг бошланиши) ва $t = +0$ (сакрашнинг тугаши) пайтларга бўлиш физик аҳамиятга эга.

Бу икки пайт системанинг икки турига, бир-бирига жуда яқин, ammo координаталар тезлик ва бошқа ўзгарувчи қийматлари билан фарқ қиладиган ҳолатларига мос келади.

XI.12-§. ОПЕРАЦИОН ҲИСОБЛАРНИНГ ЧИЗИҚЛИ АРСЛАР АНАЛИЗИДА ИШЛАТИЛИШИ

Автоматик ростлаш системасининг анализи фақат ҳаракат-даги системаларга тааллуқли. АРС ларнинг синтези вазифа-лари янги ростлаш системаларини лойиҳалаш даврида кўта-рилади.

АРС нинг анализи таркибий элементлар бўйича дифферен-циал тенглама тузиш, уни ечиш ва ўтиш жараёнининг график-ларини аниқлашдан иборат. Графиклар амалдаги системанинг сифатини аниқлайди.

АРС нинг синтези ростлаш сифатининг энг юқори кўрсаткичларини таъминловчи система структурасини аниқлаш ва тегишли тенгламаларни тузишдан иборат.

АРС нинг анализи ва синтезида кўпинча узатиш функцияларидан фойдаланилади, чунки улар дифференциал ва интеграл тенгламаларга кўра анча қулай. Шунинг учун ростлаш системаларининг анализи ва синтези методлари, кўпинча, Лаплас алмаштириши математик аппаратига асосланган.

Лаплас алмаштириши ҳақиқий ўзгарувчилик функцияни (шу жумладан вақт функцияси) комплекс ўзгарувчилик функцияга ўзгартиради. Лаплас алмаштириши дифференциал ва интеграл тенгламалар ўрнига алгебраик тенгламалардан фойдаланишга имкон беради — дифференциаллаш ва интеграллаш операциялари кўпайтириш ва бўлиш операциялари билан алмаштирилади. Бундан ташқари, дифференциал тенгламаларнинг оператор шаклида ёзилиши вақт соҳасидан частота соҳасига ўтишни енгиллаштиради. АРС ни ҳисоблашда частотали метод кенг ишлатилади.

Маълум $f(t)$ вақт функцияси учун Лаплас алмаштириши қуйидагича ёзилади:

$$F(p) = L[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-pt} dt,$$

бу ерда p — комплекс ўзгарувчи;

L — Лаплас тўғри алмаштириши операциясининг симболи. Алмашинаётган $f(t)$ функция *оригинал* дейилади ва у чекланади:

$$f(t) = 0, \text{ бунда } t < 0.$$

Лаплас алмаштириши натижасида олинган функция *тасвир* дейилади. Шундай қилиб, $f(t)$ оригинал $F(p)$ тасвирга мос бўлади.

Маълум тасвир бўйича оригинални топиш операцияси *Лаплас тескари алмаштириши* дейилади.

$$f(t) = L^{-1}[F(p)],$$

бу ерда L^{-1} — Лаплас тескари алмаштириш операциясининг симболи. Дифференциал ёки интеграл тенгламаларини операция ҳисоб ёрдамида ечишдан мақсад алгоритми моддий ўзгарувчилик функцияни комплекс ўзгарувчилик функцияга алмаштириш, комплекс ўзгарувчилик соҳада ечимларни излаш, ва ниҳоят, тескари, яъни топилган ечимни комплекс ўзгарувчилик соҳадан моддий ўзгарувчилик соҳага алмаштиришдан иборат. Лаплас алмаштиришининг асосий хоссалари қуйида келтирилган.

1. Лаплас алмаштириши чизиқли операциядир, шунинг учун оригиналлар йиғиндисини қўшилувчилар сонидан қатъи назар, уларнинг тасвирлар йиғиндисига мос:

$$L[f_1(t) \pm f_2(t) \pm \dots \pm f_n(t)] = F_1(p) \pm F_2(p) \pm \dots \pm F_n(p);$$

бунда:

$$F_1(p) = L[f_1(t)]; F_2(p) = L[f_2(t)]; \dots; F_n(p) = L[f_n(t)]$$

2. Чизиклилик хоссасига кўра доимий катталиқка кўпайтирилган оригиналга мос тасвир шу катталиқка кўпайтирилган оригинал тасвирга тенг:

$$L[Kf(t)] = KF(p);$$

бу ерда

$$F(p) = L[f(t)]; K = \text{const.}$$

3. Оригинални дифференциаллаш операцияси тасвир ва оператор кўпайтмасига мос:

$$L\left[\frac{df(t)}{dt}\right] = pF(p)$$

Бу ифода $t = 0$ да, $f(t) = 0$ ҳолатида ўринли.

4. Оригинални интеграллаш операцияси тасвирнинг P оператори бўлиниши билан тенг:

$$L\left[\int_0^t f(t) dt\right] = \frac{F(p)}{p}$$

5. Агар ҳақиқий ўзгарувчи соҳасида кечиктиш содир бўлса, оригинал аргументининг τ доимий катталиқка силжишига тасвирнинг $e^{-p\tau}$ га кўпайтириш операцияси мос келади:

$$L[f(t - \tau)] = f(p) e^{-p\tau};$$

бунда

$$\tau = \text{const}, f(t - \tau) = 0; t < \tau.$$

6. Оригиналнинг якуний ва бошланиши ҳақидаги теоремалар оригинал қабул қиладиган ноль ва чексизликдаги қийматлари тасвирнинг чексизлик ва нолдаги қийматларидан ҳамда P оператор кўпайтмасидан аниқлашини билдиради:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{p \rightarrow \infty} pF(p); \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{p \rightarrow \infty} pF(p),$$

7. Ўхшашлик теоремаси қуйидагича: t вақт масштабининг доими миқдорга ўзгариши тасвир ва комплекс ўзгарувчининг шу доими миқдорга бўлинишига мос:

$$L[f(Kt)] = \frac{1}{K} F\left(\frac{p}{K}\right).$$

8. Силжиш теоремаси. Оригиналнинг t дан келиб чиққан кўрсаткичли функциясига кўпайтирилиши тасвир силжишига мослигини билдиради:

$$L[e^{\pm \alpha t} \cdot f(t)] = F(p \mp \alpha)$$

Йигилиш деб, икки функция устида бажарилган интеграл операцияси айтилади. Бу икки функциянинг йигилиши шу икки функция кўпирларининг кўпайтмасига мос келади. Агар

$$F_1(p) = L[f_1(t)] \text{ ва } F_2(p) = L[f_2(t)]$$

ўлсн, у ҳолда

$$F_1(p) \cdot F_2(p) = L\left[\int_0^t f_1(t-\tau) \cdot f_2(\tau) \cdot d\tau\right].$$

Бошланғич шартлар нолга тенг бўлганда дифференциал тенгламанинг оператор шаклида ёзилиши унинг дифференциаллаш операцияси P орқали ифодаланган символ шаклида ёзилишидир:

$$P = \frac{d}{dt},$$

$$a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_0 \cdot y(t) = (b_m P^m + b_{m-1} P^{m-1} + \dots + b_0) \cdot X(p).$$

Одатда, бизни y чиқиш катталигининг ўзгариши x кириш сигналга боғлиқлик нисбати қизиқтиради:

$$\frac{y(t)}{x(t)} = \frac{b_m P^m + b_{m-1} P^{m-1} + \dots + b_0}{a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_0} = W(p) \quad (\text{XI-10})$$

10-1-жадвал

$f(t)$ нинг оригинали	$F(p)$ нинг тасвири	$j(t)$ нинг оригинали	$F(p)$ нинг тасвири
$1(t)$	$\frac{1}{p}$	$\cos \omega t$	$\frac{p}{p^2 + \omega^2}$
t	$\frac{1}{p^2}$	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1}$	$\frac{1}{p^n}$
t^n	$\frac{n!}{p^{n+1}}$	$\frac{1}{\omega} \text{sh } \omega t$	$\frac{1}{p^2 - \omega^2}$
e^{-at}	$\frac{1}{p+a}$	$\text{ch } \omega t$	$\frac{p}{p^2 - \omega^2}$
$t e^{-at}$	$\frac{1}{(p+a)^2}$	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(p+a)^2 + \omega^2}$
$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$	$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{p+a}{(p+a)^2 + \omega^2}$

Бошланғич шартлар нолга тенг бўлганда чиқиш катталигининг тасвири кириш катталиги тасвирининг нисбатидан иборат бўлган (XI—10) ифода системанинг *узатиш функцияси* дейилади. Узатиш функцияси системанинг параметрларига боғлиқ бўлиб, кириш катталигига боғлиқ эмас. У системанин динамик хусусиятларини аниқлайди. Амалда ишни осонлаштириш мақсадида ҳар сафар Лаплас алмаштириши операциясини бажармай, кўп учрайдиган функцияларнинг тасвир ва оригиналлари ҳисобланган жадвалдан фойдаланиш қулай. Келтирилган жадвалдан тескари тартибда, яъни маълум $F(p)$ тасвири бўйича тегишли $f(t)$ оригинални топиш учун фойдаланиш ҳақи мумкин.

XI.13-§. ФУРЬЕ АЛМАШТИРИШ ВА ХУСУСИЯ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАР

Узатиш функцияси тушунчаси Лаплас алмаштиришидан келиб чиқишини юқорида кўрдик. Бундан ташқари, звено ва системаларнинг частота характеристикалари тушунчаси келиб чиқадиган *Фурье алмаштириши* ҳам мавжуд. Фурье функцияси алмаштириши қуйидагича ёзилади:

$$F(j\omega) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-j\omega t} \cdot dt.$$

Бошқача қилиб айтганда, маълум бир $f(t)$ вақт функцияси 0 дан ∞ гача оралиқда интегралланганда $f(t)$ ва $e^{-j\omega t}$ функциялари кўпайтмасидан олинган $F(j\omega)$ комплекс функциясига тўғри келади.

Фурье алмаштириши Лаплас алмаштиришининг хусусий варианты дир. Унда P оператор ўрнига бошқа $(j\omega)$ оператор ишлатилган. Агар узатма функциясининг (XI—10) ифодасида P нинг ўрнига $j\omega$ ни қўйиб чиқсак, $W(j\omega)$ функцияни ҳосил қиламиз:

$$W(j\omega) = \frac{y(j\omega)}{x(j\omega)} = \frac{b_m(j\omega)^m + b_{m-1}(j\omega)^{m-1} + \dots + b_0}{a_n(j\omega)^n + a_{n-1}(j\omega)^{n-1} + \dots + a_0}. \quad \text{(XI—II)}$$

Бу функция системанинг амплитуда-фаза характеристикаси (АФХ) дейилади.

Системанинг киришига муайян амплитудали синусоидал таъсир кўрсатилса, унинг турғунлашган режимдаги чиқишида: ростланувчи катталикнинг шу частотали синусоидал ўзгаришини кузатиш мумкин, лекин чиқиш сигналининг амплитудаси ва фазаси кириш координатасининг шу кўрсаткичларидан фарқ қилади. Агар кириш сигналининг амплитудаси доимий бўлиб частотаси 0 дан ∞ гача муттасил ўзгариб борса, бир частотанинг системадаги чиқиш параметри турли фаза ва амплитуда даларга эга бўлади. Системанинг амплитуда-фаза характеристикасининг физик моҳияти ҳам айнан шундан иборат.

АФХ — моддий Re ва мавҳум J_m қисмларнинг геометрик йиғиндисидан иборат:

$$W(j\omega) = \operatorname{Re} [W(j\omega)] + jJ_m [W(j\omega)] \quad (\text{XI-12})$$

Амплитуда-фаза характеристиксининг годографини топиш учун (XI-12) ифодага ω нинг 0 дан ∞ гача бўлган қийматларини қўйиб, ҳосил бўлган векторлар учини равон бирлаштириш керак. Радиус векторларнинг узунлигини чиқиш ва кириш катталикларининг амплитудалар нисбатига, унинг бурчаги эса чиқиш ва кириш катталиклар фазаларининг айирмасига тенг.

Системанинг чиқишидаги синусоидал тебранишлар амплитудасининг киришдаги тебранишлар амплитудасига нисбати частотага боғлиқ бўлиб, у $A(\omega)$ *амплитуда-частота характеристики (ачх)* дейилади. Чиқишдаги синусоидал тебранишлар фазасининг киришдаги гармоник тебранишларга нисбатан ўзгаришининг частотага боғлиқлиги система ёки звенонинг $\varphi(\omega)$ *фаза-частота характеристики (фчх)* дейилади. Частота характеристикалари экспериментал ёки аналитик равишда, узатиш функцияси бўйича аниқланади:

$$W(j\omega) = A(\omega)e^{+j\varphi(\omega)},$$

бунда

$$A(\omega) = |W(j\omega)| = \sqrt{\operatorname{Re}_e^2(\omega) + J_m^2(\omega)} \text{ — модуль}$$

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{J_m(\omega)}{\operatorname{Re}_e(\omega)} \text{ — фаза}$$

Шундай қилиб, АФХ нинг модули системанинг амплитуда частота характеристики бўлиб, АФХ нинг фазаси эса системанинг фаза-частота характеристикасидир. Частота характеристикасига асосланган саноат АСР ларининг анализи ва синтези методлари юқори аниқликни таъминлайди.

XI.14-§. ЛОГАРИФМИК ЧАСТОТА ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Системанинг частота характеристика ифодаси (XI-13) ни логарифмлаймиз:

$$\ln W(j\omega) = \ln A(\omega) + j\varphi(\omega)$$

ёки

$$\lg W(j\omega) = \frac{\lg A(\omega) + j\varphi(\omega)}{2,3} \quad (\text{XI-14})$$

(XI-14) ифода — ҳақиқий қисми частота функцияси модулининг логарифмига, мавҳум қисми частота функциясининг аргументига тенг бўлган логарифмик амплитуда-фаза частота характеристикасининг ифодасидир. Бу характеристикани иккита мустақил — логарифмик амплитуда частота (ЛАЧХ) ва фаза частота характеристикаларга (ФЧХ) бўлиш мумкин.

Система ёки звенонинг *логарифмик амплитуда-частота характеристики* частота ўзгаришига боғлиқ бўлган частота функциясидаги модуль логарифмининг ўзгаришини аниқлайди. Логарифмик масштабда қурилиб, частота ўзгаришига боғлиқ

бўлган фаза ўзгаришини аниқловчи $\varphi(\omega)$ характеристика *логарифмик фаза характеристикаси* дейилади.

$e^{j\varphi(\omega)}$ даврий функция бўлгани учун $\ln W(j\omega)$ кўп қийматли функциядан иборат. Шунинг учун биз кейинчалик (XI—14) ифодада логарифмнинг асосий маъносини назарда тутамиз. Логарифмик характеристика ва ўлчов бирликлари акустика назариясидан олинган.

ЛАЧХ ни қураётганда ординаталар ўқига модуль логарифми, абсцисса ўқига эса частота логарифминини қўямиз. ЛАЧХ ни қурганда $\ln A(\omega)$ ўрнига қуйидаги функция кўрилади:

$$L(\omega) = 20 \lg |W(j\omega)| = 20 \lg A(\omega) = f(\lg \omega) \quad (\text{XI—15})$$

(XI+15) ифода системанинг чиқиш амплитудасини кириш амплитудасига нисбатини аниқлаб, кириш сигнали орқали кучланиш даражасини тасвирлайди. $L(\omega)$ нинг ўлчов бирлиги — децибел, 1 децибел амплитуданинг $\sqrt[20]{10}$ марта ўзгаришига тўғри келади. Частоталарнинг ўлчов бирлиги — октава ва декада.

Агар икки ω_1, ω_2 частоталарнинг қиймати бир-биридан икки марта фарқ қилса, уларнинг фарқи бир октавага тенг бўлади:

$$\omega_1/\omega_2 = 2$$

ёки

$$\log(\omega_1/\omega_2) = \log_2 2 = 1 \text{ октава}$$

Агар икки ω_1, ω_2 частоталарнинг қиймати бир-биридан 10 марта фарқ қилса, уларнинг фарқи 1 декадага тенг бўлади:

$$\omega_1/\omega_2 = 10$$

ёки

$$\lg(\omega_1/\omega_2) = \lg 10 = 1 \text{ декада}$$

Частотанинг декада бирлигидаги қийматини топиш учун шу частотанинг ўнлик логарифминини аниқлаш керак.

Г. Бюде кўпинча биргина ЛАЧХ ни қуриш билан кифояланиш мумкинлигини кўрсатди, чунки фаза характеристикасидан амплитуда ва амплитуда характеристикасидан фаза характеристикаларини аниқлаш мумкин.

Агар системаларнинг ЛАЧХ ва ЛФХ лари ўртасида бир қийматли боғланиш мавжуд бўлса, бундай системалар *минимал фазали система* дейилади. Кўп система ва звенолар учун логарифмик характеристикалар октавага децибел ёки декадага децибел бирлигида ифодаланадиган, турли оғишларга эга бўлган тўғри чизиқдан иборат. (XI-15) частота функциясининг модулини логарифмлашда кўпайтма ва бўлинмалар йиғинди ва айирмалар билан алмаштирилади, бу эса анализ қилинаётган ифодаларни соддалаштиради.

Логарифмик частота характеристикалари чизиқли ва чизиқли бўлмаган автоматик ростлаш системаларни амалда ҳисоблашда кенг ишлатилади.

XI.15-§. ЭЛЕМЕНТАР ЗВЕНОЛАР (МОДЕЛЬ, ДИНАМИК ХАРАКТЕРИСТИКА, УЗАТИШ ФУНКЦИЯЛАРИ)

Бошқариш вазифалари нуқтаи назаридан автоматик системалар ва уларнинг таркибий звенолари ўзларининг статик ва динамик характеристикаларига кўра таснифланади. Бундай тасниф чиқиш ва кириш катталикларининг турғунлашмаган режимда вақт функциясидаги боғланишига асосланган. Тадқиқ қилинаётган автоматик системанинг динамик характеристикалари олдиндан маълум бўлган ва бир-бири билан боғланган элементар (ёки типавий) звенолар шаклида келтирилади. Қуйидаги учта талабни қаноатлантирадиган звено шартли равишда *элементар звено* дейилади: 1) звенонинг дифференциал тенгламаси иккинчи тартибдан юқори бўлмаслиги шарт; 2) звено детекторлаш қобилиятига эга бўлиб, сигналларни бир йўналишда — киришдан чиқишга томон ўтказиши керак; 3) звенога бошқа звенолар уланганда, у ўзининг динамик хусусиятларини ўзгартирмаслиги лозим.

Элементар звеноларнинг характеристикаларини анализ қилиш учун стандарт шаклда ёзилган динамик тенгламалар ишлатилади. Звеноларнинг анализи кириш таъсири бирламчи бўлганда ўтиш характеристикаси бўйича, киришга гармоник синув таъсир кўрсатилганда эса частота характеристикаси бўйича ўтказилади.

Кучайтирувчи звено. Агар звено системага кечикиш ва бошқа хатолар киритмай фақат киришга берилган сигналнинг масштабини ўзгартирса, бу звено кучайтирувчи (идеал, инерциясиз, пропорционал) звено дейилади. У статиканинг алгебраик тенгламаси орқали ифодаланади:

$$y = Kx,$$

бунда y — звенонинг чиқиш катталиги; K — звенонинг кучланиш коэффициентини; x — звенонинг кириш катталиги.

Кучайтирувчи звено динамикасининг тенгламаси:

$$y(t) = Kx(t)$$

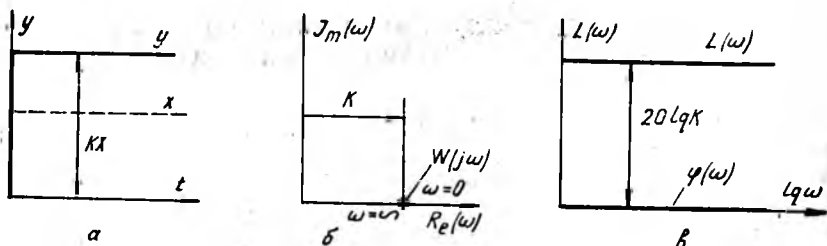
Звенонинг узатиш функцияси:

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = K$$

Охирги ифодада P оператор ўрнига $j\omega$ ни қўйсақ, звенонинг амплитуда-фаза характеристикаси келиб чиқади:

$$W(j\omega) = \frac{y(j\omega)}{x(j\omega)} = K.$$

Кучайтирувчи звено берилган сигналларга фаза силжишларини киритмайди ва барча частотали сигналларни раван ўтказиши. АФХ нинг годографи (XI-8-расм) комплекс текисликдаги ҳақиқий ўқда бошланғич координаталардан K масофага кечиккан нуқта билан ифодаланади. Звенонинг $A(\omega)$



11. 8- расм. Кучайтириш звеносининг характеристикаси:
 а — югуриш эгри чизиги; б — амплитуда- фаза характеристикаси
 в — логарифмик частота характеристикалари.

амплитуда-частота характеристикаси частоталар ўқидан $A(\omega) = K$ миқдорга кечиккан тўғри чизиқдир. $\Phi(\omega) = 0$ фаза-частота характеристика фаза силжишларнинг (олдинга кетиш ёки кечикиш) йўқлигини билдиради. Амалда, частотанинг чексизликка интилган ҳар бир қийматида исталган реал кучайтирувчи звенонинг кучайтириш коэффиценти нолгача камайиб кетади.

Звенонинг логарифмик амплитуда-частота характеристикаси қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$L(\omega) = 20 \lg |W(j\omega)| = 20 \lg A(\omega) = \lg A(\omega) = 20 \lg K.$$

Ушбу звенонинг фазаси минимал қийматга эга ёки нолга тенг; бу звено минимал фазалидир. Кучланиш коэффиценти K чизиқли звено учун доимий, чизиқли бўлмаган звено учун эса ўзгарувчандир.

Биринчи тартибли нодаврий звено. Баъзан нодаврий звено инерцион звено дейилади. Нодаврий звенolar учун чиқиш ва кириш катталикларини боғловчи тенглама биринчи тартибли дифференциал тенгламадан борат:

$$T \frac{dy}{dt} + y = Kx, \quad (\text{XI—16})$$

бу ерда T — звенонинг вақт доимийси; K — звенонинг кучланиш коэффиценти.

Бошланғич шартларнинг ноль қийматида (XI—16) тенгламани ечсак қуйидаги ифода ҳосил бўлади:

$$y = Kx \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right); \quad (\text{XI—17})$$

t — ўтаётган вақт.

Агар ноль қийматли бошланғич шартларда (XI—16) тенгламага Лаплас алмаштириши қўлланилса, оператор шаклида ёзилган қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$(T_p + 1) \cdot y(p) = Kx(p).$$

Бу оператор тенглама асосида биринчи тартибли нодаврий звенонинг ўлатиш функциясини ёзишимиз мумкин:

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{K}{T_p + 1} \quad (\text{XI—18})$$

Лаплас тескари алмаштириши ёрдамида (XI—18) ифодадан ўтиш функциясини топиш мумкин:

$$h(t) = L^{-1} \left[\frac{K}{T_p + 1} \cdot \frac{1}{p} \right] = K \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \cdot 1(t);$$

бунда $1(t)$ — поғонали икки ғалаёнловчи таъсир.

Кўрилаётган звенонинг амплитуда фаза характеристикаси (XI—18) ифодадаги P операторни $j\omega$ қийматга алмаштириш йўли билан аниқланади:

$$W(j\omega) = \frac{K}{1 + j\omega T} \quad (\text{XI—19})$$

(9—18) ифодадан аниқланган ҳақиқий ва мавҳум қисмларининг қийматлари қуйидаги кўр.нишга эга:

$$Re(\omega) = \frac{K}{1 + \omega^2 T^2};$$

$$Im(\omega) = \frac{K\omega T}{1 + \omega^2 T^2}.$$

Инерцион звенонинг амплитуда-частота характеристикаси:

$$A(\omega) = \sqrt{Re^2(\omega) + Im^2(\omega)} = \frac{K}{1 + \omega^2 T^2}.$$

Шу звенонинг фаза-частота характеристикаси:

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{Im(\omega)}{Re(\omega)} = -\arctg \omega T.$$

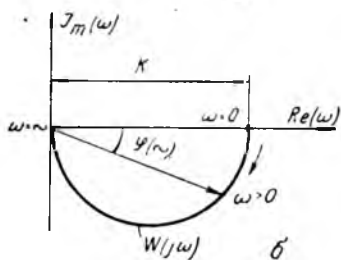
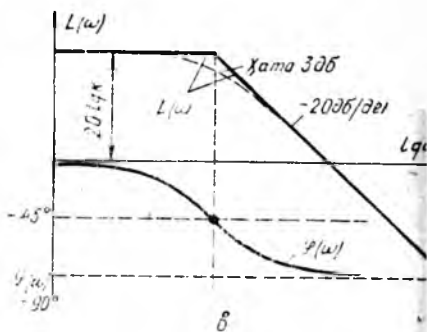
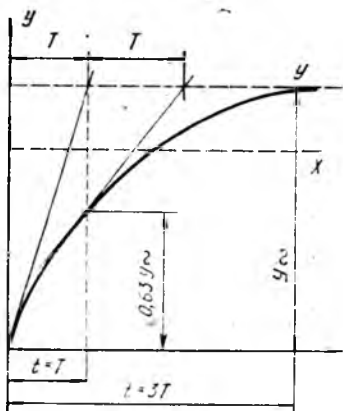
Частота нолга интилганда

$$A(\omega) \rightarrow K; \varphi(\omega) \rightarrow 0; Im(\omega) \rightarrow 0; Re(\omega) \rightarrow 0.$$

Частота чексизликка интилганда эса

$$A(\omega) \rightarrow 0; \varphi(\omega) \rightarrow -\frac{\pi}{2}; Im(\omega) \rightarrow 0; Re(\omega) \rightarrow 0$$

Звенонинг комплекс текисликда тасвирланган амплитуда-фаза характеристикасининг (XI—9-расм) диаметри звенонинг K кучланиш коэффициентига тенг ярим айланадан иборат. Инерцион звенонинг тарқалиш эгри чизиги экспонентадан иборат. Унинг хусусияти шундаки, T вақт доимийсини уринманинг чиқиш катталиги X_{∞} турғунлашган қийматининг чизигига проекцияси ва уринманинг Y_{∞} чизиги кесишган нуқтаси оралигидаги кесма каби топиш мумкин. Биринчи тартибли нодаврий звенолар тарқалиш эгри чизигининг исталган нуқтасига ўтказилган уринмалар чиқиш катталигининг турғунлашган



11.9- расм. Биринчи тартибли нодавр звено характеристикалари:

а — югуриш эгри чизиги; б — амплитуда-фаз характеристикаси; в — логарифмик частота характеристикалари.

қиймати чизигидан бир хил T кесмаларни кесиб ўтади. $t = T$ вақт-даги чиқиш координатаси 63% га ўзгаради:

$$t = T \text{ бўлганда } X = 0,63X_{\infty}$$

Агар $t \rightarrow \infty$ бўлса, чиқиш параметрининг қиймати кириш [параметрининг қийматига интилади ($y \rightarrow x$), яъни чиқиш катталиги кириш сигнали таъсирида чексиз вақт мобайнида кириш катталиги билан тенглашишга интилади. Амалда, ўтиш жараёнининг вақти $t \approx 3T$ деб қабул қилинади, чунки уч доимийликка тенг вақт давомида тарқалиш эгри чизиги чиқиш катталигининг янги, турғунлашган Y_{∞} тўғри чизигига қўшилиб кетади. $T = \infty$ даги турғунлашган режим учун (XI — 17) ифодадан $y = K_x$ эканлиги келиб чиқади. Бу демак, ўтиш жараёни тугагач, биринчи тартибли нодаврий звено кучайтирувчи звено каби ишлайди.

Қўрилаётган звенонинг ЛАЧХ сини қураимиз. Бунинг учун амплитуданинг децибелдаги функциясини аниқлаймиз:

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega) = 20 \lg \left| \frac{K}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}} \right| = 20 \lg K - 20 \lg (1 + \omega^2 T^2)^{1/2}. \quad (\text{XI} - 20)$$

Иккинчи чегарали ҳолларни кўриб ўтамиз:

а) $\omega < \frac{1}{T}$ ва $(\omega T)^2 \ll 1$ даги кичик частоталарда

$$L(\omega) = 20 \text{ Lg}K - 20 \text{ lg}1 \approx 20 \text{ lg}K;$$

б) $\omega > \frac{1}{T}$ ва $(\omega T)^2 \gg 1$ даги катта частоталарда

$$L(\omega) \approx 20 \text{ lg}K - 20 \text{ lg} \omega T$$

Демак, кичик частоталар соҳасида $L(\omega)$ функция абсцисса ўқиға параллел ва ундан $20 \text{ Lg}K$ масофаға кечиккан тўғри чизиқ (асимптота) орқали аппроксимация қилинади. Иккинчи, частоталари юқори соҳада (XI—22) характеристика ω частотаға боғлиқ. Частотанинг бир декададаги орттирмасини $\omega_2 = 10\omega_1$ деб фараз қиламиз. У ҳолда децибел бирлигида ўлчанадиган амплитуда қуйидаги катталикка ўзгаради.

$$\Delta L = L(10\omega_1) - L(L(\omega_1)) = [20 \text{ lg}K - 20 \text{ lg} 10\omega_1 T] - [20 \text{ lg}K - 20 \text{ lg} \omega_1 T] = -20 \text{ lg} 10\omega_1 T + 20 \text{ lg} \omega_1 T = -20 \text{ lg} 10 = -20 \text{ дБ/дек.}$$

Демак, (XI—22) ифода бир декадаға 20 децибел тўғри келадиган тескари оғишға эға бўлган тўғри чизиқдан иборат (частотанинг 1 декадаға ортишида, амплитуда 20 дБ га камаяди). (XI—21) ва (XI—22) тўғри чизиқлар логарифмик характеристиканинг *асимптоталари* дейилади. Икки асимптотанинг туташуш нуқтасини (XI—21) ва (XI—22) тенгламалар шартидан аниқлаш мумкин:

$$20 \text{ lg}K - 20 \text{ lg}1 = 20 \text{ lg}K - 20 \text{ lg} \omega_r T;$$

демак,

$$\omega_r = \frac{1}{T};$$

ω_r — туташуш частотаси дейилади.

Ушбу ҳолда бу частотанинг қиймати звенонинг вақт доимийсидан аниқланади. Логарифмик фаза-частота характеристикасининг кўриниши:

$$\varphi(\omega_r) = -\text{arctg} \omega T,$$

туташ частота учун:

$$\varphi(\omega) = -\text{arctg}(\omega_r/\omega) = -\text{arctg}1 = -45^\circ$$

Кўриладиган звено минимал фазалидир.

Интегралловчи звено. Чиқиш катталиги кириш катталиғига боғлиқ бўлмаган, лекин чиқиш координата ўзгаришининг тезлиги звено киришидаги сигналға пропорционал бўлган звено *интегралловчи звено* дейилади. Унинг тавсифи қуйидагича:

$$\frac{dy}{dt} = Kx \quad (\text{XI—23})$$

бу ерда K — звенонинг кучайиш коэффициентини ва унинг вақт доимийси нисбатига тенг звенонинг тарқалиш тезлиги.

(XI—23) ифодани интеграллаб ўтиш жараёни тенгламасини ҳосил қиламиз:

$$y = K \int_0^t x dt \quad (\text{XI—23})$$

(XI—24) ифодадан чиқиш катталиги кириш катталигининг интегралига пропорционал эканлиги келиб чиқади. (XI—23) ифодага Лаплас алмаштиришини қўлласак, интегралловчи звенонинг тенгламасини оператор шаклида ҳосил қиламиз (нолавий бошланғич шартларда):

$$y(p) = \left(\frac{K}{p}\right) x p$$

Кўриладиган элементар звенонинг узатиш функцияси:

$$W(p) \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{K}{p} \quad (\text{XI—24})$$

(XI—25) ифодадаги P операторни $j\omega$ билан алмаштирсак, звенонинг амплитуда-фаза характеристикаси келиб чиқади:

$$W(j\omega) = \frac{y(j\omega)}{x(j\omega)} = \frac{K}{j\omega} = \frac{K}{\omega} e^{-j\frac{\pi}{2}} \quad (\text{XI—25})$$

(XI—26) ифодадан амплитуда-частота ва фаза-частота характеристикаларининг тенгламалари топилади:

$$A(\omega) = \frac{K}{\omega}; \quad (\text{XI—26})$$

$$\varphi(\omega) = -\frac{\pi}{2} \quad (\text{XI—27})$$

(XI—27) ва (XI—28) тенгламалардан қуйидагича хулоса кели чиқади: частота чексизликка интилганда $AЧХ \rightarrow 0$ бўлиб, $A(\omega) \rightarrow 0$ интегралловчи звено ҳосил қилган фазалар силжиши доимий бўлад ва y ω га боғлиқ эмас.

Комплекс текисликда интегралловчи звенонинг амплитуда-фаза характеристикаси комплекс текисликнинг манфий ярим ўқига мос келадиган вектор орқали ифодаланади ва чексизликдан ($\omega = 0$ бўлса) нолгача ($\omega = \infty$) ўзгаради. (XI—27) тенглама асосида звенонинг ЛАЧХ сининг ифодасини ёзиш мумкин:

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega) = 20 \lg K - 20 \lg \omega \quad (\text{XI—28})$$

Агар (XI—22) ва (XI—29) ифодаларни солиштирсак, уларнинг ўхшашлигини кўрамиз. Демак, ЛАЧХ нинг асимптотаси 20 дБ/с га тенг манфий оғишли абсциссалар ўқидаги $\omega = K$ частотага мос бўлган нуқтасидан ўтадиган тўғри чизиқдан иборат. Логарифмик фаза частота характеристикаси (XI—28) ифодадаги частотага боғлиқ эмас. Интегралловчи звено минимал фазалидир. Унинг характеристикалар. XI—10-расмда келтирилган.

Дифференциалловчи звено. Чиқиш катталиги кириш параметрининг ўзгариш тезлигига пропорционал бўлган зинно дифференциалловчи звено дейлади. Бу идеал дифференциалловчи звенонинг хусусиятлари

$$y = K \frac{dx}{dt} \quad (\text{XI}-30)$$

тенглама орқали тавсифланади.

Нолавий бошланғич шартларда (XI—30) ифодага Лаплас алмаштиришини қўлласак, бу тенгламанинг оператор шаклини ҳосил қиламиз:

$$y(p) = K P_x(p) \quad (\text{XI}-31)$$

Звенонинг узатиш функцияси қуйидагича аниқланади:

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = KP:$$

амплитуда-фаза характеристикаси эса

$$W(j\omega) = K(j\omega) = K\omega e^{j\frac{\pi}{2}}$$

Маълумки, амплитуда-частота характеристикаси

$$A(\omega) = K\omega \quad (\text{XI}-32)$$

частотага пропорционал равишда ўзгаради; фаза-частота характеристика эса

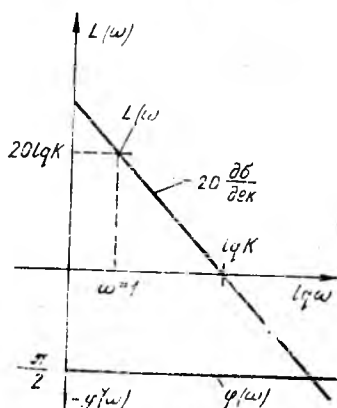
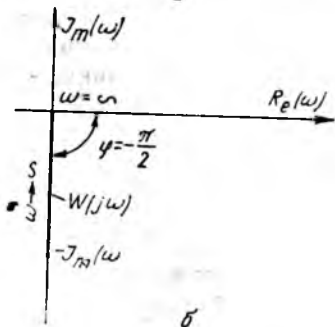
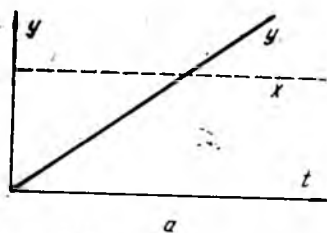
$$\varphi(\omega) = +\frac{\pi}{2} \quad (\text{XI}-33)$$

кириш сигнали частотасининг ўзгаришига боғлиқ эмас. (XI—33) ифодадан қуйидаги хулоса келиб чиқади: дифференциалловчи звено ўзининг чиқишида кириш катталигидан $+\frac{\pi}{2}$ бурчакка тенг ўзишни ҳосил қилади. Кўрилаган звено учун

$$y(t) = K \frac{d[1(t)]}{dt} = \infty$$

Лаплас тескари алмаштиришидан фойдаланилса,

$$y(t) = \frac{K}{T} e^{-\frac{1}{T}t}$$



11.10- расм. Интегралловчи звено характеристикалари:

a — югуриш эгри чизиги; б — амплитуда-фаза характеристикаси; в — логарифмик частота характеристикалари.

Бу звено кириш каттиги таърифланади. Ҳақиқатда эса звеноларда бундай ҳолати амалга ошириб бўлмайди.

Дифференциалловчи звенонинг ЛАЧХ сини қурамыз:

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega) = 20 \lg K \omega \quad (\text{XI—34})$$

(XI-34) ифодадан логарифмик амплитуда-частота характеристика $+20^\circ\text{C дб/с}$ га тенг мусбат оғишли ва абсциссалар ўқини $\omega_T = K$ нуқтада кесиб ўтувчи тўғри чизиқдан иборат эканлиги келиб чиқади. Агар $K=1$ бўлса, тўғри чизиқ координаталар бошидан ўтади.

$$(\lg \omega_T = 0).$$

(XI—23) ифодадан маълумки, ФЧХ абсциссалар ўқига параллел ва ундан $\frac{\pi}{2}$ масофага орада қолган тўғри чизиқдан иборат.

Реал дифференциалловчи звенолар динамикасининг умумий тенгламаси қуйидагича:

$$T \frac{dx}{dt} + y = K \frac{dx}{dt} \quad (\text{XI—35})$$

Бошланғич шартлар нолга тенг бўлганда бу тенгламанинг операция шаклидаги кўриниши қуйидагича бўлади:

$$(T p + 1) \cdot y(p) = K p x(p).$$

Бундан реал дифференциалловчи звеноларнинг узатиш функцияси келиб чиқади:

$$W(p) = \frac{K \cdot p}{1 + T p};$$

амплитуда-фаза характери стикаси эса:

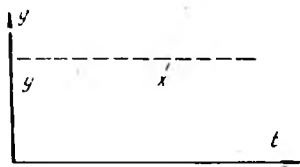
$$W(j\omega) = \frac{j \cdot \omega \cdot K}{1 + j \omega T} = \frac{K \cdot \omega}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}} e^{i \left(\frac{\pi}{2} - \arctg \omega T \right)}$$

Охириги тенгламалардан, кетма-кет уланган идеал реал дифференциалловчи звено бир-биридан иборат деган хулоса дифференциалловчи ва нодарий звенолар чиқариш мумкин.

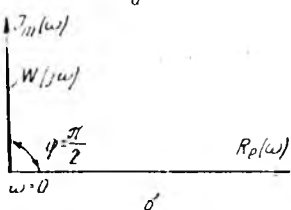
(XI—35) динамика тенгламасининг ечими қуйидагича:

$$y(t) = \frac{K}{T} x e^{-\frac{t}{T}}$$

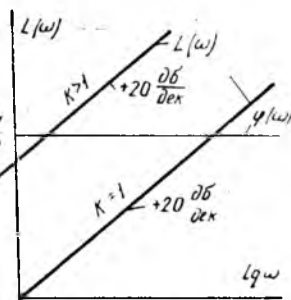
Реал дифференциалловчи звенонинг киришига сакрашсимон галаб таъсир кўрсатилса, чиқиш катталиги вақтнинг дастлабки даврида $\frac{K}{T}$ қийматга эга бўлади, кейин $t \rightarrow \infty$ да нолга айланади.



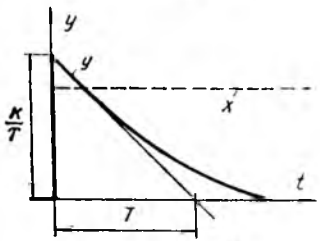
а



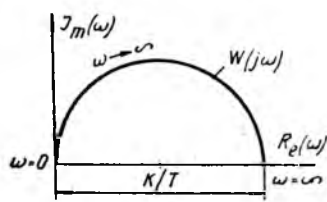
б



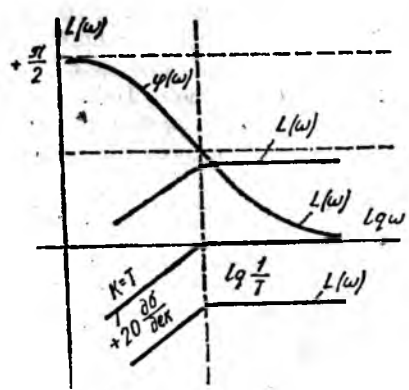
в



г



д



е

11. 11- расм. Идеал (а, б, в) ва реал (г, д, е) дифференциалловчи звенонинг характеристикалари:

а — идеал дифференциалловчи звенонинг югуриш эгри чизиги; б — идеал дифференциалловчи звенонинг АФХ си; в — идеал дифференциалловчи звенонинг логарифмик частота хирактеристикалари; г — реал дифференциалловчи звенонинг югуриш эгри чизиги; д — реал дифференциалловчи звенонинг АФХ си; е — реал дифференциалловчи звенонинг логарифмик частота хирактеристикалари.

Реал дифференциалловчи звенонинг $A(\omega)$ амплитуда-частота ва $\varphi(\omega)$ фаза-частота характеристикаларининг тенгламалари қуйидагича:

$$A(\omega) = \frac{K\omega}{\sqrt{1+\omega^2T^2}}$$

$$\varphi(\omega) = \frac{\pi}{2} - \text{arctg } \omega T.$$

ЛАЧХ ни қуриш учун қуйидаги ифода ишлатилади:

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega) = 20 \lg \omega K - 20 \lg \sqrt{1 + \omega^2 T^2}$$

Изланаётган характеристика иккита асимптотадан иборат; улардан бири 20 дБ/с оғишга эга, иккинчиси эса абсциссаларга параллел, $\omega_T = \frac{1}{T}$ частотада асимптоталар туташади.

XI—11-расмда реал ва идеал дифференциалловчи звеноларнинг характеристикалари тасвирланган.

Иккала звено ҳам минимал фазали системалар синфига киради.

Тебранма звено. Тебранма звеноларнинг чиқиш ва кириш катталıkları ўртасидаги боғланиш иккинчи тартибли дифференциал тенгламалар орқали аниқланади:

$$T_1^2 \frac{d^2 y}{dt^2} \pm T_2 \frac{dy}{dt} + y = kx \quad (\text{XI—36})$$

бунда T_1 — тебранма звенонинг вақт доимийси.

T_2 — ўтиш жараёнининг сўниш вақт доимийси.

T_1 ва T_2 вақт доимийлари сўниш нисбий коэффициенти орқали ўзаро боғланган:

$$T_2 = 2\xi T_1$$

Бошланғич шартлар нолга тенг бўлганда, (XI—36) ифодадан Лаплас алмаштириши орқали топилган оператор тенглама ўринлидир:

$$(T_1^2 p^2 \pm T_2 R_1 + 1) \cdot y(p) = K_x(p) \quad (\text{XI—37})$$

Шунга мувофиқ звенонинг узатиш функцияси:

$$W(p) = \frac{K}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1} \quad (\text{XI—38})$$

Энди тебранма звенонинг амплитуда-фаза характеристикасини ифодалаш мумкин:

$$W(j\omega) = \frac{K}{(j\omega)^2 T_1^2 \mp (j\omega) T_2 + 1} = \frac{K}{V(1 - \omega^2 T_1^2)^2 + \omega^2 T_2^2} e^{-j \arctg \frac{\omega T_2}{T - \omega^2 T_1^2}}$$

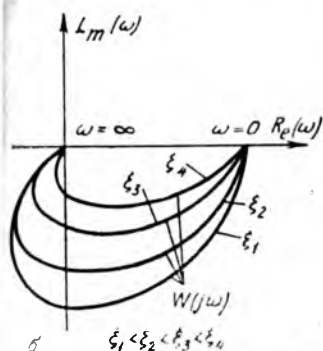
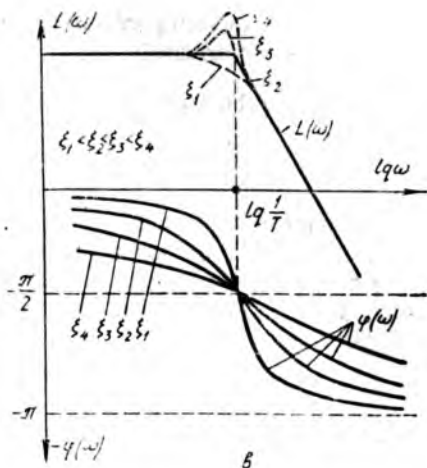
Амплитуда-частота ва фаза-частота характеристикаларига ўтсак, қуйидаги муносабатларга эга бўламиз:

$$A(\omega) = \frac{K}{V(1 - \omega^2 T_1^2)^2 + \omega^2 T_2^2}; \quad (\text{XI—39})$$

$$\varphi(\omega) = - \arctg \frac{\omega T_2}{T - \omega^2 T_1^2} \quad (\text{XI—40})$$

Тебранма звенолар турғунлашган ёки турғунлашмаган бўлади. Звенонинг турғун ёки нотурғунлигини (XI-36) дифференциал тенгламанинг чап томонидаги иккинчи қўшилувчининг ишораси таърифлайди. Агар ишора мусбат бўлса, тебранма звено турғун, манфий бўлса, нотурғун бўлади.

Ўтиш характеристикаси (XI-38) узатиш функциясидан аниқланиши мумкин, бунда Лаплас тескари алмаштиришини қўллаш лозим:



11. 12- расм. Тебранма звенонинг характеристикалари:

а — югуриш эгри чизиги; б — амплитуда-фаза характеристикаси; в — логарифмик частота характеристикалари.

$$h(t) = L^{-1} \left[\frac{K}{p^2 T_1^2 + 2\xi p T_1 + 1} \cdot \frac{1}{p} \right] = K \cdot [1 - e^{-\xi \frac{t}{T}} (\cos \omega_1 t + \frac{\xi}{p} t \cdot \sin \omega_1 t)];$$

бунда

$$\omega_1 = \frac{\sqrt{1 - \xi^2}}{T} = \omega_0 \sqrt{1 - \xi^2}.$$

Тебранма звенонинг ўтиш жараёни эгри чизигининг характери сўниш нисбий коэффиценти ξ нинг қийматига боғлиқ. Агар $\xi > 1$ бўлса, ўтиш жараёни нодаврий жараён хусусиятларига эга, агар ξ нолдан 1 гача ўзгарса, ўтиш жараёнининг характери тебранма сўнувчи бўлади. Сўниш коэффиценти $\xi = 0$ бўлса, звенонинг чиқишидаги тебранишлар сўнмайди. Нотурғун тебранма звенонинг сўниш коэффиценти манфийдир.

Частота $\omega = \frac{1}{T}$ бўлганда, АФХ нинг $W(j\omega)$ вектори мавҳум ўқ билан мос келади. Бундай частота **резонанс** частота дейилади. Частота 0 дан ∞ гача кучайтирилса, чиқиш тебранишлар фазаси л га яқинлашади. Дифференциал тенгламанинг тартибига мувофиқ тебранма звенонинг АФХ си икки квадратдан ўтади (XI — 12- расм).

Логарифмик характеристикаларни тузишда (XI — 39) ва (XI — 40) ифодалардан фойдаланамиз:

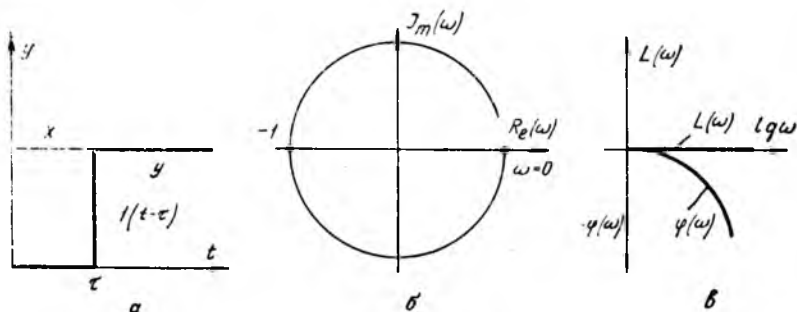
$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega) = 20 \lg K - 20 \lg \sqrt{(1 - \omega^2 T_2^2)^2 + (\omega T_2)^2};$$

$$\varphi(\omega) = -\operatorname{arctg} \frac{\omega T_2}{1 - \omega^2 T_2^2}.$$

Кичик частоталар учун ω частотага эга бўлган катталикларнинг қиймати 1 га нисбатан кичик ва тақрибий бўлади, $\omega \ll 1$ да $L(\omega) \approx 20 \lg K$ деб қабул қилиш мумкин. Частоталар катта бўлганда эса аксинча, 1 ва $(\omega T_2)^2$ га эга бўлган катталикларни эътиборга олмасам ҳам бўлади, у ҳолда:

$$L(\omega) \approx 20 \lg K - 20 \lg \omega^2 T_2^2 = 20 \lg K - 40 \lg \omega T_2$$

Демак, $\omega_T = \frac{1}{T_2}$ тутатиш частотадан бошлаб бир декада қийматга эга бўлган асимптота оғиши 40 дБ ни ҳосил қилади.



11. 13- расм. Соф кечикиш звеносининг характеристикалари:

а — югуриш эгри чизиги; б — амплитуда-фаза характеристикаси;
в — логарифмик частота характеристикалари.

XI-13-расмда минимал фазали тебранма звенонинг характеристикалари келтирилган. Тебранма звенолар потенциал ва кинетик энергияларни тўплаб энергия заҳираларини ўзаро алмаштиради. Алмаштириш жараёни энергиянинг бир турдан иккинчи турга ўтишидан иборат.

Соф кечикиш звеноси. Умумий ҳолда, агар фаза бўйича силжиш шу звено учун мумкин бўлган миқдордан ортиб кетса, звено *номинал фазали* ҳисобланади. Бундай звенолар қаторига соф кечикиш звеноси киради. Бу звенонинг моҳияти шундаки, у ўзининг чиқишида соф ёки *транспорт кечикиш вақти* деб аталадиган доимий τ кечикиш билан кириш сигналини хатосиз такрорлайди. Звенонинг хусусиятлари $y(t) = x(t - \tau)$ тенглама билан таърифланади. Бу тенгламанинг оператор шакли

$$y(p) = e^{-pt} x(p).$$

Звенонинг узатиш функцияси юқоридаги тенгламадан келиб чиқади:

$$W(p) = e^{-pt} \quad (\text{XI—41})$$

Звенонинг амплитуда-фаза характеристикаси:

$$W(j\omega) = e^{-j\omega\tau} \quad (\text{XI—42})$$

Кўрилатган звенонинг амплитуда ва фаза-частота характеристикалари қуйидагича:

$$A(\omega) = 1; \quad (\text{XI—43})$$

$$\varphi(\omega) = -\omega\tau \quad (\text{XI—44})$$

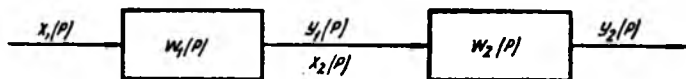
Кўриниб турибдики, логарифмик амплитуда-частота характеристикаси

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega) = 20 \lg 1 = 0$$

абсциссалар ўқига мос бўлиб, фаза эса (XI-44) тенгламага мувофиқ ω частота ўсиши билан чексиз ошиб боради. XI-13-расмда соф кечикиш звеносининг характеристикалари келтирилган.

XI.16- §. АРСнинг ТУЗИЛИШ СХЕМАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ УЗГАРИШИ

Блок-алгебра қондалари кўп таркибий звенолардан ташкил топган АРС нинг анализи ва синтезини анча соддалаштиради. АРС нинг динамик хусусиятлари таркибий элементлар характеристикалари ва уларнинг бир-бирига уланиш тартибига кўра аниқланади. Шунинг учун бир хил звеноларнинг турлича қўшилиши турли динамик хоссали системаларни ташкил қилади.



11.14- расм. Звеноларнинг кетма-кет уланиши.

Звеноларнинг кетма-кет уланиши. XI—14- расмда $W_1(p)$ ва $W_2(p)$ узатиш функцияларига эга бўлган кетма-кет уланган иккита звенодан ҳосил бўлган системанинг схемаси келтирилган. Занжирли узатиш функциясини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$W(p) = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{x_2(p)}{x_2(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{y_1(p)}{x_2(p)} = W_1(p) \cdot W_2(p).$$

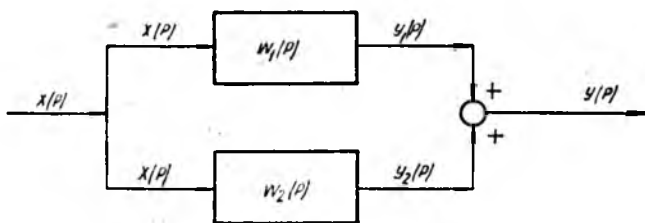
n та элементлардан ҳосил бўлган занжирнинг узатиш функцияси

$$W(p) = W_1'(p) \cdot W_2(p) \cdot \dots \cdot W_n(p) = \prod_{i=1}^n W_i(p).$$

Бошқача қилиб айтганда кетма-кет уланган элементлар занжирининг узатиш функцияси таркибий звенолар узатиш функцияларининг кўпайтмасига тенг. Бундай системанинг кучайиш коэффициентни таркибий элементлар кучайиш коэффициентларининг кўпайтмасига тенг.

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n = \prod_{i=1}^n K_i.$$

Кетма-кет уланган элементар очиқ звенолар занжирининг АФХ си шу звеноларнинг АФХ лари кўпайтмасига тенг:



11. 15- расм. Звеноларнинг параллел уланиши.

$$W(j\omega) = W_1(j\omega) \cdot W_2(j\omega) \cdot \dots \cdot W_n(j\omega) = \prod_{i=1}^n W_i(j\omega)$$

Звеноларнинг параллел уланиши. Звеноларнинг параллел уланишида (XI — 15- расм) битта кириш сигнали бир неча звеноларнинг киришига берилади, чиқиш сигналлари эса жамланади. $W_1(p)$ ва $W_2(p)$ узатиш функцияли иккита параллел уланган звеноларнинг узатиш функциясини аниқлаймиз:

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p) + y_2(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p)}{x(p)} + \frac{y_2(p)}{x(p)} = W_1(p) + W_2(p).$$

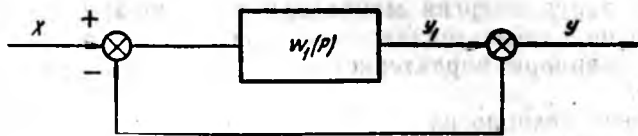
n та параллел уланган звенолар системасининг узатиш функцияси ҳар бир звено узатиш функциясининг йиғиндисига тенг:

$$W(p) = W_1(p) + W_2(p) + \dots + W_n(p) = \sum_{i=1}^n W_i(p).$$

Элементнинг тескари алоқа билан қамралиши. Баъзан звенонинг киришига кириш таъсирдан ташқари чиқиш сигналнинг бир қисми берилади. $W_1(p)$ узатиш функциясига эга бўлган элемент манфий тескари алоқа билан қамралишини кўриб чиқамиз (XI-16- расм):

$$\begin{aligned} x_1(p) &= x(p) - x_2(p); & y(p) &= x_2(p) = y_1(p); \\ y_1(p) &= W_1(p) \cdot x_1(p). \end{aligned}$$

Бир оз ўзгартиришлардан сўнг:



11. 16- расм. Манфий тескари алоқалар элементи.

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)}$$

Охириги ифодани умумлаштирсак, қуйидагича хулоса қилиш мумкин: агар бир ёки бир неча звено бирламчи манфий тескари алоқа билан қамралса, системанинг узатиш функцияси қуйидагича бўлади:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

Агар тескари алоқа занжирида ўзининг $W_{т.б}(p)$ узатиш функциясига эга бўлган звено мавжуд бўлса, системанинг эквивалент узатиш функцияси қуйидаги кўринишга келади:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p) \cdot W_{т.б}(p)}$$

Бир ёки бир неча звенолар бирламчи мусбат тескари алоқа билан қамралса, системанинг умумий узатиш функцияси

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 - \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

Звеноларнинг аралаш уланиши. Автоматик ростлашда, тескари алоқа билан қамралган, кетма-кет ва параллел уланган, яъни оралиқлари уланган звенолар кенг ишлатилади. Бундай ҳолларда блок-алгебра қоидалари ёрдамида эркин структурали звено ва системалар анализ учун қулайроқ шаклга келтирилади.

ХII б о б. РОСТЛАНУВЧИ ОБЪЕКТЛАР

ХII.1- §. РОСТЛАНУВЧИ ОБЪЕКТЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ

Кимё ва озиқ-овқат саноатининг технологик жараёнлари ўзларининг мураккаблиги ва хилма-хиллиги билан ажралиб туради. Бунга сабаб ишлатиладиган хом ашё турларининг

кўплиги, зарур энергия манбаларининг турлари ва миқдори, хом ашёни қайта ишлаш жараёни босқичларининг сони, жараён даврлари характеристикаларининг вақтдаги ўзгаришларидир.

Кимёвий технологик жараёнлар билан боғлиқ бўлган корхоналарни бошқариш структурасининг дастлабки поғонаси кимёвий ва озиқ-овқат саноати технологиясининг муайян аппарат шаклидаги типавий жараёнлари ва уларни локал бошқариш системасидан иборат. Жараёнларни бошқариш объекти сифатида уларнинг бирор типавий жараёнга оидлиги уларнинг физик-кимёвий хусусиятларининг ўхшашлигидан аниқланади. Муайян аппарат шаклидаги ҳар бир типавий жараёнлар ва улар орасидаги ўзаро боғланишлар йиғиндиси ўз кириш ва чиқишига эга бўлган системалар каби кўрилди. Жараённинг кириш ўзгарувчилари ғалаёнловчи ва бошқарувчи (контрол қилинадиган ва қилинмайдиган) таъсирларга ажратилади.

Ҳар бир технологик жараён ўзининг керакли йўналишда ўтишига тескари таъсир қилишга интилган, яъни ички ва ташқи кучлар таъсирига учрайди. Системанинг ишлаш пайтида жараённинг чиқиш ўзгарувчилари берилган шартларга мувофиқ бўлиши учун системага бошқарувчи (одатда, хом ашё таркиби ёки бошқа хусусиятларни ўзгартириш каби) таъсирлар кўрсатилади. Типавий жараёнлар узлуксиз ёки дискрет (узлукли) бўлиши мумкин. Хом ашё, энергия, катализаторлар берилиб, бошқарувчи таъсир кўрсатилиши мобайлида технологик жараёнда узлуксиз маҳсулот ишлаб чиқарилса, бу жараён *узлуксиз* дейилади. Нисбатан қисқа вақт, яъни минут, соат, кунлар оралиғида муайян миқдорда (кўпинча донали) маҳсулот ишлаб чиқариладиган жараён дискрет (узлукли) дейилади. Бунда хом ашё ва ярим фабрикатлар регламентда кўрсатилган миқдорда аввалдан белгиланган кетма-кетликда киритилади.

Бошқаришнинг автоматлаштирилган системалари иккала жараён учун ҳам қўлланилади, лекин сўнгги вақтларда узлуксиз технологик жараёнларни бошқариш борасида катта ютуқларга эришилмоқда.

Типавий жараёнларнинг бошқа таснифи учун қайта ишлаб чиқариладиган хам ашё агрегат ҳолатининг белгиси ва унинг фазали ўзгаришлари асос бўлиши мумкин. Бунга суюқ, газ, симон, қаттиқ, соқилувчи, толали, пастасимон материаллар оқимини бошқарувчи системаларни мисол қилиш мумкин. Технологик жараёндаги (механик, гидромеханик, иссиқлик ва масса алмашувчи, диффузион, кимёвий, микробиологик ва комбинациялашган) боғланишларга асосланган тасниф мукамал таснифлардан биридир. Типавий жараёнлар, кўпинча, детерминациялашган системалардан иборат бўлиб, уларнинг кириш ва чиқиш ўзгарувчилари аввалдан маълум ва бу ўзгарувчилар ўртасида муайян бир маъноли боғланиш мавжуд.

Технологик жараёнларни типларга ажратиш уларнинг математик тавсифини ва аппаратурали шаклланишининг умумийлигини аниқлашдан иборат.

Кимёвий ва озиқ-овқат саноатининг типавий жараёнлари қуйидагилардан иборат:

1) механик жараёнлар — силжитиш, ташиш, тарозида тортиш, грануллаш, дозалаш, майдалаш, аралаштириш, ковлаш, бойитиш;

2) гидродинамик жараёнлар — суюқликларни силжитиш, газ ва суюқ ҳолдаги бир жинсли бўлмаган аралашмаларни ажратиш (суюқ, пастасимон ва сочилувчи), материалларни аралаштириш;

3) модданинг агрегат ҳолати ўзгармаган ҳолда иссиқлик, масса алмашинуви ва термодинамик жараёнлар — сиқилиш, кенгайиш, қизиш, совиш, гиперфильтрация, конденсациялаш, вентиляция;

4) модданинг агрегат ҳолати ўзгарадиган иссиқлик ва масса алмашинувили (диффузион) жараёнлар — газ аралашмаларининг бўлиниши, экстракция, буғлатиш, конденсация, ректификация, дистилляция, қуритиш;

5) кимёвий жараёнлар — оксидланиш, қайтарилиш, гидрооксидларнинг ҳосил бўлиши, нейтраллаш, дегидратация, ароматлаштириш, сульфидлаш, гидролиз, ҳайдаш, филтрлаш;

6) микробиологик жараёнлар — хом ашёни тайёрлаш ва сақлаш, ачитиш, стерилизация, фиксация, буғлатиш, ҳайдаш, дозалаш.

Автоматлаштириш схемасини ишлаб чиқишда технологик жараён белгиловчи фактордир. Автоматлаштириш бўйича типавий схемани ишлаб чиқиш ҳар бир хусусий ҳол учун автоматлаштиришнинг принципиал схемасини тузиш вазифасини анча енгиллаштиради. Технологик параметрлари оптимал бўлган, агрегатларнинг стационар шароитларида юқори сифатли ишлашини таъминлаш учун жараён ҳақида керакли маълумотларни етказиб бериб, бошқариш аниқлигини таъминлаш имконига эга бўлган бошқариладиган катталиклар ва уларни контрол қиладиган нуқталарни тўғри танлаш муҳим аҳамиятга эга.

Технологик жараёнларни тадқиқ қилишда саноат корхоналарини бошқаришнинг ташкилий принциплари билан боғлиқ бўлган системалар структурасини ўрганиш мақсадга мувофиқ. Бунда системалар бир-бирига бўйсунадиган системачаларга муттасил ажратилади. Кимё ва озиқ-овқат саноатлари учун уч босқичли бошқариш структураси хосдир. Бўйсунуш тартибининг дастлабки босқичи типавий технологик жараёнларга асосланган. Маҳсулот ишлаб чиқаришда муайян технологик вазифани амалга оширувчи жараён ва аппаратлар йиғиндиси ўрта босқични ҳосил қилади. Умуман, саноат корхонаси — бўйсунуш тартибининг юқори босқичидир. Бу тартибнинг қуйи

босқичи учун бошқаришнинг вазифаси технологик жараёнларни стабиллаштириш ва оптималлаштиришдан иборат. Структуранинг ўрта босқичидаги цехларни автоматлаштиришда энергетик ва моддий сарфнинг кичик миқдорда ишлаб чиқаришни юксалтириш вазифалари бажарилади. Учинчи босқич учун бошқаришнинг вазифаси ишлаб чиқариш техника-иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш масалаларини ҳал қилишдан иборат.

Шундай қилиб, бўйсунуш тартибининг биринчи босқичи автоматик ростлашнинг намунали жараён ва системаларига асосланган. Уларнинг вазифаси технологик режимларни локал стабиллаштиришдир. Бўйсунуш тартибининг иккинчи босқичини агрегат, технологик комплекс ва технологик жараёнларни бошқаришдаги автоматлаштирилган системалари ташкил қилади. Улар аппаратлар ишини оптимал координациялаш ва юкларни уларнинг ўртасида ўзаро оптимал тақсимлаш вазифаларини бажаради. Учинчи босқични цехлар йиғиндиси, ишлаб чиқариш корхонаси, хом ашё запасларини режалаштириш ва маҳсулотни амалга оширишларини оператив бошқариш системаси, яъни саноат корхонасини автоматик бошқариш системаси ташкил қилади.

Ростлаш жараёнига ростланувчи объект ва системанинг бошқарувчи қисмининг хусусиятлари таъсир кўрсатади. Ростланувчи объект хусусиятларини ўрганиш автоматик ростлаш системасини асосли лойиҳалаш имкониятини беради.

Ростланувчи объектнинг асосий хусусиятлари: ўз-ўзидан тўғриланиш; сиғим, нагрузка, тарқалиш вақти ва тезлиги; кечикиш.

XII.2- §. ЎЗ-ЎЗИДАН ТЎҒРИЛАНИШ ХУСУСИЯТИ, СТАТИК, АСТАТИК ВА НОТУРҒУН ОБЪЕКТЛАР

Объектнинг ғалаёнланиш пайдо бўлганидан сўнг одам ёки автомат ростлагич ёрдамсиз яна мувозанат ҳолатига қайтиш хусусияти *ўз-ўзидан тўғриланиш* дейилади. Ўз-ўзидан тўғриланишнинг сонли қиймати ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси (коэффициенти) ва тарқалиш тезлиги орқали баҳоланади.

Ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси ρ ғалаёнловчи таъсирнинг шу таъсир натижасида содир бўладиган ростланувчи катталикнинг четга чиқишига бўлган нисбатига тенг:

$$\rho = \frac{d(g_1 - g_2)}{d \Delta \alpha} = \frac{d \Delta g}{d \Delta \alpha};$$

бунда g_1 — объектдаги модда ёки энергиянинг нисбий қўшилиши; g_2 — объектдаги модда ёки энергиянинг нисбий сарфи; $g \Delta$ — ростланувчи объектдаги кўриладиган вақт мобайнида ёки энергиянинг қўшилиши ва сарфининг нисбий айирмаси; $\Delta \alpha$ — ростланувчи объектнинг нисбий четга чиқиши; ρ — ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси ўлчовсиз миқдор.

Чизиқли объектлар учун $\rho = const$. Ўз-ўзидан тўғриланиш коэффициентлари кириш сигналининг кўрилатган ўтиш канали бўйича объектнинг кучайиш коэффициентиغا тескари катталикдир. Шунинг учун ρ қанча катта бўлса, ростланувчи объектнинг бир миқдорли ғалаёнловчи таъсир кучидаги қолдиқли четга чиқиши шунча кичик бўлади.

Ўз-ўзидан тўғриланиш қобилиятига эга бўлмаган ($\rho = 0$) объектлар *нейтрал* ёки *астатик* дейилади. Ғалаёнловчи таъсир бўлмаса, бундай объектлар ростланувчи катталикнинг инсталган қийматида мувозанат ҳолатда бўлади. Агар мувозанат ҳолати бузилса, ростланувчи катталикнинг ўзгариш тезлиги ғалаёнлиниш катталигига тўғри пропорционал бўлади. Ўз-ўзидан тўғриланиш ростланувчи объектнинг киришида ҳам, чиқишида ҳам мавжуд бўлиши мумкин. Ноллик қийматидан ташқари, ν мусбат ёки манфий бўлиши мумкин.

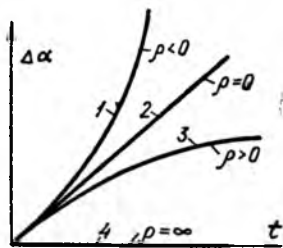
Ўз-ўзидан тўғриланиши маълум ($\rho > 0$) қийматга эга бўлган объектлар модда ёки энергиянинг берилиши ва истеъмоли ўртасидаги тенгликни тиклаш қобилиятига эга. Бундай объектлар *турғун* ёки *статик* дейилади.

Агар ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси $\rho = \infty$ бўлса, объект *идеал* ўз-ўзидан тўғриланишига эга бўлади. Бу демак, объект ўзининг мувозанат ҳолати ва ростланувчи катталигининг ўзгармас қийматини ҳар қандай ғалаёнловчи таъсирлар қийматида ҳам сақлаб қолади.

Ўз-ўзидан тўғриланиш ($\rho < 0$) бўлмаган объектларнинг стационар режими мувозанат ҳолати бузилганда қайта тикланмайди. Бундай объектлар *нотурғун* дейилади.

Ички энергия манбаига эга бўлмаган содда объектлар, одатда, турғун бўлади. Бундай манбалари бўлган физик системалар (масалан, системада ўтаётган жараён экзотермик реакция билан биргаликда кетиши мумкин) нотурғун бўлиши мумкин. Бу каби объектларни ростлаш қийинлашади, айрим ҳолларда эса уларни автоматлаштириш имкони умуман бўлмайди.

XII—1-расмда статик, астатик, нотурғун объектлар ва идеал ўз-ўзидан тўғриланишли объектнинг тарқалиш эгри чизиқлари келтирилган. Шунинг ҳам айтиш керакки, ўз-ўзидан тўғриланишли объектлар учун автомат ростлагичнинг ҳожати йўқ. Лекин, идеал ўз-ўзидан тўғриланиш қобилиятига эга бўлган асосий катталikli объектда технологик жараёни ростлаш учун ростланувчи катталик сифатида ростлаш талабларига тўғри келадиган ёрдамчи катталикни танлаш керак. Масалан, бир компонентли суюқликнинг



12.1-расм. Ростлаш объектларининг югуриш эгри чизиқлари:

1 — нотурғун объект; 2 — нейтрал объект; 3 — турғун объект; 4 — идеал, ўз-ўзидан тўғрилана диган объект. $\Delta\alpha$ — ростланувчи миқдорнинг нисбий четга чиқиши.

доимий босимда қайнаш жараёнини ростлаш керак. Аппаратнинг моддани қайнатиш учун етарли бўлган иссиқлиги ҳар қандай миқдорда бўлса ҳам, суюқликнинг қайнаш температураси доимий бўлгани учун асосий катталик ҳисобланган қайнаш температурасининг ростлагичидан фойдаланмасликка тўғри келади. Бир компонентли суюқликнинг қайнаш интенсивлигини бошқариш учун ёрдамчи ростланувчи катталик сифатида (агар аппаратнинг гидравлик қаршилигидан ўтадиган буғ тезлигининг ўзгариши натижасида босим деярли ўзгарса) буғланувчи суюқликнинг буғ босими (агар суюқлик буғланиш тезлигининг доимий керак бўлса), иссиқлик ташувчининг аппаратга узатиш температураси тезлиги ёки (ўзгарувчи юкли булғлатгичнинг ишини таъминлаш керак бўлса) иссиқлик ташувчининг узатиш тезлиги ва қайта ишланаётган суюқлик ўртасидаги муносабатлари тақланади.

Турли объектлар учун ўз-ўзидан тўғриланиш жараёнининг ўтиш вақти турлича бўлади. Бу вақт ростланувчи катталикнинг ўзгариш тезлигининг ғалаёнловчи таъсири қийматига бўлган нисбатидан иборат тарқалиш тезлиги орқали таърифланади. Тарқалиш тезлигини баъзан ростланувчи объектнинг *сезгирлиги* дейилади. Бу кўрсаткичларнинг физик маъноси шундаки, у тарқалиш вақтига тескари қийматли катталикдир. *Тарқалиш вақти* деб, чиқиш катталигининг модда ёки энергиянинг кириши ва чиқиши ўртасидаги максимал нобаланслик ҳолатидаги нолдан ўзининг номинал қийматига етгунча ўзгариш вақтига айтилади. Назарий жиҳатдан чексизликка тенг тарқалиш тезлиги кириш параметрининг ўзгариш вақтидаги чиқиш параметрининг ўгариши бир онда содир бўлишини билдиради.

ХII.3- §. БИР ВА КҮП СИҒИМЛИ ОБЪЕКТЛАР

Берилган вақтда объект ичидаги модда ёки энергиянинг миқдори *сиғим* дейилади. Демак, сиғим объектнинг ёки энергиянинг йиғиш қобилияти ва унинг инерционлигини ифодалайди. Сиғим қанча катта бўлса, объектга кўрсатилган таъсир натижасида ростланувчи катталикнинг ўзгариши шунча паст бўлади. Сиғимлари катта бўлган объектлар сиғимлари кичик бўлган объектларга нисбатан турғунроқдир.

Ростланувчи катталикнинг қиймати ўзгариши билан объект сиғими ўзгаради. Объект сиғимининг ростланувчи катталикка кўрсатган таъсирини баҳолаш учун *сиғим коэффиценти* тушунчаси ишлатилади. Сиғим коэффиценти ростланувчи катталикни бир ўлчов бирлигига ўзгартириш учун объектга қанча модда ёки энергия киритиш ёки ундан узоқлаштириш кераклигини кўрсатади. Умуман, ростлаш жараёни модда ёки энергияни объект яқинлашиши ва ундан узоқлашишига таъсир кўрсатиш йўли билан ростланувчи катталикни маълум бир сатҳда ушлаб туришдан иборат. Ростланувчи объектга келган модда ёки энергия миқдори ΔQ ни объект

ташқи режимининг *сонли параметра* деб атаймиз. Унинг қиймати модда ёки энергиянинг яқинлашиш Q_x ва узоқлашиш Q_y қийматларининг айирмасига тенг:

$$\Delta Q = Q_x - Q_y.$$

Ростланувчи объектнинг ички режими сифатини таърифловчи параметр, одатда, ростланувчи катталиқ φ дан иборат. Объектнинг мувозанат ҳолатида $Q_x = Q_y$ бўлиб, φ сифат параметри вақт мобайнида ўзгармас қолади. Агар мувозанат бузилса ($Q_x \neq Q_y$), параметр, ростланувчи объект хусусиятларига мувофиқ, вақт бўйича ўзгаради.

Объектнинг сифими объектнинг мувозанатда бўлмаган ҳолатидаги ($Q_x \neq Q_y$) ростланувчи катталигининг вақт бўйича ўзгариш тезлигини таърифлайди. Бу боғланишнинг умумий кўриниши қуйидаги функция орқали ифодаланади:

$$\frac{d\varphi}{dt} = f(\Delta Q)$$

Қисқа вақт оралиқлари учун амалда бу функцияни чизиқли деб ҳисоблаш мумкин:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\Delta Q}{c}$$

нда c — сифим коэффициенти.

Сифим коэффициентига тескари катталиқ объектнинг ғаламловчи таъсирларга бўлган сезгирлигини ифодалайди. Объектнинг ростланувчи параметри бўйича сифими ростланувчи катталиқ қиймати ва сифим коэффициентларининг кўпайтма-ига тенг:

$$C = \varphi c$$

Шундай қилиб, *сифим ўлчови* модда ёки энергиянинг объектга келтирилган ва объект чиқишининг ўзгаришига сарфланган миқдордан иборат.

Объектга бирор миқдорда модда ёки энергия келтиришда аълум қаршиликлардан ўтиш керак (қизитишда объектга келтирилган иссиқлик оқими термик қаршиликка учрайди; аппаратга суюқлик келтирилганда оқим гидравлик қаршиликка учрайди). Қаршилик ўлчови потенциаллар фарқининг бир чов бирлигига тенг бўлгандаги модда ёки энергиянинг объектга келтирилган миқдордан иборат. Объектнинг инерционлиги унинг сифими ва қаршилигига боғлиқ. Сифим ва қаршилик нча катта бўлса, объектнинг инерционлиги шунча катта қолади.

Инерционлик ўлчови чиқиш катталигининг доимий тезликдан ўзгариб, ўзининг тургунлашган ҳолатига етгунча кетган вақтни кўрсатувчи вақт доимийсидир.

Бир ва кўп сифимли ростланувчи объектлар мавжуд. Бир сифимли объект битта сифим ва битта қаршиликдан иборат.

Бундай объектларда моддий ёки энергетик баланснинг бузилиши бир вақтда ростланувчи объектнинг ҳар бир нуқтасидаги ростланувчи катталикнинг бирламчи ўзгаришига олиб келади. Кўп сиғимли объектларда ўтиш қаршиликлари билан бўлинган икки ёки ундан кўпроқ сиғим мавжуд.

Бир сиғимли объектлар — сатҳни ростловчи аппаратлар яъни босим ёки сарфни сақлаб турадиган трубопровод. Санатда кўп сиғимли объектлар бир сиғимли объектлардан анча кўп ишлатилади. Кўп сиғимли объектларнинг мувозанат ҳолатида ростланувчи катталикнинг қиймати турли нуқталарда турлича бўлади, мувозанат ҳолати бузилганда эса у турли қонунлар бўйича турли вақтларда ўзгаради. Оқиб кириш (ўзгариш) томонидаги сиғим ва сарф (истеъмол) томонидаги сиғимлар мавжуд. Яқинлашиш томонидаги сиғим ростланувчи катталikka ижро этувчи механизмнинг ростловчи орган орқали таъсир кўрсатувчи модда ёки энергиянинг характеристикалари бўйича аниқланади. Сарф томонидаги сиғим ростланувчи муҳит характеристикалари орқали аниқланади. Баъзи сиғимсиз объект тушунчаси учрайди. Бунда жуда кичик сиғимли объектлар назарда тутилади (улар унча катта бўлмаган қурлардир).

ХИ.4-§. ЮК

Юк — объектга кўрсатиладиган ташқи таъсир. Бу таъсирнинг қиймати аппарат иш режими орқали аниқланади ва теология эҳтиёжлар учун объектдан олинладиган модда ёки энергия миқдорини ифодалайди. Ростланувчи объектдан моддий ёки энергия ўтишида аппарат юкининг (ишлаб чиқариш) ўзгариши ростланувчи катталикнинг ўзгаришига олиб келади.

Ростланувчи объект юкининг ўзгариши ғалаёнланиш манбаларидан биридир. Модда ёки энергия сарфини уларнинг объектга келишидан аввал стабиллаштириш мумкин бўлса, берилган хом ашё таркибини стабиллаш бирмунча қийинчиликлар туғдиради. Шунинг учун объектга келадиган модда таркибининг тебраниши ғалаёнланишининг яна бир манбаларид биридир. Ностационар объектларда ғалаёнланишлар объекти характеристикаларининг ўзгариши сабабли ҳам келиб чиқиши мумкин.

Юк — модда ёки энергиянинг объектдан олинишига (оқчиқишига) кўрсатилладиган объект қаршилигини ифодалайди. Объект юкининг ўзгариши ростланувчи катталик ўзгаришини тезлигини оширади. Юкнинг ўзгариш частотаси ҳақида ҳудди шуни айтиш мумкин. Юк тебранишларининг амплитудаси ҳам, частотаси ҳам ростлаш сифатига салбий таъсир кўрсатади.

Ростланувчи объектнинг юкини ўзгартириш, яъни объектнинг бир иш режимидан иккинчисига ўтиш эҳтиёжи пай бўлса, бу амални секинлик билан бажариш керак, бунда роляси системаси объектни янги иш режимига равон, кескин т

ранишларсиз ўтказди. Юкнинг катта ўзгаришларида автомат ростлагичларни қайтадан ростлаш эҳтиёжи пайдо бўлиши мумкин. Бу ҳол юкнинг ўзгариши ростланувчи объектнинг статик ва динамик характеристикаларининг ўзгаришига олиб келиши билан боғлиқ. Масалан, юк камайиши билан соф кечикиш кўпаяди, ўз-ўзидан тўғриланиш, сигим коэффициентлари ва бошқарилувчи объектнинг вақт доимийси камаяди. Шунинг учун объектнинг ҳар хил юкларига автомат ростлагичларнинг турлича оптимал ростланишлари тўғри келади.

ХИ.5- §. ОБЪЕКТЛАРДАГИ КЕЧИКИШ

Агар ростланувчи объектга ғалаёнловчи ёки бошқарувчи таъсир кўрсатилса, объект чиқишидаги ростланувчи катталиқ шу заҳоти эмас, балки бирмунча вақт ўтгандан сўнг ўзгаради, яъни объектда жараённинг кечикиши ҳосил бўлади. Модда (энергия) нинг яқинлашиш ёки сарф ўзгариши бўйича оний (погонали) ғалаёнланиши объект учун энг ёмон ҳолдир. Шунинг учун ростлаш системалари погонали ғалаёнланиш учун мос ҳисобланади.

Объектдаги кечикиш қаршилиқлар мавжудлиги ва системанинг инерционлиги билан изоҳланади. Соф (ёки транспорт) ва оралиқ (сигимли) кечикишлар мавжуд.

Ғалаёнловчи ёки бошқарувчи таъсир кўрсатилган пайтдан бошлаб ростланувчи катталиқ объект чиқишида ўзгара бошлаган пайтгача ўтган вақт *соф кечикиш* дейилади. Бу вақт таъсир кўрсатилган нуқта билан ростланувчи катталиқнинг модда ёки энергия оқимининг ҳаракат тезлиги ва ғалаёнловчи ҳозирги қиймати ўлчанадиган нуқта орасидаги масофадан аниқланади. Соф кечикиш ташқи таъсирнинг шакли ва миқдорига таъсир қилмай, фақат объект чиқишидаги реакцияни вақт мобайнида силжитади. Агар кириш таъсири синусоидал характерга эга бўлса, объектда соф кечикиш мавжудлиги чиқиш сигналининг фаза бўйича кечикишига олиб келади.

$$\varphi = 2\pi \frac{t_m}{T} = \omega^t t_m.$$

Агар объектдаги модда ёки энергия ҳаракатининг тезлигини чексиз катталиқкача етказиш мумкин бўлса, соф кечикишни нолга тенглаштириш мумкин бўлар эди. Соф кечикишни минимумга етказиш учун датчик сезгир элементини ва ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини бир-бирига ҳамда ростловчи объектга мумкин қадар яқин жойлаштириш лозим.

Оралиқ кечикиш ростланувчи объектда гидравлик ва иссиқлик қаршилиқлари билан ажратилган бир ёки бир неча ўзаро боғланган сигимларнинг мавжудлиги билан изоҳланади. Бу қаршилиқлар объектда модда ёки энергия ҳаракатига тўсқинлик қилиб, тарқалиш эгри чизигининг трансформациясига сабаб бўлади. Оралиқ кечикишни объектнинг тарқалиш эгри

чизигида график равишда ростланувчи катталикнинг ўзгариши бошланган пайтдан тарқалиш эгри чизигига ўтказилган урин-манинг абсцисса ўқи билан кесишган нуқтасигача ўтган вақт даври билан аниқлаш мумкин. Оралиқ кечикиш ўтиш жараё-нининг айниқса дастлабки даврида объект тарқалиш эгри чизигининг трансформациясига олиб келади. Оралиқ кечи-кишнинг қиймати қанча катта бўлса, ғалаёнловчи таъсир нати-жасида ростланувчи катталикнинг ўзгариши шунча паст бўлади. Шундай қилиб, кичик ўзгаришли ўтиш жараёнларида оралиқ кечикиш автоматик ростлаш вазифаларини енгиллаш-тиради.

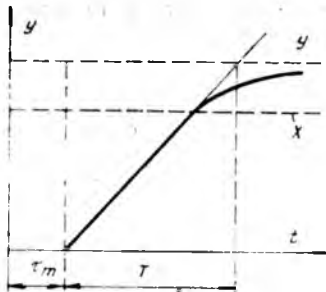
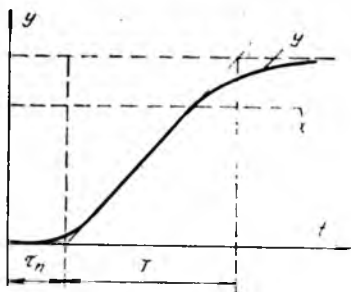
Оралиқ кечикиш объектдаги сифимлар сони ва оралиқ қаршилиқ-лар миқдори билан аниқланади. Оралиқ қаршилиқларнинг вақт бўйи-ча ўзгариши оралиқ кечикиш миқдорининг ортишига олиб келади. Ростланувчи объектнинг *тўлиқ кечикиш вақти* τ соф кечикиш вақ-ти τ_m билан оралиқ кечикиш вақти τ_n нинг йиғиндисидан иборат:

$$\tau = \tau_m + \tau_n$$

Кечикиш ростлаш жараёнининг сифатига ёмон таъсир қилиб, системанинг турғунлик коэффицентини камайтиради. Тўлиқ кечикиш вақти қанча кўп бўлса, объект ишини ростлаш шунча қийинлашади. Баъзан кечикишнинг ҳаддан ташқари катталиги объектда ростлашни қийинлаштиради. Шунинг учун тўлиқ кечикиш миқдорини иложи борича камайтириш мақсадга муво-фиқдир.

ХII.6- §. КўП СИҒИМЛИ ОБЪЕКТНИ КЕЧИКИШГА ЭГА БУЛГАН БИРИНЧИ ТАРТИБЛИ ЗВЕНО ОРҚАЛИ АППРОКСИМАЦИЯ ҚИЛИШ

Кўп сиғимли объектларнинг экспериментал аниқланган вақт характеристикалари юқори тартибли дифференциал тенглама-лар орқали аппроксимация қилинади. Бу автоматик ростлаш системасининг синтезини қийинлаштиради. Шунинг учун маса-лани енгиллаштириш мақсадида, кўп сиғимли объектнинг дина-мик хусусиятлари соддалаштирилган вақт характеристикаси орқали ифодаланади. Бу характеристика икки тармоқдан ибо-рат: 1) τ_m соф кечикиш звеноси характеристикасининг қиймати τ_m оралиқ кечикиш звеносининг қийматига тенглаштирилган; 2) биринчи тартибли нодаврий звенонинг ўтиш характери-стикаси T вақт доимийсига эга бўлган экспонентадир. Бундай сод-далаштирилган характеристика иккита кетма-кет уланган звено — соф кечикиш ва бир сиғимли нодаврий звенолар харак-теристикаларининг йиғиндисига мос. Кўп сиғимли статик объ-ектнинг кечикишга эга бўлган биринчи тартибли звено орқали бундай аппроксимацияси муҳандислик тажрибасида кенг қўл-ланилиб, амалий натижалар беради. XII—2-расмда келтирил-ган, аппроксимацияланган вақт характеристикаси реал харак-теристикага мувофиқдир. Баъзан, аниқликни ошириш мақса-



12. 2- расм. Кўп сигимли объектнинг вақтли характеристикасининг кечи-
кишига эга бўлган биринчи тартибли звено билан аппроксимациялаш.

дида кўп сигимли объектлар кечикишга эга бўлган икки
сигимли звенолар сифатида кўрилади.

ХII.7- §. РОСТЛАНУВЧИ ОБЪЕКТЛАРНИНГ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ЎТИШ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ ОРҚАЛИ УЗАТИШ ФУНКЦИЯСИНИ АНИҚЛАШ

Ҳозир объектнинг дифференциал тенгламасини ёки узатиш
функциясини экспериментал усулда топишни ўтиш характе-
ристикалари орқали аниқлашнинг бир қатор методлари мавжуд.
Улардан кенг тарқалгани кетма-кет логарифмлаш ва юзалар
методларидир. Бу методларнинг биринчиси турғунлашган объ-
ектларга хосдир.

Агар ўтиш характеристикаси ростланувчи объектдаги соф кечи-
кишдан дарак берса, ўтиш характеристикаси графигидан транспорт
кечикиш тармоғи олиб ташланади ва аппроксимация соф кечикиши
олиб ташланган янги ўтиш характеристикаси бўйича ўтказилади. Кейинча-
лик бу кечикиш узатиш функциясига $e^{-\rho\tau_m}$ кўпайтувчининг кирити-
лиши билан тикланади, бу ерда τ_m — соф кечикиш вақти.

Юзалар методи учинчи, тўртинчи тартибдан юқори бўлмаган
дифференциал тенгламалар орқали тасвирланадиган монотон ўтиш
жараёнларни қайта ишлаш учун қулайдир. Турли киришли A_α ғала-
ёнланишларида экспериментал усулда аниқланган $h_\alpha(t)$ эгри чизиқ-
ларнинг ($\alpha = 1, \dots, n$) ўртачасини топиш керак:

$$h_\alpha(t) = \frac{1}{n} \sum_{\alpha=1}^n \frac{h_\alpha(t)}{A_\alpha}$$

Кейин ўтиш функциясининг ўртача қийматидан юқорида айтилгандек
 τ_m соф кечикиш вақтини олиб ташланади. Бу вақт $\pi_\alpha(t) = 0$ каби
аниқланади. $0 < t < T$ бўлганда $x(t) = A$ ва $0 > t > T$ бўлганда
 $x(t) = 0$ тўртбурчак импульс каби кириш ғалаёнланишда аниқлан-
ган $\omega(t)$ эгри чизиқлар ўтиш функциясига айлантирилади. Тўғри

тўртбурчакли импульсни поғонали икки функция каби кўриш мумкин бўлгани учун:

$$x(t) = A \text{ ва } x(t - T) = A$$

суперпозиция принципага мувофиқ $\omega(t)$ икки ўтиш функцияларининг айирмасидан иборат бўлади.

$$\omega(t) = h(t) - h(t - T); \quad h(t - T) = 0 \text{ агар } 0 < t < T \text{ бўлса}$$

Демак:

$$\begin{aligned} h(t) &= \omega t; & h(t) &= h(t) + \omega(t); \\ 0 \leq t \leq T & & 0 \leq t \leq T & & T \leq t \leq 2T & & 0 \leq t \leq T & & T \leq t \leq 2T \\ h(t) &= & h(t) &+ \omega(t) \\ 2 \leq t \leq 3T & & T \leq t \leq 2T & & 2T \leq t \leq 3T \end{aligned}$$

ва ҳоказо.

Кўпинча, экспериментал ўтиш функцияларини тўғрилаб туриш керак, чунки улар турли халақитлар натижасида нотўғри қийматга эга бўлишлари мумкин. Одатда тўғрилаш амали $z \Delta t$ интервалда ўртача сирпанувчи метод бўйича бажарилади. Тўғрилانган функциянинг қиймати қуйидаги формуладан аниқланади:

$$y\left(i + \frac{z}{2}\right) = \frac{1}{z+1} \sum_{j=0}^n y(i+j); \quad i = 0, 1, 2, \dots, n-z.$$

Параметрлари мужассамлашган ва динамик хусусиятлари вақт мобайнида ўзгармас бўлган объект берилган деб фараз қилсак, ўтиш функциясини ноллик бошланғич шартлардаги доимий коэффицентли оддий дифференциал тенгламани ечиш йўли билан аппроксимация қилиш мумкин.

Кетма-кет логарифмлаш методи. Бу метод бошланғич эгри чизиқнинг (тенгламанинг тартиби 2...4 га тенг бўлган бошқариш орқали) аппроксимациясини таъминлайди. Бунда топилган дифференциал тенглама тавсифининг хатоси 4...5% дан ошмайди. Экспериментал равишда аниқланган ўтиш характеристикасини қайта ишлашда соф кечикиш звеноси эътиборга олинмайди.

Кетма-кет логарифмлаш методи ростланувчи объект тарқалиш эгри чизигининг тенгласини икки экспонента йиғиндиси каби келтиришга асосланган:

$$x_{\text{чик}}(t) = \sum_{i=0}^n c_{ie}^{-k_i t};$$

бу ерда c_i — доимийлар; k_i — система характеристик тенгласининг илдизлари.

Турғунлашган система характеристик тенгласининг барча илдизлари тескари ишорали ҳақиқий қисмга эга бўлгани учун, маълум бир t_1 қийматда тенгламанинг барча хадлари $c_1 \cdot e^{-k_1 t}$ га нисбатан жуда кичик бўлади: бу ерда k_1 абсолют катталиқ бўйича энг кичик ҳақиқий қисмли илдиз.

$$t \rightarrow \infty \text{ да } x_{\text{чик}}(\infty) = C_0.$$

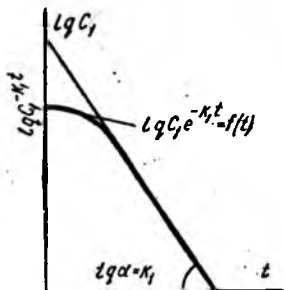
Фараз қилайлик:

$$x_{\text{чик}}(t) = c_0 - c_1 \cdot e^{-k_1 t} \quad (\text{XII—1})$$

(XII—1) ни логарифмласак:

$$\begin{aligned} \lg [c_0 - x_{\text{чик}}(t)] &= -k_1 t \lg e = \lg c_1 = \\ &= a_1 t + b_1. \end{aligned}$$

$$f(t) = \lg (c_1 e^{-k_1 t})$$



графикни логарифмик масштабда тузамиз ва олинган эгри чизиққа асимптота ўтказамиз (XII—3-расм), унинг оғиши $a_1 =$

12.3-расм. $f(t) = \lg(c_1 e^{-k_1 t})$ функциясининг графиги.

$-k_1 \lg e$ ни беради, унда $k_1 = \frac{a_1}{\lg e}$ ордината билан $b_1 = \lg c_1$ нуқтада кесишади, демак, $c_1 = 10^{b_1}$.

Агар олинган асимптота эгри чизиққа мос келмаса, бу ҳол изланаётган тенгламанинг тартиби бирдан катталигидан ($n > 1$) дарак беради. У ҳолда

$$x_{\text{чик}}(t) = c_0 - c_1 \cdot e^{-k_1 t} + c_2 \cdot e^{-k_2 t} \quad (\text{XII—2})$$

(10—2) ифодани логарифмласак:

$$\lg \{c_2 e^{-k_2 t} - [c_0 - x_{\text{чик}}(t)]\} = \lg c_2 - k_2 t \lg e = a_2 t + b_2.$$

Юқоридаги операцияларга ўхшаш амалларни бажариб, номаълум, c_2 ва k_2 лар аниқланади. Логарифмлаш аппроксимациянинг керакли аниқлигига эришилгунча давом этади. Ростланувчи объектнинг узатиш функцияси ростлаш канали бўйича қуйидагича аниқланади:

$$W_{\text{об}}(p) = \frac{x_{\text{чик}}(p)}{x_{\text{кир}}(p)} e^{-p\tau};$$

бу ерда $x_{\text{чик}}(p)$ ва $x_{\text{кир}}(p)$ — боғланишларнинг Лаплас бўйича тасвирланиши.

Юзалар методи. М. 1. Симою томонидан таклиф этилган метод тарқалиш эгри чизигидан узатиш функциясини аниқ белгилаш имкони беради.

Тадқиқ қилинаётган объект доимий коэффициентли чизиqli дифференциал тенглама орқали тасвирланади:

$$\begin{aligned} a_n \frac{d^n x_{\text{чик}}}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} x_{\text{чик}}}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dx_{\text{чик}}}{dt} + x_{\text{чик}} = \\ = \left(b_m \frac{d^m x_{\text{кир}}}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} x_{\text{кир}}}{dt^{m-1}} + \dots + b_1 \frac{dx_{\text{кир}}}{dt} + x_{\text{кир}} \right) \cdot K; \end{aligned}$$

бунда $(a_n, a_{n-1}, \dots, a_1)$; $(b_m, b_{m-1}, \dots, b_1)$ — доимий коэффициентлар;

m ва n — мусбат сонлар (одатда $m \leq n$). $x_{\text{чик}}$ чиқиш катталигининг ўлчовсиз бирликларда четга чиқиши:

$$x_{\text{чик}} = \frac{\Delta x_{\text{чик}}}{\Delta x_{\text{чик}}(\infty)};$$

$x_{\text{кир}}$ — кириш катталигининг ўлчовсиз бирликларда четга чиқиши:

$$x_{\text{кир}} = \frac{\Delta x_{\text{кир}}}{\Delta x_{\text{кир}}(\infty)};$$

K — ростланувчи объектнинг кучайиш коэффициенти.

Агар Лаплас алмаштириши орқали узатиш функциясига ўтсак:

$$W_{\text{об}}(p) = \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + 1}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + 1} \cdot K.$$

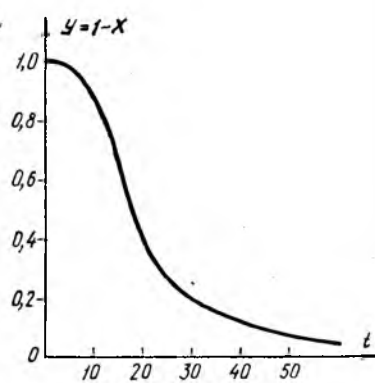
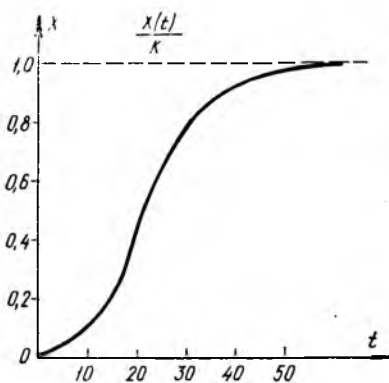
$a_1, a_2, \dots, a_n; b_1, b_2, \dots, b_m$ — доимий коэффициентларнинг соқийматини аниқлаш учун қуйидаги тенгнамалар системасидан фойдаланамиз:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= F_1 + b_1; \\ a_2 &= F_2 + b_2 + b_1 F_1; \\ a_3 &= F_3 + b_3 + b_2 F_1 + b_1 F_2; \\ &\dots \\ a_i &= F_i + b_i + \sum_{j=1}^{i-1} b_j F_{i-j} \end{aligned} \right\} \text{(XII-4)}$$

бунда $i = 1, 2, \dots, n + m$.

Шуни ҳам айтиш керакки, $i > n$ бўлганда $a_i = 0$ бўлади; ага $i > m$ бўлса, $b_i = 0$

F_1, F_2, \dots, F — коэффициентлар тарқалиш эгри чизиғи гра



12. 4- расм. Дифференциал тенгламанинг коэффициентларини аниқлаш учун ўтиш жараёни (а) ва $[K - X(t)] y = 1 - x$ функция (б).

фигидан аниқланувчи (XII—4-расм) интеграл юзалардир. Уларнинг қийматлари қуйидаги формулалар ёрдамида топилади:

$$F_1 = \int_0^{\infty} (1 - x_{\text{чик}}) \cdot dt; \quad F_2 = F_1^2 \cdot \int_0^{\infty} (1 - x_{\text{чик}}) \cdot (1 - \theta) dt;$$

$$F_3 = F_1^3 \int_0^{\infty} (1 - x_{\text{чик}}) \cdot \left(1 - 2\theta + \frac{\theta^2}{2!}\right) \cdot dt;$$

$$F_i = F_1^i \cdot \int_0^{\infty} (1 - x_{\text{чик}}) \cdot \left[\frac{(-\theta)^{i-1}}{(i-1)!} + \frac{(-\theta)^{i-2}}{(i-2)!} + \right. \\ \left. + \sum_{j=0}^{i-2} \frac{F_{i-j-1} (-\theta)^j}{F_1^{i-j-1} j!} \right] d\theta;$$

$$\text{бунда } \theta = \frac{t}{F_1}$$

Агар текшириляётган объект ўз-ўзидан тўғриланиши қобилиятига эга бўлиб, соф кечикиш бўлмаса, юзалар методи қуйидаги кетма-кетликда бажарилиши керак бўлган операцияларни назарда тутадн.

1. Тарқалиш эгри чизиғи абсциссалар ўқи бир-бирига тенг, қисқа Δt вақт оралиғида бўлинади, ҳар бир Δt вақт оралиғининг ўтиш функцияси тўғри чизиқдан кўп фарқ қилмаслиги лозим.

2. $\Delta x_{\text{чик}}$ қийматни ҳар бир $\Delta t, 2\Delta t, \dots, n\Delta t$ оралиқнинг охирида $\Delta x_{\text{чик}}(\infty)$ га бўлиб, олинган натижалар 10—1-жадвалнинг иккинчи устунига ёзилади.

3. $[1 - x_{\text{чик}}(t)]$ ни ҳисоблаб чиқиб, натижалар учинчи устунга киритилади.

4. F_i юзаларни ҳисоблаш учун трапециялар формуласидан фойдаланилади:

$$\int_0^{(k+1)\Delta t} f(t) \approx \int_0^{k\Delta t} f(t) dt + \frac{1}{2} \Delta t (A_k + \Delta_{k+1});$$

бу ерда $\Delta t - f(t)$ эгри чизиқни аппроксимация қилаётган синиқ чизиқнинг қадами;

A_k ва $\Delta_{k+1} - f(t)$ эгри чизиқнинг ординаталари (XII—1-жадвалдаги учинчи устун) маълумотларидан фойдаланиб, F_1 юза қуйидаги формуладан аниқланади:

$$F_1 = \Delta t \left\{ \sum_{i=0}^n [1 - x_{\text{чик}}(i \Delta t)] - 0,5 [1 - x_{\text{чик}}(0)] \right\}.$$

5. Вақтнинг θ янги масштаби ҳисобланиб, натижалар XII—1-жадвалнинг охириги устунига киритилади. Кейин XII—3-жадвалда келтирилган интегралдаги функциялар маълумотларидан фой-

даланиб XII—2- жадвалнинг учинчи ва бешинчи устунлари тўлдирлади.

II—1-жадвал

t	$x_{\text{чик}}(t)$	$1 - x_{\text{чик}}(t)$	$\theta = \frac{t}{F_1}$
0	$x_{\text{чик}}(0)$	$1 - x_{\text{чик}}(0)$	0
Δt	$x_{\text{чик}}(\Delta t)$	$1 - x_{\text{чик}}(\Delta t)$	$\Delta t/F_1$
$2 \Delta t$	$x_{\text{чик}}(2 \Delta t)$	$1 - x_{\text{чик}}(2 \Delta t)$	$2 \Delta t/F_1$
...
$n \Delta t$	$x_{\text{чик}}(n \Delta t)$	$1 - x_{\text{чик}}(n \Delta t)$	$n \Delta t/F_1$

II—2-жадвал

θ	$1 - x_{\text{чик}}$	$1 - \theta$	$(1 - x_{\text{чик}}) \cdot (1 - \theta)$	$1 - 2\theta + \frac{\theta^2}{2!}$	$(1 - x_{\text{чик}}) \cdot (1 - 2\theta + \frac{\theta^2}{2!})$	$(1 - x_{\text{чик}}) \cdot \left(\frac{F^3}{F_1^3} - \frac{F^2}{F_1^2} \theta + \frac{\theta^2}{2} - \frac{\theta^3}{3!} \right)$
1	2	3	4	5	6	7
0	$1 - x_{\text{чик}}(0)$	1	$1 - x_{\text{чик}}(0)$	1	$1 - x_{\text{чик}}(0)$	
$\Delta \theta = \frac{\Delta t}{F_1}$						
$2 \Delta \theta$						
...
$n \Delta \theta$						

6. F_2 юза қуйидаги формуладан аниқланади:

$$F_2 \approx F_1^2 \Delta \theta \left\{ \sum_{i=0}^n [1 - x_{\text{чик}}(i \cdot \Delta \theta)] \cdot (1 - i \Delta \theta) - 0,5 [1 - x_{\text{чик}} \theta] \right\}$$

7. F_3 юза қуйидаги формула бўйича аниқланади:

θ	$1-\theta$	$1-2\theta + \frac{\theta^2}{2!}$	$\frac{\theta^2}{2!}$	$\frac{\theta^3}{3!}$
1	2	3	4	5
0,05	0,95	0,901	0,00125	0,000030
0,10	0,90	0,805	0,00500	0,000167
0,15	0,85	0,711	0,01330	0,000560
0,20	0,80	0,620	0,02000	0,001330
0,25	0,75	0,531	0,03130	0,002610
0,30	0,70	0,445	0,04500	0,004500
0,35	0,65	0,361	0,06130	0,017200
0,40	0,60	0,280	0,08000	0,010700
0,45	0,55	0,201	0,10100	0,015200
0,50	0,50	0,125	0,12500	0,020800
0,55	0,45	0,051	0,15100	0,027800
0,60	0,40	-0,020	0,18000	0,036000
0,65	0,35	-0,088	0,21100	0,045800
0,70	0,30	-0,155	0,245	0,0572
0,75	0,25	-0,219	0,281	0,0700
0,80	0,20	-0,280	0,320	0,0854
0,85	0,15	-0,339	0,361	0,1020
0,90	0,10	-0,395	0,405	0,1220
0,95	0,05	-0,449	0,451	0,1430
1,00	0,00	-0,500	0,500	0,1670
1,05	-0,05	-0,549	0,551	0,1930
1,10	-0,10	-0,595	0,605	0,2220
1,15	-0,15	-0,639	0,661	0,2540
1,20	-0,20	-0,680	0,720	0,2880
1,25	-0,25	-0,719	0,781	0,3260
1,30	-0,30	-0,755	0,845	0,3660
1,35	-0,35	-0,789	0,911	0,4110
1,40	-0,40	-0,820	0,980	0,4570
1,45	-0,45	-0,849	1,051	0,5090
1,50	-0,50	-0,875	1,125	0,5630
1,55	-0,55	-0,899	1,201	0,6210
1,60	-0,60	-0,920	1,280	0,6830
1,65	-0,65	-0,939	1,361	0,7490
1,70	-0,70	-0,955	1,445	0,8190
1,75	-0,75	-0,969	1,531	0,8940
1,80	-0,80	-0,980	1,620	0,9720
1,85	-0,85	-0,989	1,711	1,0550
1,90	-0,90	-0,995	1,805	1,1430
1,95	-0,95	-0,999	1,901	1,2360
2,00	-1,00	-1,000	2,000	1,3340
2,05	-1,05	-0,999	2,101	1,434
2,10	-1,10	-0,995	2,205	1,544
2,15	-1,15	-0,989	2,311	1,655
2,20	-1,20	-0,980	2,420	1,775
2,25	-1,25	-0,969	2,531	1,900
2,30	-1,30	-0,955	2,645	2,028
2,35	-1,35	-0,939	2,761	2,165
2,40	-1,40	-0,920	2,880	2,304
2,45	-1,45	-0,899	3,001	2,455
2,50	-1,50	-0,875	3,125	2,605
2,55	-1,55	-0,849	3,251	2,765
2,60	-1,60	-0,820	3,380	2,930

$$F_3 \approx F_1^3 \Delta \theta \left\{ \sum_{i=0}^n [1 - x_{\text{чик}}(i \Delta \theta)] \left[1 - 2 \Delta \theta + \frac{(i \Delta \theta)^2}{2!} \right] - 0,5 \cdot [1 - x_{\text{чик}}(\theta)] \right\}$$

Амалда F_1, F_2, F_3 коэффициентларни топишнинг ўзи кифоя, чунки тажриба F_4 ва ҳоказо юзларни аниқлашга имкон бермайди.

8. Тарқалиш эгри чизигининг дастлабки тармоғи ўрганилиб, изланаётган узатиш функцияси аниқланади.

Агар вақтнинг t пайтида ўтиш функциясининг ҳосиласи нолга тенг бўлса, узатиш функциясининг сурати махражларидан 2 бирликка кичик бўлади. $t=0$ даги ўтиш функциясининг ҳосиласи нолга тенг бўлмаса, изланаётган узатиш функциясининг сурати махражидан 1 бирликка кичик бўлади. Изланаётган дифференциал тенгламанинг доимий коэффициенти (XII-4) тенгламалар системаси орқали аниқланади. Агар (XII-3) тенгламанинг ўнг тарафидаги барча коэффициентлар нолга тенг бўлса, ростланувчи объектнинг узатиш функцияси қуйидагича бўлади.

$$W_{\text{ос}}(p) = \frac{K}{a_n \cdot p^n + a_{n-1} \cdot p^{n-1} + \dots + a_1 \cdot p + 1};$$

бунда $a_1 = F_1; a_2 = F_2; a_3 = F_3; \dots; a_i = F_i =$ доимий коэффициентлар.

$x_{\text{чик}}(t)$ эгри чизик ўлчовсиз шаклга келтирилганини назарда тутиб, ўтиш функциясининг эгри чизиги ординаталари объектнинг кучайиш (узатиш) коэффициенти K га бўлинади. Шунинг учун кўрилатётган хусусий ҳол учун доимий коэффициентларни аниқлаш мақсадида қуйидаги формулаларни ёзиш мумкин:

$$a_1 = \int_0^{\infty} [1 - x_{\text{чик}}(t)] d\theta;$$

$$a_2 = a_1^2 \int_0^{\infty} [1 - x_{\text{чик}}(t)] (1 - \theta) d\theta;$$

$$a_3 = a_1^3 \int_0^{\infty} [1 - x_{\text{чик}}(t)] \left[1 - 2\theta + \frac{\theta^2}{2!} \right] d\theta;$$

.....

$$a_n = a_1^n \int_0^{\infty} [1 - x_{\text{чик}}(t)] \left[\frac{(-\theta)^{n-1}}{(n-1)!} + \frac{(-\theta)^{n-2}}{(n-2)!} + \sum_{m=0}^{n-3} + \frac{a_{n-m}}{a_{n-m-1}} \cdot \frac{(-\theta)^m}{m!} \right] d\theta;$$

бунда $\theta = \frac{t}{a_1}$.

Объектнинг тарқалиш функциясини унинг тарқалиш эгри чизиғи бўйича юзалар методи орқали аниқлашда F_3 юзанинг катталиги, кўпинча, тескари ишорали бўлади. Демак, изланаётган узатиш функциясининг суратини кўпайтириб махражини камайтириш керак. Бунда ростланувчи объектнинг узатиш функцияси қуйидаги шаклга келади:

$$W_{об}(p) = \frac{b_1 \cdot p + 1}{a_2 \cdot p^2 + a_1 \cdot p + 1} \quad (\text{XII—5})$$

(XII—5) узатиш функциясининг доимий коэффициентлари қуйидаги тенгламалар системасидан аниқланади:

$$\begin{aligned} a_1 &= F_1 + b_1 \\ a_2 &= F_2 + b_1 \cdot F_1; \\ a_3 &= F_3 + b_1 \cdot F_2. \end{aligned}$$

Ростланувчи объектда транспорт кечикиш мавжуд бўлса, соф кечикиш аввалдан белгиланади.

Астатик ростланувчи объектнинг узатиш функциясини аниқлаш керак бўлса (XII—5-расм). $t \rightarrow \infty$ даги ростланувчи объектнинг чиқиш катталиги интилган асимптота оғиш бурчагининг тангенсини $\text{tg } \alpha$ топилади. Изланаётган узатиш функцияси объектнинг бошланғич экспериментал функцияси ўрнига қурилган ёрдамчи эгри чизиқлар 1 ва 2 га мос келувчи икки узатиш функциялар айирмаси каби кўрилади:

$$W_{об}(p) = W_1(p) - W_2(p)$$

2-ёрдамчи эгри чизиқ $\Delta x_{чик}(t) = \Delta x_{чик}, (t) - \Delta x_{чик}(t) = kt - x_{чик}(t)$ функциясига мос келади, бу ерда $K = \text{tg } \alpha$

1-ёрдамчи эгри чизиққа тўғри келадиган ўлчовсиз узатиш функцияси қуйидаги формуладан аниқланади:

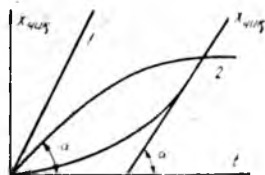
$$W_1(p) = \frac{\text{tg } \alpha}{\Delta x_{чик2}(\infty)} \cdot \frac{1}{p}$$

$W_2(p)$ узатиш функциясининг коэффициентлари юқорида келтирилган статик объектларнинг тарқалиш эгри чизиқлари бўйича узатиш функциясини аниқлаш методикаси орқали топилади. 2-эгри чизиқ учун ўлчовсизлантириш операцияси қуйидагича бажарилади:

$$x_{чик2} = \frac{\Delta x_{чик2}}{\Delta x_{чик2}(\infty)}$$

Агар чизиқли нейтрал объект транспорт кечикишга эга бўлса, унинг узатиш функцияси қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$W_{об}(p) = [W_1(p) - W_2(p)] \cdot e^{-p\tau}$$



12.5-расм. Чизиқли-нейтрал система дифференциал тенгламасини унинг $X_{чик}(t)$ югуриш эгри чизиғи бўйича коэффициентларини аниқлаш: 1 ва 2 — бошланғич югуриш эгри чизиғи белгиланадиган ёрдамчи эгри чизиқлар.

**ХИ.8- §. РОСТЛАНУВЧИ ОБЪЕКТНИНГ ДИНАМИК
ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИНИ СТАТИСТИК МЕТОДЛАР
ОРҚАЛИ АНИҚЛАШ**

Ростланувчи объект динамик характеристикаларини нормал эксплуатация жараёнида объектнинг кириш ва чиқиш статистик характеристикалари бўйича аниқлашни икки босқичга бўлиш мумкин:

1) тасодифий кириш ва чиқиш жараёнларининг статистик характеристикаларини аниқлаш;

2) шу маълумотлар бўйича тадқиқ қилинаётган объект характеристикаларини аниқлаш.

Вақт ўтиши билан ўзгармас параметрли объектнинг динамик хусусиятларини бир маъноли аниқловчи статистик характеристика *корреляцион функциядан* иборат. Унинг қиймати қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$R_{xx}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t) \cdot x(t + \tau) dt \quad (\text{XII—6})$$

Маълум бир τ пайтдаги корреляцион функциянинг катталиги берилган вақтдаги тасодифий жараён қийматининг t вақтга кечиккан қиймати билан қанчалик боғлиқ эканлигини билдиради. (XII—6) ифодадан корреляцион функциянинг қуйидаги хусусиятларини аниқлаш мумкин:

1. $R_{xx}(t)$ — жуфт функция.
2. $R_{xx}(0) = (\tau)^2$, яъни x нинг дисперсиясига тенг.
3. $R_{xx}(t) \leq R_{xx}(0)$ агар, $|\tau| > 0$ бўлса
4. $\tau \rightarrow 0$ бўлганда, $R_{xx}(\tau) \rightarrow 0$

Икки тасодифий $x(t)$ ва $y(t)$ жараёнлар ўртасидаги боғланиш ўрганилса, бу боғланишнинг характеристикаси ўзаро корреляцион функциядан иборат эканлигини кўраемиз:

$$R_{xy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \cdot \int_{-T}^T x(i) \cdot y \cdot (t + \tau) \cdot dt$$

$R_{xy}(\tau)$ корреляцион функциянинг асосий хусусиятлари:

1. $R_{xy}(\tau)$ — тоқ функция.
2. $R_{xy}(\tau) = 0$ агар $(\tau) \rightarrow \infty$ бўлса.

Объектнинг динамик хусусиятларини тасодифий жараёнларнинг кириш ва чиқиш характеристикалари бўйича аниқлаш қуйидагиларга асосланган:

$$R_{xy}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} K(t - \tau) R_{xx}(\tau) dt;$$

$$S_{xy}(j\omega) = S_{xx} \omega(j\omega)$$

бу ерда $\omega(j\omega)$ ва $R(\tau)$ — объектнинг частота ва импульс характеристикалари.

$$\omega(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} K(t) \cdot e^{j\omega t} dt$$

$R_{xx}(\tau)$ ва $R_{xy}(\tau)$ — корреляцион ва ўзаро корреляцион функциялар.

$$S_{xx}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xx}(\tau) e^{j\omega\tau} d\tau \text{ — спектрал зичлик;}$$

$$S_{xy}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xy}(\tau) e^{j\omega\tau} d\tau \text{ — ўзаро спектрал зичлик}$$

Эргодик, стационар тасодифий жараёнларнинг корреляцион ва ўзаро корреляцион функциялари қуйидаги формулалардан ҳисобланади:

$$R_{xx}(m) = \frac{1}{N-m+1} \cdot \sum_{n=1}^{N-m} x(n) \cdot x(n+m);$$

$$R_{xy}(m) = \frac{1}{N-m+1} \cdot \sum_{n=1}^{N-m} x(n) \cdot y(n+m);$$

бунда N — амалга оширишнинг дискрет ординаталар сони;
 m — корреляцион функциянинг дискрет аргументи;
 x, y — марказлаштирилган тасодифий катталар.

Спектрал зичликни аниқлашнинг бир неча усули мавжуд. Биз Фурьенинг сонли алмаштиришини кўриб ўтамиз. Сонли алмаштириш формулалари учун қуйидаги бошланғич ифодалар хизмат қилади:

$$S_{xx}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xx}(\tau) \cdot \cos \omega \tau d\tau;$$

$$S_{xy}(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xy}(\tau) \cdot e^{j\omega\tau} \cdot d\tau = R_{xy}(\omega) + j/mxy(\omega)$$

Бу ерда

$$R_{xy}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xy}(\tau) \cos \omega \tau d\tau;$$

$$Im xy(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xy}(\tau) \sin \omega \tau d\tau.$$

Сонли интеграллашдаги чегаралар сўниш вақтига тақрибан тенг қилиб олинади. Интегралларни ҳисоблашда квадрат формула сифатида трапециялар формуласи ишлатилади. Ҳисоблашлар $\omega = 0$ дан $\omega = \omega_{\text{тр}}$ гача бажарилади, бунда $\omega_{\text{тр}} = \frac{\pi}{\Delta t}$ — кўчириш частотаси; Δt — дискретлик симболи.

Спектрал характеристикаларнинг ординаталари $\Delta \omega$ аргументнинг дискрет эквидистант қийматлари учун ҳисобланади. Қўшни қийматлар орасидаги масофа $0,1 \omega_{\text{гр}}$ га тенг қилиб танланади.

ХII.9- §. РОСТЛАНУВЧИ ОБЪЕКТЛАРДАГИ ОҚИМЛАРНИНГ ГИДРОДИНАМИК СТРУКТУРА МОДЕЛИ

Суюқлик ва газлар ҳаракати содир бўладиган технологик жараёнлар математик моделининг структураси аввал гидродинамик параметрларга боғлиқ бўлиб, улар кўрилаётган муҳитда оқим заррачаларининг туриш вақтини тақсимланишида намоён бўлади. Тақсимлаш функциясига кўра оқимлар структурасининг математик моделлари типавий моделлар тури каби келтирилиши мумкин.

Идеал сиқиб чиқариш модели. Бу моделга мувофиқ, оқим бўйлаб аралаштиришсиз радиал йўналишда равон тақсимланган поршенли оқиш жараёни қабул қилинади. Математик тавсифининг кўриниши қуйидагича:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = - \omega \frac{\partial c}{\partial l},$$

бу ерда: C — концентрация; τ — вақт; ω — оқимнинг чизиқли тезлиги, l — координата.

Идеал аралаштириш модели. Бу моделга кўра, концентрация апаратининг умумий ҳажми бўйича равон тақсимланади. Моделнинг математик тавсифи:

$$\frac{dC}{d\tau} = \frac{V_c}{V} (C_{\text{кир}} - C_{\text{чик}});$$

бу ерда $C_{\text{чик}}$ — объектнинг чиқишидаги концентрация;
 $C_{\text{кир}}$ — объектнинг киришидаги концентрация;
 V_c, V — ҳажмий тезлик ва аппарат ҳажми.

Бир параметрлик диффузион модель. Бир параметрлик диффузион модель тесқари аралаштириш билан мураккаб ҳолга келтирилган сиқиб чиқариш моделига асосланган. Модель қуйидагича тавсифланади:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = - \omega \frac{\partial C}{\partial l^2} + D_l \frac{\partial C}{\partial l^2};$$

бу ерда D_l — тесқари аралаштириш коэффиенти.

Бир параметрлик диффузион моделнинг тенгламасида қуйидаги йўл қўйишлар киритилган: концентрациянинг ўзгариши; координатанинг узлуксиз функцияси; бу кесимдаги концентрация доимийси; оқим алмашув тезлиги ҳамда бўйлама алмаштириш коэффиенти оқимнинг узунлиги ва кесими бўйича ўзгармайди.

Икки параметрлик диффузион модель. Бу моделнинг математик тавсифида юқоридаги моделга қараганда қўшимча ҳад пайдо бўлади. Унинг вазифаси оқимнинг кўндаланг равонсизлигини эътиборга олишдир:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = -\omega \frac{\partial C}{\partial l} + D_e \frac{\partial^2 C}{\partial l^2} + \frac{D_p}{R} \cdot \frac{\partial}{\partial R} \cdot \left(R \frac{\partial C}{\partial l} \right);$$

бунда R — аппарат радиуси; D_R — радиал аралаштириш коэффициенти.

Ҳужайрали модель. Бу моделда кетма-кет жойлашган катаклар ичида идеал, аралаштириш мавжуд бўлиб, катаклар орасида эса шундай аралаштириш бўлмайди. Моделни таърифловчи параметр — моделдаги ҳужайралар сонидир. Бу моделнинг математик тавсифи биринчи тартибли дифференциал чизиқли тенгламаларни ўз ичига олади:

$$\frac{1}{m} \frac{\partial C}{\partial \tau} = \tau_n (C_{i-1} - C_i);$$

бу ерда $i = 1, 2, \dots, m$; $\tau_n = \frac{V_c}{V_i}$;

V_i — идеал аралаштириш ҳужайрасининг ҳажми.

Оқимлар гидродинамик структураси моделларининг параметрлари ва оқимда заррачалар туриш вақтининг тақсимланиши ўртасидаги алоқа. Оқимда заррачаларнинг туриш вақтини тақсимлаш характери статистик қонунларга бўйсуниб, системадан ўтадиган сигналлар турига боғлиқ. Бундай сигнал сифатида поғонали, импульсли ёки частотали ғалаёнланиш каби индикаторнинг система киришига узатилиши ишлатилади. Оқимда заррачаларнинг туриш вақтини тақсимлаш характерини аниқлаш моментларининг статистик тушунчаларига асосланган ва эҳтимоллик зичлигининг тақсимланиши билан боғлиқ. Эҳтимоллик зичлигининг нолавий momenti 1 га тенг:

$$M_0 = \int_0^{\infty} C(\tau) d\tau = 1;$$

бунда $C(\tau)$ — туриш вақтининг функцияси, у t вақтдан кам бўлган вақт давомидаги чиқаётган оқимнинг индикатор ҳиссасини таърифлайди. $C(\tau) d\tau$ катталиқ модданинг чиқаётган оқимидаги ҳиссаси.

Биринчи момент математик кутишдан иборат бўлиб, қуйидаги ҳолатни аниқлайди:

$$M_1 = \frac{\int_0^{\infty} \tau C(\tau) d\tau}{\int_0^{\infty} C(\tau) d\tau}.$$

Иккинчи, тарқалишни ифодаловчи момент дисперсиядан иборат:

$$M_2 = \frac{\int_0^{\infty} \tau^2 C(\tau) d\tau}{\int_0^{\infty} C(\tau) d\tau}.$$

Учинчи момент тақсимлашнинг қиялигини ёки асимметриясини таърифлайди:

$$M_3 = \frac{\int_0^{\infty} \tau^3 C(\tau) d\tau}{\int_0^{\infty} C(\tau) d\tau}.$$

Умумий ҳолда m тартибли момент:

$$M_m = \frac{\int_0^{\infty} \tau^m C(\tau) d\tau}{\int_0^{\infty} C(\tau) d\tau}.$$

Мисол тариқасида, идеал аралашуш моделининг параметрлари ва унинг моментлари ўртасидаги алоқани кўриб чиқамиз. Идеал аралашуш моделини тавсифловчи дифференциал тенгламани ечсак, C эгри чизиққа эга бўламиз:

$$C(\tau) = \frac{V_c}{V} \cdot e^{-\frac{V_c}{V} \tau} \cdot d\tau \quad (\text{XII—7})$$

M_0 ни аниқлаш учун (XII—7) ифодани интеграллаш лозим:

$$M_0 = \int_0^{\infty} \frac{V_c}{V} \cdot e^{-\frac{V_c}{V} \tau} d\tau;$$

$$\frac{V_c}{V} \tau = \theta \text{ десак:}$$

$$M_0 = \int_0^{\infty} e^{-\theta} \cdot d\theta = e^{-\theta} \Big|_0^{\infty} = -(0 - 1) = 1,$$

яъни C эгри чизиқли юзани ифодаловчи нолавий момент 1 га тенг. M_1 ни аниқлаш учун (XII—7) тенгламани τ га кўпайтирамиз ва 0 дан ∞ гача интеграллаймиз.

$$M_1 = -\frac{V}{V_c} \int_0^{\infty} \theta d(-e^{-\theta}).$$

Охириги интегрални бўлақларга бўламиз:

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{V}{V_c} \cdot \int_0^{\infty} \theta d(e^{-\theta}) = -\frac{V}{V_c} [\theta e^{-\theta}]_0^{\infty} - \int_0^{\infty} e^{-\theta} d\theta = \\ &= -\frac{V}{V_c} [0 - 0 - 1] = \frac{V}{V_c}. \end{aligned}$$

Тақсимлаш моментларини C эгри чизиқни интеграллаш нули билан аниқлаш ҳар доим қулай ва мумкин бўлавермайди. Шу-

нинг учун бу моментлар узатиш функциялари орқали аниқланади. Объектнинг узатиш функцияси Лаплас алмаштириш бўйича вазн функциясининг тасвиридир:

$$W(p) = \int_0^{\infty} e^{-p\tau} C(\tau) d\tau \quad (\text{XII} - 8)$$

(XII — 8) ни p бўйича дифференциаллаймиз:

$$\frac{\partial W(p)}{\partial p} = \int_0^{\infty} (-\tau) e^{-p\tau} C(\tau) d\tau = - \int_0^{\infty} \tau e^{-p\tau} \cdot C(\tau) d\tau$$

Агар $P = 0$ бўлса:

$$\left[\frac{\partial W(p)}{\partial p} \right]_{p=0} = - \int_0^{\infty} \tau C(\tau) d\tau = - M_1 \quad (\text{XII} - 9)$$

(XII — 9) ни қайтадан дифференциаллаймиз ва $P = 0$ деб қуйидагини топамиз:

$$\left[\frac{\partial^2 W(p)}{\partial p^2} \right]_{p=0} = \int_0^{\infty} \tau^2 C(\tau) d\tau.$$

Умумий ҳолда $P = 0$ бўлганда

$$M_s = (-1)^s \frac{\partial^s W(p)}{\partial p^s}.$$

XIII боб. РОСТЛАШ СИФАТИ

XIII.1-§. ЧИЗИҚЛИ АВТОМАТИК РОСТЛАШ СИСТЕМАЛАРИНИНГ ТУРҒУНЛИГИ

Автоматик ростлашнинг ҳар қандай системаси ҳам турғун бўлиши керак. Фақат нодаврий ёки сўнувчи тебранишли жараёнларга хос бўлган чизиқли АРС турғун система деб аталади.

Утиш жараёнининг турғунлигини тадқиқ қилиш дифференциал тенглама ёки ростлаш системаси частота характеристикасининг анализига асосланган. АРС нинг турғунлиги таркибий звеноларнинг динамик хусусиятлари бирикмасига боғлиқ. Тузилиши жиҳатидан турғун системалар объектдаги динамик характеристикалар ва ростлагичлар параметрларининг муайян қийматида нотурғун системага айланади.

А. М. Ляпунов чизиқли системалар турғунлигининг қуйидаги шартларини ифодалаган: 1) агар характеристик тенгламалар илдизларининг барча ҳақиқий қисмлари манфий бўлса, тенглама турғун бўлади; 2) агар бу тенглама илдизларидан бирон таси мусбат бўлса, система нотурғун бўлади.

АРС нинг эркин ҳаракати бир жинсли дифференциал тенглама орқали тавсифланади:

$$a_n \frac{d^n y}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 y = 0$$

Бу чизикли дифференциал тенгламанинг ечими:

$$y = C_1 e^{\omega_1 t} + C_2 e^{\omega_2 t} + \dots + C_n e^{\omega_n t};$$

бу ерда $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ — бошланғич шартлардан аниқланадиган ихтиёрый доимийлар; $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n$ — характеристик тенглама илдизлари:

$$a_n \omega^n + a_{n-1} \omega^{n-1} + \dots + a_1 \omega + a_0 = 0$$

Шундай қилиб, дифференциал тенгламани ўзгартирсак, характеристик тенглама деб аталадиган алгебраик тенглама ҳосил қиламиз.

Агар характеристик тенглама тўртинчи тартибдан юқори бўлса, у умумий ҳолда ечилмайди. Шунинг учун системанинг турғунлиги ҳақида фикр юритиш учун баъзи белгиларни аввалдан билиш мақсадга мувофиқдир. Бу белгилар вазифасини турғунлик критерийлари бажаради.

ХIII.2-§. РАУС — ГУРВИЦ АЛГЕБРАИК КРИТЕРИЙСИ

Бу критерий 1877 йилда инглиз олими Раус ва 1893 йилда немис математиги Гурвиц томонидан таърифланган:

n-тартибли чизикли системанинг турғун бўлиши учун берилган системанинг характеристик тенгламасида коэффициентлардан ташкил топган *n* та аниқловчилар мусбат бўлиши зарур ва етарли:

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + a_2 p^{n-2} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0 \quad (\text{XIII—1})$$

Бунда қуйидаги қондаларга асосан коэффициент $a_0 > 0$ бўлиши керак:

1) асосий диагонал бўйича ўсиш тартибида a_1 дан a_n гача барча координаталар кўчириб ёзилади;

2) аниқловчининг барча устунлари диагоналдан юқорига индекслари ўсаётган коэффициентлар, диагонал элементларидан пастга эса индекслари камаювчи коэффициентлар билан тўлдирилади;

3) энг катта тартибли Гурвиц аниқловчиси системанинг характеристик тенгламаси даражасига тўғри келади;

4) *n* дан катта индексли коэффициентлар нолга тенг;

5) индекслари нолдан кичик бўлган коэффициентлар нолга тенглаштирилади;

6) охириги Δ_n аниқловчи $a_n \Delta_{n-1}$ га тенг. Шунга мувофиқ Гурвиц аниқловчилари қуйидагича бўлади:

$$\Delta_1 = a_1; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix}; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix}.$$

ва ҳоказо

Гурвиц аниқловчисининг умумий кўриниши эса:

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & \dots & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & \dots & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & a_n \end{vmatrix}.$$

Раус — Гурвиц мезони асосида энг содда системалар турғунлигининг ўйидаги шартлари келиб чиқади: 1) агар биринчи ва иккинчи тартибли системаларда характеристик тенгламанинг барча коэффициентлари мусбат бўлса, бу системалар турғун бўлади; 2) агар учинчи тартибли системада характеристик тенгламанинг барча коэффициентлари мусбат бўлиб, $a_1 \cdot a_2 > a_0 \cdot a_3$ бўлса, система турғун бўлади; 3) агар характеристик тенгламанинг барча коэффициентлари мусбат бўлиб, $a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 > a_0 \cdot a_3^2 \cdot a_4 \cdot a_1^2$ бўлса, тўртинчи тартибли система турғун ҳисобланади.

Раус-Гурвиц мезонидан фойдаланилганда Δ_1 дан Δ_n гача барча аниқловчиларни ҳисоблашнинг кераги йўқ. Масалан, учинчи тартибли системанинг турғунлигини аниқлаш керак бўлса, учта аниқловчидан бирини топишнинг ўзи kiffoя. a_1 ва a_5 коэффициентлар Δ_3 аниқловчида nolга тенг:

$$\Delta_2 < \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1 a_2 - a_0 a_3.$$

Агар Δ_2 аниқловчи мусбат бўлса, Δ_3 аниқловчи ҳам мусбат бўлади. $\Delta_3 = a_3 \cdot \Delta_2 > 0$, чунки $a_3 > 0$. Δ_1 аниқловчи эса маълум ($\Delta_1 = a_1$) за мусбат (чунки $a_1 > 0$). Алгебраик критерий бешинчи тартибдан эшмайди ва у кечикишсиз чизиқли системалар учун анча қулай.

ХIII.3-§. МИХАЙЛОВ ГЕОМЕТРИК МЕЗОНИ

Чизиқли автоматик рoстлаш системасининг турғунлик мезони А. В. Михайлов томонидан 1938 йилда таклиф этилган. Комплекс ўзгарувчининг текислигидаги рoстлаш системасининг характеристик тенгламаси орқали аниқланувчи вектор система характеристик тенгламаси (ХIII-1) даги ω катталиқ мавҳум $j\omega$ аргумент билан алмаштириш йўли билан топилади:

$$L(j\omega) = a_n (j\omega)^n + a_{n-1} (j\omega)^{n-1} + \dots + a_1 (j\omega) + a_0; \quad \text{ХIII—2}$$

$j = \sqrt{-1}$; $j^2 = -1$; $j^3 = -j$; $j^4 = 1$; \dots эканлигини эсга олмиз. (ХIII—2) характеристик функция таркибига кирган барча жуфт даражали $j(\omega)$ кўшилувчилар ҳақиқий, тоқ даражалиги эса мавҳум катталиқ бўлади. Демак:

$$L(j\omega) = M(\omega) + jN(\omega),$$

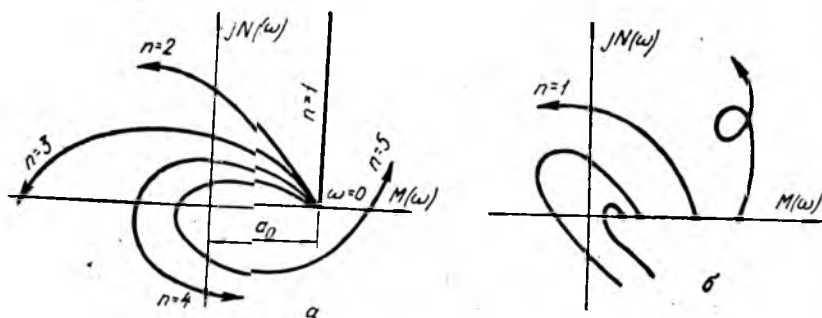
бунда

$$M(\omega) = a_0 - a_2\omega^2 + a_4\omega^4 - \dots,$$

$$M(\omega) = a_1\omega - a_3\omega^3 + a_5\omega^5 \dots$$

Агар ω ни 0 дан ∞ гача кетма-кет ўзгартирсак, вектор Михайлов годографи номли эгри чизиқни ҳосил қилади. Комплекс текисликдаги годограф шакли бўйича тадқиқ қилинаётган системанинг турғунлиги ҳақида фикр юритиш мумкин. Михайлов критерийси қуйидагича ифодаланади: агар $L(j\omega)$ характеристик функциясининг годографи ω нинг 0 дан ∞ гача ўзгарилишида мусбат йўналишда комплекс текисликнинг n квадрантларни айланиб чиқса (n — кўрилатган система характеристик тенгламасининг даражаси), ростлаш системаси турғун бўлади. Бу хусусий ҳолда соат стрелкасининг ҳаракатига тескари йўналиш мусбат ҳисобланади.

Агар XIII — 1 ёки (XIII — 2) ифодаларда $\omega = 0$ деб фараз қилинса, $L(j\omega) = a_0$ бўлади. Бошқача қилиб айтганда $\omega = 0$ бўлса, годограф ҳақиқий ўқни координата бошидан a_0 масофада турган нуқтада кесиб ўтади. Агар $M(\omega)$ ўзгарувчи ω нинг жуфт, $W(\omega)$ эса тоқ функцияси эканлигини эътиборга олсак, годограф ҳақиқий ўққа нисбатан симметрик жойлашади деган хулосага келамиз. Шунинг учун ω нинг 0 дан ∞ гача ўзгаришида годографнинг ярим тармоғини қуришнинг ўзи кифоя.



13. 1- расм. Михайлов годографлари:

а — турғун системалар учун; б — нотурғун системалар учун.

XIII—1- расмда биринчи тартибдан бешинчи тартибгача бўлган турғун ва нотурғун системалар учун Михайлов годографлари кўрсатилган. Биринчи тартибли тенгламага — мавҳум ўққа параллел бўлиб, ундан a_0 масофада турган тўғри чизиқ мос келади. Юқори тартибли системаларга эгри чизиқлар мосдир. Михайлов критерийсидан кечикишга эга бўлган турғун чизиқли системаларни ўрганишда ҳам фойдаланиш мумкин.

XIII.4- §. НАЙКВИСТ — МИХАЙЛОВ ЧАСТОТА МЕЗОНИ

Бу мезон 1932 йилда электрон кучайтиргичларнинг турғунлигини тадқиқ қилиш учун Найквист томонидан таклиф этил-

ган. Автоматик ростлаш назариясида частота мезони 1936 йилда умумлаштирилган ҳолда қўлланилган.

Очиқ системанинг анализида Найквист — Михайлов амплитуда-фаза мезонидан фойдаланиб, ростлаш системасининг турғунлиги ҳақида фикр юритилади. Турғунлики бу метод бўйича ўрганишда экспериментал равишда аниқланган амплитуда-фаза характеристикалардан фойдаланилади. Ниҳоят, мезон системанинг турғунлик даражаси ҳақида маълумот олишга имкон беради. Агар система нотурғун бўлса, Найквист — Михайлов мезони системани стабиллаштириш ва тўғриловчи звено ҳамда контурлар ёрдамида ёпиқ системанинг исталган характеристикасига эришиш йўллари кўрсатади.

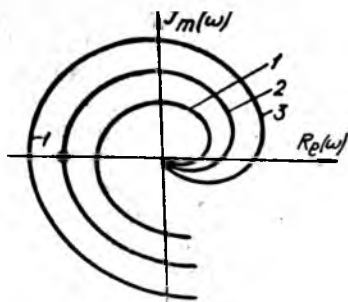
Бу мезоннинг ифодаси қуйидагича: *очиқ ҳолатда турғун бўлган автоматик ростлаш системаси агар очиқ системанинг амплитуда фаза характеристикаси ω нинг 0 дан ∞ гача ўзгаришида $(-1, 10)$ координаталарга эга бўлган нуқтага етмаса, ёпиқ ҳолатда ҳам турғун бўлади.*

XIII—2-расмда турғун ва нотурғун, шунингдек, турғунлик чегарасида турган системаларнинг очиқ ҳолатидаги амплитуда-фаза характеристикалари келтирилган. Биринчи тартибли дифференциал тенгламалар орқали тавсифланувчи системаларнинг $\Delta F X$ си бир квадрантда жойлашади. Иккинчи тартибли дифференциал тенгламалар орқали тавсифланувчи системаларнинг $\Delta F X$ си икки квадрантга жойлашади. Характеристик тенгламаларнинг коэффицентлари мусбат бўлса, бу системалар турғун бўлади. Учинчи ва ундан юқори тартибли тенгламалар орқали тавсифланувчи системаларнинг характеристик ёки дифференциал тенгламалари коэффицентлари мусбат бўлса ҳам бу система нотурғун бўлади.

XIII.5. §. РОСТЛАШ ЖАРАЁНИНИНГ СИФАТИ

Бирор автоматик ростлаш системасининг амалда ишлатилиши унинг турғунлик талабларини бажаришига боғлиқ (булар фақат зарур бўлган шартлардир). АРС нинг ишлатилиши учун етарли бўлган шарт — системанинг талаб қилинган ростлаш сифатини таъминлаш қобилиятидир. Бу сифат ростлаш системасидаги ўтиш жараёнларининг шаклига боғлиқ.

Системанинг турли параметрлари ростлаш жараёнига кўрсатилган таъсир ҳақида хулоса чиқариш ҳамда системанинг дифференциал ёки характеристик тенгламаларининг умумий кўринишини ечиш учун лозим.



13. 2- расм. Турли системалар учун амплитуда-фаза характеристикаларининг намуналари:

1 — турғун системалар учун; 2 — турғунликка яқин системалар учун; 3 — нотурғун системалар учун.

Агар система тўртинчи тартибдан юқори бўлса, тенгламани ечиш мумкин бўлмайди, чунки унинг илдизлари радикаллар орқали ифодаланмайди. Шунинг учун ростлаш сифати, яъни турғунлик даражаси, билвосита интеграл ёки хусусий анализ ёрдамида баҳоланади. Амалда ростлаш сифатини интеграл баҳолаш методи билан баҳолаш кенг тарқалган.

Интеграл баҳолаш методи — маълум интегрални ростландиган параметрдан четга чиқишида ҳисоблашга асосланиб, дифференциал тенгламаларни ечишни талаб қилмайди. Ростлаш сифатини чизиқли квадратик ва тузатилган квадратик баҳолаш методлари мавжуд. Бу баҳолашлар ростлаш жараёнининг бир йўла икки томонини: сўниш тезлиги ва ўтиш жараёнидаги ростланувчи параметрнинг четга чиқиш катталигини таърифлайди.

Чизиқли интеграл баҳолаш 1. Ўтиш жараёнининг сифати ростланувчи параметрнинг берилган қийматдан четга чиқиши ва ростлаш вақти орқали аниқланади. Ўтиш жараёнининг эгри чизиги остидаги юза бу икки факторни ўз ичига олиб, шу юза қанчалик кичик бўлса, қолган шартлардаги ростлаш жараёнининг сифати шунча яхши бўлади. Ростлашнинг вазифаси системадаги ўтиш характеристикаси сифатининг I_1 чизиқли интеграл баҳолашнинг энг кичик қийматини таъминлашдан иборат:

$$I_1 = \int_0^{\infty} \varphi dt.$$

Чизиқли интеграл баҳолашнинг мезоннинг камчилиги унинг нодаврий жараёнларга яқин бўлган жараёнларни таъминловчи системалар учун ишлатилишидир. Тебранишли ўтиш жараёнларининг сифатини баҳолаш учун бу мезондан фойдаланиб бўлмайди, чунки ўтиш жараёнининг мусбат ярим тўлқинлари манфий ярим тўлқинлар билан алмашиб туради; бу ярим тўлқинлар юзасининг ишораси ҳам кетма-кет қарама-қарши ишоралар билан алмашиниб туради.

Квадратик интеграл баҳолаш I_2 . Нодаврий ва тебранишли ўтиш жараёнлари учун ростлаш жараёнининг сифатини квадратик интеграл баҳолаш I_2 усулини қўллаш мақсадга мувофиқдир.

$$I_2 = \int_0^{\infty} \varphi^2 dt$$

Бундай баҳолаш $\varphi^2(t)$ эгри чизиқ ва абсциссалар ўқи билан чекланган юзани ҳосил қилади. φ тенгсизликнинг ишораси ўзгарганда ростланувчи катталиқнинг берилган қийматининг чизигини икки томонида жойлашган юзаларининг абсолют қийматини жамлашга халақит бермайди. Алоҳида юзаларнинг қийматини ҳисоблашда ординатанинг ўрнига унинг квадратик қиймати ҳисобга олинади.

Бу мезоннинг маъноси шундаки, I_2 интеграл катталиқ қа кичик бўлса, ростлашнинг сифати шунча яхши бўлади. Шун энг кичик қийматини таъминловчи параметрлар изла назарда тутати.

I_2 интеграл баҳолашнинг минимал қийматга эга бўлган иккита салан, S_0 ва S_1 параметрини топиш керак бўлса, интеграл баҳолашни шу S_0 ва S_1 параметрлар функциясида ёзиш ва $I_2(S_0, S_1)$ функциянинг хусусий ҳосилаларини нолга тенглаштириш керак:

$$I_2 = f(S_0, S_1) \quad (\text{XII})$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial I_2(S_0, S_1)}{\partial S_0} &= 0 \\ \frac{\partial I_2(S_0, S_1)}{\partial S_1} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (\text{XIII})$$

(XIII — 4) система бўйича I_2 интеграл баҳолашнинг минимумини ноатлантирадиган S_0 ва S_1 параметрлар аниқланади. Баъзан кичик қийматни таъминловчи параметрлар бўйича I_2 минимумга эга бўлмас мумкин. Бундай ҳолларда бошқа факторларга кўра тузилган моқдаги I_2 баҳолашнинг энг кичик қиймати бўйича оптимал параметрлар танланади.

Шуни ҳам қайд қилиш керакки, турли ўтиш жараёнларга эга бўлган АРС лар бир хил катталиқни баҳолаш билан таърифланиши мумкин. Шунинг учун I_2 баҳолаш кичик бўлганда ўтиш жараёни солиштирилади жараёндан яхшироқ деб таъриф қилдилаш ўринли бўлавермайди. Ростлаш жараёнининг сифатини аниқлашдаги квадратик интеграл баҳолаш усулининг сифий камчилиги ҳам шундадир.

Тузатилган квадратик интеграл баҳолаш I_3 . Ростлаш жараёнининг сифатини тузатилган квадратик интеграл метод I_3 баҳолашни А. А. Фельдбаум таклиф этган:

$$I_3 = \int_0^{\infty} \left[\sigma^2 + K_2 \cdot \left(\frac{d\Phi}{dt} \right)^2 \right] \cdot dt;$$

бу ерда K — ўтиш жараёнидаги эгри чизиқнинг вақт доимийси.

Интеграл квадратик баҳолаш. K вазнли $\frac{d\Phi}{dt}$ ҳосилани киритиш жараёни тезлигининг ростлаш сифатига кўрсатган таъсир эътиборга олиш имконини беради.

Исталган АРС синтезининг вазифаси I_3 интегралнинг кичик қийматини таъминловчи шартларни топишдан иборат. I_3 интегралнинг минимумлаштириш хусусияти унинг мукамил жараёни экспонентасига тўғри келишида I_3 интеграл баҳолашнинг минимуми ростлаш системасида ўтаётган жараёнига нодаврий ва монотон эканлигидан далолат беради.

ХIII6-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁННИНГ РЕЖИМИНИ СТАТИК ВА ДИНАМИК ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Автоматик бошқариш системаларининг вазифаси ўринсиз таъсирларни бартараф этиб, технологик жараёнларнинг керакли режимларини сақлаш ёки уларни муайян мезон бўйича оптимал олиб боришдан иборат. Технологик жараёнларни автоматик бошқариш системалари ишлаш критерийси, мураккаблик даражаси ва бошқарув алгоритмига кўра учга бўлинади.

1) технологик режим параметрларини стабиллаш системалари;

2) статик оптималлаш системалари;

3) динамик оптималлаш системалари.

Технологик режим параметрларини стабиллаш системалари.

Бу типдаги бошқариш системалари амалий автоматик бошқариш тажрибасида кенг тарқалган. Бу системалар оддий саноат ростлагичлари ёрдамида бирмунча аниқлик даражаси билан технологик режим параметрларини (температура, босим, сатҳ, концентрация ва бошқалар) стабиллаш вазифасини бажаради. Стабиллаш системаларининг мезонини математик кўринишда $Y_i = Y_i^{\text{бер}}$ деб ёзиш мумкин. Ушбу мезоннинг аниқлиги танланган ростлаш қонунига боғлиқ.

Бу типдаги системаларнинг афзаллиги — стандарт пневматик ёки электрик ростлагичларда бажариладиган системанинг ҳисоби ва амалга оширилишининг соддалигидир. Стабиллаш системаларининг камчилиги шундаки, улар кириш параметрлари, масалан, юк, хом ашё кўрсаткичлари ва бошқалар ўзгарганида ҳам аввалги оптимал бўлмай қолган технологик режимни сақлаб туради. Одатда, технологик жараённи бир режимдан иккинчисига ўтказиш берилган вазифани ёки ростлагичларнинг ростланишини ўзгартирувчи оператор орқали бажарилади. Жараёндаги кириш ўзгарувчилари жуда тез ўзгарса, оператор жараённи бир режимдан иккинчисига ўтказишга улгурмайди ёки бу ўтказиш оптимал бўлмаган тарзда бажарилади, натижада жараённинг давом этиши учун қўшимча сарфлар талаб қилинади (масалан, хом ашё, энергиянинг кўп сарфланиши). Бу системаларнинг яна бир камчилиги автомат ростлагичлар жараёнланишларни оптимал бўлмаган режимда қайта ишлаши, уларнинг ростланиши ўзгарганда эса технологик жараённи бир режимдан иккинчисига оптимал бўлмаган тарзда ўтказишдир.

Статик оптималлаш системалари. Бу классдаги технологик жараёнларни бошқариш системалари объектнинг кириш ўзгарувчилари шартларининг ўзгаришида даврий статик оптималлашни бажаришга имкон беради, улар кимё ва озиқ-овқат саноатида кенг қўлланилмоқда.

Кириш параметрларининг турли қийматлари учун чизикли бўлмаган дастурлаш методи орқали бошқаришни вариациялаш йўли билан ишлаш мезонининг максимуми аниқланади:

$$I = f(Y, Z, V).$$

Қўпинча мезон сифатида фойда кўрсаткичи ишлатилади:

$$I = C_y Y - C_z Z - C_u V;$$

$$I_{\text{опт}} = \max_{u \in I} I,$$

Бу ерда: Y — чиқарилаётган маҳсулот вектори;

Z — хом ашё ва энергия вектори;

V — бошқариш вектори;

C_y, C_z, C_u — маҳсулот, хом ашё ва энергия нархи.

Оптималлик мезони ростланувчи объект ва бошқариш системаси вазифасининг анализидан шаклланади. Бунинг учун ростлаш системасининг статик характеристикаларидан фойдаланиш мумкин. Статик характеристикаларни оптималлаш кўпроқ ростланувчи объект кўрсаткичларига тегишли. Бунда системанинг иш шароитига кўра муайян катталиқнинг экспериментал қийматини топиш керак. Бу талаб бошқарилувчи объектнинг статик характеристикаларидаги экстремум нуқталарини аниқлаш ва системанинг шу нуқталар атрофидаги ишини таъминлаш йўли билан бажарилади.

Статик оптималлаш системалари, одатда, бошқарувчи ҳисоблаш машиналари ёки аналог рақамли техника элементларида амалга оширилади. Оптимал бошқаришларни ҳисоблашдан ташқари бошқарувчи ҳисоблаш машиналари (БҲМ) дастлабки математик моделнинг даврий равишда тўғриланишини таъминлаши керак. Датчикларнинг сўроғи, бошқарувчи таъсирларни ҳисоблаш ва моделга тузатишлар киритиш даврий равишда бажарилади, бошқарувчи таъсирларнинг қиймати эса бевосита ростловчи органларга ёки автоном ростлагичларнинг созланишига узатилади. Статик оптималлаш системалар, стабиллаш системаларига хос бўлган кўп камчиликлардан ҳолисдир. Улар технологик жараённинг ўзгарган кириш ўзгарувчиларига мувофиқ ҳолда оптимал статик режимни таъминлайди. Агар бошқарилмайдиган кириш ўзгарувчилари суст ўзгариб технологик аппаратнинг динамикаси эътиборга олинмаса, БҲМ лар статик моделни даврий равишда мослаб, бошқарилувчи ўзгарувчиларнинг янги қийматини ҳисоблаб туради. Бундай бошқариш системалари статиканинг оптимал режимини сақлайди ва динамиканинг оптимал мезонини таъминламайди.

Баъзи технологик жараёнлар хусусий ғалаёнланишларга эга бўлгани сабабли системанинг иши ностационар режимларда ўтади. Бундай ҳолларда статик оптималлаш системаси жараённинг оптимал ўтишини таъминлай олмайди, чунки бошқариш алгоритмига киритилган математик модель системанинг ностационар хусусиятларини акс эттирмайди. Шунинг учун статик моделга тузатишлар киритиб, оптимал бошқаришни ҳисоблаш имконияти бўлмайди.

Динамик оптималлаш системалари. Бу типдаги технологик

жараёнларни бошқариш системалари маълум бир интеграл мезонни оптималлаш масаласини ҳал қилади:

$$I = \int_{i_0}^{i_1} f(Y, Z, V) dt.$$

Бу мезоннинг хусусий варианты — фойдадир:

$$I = \int_{i_0}^{i_1} \{C_y Y(t) - C_z Z(t) - C_u V(t)\} dt;$$

$$I_{\text{опт}} = \underset{V \in I}{\text{extremum}} I.$$

Технологик жараёнларнинг динамик модели умумий ҳолда параметрлари мужассамлашган объектлар учун чизиқли бўлмаган дифференциал тенгламалар системасидан, ёки (параметрлари тақсимланган объектлар учун) хусусий ҳосилалари тенгламалар системасидан иборат.

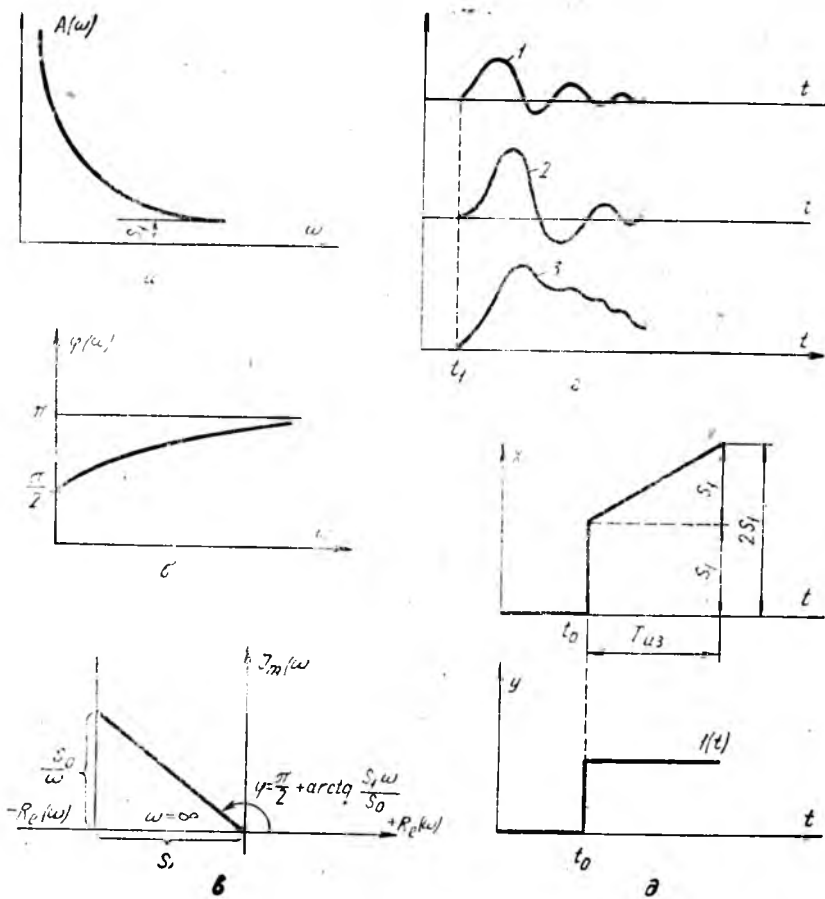
Динамик оптималлашнинг вазифаси, одатда, турли чекланишлар билан боғлиқ қўшимча шартлар мавжуд бўлган маълум функцияларнинг экстремумларини топишдан иборат. Бу чекланишлар $y(t)$ функция ҳосилаларининг муайян максимал катталикларидан иборат бўлиб, қуйидагича ифодаланadi

$$\left| \frac{d^n y(t)}{dt^n} \right| \leq M_n;$$

бу ерда M_n — доимий катталик ($n = 1, 2, 3, \dots$)

Утиш функцияларининг ҳосилаларида чекланишлардан ташқари бошқа мумкин бўлган чекланишларни ҳам эътиборга олиш керак. Динамик оптималлаш системалари технологик жараёнларнинг фақат турғун режимдагина эмас, балки ўзгарувчан иш режимларида ҳам фойданинг энг катта қийматини таъминлайди. Бошқарилувчи объектнинг ностационар иш режимларини акс эттирувчи математик модель вақтнинг исталган momentiда оптимал бошқаришни тузатиш ва ҳисоблашга имкон беради.

Динамик оптималлаш системасини амалга ошириш бирмунча қийинчиликлар билан боғлиқ бўлиб, катта ҳажмли хотирлаш қурилмалари ва БҲМ нинг жадал ҳаракатини талаб қилади. Ҳозирги пайтда динамик оптималлаш системалари жуда кам амалга оширилади. Аммо технологик жараёнларнинг типавий динамик математик моделларини яратиш динамик оптималлаш принципларини кимёвий технологик жараёнларни бошқаришда қўллашга имкон беради.



14.3-расм. ПИ-ростлагичнинг характеристикалари:

а — амплитуда-частота; б — фаза-частота; в — амплитуда — фаза;
 г — S_0 ва S_1 нинг турлича созланишда ростлаш системасини ўтиш жараёни;
 д — ростлагичнинг кўриш эгрэс чизиги.

$$W(j\omega) = \sqrt{\left(\left(\frac{s_0}{\omega}\right)^2 + s_1^2\right)} \exp\left(\frac{\pi}{2} + \arctg \frac{s_1 \omega}{s_0}\right). \quad (\text{XIV} - 6)$$

XIV — 3-расмда кўрилатган ростлагичлар синфининг характеристикаси тасвирланган. (XIV — 6) тенгламадан қуйидаги хулоса келиб чиқади: агар $\omega = 0$ бўлса, АЧХ ∞ га тенг, агар $\omega = \infty$ бўлса, АЧХ s_1 га тенг (XIV — 3-расм, а). Агар $\omega = 0$ бўлса, ростлагичнинг ФЧХ си $\frac{\pi}{2}$ га тенг, агар $\omega = \infty$ бўлса, ФЧХ π га тенг бўлади (XIV — 3-расм). Изодромли ростлагичнинг АФХ си (XIV — 3-расм, в) комплекс текисликдаги ординаталар ўқига параллел ва мавҳум ўқдан s_1 масофада жойлашган тўғри чизиқдан иборат.

Агар $\omega = 0$ бўлса, АФХ ∞ га тенг, агар $\omega = \infty$, АФХ s_1 га тенг ва АФХ нинг вектори π бурчакка бурилган бўлади. XIV — 3-расм, δ да ПИ — ростлагичли АРС нинг созланиш параметрларининг турли қийматида ўтиш жараёнларининг графиклари келтирилган. s_0 — ростлагичнинг кучайтириш коэффициентини, s_1 изодром вақти ёки иккиланиш вақти, 1-эгри чизиқ кучланиш коэффициентини катта ва изодром вақти кам бўлган ростлагичли системалар учун хосдир. Бу эгри чизиқ системанинг сўниш даражаси кичик ва ростлаш вақти катталигини билдиради. 2-эгри чизиқ иккита созланиш параметрларининг нисбати тўғрилигини билдиради. Кучайтириш коэффициентини жуда кичик ва изодром вақти жуда катта бўлганда системанинг мажбурий тебранишларига 3-эгри чизиқ мос келади. Бунда системанинг динамик хатоси ва ростлаш жараёни катта бўлади.

Ростлашнинг иккита содда (пропорционал ва интеграл) қонунларини бирлаштириш ростлашдаги алоҳида қонунларнинг афзалликларини ўз ичига олган ва камчиликлардан холис бўлган ростлагичга эга бўлиш имконини беради. Натижада изодром ростлагич ростланувчи катталикнинг четга чиқишини тезда йўқотади (ростлагичнинг чиқишидаги сигнал унинг киришидаги сигналдан фаза бўйича олдинга кетади) ва ростлашни қолдиқли четга чиқишсиз бажаради.

Изодромли ростлагичнинг кечиш эгри чизиги XIV—3-расм, δ да тасвирланган. Кириш сигналининг поғонали ўзгариши натижасида ростлагичнинг чиқиш параметри дастлабки ҳолатдан бошқа ҳолатга тез ўтади ва кейин доимий тезлик билан аста-секин ўзгариб боради. Изодромли ростлагич чиқиш катталигининг дастлабки сакраш миқдори ростлагичнинг кучайтириш коэффициентига боғлиқ. Ростлагич чиқиш сигналининг кейинги вақт пайтларидаги ўзгариш тезлиги созланишга, яъни изодром вақтига боғлиқ.

Ростлагичнинг интеграл ташкил этувчиси таъсирида ростловчи органнинг затвори ростлагичнинг пропорционал ташкил этувчиси таъсирига тенг миқдорга силжишига кетган вақт *изодром вақти* деб аталади. Бу таърифга биноан, кўпинча, изодром вақти иккиланиш вақти ҳам деб юритилади.

Ростлашнинг дифференциал қонуни. Биз ростловчи органини ростланувчи катталикнинг берилган қийматидан четга чиқишига пропорционал (П — ростлаш) ёки номосликка пропорционал тезликда (И — ростлаш) силжитиш мумкинлигини кўрдик. Демак, ростловчи органини ростланувчи катталикнинг четга чиқиш тезлигига пропорционал силжитиш ҳам мумкин, унда биз ростлашнинг дифференциал қонунига эга бўламыз:

$$x = -s_2 \frac{dy}{dt};$$

бунда s_2 — узатиш коэффициентини.

Агар ростланувчи катталик стабиллашган бўлса, ўз ичига дифференциал ростлагични киритган системанинг ростловчи

органи қўзғалмас бўлади. Бундай ростлагичлар учун ростланувчи катталикнинг берилган ва ҳозирги қийматлари ўртасидаги номослик мавжудлиги аҳамиятсиз. Агар системада абсолют катталиги бўйича ўзгармас номослик мавжуд бўлса, ростлагич унга таъсир кўрсатмайди. Ростлагич ҳаракатга келиши учун ростланувчи катталик қандайдир тезликда ўзгарувчан четга чиқишга эга бўлиши керак. Шунинг учун тажрибада соф дифференциал қонунни амалга оширувчи ростлагичлар учрамайди.

Ростлашнинг пропорционал — дифференциал қонуни қуйидаги боғланиш орқали ифодаланади:

$$x = - \left(s_1 y + s_2 \frac{dy}{dt} \right); \quad (\text{XIV} - 7)$$

бунда s_2 — узатиш коэффициентини ёки дарак бериш вақти. Бу қонун бўйича ишлайдиган ростлагичлар дарак берадиган пропорционал ростлагичлар (қисқача ПД — ростлагичлар) дейилади.

(XIV—7) тенглама ПД — ростлагич ишлаб чиқарадиган таъсир ростланувчи катталикнинг четга чиқишига ва шу четга чиқиш тезлигига пропорционаллигини билдиради. Ростлаш қонуни формуласида дифференциал ташкил этувчининг мавжудлиги илгарилаш бурчагини ошириш имконини беради.

Шундай қилиб, пропорционал дарак берадиган ростлагичлар ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини бирмунча илгарилаш билан ростланувчи катталикнинг четга чиқиш тезлигига пропорционал силжитади. Демак, ростланувчи параметрнинг четга чиқиш тезлиги кичик бўлса, ростлагичнинг илгарилаш таъсири ҳам кичик бўлади. Системада хато ёки номослик бўлмаса, ростлагичнинг илгарилаш таъсири бутунлай тўхтайдди. ПД — ростлагичнинг кечикиш эгри чизиғи статик ростлагичнинг вақтли характеристикасидан ростлагич чиқиш сигнали вақтининг дастлабки моментидан кескин (П — ростлагичдан ҳам кескинроқ) катталашиши билан фарқ қилади. Вақт ўтиши билан ростлагичнинг чиқиш сигнали ростлагич кучланишини сошлаш коэффициентига мувофиқ доимий қийматгача камаяди. Шундай қилиб, дарак берувчи механизмнинг таъсирини ростлагич кучайиш коэффициентининг вақтинча ошиши деб изоҳлаш мумкин. Ростлагич кучайиш коэффициентининг бундай ошиши кечикишга эга бўлган инерцион объектларни автоматлаштиришда зарур. Ростлагич кучайиш коэффициентининг вақтинча ошиши *тўғри даражалаш* дейилади. Бундан ташқари, ростлагич кучайиш коэффициентининг вақтинча камайишидан иборат бўлган тескари дарак бериш ҳам мавжуд. Одатда, вақт доимийси кичик бўлган ростлаш объектларини шундай тескари дарак беришли ростлагичлар билан таъминлаш мақсадга мувофиқ. ПД — ростлагичларга қолдиқли четга чиқишлар хос бўлиб, бу уларнинг асосий камчилигидир.

Ростлашнинг пропорционал — интеграл — дифференциал

қонуни. Ростлашнинг пропорционал — интеграл — дифференциал қонунда (қисқача ПИД — ростлаш) ростлагич кириш катталигининг ўзгариши билан чиқиш катталиги ўзгаришининг орасидаги боғланиш қуйидаги кўринишга эга.

$$x = - \left(s_1 y + s_0 \int_0^1 y dt + s_2 \frac{dy}{dt} \right). \quad (\text{XIV} - 8)$$

Бу қонунни амалга оширувчи қурилмалар пропорционал — интеграл — дифференциал ёки дарак берувчи изодром ростлагичлар (қисқача ПИД — ростлагич) дейилади. ПИД — ростлагичлар учун ростловчи таъсирнинг миқдори ростланувчи параметрнинг берилган қийматидан четга чиқишига, шу четга чиқишнинг интеграл ва тезлигига пропорционалдир.

(XIV—8) тенглама оператор шаклида қуйидагича ёзилади:

$$P_x(p) = -(s_0 + s_1 p + s_2 p^2) \cdot y(p).$$

Бу ифодадан ПИД — ростлагичларнинг узатиш функцияси келиб чиқади:

$$W(p) = \frac{x(p)}{y(p)} = - \frac{s_0 + s_1 p + s_2 p^2}{p} \quad (\text{XIV} - 9)$$

(XIV—9) тенгламада p нинг ўрнига $j\omega$ ни қўйсак, ПИД — ростлагичларнинг амплитуда-фаза характеристикасига эга бўламыз:

$$\begin{aligned} W(j\omega) &= - \left[s_1 + j \left(\omega s_2 - \frac{s_0}{\omega} \right) \right] = \\ &= \sqrt{s_1^2 + \left(\omega s_2 - \frac{s_0}{\omega} \right)^2} \exp \left[j \left(\pi + \arctg \frac{\omega^2 s_2 - s_0}{\omega s_1} \right) \right]. \end{aligned}$$

XIV—4-расмда ПИД — ростлагичларнинг характеристикалари келтирилган. Ростлагичнинг АЧХ си қуйидаги тенглама бўйича тузилади:

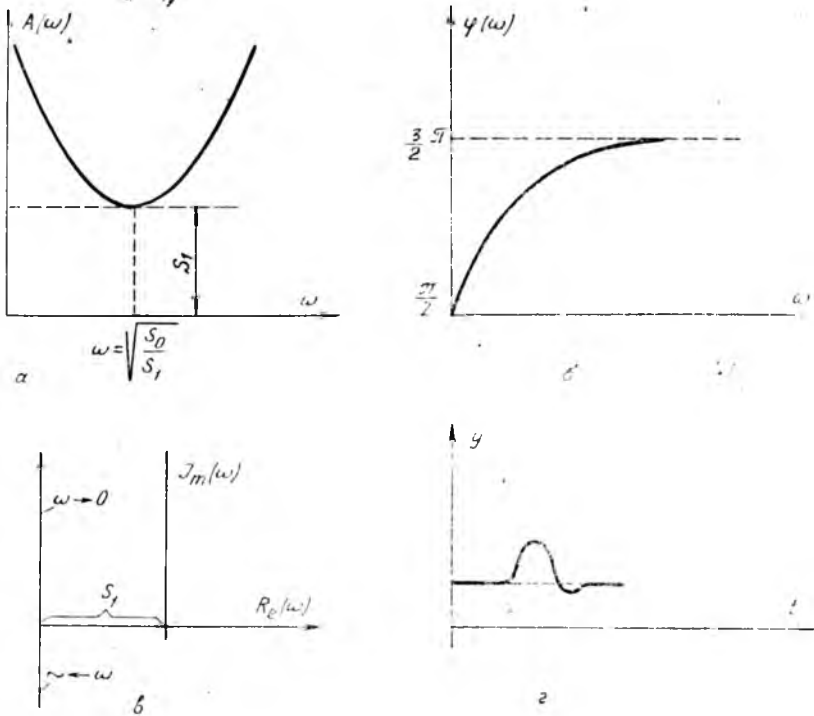
$$A(\omega) = \sqrt{s_1^2 + \left(\omega s_2 - \frac{s_0}{\omega} \right)^2}.$$

Бу характеристиканинг кўриниши XIV—4-расм, а да берилган. XIV—4-расм, б да пропорционал-интеграл — дифференциал ростлагичнинг ФЧХ си кўрсатилган. Бу характеристика қуйидаги тенгламага мувофиқ тузилади.

$$\varphi(\omega) = \pi + \arctg \frac{\omega^2 s_2 - s_0}{s_1}.$$

Дарак берувчи изодром ростлагичлар бошқа ростлагичлардан илгарилаш бурчагининг катталиги билан фарқ қилади. Ростлагичнинг АФХ си XIV—4-расм, в да келтирилган. ПИД — ростлагичли АРС ўтиш жараёнининг эгри чизиғи XIV—4-расм, г да тасвирланган.

Дарак берувчи изодром ростлагичлар учта сошлаш параметрига эга; узатиш (кучайтириш) коэффициенти, изодром вақти ва дарак бериш вақти. Шу сошлаш параметрларини ўзгар-



14.4- расм. ПИД- рoстлагичнинг хaрактеристикалари:
 а — амплитуда- частота; б — фаза- частота; в — амплитуда- фаза;
 г — рoстлaш системасидaги ўтиш жараёни.

тириш билан рoстлaшнинг исталган сифaтигa эришилади. ПИД — рoстлагичлар рoстланувчи миқдорнинг қолдиқли четгa чиқишигa йўл қўйиб бўлмайдиган ва сезиларли кечикишгa эгa бўлган инерцион объектлардa қўлланилгaндa ўзини оқлайди.

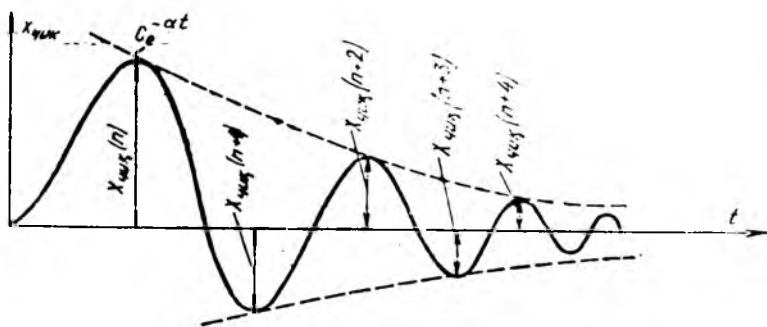
XIV.2- §. КЕНГАЙТИРИЛГАН ЧАСТОТА ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Рoстлaш жараёни рoстланаётган миқдор четгa чиқишининг минимал ўтиш жараёни тез сўнувчи ва қисқa муддатли бўлса, оптимал ҳисобланади. Бундан автоматик рoстлaш системаларининг турғунлигигa қўйиладиган талаблар, яъни мувозанатдан чиқарилган система яна мувозанат ҳoлатигa қайтишгa интилиши керак деган назария келиб чиқaди. Қўйидаги шарт бажарилса рoстлaш системаси турғунлик чегарасидa бўлади:

$$W_{об}(j\omega) \cdot W_p(j\omega) = 1;$$

бундa $W_{об}(j\omega)$ — рoстлaш объектининг амплитуда- фаза хaрактеристикаси;
 $W_p(j\omega)$ — автоматик рoстлагичнинг амплитуда- фаза хaрактеристикаси.

Автоматик рoстлaш системаларини тажрибадa қўллаш мумкинлигини аниқлаш учун фақат турғунлик чегарасини топиш-



14.5-расм. Автоматик ростлаш системасидаги типавий ўтиш жараёни.

нинг ўзи кифоя эмас, бунинг учун улар яна турғунлик запасига ҳам эга бўлишлари лозим. Амалий нуқтаи назардан АРС нинг вақтли характеристикаси тебранишини белгилайдиган мезон сифатида сўниш даражасидан фойдаланиш қулай.

Бир томонга йўналган иккита қўшни тебранишлар амплитудалари айирмасининг биринчисига нисбати *сўниш даражаси* Ψ деб аталади (XIV—5-расм).

$$\Psi = \frac{x_{чик}(n) - x_{чик}(n+2)}{x_{чик}(n)}$$

Агар система ўзгармас амплитуда билан сўнмас тебранишлар ҳосил қилса, у ҳолда сўниш даражаси нолга тенг бўлади; агар унинг ўтиш жараёни нодаврий бўлса, унда $\Psi=1$. IV—5-расмдан кўришиб турибдики:

$$x_{чик}(n+2) = x_{чик} \cdot e^{-aT} = x_{чик} e^{-2\pi \frac{a}{\omega}}$$

бу ерда a ва ω — системанинг характеристик тенглама илдиэларининг ҳақиқий ва мавҳум қисмлари:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Автоматик ростлаш системаларини ҳисоблаш учун кенгайтирилган частота характеристика усулидан фойдаланилади. Агар оддий частота характеристикаси объектнинг киришига синусоидал сўнмас ғалаёнланиш берилгандаги ҳолатини ифодаласа, кенгайтирилган частота характеристикаси эса объектнинг киришига синусоидал сўнувчи таъсирлар берилгандаги ҳолатини ифодаляди:

$$x_{кир} = (A_{кир} \cdot \sin \omega t) \cdot e^{-mt} \quad (\text{XIV} - 10)$$

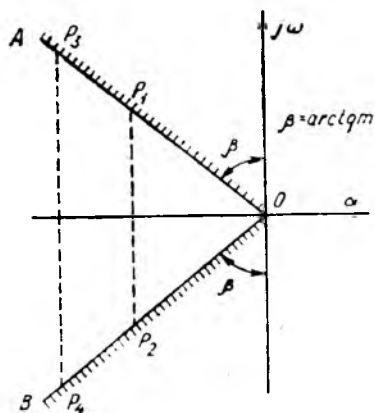
бунда $A_{кир}$ — киришининг синусоидал тебранишлари амплитудаси;
 ω — кириш таъсирларининг тебранишлар частотаси;
 m — жараённинг тебраниш даражаси.

(XIV — 10) тенглани қуйидаги шаклда ҳам ёзиш мумкин:

$$X_{\text{кир}} = A_{\text{кир}} \exp(-m\omega t) \cdot \exp(j\omega t) = A_{\text{кир}} \exp\{(-m\omega + j\omega)t\}$$

Тебраниш даражаси m ростлаш жараёнининг сифат мезони ҳисобланади ва у тебраниш тувчиларининг сўнишини характерлаб, $\frac{\alpha}{\omega}$ нисбатга тенг. Геометрик нуқтан назардан система характеристик тенгламасининг илдиэлари, XIV — 6-расмда кўрсатилгандек, β бурчакка тенг нурларда жойлашган. Бу расмдан:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\alpha}{\omega} = m$$



14. 6- расм. Система характеристик тенгламаси илдиэларининг комплекс текисликда жойлашиши.

Агар система характеристик тенгламасининг илдиэлари AOB бурчак ичида жойлашган бўлса, системанинг тебраниш даражаси m дан катта бўлади. Сўниш даражаси ψ билан тебраниш даражаси m орасида қуйидагича боғланиш бор:

$$\begin{aligned} \psi &= \frac{x_{\text{чик}}(n) - x_{\text{чик}}(n+2)}{x_{\text{чик}}(n)} = 1 - \frac{x_{\text{чик}}(n+2)}{x_{\text{чик}}(n)} = \\ &= 1 - \frac{A_{\text{кир}} \cdot e^{-m(2\pi + \omega t)}}{A_{\text{кир}} \cdot e^{-m\omega t}} = 1 - e^{-2\pi m}. \end{aligned} \quad (\text{XIV} - 11)$$

(XIV—11) ифодадаги боғланишни XIV—1-жадвалдан ҳам кўриш мумкин.

Кенгайтирилган частота характеристикаларини тажрибада аниқлаш анча қийин, шунинг учун амалда уни узатиш функциялари, дифференциал тенгламалар ёки оддий частота характеристикаларидан аналитик ёки график усуллар ёрдамида аниқланади. Бунда тебраниш даражасининг миқдори $m=0,22$ (ёки 0,366) қилиб танланади ва унга мос келган ўтиш жараёнининг сўниш даражаси $\Psi=0,750$ (ёки 0,900) олинади. Объектнинг кенгайтирилган частота характеристикасини қуришга керак бўлган ифодани олиш учун узатиш функциясидаги P ни комплекс ўзгарувчи $(-m\omega + j\omega)$ билан алмаштирилади. Кенгайтирилган частота характеристикасини $W(m, j\omega)$ кўринишда белгиланади. Кенгайтирилган частота характеристикасидан $m=0$ деб, оддий частота характеристикасига ўтиш мумкин. Агар автоматик ростлаш системасининг тенгламаси дифференциал шаклда берилган бўлса:

$$a_n \frac{d^n x_{\text{чик}}}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} x_{\text{чик}}}{dt^{n-1}} + \dots + a_0 x_{\text{чик}} =$$

$$= b_m \frac{d^m x_{\text{кир}}}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} x_{\text{кир}}}{dt^{m-1}} + \dots + b_0 x_{\text{кир}}. \quad (\text{XIV} - 12)$$

У ҳолда кенгайтирилган частота характеристикасини ҳисоблаш учун (XIV—12) тенгламада қуйидаги алмаштиришлар бажарилади:

$$x_{\text{кир}} = e^{-m\omega t} \cdot e^{-j\omega t}; \quad x_{\text{чик}} = e^{-m\omega t} \cdot e^{j(\omega t + \varphi)}$$

XIV — 1-жадвал

ψ	0,000	0,150	0,300	0,450	0,500	0,600	0,750
m	0,000	0,026	0,057	0,095	0,100	0,141	0,221
ψ	0,900	0,950	0,980	1,000			
m	0,366	0,478	0,623	∞			

Бу ҳолда кенгайтирилган частота характеристикасининг берилган ифодасини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$W(m, j\omega) = x_{\text{чик}} \cdot e^{j\varphi} = \frac{b_m \cdot \omega^m (j-m)^m + b_{m-1} \omega^{m-1}}{a_n \omega^n (j-m)^n + a_{n-1} \omega^{n-1}} \times$$

$$\times \frac{(j-m)^{m-1} + \dots + b_0}{(j-m)^{n-1} + \dots + a_0}.$$

Агар ростлаш объектнинг тажрибада олинган ўтиш эгри чизиги мавжуд бўлса, кенгайтирилган частота характеристикасини графоаналитик усулда тузиш мумкин.

Ўз-ўзидан тўғриланадиган объектларнинг кенгайтирилган АФХ сини қуйидаги формула билан ҳисобланади:

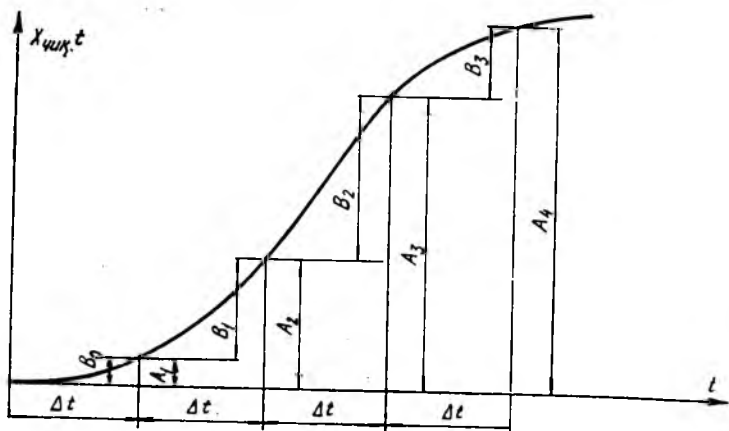
$$W(m, j\omega) = k_1 \cdot e^{j\varphi_1} \left[\sum_{k=0}^{\infty} e^{mk\pi\alpha} \cdot B \cdot k \cdot \cos \alpha k\pi - \right.$$

$$\left. - j \sum_{k=0}^{\infty} e^{mk\pi\alpha} \cdot B \cdot k \sin \alpha k\pi \right]; \quad (\text{XIV} - 13)$$

ўз-ўзидан тўғриланмайдиган объектлар учун эса:

$$W(m, j\omega) = k_2 e^{j\varphi_2} \left[\sum_{k=0}^{\infty} e^{mk\pi\alpha} \cdot D \cdot k \cdot \cos \cdot \pi\alpha - \right.$$

$$\left. - j \sum_{k=0}^{\infty} e^{mk\pi\alpha} \cdot D \cdot k \cdot \sin k\pi\alpha + B_0 \cdot e^{-m\pi\alpha + j\pi\alpha} \right]; \quad (\text{XIV} - 14)$$



14. 7- расм. Системанинг югуриш чизиғи бўйича кенгайтирилган амплитуда- фаза характеристикасининг қурилиши.

бунда $\alpha = \frac{\omega \Delta t}{\pi}$; Δt — вақт интервали; m — тебраниш даражаси ($m = 0,22$); $k = \Delta t, 2\Delta t, \dots$ вақт интервалларига тўғри келган ўтиш эгри чизиғи ординаталарининг номерлари.

Абсцисса ўқи тенг вақт интервалларига (Δt) бўлиниб, улардан ордината чизиқлари ўтказилади (XIV — 7- расм):

$$B_k = A_{k+1} - A_k;$$

$$D_k = B_{k+1} - B_k;$$

бунда $A_0 = 0$

Юқорида келтирилган (XIV — 13) ва (XIV — 14) формулаларда кенгайтирилган АФХ нисбий частотанинг $\alpha = \frac{\omega \Delta t}{\pi}$ функцияси бўлиб, у нолдан биргача ўзгаради (бу формулалар соддалаштириш мақсадида қилинган).

Агар системада соф кечикиш (τ_0) бўлса, у ҳолда юқоридаги формулаларнинг кўриниши қуйидагича бўлади:

$$W(m, j\omega) = k_1 \cdot e^{j\varphi_1} \left[\sum_{k=0}^{\infty} -e^{mk\pi\alpha} \cdot B \cdot k \cdot \cos k\pi\alpha - \right. \\ \left. - j \sum_{k=0}^{\infty} e^{mk\pi\alpha} \cdot B \cdot k \cdot \sin k\pi\alpha \right] \cdot e^{m\pi\alpha \frac{\tau_0}{\Delta t}}; e^{-j\alpha\pi \frac{\tau_0}{\Delta t}};$$

$$W(m, j\omega) = k_2 = e^{j\varphi_2} \cdot \left[\sum_{k=0}^{\infty} e^{mk\pi\alpha} \cdot D \cdot k \cdot \cos k\pi\alpha - \right.$$

$$-j \sum_{k=0}^{\infty} e^{mk\lambda} \cdot D \cdot k \cdot \sin k\lambda + b_0 e^{-m\lambda + j\lambda} \times \\ \times e^{\frac{\omega m T_0}{\Delta t}} \cdot e^{-j\alpha \frac{T_0}{\Delta t}}$$

XIV—2- жадвалда автоматик ростлагичларнинг кенгайтирилган АФХ сини ҳисоблаш формулалари келтирилган.

XIV.3-§. АВТОМАТИК РОСТЛАГИЧЛАР ОПТИМАЛ СОЗЛАНИШЛАРИНИНГ ҲИСОБИ

Автоматик ростлаш системаларида керакли ўтиш жараёнини таъминловчи автоматик ростлагичлар созланишини танлашнинг иккита йўли бор. Таъриба йўли билан ростлагичларнинг созланишини бевосита ростлаш объектларида танлаш кўп вақт талаб қилади ва, одатда, яхши натижа бермайди. Шу билан бирга ростлаш объектларида, амалда нагрузка тез-тез ўзгариб туриши сабабли ростлагичларнинг созланишини танлаш жуда қийин. Бундан ташқари, системанинг ҳаракат шароити ўзгариб турганда ростлагични қайта созлаш лозим.

14—2- жадвал

Ростлаш қонуллари	Ростлагичнинг кенгайтирилган АФХ сини ҳисоблаш формуласи
П	$W(m, j\omega) = S_1 \cdot e^{j\pi}$
И	$W(m, j\omega) = \frac{S_0}{\omega \sqrt{1+m^2}} \cdot e^{j \left(\frac{\pi}{2} - \arctg m \right)}$
ПИ	$W(m, j\omega) = \frac{1 \cdot (S_0 - m \omega S_1)^2 + (\omega S_1)^2}{\omega \sqrt{m^2 + 1}} \times e^{j \left(\frac{\pi}{2} - \arctg \frac{\omega S_1}{S_0 - m \omega S_1} - \arctg m \right)}$
ПИД	$W(m, j\omega) = \frac{\sqrt{(S_2 \omega^2 + S_1 m \omega - S_2 - m \omega^2 - S_0)^2 + (\omega S_1 - 2m \omega^2 S_2)^2}}{\omega \sqrt{m^2 + 1}} \times e^{j \left(\pi + \arctg \frac{S_2 \omega^2 + S_1 m \omega - S_2 m^2 \omega^2 - S_0}{\omega S_1 - 2m \omega^2 S_2} - \arctg m \right)}$

Ростлагичлар созланишини автоматик ростлашнинг аналитик ёки графоаналитик усуллари анча енгил бўлиб, бунда ҳисоблаш автоматик ростлагичлар учун энг «ноқулай» шароитларда амалга оширилади. Бу ҳолда ростлагичнинг созланишлари ростлаш объекти нагрузкаларининг тебранишлари, авто-

матик система ишлаш шароитининг ўзгариши ва бошқа таъсирларда ҳам ростлаш системасининг ишини таъминлайди. Автоматик ростлагичларнинг оптимал созланиш ҳисобининг энг тарқалган муҳандислик усулларидан бирида жараённинг берилган тебраниш даражаси (m) ни топиш учун қуйидаги ифода дастлабки шартдир:

$$W_{ос}(m_1, j\omega) \cdot W_p(m_1, j\omega) = 1 \quad (\text{XIV—15})$$

Кўрииб турибдики, бу шарт берк система турғунлик чегарасининг тенгламасига ўхшаш. (IV—15) шартнинг бажарилиши учун вектор модулларининг кўпайтмаси бирга тенг бўлиши, фазалар фарқининг миқдори эса 2π бўлиши лозим.

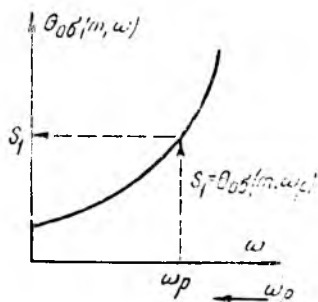
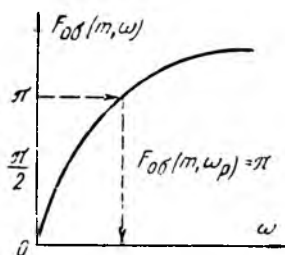
Шундай қилиб, автоматик ростлагичларнинг созланиш параметрларини аниқлашда ростлагичнинг шундай созланишларини ҳисоблаш керакки, улар берилган ростлаш объекти ва тебраниш даражаси учун (XIV—15) шартнинг бажарилишини таъминласин.

Агар $Q_{ос}(m, \omega)$ орқали объектнинг инверсли кенгайтирилган амплитуда-частота характеристикасини, $F_{ос}(m, \omega)$ билан эса кенгайтирилган фаза-частота характеристикасини белгиласак, у ҳолда ростлаш объектининг кенгайтирилган АФХ сини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$W_{ос}(m, j\omega) = \frac{1}{\theta_{ос}(m, \omega)} e^{-iF_{ос}(m, \omega)} \quad (\text{XIV—16})$$

Ростлаш объектининг автоматик ростлагичлар билан ишлаши мумкинлигини кўрсатувчи автоматик ростлаш системаларининг бир неча вариантларини кўриб чиқамиз; шунингдек, бу ростлагичларнинг созлаш параметрларини топишнинг йўлларини аниқлаймиз. Барча ҳолларда ҳам ростлаш объектининг кенгайтирилган амплитуда-фаза характеристикаси ва жараённинг тебраниш даражаси (m) маълум деб ҳисобланади.

П — ростлагичли АРС. Статик ростлагичнинг изланаётган созлаш параметрини аниқлаш учун (XIV—15) тенгламага (XIV—16) ифодани ва ростлагичнинг кенгайтирилган АФХ нинг қийматини (XIV—2-жадвал) киритиб қуйидаги тенгламани оламиз:



14.8- расм. (XIV—17), (XIV—18) тенгламаларнинг графикавий ечилиши.

$$F_{06}(m, \omega_p) = \pi \quad (\text{XIV—17})$$

$$\theta_{06}(m, \omega_p) = S \quad (\text{XIV—18})$$

(XIV—17) ва (XIV—18) тенгламалардан ростлагич соzлаш параметрининг дастлабки қиймати (S_1) ни ва ўтиш жараёнининг энг ёмон сўнувчи қисмининг частотасини график усул билан аниқлаш қулай. Бу тенгламаларни график усулда ҳал этиш тартиби XIV—8-расмда кўрсатилган. Бунинг учун ростлаш объектнинг кенгайтирилган фаза-частота ва кенгайтирилган инверсли амплитуда-частота характеристикалари кўрилади. Кенгайтирилган ФЧХ дан ω_1 частота топилади ва бу частота ёрдамида объектнинг кенгайтирилган инверсли АЧХ графигидан ростлагич соzлаш параметрининг қиймати аниқланади:

ПИ ростлагичли АРС. Изодром ростлагичлар учун куйидаги тенглама ўринлидир:

$$\theta_{06}(m, \omega) = \frac{\sqrt{(S_0 - S_1 \cdot m \cdot \omega)^2 + (\omega S_1)^2}}{\omega \sqrt{1 + m^2}}; \quad (\text{XIV—19})$$

$$F_{06}(m, \omega_p) = \frac{\pi}{2} + \arctg \frac{\omega S_1}{S_0 - m \omega S_1} - \arctg m. \quad (\text{XIV—20})$$

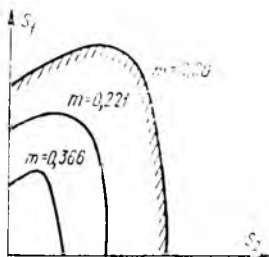
(XIV—19) ва (XIV—20) тенгламаларни биргаликда ечиб, ПИ—ростлагичларнинг дастлабки соzлаш параметрларини ифодалайдиган формулаларни олаимиз:

$$s_0 = \omega(m^2 + 1) \cdot \theta_{06}(m, \omega) \cdot \sin F_{06}(m, \omega);$$

$$s_1 = \theta_{06}(m, \omega) \cdot [\sin F_{06}(m, \omega) - \cos F_{06}(m, \omega)].$$

Соzлаш параметрларининг текислиги деганда абсцисса ва ордината ўқларига ростлагичнинг соzлаш параметрлари миқдори қўйилган координаталарнинг тўғри бурчакли системалар текислиги тушунилади. Частота ω га турли миқдорлар берилиб, соzлаш параметрлари текислигида тебранишнинг тенг даражали эгри чизиқлари қурилади.

XIV—9-расмда ПИ-ростлагич соzлаш параметрларининг текислиги ва тебранишнинг тенг даражали эгри чизиғи кўрсатилган. Агар s_0 параметр нолга тенг бўлса, биз статик ростлагичга эга бўламиз; автоматик ростлаш системасининг ўтиш жараёни эса ростланаётган катталикнинг қолдиқ нотекислиги борлиги билан характерланади. Бу ҳолга тебранишнинг тенг даражали эгри чизигининг охириги ўнг томондаги нуқталари тўғри келади. Агар ростлагичнинг соzланиши s_0 нолга яқин бўлса, ростлаш системаси ўтиш жараёнининг охириги қисмини чўзилганлиги билан характерланади ва бу қолдиқ тенг нотекисликнинг сустлик билан йўқо-



14.9-расм. ПИ-ростлагичнинг параметрлар текислигида тенг даражали тебраниш эгри чизиқлари.

тилишининг натижасидир. Агар созлаш параметрининг миқдори s_0 ни яна оширсак, система вақт характеристикасининг охириги қисми яхшиланади, ammo тебраниш частотаси камаяди ва ростлаётган катталикнинг четга чиқиш амплитудаси ошади. Ростлагич созлаш параметрларининг қиймати тебранишнинг тенг даражали эгри чизиғидаги экстремал нуқтага мос келгунча созлаш жараёнининг сифати ортиб боради. Созлаш параметри s_1 нинг камайиши ростлагичнинг тез ишлашини камайтиради ва ростлаш жараёнининг динамик хатосини оширади. Тебранишнинг тенг даражали эгри чизиғида ўнгдан чапга ҳаракат қилинганда ўтиш жараёнининг эгри чизиғи остидаги юза ортади. Бундан ташқари, ростлагич созлаш параметрлари s_0 ва s_1 нинг кичик қийматларида ўтиш жараёнининг вақти каттадир.

Шундай қилиб, берилган сўниш даражаси ва ўтиш жараёнининг минимал юзасини таъминловчи ростлагичнинг оптимал созлаш параметрлари тебранишнинг тенг даражали эгри чизиғининг ўнг тарафида ва экстремум нуқтасига яқин бўлиши лозим.

ПД-ростлагичли АРС. Ростлаш системасида қуйидаги узатиш функциясига эга бўлган ПД — ростлагич бўлсин деб фараз қилайлик:

$$W_p(p) = -(s_1 + s_2 p)$$

Б: ҳолда, ПИ — ростлагичлардаги каби дастлабки тенгламага эга бўламиз:

$$s_1 = \theta_{06}(m_1 \omega) \{m \sin [F_{05}(m, \omega) - \pi] + \cos [F_{05}(m, \omega) - \pi]\};$$

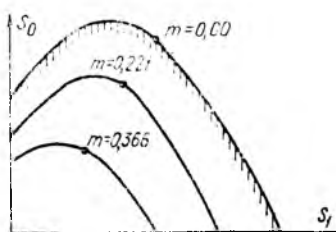
$$s_2 = \frac{1}{\omega} \theta_{05}(m, \omega) \sin [F_{06}(m, \omega) - \pi].$$

Частота ω га турли миқдорлар бериб, ростлагичнинг созлаш параметрлари текислигида (XIV—10-расм) берилган миқдор учун тебранишнинг тенг даражали эгри чизиғи қурилади. XIV—10-расмда типавий созлаш объектлари учун тебранишнинг тенг даражали эгри чизиғи тасвирланган бўлиб, унда $m = 0$ ва $m = 0,221$ га тенг.

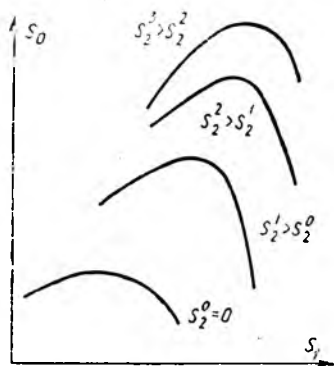
ПД-ростлагичлар учун ростлашнинг статик хатоси характерлидир ва бу хатони $\Delta x_{\text{чик}}(\text{ст})$ формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta x_{\text{чик}}(\text{ст}) = \Delta x_{\text{кир}} \frac{K_{06}}{1 + K_{06} s_1}, \quad (12-21)$$

бунда $\Delta x_{\text{кир}}$ — поғонасимон кириш таъсирининг амплитудаси; s_1 — ростлагичнинг кучайтириш коэффициентини; K_{06} — ростлаш объектнинг кучайтириш коэффициентини. (XIV—21) формулани П — ростлагичлар учун ҳам қўллаш мумкин.



14.10-расм. ПД-ростлагичнинг параметрлар текислигида тенг даражали тебраниш эгри чизиқлари.



14.11-расм. ПИД-ростлагичнинг параметрлар текислигида тенг даражали тебраниш эгри чизиқлари.

бунда

$$\lambda = F_{oc}(m, \omega) + \arctg m - \pi$$

Бу иккита тенгламадан учта номаълум сошлаш параметрларини аниқлаш лозим. Бунинг учун S_2 га турли қийматлар берилади ҳақда ҳар бир қиймат учун S_1 ва S_0 параметрларнинг икки ўлчамли текислигида тебранишнинг тенг даражали эгри чизиғи қурилади (XIV—11-расм). Ҳар бир эгри чизиқ учун S_1 ва S_0 параметрлар топилди. Аниқланган S_2 , S_1 ва S_0 параметрлардан ўзини жараёнлари қурилиб, олинган вақт характеристикалари ўзаро таққосланади, сўнг-ра ростлагич сошлаш параметрларини оптимал танлаш нуқтани назаридан маълум бир ҳулоса чиқарилади.

XIV.4-§. РОСТЛАГИЧНИНГ ОПТИМАЛ СОЗЛАНИШЛАРИНИ РОСТЛАШ ОБЪЕКТИНИНГ АФХ СИДАН АНИҚЛАШ

Автоматик ростлаш системаларининг синтезида системада маълум турғунлик захираси бўлишига интилинади. Системанинг турғунлик захираси ҳақида (системада частота характеристикалари мавжуд бўлганда) очиқ система АФХ сининг координаталари $(-1, j0)$ бўлган нуқтадан қанчалик узоқлигига қараб фикр юритилади. Бу ҳолда модуль бўйича ва фаза бўйича турғунлик захираси каби тушунчалардан фойдаланилади.

Модуль бўйича турғунлик захираси деб, очиқ система АФХ сининг манфий ҳақиқий ўқ билан кесишган нуқта-сидан координаталари $(-1, j0)$ бўлган нуқта оралиғидаги кесим тушунилади (XIV—12-расм). Бу кесим қанчалик катта бўлса, турғунлик чегарасидан чиқиб учун очиқ система АФХ сининг модули ҳам катта миқдорга ўзгариши керак.

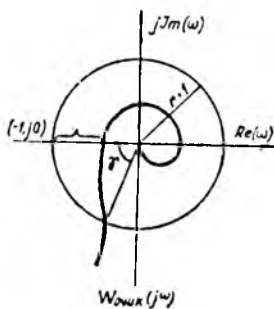
Пропорционал-дифференциал ростлагич сошлаш параметрининг максимал қийматида статик хато минимал бўлади. Шунинг учун ростлагичнинг сошлаш параметрлари текислигида оптимал қиймат сифатида тебранишнинг тенг даражали эгри чизиғида экстремал нуқта олинади.

ПИД-ростлагичли АРС. Ростлаш системасида учта сошлаш параметрларига эга бўлган астатик ростлагичлардан фойдаланилганда ҳисоблаш учун дастлабки тенгламалар ишлатилади:

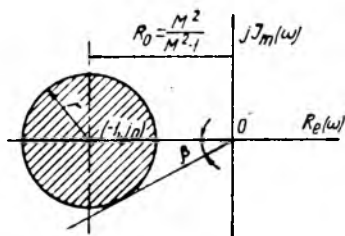
$$S_0 = \omega \theta_{oc}(m, \omega) \sqrt{1 + m^2} [m \cos \gamma - \sin \gamma] + S_2 \omega^2 (1 + m^2);$$

$$S_1 = \theta_{oc}(m, \omega) \sqrt{1 + m^2} \cdot \cos \lambda + 2S_2 m \omega$$

Фаза бўйича турғунлик захираси деб, манфий ҳақиқий ўқ билан координата бошидан радиуси $r=1$ бўлган айлананинг очиқ система АФХ си билан кесишган нуқтасига ўтказилган нур орасидаги α бурчакка айтилади. Бу кўрсаткич (очиқ система АХВ сининг модули ўзгармаган ҳолда) турғунлик чегарасидан чиқиш учун фаза бўйича чекланиш қандай миқдорга ошиши кераклигини белгиловчи ўлчамдир.



14.12- рasm. Модуль ва фаза бўйича турғунлик захирасини баҳолаш.



14.13- рasm. M — тебраниш кўрсаткичининг берилган қийматга эга бўлган «тақиқланган» айланаси.

Етарли турғунлик захирасига эга бўлиш учун координата бошидан $R_0 = \frac{M^2}{M^2-1}$ масофада ётган нуқтадан радиуси $r = \frac{M}{M^2-1}$ га тенг «тақиқланган» айлана ичига очиқ системанинг АФХ си кирмаслиги керак (XIV—13- рasm). Бу ерда $M = \text{const}$ — тебраниш кўрсаткичи бўлиб, берк система амплитуда-частота характеристикасининг максимумини частотаси $\omega = 0$ бўлган қийматга нисбатини кўрсатади. M катталиқ очиқ системанинг АФХ си координаталари $(-1, j0)$ бўлган нуқтадан узоқлигини характерлайди. Бошқача қилиб айтганда, тебраниш кўрсаткичи M текшириладиган системанинг турғунлик захираси катталигини характерлайди. XIV—13- рasmдан кўриниб турибдики C модуль бўйича системанинг турғунлик захирасини қуйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин:

$$C = 1 - (R_0 - r) = 1 - \left(\frac{M^2}{M^2-1} - \frac{M}{M^2-1} \right) = \frac{M-1}{M^2-1}.$$

Фаза бўйича системанинг турғунлик захираси қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\lambda = \arccos \left(1 - \frac{1}{2M} \right).$$

XIV—3-жадвалда сўниш даражаси Ψ нинг турли қийматлари учун ёпиқ система АФХ сининг максимуми, модуль C ва фаза λ бўйича турғунлик захиралари берилган.

Агар тебраниш кўрсаткичининг қиймати $M=1,1...1,6$ бўлса,

автоматик ростлаш системаси етарли турғунлик захирасига эга деб ҳисобланади. Манфий ҳақиқий ўқ ва координата бошида радиусли «тақиқланган» айланага ўтказилган уринма орасидаги бурчак β қуйидагига тенг:

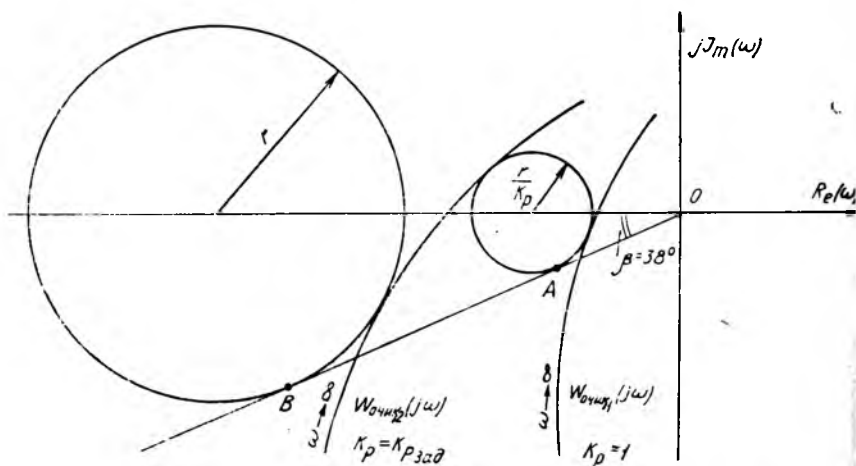
$$\beta = \arcsin \frac{r}{R_0} = \frac{M^2 - 1}{M^2 - 1} = \frac{1}{M}$$

Ростлагичнинг оптимал созлаш параметрларини графоаналитик усул билан аниқлаш методи очиқ система АФХ си «тақиқланган» айланага уриниб турган ҳолда автоматик ростлагичнинг кучайтириш коэффициентини топишдан иборат. Одатда системанинг турғунлик захираси модуль бўйича $C = \frac{M-1}{M^2-1} = 0,38$ ва фаза бўйича $\lambda = \arccos \left(1 - \frac{1}{2M}\right) = 36^\circ$ бўлишини таъминловчи очиқ системанинг АФХ сининг максимуми катталиги асосида ҳисобланади. Бу ҳол учун:

$$\Gamma = \frac{M}{M^2 - 1} = \frac{1,2}{1,62^2 - 1} = 1$$

$$\beta = \frac{1}{1,62} = 38^\circ$$

П-ростлагичли АРС. Таркибга статик ростлагич кирган ростлаш системасининг созлаш параметрини ҳисоблаш учун ростлагич кучайтириш коэффициентининг шундай катталигини топиш керакки, бунда берилган тебраниш кўрсаткичи M га мос келувчи айланага очиқ система-



14.14- расм. Ростлаш объектнинг амплитуда-фаза характеристикаси бўйича статик ростлагич кучланиш коэффициентининг берилган қийматини (K_p вер) аниқлаш.

нинг АФХ си уринсин. Бунда ҳисоблаш тартиби куйидагича бўлади. Кучайтириш коэффициентни бирга тенг бўлган ва П-ростлагичи бўлган очиқ системанинг АФХ си қурилади. Бу характеристика объектнинг АФХ си билан мос ($S_1 = 0$). Сўнг радиуси қабул қилинган тебраниш кўрсаткичи M га тенг ва маркази координата бошидан ҳақиқий манфий ўқ бўйича $R_0 = \frac{M^2}{M^2 - 1}$ масофада бўлган «тақиқланган» айлана чизилади.

Кейин эса бир вақтнинг ўзида очиқ система АФХ сига ва ҳақиқий манфий ўққа $\beta = 38^\circ$ бурчак остида координата бошидан ўтказилган нурга уринувчи, шунингдек, маркази ҳақиқий ўқда ётувчи айлана танланади ва чизилади (14.14-расм). Бу айлананинг радиуси талаб қилинган қиймат $\frac{M}{M^2 - 1}$ дан фарқ қилади. Улар тенг бўлиши учун эса, ростлаш объектнинг АФХ сини ростлагичнинг кучайтириш коэффициенти K_p га кўпайтириш лозим. Бу коэффициентнинг катталиги қуйидаги шартдан олинади:

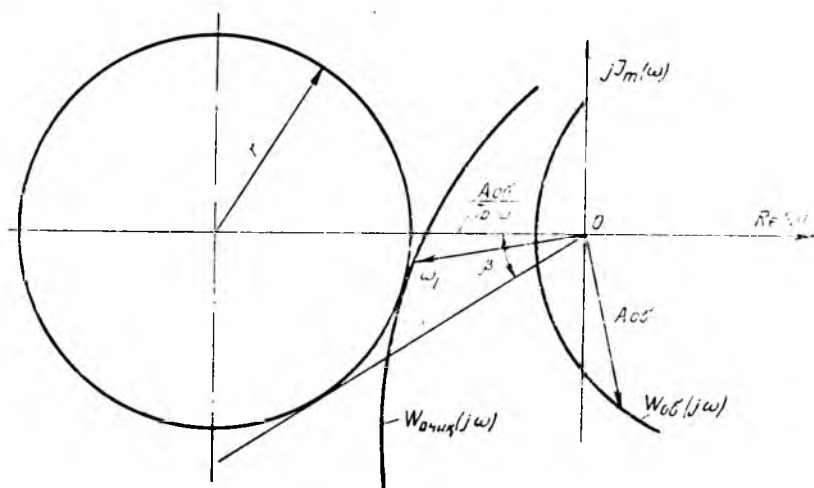
$$r \cdot K_p = \frac{M}{M^2 - 1}$$

бундан

$$K_p = \frac{M}{M^2 - 1} \cdot \frac{1}{r} = \frac{1,62}{1,62^2 - 1} \cdot \frac{1}{r} = \frac{1}{r}.$$

Демак, статик ростлагичнинг оптимал кучайтириш коэффициенти маркази ҳақиқий манфий ўқда ётувчи айлана радиуси r нинг тескари катталигига тенг.

И — ростлагичли АРС. Таркибига И — ростлагич кирган ростлаш системасининг сошлаш параметрларн қуйидаги метод бўйича аниқланади. Ростлагичнинг узатиш функцияси:



14.15-расм. Ростлаш объектнинг И-ростлагичли амплитуда-фаза характеристикаси бўйича ўтказиш коэффициентини аниқлаш.

$$W_p(P) = \frac{K_p}{T_p P}$$

Бу ҳолда ростлагичнинг амплитуда-фаза характеристикаси қуйидаги кўринишга келади:

$$W_p(j\omega) = \frac{K_p}{T_p j\omega}$$

Объектнинг АФХ си қурилади (XIV—15-расм) ва $K_p = 1$ деб, $K_p = T_p$ нинг қандайдир қийматлари учун очиқ системанинг амплитуда-фаза характеристикаси қурилади:

$$W_{oc}(j\omega) = W_{oc}(j\omega) \cdot W_p(j\omega) = \frac{W_{oc}(j\omega)}{j\omega T_p} = \frac{W_{oc}(j\omega)}{\omega T_p} e^{-j\frac{\pi}{2}} \quad (\text{XIV—22})$$

XIV—22 ифодадан кўришиб турибдики, K_p ва T_p да очиқ системанинг АФХ сени қуриш учун ростлаш объекти АФХ сининг ҳар векторини $W_{oc}(j\omega)$ манфий йўналишда соат стрелкасининг ҳаракати бўйича $\frac{\pi}{2}$ бурчакка буриш ва узунлигини (ωT_p) марта камайтириш лозим (XIV—15-расм). Координаталар бошидан ҳақиқий манфий ўққа $\beta = \arcsin \frac{1}{M} = \arcsin \frac{1}{1,62} = 38^\circ$ бурчак остида нур ўтказилади ва бир вақтнинг ўзида нур билан очиқ система АФХ си $W_{oc}(j\omega)$ га тегиб турадиган, шунингдек, маркази ҳақиқий манфий ўқда бўлган айлана чизилади. Қурилган айлананинг радиуси ўлчанади ва қуйидаги формуладан ростлагичнинг созланиши топилади:

$$s_1 = \frac{K_p}{T_p} = \frac{1}{T_p} \cdot \frac{1}{r}$$

ПИ-ростлагичли АРС. Изодром ростлагичнинг оптимал созлаш параметрларини аниқлаш тартибини кўриб чиқамиз. Дастлаб ростлаш объекти $W_{oc}(j\omega)$ нинг амплитуда-фаза характеристикаси қурилади.

14-3-жадвал

ψ	M	C	γ
0,65	3,09	0,25	19
0,70	2,70	0,28	21°
0,75	2,38	0,30	24°
0,80	2,09	0,33	28°
0,85	1,80	0,36	32°
0,90	1,55	0,39	38°
0,95	1,29	0,44	45°

Сўнг $K_p = 1$ деб, изодром вақти $T_{из}$ нинг қийматлари учун очиқ система $W_{oc}(j\omega)$ нинг АФХ си чизилади. ПИ — ростлагичли очиқ

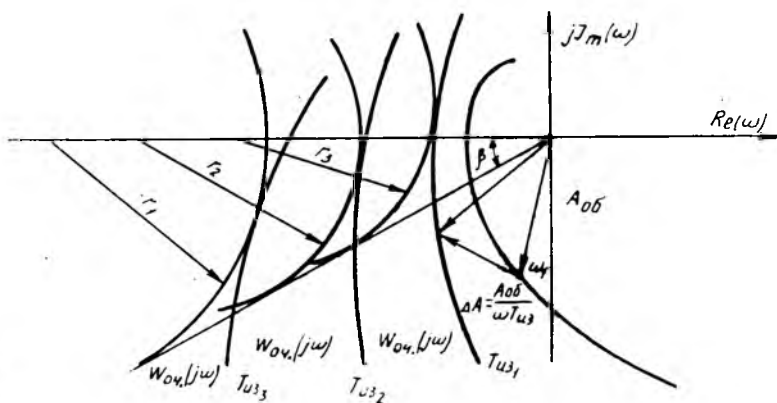
система $W_{oc}(j\omega)$ нинг амплитуда-фаза характеристикасининг кўриниши қуйидагича:

$$\begin{aligned} W_{oc}(j\omega) &= W_{oc}(j\omega) \cdot W_p(j\omega) = W_{oc}(j\omega) \cdot K_p \left(1 + \frac{1}{j\omega T_{из}}\right) = \\ &= W_{oc}(j\omega) \left(1 + \frac{1}{j\omega T_{из}}\right) = W_{oc}(j\omega) - j \frac{W_{oc}(j\omega)}{\omega T_{из}} = \\ &= W_{oc}(j\omega) = \frac{W_{oc}(j\omega)}{\omega T_{из}} \cdot e^{-i \frac{\pi}{2}}; \end{aligned} \quad (XIV - 23)$$

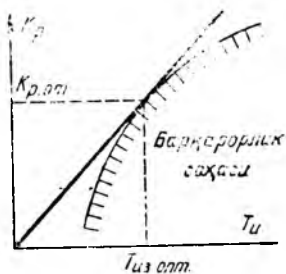
бунда $K_p = 1$

(XIV—23) ифодадан очиқ системанинг АФХ сини қуриш қондаси келиб чиқади: $K_p = 1$ ва $T_{из}$ нинг қандайдир берилган қийматида $W_{oc}(j\omega)$ нинг АФХ сини қуриш учун созлаш объекти АФХ сининг ҳар бир векторига манфий йўналишда (соат стрелкаси ҳаракати бўйича) $\frac{\pi}{2}$ бурчакка бурилган, модули $\Delta A = \frac{A_{об}}{\omega T_{из}}$ бўлган вектор а л гебраик равишда қўшилади. Бунда $A_{об}$ — ростлаш объекти амплитуда-фаза характеристикаси векторининг модули

Очиқ системанинг АФХ сини қуриб бўлгандан сўнг, ҳақиқий ўққа $\beta = \arcsin \frac{1}{M} = 38^\circ$ бурчак остида координаталар бошидан нур ўтказилади. Бир вақтнинг ўзида нурга ва изодром вақти $T_{из}$ нинг маълум қийматларига мос бўлган очиқ система АФХ ларига тегиб турадиган, шунингдек, марказлари ҳақиқий манфий ўқда бўлган айланалар чизилади. Қурилган «тақиқланган» айланаларнинг радиуслари ўлчаниб, $T_{из}$ нинг ҳар бир қиймати учун ростлагичнинг кучай-



14.16- расм. ПН-ростлагичли очиқ системанинг $T_{из}$ нинг турли миқдорлари учун амплитуда-фаза характеристикаларини қуриш.



14.17-расм. ПИ-ростлагичнинг созланиш параметрлари текислигидаги турғунлик чегараси ва ростлагичнинг оптимал $K_{ропт}$ ҳамда $T_{нз\ опт}$ созланишлари учун мос келадиган нуқтасини топиш.

қурилиб, координаталар бошидан бунга уринма ўтказиш керак. Ҳосил бўлган нуқта ПИ—ростлагичнинг оптимал созлаш параметрларининг координаталарини беради.

ПИД-ростлагичли АРС. Ростлаш объекти билан бирлаштирилган ПИД—ростлагичнинг оптимал созларини аниқлаш тартиби қуйидагича. Дастлаб ростлаш объектининг АФХ си қурилади. Сўнг, дарак берувчи вақт (T_D) ни изодром вақтнинг ярмига тенг қилиб олиб ($T_D = 0,5 T_{нз}$), $K_p = 1$ учун очиқ системанинг амплитуда-фаза характеристикаси $T_{нз}$ нинг бир неча киймати учун чизилади:

$$W_{оч}(j\omega) = W_{ос}(j\omega) \cdot W_p(j\omega) = W(j\omega) \cdot K_p \cdot \left(1 + \frac{1}{j\omega T_{нз}} + j\omega T_D\right) = W_{ос}(j\omega) \left(1 + \frac{1}{j\omega T_{нз}} + j\omega T_D\right) = W_{ос}(j\omega) + W_{ос}(j\omega) \cdot \left(\frac{1}{\omega T_{нз}} - \omega T_D\right) e^{-j\frac{\pi}{2}}$$

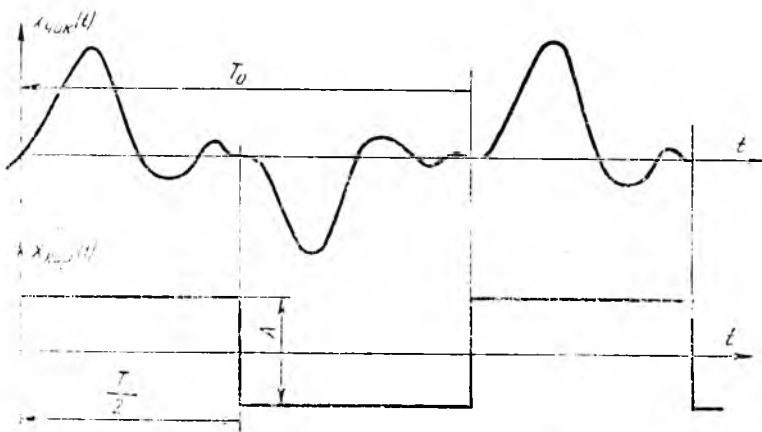
бунда $K_p = 1$.

Шундай қилиб, очиқ ростлаш системасининг амплитуда-фаза характеристикасини қуриш учун ростлаш объекти АФХ си $W_{ос}(j\omega)$ нинг ҳар бир векторига манфий йўналишда соат стрелкаси ҳаракати бўйича $\frac{\pi}{2}$ бурчакка бурилган ва модули $\Delta A = A_{ос} \left(\frac{1}{\omega T_{нз}} - \omega T_D\right)$ бўлган вектор қўшилади. ПИД—ростлагичларнинг созлаш параметрларини аниқлаш тартибининг давоми ПИ-ростлагичларнинг оптимал созлаш параметрларини аниқлаш методига ўхшашдир.

XIV.5-§. АВТОМАТИК РОСТЛАШ СИСТЕМАСИ УТИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ҚУРИШНИИГ ЧАСТОТА УСУЛИ

Синтез қилинаётган АРС динамик ҳисобининг тўғрилигига ишонч ҳосил қилиш учун ростлаш системасининг ижро этувчи механизмнинг бошқарув органи томонидан поғонасимон таъсир натижасида, ўтиш жараёнининг графигини қуриш мақсадга мувофиқдир. Баъзан ростлаш жараёнини текширганда ростлаш системасининг киришига топшириқ поғонасимон ўзгартириб киритилади.

АРС нинг ўтиш жараёни эгри чизигидан ростланаётган катталикнинг максимал динамик четга чиқиши, ростлашнинг статик хатоси, ўта ростлаш катталиги, ростлаш вақти ва шу каби ростлашнинг сифат кўрсаткичлари ҳақида фикр юритиш мумкин. Олинган маълумотлар берилган кўрсаткичлар билан таққосланади. Ўтиш жараёнларини қуришнинг жуда кўп усуллари мавжуд бўлиб, ҳар қандай даражали чизиқли системалар учун ўтиш жараёнларини қуришнинг содда йўли бўлган Акульмин усулини кўриб чиқамиз. XIV—18-расмда даври T_0 бўлган ўтиш жараёнининг иккиланганига тенг даврий функциянинг қандайдир элементи системанинг чиқишида ўрганилаётган ўтиш жараёни сифатида берилган. Агар киришдаги поғонасимон ғалаёнланишли таъсирни Фурье қаторига ёйсақ, қуйидагини оламиз:



14.18-расм. Системанинг $X_{\text{чир}}(t)$ чиқишдаги ўтиш жараёни.

$$x_{\text{кир}}(t) = \frac{2A}{\pi} \left(\sin \omega_0 t + \frac{1}{3} \sin 3\omega_0 t + \frac{1}{5} \sin 5\omega_0 t + \dots \right);$$

бунда $x_{\text{кир}}(t)$ система киришидаги ғалаёнланиш; A — поғонасимон ғалаёнланиш амплитудаси:

$$\omega = \frac{2\pi}{T_0}$$

T_0 — функциянинг ёйилиш даври, ростлаш системасининг ўтиш жараёнларидан тузилган. Чизикли системалар учун ўтиш жараёнини Фурьенинг қуйидаги катори билан ифодалаш мумкин:

$$x_{\text{чик}}(t) = \frac{2A}{\pi} \{ A(\omega_0) \sin[\omega_0 t + \varphi(\omega_0)] + \frac{1}{3} A(3\omega_0) \sin$$

$$\cdot [3\omega_0 t + \varphi(3\omega_0)] + \frac{1}{5} A(5\omega_0) \sin [5\omega_0 t + \varphi_5(5\omega_0)] + \dots \}; \quad (\text{XIV—24})$$

бунда $A(\omega_0)$; $A(3\omega_0)$, ... — ω_0 , $3\omega_0$, ... частоталар система АЧХ сининг қийматлари;

$\varphi(\omega_0)$; $\varphi(3\omega_0)$, ... — ω_0 , $3\omega_0$, частоталар учун ФЧХ сининг қийматлари.

Агар система кесилиш частотасини $\omega_{\text{кес}}$ орқали белгиласак, у ҳолда даврий функциянинг ёйилиш даври T_0 умумий кўринишда қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$T_0 = \frac{4\pi}{\omega_{\text{кес}}} \quad (\text{XIV—25})$$

Хусусий ҳолда, яъни жараённинг тебраниш даражаси $m = 0,221$ бўлганда ёйилиш даври қуйидагига тенг:

$$T_0 = 6T_{\xi}$$

$T_p = \frac{2\pi}{\omega_p}$ эканлигини ҳисобга олсак:

$$T_0 = 6 \left(\frac{2\pi}{\omega_p} \right) \quad (\text{XIV—26})$$

Шундай қилиб, берк ростлаш системасининг ўтиш жараёнини Акульмин усули бўйича қуриш учун ростлагичнинг топилган оптимал созланишларининг ҳисоби бўйича (XIV—26) формуладан функциянинг ёйилиш даври (T_0) топилади. Агар берк системанинг амплитуда-фаза характеристикасига эга бўлсак, у ҳолда ёйилиш даври T_0 (XIV—25) формула орқали топилади. Сўнг кесилиш частотасигача

$$\omega_0, 3\omega_0, 5\omega_0, \dots \text{ учун } A(\omega_0); A(3\omega_0); A(5\omega_0) \dots \\ \text{ва } \varphi(\omega_0); \varphi(3\omega_0); \varphi(5\omega_0) \dots$$

(XIV—24) формулага қўйиб, турли вақтларда ростлаш объекти чиқиш катталигининг қийматлари ҳисобланади.

XV боб. АВТОМАТЛАШТИРИШНИНГ ТЕХНИК ВОСИТАЛАРИ

XV.1-§. АВТОМАТИК РОСТЛАГИЧЛАРНИНГ ТАСНИФИ

Автоматик ростлагичлар саноатнинг турли соҳаларида технологик жараёнларни автоматлаштиришда кенг ишлатиладиган техник воситалардан ҳисобланади. Ростлагичларни тасниф-

лаш ростланувчи миқдорнинг тури, ростлагичнинг иш усули, ишлатиладиган энергия тури, ижро этувчи механизмнинг ростловчи органига кўрсатиладиган таъсирнинг характери, ростлагич ишининг характеристикаси (ростлаш қонуни) каби хусусиятларга асосланади.

Ростланувчи миқдорнинг турига кўра ростлагичлар қуйидагиларга бўлинади: босим, сарф, температура, сатҳ, намлик ва ҳоказоларни ростлагичлар. Ишлаш усулига кўра бевосита ва билвосита таъсир қилувчи ростлагичлар мавжуд. Ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ишга тушириш учун ростланувчи объектдан олинган энергиянинг ўзи билан ишловчи ростлагичлар бевосита таъсир қилувчи ростлагич деб аталади. Агар ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ишга тушириш учун қўшимча энергия керак бўлса, билвосита таъсир қилувчи ростлагичлар ишлатилади. Фойдаланиладиган энергия турига кўра ростлагичлар электр, пневматик, гидравлик ва аралаш (электр-пневматик, пневмо-гидравлик ва ҳоказо) ростлагичларга бўлинади.

Ижро этувчи механизмнинг ростловчи органига кўрсатиладиган таъсирнинг характери жиҳатидан ростлагичлар узлукли ва узлуксиз ишловчи бўлади. Узлукли ишловчи ростлагичларда ижро этувчи механизмнинг фақат ростловчи органи ростланувчи миқдорнинг узлуксиз муайян қийматида ҳаракат қилади. Узлуксиз ишловчи ростлагичларда эса ижро этувчи механизмнинг ростловчи органи ростланувчи миқдорнинг узлуксиз ўзгариш ҳолатида узлуксиз ҳаракат қилади.

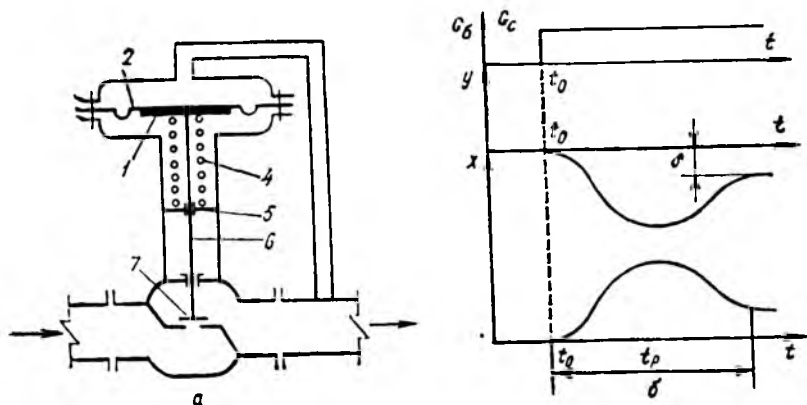
Ростланувчи миқдорнинг ўзгариши ва ростловчи таъсир ўртасидаги боғланиш (ёки ижро этувчи механизм ростловчи органининг ҳаракати), яъни ростлаш қонуни назарда тутилган иш характеристикасига кўра ростлагичлар позицион, интеграл (астатик), пропорционал (статик), изодром (пропорционал-интеграл), пропорционал-дифференциал (олдиндан таъсир этувчи статик), пропорционал-интеграл-дифференциал (олдиндан таъсир этувчи изодром) бўлади.

Росталанувчи миқдорни вақт давомида талаб қилинган чегарада сақлаб туриш жиҳатидан ростлагичлар стабилловчи, дастурли ва кузатувчи ростлагичларга бўлинади. Стабилловчи ростлагичлар ростланувчи миқдорнинг берилган қийматга (маълум даражадаги хато билан) тенглашишини таъминлайди. Дастурли ростлагичлар махсус дастурли топшириқ бергич ёрдамида ростланувчи миқдорнинг вақт бўйича аввалдан маълум бўлган дастур (қонун) бўйича ўзгаришини таъминлайди. Бу дастур технологик регламент талабларига мувофиқ тузилган бўлади. Кузатувчи ростлагичларда ростланувчи миқдорнинг вақт бўйича ўзгариши ростлагич топшириқ бергичига билвосита таъсир қилувчи бошқа катталиқнинг ўзгаршига мос бўлади.

XV.2-§. БЕВОСИТА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ РОСТЛАГИЧЛАР

Бевосита таъсир қилувчи ростлагичлар технологик жараёнларни автоматлаштиришда кам ишлатилади. Бунга сабаб уларнинг етарли қувватга эга эмаслиги ва кўрсатишларни масофага узатиб бўлмаслигидир. Булар асосан босим, температура ва сатҳ ростлагичларидир.

XV—1-расмда бевосита таъсир қилувчи статик босим ростлагичнинг принципиал схемаси тасвирланган. Бу ростлагич «ўзидан кейинги» босимни маълум сатҳда сақлаб туради. Ростлагичдан кейинги газнинг босими берилган босимга тенг бўлганда, ростлагич элементлари ҳаракатсиз бўлиб, маълум ҳолатни эгаллайди. Газ босими линия 3 бўйлаб мембрана қисмининг устки бўшлиғига келади. ва қаттиқ марказли эластик мембрана 2 га таъсир қилади. Мембрана 2 ижро этувчи механизмнинг ростловчи органидаги затвор 7 билан шток 6 ёрдамида уланган диск 1 га таянади. Мембрана 2 ҳосил қилган куч пружина 4 орқали мувозанатланади. Пружина 4 нинг дастлабки таранглик миқдори винт 5 ёрдамида



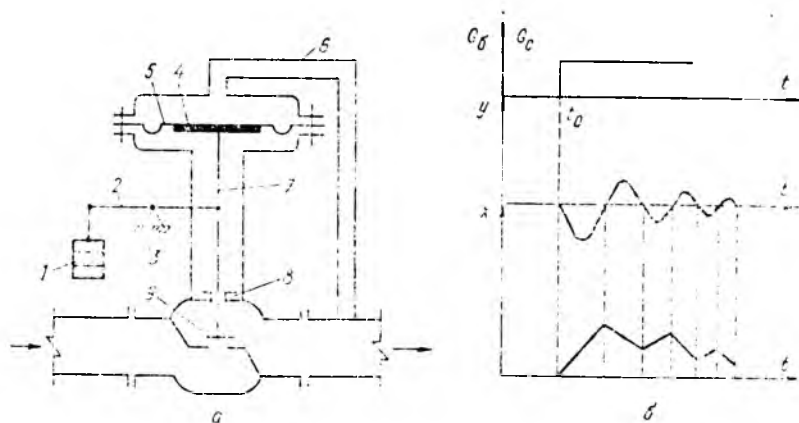
15.1-расм. Бевосита таъсир қилувчи статик босим ростлагичнинг принципиал схемаси (а) ва унинг вақт характеристикаси (б):

G_B — газнинг келиши; G_C — газ сарфи; y — ростланаётган катталикнинг четга чиқиши; x — ростлагичнинг чиқиш сигнали (ижро этувчи механизм ростловчи органининг нисбий силжиши); e — қолдиқ хато (ростлаш хатоси, статик нотекислик).

ростланади. Газ босимининг берилган миқдордан четга чиқиши қанча катта бўлса, қаттиқ марказли мембрана 2 шунча кўп эгилади, шу сабабли пружина 4 ҳам шунча зич қисқаради ва босим таъсирдан мембрана ҳосил қилган кучга тескари таъсир қилади. Эластик пружинадан фойдаланиш ростланувчи босим ва ростловчи органининг силжиши ўртасидаги пропорционалликка эришиш имкониятини беради. Ростлагич ростланувчи миқдорнинг муайян берилган қийматига винт 5 ёрдамида созланади. Ростлаш жараёнининг графикларидан шундай

хулоса келиб чиқади. (XV—1-расм, б); бевосита таъсир қилувчи ростлагичлар ғалаёнланиш содир бўлганда, модданинг келиши ёки сарфи бўйича ростланувчи миқдор y ни берилган қийматга маълум статик хато δ билан вақт t_p мобайнида қайтади. Бу хато созлаш параметри s_1 га (кучланиш коэффициентига), ростлагичнинг пропорционаллик коэффициенти) боғлиқ.

Кўриб чиқилган ростлагичлар «ўзидан олдинги» газ босими ҳам ростлай олади. Бу ҳолда босим затвор 180° га айлантирилганда ростловчи органидан олдин танланади. Қувурдаги газнинг босими берилган қийматдан ортиқ бўлгани сабабли шток 6 пастга силжиганда, ростловчи органининг ўтиш кесими катталашади.



15-2-расм. Бевосита таъсир қилувчи астатик босим ростлагичининг принципал схемаси (а) ва унинг вақт характеристикаси (б):

G_k — газнинг келиши; G_c — газ сарфи; y — ростланаётган катталикнинг четга чиқиши; x — ростлагичнинг чиқиш сигнали (ижро этувчи механизм ростловчи органининг нисбий силжиси).

XV—2-расмда бевосита таъсир қилувчи босим астатик ростлагичи тасвирланган. Ростланувчи объектда (қувурнинг маълум участкаси) босимнинг ўзгариши импульс линияси 6 орқали қаттиқ марказли эластик мембрана 5 га таъсир қилади. Бу мембрана ижро этувчи механизмнинг ростланувчи органидаги золотник 9 ва якунланувчи шток 7 билан боғланган ликопча 4 га таянади. Сальник 8 ижро этувчи механизмнинг герметиклигини таъминлайди. Муҳитнинг босими ростлагич қабул қилувчи каллагининг устки бўшлиғига келади ва мембрана 5 га таъсир қилади. Мембрана сезгир ва бошқарувчи элемент вазифасини бажаради. Газнинг ростланувчи босими ростловчи органининг қанчалик очиқлиғига боғлиқ. Ричаг 2 шток 7 билан қаттиқ боғланган ва таянч нуқтаси 3 га эга. Ричагнинг бўш томонига юк 1 осилади. Юкнинг вазни мемб-

рана 5 ва шток 7 нинг пастга қараб силжишига тескари таъсир қилувчи куч ҳосил қилади. Юк ва мембрана ҳосил қилган кучлар тенг бўлганда ростловчи органда шток 7 ҳаракатси бўлиб, муайян ҳолатни эгаллайди. Агар мувозанат ҳолати бузилса, яъни ростлаш системасида тенгсизлик пайдо бўлса шток 7 силжийди ва ростловчи органдаги ўтиш кесими ўзгаради. Бу ўзгариш мувозанат қайтадан тиклангунча давоқ этади. Ростловчи органнинг силжиш тезлиги ростланувчи параметрнинг берилган қийматдан четга чиқишига пропорционал бўлиб, найча 6 дан ўтиб ростлагичнинг қабул қилувчи қисмига келадиган газ миқдорига боғлиқ. Ростлаш системаси маълум инерционликка эга бўлгани сабабли ростлаш жараёнида ўта ростлаш мавжуддир, бунинг натижасида ўтиш жараёнининг вақти чўзилади. Шунинг учун астатик ростлагичларнинг ишлатилиши бирмунча чекланган.

ХV.3- §. ЭЛЕКТР РОСТЛАГИЧЛАР

Электр ростлагичлар ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришда кенг ишлатилади. Бунга қуйидаги омиллар сабаб бўлади.

1. Ноэлектрик миқдорларни электр ростлагичлар ёрдамида ўлчаш методлари яхши ишланган ва автоматик ўлчашнинг биқатор масалаларини ҳал қилишга, кенг спектрдаги физик-кимёвий параметрларни инерцион ўзгартишга ва уларни технологик регламентларга риоя қилган ҳолда ростлашга имкон беради.

2. Турли мураккаб математик операцияларни бажаришни талаб қилувчи ҳар хил ростлаш қонунларини электр элементларда амалга ошириш принципиал қийинчиликларни ҳосил қилмайди.

3. Ростлаш системаларидаги электр юритмаларда энергия таъминоти узилиб қолганда, ижро этувчи механизм қандай ҳолатни эгаллаб турган бўлса, шундай ҳолатда тўхтайдн, пневматик юритмаларда эса бундай шароитда ростловчи органнинг ўтиш кесими ёки батамом беркилади, ёки тўла очилади ва авария хавфи ҳосил бўлади.

4. Электр датчик ва ўзгартгичларнинг кўрсатишини масофага узатиш жуда оддий бажарилади.

5. Электр ростлагичларнинг ишлаши етарли даражада ишончлидир.

Ҳозир электр ростлагичларнинг қуйидаги модификацияси ва қўшимча қурилмалар комплекти ишлаб чиқарилмоқда: 1) унификациялашган электрон агрегат системалари (ЭАУС); 2) «Теплоприбор» заводининг ростлагичлари; 3) автоматик контрол ва ростлашнинг унификациялашган системаси (УСАКР).

ЭАУС асбоблари энергетика, металлургия, қурилиш материаллари ҳамда озиқ-овқат саноатларида ишлатилади. Система ростлашнинг пропорционал, пропорционал-интеграл, про-

порционал-дифференциал ва пропорционал-интеграл дифференциал қонунларини амалга оширади. Системанинг блоклари узлуксиз ёки узлукли чиқиш сигналларига эга. Системадаги алоҳида ростловчи блокнинг узлуксиз чиқиш сигналинини бошқа бир блокнинг киришига келтириш мумкин, бу эса каскад ёки кўп контурли ростлаш схемаларини амалга ошириш имконини беради. Система тузилиши бўйича аппарат принципига асосланади. Бунда ростловчи блоклар чиқиш сигналларини тўғри датчиклардан қабул қилади. Система блок (агрегат) принципада қурилган деганда, унинг таркибига турли вазифани бажарувчи блоклар (датчиклар, ўлчов ўзгартгичлари, иккиламчи асбоблар, ростлагичлар, топшириқ бергичлар, дифференциаторлар, натижаларни масофадан туриб кўрсатувчи асбоблар, ижро этувчи механизмлар ва бошқалар) кирган системани тушуниш

15—1-жадвал

Ўлчаш блокнинг вазифалари ва типлари	Шаклландуви блокларга эга бўлган ростловчи қурилмаларнинг типлари		
	ЭР-62 (ЭР-62-ЭГ) (ПИ—ростлаш қонуни, реле контактли чиқиш)	РПИ ва РП-2 (РПИ—ЭГ) (ПИ—ростлаш қонуни, реле контактсиз чиқиш)	КПИ-62 (ПИ—ростлаш қонуни, узлуксиз контактсиз чиқиш)
1	2	3	4
Ўзгарувчан токли учта (индуктив, дифференциал-трансформатор ва ферродинамик), датчик сигналларини қўшиш (И—Ш)	РПИК — III РПИК — IV	РПИБ — III РПИБ — IV	КПИ — III КПИ — IV
Шунинг ўзи, фақат тўртта датчик учун (И—IV)	РПИК — Т	РПИБ — Т	КПИ — Т
Терможуфт сигналларини ўзгартириш (И—Т)	РПИК — Т2	РПИБ — Т2	КПИ — Т2
Терможуфт сигналларини ўзгарувчан токли иккита датчик сигналлари билан қўшиш (И — Т2)	РПИК — С	РПИБ — С	КПИ — С
Қаршилик термометрининг сигналларини ўзгартириш (И — С)	РПИК — 2С	РПИБ — 2С	КПИ — 2С
Иккита қаршилик термометрларининг сигналларини қўшиш (И — 2С)	РПИК — МК	РПИБ — МК	КПИ — М
Магнитли кислород ўлчачи сигналларини ўзгартириш (И—МК)	—	РП — 2	—
Унификациялашган иккита 0 . . . 5 мА сигналларини қўшиш	—	—	—
Унификациялашган тўртта 0 . . . 5 мА сигналларини қўшиш	—	РП2 — У2	—

лозим. Бу қисмларни муайян усуллар билан боғлаб стабилловчи, кузатувчи, дастурли ва кўп алоқали рoстлаш системаларини яратиш мумкин. Системани ишлаб чиқишда айрим блокларнинг чиқиш сигналларини унификациялаш талаби назарда тутилган. ЭАУС системаси токли схемани амалга оширади (чиқиш сигнали 0,5...5 МА чегараларда ўзгарувчи доимий ток). Чиқиш сигналлари доимий ёки ўзгарувчи кучланишга эга бўлган, индуктив, трансформаторли ёки ферродинамик датчиклар билан таъминланган асбобларнинг ҳам чиқиш сигнали 0,5...5 МА диапазондаги доимий токка эга бўлиб, нормаллаштирувчи ўзгартгичлар билан биргаликда ишлатилиши мумкин.

XV—1-жадвалда система рoстловчи қурилмаларнинг типлари келтирилган.

ЭАУС ларнинг шакллантирувчи блоклари рoстлашнинг изодром қонуни амалга оширади. Рoстлашнинг ПИД қонунини амалга ошириш учун қўшимча равишда ДЛП-П ёки ДЛ-Т дифференциаторлардан фойдаланиш керак.

Дифференциаторлар ПИД рoстлаш қонунини шакллантиришда ва рoстлаш қонунига оралиқ нуқталардан ҳосила киришда ишлатилади.

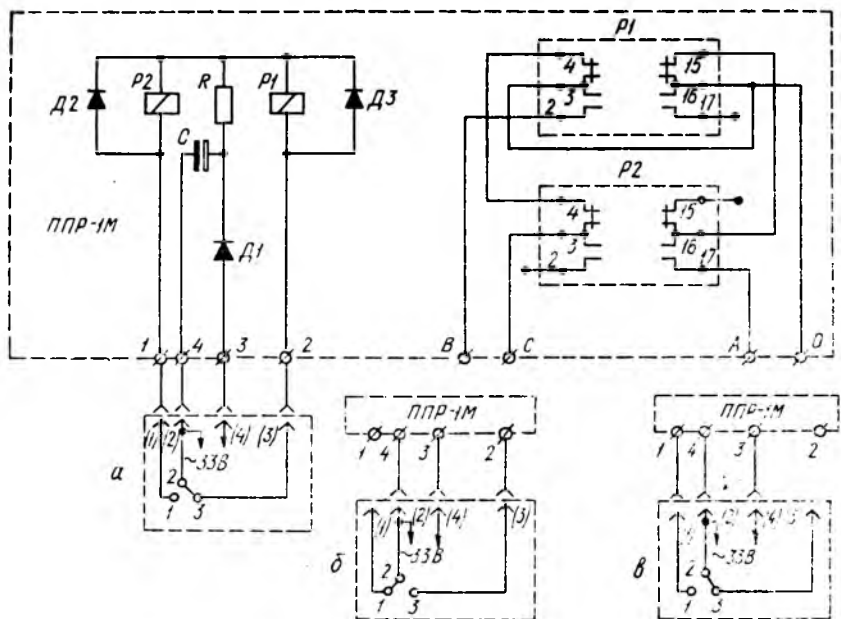
XV.4- §. ПОЗИЦИОН РОСТЛАГИЧЛАР

Рoстлаш қонунлари ичида реле қонуни энг оддий ҳисобланади. Буни пневматик, электр ва бошқа рoстлагичлар воситасида амалга ошириш мумкин, унда рoстланаётган катталарнинг берилган қийматидан четга чиқишидан фойдаланилади. Икки позицияли рoстлагичлар кенг тарқалган бўлиб, бунда рoстловчи орган иккита четки ҳолатдан (очик ёки ёпиқ) бирини эгаллайди. Мавжуд контрол-ўлчов асбобларининг (электрон кўприк ва потенциометрлар, манометрлар, термометрлар ва бошқалар) кўпчилиги икки ва уч позицияли рoстлашнинг содда воситалари билан таъминланган.

Позицион электр рoстлагичлар ўлчанаётган параметрнинг берилган қийматини икки ёки уч позицияли рoстлаш ва ўрнатишга имкон беради. XV—3-расмда позиция электр рoстлагичларнинг принципнол схемаси кўрсатилган. Позицион электр рoстлаш топшириқ берувчи механизм асбобга ўрнатилган контактли топшириқ бергич ва қўшимча қурилмага ўрнатилган ППР-1М реле блоки орқали амалга оширилади. Позицион электр рoстлагич икки хил рoстлашнинг бир тури учун мўлжалланган: носезгир зонада қайд этилган энг кичик қийматни икки позицияли рoстлаш (XV—3-расм, б, в); ўрта контактнинг созилаувчи улаш зонасига эга бўлган уч позицияли рoстлаш (XV—3-расм, а).

Автомат позиция рoстлаш схемасидан яна (XV—3-расмга қаранг) ўлчанаётган параметрнинг асбоб шкаласи чегарасида берилган қийматини сигнализация қилиш учун фойдаланиш мумкин.

Контактли топшириқ бергичнинг ҳаракатчан контакти 2



15.3- расм. Уч позицион ростлагичнинг принципиал схемаси.

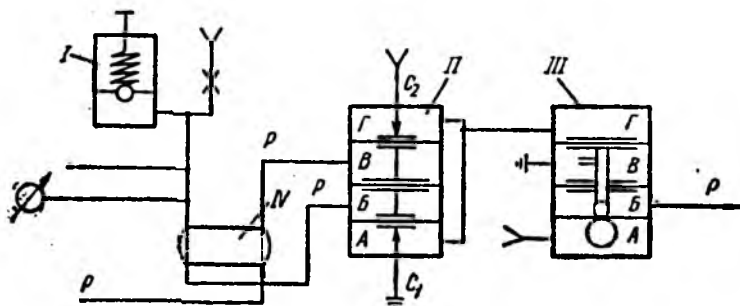
ростланувчи миқдорнинг соzлаш тутқичи ва асбоб пероси билан кинематик боғланган. Топшириқ бергич контакт гуруҳининг асосида жойлашган ҳаракатсиз иккита контакт 1 ва 3 носезгир зонани контактлар ўртасидаги масофани ўзгартириш йўли билан ростлашга имкон беради. Ростлаш керак бўлган параметрнинг қиймати «миқдорни соzлаш» тутқичи орқали ўрнатилади. Вазифа кўрсаткичининг охириги қисми асбоб пероси берилган қийматга эришган нуқтаси томон йўналишда ўрнатилади, шу пайт ҳаракатчан контакт 2 контактлар 1 ва 3 нинг ўртасида уларга тегмай, ўрта ҳолатда туради. Ўлчанаётган параметрнинг берилган қийматдан четга чиқиши ҳаракатчан контакт 2 нинг бирор ҳаракатсиз контактлар томон силжишига олиб келади: ўлчанаётган параметрнинг қиймати берилгандан кам бўлса, ҳаркатсиз контакт 3 томон (2, 3 контактлар — «Кам»); ўлчанаётган параметрнинг қиймати берилгандан кўп бўлса, ҳаракатсиз контакт 1 томон (2, 1 контактлар — «Кам»); ўлчанаётган параметрнинг қиймати берилгандан кўп бўлса, ҳаракатсиз контакт 1 томон (2, 1 контактлар — «Кўп») силжийди.

Носезгир зонадаги қийматни қайд этадиган икки позицияли ростлашда контактли топшириқ бергичда фақат битта ҳаракатсиз контакт 1 ёки 3 ишлатилади. Икки позицияли ростлашнинг б ва в вариантлари (XV—3-расм) бир-бирига ўхшаш бўлиб, улардан фойдаланиш параметрнинг катталишиш ёки

кичиклашишига боғлиқ. Масалан, ҳаракатчан контакт 2 нинг ҳаракатсиз контакт 1 билан улашиш пайтида (XV—3-рasm, в) P2 реле ишга тушади ва O—A занжирни беркитади. Контактлар 1, 2 узилганда P2 реле бўлиб, O—A занжир очилади. O—C занжир эса беркилади. Бу схемадаги иккинчи ҳаракатсиз контакт механик таянч вазифасини бажаради ва схемага уланмайди.

Уч позицияли ростлаш ҳолатида (XV—3-рasm, а) контактли топшириқ бергичдаги иккала ҳаракатсиз контактлар 1 ва 2 ишлатилади. Ҳаракатчан контакт 2 ҳаракатсиз контакт 1 билан уланганда P2 реле ишга тушади ва ишловчи O—A занжир беркилади. Ҳаракатчан контакт 2 контакт 1 дан ажралган вақтда P2 реле манбадан узилиб, якорь бўшайди, O—A занжир эса очилади, лекин O—C занжир беркилади. Бу ҳолат ҳаракатчан контакт 2 ҳаракатсиз контакт 3 билан улангунча сақланади, яъни параметрнинг ўрнатилган носезгир зона чегарасида бўлиш вақтида бу ҳолат сақланиб келади. Ҳаракатчан контакт 2 контакт 3 билан уланганда P1 реле ишга тушади, бунда O—C ишловчи занжир узилади ва O—B занжир беркилади. Ҳаракатчан контакт 2 контакт 3 дан ажраганда, P1 реле манбадан узилади, якорь бўшайди. O—B занжир очилиб яна O—C занжир беркилади. Системанинг нотургун ишлашининг олдини олиш учун иккала реле ҳам D1 диод ва C сигим орқали тўғриланган ток билан таъминланади. D2 ва D3 диодлар учқун ўчирувчи диодлардир. R қаршилик реленинг қайтишидаги коэффициентни камайтириб, системанинг турғунлигини оширади. Ростланувчи орган ёки сигнализация занжири уланган куч занжирлар O, A, B, C клеммаларга уланади.

ППР—1М қурилма қўшимча асбобга ўрнатилган трансформатордан 33В кучланиш билан таъминланади.



15.4-рasm. ПР1.5 позициял ростлагичининг принципат схемаси.

ПР1.5 позициял ростлагичи. ПР1.5 ростлагичи ростланаётган ёки ўлчанаётган параметрнинг қиймати берилган миқдордан фарқ қилганда 0 ва 1 қийматга эга бўлган дискрет пневматик сигналларни ҳосил қилиш ҳамда икки позицияли ростлаш

учун ишлатилади. Ростлагич (XV—4-расм) уч мембранали таққослаш элементи 2, қувват кучайтиргичи 3, алмашлаб улагич 4 ва қўл билан топшириқ бергич 1 дан тузилган.

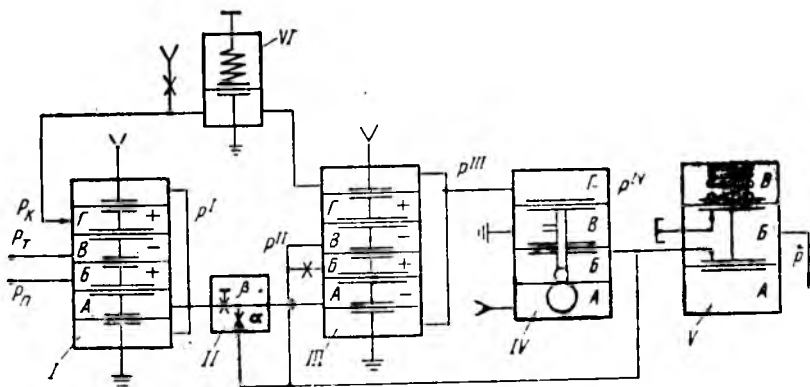
Улчаш блокидан келган кириш сигнали таққослаш элементининг *Б* камерасига, топшириқ бергичдан келган босим *В* камерага берилади. Агар кириш сигнали берилган босим миқдоридан катта бўлса, у ҳолда соплó *С2* ёпиқ бўлиб, таққослаш элементининг чиқишидаги сигнал 0 га тенг бўлади. Кириш сигнали берилгандан кичик бўлса, соплó *С2* очилади ва чиқишда бирга тенг бўлган сигнал қувват кучайтиргичининг *Г* камера-сига боради. Қувват кучайтиргичи бу сигнални кучайтириб ижро этувчи механизмга беради.

ПР1.5 ростлагичи ПВ10.1Э, ПВ10.1П; ПВ10.2Э, ПВ10.2П; ПВ3.2 каби иккиламчи асбоблар билан биргаликда ишлайди.

XV.5-§. ПРОПОРЦИОНАЛ РОСТЛАГИЧЛАР

Пропорционал ростлагичлар деганда ростловчи органнинг ростланувчи параметри ва топширилган миқдор орасидаги фарққа нисбатан пропорционал силжиши тушунилади. Ростланувчи параметрнинг вақт бўйича ўзгариши ва ростловчи органнинг силжиши бир қонун бўйича амалга ошади. Ростланувчи параметрнинг ҳар бир миқдорига, ростловчи органнинг маълум бир ҳолати мос келади.

ПР2.5 пропорционал ростлагичи. ПР2.5 ростлагичи ростланувчи параметрни берилган катталиқда ушлаб туриш мақсадида чиқишда ижро этувчи механизмга таъсир этувчи узлуксиз сигнал олиш учун мўлжалланган. Асбоб иккиламчи асбобнинг қўл билан топшириқ бергичи ёки стандарт пневматик сигналли бошқа қурилмадан масофадан туриб топшириқ олувчи ростлагичдан иборат (XV—5-расм).



15.5- расм. ПР2.5 пропорционал ростлагичининг принципап схемаси.

Ростлагич иккита таққослаш элементлари 1 ва 3, дросселли сумматор 2, қувват кучайтиргичи 4, ўчирувчи реле 5, кўл билан топшириқ бергич 6 лардан иборат. Топшириқ бергич ва ўлчов асбобидан келган сигналлар P_1 ва P_2 таққослаш элементи 1 нинг мембраналарига таъсир этади (манфий камера В, мусбат камера Б) ва тескари алоқа мембраналарида ҳаво босими ҳосил қилган куч (камера А) билан мувозанатлашади. Таққослаш элементи 1 нинг P^I чиқиш босими ўтказувчанлиги β бўлган дросселли сумматор 2 нинг ростланувчи дроссели орқали таққослаш элементи 3 нинг a камерасига боради, худди шу камерага ўтказувчанлиги α бўлган дроссели сумматор 2 нинг ўзгармас дроссели орқали $P_{чик} = P^{IV}$ чиқиш босими ҳам келади. Таққослаш элементи 3 нинг чиқиш босими қувват кучайтиргичи ёрдамида кучайтирилади ҳамда иккинчи таққослаш элементи билан манфий тескари алоқада бўлади. Системада ҳосил бўладиган автогебранишларни йўқотиш мақсадида таққослаш элементи 3 га иккита тескари алоқа киритилган: В камерага манфий ва Б камерага мусбат. Система мувозанати бузилган ҳолларда рўй берадиган автогебранишлар мусбат тескари алоқа йўлига ўрнатилган ўзгармас дроссель билан тўхтатилади.

Кўл билан бошқаришга ўтиш мақсадида ростлагични узиш учун ўчирувчи реле 5 дан фойдаланилади. ПР2.5 ростлагичи ПВ10.1Э, ПВ10.1 П, ПВ10.2Э; ПВ.2П, ПВ3.3 типидagi иккиламчи асбоблар билан биргаликда ишлайди.

XV.6-§. ИНТЕГРАЛ РОСТЛАГИЧЛАР

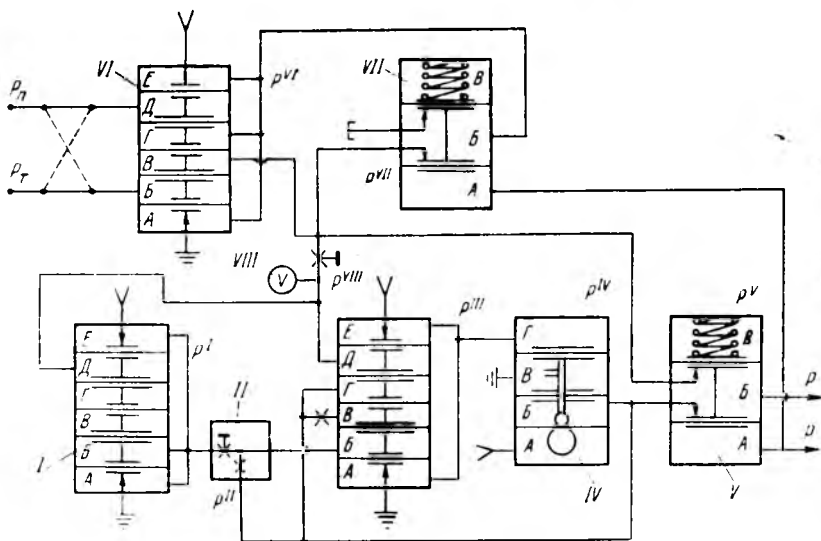
Интеграл (астатик) ростлагичлар деб ростланаётган параметр топширилган қийматдан четга чиққанда ростловчи органнинг ростланувчи параметр четга чиқишига пропорционал тезликда ҳаракат қилишига айтилади. Астатик ростлагичлар ишлатилганда ростланувчи параметрнинг мувозанат қиймати нагрузкага боғлиқ эмас ва статик хато нолга тенг бўлади. Агар ростланаётган катталик берилган қийматидан четга чиқса астатик ростлагич ростловчи органни ростланувчи катталик қиймати топширилган даражага етгунча ҳаракатга келтириб туради.

Ўзининг динамик хусусиятлари жиҳатидан интеграл ростлагичлар турғун эмас, шунинг учун ҳам улар мустақил қурилма сифатида ишлаб чиқарилмайди.

XV.7-§. ПРОПОРЦИОНАЛ-ИНТЕГРАЛ (ИЗОДРОМ) РОСТЛАГИЧЛАР

ПР3.21 ростлагичининг вазифаси ПР2.5 ростлагичининг вазифасига ўхшаш. У таққослаш элементлари I, III, VI, дросселли сумматор II, қувват кучайтиргичи IV, узувчи релелар V, VII ва сифим VIII дан иборат (XV—6-расм).

Бу ростлаш блоки иккита пропорционал ва интеграл қисмлардан тузилган. Уларнинг киришига датчикдан ростланаётган катталикнинг пневматик сигнали P_n ва иккитамчи асбобга ўрнатилган топшириқ бергичдан ростланувчи катталикнинг берилган қиймати келиб, $0,2...1$ оралиқда бўлади. Блокнинг



15.6- расм. Пропорционал-интеграл ростлагичнинг принципиал схемаси.

пропорционал қисми ғалаёнланишдан сўнг ҳаракатга келиб, унинг ўзи эса сумматор I, III ва дроселли сумматор II дан тузилган. ПР3.21 ростловчи блокнинг интеграл қисми сумматор VI ва кучайтириш коэффициентини $K=1$ бўлган биринчи даражали аperiодик звенодан тузилган бўлиб, пневматик интегралловчи звенодан иборат. Пропорционал ва интеграл қисмларнинг чиқиш сигналлари ячейка II да қўшилади. Бунинг учун интегралловчи звенонинг чиқиши ячейка II нинг I ва III сумматорлари киришига берилиши лозим.

Созлаш параметрларининг (кучайтириш коэффициенти — K_p , изодром вақти — T_n) ўзаро боғлиқ эмаслиги блокнинг муҳим афзаллигидир. Кучайтириш коэффициенти (K_p) дроселли сумматордаги ўзгарувчи дроселнинг ўтказувчанлигини ўзгартириб ўрнатилади, дроселлаш диапазони ДД-3000 . . . 5 чегарада ўзгаради, бу эса кучайтириш коэффициентининг қиймати $0,03 . . . 20$ бўлишига мос келади. Изодром вақти T_n аperiодик звено таркибига кирган ўзгарувчи дроселнинг ўтказувчанлигини ўзгартириб ўрнатилади ва у 3 секунддан 100 минггача бўлиши мумкин. ПР3.21 ростлагичи ҳам ПР2.5 ростлагичи ишлайдиган иккитамчи приборлар билан биргаликда ишлайди.

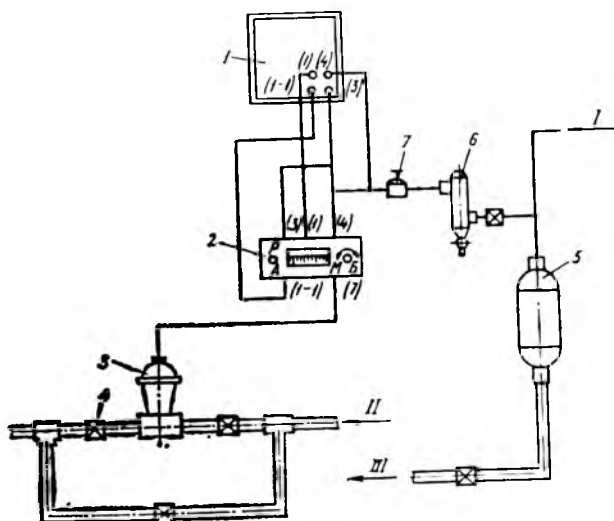
Маҳаллий топшириқ бергич ПР3.22 ростлагичи ПР3.21 дан асбоб киришининг топшириқ линиясида қўл билан топшириқ бергич борлиги билан фарқланади.

ПР3.26 ва ПР3.29 ростлагичлари керак бўлган дросселлаш диапазонини ўрнатиш имконини берувчи қайта улагич билан таъминланган. Қайта улагичнинг учта қайд қилинган ҳолати бор.

I. ДД=2 ... 50% II. ДД=50 ... 200%. III. ДД=200 ... 800%.
 $T_n = 0,025$ минутдан ∞ гача ўзгаради. ПР3. 29 ростлагичи ПР3.26 дан маҳаллий топшириқ бергичи борлиги билан фарқ қилади.

Тўғри чизиқли статик характеристикали ПР3.21 ва ПР3.32 ростлагичларида дросселлаш диапазонини 2 ... 3000% гача созлаш мумкин.

ПР3.23 ва ПР3.33 нисбат ростлагичлари иккита параметр нисбатини ушлаб туриш мақсадида ижро этувчи механизмга борувчи узлуксиз ростлаш таъсирини олиш учун хизмат қилади. Ростлагичларда нисбат звеноси бўлиб, унга доимий дроссель, ростловчи дроссель ва топшириқ бергичлар кирди. Нисбатни созлаш чегараси 1:1 дан 5:1 гача ёки 1:1 дан 10:1 гача. ПР3.24 ва ПР3.34 нисбат ростлагичлари иккита параметр нисбатини



15.7-расм. КС-3 асбобининг пневматик бошқариш панели билан биргаликда ишлатидаги ташқи улаиш схемаси: I- ҳаво ($P = 0,2 \dots 0,8$ МПа); II — ростланаётган муҳит; III — канализация йўлига.

I — пневматик ростловчи курилманинг КС3 асбоби; 2 — ПП 12.2 типидagi пневматик бошқариш панели; 3 — ижро этувчи механизм; 4 — вентиль; 5 — ресивер; 6 — фильтр; 7 — редуктор (I) — ростлагичнинг чиқиши; (I-I) алмашлаб уловчи релегача бўлган ростлагичнинг чиқиши; (3) — алмашлаб улаш; (4) — манба; (7) — ижро этувчи механизмга борувчи чиқиш сигнали.

учинчи параметр бўйича тўғрилаш билан ушлаб туриш мақсадида ижро этувчи механизмга борувчи узлуксиз ростлаш таъсирини олиш учун хизмат қилади.

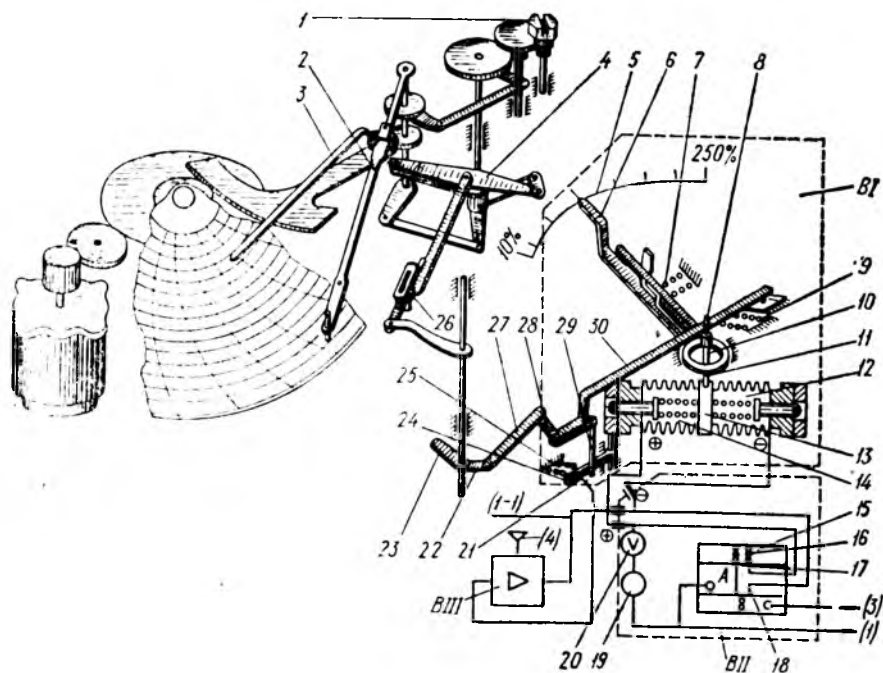
Пневматик изодромли ростловчи қурилма иккиламчи асбоб КСЗ комплектида ижро этувчи механизм билан биргаликда турли технологик параметрларни пропорционал-интеграл қонун бўйича ростлаш учун мўлжалланган. Ростлагичли иккиламчи асбоблар икки қисмдан — ўлчаш ва ростловчи қурилмалардан иборат. Ростловчи қурилма ресивер, фильтр, редуктор пневматик бошқариш панели ва пневматик ростлагич билан комплектланади (XV—7-расм). Ростлагичга қуйидаги блоklar қиради:

БР.2 ростловчи блок.

БИ.2 интеграл блок.

08.972 069 модели пневматик реле.

Ростловчи блок ростланаётган параметрнинг ҳозирги ва берилган қийматлари орасидаги фарқни қабул қилиш ҳамда пневматик реле билан биргаликда босим импульсига айлантириш учун мўлжалланган. Интеграл блоки бошқарувчи пневматик сигналнинг интеграл қисмини ҳосил қилиш учун хизмат



15.8-расм. КС-3 асбобларида ишлатиладиган изодром ростлагичнинг принципл схемаси.

қилади. Пневматик реле пневматик бошқариш сигналини ижро этувчи механизмни бошқариш учун етарли бўлган қийматга қувват бўйича кучайтириш учун мўлжалланган.

XV—8-расмда КСЗ асбобларида ишлатиладиган изодром ростлагичнинг принципаал схемаси кўрсатилган.

Ростланаётган параметрнинг қиймати асбоб шассисига жойлашган «топшириқни ўрнатиш» достаги воситасида қўлда бериллади. Бу дастанни бураш билан диаграмма қоғозида топшириқ кўрсаткичи 3 ни суриш мумкин. Агар ростланаётган параметр ва топшириқнинг қийматлари тенг, яъни топшириқ кўрсаткичи 3 билан перо 2 бир хил бўлса, у ҳолда ижро этувчи механизмнинг йўлидаги босим ва ижро этувчи механизм клапанининг вазияти жараённинг нормал ҳолатига мос келади. Ростланаётган параметрнинг давоми ва топширилган қийматлари бир-бирларига тенг бўлмаганда коромисло 4 нинг ўрта нуқтаси ўзгаради ва ростлагичда кириш сигнали пайдо бўлади. Ростловчи блок бурчакли ричаг 28 бўш томонининг силжиши ростлагичнинг кириш сигнали бўлади. Ростлагич, пневмореле В III нинг мусбат тескари алоқа сильфони йўли 14 нинг очиқ ёки ёпиқлигига қараб пропорционал ёки пропорционал-интеграл ҳолатда ишлаши мумкин.

Пропорционал ростлагичнинг ишлаши. Ростловчи блок киришига сигнал берилганда бурчак пишанги 28 айланади (соат стрелкаси йўналишида) ва штифт 29 заслонка 24 дан узоқлашади. Пружина 25 таъсирида заслонка сопо 21 га яқинлашади ва унинг тешигини ёпади. Бунда пневмореле чиқишида босим орта бошлайди. Пневмореле чиқишидаги босим манфий тескари алоқа сильфони 12 га бериллади, натижада унинг тўсиғи 13 силжийди ва штифт 11 ричаг 10 нинг ишчи юзаси бўйлаб ҳаракатланиб, пружина 7 таъсирида уни айлантиради. Пишанг 10 нинг айланиши билан штифт 8 пишанг 30 нинг ишчи юзасидан узоқлашади, у пружина 9 таъсирида соат стрелкаси бўйича айланиб, бурчак пишанги 28 ни кириш сигнали штифт 29 нинг бурчак томонига тескари йўналишда силжитилади. Штифт 29 заслонкага яқинлашади ва уни шу вақтдаги кириш босимига мувофиқ бўлган масофага суради. Демак, чиқишдаги босим блок киришига берилган босимга пропорционал.

Кириш сигналининг маълум қийматида пропорционаллик коэффициентни пишанг системасининг узатиш нисбатига ҳамда сильфонлар эффектив юзасининг сильфон блоки эластик элементларининг қаттиқлик йиғиндиси нисбатига боғлиқ. Дросселлаш дапазонининг катталигини (5-шкала) сошлаш учун пишанг системасининг узатиш нисбатини пишанг 6 нинг штифтлар 8 ва 11 дан ўтувчи ўқ атрофида айлантириши лозим.

ДД нинг катталги (фоиз ҳисобида) прибор чиқишидаги иш диапазони $0,2 \dots 1\text{к/см}^2$ чегарада ўзгарувчи босим таъсирида перонинг (топшириқ мили) силжиш катталигининг диаграм ма кенглиги катталигига нисбати билан аниқланади. Масалан, ДД ни 10% га ўр-

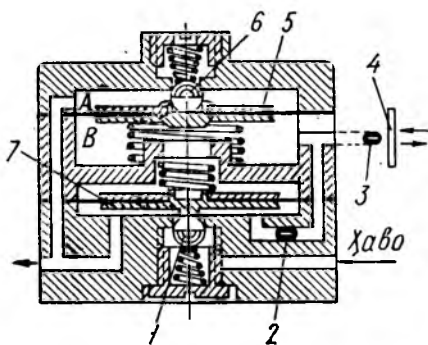
натилганда персонинг диаграмма бўйлаб топшириқ милига нисбатан 1% силжиши чиқишда иш диапазонининг босимини 10% га (яъни 0,08 кгк/м²) ўзгартиради. Демак, асбоб чиқишидаги босимнинг сигнални ижро этувчи механизмнинг ростлаш органини тўла силжишнинг $\frac{1}{10}$ қисмига суради. Агар $ДД=250\%$ бўлса, ростлаш органи $\frac{1}{250}$ қисмига сурилади.

Агар сиффонлардаги босим тенг бўлса, ростловчи блок назорат нуқтада бўлиб, босим катталиги эса чиқиш босимининг иш диапазони чегарасининг исталган нуқтасида бўлиши мумкин. Пишанг 6 ни айлантирганда пишанг 30 (идеал ҳолда) силжимади, яъни пишанг 6 нинг айланиши фақат статик характеристиканинг ёйсимон кўринишини ўзгартиради.

Шундай қилиб, ростлагич, дрессели 19 ёпиқ бўлганда пропорционаллик чегараси $ДД=10...250\%$ бўлган пропорционал ҳолатда ишлайди. Бунда топшириқ милининг ўрнатилиши ва берк мусбат тескари алоқа сиффонидаги босимнинг катталигига қараб ростлагичнинг турли статик характеристикаларини олиш мумкин.

Пропорционал-интеграл ростлагичнинг ишлаши (ПИ ростлагичи). Дрессель 19 тўла очик бўлганда пневмореле чиқишидаги босим иккала сиффонга бир хил боради ва манфий тескари алоқа бутунлай таъсир этмайди. Шунинг учун киришдаги сигналнинг деярли сезилмас даражада ўзгариши чиқишдаги босимнинг максимумга ёки минимумга ўзгаришига олиб келади, яъни ростлагич реле режимига яқин ҳолатда ишлайди. Бироқ занжир $P-C$ (дрессель ва сифм) кетма-кет улангани туфайли пневматик реле чиқишида босим ўзгариши билан мусбат тескари алоқа сиффонида (14) тезлик турлича ўзгаради: бу дрессель 19 нинг ёпиқлик даражаси ва тескари алоқа йўлининг бўш ҳажмига (пневматик сифм билан) боғлиқ. Демак, ростлагич чиқишидаги босимнинг ўзгариши (ва натижада, параметрнинг топширилган миқдорга қайтиш вақти) дрессель 19 нинг созланишига боғлиқ экан.

Қайта улаш сигнали (яъни манба босими) йўқлигида пневмокучайтиргич чиқишидаги сигнал манфий тескари алоқа сиффони ва пружина 16 таъсирида очилган сопо 18 орқали узувчи реле 15 нинг А камерасига берилади. Сигнал дрессель 19 ва пневмосифм 20 орқали ўтиб, мусбат тескари алоқа сиффони 14 га келади. Пневматик бошқариш панели ПП12.2 дан қайта улаш сигнали асбобнинг штуцери орқали реле 15 нинг В камерасига берилганда, мембранали блокда ҳосил бўлган кучланиш туфайли пружина 16 нинг қаршилиги енгиллиб, сопо 18 ёпилади ҳамда сопо 17 очилади. Бу ҳолда пневматик реле чиқишидаги босим ростлагич чиқишига берилмай, у ердаги босим бошқариш панелидаги топшириқ бергич воситасида керакли даражада ушлаб турилади; босимнинг чиқиш йўлидан дрессель 19 ва сифмлар 20 ни четлаб А камера ва сопо 17 орқали мусбат тескари алоқа камерасига сиффон 14 боради.



15.0-расм. Пневматик реле схемаси.

Тяга 27 ни ричаг 22 дан ричаг 23 га ўтказилганда ростлагич тескари ҳаракат ростлагичи ҳолатига ўтади, яъни кириш сигналининг ортиши билан пневмореленинг чиқиш сигнали камаяди.

Пневматик реле (XV—9-расм). Олдиндан филтёрда тозаланган ва редуктор ёрдамида $1,4 \text{ кгк/см}^2$ гача пасайтирилган ҳаво пневматик реленинг кириш клапани 1 га берилади. Клапан 1 дан ўтган ҳаво чиқиш йўли ва А камерага, шунингдек дрос-

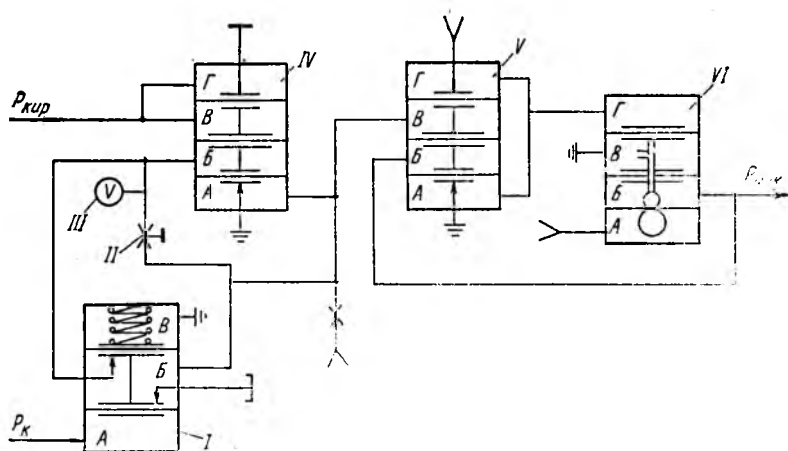
сель 2 орқали сопло системасининг В камерасига ўтиб, у ердан сопло 3 орқали атмосферага чиқади. Асбоб ўлчов қисмининг таъсирида заслонка 4 силжиб, чиқиш тешигида ҳаво соплоси 3 ни дроселлайди. Соплоли камера В даги босим пружинанинг олдиндан кучланишига боғлиқ бўлган ўзгармас катталикдан заслонка 4 ва сопло 3 орасидаги масофага қараб максимумгача ўзгариши мумкин. Заслонка 4 нинг сопло 3 га яқинлашиши натижасида ҳавонинг атмосферага чиқиши камайиб, сопло йўли ҳамда В камерада босим кўпаяди. В камерада босимнинг ортиши мембраналарга таъсир этувчи кучларнинг мувозанатини бузади. Устки мембрана 5 атмосферага ҳавони чиқарувчи шарикли клапан 6 ни беркитади, пастки мембрана 7 эса кириш шарикли мембрана 1 ни очади. Натижада мембранага таъсир этувчи кучларнинг тенглашишига қадар чиқиш йўли ва устки камера А да босимнинг тезлик билан кўтарилиши юз беради. Заслонканинг соплодан узоқлашиши натижасида ҳавонинг атмосферага чиқиш қаршилиги ҳамда сопло йўлида ва В камерада босим камаяди. В камерада босимнинг камайиши натижасида мембраналар 5 ва 7 даги кучлар тескари йўналишда таъсир қилади, бу эса клапан 6 орқали ҳавони атмосферага чиқиб кетишига ҳамда чиқиш ва А камерада босимнинг камайишига сабаб бўлади. Бу жараён тез кетади ва янги мувозанат ҳолати келгунча давом этади, бунда В камерадаги босимга боғлиқ бўлган маълум босим чиқишда ва А камерада ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, изодром ростлагичларни ростлашда катта аниқлик талаб қилинганда, сифими турлича бўлган объектларда, ўз-ўзидан тўғриланишнинг бўлиш-бўлмаслигидан қатъи назар ҳамда нагрузка катта ва аста-секин ўзгарган ҳолларда ПИ — ростлагичлар ишлатилиши мумкин.

XV.8-§. ПРОПОРЦИОНАЛ-ДИФФЕРЕНЦИАЛ РОСТЛАГИЧЛАР

Агар ростлаш объектида нагруканинг ўзгариши тез ва кескин, шунингдек, кечикиш катта бўлса изодром ростлагичлар талаб этилган ростлаш сифатини таъминлай олмайди, яъни бу ҳолда уларда катта динамик хато ҳосил бўлади. Ростлаш жарёнини параметрнинг ўзгариш тезлигига боғлиқ бўлган қўшимча кириш сигнали воситасида яхшилаш мумкин. Кечикиши сезиларли бўлган объектларда технологик жараёнларни ростлаш учун ПД — ростлагичларни ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

Агар дифференциал қисм ростловчи таъсирнинг бошқа қисмларига қўшилса тўғри (аввалдан таъсир), айрилган ҳолда эса тескари (аввалдан таъсир) бўлади.



15. 10- расм. ПФ 2.1. Тўғри аввалдан таъсир ростлагичи

ПФ2.1 тўғри аввалдан таъсир ростлагичи ростлаш занжирига берилган катталиқдан параметрнинг четга чиқиш тезлигига мос таъсир киритиш учун мўлжалланган (XV—10-расм). Сиқилган ҳажмдаги ҳавонинг кириш сигнали (ростлагич ёки датчикдан) таққослаш элементи IV нинг B ва Г камерларига боради ҳамда инерцион звено (ростланувчи дроссель II ва сифим III) орқали ўша элементнинг B камерасига берилаётган таъминловчи ҳаво босими билан мувозанатлашади. Чиқиш камераси A кузатувчи система схемаси асосида уланган. Агар параметрнинг четга чиқиш тезлиги ноль ёки нолга яқин бўлса, таққослаш элементи IV нинг чиқишига кириш сигнали P кузатилади. Агар босим ўзгара бошласа, масалан, ўзгармас тезликда ортса, у ҳолда B камеранинг олдида дроссель-қаршилик II борлиги туфайли B ва Г камера мембранасидаги босим-

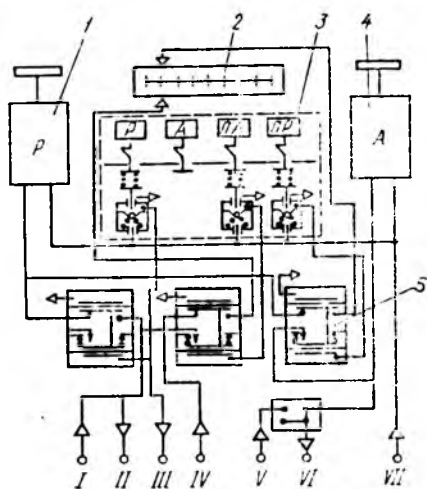
лар йиғиндиси *Б* ва *А* камеранинг мембраналаридаги кучланишдан катта бўлади. Натижада таққослаш элементи *IV* даги *С₁* сопо беркилиб, *А* камерада босим кескин ошади. Чиқишда киришдаги босимдан илгарилловчи сигнал пайдо бўлади. Илгариллаш катталиги киришда босимнинг ўзгариш тезлиги ва аввалдан таъсир дросселининг қанчалик очиклигига боғлиқ. Таққослаш элементи *IV* дан чиққан сигнал элемент *V* ва қувват кучайтиргичи *VI* дан ташкил топган кучайтиргичнинг киришига боради. У таққослаш элементи кучайтиргичнинг хатосини йўқотишга хизмат қилади. Учириш релеси *I* аввалдан таъсир дросселини беркитишга мўлжалланган. Буйруқ босим $P_k = 0$ бўлганда *С₂* сопо ёпиқ бўлиб *Б* камерага ҳаво аввалдан таъсир дроссели орқали ўтади. Ростлагични ўчириш учун иккиламчи асбобдан буйруқ босими *P* берилиб, бунда *С₂* сопо очилади ва кириш сигнали ($P_{кир}$) бевосита *Б* камерага келади. Бу ҳолда таққослаш элементи *IV* га келувчи учала сигнал ўзаро тенг, чиқишдаги босим эса киришдагига тенг бўлади. Аввалдан таъсирни 0,05...10 минутгача оралиқда созлаш мумкин.

XV.9-§. ДПУ — 1Д ТИПДАГИ МАСОФАДАН ТУРИБ ПНЕВМАТИК БОШҚАРИШ ПАНЕЛИ

ДПУ — 1Д типли пневматик бошқариш панели иккиламчи асбоб ёки ростлагичлар билан биргаликда ишлаб, технологик жараёнлар параметрларини ростлаш ва бошқаришга мўлжалланган. Панель воситасида ижро этувчи механизмни масофадан туриб қўлда бошқариш ўзгармас топшириқ билан автоматик ростлаш, программали топшириш билан автоматик ростлаш, шунингдек, қўлда бошқаришдан автоматик бошқаришга узлуксиз ўтиш ёки аксинча вазифалар амалга оширилади.

Панелнинг саноат пневмоавтоматикаси универсал системасининг элементлари (УСЭППА) ва икки стрелкали кўрсатувчи (МТ2П—1 типдаги) манометр асосида тузилган принципиал пневматик схемаси XV—11-расмда кўрсатилган.

Панелнинг ишлашини



15.11-расм. ДПУ — 1Д типли панелнинг принципиал схемаси.

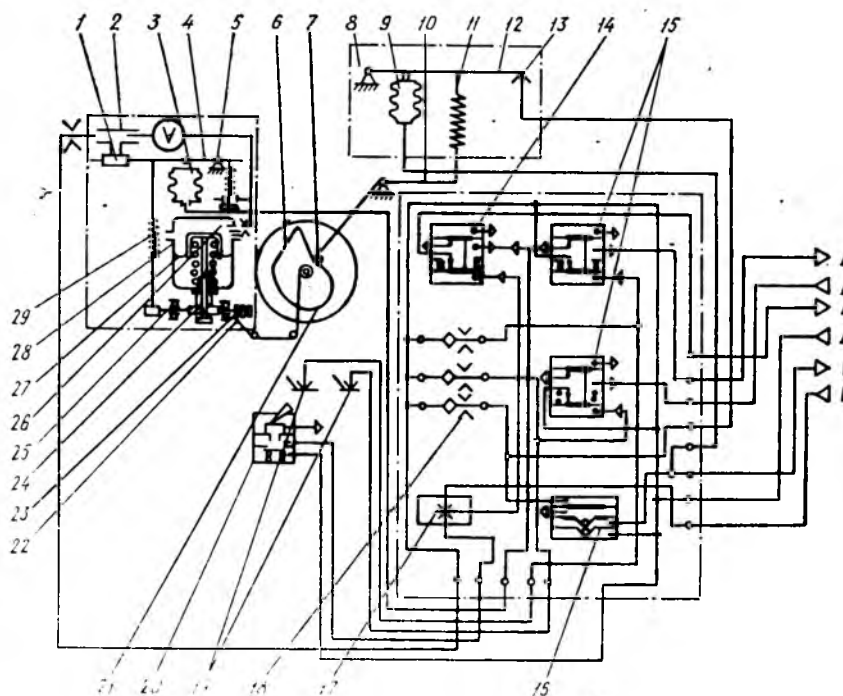
I — ростлагичнинг чиқиши; *II* — ижро этувчи механизм; *III* — ростлагичнинг узувчи релеси; *IV* — параметр; *V* — программа; *VI* — топшириқ; *VII* — маъба.

Бошқариш узувчи реле 5 га бўйруқ сигналларини берувчи клавишли қайта улагич 3 воситасида амалга оширилади. У эса ўз навбатида топшириқ бергичлар 1 ва 4 ни манометрга ишлаш режимида мувофиқ панелнинг ташқи штуцерларига улайди. Панель ёнги ва портлаш хавфи бор хоналарда ҳам ишлаши мумкин.

ХV.10-§. ПФ6.2 ТИПДАГИ ПАРАМЕТР БУЙИЧА ДАСТУРЛИ ПНЕВМАТИК ТОПШИРИҚ БЕРГИЧ

ПФ6-2 типдаги топшириқ бергич берилган дастурга мувофиқ 0,2...1,0 кгк/см² стандарт оралиқда ўзгарувчи кириш ва чиқиш сигналларининг функционал боғлиқлигини амалга оширишга мўлжалланган. Топшириқ бергич автоматик ростлаш системаларида пневматик иккиламчи асбоб ва ростлагичлар билан биргаликда технологик жараённинг параметрларини ростлашда ишлатилади.

Топшириқ бергич қуйидаги вазифаларни бажаради: 1. Дастурнинг исталган икки нуқтасида 1,4 кгк/см² босим билан пневматик сигнал бериш. 2. Маҳаллий ёки масофадан туриб берилган пневматик бўйруқ воситасида дастур дискини ҳар қандай



15.12-расм. ПФ6.2 типли топшириқ берувчининг принципал схемаси.

1 — программанинг биринчи нуқтага сигнали; 11 — программанинг иккинчи нуқтага сигнали; 111 — параметр; 1V — манға; V — чиқиш сигнали; VI — нолга қайтиш.

ҳолатдан бошланғич вазиятига қайтариш. 3. Кириш сигнални (параметрни) $\pm 1\%$ хатоликда шкалада контрол қилиш.

Топшириқ бергични ёнғин ва портлаш хавфи бор жойларда ҳам ишлатиш мумкин.

Топшириқ бергичнинг ишлаш принципи қуйдагиче (XV—12-расм): ролик 7 диск 6 нинг айланувчи дастур қирраси бўйлаб чиқиқди силжишини пропорционал пневматик сигналга айлантиради. Ролик силжишини пневматик сигналга айлантириш тебранувчи ричаг 10 воситасида пневматик ўзгарувчи 8 нинг пружинаси 11 нинг тортилишини ўзгартириш билан амалга оширилади.

Пружина тортилишининг ўзгариши сопло 13 ва ҳаракатланувчи пишанг 12 учи орасидаги масофанинг ўзгаришига олиб келади. Натижада ростланмайдиган пневмоқаршилиқ 18 орқали ўтувчи соплонинг йўлидаги ҳаво босими ўзгаради. Пневмоқайтарувчи 16 да қувват бўйича кучайтирилган босимнинг ўзгариши топшириқ бергич чиқишига ва тескари алоқа сиффони 1 га боради, бу эса пишанг 7 да мувозанатлантирувчи момент ҳосил қилади. Шундай қилиб, ролик дастур дискининг қирраси бўйлаб силжиши билан пневматик чиқиш сигналининг катталиги орасида тўғридан-тўғри боғланиш бўлади.

Топшириқ берувчи дастур дискининг айланиши куч компенсацияси схемасига асосланган пневматик сервопривод орқали амалга оширилади. Кириш сигнали сервоприводнинг сиффони 3 га ҳаво босимининг ўзгариши шаклида киради. Сиффон ҳосил қилган кучланиш ричаг 4 га берилади, у эста таян 5 атропоида айланиб ўзининг бўш учи билан кириш сигналнига пропорционал тарзда сопло 1 ни ёпади. Кириш сигналнинг ўзгариши сопло ва пишанг орасидаги масофанинг ўзгаришига олиб келади, бу ўз навбатида сопло йўлидаги, шунингдек, цилиндр 26 ичидаги босимни ўзгартиради. Цилиндрда босимнинг ўзгариши манжетли мембрана 28 билан мустаҳкамланган поршень 27 нинг силжишига олиб келади. Поршенинги ҳаракати шток 24 орқали лентали узатгич воситасида ва 25 ни айлантиради, бу эса тескари алоқа пружинаси 29 нинг тортилиш даражасини ўзгартиради ва ричагда мувозанатлантирувчи момент ҳосил қилади. Шу билан бир вақтда валнинг айланиши шкиф 23, ил ва роликлар воситасида кириш сигнални контрол қилувчи шкаланинг дискни 21 га ва унга маҳкамланган дастурли диск 6 га узатилади.

Шундай қилиб, кириш сигналининг катталиги билан дастурли диск бурчагининг силжиши орасида тўғридан-тўғри боғланиш бор. Шу усулда топширилган дастур бўйича кириш ва чиқиш сигналлари орасида функционал боғланиш амалга оширилади.

Дастурнинг исталган икки ҳолатини сигнализациялаш сервоприводнинг чиқиш валига маҳкамланган кулачоклар 2 ва «сопласаслонка 19 типидagi иккита элементдан тузилга 15—П—1108 реле чиқишида 1,4 кгк/см² босимли ягона буи

руқлар ҳосил қилиш билан эришилади. Кулачоклар кириш сигналининг керакли ҳолатларига мос қилиб шкалада ўрнатилади.

Дастурли дискни исталган ҳолатдан бошланғич (ноль) ҳолатга қайтариш учун 20—П11.2 пневмотумблёрни улаш ёки дистанцион сигнални «нолга қайтариш» штуцерига бериш лозим. Сигналларнинг бири 17—ПЗК.5 клапани орқали кириш сигнали йўлига уланган 14-П-1108 реленинг буйруқ камерасига боради. Реле ишлаши натижасида кириш сигналининг йўли ёпилади ва сервопривод сезгир элементининг камерасини атмосфера билан боғлайди.

XVI б о б. АГРЕГАТ СИСТЕМАЛАР ВА КОМПЛЕКСЛАР

XVI.1- §. УМУМИЙ СИСТЕМАНИНГ БОҒЛАНИШИДА БУЮРТМАЧНИНГ ВАЗИФАЛАРИ

Автоматлаштирилган системадан технологик жараённи бош қаришда фойдаланиш мумкин бўлиши учун даставвал унинг объект билан алоқасини таъминлашга мўлжалланган элементлар тўғрисида ўйлаб кўриш зарур. Айни ҳолда гап шундай алоқани амалга оширишда ишлатиладиган датчиклар ва ижро этувчи механизмлар ҳақида бормоқда.

Датчик ва ижро этувчи механизмларнинг қаерга — системага ёки бошқариш объектига боғланиши ҳақида бахслашиш мумкин. Лекин улар қаерга тааллуқли ёки боғланган бўлмасин бир нарса аниқ: бу органлар бир томондан объектнинг ажралмас қисми, чунки улар унинг ичига ўрнатилган ва маълумотларни ишлов бериш учун узатишга ҳамда бу ишлов бериш натижасида олинган буйруқларни бажариш учун қабул қилишга имкон беради; иккинчи томондан улар бошқариш системасининг ажралмас қисмидир, чунки датчиклар ҳам, ижро этувчи механизмлар ҳам органик жиҳатдан унга мувофиқ келиши, яъни системанинг бошқарилувчи жараён ҳақидаги кирувчи ахборотни қабул қилиши учун, бошқарув объектининг эса бошқарувчи ҳисоблаш машинасидан (БХМ) келаётган чиқувчи ахборотни қабул қилиши учун мослашган бўлиши керак.

Ҳозир датчик ва ижро этувчи органларни технологик жиҳозлар (агрегатлар, станоклар ва бошқалар) билан комплекс етказиб бериш аъъанаси мавжуд бўлиб, бунда уларни турли хил ҳисоблаш техникаси (ХТ) воситалари билан турлича уланишлар эҳтимоли ҳисобга олинади. Бу шу демакки, уларнинг конструкцияси, ишлаш принципи ва характеристикалари шу мақсад учун мос келиши керак. Шунинг учун бошқарув объектининг БХМ билан боғланиш органларини танлаш буюртмачининг вазифаси деб ҳисоблаш лозим. Энди, бундай органлар қандай асосий талабларга жавоб бериши кераклигини ва

уларни танлашда асосий эътиборни нимага қаратиш лозимлигини қараб чиқамиз. Датчиклардан бошлаймиз.

1. Датчик чиқиш сигналининг физик табиати. Ҳисоблаш техникаси воситалари, одатда, электр сигналлари кўринишида бериладиган маълумотлар билан, баъзида эса бошқа табиатдаги сигналлар билан (масалан, пневмоэлементлар, оқимчали элементлар асосида) иш кўради. Лекин кўпчилик ҳолларда датчикнинг чиқишидан маълум характеристикали электр сигналлар ҳосил қилиниши керак. Шунинг учун ноэлектрик катталиклар (температура, босим, фазода вазиятни ўзгартириш ва ҳоказо) датчиклари, одатда, ноэлектрик катталикларни электр сигнализига ўзгартириш билан таъминланган. Бу ўзгартиришлар (уларни баъзан иккиламчи асбоблар дейилади) конструктив жиҳатдан, одатда, ўлчовчи (қайд этувчи) элемент билан биргаликда тайёрланади, «датчик» атамаси эса ўзгартириш билан биргаликдаги ўлчов элементини ифодалайди.

2. Датчик чиқиш сигналининг параметрлари. Замонавий ҳисоблаш техникаси воситалари қуйи даражадаги (тахминан 6—24 В ўзгармас токда) дискрет электр сигналлари билан ишлашга мўлжалланган. Шунинг учун датчик чиқиш сигналининг даражаси шу даражага мос келиши мақсадга мувофиқдир. Объект билан боғланиш қурилмалари асосида (ОБК) ишлаб чиқиладиган ҳисоблаш техникаси воситалари комплектига, одатда, юқори вольтли (юқори кучланишли) сигналларни (масалан, 220 В) қабул қилиш учун мўлжалланган блоклар ҳам киритилган. Бироқ бундай блоклардан фойдаланиш фақат чиқиши паст вольтли датчикдан фойдаланиш мумкин бўлмаган ҳоллардагина мақсадга мувофиқдир.

Дискрет сигналлар датчиги чиқишда фақат икки қийматга эга бўлиши, уларни 0 (сигнал йўқ) ва 1 (сигнал бор) тарзида талқин этиш мумкин. Бундай датчикларни танлашда буюртмачи ўзгартиришнинг чиқишида 0 электр сигналининг максимал қиймати 1 сигналнинг максимал қийматидан (система бу қийматларни 0 учун 1 ни ва аксинча қабул қилиб «адаштирмаслик» учун) анча фарқ қилиш (5—10 марта) кераклигини ҳисобга олиши лозим.

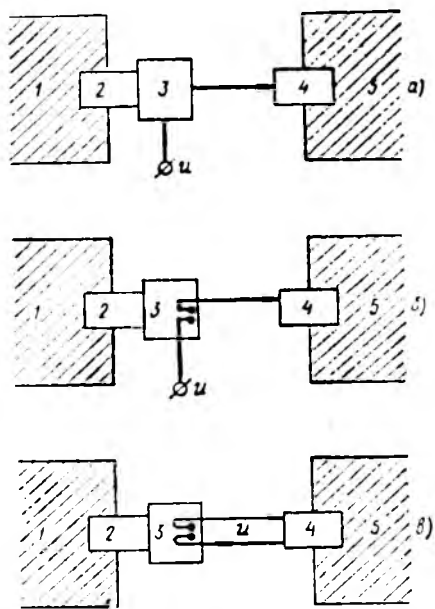
Ухшаш сигналли датчиклар ўлчанаётган катталикнинг бутун диапазонни бўйича стандарт чиқишга эга бўлиши керак (одатда, бу токнинг 0 дан 5 мА оралиқда ўзгариши, кучланишнинг 0 дан 10 В гача оралиқда ўзгариши ёки айрим ҳолларда датчик ҳосил қиладиган частота ўзгаришидан иборатдир).

3. Датчикларнинг турини танлаш. Ишлаш принциpigа кўра датчиклар контактли ва контактсиз турларга бўлинади. Контактли датчикнинг чиқишидаги сигнал контактларнинг (масалан, электр реле контактларининг) механик туташуви ҳисобига электр занжирининг уланиши натижасида шаклланади. Контактсиз датчик чиқишидаги сигнал контактсиз элементнинг (масалан, транзисторнинг) қайта уланиши натижасида шаклланади. Ҳисоблаш техникаси воситалари контактсиз элемент-

лардан қилингани учун ўзининг ишлаш принципи бўйича ҳам, электр сигналлари параметрлари бўйича ҳам системага осон мослашиб кетадиган контактсиз датчиклар афзалроқдир.

Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, контактли датчиклардан фақат бошқалари бўлмаганда ёки датчик билан система кириши ўртасида гальваник боғланиш йўқлигини таъминлаш талаб қилинган ҳоллардагина фойдаланиш мумкин (маълум бир сабабларга кўра). У ҳолда объектнинг чиқиш сигнали сифатида датчикнинг «соф» контактидан фойдаланилади.

16.1-расм, *a* да контактсиз датчикнинг чиқиши билан боғланиш схематик кўрсатилган. 16.1-расм *б, в* да эса датчикларнинг контактли ўзгарткич билан улавишининг икки усули схематик кўрсатилган.



16.1-расм. Контактсиз ва контактли датчикларнинг система билан боғланиш схемалари:

a — контактсиз датчикнинг система чиқиши билан боғланишнинг схематик кўрсатилиши. *б, в* — датчикларнинг контактли ўзгарткич билан уланган икки усуlining схематик кўрсатилиши.

16.1-расмда қуйидагилар шартли равишда тасвирланган: 1 — бошқариш объекти; 2 — датчикнинг ўлчаш elementi; 3 — контактсиз иккиламчи асбоб (датчик ўзгарткичи); 3 — контактли ўзгарткич; 4 — системанинг кириш сигналларини қабул қилиш бўғини; 5 — бошқариш системаси; *U* — датчикни таъминловчи кучланиш.

Ижро этувчи механизмларга талаблар асосан бошқариш объекти томонидан ва бироз даражада бошқарувчи система томонидан белгиланади. Ҳақиқатан, агар, масалан, ижро этувчи орган бирор контактор бўлса, у ҳолда унинг характеристикалари биринчи навбатда бу контакт улайдиган занжирларнинг қуввати билан белгиланади. Иккинчи томонидан, система таркибига кирувчи чиқиш кучайтиргичларининг номенклатураси, одатда, анча чекланган ва бошқарув объекти турли ижро этувчи механизмларининг катта спектрларини ҳар доим ҳам «қоплаб» ололмайди.

Буюртмачининг вазифаси шундан иборатки, ижро этувчи органларни, асосан, системанинг кучайтиргичларига бўладиган юкланишларнинг қиймати ва характери бўйича имкони борича

максимал даражада бир хиллаштиришга эришишдир. Бунда ташқари, агар объект учун ноэлектрик табиатдаги бошқарувчи сигнал талаб қилинса, у ҳолда ишлаб чиқувчи тегишли ўзгарткични танлаб олиши керак.

Ижро этувчи механизмлар номенклатураси ва миқдори аниқлангандан сўнг буюртмачи бошқариш системаси таркибига кирувчи чиқиш кучайтиргичларининг характеристикалари ва номенклатурасига қўйиладиган асосланган талабларни таърифлаб бериши керак.

Баъзи ижро этувчи механизмлар шундай конструкцияланганки, уларда кирувчи бошқарув сигнали турли хил механик ва электр мосламалар ҳисобига бошқарувчи кириш сигналининг хотирага олиш амалга оширилади. Бундай механизмни ишга тушириш учун унинг киришига импульс тарзидаги бошқарувчи сигнал бериш етарли. Бу сигнал олингандан сўнг механизм унга ўчириш ҳақидаги махсус сигнал берилмагунча уланган ҳолда туради. Бундай механизмга мисол тарзида хонадаги оддий электр ўчиргич (выключатель) ни келтириш мумкин.

Бошқа турдаги ижро этувчи механизмлар киришда улашишга сигнал бор экан, уланган ҳолда туради ва агар бошқарувчи сигнал бўлмаса, узилади. Бундай ижро этувчи механизмга мисол тарзида уйга кираверишдаги электр қўнғироғи тугмачаси хизмат қилиши мумкин.

Ижро этувчи механизмнинг бирор турини танлаш технологик жараённинг ўзига хос хусусиятларига боғлиқ бўлиб, системанинг кириш қурилмалари структурасига ва ахборотни чиқариш дастурига катта таъсир қилади. Бу таъсир хотирали механизмларни бошқариш учун иккита бошқарувчи буйруқни — улашга ва узишга алоҳида буйруқни шакллантириш зарурлиги (хотирасиз ижро этувчи механизмларда бунинг зарурати йўқ) билан белгиланади. Айрим ҳолларда бирор сабабга кўра икки бошқарувчи киришли механизмлардан фойдаланиш мумкин бўлмаганда, лекин система чиқишида хотирлаш талаб қилинганда, бу хотирани системанинг чиқиш кучайтиргичларига «кўчиришга» тўғри келади, яъни улаш ва узиш учун киришлари алоҳида бўлган ижро этувчи механизмларни бошқаришга ўхшаш махсус хотирали кучайтиргичлардан фойдаланишга тўғри келади.

Кўпинча ижро этувчи механизмнинг қуввати ёки бошқа характеристикалари уни бевосита системанинг кириш кучайтиргичлари орқали бошқаришга имкон бермайди. Бу ҳолда мословчи элемент ўрнатишга тўғри келади (одатда бу реле билан ишлайдиган дастлабки кучайтирувчи оралиқ блокидир), у ўз кириш параметрлари бўйича система кучайтиргичларига тўғри келиши, чиқиш параметрлари бўйича эса ижро этувчи механизмларга тўғри келиши лозим.

Шундай қилиб, бошқариш объекти билан система ўртасидаги алоқани таъминлаш учун буюртмачи қуйидагиларни бажариши керак:

1) бошқариш системасининг кириш ва чиқиш-ахборотлари ҳажмини аналогли (узлуксиз) ва дискрет сигналлари бўйича алоҳида-алоҳида ишлаб чиқувчи билан аниқлаши ва келишиб олиши;

2) дискрет ва аналогли кириш сигналларининг маъқул бўладиган (бошқариш системаси билан туташиб нуқтаи назардан) параметрларини ишлаб чиқувчи билан аниқлаши ва келишиб олиши;

3) системанинг датчиклар занжирлари билан гальваник ажралишини талаб қилувчи ҳамма киришларини санаб чиқиши ва системани ишлаб чиқувчи билан бундай ажралишни амалга ошириш усулларини келишиб олиши (контактли киришдан ёки системанинг кириш қурилмаларидаги схемали ечимлардан фойдаланиш);

4) дискретли ва аналогли сигналлар датчикларини талаб қилинган характеристикаларни (чиқиш кучланиши амплитудаси, юкланиш токи, датчик тури, ишончлилиги ва ҳоказо) ҳисобга олган ҳолда танлаши;

5) бошқариш объекти ижро этувчи механизмларини имкони борича системанинг чиқиш кучайтиргичлари номенклатурасини ҳисобга олган ҳолда танлаш;

6) ижро этувчи механизмларнинг чиқиш кучайтиргичлари ва кириш занжирлари параметрлари мос келмаган ҳолда тегишли мословчи ўтиш қурилмаларини танлаш, шунингдек уларни объектда жойлаштириш ўрнини аниқлаши;

7) системадан объектга чиқувчи ва бошқарувчи сигнални хотирлашни талаб қилувчи ҳамма чиқишларни санаб чиқиши (бунда хотирали ижро этувчи механизмлар билан таъминланганларни ажратиш керак);

8) бошқариш системаси таркибига кирувчи аналогли-рақамли ва рақамли-аналогли ўзгарткичларга қўйиладиган зарур талабларни (аниқлик, алмаштириш тезлиги, чиқиш сигналининг шакли ва характери) аниқлаши;

9) датчиклар ва кириш қурилмалари орасидаги алоқа линияларини таъминлаш, шунингдек, системанинг чиқиш системалари ва ижро этувчи механизмлар орасидаги алоқани мазкур объект учун кабель алоқаси (ўтказиш усуллари, ҳалақит беришларга бардошлилиги ва бошқалар) талабларига ўзига хосликни ҳисобга олган ҳолдаги алоқа линиясини ва ишлаб чиқувчининг талабларини (алоқаларнинг йўл қўйилган узунлиги, бириктириш усуллари, ҳалақит беришнинг таъсирини пайсатириш ва бошқалар) таъминлаш.

Буюртмачининг санаб ўтилган ишларни бажариши (албатта, системани ишлаб чиқувчи иштирокида) системани бошқариш объектига янада ишончли боғлашга ва кейинчалик мумкин бўладиган ўзгартиришлар ва қайта ишлашларни анча қисқартиришга имкон беради.

ХVI.2- §. АГРЕГАТЛАШТИРИШ — ЗАМОНАВИЙ БОШҚАРИШ СИСТЕМАСИ ТУЗИЛИШИНING АСОСИДИР

У ёки бу аниқ системалар учун фойдаланиладиган дастлабки бошқарувчи ҳисоблаш машиналари маълум масалани ҳал қилиши учун, ёки энг яхши ҳолларда, бошқаришнинг чекланган синфлари учун лойиҳаланган эди. Бу машиналарнинг тузилиши жуда бикр бўлиб, ҳатто бироз ўзгаришларни ҳам киритиб бўлмасди, машиналарнинг характеристикаси аниқ тайинланган эди.

Лекин вақт ўтиши билан бошқариш системалари учун БҲМ ларни индивидуал лойиҳалаш йўли ишлаб чиқаришга жорий қилиш нуқтаи назаридан истиқболи камлиги аниқ бўлди. Ҳозир системаларни ишлаб чиқишда тузилмаларни агрегатлаштириш принципи кенг фойдаланилмоқда.

Тузилмани агрегатлаштириш — бу характеристикалари тайинланган БҲМ дан турли вазифали автоном блоklar тўпламига ўтиш бўлиб, улардан бошқарувчи машиналарни ҳам, ихтиёрий тузилмадаги системаларни ҳам йиғиш мумкин. Бундай ҳар бир блок ўзининг махсус вазифасини мустақил бажариши мумкин, лекин у шундай тарзда тузилган ва қурилганки, уни ҳисоблаш техникаси воситалари агрегат системаларининг бошқа функционал блоklари билан туташтириш осон. Биз бундан кейин агрегатли воситаларнинг баъзи тўпламларини ва уларни умумий система доирасида туташтириш усулларини муфассалроқ қараб чиқамиз. Буюртмачи нуқтаи назаридан агрегатлаштириш принципини ҳам ўшанда қараб чиқамиз.

Системага юкланадиган вазифаларни аниқлаш босқичида буюртмачи бирор вазифани бажаришда унинг ишлаш алгоритминини таърифлаб бериши, яъни системанинг аниқ масалани счиш тартиби ва қондасини аниқлаши керак. Бироқ ишлаш алгоритмлари уларни ишлаб чиқиш босқичида ҳам, системани жорий қилиш жараёнида ҳам ва система ишлатиш учун топширилгандан сўнг ҳам деярли муқаррар ўзгаради. Бу биринчидан, бошқариш сифатини яхшилаш мақсадида алгоритмларни такомиллаштириш зарурати туфайли вужудга келиши; иккинчидан, бошқариш системасининг объектда «барқарорлашиши» даражасига қараб ишлатиш шароитлари ҳам ўзгаради; учинчидан, системанинг баъзи вазифалари бундан кейин ривожланиши мумкин, бошқалари эса, аксинча, ўз аҳамиятини йўқотиши мумкин ва ниҳоят, тўртинчидан, технологик жараённинг ўзи ўзгариши мумкин, бу эса системанинг ишлаш дастурининг, кириш ва чиқиш ахбороти ҳажмининг ва ҳоказонинг жуда катта ўзгаришини англатади. Шундай қилиб, буюртмачи системанинг структурасини ўзгартириши, керак бўлганда айрим қурилмаларни кўпайтириши, уларнинг информатик ёки ҳисоблаш қувватини ошириш, четки қурилмалар номенклатурасини ва БҲМ билан мулоқот усулларини ўзгартиришда маълум эркинликка эга бўлиши керак.

Бу имкониятларнинг ҳаммаси маълум чегарада ҳисоблаш техникасининг агрегат воситаларидан фойдаланишни ифода-лайди.

Энди бундай воситалар асосида қурилган системанинг дас-турлари ва тузилмасини нима туфайли ва қандай қилиб ўзгар-тириш мумкинлигини қараб чиқамиз. Ҳамма функционал блок-лар қуйидаги параметрлар бўйича мослама оладиган қилиб ишланади:

— ахборот ва бошқарувчи сигналларнинг физик параметр-лари;

— фойдаланилаётган элементларнинг конструкциялари ва агрегат система узеллари (бўғинлари) бўйича;

— функционал блоклар орасида ўзаро алмашинувда ахбо-рот жўнатмалари кўринишида;

— турли иш режимларида блоклар орасидаги ахборот алмашинуви (алоқа алгоритми бўйича) тартибини ташкил этиш.

Агрегат қурилмалар функционал вазифасига кўра, одатда, қуйидаги турларга бўлинади:

— марказий бошқариш ва ахборотга ишлов бериш қурил-малари (процессорлар);

— системанинг хизмат кўрсатувчи ходимлар билан ахборот ва бошқарув алоқасини таъминловчи қурилмалар;

— системанинг объект билан ахборот ва бошқарув алоқа-сини (ахборотни тўплаш ва чиқаришни) таъминловчи қурилма-лар;

— ахборотни сақлаш (хотирлаш) қурилмалари (ҲҚ); улар ички (оператив ва доимий хотира) ва ташқи (магнитли бара-банлар, ленталар, дисклардаги катта сифимли оператив хотира) хотираларга бўлинади;

— ташқи (системадан ташқари) алоқа линияларига чиқиш қурилмалари;

— системанинг функционал блоклари ўртасида ахборот алмашинувини таъминловчи қурилмалар;

— ташқи элтувчилардан (перфолента, перфокарталар, босиш қурилмаларидан) ахборотни киритиш ва уларга чиқа-риш қурилмалари.

Процессор ва хотирловчи қурилмалардан бошқа ҳамма жихозлар киритиш-чиқариш қурилмалари (КЧҚ) дейилади.

Автоматлаштирилган бошқариш системаларини қуришнинг агрегат принципи қуйидагиларни амалга оширишга имкон беради:

— системанинг кўп процессорли тузилмасидан, масалан, унинг ишончлилигини ёки унумдорлигини ошириш мақсадида фойдаланиш;

— бошқариш ва назорат қилишнинг қўшимча вазифаларини амалга ошириш ёки мавжуд вазифаларини мураккаблаштириш учун хотира ҳажмини ошириш;

— системанинг агрегат воситалар тўпламига кирувчи кири-

тиш-чиқариш қурилмалари миқдори ва таркибини алмаштириш;

— бошқариш системаси ишлов берувчи ва шакллантирувчи кириш ва чиқиш ахборотлари ҳажмини ўзгартириш;

Пировардида, ҳисоблаш техникасининг замонавий агрегат воситалари таркибига ахборотга ишлов беришни киритиш ва чиқаришни ташкил этувчи дастурлар комплекти ҳам (ички математик таъминот), шунингдек, функционал блокларнинг ўзаро ишлаши ҳам киради.

XVI.3- §. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁННИ БОШҚАРИШ СИСТЕМАСINI ЖИҲОЗЛАШ УЧУН ТЕХНИК ВОСИТАЛАР КОМПЛЕКСИ

Ишлаб чиқаришнинг ўзига хос хусусиятлари талаб қиладиган ишончлилик бўйича ҳам меъёردаги, ҳам юқори талаблар мавжуд бўлганда саноатнинг турли тармоқларида бошқариш системаларини қуриш учун кенг қўлланиладиган техник воситаларнинг икки комплексини қараб чиқамиз. Улардан бири АСВТ агрегат системасининг таркибига, иккинчиси АССТ агрегат система таркибига киради.

XVI.3.1.М-6000 ПРОЦЕССОР АСОСИДАГИ АСВТ-М ТЕХНИК ВОСИТАЛАР КОМПЛЕКСИ

М-6000 асосидаги техник воситалар комплекси ахборотни тўплаш, ишлов бериш ва чиқаришнинг турли хил вазифаларини амалга ошириш учун агрегат модулларнинг кенг тўпланишидан иборат. Бу модуллар микроэлектрон техника элементлари асосида ясалган ва реал вақт масштабида ишловчи автоном ахборот ва бошқариш системаларига йиғилади.

Комплекснинг унумдорлиги тахминан 200000 адрес операциясини ташкил этади (операциялар оператив хотирлаш қурилмаси ОХҚ дан чиқариб олинганда). М-6000 комплексининг оператив хотира ҳажми кўпи билан 65536 байтни ташкил этади ва бу қийматгача 8192 байтдан бошлаб ОХҚ нинг айрим блокларини улаш билан ошириб борилиши мумкин. Хотирага мурожаат қилиш вақти унинг турли иш режимлари учун 2,5...3,8 мкс.

Комплекснинг фарқ қилувчи хусусияти унинг таркибига хотирага тўғри кириш канали (ХТКК) борлигидир, унинг тез ишлаши одатдаги каналларнинг тез ишлашидан анча юқоридир. ХТКК мавжудлиги, зарур бўлганда, процессорнинг ишини тўхтатмасдан киритиш-чиқариш операцияларини системанинг хотираси ёрдамида бажаришга имкон беради.

XVI. 3.1.1. М-6000 НИНГ ВАЗИФАСИ ВА ҚўЛЛАНИШ СОҲАСИ

М-6000 асосидаги воситалар кенг вазифали комплекс сифатида олдиндан ўйлаб қилинган ва бажарилган бўлиб, у саноатнинг турли хил соҳаларида: кимё, нефть-кимё, металлургия,

асбобсозлик, энергетика, металлга ишлов бериш саноатида, транспортда ва ҳоказо жойларда қўлланиши мумкин.

М-6000 асосида қурилган системалардан қуйидагича фойдаланиш мумкин:

— технологик жараёнлар (ТЖ) ни бевосита бошқариш учун;

— кўп босқич иерархик бошқариш системаларида ахборотни тўплаш ва дастлабки ишлов бериш учун;

— оммавий хизмат кўрсатиш системасига кирувчи маълумотларни ишлаш бўғини сифатида;

— технологик объектлар ишини оптималлаштириш масалаларини ҳал қилиш учун;

— мураккаб системаларда хабарларни коммутациялаш маркази сифатида;

— катта системаларда киритиш-чиқариш қурилмаларини бошқариш қурилмаси сифатида, бунда процессор М-6000 фақат киритиш ва чиқариш бўғини вазифасинигина бажарганда;

— саноат маҳсулоти параметрларини назорат қилиш учун.

Комплекснинг бундай кенг миқёсда қўлланиши фақат ривожланган буйруқлар системаси ва математик таъминот билангина таъминлаб қолмай, балки ташқи қурилмаларнинг кенг номенклатураси билан ҳам таъминланади.

XVI. 3.1.2. М-6000 АСОСИДАГИ СИСТЕМАЛАРНИНГ УМУМИЙ СТРУКТУРАСИ

М-6000 асосидаги системанинг структурали қурилиши АСВТ воситалари системасини қуришнинг умумий принциплари асосида амалга оширилади.

Системанинг марказий ўзаги М-6000 процессори бўлиб, унинг алоқалари (боғланишлари) кириш-чиқишнинг стандарт туташмаларига чиқиб, процессорга 8 тадан 60 тагача қўшимча қурилмаларни улашга имкон беради. Бундай уланишлар интерфейс карталар ёрдамида амалга оширилиб, улар асосан машинанинг ташқи қурилмалар билан уланиш бўғинлари ва бошқариш объекти ҳисобланади. Ҳар бир интерфейс картанинг ишлаш принципи ва схемаси аниқ ташқи қурилманинг бошқариш системасидаги унинг вазифаси билан боғлиқ ўзига хос хусусиятини акс эттиради.

Математик таъминот техник воситалар билан бирга берилади. Бу таъминотнинг таркиби ва вазифаси, шунингдек, М-6000 нинг буйруқлар системаси (1) да қараб чиқилган.

XVI. 3.1.3. КИРИТИШ-ЧИҚАРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ

Киритиш-чиқаришнинг барча муҳим қурилмалари стандарт туташув орқали ёки бевосита процессорга интерфейс карталар орқали, ёхуд система таркибига кирувчи ва процессорга кўп миқдордаги ташқи қурилмаларни улаш имконини таъминлаш учун мўлжалланган киритиш-чиқариш кенгайтиргичига, шунинг-

дек, хотирага бевосита кириш каналига ёки махсус туташув кенгайтиргичига уланиши мумкин.

М-6000 нинг стандарт туташуви сифатида 2К туташув танланган бўлиб, у қуйидагиларни назарда тутеди:

— машина сўзининг барча 16 хонасини (разрядини) параллел узатиш;

— киритиш-чиқариш операцияларини бажаришнинг бошида ва охирида ташқи қурилмалар билан ахборот алмашишнинг регламентланмаган тартиби ва назорат функцияларини ихтиёрий бажариш ташқи қурилмаларга юклатилади.

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, киритиш-чиқаришни ташкил этишнинг тахминан шундай тартиби ЭХМ ЯС (ягона серияси) воситалари комплекси учун ҳам қабул қилинган. У киритиш-чиқариш ишларининг бир қисмини бажаришни процессорга юклаб, алмаштириш ишини бир хиллаштиришга имкон беради. У бу ҳолда турли хилдаги ташқи қурилмаларнинг иш хусусиятидан анча камроқ даражада боғлиқ бўлади. Бу системанинг четки қисмининг номенклатурасини ошириш ва ўзгартириш имкониятларини жиддий равишда кенгайтиради.

Физик жиҳатдан 2К туташув—иккита штепсель розеткаси бўлиб, улардан бири процессор жавонида, иккинчиси — киритиш-чиқариш кенгайтиргичи ва туташув тармоқлагичи конструктивларида ёки хотирага бевосита кириш каналида жойлаштирилган. Бу штепсель розеткаларига аниқ ташқи қурилмани бошқариш схемасига бутунича ёки схеманинг бир қисмига эга бўлган интерфейс карта (ўлчами 235×140 мм бўлган плата) ўрнатилади (қўйилади). Процессор 2К туташувга 8 та чиқишга эга, яъни кенгайтиргичларсиз жами 8 та ташқи қурилмани улаш мумкин. Процессорга битта, иккита ёки учта кенгайтиргични улаб, туташувга чиқишлар сонини мос равишда 22, 38 ёки 54 тагача ошириш мумкин.

М-6000 процессори фақат ўзининг ташқи қурилмаларига уланмасдан, балки АСВТ-Д (дискрет компонентлардаги) воситалар комплексига кирувчи бошқа исталган қурилмага уланиши мумкин. Бундан ташқари, М-6000 га ЭХМ ЯС и воситалари комплексидан истаган ташқи қурилмани улаш мумкин. М-6000 процессори асосидаги системанинг ўзи ЭХМ ЯС и ҳисоблаш комплексига бошқа ташқи қурилмалар билан бўйсунган қисм система ҳуқуқида бошқарувчи киритиш-чиқаришнинг қувватли қурилмаси сифатида уланиши мумкин.

Бу имкониятларнинг ҳаммасини таъминлаш учун система таркибида туташмаларни мослаштиришнинг махсус модули мавжуд.

XVI. 3.1.4. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ

Система ўз манбаларидан таъминланади, бунда 220 В кучланишли (рухсат этилган чегаралар +10%—15% атрофида) 50±1 Гц частотали бир фазали ўзгарувчан токдан фойдаланилади.

XVI. 3.1.5. КОНСТРУКТИВ ИЖРО

М-6000 нинг конструкцияси номенклатурасига қуйидагилар киради:

- турли функционал модуллар конструкциялари жойлаштирилган умумий жавон;
- элементлар блоклари, асбоблар каркаси;
- пульта, тумбалар, столлар;
- индикациялаш, сигналлаш элементларини, шунингдек бошқариш органларини ўрнатиш учун конструкциялар.

XVI. 3.1.6. ИШЛАТИШ ШАРТЛАРИ

М-6000 процессор асосидаги системалар ёпиқ турдаги стационар иситилувчи хоналарда ишлатиш учун мўлжалланган.

Система атроф муҳитнинг қуйидаги параметрларида меърида ишлайди:

- температура (25—40°C);
 - ҳавонинг нисбий намлиги 30—80% (кўпи билан 90% гача);
 - атмосфера босими (10+3,3·10) Па (60+25) мм сим. уст.
- Магнит дискларидаги ташқи тўплагичлар ҳавони кондиционерлашни, температурани +15° дан +30°C гача сақлашни ва ҳавонинг минимал даражада чанглинишини талаб қилади.

XVI. 3.1.7. М-6000 АСОСИДАГИ ВОСИТАЛАР КОМПЛЕКСИ ТАРҚИБИ

Комплекс таркибига асосий характеристикалари юқорида келтирилган М-6000 процессордан ташқари қуйидагилар киради:

- 1) 5, 6, 7 ва 8 йўлли перфолентаси бўлган киритиш қурилмаси, унинг киритиш тезлиги 1500 сатр/с;
- 2) перфолентага чиқариш қурилмаси, чиқариш тезлиги 160 сатр/с;
- 3) ёзиш тезлиги 10 симв/с бўлган технологик ахборотни ёзиш қурилмаси;
- 4) киритиш-чиқариш қурилмаси; «Консул-260» ёзув машинаси асосида, ёзиш тезлиги 10 симв/с;
- 5) перфорацияловчи қўшимча приставка комплексида Т-65 телетайп аппарати асосидаги киритиш-чиқариш қурилмаси, киритиш-чиқаришдаги тезлик 400 симв/мин. гача;
- 6) киритиш-чиқариш қурилмаси; «Консул-260» ёзув машинасидан, перфолентадан ўқиб чиқувчидан ва лентали перфортдан иборат комплектдан ташкил топган; хизмат кўрсатувчи ходимларнинг БҲМ билан оператив алоқа боғлаши учун мўлжалланган.
- 7) экранда символли-рақамли ахборотни (96 белги — рақамлар, рус ва лотин алфавити, махсус белгилар) ифодалаш учун электрон-нур трубка (ЭНТ) асосидаги маълумотларни индикациялаш станцияси (МИС); киритиш ҳажми 1024 сим-

вол. Маълумотларни индикациялаш станцияси терилган ахборотни таҳрир қилиши, уни машинага узатиш, БХМ дан қабул қилиб олиб, кейин таҳрир қилиш, экранга чиқарилган ахборотни «Консул-260» машинкасида ёзиш, экрандаги сатрлар сони 16, сатрдаги символлар сони 64; символлар орасидаги масофа 0,6 мм, сўзлар орасидаги масофа 3,6 мм, сатрлар орасидаги масофа 6 мм. Ахборотни қабул қилиш тезлиги 70 симв/с;

8) график маълумотларни индикациялаш станцияси (ГМИС) (ЭНТ асосида), ходимларнинг УХМ билан оператив алоқа боғлашлари учун мўлжалланган бўлиб, у БХМ дан келатган кодларни уларнинг нуқта, ёй, айлана, ҳарф, рақам ва бошқа символлар кўринишидаги, шунингдек, ЭНТ экранида тасвирланадиган тўғри чизиқ кесмалари кўринишидаги кўринма эквивалентларига алмаштиради.

ГМИС да бир нечта иш режими кўзда тутилган: нуқталар, векторлар, кичик векторлар, айланалар, ёйлар, символлар режими, тасвир элементларини ажратиш ва бошқариш режими. Экрандаги ишчи майдоннинг ўлчами 24×24 см; ҳар бирининг диаметри 0,25—0,1 мм бўлган турли адресланувчи нуқталарнинг миқдори 1027 тага тенг; тўпламдаги турли символлар миқдори 96 та рақам (рус ва лотин символлари, махсус белгилар); кадрдаги-символларнинг энг кўп сони 2000 та;

9) магнит дисклардаги ташқи хотира қурилмаси; биттадан бештагача Р-401 қурилмаси бор.

Ҳар бир қурилма қуйидаги вазифаларни бажаради:

— ахборотни берилган адрес бўйича излаш;

— стандарт туташмадан параллел кодда ахборот қабул қилиш ва уни магнит дискка кетма-кет кодда ёзиш;

— дисклардан ахборотни кетма-кет ўқиб олиш ва уни туташмага параллел кодда чиқариш.

Қурилманинг магнит дисклари касетасининг сифми тахминан 10 млн. икки рақамдир, дискнинг бир йўлига 10400 бирликкача ахборот сиғади;

10) осциллографни боғлаш қурилмаси; одатдаги осциллограф экранига нуқталардан тузилган тасвирларни чиқаришни таъминлайди;

11) таймер; процессорга вақтинча сигналларни бериш учун мўлжалланган; бу қурилма ташкил этувчи дастур — супервизор билан бирга қуйидагиларни амалга оширишга имкон беради;

— жорий вақтнинг қийматини 1,3 с/сут. гача аниқлик билан олишга;

— бошқариш системасида астрономик вақтнинг олдинда берилган пайтида маълум ишларни бажариш учун топшириқ беришга;

— берилган вақт оралиғи ўтиши билан бирор иш бажариш учун топшириқ беришга;

— бирор вазифанинг бажарилиш вақтини чеклашга;

— системанинг ишлаш вақтини ва айрим вазифаларини амалга ошириш вақтини ҳисобга олишга;

— процессорнинг 0,5 с дан ортиқ вақтга тўхташи ёки циклланиши ҳақидаги сигнални шакллантиришга имкон беради.

Киритиш-чиқаришнинг юқорида санаб ўтилган ташқи қурилмаларидан ташқари комплекс таркибига объект билан боғланиш учун агрегат модуллар ва мослаштиргичлар киради.

Объект билан алоқа боғлаш учун агрегат модуллари комплектига қурилмаларнинг кенг номенклатураси кириб, улар объект датчикларидан системага турли хил ахборот киритилишига ва ишланган сигналларни ижро механизмлари ҳамда сигнализация элементларига чиқарилишига имкон беради. Бундай турдаги модулларнинг умумий миқдори сигналларни қабул қилишга мўлжалланган қурилмалардан 28 тасини, шунингдек, турли параметрли ва характеристикали бошқарувчи таъсирларнинг шаклланишини ташкил этади.

M-6000 процессор асосидаги воситалар комплексига кирувчи объект билан боғланиш қурилмалари қуйидагиларни амалга оширишга имкон беради;

— ҳам ерга уланган, ҳам кириши изоляцияланган ўзгармас кучланишли сигналларни аналогли-рақамли алмаштириш;

— ўртача даражадаги (+5 В) ўзгармас кучланиш сигналларини коммутациялаш;

— терможуфт, қаршилик термометрлари, потенциометрлардан келаётган сигналларни коммутациялаш;

— паст даражадаги кириш сигналларини (10 дан 100 мВ гача) кучайтириш;

— шахсий ва гуруҳий каналларда халақитларни йўқотиб ва 50 Гц, 60 дБ частота билан аналог сигналларни филтрлаш;

— терможуфт, қаршилик термометрлари ва потенциометрлардан келаётган сигналларни нормаллаштириш;

— терможуфтларнинг кавшарланган совуқ жойининг термо ЭЮК ини автоматик компенсациялаш, шунингдек, қаршилик термометрлари сигналларини ўзгармас ток кучланишига айлантириш;

— 16 та икки позицияли датчиклардан келадиган дискрет ахборотни гуруҳий киритиш;

— гуруҳдаги истаган датчикнинг ҳолати ўзгарганда узилишга талаб шаклланиши билан ташаббусли ва авария сигналларини киритиш;

— рақам-импульсли сигналларни олдиндан 4095 тагача тўплаб, кириш частотаси 200 Гц қилиб ва чиқишда 12 хонали иккилик кодни шакллантириб киритиш;

— объект билан алоқа линияларини зичлаштириш ва назорат қилиш;

— истеъмол қуввати 0,7 ва 6 ВА гача бўлган 10 та биполяр мантиқий элементни, релени, индикация лампаларини ва ҳоказоларни контактсиз ва гуруҳий бошқариш; бунда кириш зан-

жирларининг ердан гальваник ажралиши таъминланиши мумкин;

— сигнализация элементларини бошқариш (ўчиб-ёнувчи режим), шунингдек, бошқарувчи импульс давомийлиги 1 мс дан 6 с гача қайд қилинган реле ва контактсиз элементларни импульсли бошқариш;

— телефон коммутацияланмаган канали бўйлаб 15 км гача масофага 50 симв/с тезлик билан 8 хонали кодларни параллел узатиш;

— хотирага бевосита кириш каналига тез ишловчи ахборот манбаларини улаш учун ахборотни оралиқ сақлаш; оралиқ хотиранинг сизими 8 та 16 хонали регистрдан иборат;

асбобларни, ўзгармас ва ўзгарувчан ток релесини, шунингдек бошқа ижро этувчи механизмларни контактли бошқариш (РЭС-22 реле контактларидан);

— РЭС-22 реле контактлари ёрдамида бир-биридан изоляцияланган 28 та занжирни бир вақтда улаш;

— дискрет ахборотни киритиш ва чиқаришни кўпайтириш;

— объект билан алоқа линияларини махсус кросс шкафлари ва панеллар ёрдамида коммутациялаш.

М-6000 асосидаги комплектга кирувчи мослаштиргичлар қуйидагиларни таъминлайди;

— АСВТ ва ЭХМ ЯС воситалари системаси стандарт туташмалари орасидаги алоқани;

— М-6000 процессори асосидаги иккита ҳисоблаш комплекслари орасида ахборот алмашишини;

— туташув каналларининг тармоқланишини.

Шундай қилиб, ташқи қурилмалар номенклатураси, объект билан алоқа блоклари, шунингдек, ҳисоблаш комплекси характеристикалари саноатнинг турли соҳаларида технологик жараёнларни бошқаришда М-6000 процессор асосидаги воситаларни етарлича кенг қўламда фойдаланишни таъминлайди.

XVI. 3.2. ТА-100 ТЕХНИК ВОСИТАЛАР КОМПЛЕКСИ

ТА-100 техник воситалар комплексининг асосий хусусияти маълумотларга ишлов бериш, шунингдек аппаратларни ва дастурни резервлаш ҳисобига киритиш-чиқариш вазифаларини амалга оширишнинг юқори даражада ишончлигидир.

XVI. 3.2.1 АСОСИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

ТА-100 нинг хусусиятларига биринчи навбатда синхрон мажоритар резервлаш ҳисобига таъминланадиган юқори даражадаги ишончлилигини киритиш лозим. Бундай усулда резервлашда система аппаратураси учта бир хил комплект кўринишида бажарилиб, улар айни бир дастур бўйича синхрон ишлайди. Комплексларнинг чиқишида мажоритар элементлар ўрнатилиб, улар ёрдамида оралиқ ва охириги ечимларнинг учта натижасининг бир хиллиги «учтадан иккитасининг овоз бериши» принципи бўйича текширилади. Шундай қилиб, юқори ишонч-

тилик воситалари комплексини қуришнинг асосий масалалари тарлича самарали ҳал қилинади:

— учинчиси ишдан чиққанда, иккита комплектнинг тузук ишлаши билан кафолатланувчи бузилмасдан ишлаши;

— тўхтатиб қўядиган халақитдан ҳимояланганлик, унга ҳар бир алоҳида операция натижаларини «овозга қўйиб» комплектлардан бирида халақитларни йўқотиш натижасида эришилади;

— комплектнинг айрим қурилмаларини узлуксиз автоматик назорат қилиш ҳисобига бир вақтда носоз комплектни аниқлаб, учта бир хил сигнални таққослаш натижасида таъмирташга яроқлилиги юқорилиги.

ТА-100 нинг иккинчи хусусияти шундаки, аввал қараб чиқилган воситаларга нисбатан тузилиши соддалигидир. Бу соддалик натижасида аппаратура харажатлари қисқариб, комплекснинг нархини камайтиришга имкон беради.

ТА-100 нинг тузилишини соддалаштириш қуйидагилар ҳисобига эришилган:

— машина буйруқлари сонини қисқартириш;

— ташқи қурилмалар билан алоқа каналларини соддалаштириш;

— математик буйруқлар форматлари сонини қисқартириш (бундай форматлар 2 та);

— киритиш-чиқаришни бошқариш аппаратурасини соддалаштириш;

— вергули кўчувчи ўзгарувчи сонлар устида арифметик операцияларнинг дастур орқали бажарилишига ўтиш.

Санаб ўтилган соддалаштиришлар технологик жараён (ТЖ) ни бошқаришнинг қуйи босқичида ишлайдиган техник воситалар учун тўла яроқлидир. Комплекснинг ишлаш тезлиги унча юқори бўлмаса ҳам (тахминан 50000 та мантиқий ва қисқа (+, —) арифметик операция/с, тахминан 5000 та кўпайтириш ва бўлиш), у алгоритмик универсалликка эга, яъни истаган алгоритмни амалга ошириш учун яроқли.

Ва, ниҳоят, ТА-100 воситалари комплексининг учинчи хусусияти унинг телемеханика билан органик бирикиб кетганлигидир. 3 км гача масофада жойлаштирилган комплекс аппаратураси алоқалари учун ахборотни халақитлардан ҳимояланган ҳолда зичлаштириб узатиш учун блоклар мавжуд.

Катта масофаларда узоқ масофага таъсир кўрсатувчи телемеханикадан ёки маълумотларни узатиш аппаратурасидан фойдаланишда АССТ воситалари системаси таркибига кирувчи шу турдаги ҳамма қурилмалар қўшимча қўшма аппаратурасиз ТА-100 га уланади.

XVI. 3.2.2. ВАЗИФАСИ ВА ҚУЛЛАНИШ СОҲАСИ

ТА-100 асосида агрегат ва гуруҳий агрегатларни автоматлаштирилган ва автоматик бошқариш системалари, авариядан ҳимояланиш системаси ва аварияга қарши тадбирларни ташкил этиш системалари, бевосита рақамли роллаш системалари,

янада мураккаб иерархик бошқариш системалари таркибиги кирувчи информатсион ва бошқарувчи қисм системалари қурилиши мумкин.

ТА-100 нинг асосий қўлланиш соҳаси — энергетикадаги бошқариш системалари, энергосистемадаги аварияга қарши автоматика ва турли диспетчерлик пунктлари ҳамда бирлашма ларидаги телеахборот системалардир.

XVI. 3.2.3. ТА-100 КОМПЛЕКСИНИНГ УМУМИЙ СТРУКТУРАСИ

ТА-100 комплекси АССТ воситалари системаси таркибиги кирази, уни қуришнинг умумий ғояси бу комплексга ҳам тааллуқлидир. У шўнингдек агрегат принципи бўйича қурилган Агрегатлашнинг асосий бирлиги бир хиллаштирилган блоклар аро алоқалари бўлган функционал блоклар ҳисобланади.

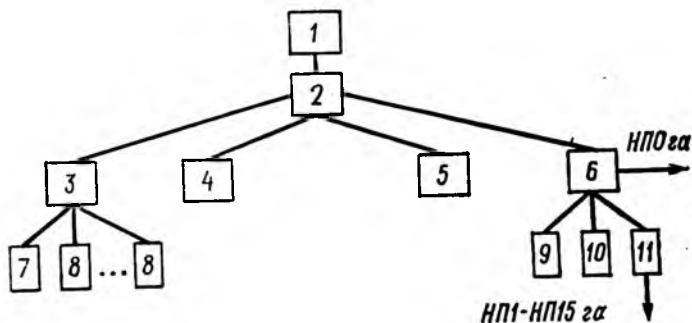
ТА-100 комплексида жами 2 тур қурилма мавжуд: бошқариш пункти (БП) ва назорат қилинувчи пункт (НП). БП маълумотларни сақлаш ва дастурий ишлов бериш учун мўлжалланган. НПТА-100 нинг объект хизмат кўрсатувчи ходимлар ва бошқа системалар билан алоқасини таъминлайди. БП в НП орасида ахборот алмашиш фақат БП буйруқлари бўйича юз беради, бу буйруқлар НП дан келаётган алоқа учун ташаббусий талаб билан «тезлаштирилиши» мумкин.

Система таркибидаги НП нинг максимал сони 16 га тенг минимал сони эса 1 га тенг. БП доим система таркибиги кирази. Комплексининг бу маркази негизда фақат хотиранин ҳажми ўзгариши мумкин (4096 дан 32768 тагача 16 хонал сўз). Агар талаб қилинаётган хотира 16384 сўздан ортиқ бўлса у холда БП га яна бу қурилма — махсус хотира кенгайтиргичи (ХК) қурилмаси уланади.

Объект ва ходимлар билан алоқа қурилмаси вазифасин бажарувчи назорат қилинувчи пунктда киритиш-чиқариш блоклари функциясининг деярли тўла ўзаро алмашинувчанлигиги эришилган, бу эса блоклар номенклатураси билан, бинобарин киритиш ва чиқариш ахборотининг нисбий ҳажми билан фарқилувчи киритиш-чиқариш функцияларини амалга ошириш амалда чекланмаган доирада ўзгартиришга имкон беради.

ТА-100 нинг БП «сўров-жавоб» принципи бўйича асинхро бошқариладиган параллел таъсирли дастур билан бошқарувчи бир адресли қурилмадир. У айнан бир дастур бўйича биргаликда ишловчи учта бир хил комплекздан иборат. БП ни соддалаштирилган структураси 16.2-расмда кўрсатилган. Б расмда куйидагилар белгиланган:

- 1 — БП нинг ишини бошқарувчи режим топширини блок;
- 2 — синхронлаштириш ва назорат бўғини, у ерда функциянал блоклар алмашадиган ахборот синхронлаштирилади;
- 3 — система хотирасини бошқариш блок;
- 4 — кодни ўзгартириш блок;
- 5 — устивор узилиш блок; бу блокда бажарилаётган (ж



16.2-расм. БП нинг содалаштирилган структураси.

рий) дастурни узиб қўйиш ёки тўхтатишга қаратилган барча сўровлар қайд этилади;

6 — четки қурилмалар билан, шунингдек, блоктаймер (9) ва оператив блоклари (10) билан туташув блоки;

7 — доимий хотира бўғини (сигими 128 та 16 хонали сўзлар);

8 — оператив хотира бўғинлари (ҳар бирида 16 хонали сўзлардан 4096 тадан);

9 — блок-таймер, у жорий дастурнинг вақт бўйича узилишини шакллантиради (яъни олдиндан берилган вақтдан кейин); унинг ёрдамида ТА-100 нинг кўп дастурли вақт тақсироти режимда ишлаши ташкил этилади;

10 — комплекдаги тўхтаб қолишлар ва чалаликларни қайд этувчи оператив назорат блоки, улар комплекснинг бошқа блоклари, жумладан 1 ва 2 БП блоklar комплексига кирувчи назорат схемалари билан аниқланади;

11 — марказдан 10 м дан ортиқроқ масофага узоқлашган назорат қилинувчи пунктларн бўлган БП системасининг туташув магистрالي марказий блоки (10 м гача узоқлашган НП билан алоқа бевосита, 11 блокдан ўтмасдан амалга оширилади).

БП нинг ишлаш принципи кўп жиҳатдан ҳисоблаш машинаси процессорининг ишлаш принцигига ўхшаш.

ТА-100 нинг НП и, худди БП сингари учта комплектдан иборат. НП нинг содалаштирилган схемаси 16.3-расмда кўрсатилган. Бу расмда қуйидаги белгилашлар киритилган:

1 — НП1 — НП1 нинг БП билан алоқаси учун туташув магистрали терминал блоки;

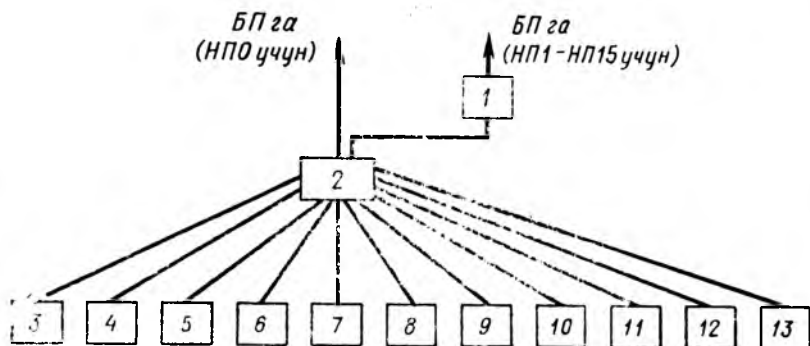
2 — НП нинг барча бошқа блоклари ишини бошқарувчи режимни бериш блоки;

3 — дискрет ахборотни тўплаш блоки;

4 — аналог ахборотни тўплаш блоки;

5 — дискрет ахборотни чиқариш блоки;

6 — дискрет ахборотни гальваник ажралиш билан чиқариш блоки;



16.3- расм. НП нинг соддалаштирилган структураси.

- 7 — аналог ахборотни чиқариш блоки;
- 8 — телесигналларни эшиттириш блоки;
- 9 — босувчи қурилма билан туташув блоки («Консул» туридаги машина асосида);
- 10 — перфо ўқиб чиқувчи билан туташув блоки;
- 11 — тасмали перфоратор билан туташув блоки;
- 12 — кодли ахборотни тўплаш блоки;
- 13 — аналог ахборотни чиқариш блоки.

НП нинг блоклар таркиби бошқариш объекти билан алоқалар бўйича ТА-100 комплексининг имкониятларини кенгайтириш аъъанаси мавжудлигини кўрсатади, лекин ундаги кириш-чиқаришнинг четки қурилмалари тўплами анча камдир (ёзув машинаси, перфоўқиб чиқувчи ва тасмали перфоратор). Кўп жиҳатдан технологик жараённи бевосита бошқаришга ва хизмат кўрсатувчи ходимларнинг машина билан боғланиш имкониятларини кенгайтиришдан кўра ахборот вазифаларини амалга оширишга мўлжалланган комплекснинг ўзига хослиги ана шундадир. Бироқ ташқи қурилмалар номенклатурасини орттириш ҳисобига комплексни ривожлантириш кўзда тутилади.

НП икки режимда: автоном режимда ва БП дан келаётган буйруқлар бўйича ишлаши мумкин.

Автоном режимда ишлашда режимни бериш блоки 1 МП ва РНП нинг ҳамма ташаббусли блокларни циклик сўроқ қилади. Улардан бирида кириш ахборотининг ўзгаришида юзага келадиган узилишга эҳтиёж туғилганда циклик айланиб чиқиш узилади ва 1 блок бу алоқа сўровини БП га узатади. «Пастдан» қўйилган сўровга мувофиқ БП янги ахборотни сўрагандан сўнг 3—13 блокларнинг циклик айланиб чиқиши бошланади.

БП командалари (буйруқлари) иш режимида 1 блокнинг вазифаси кириш-чиқиш блокларидан бирини приёмник ёки ахборот манбаи сифатида (айнан қайси бири экани БП дан

келаётган буйруқда кўрсатилади) алоқага улаш билан чекланади.

НП га ахборотни киритиш ва чиқариш резервланган вариантда ҳам (битта датчикдан чиқиш НП нинг учта кириши бўйича параллел келади ёки НП нинг учта бир хил чиқиши битта ижро этувчи органга келади), резервланмаган вариантда ҳам (битта датчик — НП нинг битта киришига, битта чиқиш — битта ижро этувчи органга) ташкил этилиши мумкин.

НП нинг ахборот сифими (модификацияларидан бири)ни ахминан қўйидагилар ташкил этади.

— икки датчиклардан: 256 резервланган кириш ва 768 та резервланмаган кириш;

— аналог датчиклардан: 16 та резервланган кириш ва 64 та резервланмаган кириш;

— кодли датчиклардан (кодли приемникларга): 28 та резервланган кириш ва 84 та резервланмаган кириш;

— дискрет ижро этувчи механизмларга гальваник ажраласиз 160 та резервланган кириш ва 1078 резервланмаган кириш;

— дискрет ижро этувчи механизмларга гальваник ажралиш билан: 112 та резервланган чиқиш ва 535 та резервланмаган чиқиш;

— икки лампали сигнал элементлари: 480 та фақат резервланмаган чиқиш;

— аналог ижро этувчи механизмларга 40 та резервланмаган чиқиш;

— телетайплар, перфо ўқиб чиқувчилар, перфораторлар — фақат резервланмаган чиқишлар 8 қурилмага.

ТА-100 аппаратураси билан бирга бу комплекснинг математик таъминоти ҳам етказиб берилади.

Буйруқлар системаси

ТА-100 комплексининг ҳамма буйруқлари учта асосий уруҳга бўлинади:

— адрессиз мантиқий;

— адресли мантиқий ва арифметик;

— адресли бошқарувчи.

Адресли буйруқларда операндлардан бири хотира ячейкада (айпан унинг адреси буйруқда кўрсатилган), иккинчиси эса икки регистрнинг бирида жойлашган бўлади. Адрессиз командалар операндаси комплекс БП сининг икки регистрида жойлашади.

ТА-100 даги асосий мантиқий операциялар қўйидагилар:

— ахборотни жўнатиш, дизъюнкция ва конъюнкция (ҳар бири саккиз хил турда), шунингдек, ўнгга ва чапга бир хона урилиш ва кетма-кет саноқ.

Арифметик амаллар махсус буйруқлар ёрдамида бажарилади.

Шартли ўтиш адрессиз мантиқий операциялар ёрдамида, б амал натижасига боғлиқ ҳолда, навбатдаги амални ўтказиш юбориш йўли билан амалга оширилади. Шартсиз ўтиш бошқарувчи командалар адреслари ёрдамида бажарилади. Бунда ташқари, бошқарувчи командалар киритиш-чиқариш, билвосита адреслаш ва адреслар модификациясини шунингдек, узил-кесил процедурасини соддалаштирувчи яна бир қатор амалларни ва баъзи ёрдамчи ишларни амалга оширишга имкон беради.

Конструктив ижро

ТА-100 аппаратурасининг кўпчилик қисми учинчи авлод интегралланган элементлари асосида ишланган. Конструктив технологик база учун типавий конструкциялар системаси (25-38-71 Давлат стандарти) қабул қилинган. Интегралловчи микросхемалар босма монтаж ўлчами 160×158 мм бўлган монтаж платаларига ўрнатилади. Бу платаларда туташтирувчи монтаж бўғини сифатида кўп контактли штепсель розеткаси ўрнатилган.

Функционал блок битта ёки бир нечта суб блокдан иборат. Улар штепсель розеткалари ёрдамида каркасларга 20 мм қадам билан ўрнатилади. Блок-каркас суб блоklar билан бирга конструктив модуль (КМ) дейилади. Унда 32 тагача суб блок жойлаштирилади. Модулнинг ташқи алоқалари 50 контактли штепсель розеткалари орқали амалга оширилади. Модуллар полга қўйиладиган жавоннинг (унинг ўлчамлари 2200×1000×1/50 мм) бурилма рамасида ўрнатилади. Жавоннинг ташқи алоқалари штепсель розеткалари орқали амалга оширилади, улар тола сими диаметри 0,8 мм гача бўлган кабелларни, тола сими кесими 2,5 мм бўлган манба кабелларини улашга имкон беради.

Электр таъминот

ТА-100 аппаратураси 50 Гц частотали (+2—+4%) 220 В кучланишли (йўл қўйилган четлашишлар +10—15%) ўзгарувчан ток манбаидан таъминланади. Бу кучланишни электр схемаларини таъминлаш учун зарур (+27 В, +12 В ли ўзгармас ток) миқдорларга ўзгартириш комплекснинг жавонларда ўрнатилган таъминлаш блоklари орқали бажарилади.

Таъминот бўйича истеъмол битта модулга тахминан 120 В·А ни, битта тўла комплект учун 25 кв·А ни ташкил этади, унинг таркибида 16 МП бўлади.

Системани 220 В ли ўзгармас токли (аккумуляторлар батареясидан) ташқи манбалардан таъминлашни ташкил этиш учун ўзгармас токни ўзгарувчан токка махсус ўзгарткич қурилма (электромагнит ёки статик) ёрдамида оралиқ ўзгартириш зарур. Энг маъқул қурилма марказий ўзгарткични ҳар бир ўзгармас ток ташқи манбаига улаш ҳисобланади.

Комплекса хизмат кўрсатиш

ТА-700 комплексига стационар хоналарда хизмат кўрсатилиши, атроф муҳитда заҳарли буг, газ ва чанглар бўлмаслиги керак. Бошқариш пункти ва хотира кенгайтиргичи атроф ҳаво температураси $+10^{\circ}$... $+40^{\circ}\text{C}$ чегарасида бўлганда ишлаш учун мўлжалланган. БП ва РП хоналарини кондиционер ёки ҳаво температурасини ($25 \pm 5^{\circ}\text{C}$) сақлайдиган вентиляция билан жиҳозлаш тавсия этилади.

Назорат қилинаётган пункт атроф ҳаво температураси $+5$... $+50^{\circ}\text{C}$ чегарасида бўлганда ишлаш учун мўлжалланган. Ҳамма қурилмалар учун ҳавонинг нисбий намлиги йўл қўйилган температураларнинг бутун оралиғида 20 дан 80% гачани ташкил этиши керак.

Аппаратура 80 Гц гача частотали, 10 м/с гача тезланишли ва 0,1 мм гача амплитудали титраш таъсирларига чидайки. Аппаратура схемаси электр занжирларининг корпус орқали ерга уланишига ҳисобланмаган. Комплекс қурилмалари кучли электр ва электромагнит майдонлар манбалари яқинида жойлаштирилмаслиги керак.

БП ва РП орасидаги, шунингдек БП ва КПО орасидаги масофа 10 м дан ортиқ бўлмаслиги керак.

ТА-100 аппаратураси билан профилактик ишлар асбоблар ва тестлар бўйича ярим йилда бир марта амалга оширилиши керак. Профилактика ҳар бир комплект учун навбати билан, бутун комплексни ишлашдан тўхтатмасдан амалга оширилади.

Системага хизмат кўрсатувчи ходимларнинг иш режими (бир, икки ёки уч сменали) комплекснинг ишончлигига қўйиладиган талабларга боғлиқ, чунки хизмат кўрсатишнинг сменалари сони қанча кўп бўлса, биринчи комплект таъмирланаётган вақтда иккинчи комплектнинг ишдан чиқиши эҳтимоли шунча кам бўлади.

Оператив таъмирлашнинг асосий тури — системанинг схемали ва дастурли назорат ҳамда диагностика ёрдамида аниқланадиган носоз суб блокларини ЗИЛ даги созларига алмаштириб, кейинчалик носоз узелларни устахона шаронтида тиклашдан иборат.

Буюртмачининг ишчи дастурларини ўзгартириш ва ёки тўлдириш зарур бўлганда янги дастурлар перфолентадан хотирага киритилади ва ишга махсус директивалар ёрдамида уланади.

Комплекснинг ишончилиги

ТА-100 нинг ишончилиги битта бузилишга тўғри келадиган қуйидаги ишлаш муддатлари кўрсаткичлари билан белгиланади (минг соат);

— хотира ҳажми 8192 сўздан иборат бўлиб, бир сменали хизмат кўрсатишда системанинг умумий ишдан чиқиши (яъни система ишламай қолган ҳол) 20 (уч сменалида — 180);

32768 та сўзли хотира ҳажмида умумий ишдан чиқинишда 65;

индивидуал ишдан тўхташ (битта сигнални киритиш-чиқариш имконининг йўқотилиши);

а) иккиламчи датчиклардан резервланган занжирлар учун киритиш 20; резервланмаган занжирлар учун—2,5;

б) иккили ижро органларига резервланмаган занжирлар учун гальваник ажралишсиз чиқариш 0,8.

Комплексининг ўртача тикланиш вақти бир сменали хизмат кўрсатишда 5,5 соатдан, икки сменалида эса 2 соат, уч сменалида 1 соатдан ошмайди.

XVII. 606. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ СИСТЕМАЛАРИ (ТЖАБС)

XVII.1- §. ТЖАБС НИНГ УМУМИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ ВА ТАСНИФИ

Кимё ва озиқ-овқат саноатида ишлаб чиқариш самарадорлиги ҳамда меҳнат унумдорлигини оширишда илмий-техника тараққиётининг асосий йўналишларидан бири бўлган технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш системасини (ТЖАБС) яратиш ва татбиқ этишдир. Ҳисоблаш техникаси асосида яратилган ТЖАБС лар, технологик комплексларни бошқаришда маҳсулотнинг сифат ва миқдор кўрсаткичларини маълум технологик ва техник-иқтисодий мезонларда фойдаланиб, ахборотларни марказлашган тарзда ҳисоблайди. Кимё ва озиқ-овқат саноатида ўзгариб турадиган таъсири муҳитнинг таъсирлари шароитида ишлаб чиқариш резервларида фойдаланиш ТЖАБСнинг асосий масаласидир.

Технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш системаларини саноатга татбиқ этиш ишлаб чиқариш унумдорлигини, технологик ускуналар қуввати ўзгармаган ҳолда маҳсулот миқдорининг кўпайишини кўрсатади: хом ашё, ярим фабрикатлар ва энергия керагича сарфланган ҳолда тайёрланган маҳсулотнинг сифати яхшилانган. Шуниси диққатга сазоворки бу системаларни яратишга кетган маблағлар, одатда бир, би ярим йилда ўзини қоплаган; маҳсулотларнинг сифати в иқтисодий кўрсаткичлар яхшиланибгина қолмай, балки меҳнатнинг характери ва шароитига ҳам ижобий таъсир этган.

ТЖАБС ларни қуйидаги белгилари бўйича синфларга бўли мумкин: 1) автоматлаштирилаётган ишлаб чиқаришнинг характери бўйича (узлуксиз ва дискрет узлуксиз ишлаб чиқариш жараёни); 2) бошқариш объектларининг мураккаблиги бўйича; 3) функционал алгоритмик белгиси бўйича (система ҳисобладиган бошқариш масалалари кўлами ва ахборот ҳажми); 4) системанинг техник даражаси бўйича.

Бошқариш объектларининг мураккаблик даражаси сифатида назорат қилинаётган параметрлар ва бошқарув таъси

ларининг миқдори ифодаланadi. Бундай синфларга ажратиш (17—1 жадвал) ТЖАБС нинг номенклатура асосини олдиндан тахминан белгилаб беради ва тадқиқот планига асос бўлиб хизмат қилади.

17—1- жадвал. ТЖАБС ларни бошқариш объектларининг мураккаблиги бўйича синфларга ажратиш

ТЖАБС ларнинг синфлари	ТЖАБС ларнинг асосий характеристикалари	Асосий функционал белгилар	Бошқариш объектларининг типавий синфлари
1	2	3	4
0	Дастурли автоматлаштирилган бошқариш системаси	Олдиндан тузилган қатъий дастур билан бошқариш	Станоклар, қорихма тайёрловчи ва полиграфия машиналари, адъюстаж ускунали гидравлик пресслар
1	Кичик ҳажмдаги контрол қилинаётган параметрларга эга бўлган технологик қурилмаларнинг АБС лари (20 та гача)	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш ва параметрларларни бир конгурли ростлаш	Буг қозонларининг ўчоғи, оғирлик дозаторлари, ёнғинга қарши автоматик қурилмалар, технологик агрегатлардаги сув ҳавзалари, электр воситасида эритувчи ва анод печлари
2	Кичик ҳажмли назорат ва ростлаш параметрларига эга бўлган технологик қурилма ва агрегатларнинг АБС лари (40 тагача)	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш, ёзиш, мантиқий операция ва бир конгурли ростлаш	Технологик қозонлар, методик печлар, иситиш қудуқлари, домна печларининг қолиплари, ректификация колонкалари, сортли ва симли станлар
3	Ўрта миқдордаги контрол, ростлаш ва оптималлаштириш параметрларига эга бўлган технологик ускуна, агрегат ёки жараёнларнинг АБС лари (100 тагача)	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш, ёзиш, мантиқий операция, бир кўп конгурли параметрларни ростлаш	Конверторлар, бўлимли печлар, химиявий реакторлар, нефтни дастлабни ишлаш қурилмалари, бойитиш ва агломерация фабрикаларининг шихта тайёрлов комплекслари
4	Кўп миқдордаги контрол ростлаш ва оптималлаштириш параметрларига эга бўлган технологик агрегат ёки жараёнларнинг АБС лари (800 тагача)	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш, ёзиш, мантиқий операция, бир ва кўп конгурли параметрларни ростлаш ва техника-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш	Энергоблоклар, прокат станлари, домна печлари, атом реакторлари, этиленбензол ва печь кули ишлаб чиқариш, дастурли бошқариладиган станоклар бўлими
5	Жойида бошқариш учун ҳисоблашнинг техникавий воситалари	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш, ёзиш, мантиқий операция, бир ва кўп	Электролиз цехлари, сульфат кислота ишлаб чиқариш бўлимлари,

	2	3	4
	ишлатилмайдиган технологик жараён ва агрегат қурилмалари бўлган ишлаб чиқаришнинг АБС лари	контурли параметрларни ростлаш, техник иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш ва бир бошқични бошқаришда диспетчерлаштириш	сунъий тола ишлаб чиқариш, агломерация фабрикаси, бойитиш фабрикалари
6	Ҳисоблашнинг техник воситалари ишлатилмайдиган технологик жараён ва агрегат, қурилмалари бўлган ишлаб чиқаришларнинг АБС лари	Рақамли ўлчаш, кўрсатиш, ёзиш, мантикий операциялар, параметрларни бир ва кўп контурли ростлаш техника иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш ва икки бошқичли бошқаришда диспетчерлаштириш	Конвертор печлари, домна печлари, цемент заводлари, сульфат кислота ишлаб чиқариш бўлимлари, бойитиш комбинатлари, катта-шаҳарлардаги кўча ҳаракати

Функционал-алгоритмик белгилар бўйича (17- 2- жадвал), ТЖАБС нинг синфларига биноан, кўрилатган системаларни қуйидаги уч турга ажратиш мумкин: 1) мантикий дастурли бошқариш системалари; 2) оптимал бошқариш системалари; 3) комплекс бошқариш системалари.

17- 2- ж а д в а л. ТЖАБС ларни функционал- алгоритмик белгилари бўйича синфларга ажратиш

	ТЖАБС синфининг асосий характеристикаси	Асосий функционал белгилари	Бошқариш объектиларининг типавий мисоллари
1	2	3	4
1	Мантикий дастурли бошқариш системалари (бир типдаги технологик қурилмалар, гуруҳлари билан)	Вақтнинг бошқарилаётган қурилмалар орасида тартиб билан бўлиниб, қатъий ёки ярим қатъий дастур асосида тўғридан- тўғри рақамли бошқариш	Контрол қилинаётган бўлимларнинг автоматлаштирилган гуруҳи ёки электрон техника буюмларининг синови, шунингдек, механик ишлов бериш станоклари, вакуум ҳайдаш бўлимлари, иссиқлик ускуналари
2	Оптимал бошқариш системалари (технологик жараён ёки технологик қурилма тартиби)	Танланган математик моделлар ва объектилардан келаётган ахборотлар асосида масалани оптимал ҳисоблаш-созлаш таъсирлари ёки тавсияларни операторга реал вақт масштабида бериш	Кимё реакторлари, трубнопрокат станлари, диффузия печларининг гуруҳи, нефтни дастлабки ишлаш қурилмалари

3	Комплекс бошқариш системалари (технологик йўл, бўлим, цех)	Технологик ва ташкилий ишлаб чиқариш ахборотларини автоматик ёки ярим автоматик тарзда йиғиш, ҳисоблаш, аниқ ифодалаш, технологик жараёнларни оператив ходимлар орқали бошқариш	Интеграл схемалар кинескопларнинг технологик йўллари, атом электростанциясининг энергоблоки, сульфат кислота ишлаб чиқариш, домна печи, иссиқлик электростанциялари
---	--	---	---

Шуни қайд қилиб ўтиш керакки, ТЖАБС ёрдамида технологик жараёнларни автоматик ва автоматлаштирилган (одам иштирокида) равишда ташкил этиш мумкин, унинг ишлаб чиқаришнинг АБС сидан принципад фарқи ҳам шудир, одам бунда корхонанинг иқтисодий фаолиятини бошқариш занжирида иштирок этади.

Технологик жараёнлар даражасидаги бошқариш системалари реал вақт масштабида, яъни технологик жараёнлар билан бир вақтда ишлаши лозим. Бу ҳолда бошқарувчи ҳисоблаш машинасига (БХМ) ахборотлар ҳажми чекланган массивлар шаклида эмас, балки амалда чексиз тасодифий кетма-кетликлар шаклида берилади. Ахборотларни қайта ишлаш эса чекланган вақт бирлигида бажарилади, уларнинг миқдори бошқариш вазифаси ва объектларнинг динамик хусусиятларига боғлиқ. Бундан ТЖАБС ларни алгоритмик таъминлашда қўшимча талаблар вужудга келади: улар ўзларини иқтисодий жиҳатдан оқлашлари лозим, яъни биринчидан, ахборотни қайта ишлашга кетган вақт бўйича, иккинчидан эса БХМ нинг хотирасидан фойдаланиш ҳажми бўйича, бошқача қилиб айтганда келаётган ахборотни ўз вақтида «кўриб чиқиш» керак. Бу талабларга итератив циклик ҳисоблаш (стахостик аппроксимация йўли билан ҳисоблаш, рекурсив регрессия йўли ва шу кабилар) усули жавоб беради. Улардан қуйидаги масалаларни ҳал қилишда фойдаланиш мумкин: 1) технологик контрол ва техника-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш вазифаларини ўрганганда керакли фойдали сигнални ажратиб олиш; 2) кўп ўлчалли, рақамли бошқаришда; 3) идентификациялаш ва адаптациялашда; 4) оптималлаш ва координатлашда.

Техник даражаси ва мураккаблигининг ортишига қараб ТЖАБС ни локал, комплекс ва интегралланган системаларга ажратиш мумкин.

Локал ТЖАБС лар — кам миқдордаги бир турли асосий ёки ёрдамчи операциялар технологик жараёнларининг автоматлаштирилган бошқариш системалари (аппарат, қурилма, агрегат). Бу оралиқ бошқич бўлиб, у янада мураккаб системага ўтиши лозим. Бундай системалар автоматик равишда бажарилаётган вазифаларининг камлиги билан характерланади ва

бунда ТЖАБС нинг 0,1, 2-синфларини қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Комплекс ТЖАБС лар. Булар асосий ва ёрдамчи технологик жараёнларнинг локал автоматлаштирилган бошқарув системасининг бирлигидир, улар ўзаро ягона агрегатли ва умумий символ билан боғланган (масалан, бўлим, ишлаб чиқариш, қисмларнинг АБС). Мезонлар, одатда, технологини ёки техника-иқтисодий характерга эга. Бу системаларни қандайдир тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришда 3 ва 4-синф ТЖАБС ларини қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Интегралланган ТЖАБС лар. Булар мураккаб ва турли хил асосий ҳамда ёрдамчи жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш системалари бўлиб, бунда асосан 4 ва 5-синф ТЖАБС ларини қўллаш мақсадга мувофиқ. Шунингдек, ЭХМ ларда системанинг математик таъминотини яратганда, техника иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблашда ва технологик жараён ҳамда технологик комплексларни тўла оптималлашда ҳам ишлатилади. Бундан ташқари, бу системалар ишлаб чиқариш бўлимларининг ишини таҳлил қилиб, унинг келгусидаги ривожланишини белгилайди.

XVII.2- §. ТЖАБС ЛАРНИНГ АСОСИЙ ФУНКЦИЯЛАРИ

ТЖАБС лар мураккаб, кўп функцияли системалар турига киради. Бу синфнинг кўп функциялилиги қатор омиллар билан ифодаланади, яъни: идентификациялаш; назорат, ҳимоя ва блокировка, ростилаш ва бошқариш каби айрим функциялар ёрдамчи системаларнинг борлиги; локал, айрим бошқариш масалаларининг умумий, глобал мақсадга бўйсунушининг натижаси; ёрдамчи системалар орасидаги кўп сонли алоқаларнинг борлиги; айрим объектларни бошқаришнинг марказлашуви ва, ниҳоят, турли функцияларни бажаришда бир хил техник воситалардан фойдаланиш имконияти мавжудлигидир. ТЖАБС лар бажарган функцияларни қуйидаги уч гуруҳга бўлиш мумкин: ахборот, бошқарув ва ёрдамчи.

ТЖАБС ларнинг информацион функциялари ишлаб чиқариш ходимларига (операторларга, диспетчерларга) технологик жараёнда бўлаётган ўзгаришларни ўз вақтида билишга имконият яратади, технологик жараёнларнинг кетиши ҳақида аниқ ахборотлар ишлаб чиқишда кераксиз маҳсулотларнинг камайишига олиб келади. ТЖАБС ларнинг ахборот функциялари қуйидагичадир: 1) техник ва технологик ахборотларни тўплаш, дастлабки ишлаш ва сақлаш; 2) жараён ва технологик ускуналар ҳолатининг параметрларини билвосита ўлчаш; 3) технологик жараён ва ускуналар параметрларининг ҳолатини белгилаш ҳамда сигнал бериш; 4) технологик жараён ва технологик ускуналарнинг ишлаши ҳақида техника-иқтисодий ва фойдаланиш кўрсаткичларини ҳисоблаш; 5) юқори ва қўшни системаларга ҳамда бошқариш босқичларига ахборотни тайёрлаб бериш; 6) технологик жараён параметрлари, техно-

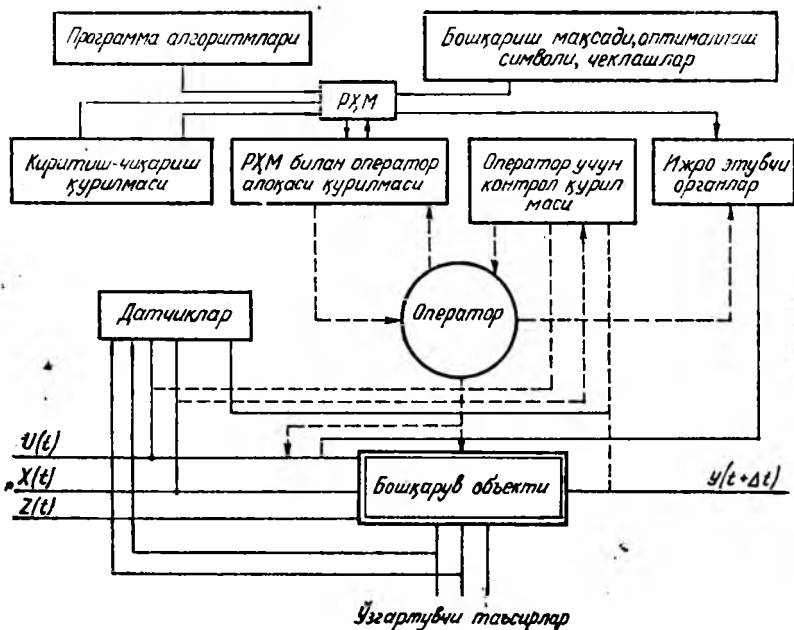
логик ускуналар ҳолати ва ҳисоблаш натижаларини қайд қилиш; 7) жараён параметрлари ва ускуналар ҳолатида берилган миқдордан фарқларини контрол ва қайд қилиш; 8) технологик ускунанинг ҳимоя ва блокировка воситалари ишини таҳлил этиш; 9) техник воситалар комплекслари ҳолатини диагноз қилиш ва олдиндан айтиш; 10) технологик жараёнларни олиб бориш, шунингдек, технологик ускуналарни бошқариш учун ахборот ва кўрсатмаларни оператив равишда тайёрлаш; 11) юқори босқичли ва қўшни бошқариш системалари билан ахборотнинг автоматик алмашилишини таъминлаш.

Технологик жараёни бевосита бошқариш масаласи ТЖАБС ларнинг бошқариш функциясини ташкил қилади. Бунда бошқариш таъсирлари операторнинг иштирокисиз автоматик тарзда амалга оширилиши мумкин, ёки операторга маълум бир кўрсатмалар кўринишида берилиши (буларни оператор қабул қилиши ёки рад этиши мумкин), ёхуд оператор кўриб чиққандан сўнг автоматик тарзда таъсир этиши мумкин. ТЖАБС ларнинг бошқариш функциялари қуйидагилардан иборат: 1) технологик жараёнинг айрим параметрларини ростлаш; 2) бир маротаба мантиқий бошқариш (ҳимоя, блокировка қилиш); 3) каскадли ростлаш; 4) кўп алоқали ростлаш; 5) дискрет бошқаришда дастурли ва мантиқий операцияларни бажариш; 6) технологик жараёнинг турғун ҳолатини оптимал бошқариш; 7) технологик жараёнинг нотурғун ҳолати ва ускуналар ишини оптимал бошқариш; 8) бошқариш системасини мослаштирган ҳолда бутун технологик объектни оптимал бошқариш.

ТЖАБС ларнинг ёрдамчи функциялари қуйидагилардан иборат: 1) тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришда смена ва кунлик вазибаларга оператив ўзгартишлар киритиш; 2) ҳисоблаш масалаларини ҳал этиш; 3) технологик ускуналарнинг тўла ишлашини назорат қилиш; 4) системадаги ғайри-табiiй воситаларни олдиндан кўрсатиш; 5) юқори босқич системалар билан алоқани таъминлаб бериш; 6) системанинг технологик воситалар бузилишини олдиндан кўрсатиш.

ХVII.3- §. ТЖАБС ЛАР ФАОЛИЯТИНИНГ УМУМЛАШТИРИЛГАН СХЕМАСИ

Кимё ва озиқ-овқат саноатининг моддий асосини технологик жараёнлар ташкил қилади, уларни бошқариш натижа-сида эса ишлаб чиқаришнинг керакли кўрсаткичлари яратилади. Технологик жараён тушунчасига технологик жараёнинг айнан ўзи ёки бўлими ва бу жараёни амалга оширадиган технологик ускуналар киради. Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, датчик ва ижро этувчи механизмлар технологик ускуналарнинг конструктив элементи бўлишига қарамай, ТЖАБС нинг техник воситалари қисмига киради. Шу нуқтаи назардан қаралганда технологик жараёни ёки бўлимни бошқариш — ускуналар, аппаратлар ёки агрегатларнинг иш ҳолатини бош-



17.1-расм. ТЖАБС фаолиятининг умумлаштирилган системаси.

қариш демакдир. Бу маънода бошқарилаётган технологик жараён деганда киришдаги контрол қилинаётган параметрлари аниқланган, объектнинг киришидаги таъсирлари билан чиқиш параметрларни орасидаги боғланиши топилган ва жараённинг бошқариш усуллари асосланган жараёнга айтилади.

17-1-расмда ТЖАБС ишининг умумлаштирилган блок-схемаси берилган, бунда $U(t)$ — киришда контрол қилинаётган бошқарувчи таъсирлар; $X(t)$ — киришда контрол қилинаётган, лекин бошқарилмайдиган параметрлар; $Z(t)$ — киришда контрол қилинаётган параметрлар; $Y(t)$ — технологик жараённинг чиқишдаги ўзгарувчиси.

Технологик жараённинг кириш ва чиқиш параметрлари ҳақидаги ахборот ўлчов асбобларининг датчиги ва ахборотни киритиш-чиқариш комплекси орқали рақамли ҳисоблаш машинасига (РХМ) боради. Бу ахборотни (ёки унинг бир қисмини) оператор ҳам алоқа қурилмаси орқали РХМ га кириши мумкин. Бу ҳолда оператор назорат қурилмасидаги курсаткичлардан фойдаланади. Бошқарувчи РХМ олдиндан белгиланган алгоритмлар ва бошқарув дастури, бошқариш мақсади, танланган оптималлаш символи, чеклашлар асосида маълум бир тартиб билан кирган ахборотни қайта ишлайди. Система технологик жараёнини автоматик режимда бошқариши мумкин ёки бошқариш режими шундай бўлиши мумкинки, унда бошқарувчи рақамли ҳисоблаш машинаси (РХМ) алоқа қурилмаси орқали операторга технологик жараёнла-

рини ижро этувчи органлар ёки топшириқ бергичларни масофадан туриб бошқариш учун маълум тавсиялар беради (яъни, «маслаҳат режими»). ТЖАБС ларни лойиҳалаш шундай ташкил қилиниши керакки, унда операторлар ва техник воситаларнинг имкониятлари тўла фойдаланиб, келажакка автоматик бошқариш системалари (АБС) кенг ўрин эгалласин, инсон эса фақат технологик ускуналар ва бошқариш системаларининг аниқ, бузилмасдан ишлашини назорат қилиш ҳамда ёрдамчи амалларни бажарсин. Умумий кўринишда системанинг математик моделини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$Y(t + \Delta t) = A \cdot V(t) + B y(t); C[X(\tau), Z(\tau)];$$

$$t_0 \leq t \leq t_0 + T; t \leq \tau \leq t + \Delta t;$$

$$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}; V(t) = \{U_1(t), U_2(t), \dots, U_n(t)\}$$

$$X(\tau) = \{X_1(\tau), X_2(\tau), \dots, X_k(\tau)\};$$

$$Z_1(\tau), Z_2(\tau), \dots, Z_l(\tau);$$

бунда Δt — ТЖАБС нинг ҳаракат цикли бошидан бу ҳаракат натижасида олинган назорат ахборотгача кетган вақт; t_0 — ҳисоблашнинг бошланиши; T — жараёни кузатиш вақтининг муддати; A — ТЖАБС бутун ҳаракатининг оператори; B ва C — бошқариладиган ва бошқарилмайдиган кириш таъсирларининг операторлари.

Бошқариш системасининг дастлабки вақтдаги ҳаракат натижаси $Y_0(t) = 0$. ТЖАБС учун $Y(t)$ функция бўлак-текис камаймас функция кўринишига эга.

Математик моделнинг кўриниши бошқариш таъсирини амалга ошириш вақти ва технологик жараён циклининг муддати орасидаги нисбатга боғлиқ. Умумий ҳолда бошқарув таъсирининг кечикиш вақти $\tau_{\text{кеч}}$ технологик жараён ҳолатининг ўзгаришига нисбатан қуйидагича боғланган:

$$\tau_{\text{кеч}} = \tau_{\text{пр}}$$

бунда $\tau_{\text{пр}}$ — кириш параметрлари ҳолатининг ўзгаришидан чиқиш координаталарининг ўзгаришигача ўтган вақт (жараён вақти); n — қандайдир константа ($0 < n < \infty$). Агар $0 < n \leq i$ бўлса, ТЖАБС реал вақт масштабида синхрон бошқариш имконини беради, у ҳолда

$$\tau_{\text{кеч}} = \tau_{\text{ке}} + \tau_{\text{хв}} + \tau_{\text{чинқ}} + \tau_{\text{кеч}}^* = \tau_{\text{пр}}$$

бунда $\tau_{\text{хв}}$ — жараён ҳақида ахборотни РХМ га киргишиш вақти; $\tau_{\text{хв}}$ — РХМ га киритилган жараён ҳақидаги ахборотни ҳисоблаш вақти; $\tau_{\text{чинқ}}$ — бошқарув таъсирини ҳисоблаш вақти; $\tau_{\text{кеч}}^*$ — соф кечикиш вақти (янги бошқарув таъсирларининг ҳаракати натижасида чиқиш ўзгарувчисининг янги миқдори ҳақида контрол ахборот олингунча ўтган вақт).

Бундай бошқаришга пропорционал (П), пропорционал-интеграл (ПИ) ёки пропорционал-интеграл-дифференциал (ПИД)

ростлаш қонунларини амалга оширувчи ва РҲМ дан бевосита рақамли бошқариш (БРБ) режимда ишловчи кўп контурли стабиллаш системалари мисол бўла олади.

Адаптив бошқариш алгоритмини амалга ошириш $n > 1$ бўлган ҳолда ва стационар технологик жараённинг айна пайтини эмас, балки кейинги ҳолатини бошқариш имкони бўлгандагина мумкин. Бу ҳолда бошқарувчи РҲМ реал вақт масштабига каррала даражада бошқаришнинг циклик алгоритмини ифодалайди ($n = 1, 2, 3 \dots$). Агар $n \rightarrow \infty$ бўлса, бошқариш системаси тескари боғланишсизли бошқаришга тўғри келади.

ТЖАБС таркибига 17-1-расмга биноан, қуйидаги қурилмалар кириши лозим:

1. Физика-техник параметрларни ўлчашни таъминловчи автоматик ўлчаш асбобларининг комплекти. Бунда ўлчаш натижалари унификациялашган сигналлар ҳолида бўлиши (электр-аналогли ёки дискрет) ва қабул қилувчи қурилманинг кириш характеристикалари билан мослашган бўлиши лозим. Нормалловчи ўзгартгичлар гуруҳ ҳолида бўлганда бир турли ўлчаш ўзгартгичлари коммутаторлар ёки айланувчи қурилмалар ёрдамида навбатма-навбат кириш ахборотини ҳисобловчи умумий қурилмага уланади. Кимёвий анализ натижалари, технологик жараённи бошқариш учун берилган топшириқлар, техника-иқтисодий маълумотлар РҲМ га оператор пультаининг клавишли регистрлари орқали, шунингдек, перфокарта, перфолента, магнитли карталар ёрдамида киритилади.

2. Ижро этувчи механизмларнинг ёрдамчи асбоб ва электр сигналларни, технологик жараёнларни бошқариш командасига ўзгартирувчи қурилмалар, РҲМ ҳисоблаб чиққан бошқариш таъсирлари қуйидаги қурилмаларга юборилиши мумкин: 1) «код-электр сигналли» ўзгартгичига, сўнгра аналогли ростлагичга ёки бир вақтда қувват кучайтиргичи ва уни ростловчи органни (РО) ҳаракатга келтирувчи вазифасини бажарувчи позицион ҳаракатли ижро этувчи механизмга (ИЭМ); 2) «код-вақт интервали» ўзгартгичига, сўнгра ИЭМ ни бошқаришга; 3) «код-импульслар миқдори» ўзгартгичига, сўнгра қадамли двигателларни бошқаришга; 4) бир нечта хонали дискрет чиқишлардан иборат бўлган дискрет-кодли сигналлар кўринишида; 5) икки позицияли РО ни бошқарувч релели ёки контактсиз дискрет сигналлар кўринишида.

3. Бошқарувчи рақамли ҳисоблаш машинаси, бунга бошқарувчи ҳисоблаш қурилмалари ҳамда РҲМ ва объект орасида икки томонлама ахборотли алоқани амалга оширувчи четки техника киради. Бунда РҲМ лар техника-иқтисодий масалаларни ҳисоблашда ишлатилади ва бошқаришнинг юқори босқичларида фойдаланилади. БҲМ да объект билан алоқа қурилмаси (ОАҚ) бўлиб, у ўлчов ўзгартгичларидан келган ахборотни қабул қилади ва дастлабки ҳисоблаш ишларини бажаради. Ҳисоблаш комплексларининг агрегат асосида тузилиши жараённинг қувватини ошириш, хотирани кўпайтириш

ва ОАҚ ни улаб, керакли структурага эга бўлган ҳисоблаш системасини тузиш имконини беради. Системанинг ишлаши учун бошқарув-ҳисоблаш комплекси таркибида стандарт дастурлар назарда тутилган (стандарт дастурлар кутубхонаси, хизмат қилувчи, ташкил этувчи ва узайтирувчи дастурлар).

4. ТЖАБС ни вазифалари ва система ҳал қилаётган масалаларга биноан дастурлар комплексига эга бўлган функционал дастурлар билан таъминлаш;

5. БРХМ ва объект орасида аппаратли алоқа ўрнатувчи объект билан алоқа қурилмаси (кабелли, симли, релели алоқа йўллари ва кириш-чиқиш сигнал параметрларини мослаштирувчи қурилмалар);

6. Технолог-операторни технологик жараённинг кетиши ҳақида керакли ахборот билан таъминлаш, шунингдек, масофадан туриб бошқаришни бажариш, ҳисоблаш комплексига системани ишга тушириш ва тўхтатиш сигналларини киритиш имконини берувчи оператор билан алоқа қурилмаси (бошқариш пулти, ахборот таблоси ва бошқалар).

7. Технолог-операторлар, ускуна созловчилар ва юқори малакага эга бўлган бошқариш мутахассисларини ўз ичига олувчи операторлар хизмати.

Ҳар бир конкрет автоматлаштирилган система ўзининг ҳал этаётган кўп миқдорли масалалари ва уларнинг мураккаб иерархик ўзаро боғланиши; бошқа техник воситаларни ҳамда ҳисоблаш системалари ташкил этишнинг махсус усулларини қўллаш заруратини келтириб чиқариши мумкин.

XVII.4-§ ТЖАБС НИНГ ФУНКЦИОНАЛ СТРУКТУРАСИ

ТЖАБС нинг функционал структураси бошқариш мақсадига асосланиб тузилади. Бу маънода ТЖАБС битта умумий мақсадга қаратилган, яъни мақсад функциясига биноан технологик жараённи оптимал равишда олиб боришдир. Шуларга асосланиб ТЖАБС ни қуйидаги ёрдамчи системаларга ажратиш мумкин:

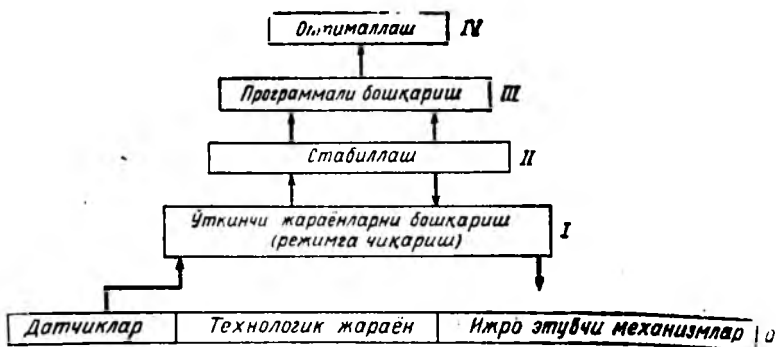
1. ТЖАБС нинг дастлабки босқичи — технологик жараён билан ўлчов ўзгартгичлари ва ижро этувчи механизмлар.

2. ТЖАБС нинг биринчи босқичи — ўткинчи жараённи бошқариш (режимга чиқариш) ҳамда технологик жараённи ишга тушириш ва тўхтатиш.

3. ТЖАБС нинг иккинчи босқичи — технологик жараённи маълум бир ўзгармас ёки бирор қонун бўйича ўзгарувчи номинал даражада стабиллаш.

4. ТЖАБС нинг учинчи босқичи — технологик параметрларни дастурли бошқариш ва олдиндан белгиланган вақтли функция бўйича технологик жараёнларни ишга тушириш, тўхтатиш ва режимларнинг алмашишида ускуналар ҳолатини ҳамда даврий жараёнларни дастурли бошқариш.

5. ТЖАБС нинг тўртинчи босқичи — мақсадли функция асо-



17.2- расм. ТЖАБС нинг функционал схемаси.

сида технологик параметрларнинг оптимал миқдорларини топиш ва ишлаб чиқариш жараёнларининг техник-иқтисодий кўрсаткичларини оптималлаш.

ТЖАБС нинг функционал схемаси 17-2- расмда кўрсатилган. Бунда боғланган функционал босқичлар иерархияси қуйидагича ташкил этилган: қуйи босқичдагилар мустақил ҳаракат қилиши мумкин, ammo иерарх, юқори босқичлардаги ёрдамчи системаларнинг имкониятларидан фойдаланиб бошқаришнинг самарадорлигини ошириш мумкин.

Бошқариш системасининг биринчи босқичи (17-2- расм) автоматик назорат ва бошқариш жараённинг марказлаштирилган даражаси ҳамда қўл меҳнатининг етарли миқдори билан характерланади. Жараённинг айрим параметрларини автоматик ростлаш автоматлаштирилаётган агрегат яқинига ўрнатилган асбобларнинг кўрсатиши асосида амалга оширилади.

Бошқариш системасининг иккинчи босқичи контрол, ростлаш ва масофадан туриб бошқаришнинг марказлашиш даражасининг янада ортиши билан характерланади ва системада одам — оператор пайдо бўлиши билан фарқ қилади. Бунда бошқариш алоҳида шчитга ўрнатилган асбоблар орқали амалга оширилади.

Бошқариш системасининг учинчи босқичида технологик параметрлар ва ускуна ҳолатлари ҳақидаги дастур асосида олинган номинал миқдорлар кузатиш режимида ишлайдиган қуйи босқичга фойдаланиш ва амалга ошириш учун юборилади.

Бошқариш системаси иерархиясининг тўртинчи босқичи технологик жараён параметрлари ва ускуна ҳолатларининг оптимал миқдорларини излайди ҳамда қуйида жойлашган функционал ёрдамчи системаларнинг ишини бошқаради.

Шундай қилиб, автоматик ростлаш системасининг (АРС) вазифаси махсус қурилмалар, яъни автоматик ростлагичлар ёрдамида технологик жараён параметрларини берилган қий-

матда ушлаб туриш бўлса, ТЖАБС бутун технологик жараённинг боришига актив таъсир этади, ўзгариб турувчи жараённи оптималлаш мақсадида автоматик ростлагичларга топшириқлар беради.

Маълум бир бошқариш объекти учун яратилган алгоритмик таъминлаш бошқарув-ҳисоблаш комплексининг структураси ва таркибини аниқлаш, шунингдек, БҲМ нинг тез ишлаши, хотира ҳажми ва ишончлиги талабларини ишлаб чиқиш имконини беради. Шу талаблар асосида БҲМ танланади ва ТЖАБС ни синтез қилиш масаласи яқунланади. ТЖАБС нинг алгоритмик таъминлаш структураси қуйидаги функционал масалаларни ўз ичига олиши лозим: 1) технологик жараённинг боришини марказлаштирилган назорат қилиш; 2) ишлаб чиқаришнинг кўрсаткичларини оператив ҳисоблаш; 3) бевосита рақамли бошқариш (БРБ); 4) технологик бўлимларни локал оптималлаш; 5) бутун технология бўйича глобал оптималлаш ва координациялаш; 6) ҳодисаларни автоматик аниқлаш; 7) БҲМ ва ТЖАБС воситалари ишга яроқсизликларининг техник диагностикаси; 8) ахборотни хизмат ходимларига оптимал равишда бериш; 9) маъмурий-технологик ходимларни ва бошқаришнинг юқори системаларини керакли қарорлар чиқариш учун етарли ҳажмда ахборотлар билан таъминлаш.

Технологик жараённинг бориши устидан марказлаштирилган назорат қилиш — бошқариш мақсадида ёки операторга тайёрлаш учун ахборотни БҲМ да махсус ҳисоблаш усуллари орқали амалга оширилади. Ахборотни марказлаштирилган назорат қилиш машиналари ҳам сигналларни қайта ишлаши мумкин. Бу ҳолда қуйидаги амаллар бажарилади: узлуксиз ўлчанаётган сигналларни дискрет ўзгартириш, кодлаш, декодлаш, масштаблаш, экстраполяциялаш (интерполяциялаш), тўғри чизиққа келтириш, филтрлаш.

Узлуксиз сигналларни даражаси бўйича квантлаш В. А. Котельников теоремасига асосланган бўлиб, у ўлчанаётган миқдорни ўзгартгич кодининг кичик хонаси бирлигига тенг бўлган квантлаш қадамига каррали бўлган яқин миқдор билан алмаштиришдан иборат. Датчикларнинг сезгир элементлари, одатда, чизиқли бўлмаган статик характеристикаларига эга. Бу тескари функционал ўзгартириш тўғри чизиққа келтириш заруриятини келтириб чиқаради. Узлуксиз сигналларни дискрет ўлчашда аналог сигналли сўроқлаш частотасини тўғри танлаш муҳим аҳамиятга эга. Сўроқлаш частотаси камайиб кетса ахборотнинг йўқолишига, ўлчов частотаси ҳаддан ташқари ошиб кетса, схеманинг мураккаблашиши ва машина вақтиининг исроф бўлишига олиб келади. Агар ўчанаётган миқдорнинг катталиги керак бўлса ва у аналог сигналининг сўраш пайтига мос тушмаса, экстраполяция (ёки интерполяция) усуллари ишлатилади. Бизни қизиқтираётган ўлчанаётган миқдорнинг қийматини олдинги сўроқлашлар натижалари асосида олиш керак бўлса, у ҳолда экстраполяция усули қўлланилади. Агар охириги аналог

сигналининг сўроқдан олдинги ўлчанаётган миқдор қиймати зарур бўлса, интерполяция усулидан фойдаланилади.

Ишлаб чиқаришнинг натижавий кўрсаткичларни бевосита ўлчашнинг иложи бўлмаса, у ҳолда улар олдиндан белгиланган нисбатлар орқали ҳисобланади. Буларга қуйидагилар киради: ишлаб чиқаришнинг техника-иқтисодий кўрсаткичлари, маҳсулот бирлиги учун сарфланган энергия ёки хом ашё, вақт бирлигида материал ёки энергиянинг сарфи ва бошқалар.

Автоматик ўлчашнинг юқоридаги усуллари ва техник воситалари яратилмаган технологик жараёнларда физика-кимёвий параметрларни аниқлаш учун керакли параметр билан стохастик боғланган билвосита қийматларнинг ўлчаш натижасини назорат қилинади. ТЖАБС нинг ҳисоб масалаларини ечиш учун вақт интервалида (смена, кун, ой) ўрнатилган техника-иқтисодий кўрсаткичлардан фойдаланилади. Оператив бошқариш масалаларини ҳал қилганда техника-иқтисодий кўрсаткичларнинг (ТИК) аини вақтдаги қийматларини билиш зарур. Технологик объектларда транспорт кечикишнинг бўлиши ТИКнинг аини вақтдаги қийматларини аниқлаш муаммосини қийинлаштиради. Бу ҳолда ўлчанган миқдорларни транспорт кечикиш миқдорига суришга ва уни транспорт кечикиш миқдорига тенг бўлган вақт интервалида ўртачалаштиришга тўғри келади.

Технологик комплексларни оптималлаш масалаларининг катта ўлчамлилиги туфайли декомпозиция принципларини ишлатиш тавсия этилади, яъни системанинг глобал оптималлаш масаласи бир неча кичик ўлчамли ва ўзаро боғланган технологик бўлимларни локал оптималлаш масалаларига ажратилади. Бундай ажратиш стратегиясини кимёвий технология системалари учун қўлланилганда қуйидаги тартиб ишлатилса мақсадга мувофиқ бўлади: параметрли стабиллаш; айрим технологик бўлимларни локал оптималлаш; бутун технологик система масшабда координациялаш.

Бу тартибни амалга ошириш учун ТЖАБС нинг иерархик таркибини синтез қилиш масаласи икки босқичда ечилди. 1) ТЖАБС нинг макротаркибини синтез қилиш жараёнида берилган система блок ҳолида кўрилади («қора қутн» типдаги блоklar) ва система таркибий хусусиятларининг сифат анализи амалга оширилади, шунингдек, координациялаш масаласини ечишнинг йўли ишлаб чиқилади; 2) ТЖАБС нинг микро таркибини синтез қилиш жараёнида графиклар назариясинини математик аппаратидан фойдаланиб, лойиҳалаш босқичидаёқ системанинг динамик схемаси тўла очилади.

ТЖАБС да ҳодисаларни автоматик кўриш деганда технологик регламентдан четга чиқиш, ускуналарнинг ишга яроқсизлигини ўз вақтида пайқашга айтилади. Ҳодисаларни тўла характерлайдиган миқдорларни даврий ўлчаш, белгиланган қийматлар билан таққослаш ва бошқариш таъсирлари ёки сигналларни бериш одатда пайқаш алгоритмларининг вазифасига киради.

Технологик жараённинг ҳақиқий кечишини қуйидагича характерлаш мумкин: нормал ҳолат, бунда технологик режим белгиланган регламентга тўғри келади; ўткинчи ҳолат — регламентдан четга чиқилмаган, бироқ четга чиқиш белгилари пайдо бўлади; аномал ҳолат — технологик регламентдан четга чиқилган пайт (авария вазияти вужудга келган ҳолат ҳам шунга киради).

Даврий технологик жараёнлар учун техник диагностика масаласи объектга бошқариш таъсирларини кўп мартаба юбориб бошқаришга келтирилади; бошқариш таъсирларининг таркиби ва кетма-кетлиги олдинги таъсирларга объектнинг кўрсатган реакциясига боғлиқ. Узлуксиз технологик жараёнлар учун бу масаланинг вазифаси жараён ҳолатини етарли даражада аниқлайдиган назорат параметрларини танлашдан иборат.

У ёки бу ҳолда диагностика натижалари технологик жараёнга БХМ томонидан актив аралаштириш учун фойдаланилади. Аномал ҳолатлар учун техник диагностиканинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат: 1) технологик жараёнда аномал ҳолат борлигини ўз вақтида аниқлаш; 2) материал ҳамда энергетик оқимларни ташийдиган қурилма ва ускуналар ҳолатининг техник диагнози; 3) аномал вазиятлар ва системанинг нормал ҳолатидан четга чиқишларнинг математик моделини яратиш (идентификациялаш); 4) четга чиқиш сабабларини фаол йўқотиш ва ажратиш, яъни техник диагностика системасининг бошқариш алгоритмининг яратиш; 5) математик моделлар ва техник диагностика алгоритмларини яхшилаш мақсадида статистик маълумотларни йиғиш ва қайта ишлаш.

Технологик жараён аномал ҳолатларининг техник диагностикаси усулларини яратишнинг дастлабки босқичида фақат жараённинг ҳолати ва унинг бузилиш манбалари орасидаги боғланиш таркибининг анализи қилиш билан қуриш мумкин (техник диагностиканинг мантиқий модели). Технологик жараённинг ҳолати параметрларнинг айни пайтдаги қийматларини йўл қўйилган (ёки регламентдаги) қийматлар билан таққослаб аниқланади. Бу ўзгаришларни дарак берувчилар дейилади. Дарак берувчилар деганда фақат физик миқдорларнинг (босим, температура ва бошқалар) ўзгаришигина эмас, балки ўлчанаётган миқдорларнинг статик характеристикалари ва функцияларининг ўзгаришлари ҳам тушунилади.

Техник диагностика мантиқий алгоритмларини яратишнинг иккита асосий принципларини алоҳида кўрсатиш мумкин: комбинацион ва кетма-кет. Комбинацион усулда текшириш тартибининг технологик ҳолати эътиборга олинмаса, кетма-кет усулда технологик ҳолат ҳақида ахборотдан кейинги натижалар анализ қилинади.

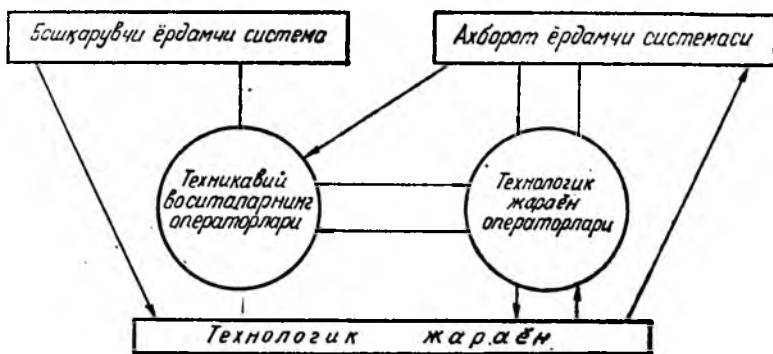
Технологик жараён ҳолатининг мантиқий моделини икки босқичда, яъни детерминирланган ва статистик ҳисоблаш босқичларида амалга ошириш мақсадга мувофиқ. Шундай қилинганда техник диагностикани қўйиш масаласи анча соддалашади,

модель ўлчами кичиклашади ва диагностика аниқлиги ортади Ҳисоблашга детерминирланган босқичнинг киритилишига сабаб кўп кимёвий технологик жараёнлари ва системаларини детерминирланган мантиқ воситасида диагнозлаш мумкинлигидир ТЖАБС нинг техник воситалари ва БҲМ нинг ишга яроқсизлигида диагностикани аппарат, тест ва дастур-мантиқ контрол усуллари ёрдамида амалга ошириш мумкин. Бошқариш системасининг умумий мақсадини ифодаловчи бошқариш алгоритми анча мураккаб бўлганлиги туфайли ТЖАБС нинг айрим масалаларига мос бўлган кўпгина ёрдамчи алгоритмлари бўлиши мумкин.

Шундай қилиб, БҲМ да сақланадиган ва ўзининг дастурига эга бўлган айрим алгоритмлар ўзгариб турувчи ишлаб чиқариш вазиятига қараб ҳаракат қилади.

VII.5-§. ТЖАБС НИНГ АХБОРОТ БИЛАН ТАЪМИНЛАНИШИ

Автоматик ёки автоматлаштирилган режимда технологик жараёнларни бошқаришда ахборотни йиғиш, қайта ишлаш, сақлаш ва фойдаланишни ташкил қилмасдан илжи йўқ. ТЖАБС нинг функционал вазифаси ахборот таркибини ва ёрдамчи системалар орасидаги ахборотли боғланишларнинг характерини белгилайди. 17-3-расмда ТЖАБСнинг ахборот



17.3- расм. ТЖАБС нинг ахборот таркибини ифодаловчи соддалаштирилган схемаси.

таркибини ифодаловчи соддалаштирилган схемаси берилган. Чизмадан кўриниб турибдики, ТЖАБС таркибида бошқарувчи ёрдамчи система, технологик жараён операторлари ва техник воситалар билан биргаликда ишлайдиган мустақил ёрдамчи ахборот системаси ҳам бор. Технологик жараённинг кетиши ҳақида ахборот ўлчов ўзгартгичлари орқали ёрдамчи ахборот системасига киради, у эса ўз навбатида операторларга ва бошқарувчи ёрдамчи системаларга узатилади. Улар ўзларидаги

бошқариш алгоритмлари асосида тегишли бошқариш таъсирларини ишлаб чиқади. Автоматлаштирилган бошқариш режими операторлар орқали оширилади.

ТЖАБС ни ахборот билан таъминлаш муаммоси қуйидаги масалаларни ечишга боғлиқ: 1) бошқариш объектларини бир хил кўринишга келтириш мақсадида ахборотнинг етарли ҳажмини аниқлаш; 2) ахборотнинг ишончлилигини таъминлаш ва уни ечиш усулларини исботлаш; 3) инсон — машина система-сида ахборот алмашишни ташкил этишда вазифаларни тақсимлаш; 4) ахборотни йиғиш, сақлаш ва бериш.

Агар ахборот турлари фақат бир автоматлаштирилган қайта ишлаш системаси билан боғланган бўлса, бошқариш жараёни рационал бўлади. Зарур бўлган бирламчи ахборотнинг ҳажми кўп эмас, лекин у ТЖАБС лар учун етарли бўлган иккиламчи кўрсаткичлар системаси учун кифоя бўлиши лозим. Бу усул бир марта яратиб ва ахборот массивларидан кўп мартаба фойдаланиш принципи сифатида маълум; бошқача қилиб айтганда, бир марта қайд қилинган ахборот турли бошқариш вазифаларида фойдаланилиши мумкин. Зарур бўлган ахборот ҳажмини аниқлаш керак бўлганда технологик жараён математик ифодасининг қабул қилинган таркибини билиш лозим. Объект ҳолатини бир хил кўринишга келтириш ва зарур бўлган ахборот ҳажмини аниқлаш учун ахборот статистик усулларни ёки ҳозирги замон бошқариш назариясида қўлланиладиган кузатиш ва бошқариш тушунчаларини ишлатиш асосида ҳал этилади.

ТЖАБС нинг нормал ишлаши ҳисоблаш машиналари ва бошқариш масалаларидан фойдаланишдаги ахборотнинг кўринишига боғлиқ. Бошқариш объекти ҳақида ЭҲМ хотирасида сақланаётган бирламчи ахборотнинг тўғрилиги биринчи навбатда технологик жараён физик параметрларининг ўлчаш хатликларига боғлиқ.

Ҳозирги пайтда аниқлик масаласини ҳал этишда икки йўналиш мавжуд: 1) ўлчов чизмаларида физика, кимё ва бошқа фан ютуқлари асосида ишлаб чиқилган юқори аниқликка эга бўлган элементларни ишлатиш, шунингдек, ўлчайдиган қурилма характеристикаларини стабиллаш усуллари таркибини мукамаллаштириш; 2) системалар донрасида маълумотлар ишончлилигини оширишга қаратилган ишларни амалга ошириш (филтрлаш, ишончлилик устидан контрол ўрнатиш, асбоблар хизматини оптималлаш, моделларни тўғрилаш ва бошқалар).

Биринчи йўналиш сезиларли даражада маблағ ва меҳнат талаб қилади. ТЖАБС ларда ҳисоблаш машиналарининг борлиги иккинчи йўналишни танлашга шароит яратиб беради. Бунда аниқликни ошириш ахборот — ўлчов системасига янги қурилмалар киритиш ёки хизматдаги янги усулларни қўллаш ҳисобига эмас, балки ахборотни қайта ишловчи янги алгоритмлар ҳисобига эришилади. Назоратнинг унификациялашган алгоритми ва бирламчи ахборотнинг аниқлигини тиклаш усулини

қўллаш кенг ахборот системасини ТЖАБС нинг маълум алгоритмларини тузишни сезиларли даражада тезлаштиради. Алгоритмда автоматлаштирилган контролни қўллаш хатоларни дастлабки маълумотларда, шунингдек, ЭХМ га киритилганда (масалан, перфорациялашда) аниқлашга имкон беради. Шунинг учун ҳам бу усул анча самарали бўлиб, маълумотларни қайта ишлашга кетадиган меҳнат харажатларини камайтиради.

Дастлабки ахборотнинг ишончлилик масаласи шовқинларни филтрлаш, ўлчаш хатоларини топиш каби статистик усуллар билан ҳал этилади. Бу муаммоларни муваффақиятли ечиш контрол тестларининг тўла комплексини яратиш ва текшириш, профилактика ишларининг регламентини тузишга боғлиқ.

Операторга берилаётган маълумотнинг ҳажми ва характери автоматлаштириш даражаси ва инсон билан автоматик воситалар орасида вазифаларнинг тақсимланиши билан белгиланади. Маълумот системасининг операторига тахмин ва қарор чиқариш учун егарли бўлган технологик жараённинг бориши ҳақида ҳамма маълумотлар бериледи. Автоматлаштирилган системаларда оператор дастлабки маълумотни қайта ишлаш вазифасидан озод этилади, буни ҳисоблаш машинаси бажаради. Бошқариш системасида операторга фақат технологик жараённинг ёки АБС техник воситаларининг аномал ҳолати ҳақида маълумот бериледи. Оператор олинган маълумотни тахмин қилади, аномал вазият сабабларини аниқлайди ва автоматик системанинг ишини назорат қилади. Оператор ва ҳисоблаш машинаси ўртасидаги алоқа бошқариш системасида энг самарали боғланиш бўлиб, у электрон-нур трубкали экран пультлари орқали амалга оширилади ва бунда маълумотни кодлашнинг барча усулларидан (ҳарф-рақамли белгилар, шакл, ранг, ёруғлик, ўлчам) фойдаланишга имкон бўлади.

Оператор билан автоматик қурилмалар ўртасида маълумот алмашишни ташкил этишда маълумотни тақсимлаш, машинага киритилган маълумот самарали шакллари қидириш каби масалаларни ҳал этиш керак.

XVII.6-§. ТЖАБС НИНГ МАТЕМАТИК ТАЪМИНОТИ

ТЖАБС ни жорий этиш бошқариш-ҳисоблаш машиналарини ишлатишни назарда тутиб, уларнинг конкрет типларига қараб машина алгоритмлари, дастурлар ва уларнинг ифодалари яратилади. ТЖАБС ни лойиҳалашнинг муҳим босқичларидан бири технологик жараёнларни алгоритмлаш, яъни системанинг математик ифодасини бир неча босқичда яратишдир. Бу қуйидагилардан иборат: 1) технологик жараён ва унинг боришини таъминловчи факторларни ўрганиш; 2) технологик жараённинг автоматлаштирилган бошқариш масаласини қўйиш; 3) технологик жараённинг математик модели, бошқариш алгоритмини ва маълум БХМ га татбиқан яратиш.

ТЖАБС нинг математик таъминотини ифодаловчи қуйи-

даги ўзаро боғланган техник ҳужжатларнинг комплектини олиш лозим: 1) бошқарув объектнинг математик модели; 2) бошқарув алгоритмининг блок-схемаси; 3) масаланинг ечимига қаратилган математик ва мантиқий амаллар кетма-кетлигини ифодаловчи алгоритмнинг умумий кўриниши; 4) конкрет БХМ нинг хусусиятларини эътиборга олувчи машинанинг алгоритми; 5) алгоритм тилида, автокодда ёки шартли адресдаги дастурлар; 6) реал адресли машина кодида ишчи дастурлар ва дастурларнинг баёни.

ТЖАБС ларни математик таъминотини ишлаб чиқиш иқтисодий маълумотни қайта ишловчи дастурлар тўпламини ҳам ўз ичига олади. Келажакда дастурлар комплексининг универсал турларини яратиш кўзда тутилган. Масалага бундай ёндошиш дастурлаш ҳаражатларини камайтиради. ТЖАБС ни ишлаб чиқиш ва жорий этишни тезлатиш ҳамда математик таъминотдан фойдаланиш системасини оширади.

ТЖАБС нинг математик таъминотини икки гуруҳга бўлиш мумкин: ташқи математик (функционал дастурли) ва ички математик (стандарт дастурли) таъминот.

Ички математик таъминот стандарт ҳисобли алгоритмик ва дастурлар тўпламидан иборат бўлиб, бошқарув — ҳисоблаш комплексининг фаолиятини таъминлайди. Улар ҳар бир машиналар синфи учун марказлашган тарзда яратилади ва конкрет ҳисоблаш машинасининг ажралмас қисми ҳисобланиб, маълум ТЖАБС ларнинг хусусиятларига боғлиқ эмас.

Системанинг ташқи математик таъминоти ўзаро боғланган алгоритм ва дастурлар тўпламидан иборат бўлиб, ТЖАБС нинг конкрет вазифаси ва масалаларини ҳал этади. Системанинг баъзи бир вазифаларини махсус қурилмалар ёрдамида аппаратли ҳал этиш мумкин, бу ҳолда уларни ҳисоблаш машинасидаги дастурга киритишнинг эҳтиёжи йўқолади.

Системанинг математик таъминоти маълум ривожланиш характериға эга бўлиб, ўз таркибига қуйидагиларни киритади: маълум даражада универсал бўлган дастурлар; БХМ кутубхонасига кирувчи стандарт дастурлар, шунингдек, конкрет ТЖАБС учун дастурлар. Шу билан бирга универсал дастурлар ва уларга қўйиладиган талабларға биноан системанинг математик таъминоти олдида масалалар синфини аниқлаш муаммоси туради. Муаммоларнинг бошқа бир синфи стандарт дастурлар таъминотига қирувчи алгоритмик тиллар тўпламини аниқлашдир.

Конкрет ТЖАБС нинг ташқи математик таъминоти яратилгунча система ҳал қилувчи масалаларнинг математик таърифи аниқланган, технологик жараёнларнинг математик баёни тузилган ва унинг мослиги баҳоланган бўлиши, шунингдек, кириш маълумотларининг аниқланиши баҳолари олинган бўлиши лозим. Технологик жараёнларни алгоритмлаш дастлабки ва охириги бўлади.

Дастлабки алгоритмлаш масалалари қуйидагилар: жараён-

нинг алгоритмик таркибини ўрганиш; бошланғич математик модель ва оптималлаш алгоритмини яратиш; ишлаб чиқариш шароитида алгоритмларни синовдан ўтказиш; кутилган иқтисодий самарани баҳолаш, бошқаришнинг ҳисобли техник воситаларини дастлабки танлаш. Бу масалаларни ҳал қилишда технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган системасини ишлатишга тайёрлиги аниқланади, мавжуд назорат қилиш ва ростлаш системаларини такомиллаштириш йўллари белгиланади, ТЖАБС ни яратиш учун ишлар тартиби ўрнатилади.

Охирги алгоритмлаш масалалари қуйидагича: технологик жараёнларини чуқур ўрганиш, дастлабки математик модель ва оптималлаш алгоритмини тўғрилаш; техник воситаларни узил-кесил танлаш, яратилган системанинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

Дастлабки ва охирги алгоритмлаш босқичларида қўшимча маълумотларни олиш натижасида моделларнинг таркиби ва мураккаблигида ўзгаришлар бўлиши мумкин. Объектнинг дастлабки математик баёни яратилишида жараённинг статик ва динамик характеристикалари тадқиқ этилади, оптимал режимлар аниқланади, турғунлик вазифалари ўрганилади, дастлабки моделни содалаштиришнинг турли вариантлари кўриб чиқилади.

Озиқ-овқат саноатида ТЖАБС ларни яратиш деганда система параметрларининг ўзаро боғланиши ва ўзгариш қонуниятини кўрсатувчи системанинг математик баёнини яратиш маълумот оқимининг таҳлили ва бошқариш масалаларини ечиш усулларини ишлаб чиқиш тушунилади. ТЖАБС ларни татбиқ этишга оид масалаларни ҳал этишда озиқ-овқат саноатидаги технологик жараёнлар хусусиятларини ўзида мужассамлаштирган математик аппаратлар зарурдир. Иерархия босқичидаги қуйи ёрдамчи системалар учун озиқ-овқат ишлаб чиқаришнинг айрим технологик жараёнларини математик моделлаш ёрдамида озиқ-овқат саноатининг технологик жараёнларини тадқиқ этиш — математик моделлар алгоритмларининг ҳисобларини ишлаб чиқиш ва оптимал бошқариш параметрларини ажратиш, шунингдек, турли конструкциядаги аппаратлар самарадорлигини баҳолайдиган стандарт дастурлар кутубхонасини яратиш демакдир.

Юқори босқичдаги ёрдамчи системалар учун технологик системани тўла ўрганиш ва тадқиқ этиш лозим; айрим жараёнларнинг характеристикаларини аниқлаш эса мураккаб технологик системаларни бошқаришнинг умумий вазифасидан келиб чиқиши керак. Ҳозирги вақтда озиқ-овқат саноатида система сифатида ҳисоблаш ва бошқаришнинг илмий асосланган усуллари яратилмаган. Айрим аппаратларнинг характеристикаларини аниқлашда уларнинг ўзаро боғланиши ва ўзаро таъсир ҳисобга олинмайди. Натижада лойиҳаланган системалар оптимал режимдан анча узоқда ишлайди. Масалага умумий мақсад ва технологик чизма айрим элементларининг ўзаро боғла-

нишларни ҳисобга олиб ёндашиш мақсадга мувофиқ. Бу системанинг самарали ишлаши технологик чизма айрим элементларининг системанинг самарали ишлаши технологик чизманинг тонологик таркиби билан белгиланади. Технологик системанинг таркибий таҳлилини фақат айрим аппаратларнинг математик моделлари асосида бажариб бўлмайди. Жараён параметрларининг ташқи ва ички функционал алоқасини технологик аппаратлар комплексини бир бутун деб қаралгандагина очиш мумкин.

Озиқ-овқат ишлаб чиқарувчи технологик комплексларнинг оптимал ишлаши бошқаришнинг юқори сифатли бўлишини талаб этади. Кимё ва озиқ-овқат корхоналарида аппаратларнинг ишчи параметрлари критик нуқтага яқин бўлиши кам учрайдиган ҳол эмас, энг яхши иш шароити эса кам турғунлик захирасига эга бўлган жараённинг стационар ҳолатига яқин. Шунини қайд қилиш керакки, айрим аппаратларнинг математик моделларидан мураккаб технологик системаларнинг моделларига ўтилганда янги муаммолар келиб чиқади. Хусусан, улар иерархиянинг иккинчи босқичидаги масалаларнинг ўлчамларини камайтириш билан боғлиқ. Шунинг учун исботланган ва декомпозициянинг самарали усуллари яратиш масалалари муҳим аҳамият касб этади.

XVII.7- §. ТЖАБС ЛАРНИНГ ИШОНЧЛИЛИГИ

Технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш системалари объектларни бевосита бошқариши лозим. Бу шароитда бошқариш системасидаги ҳар қандай бузилиш ёки четга чиқиш жараённинг нормал боришини йўқотади, бу эса катта миқдордаги иқтисодий йўқотишларга олиб келади. ТЖАБС фаолиятининг ишончлилигига қўйиладиган талаблар жуда катта. Системанинг ишончлилигини таъминлаш учун қуйидагилар зарурдир: 1) система ва унинг компонентлари ишончлилик параметрларининг оптимал қийматларини аниқлаш; 2) конкрет система хусусиятларига тўла жавоб берувчи ва ишончлилигини оширувчи махсус усулларни ишлаб чиқиш; 3) ишончлилик ва самарадорлик кўрсаткичларини эътиборга олган ҳолда таркиб вариантини танлаш; 4) талаб этилган ишончлиликни таъминловчи система техник хизматининг шакл ва тартибини ўрнатиш; 5) бутун система ва унинг айрим компонентлари учун ишончлилик синови дастурларини мукамал ишлаб чиқиш.

Иккита омил, яъни яратилаётган ТЖАБС комплектидаги техник воситалар сифати ва лойиҳалаш усуллари бошқариш системасининг ишончлигини белгилайди. Системадаги бирор элементнинг сифатсиз ишлаши ишончлилик кўрсаткичинини пасайтириб юбориши мумкин. Комплектидаги маҳсулотларнинг ишончлилигига қаратилган ҳамма ишлар иқтисодий томондан асосланган бўлиши лозим. Системанинг сифатини лойиҳалаш босқичидаёқ дублёрлаш йўли билан ошириш мумкин.

Ҳозирги пайтда муҳим контурларда автоматик ростлашнинг локал системаларини сақлаб қолишга амал қилинган. Мавжуд ростлагичлар бошқарув ҳисоблаш машиналари ишдан чиққан тақдирда ҳам технологик режимни ушлаб турадилар. Бундай ҳолда ростлаш системасидаги ростловчи органлар ўз ҳолатини ўзгартирмаслиги лозим.

Дублёрлаш йўли бошқа бир муаммони келтириб чиқаради, яъни у система нархини ошириб юборади. Системанинг ишончлилигини минимал юкланиш принципини қўллаш орқали ошириш мумкин, бунда система кутилгандан кенгроқ ўзгарувчи шароитга мослаб лойиҳалаштирилади. Шундай бўлса ҳам системанинг таннархини ва элементлар миқдорининг ошишини назардан четда қолдирмаслик керак. ТЖАБС фаолиятининг юқори даражада самарали ишлаши комплектадаги қурилмаларнинг ишончлилигига боғлиқ.

XVIII боб. ТЕХНИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН СИСТЕМАСИНING УМУМИЙ ВАЗИФАЛАРИ

XVIII.1-§. АХБОРОТ МАСАЛАЛАРИНИING РЎЯҲАТИ ВА ТАРКИБИ

Автоматлаштирилган бошқариш системаси (АБС) ахборотни тўплаш, ишлов бериш ва тақдим этишнинг техник воситалари ва алгоритмларининг мажмуасидан иборат бўлиб, у корxonани ёки айрим жараёнларни кибернетика методлари асосида бошқаришни таъминлайди.

Бошқариш объектига қараб технологик жараёнларни бошқариш системаси (ТЖБС) ва корxonаларни ташкилий-маъмурий бошқариш системалари (КТМБС) фарқ қилинади. Ҳам у ҳам бу вазифаларни қўшиб олиб борувчи — интегралланган АБС (ИАБС) деб аталувчи АБС ҳам бўлиши мумкин.

АБС автоматик системалардан фарқли ўлароқ одам-машина системаларидир. Бундай системаларда бошқариш вазифалари одам ва техник воситалар ўртасида бўлинади. Биринчи автоматлаштирилган системаларнинг одам-машина табиати АБС да айрим вазифаларни тўлиқ автоматлаштириш мумкинлигини, айниқса, технологик жараёнларни бевосита рақамли бошқариш даражасида инкор этмайди.

Автоматлаштирилган бошқариш системасининг асосий таркибий қисмларини санаб ўтамиз.

1. Бошқаришнинг техник воситалари. Булар авваламбоқ бошқарувчи ҳисоблаш машиналари (БҲМ), кейин бошқарув объекти билан алоқа қилиш (боғланиш) қурилмаси (БОБК) дир, бу қурилма технологик жараён ҳақидаги ахборотни қабул қилишни ва бошқарувчи таъсирларнинг ёки ахборот сигналларининг шаклланишини таъминлайди:

— машинага хизмат кўрсатувчи ходимлар томонидан ахборот киритиладиган турли қурилмалар (масалан, телетайп, пер

фоленталардан, перфокарталардан киритиш, бошқариш органлари бўлган пульта ва ҳоказо) ва ахборотни автоматик қайд этиш қурилмалари (босувчи қурилмалар, турли хил қайд этувчилар, индикаторли панеллар ва ҳоказо). Кейинги пайтларда ҳисоблаш техникасининг агрегат воситалари ривожланиши билан БҲМ тушунчаси кўпинча «бошқарувчи ҳисоблаш комплекси» (БҲК) тушунчаси билан алмаштирилмоқда. Бу, системанинг марказий ядроси энди агрегат бланклардан комплектлаш билан боғлиқ бўлиб, уларни процессорга (операцион қурилма ва марказий бошқарув блоки) ва оператив хотирлаш блоклари (ОХБ) га бўлиш қабул қилинган.

2. **Математик бошқариш воситалари.** Системанинг математик (МТ) ёки дастурли (ДТ) таъминотини ташқи ва ички МТ га бўлиш қабул қилинган.

Ташқи МТ — бу бошқарилувчи объектда турли ҳолатларда бошқариш тартибини белгиловчи дастурлар тўпламидир. Бошқача қилиб айтганда, ташқи МТ системанинг вазифаларини белгилаб беради, яъни унинг бошқариш жараёнида қила оладиган ишларини ва бунда унинг объектга нисбатан фаолият кўрсатиши қандай эканини белгилайди.

Ички МТ — бу система техник воситаларининг ажралмас қисми бўлиб, у буюртмачига тайёрловчи — завод томонидан шу воситалар билан биргаликда етказиб берилади. Унга системанинг турли қисмларининг бир-бири билан ўзаро таъсирланишини ташкил этиш учун мўлжалланган дастурлар тўплами киради. Бу ҳол, унинг бошқариш алгоритмининг киритиш ва қайта ишлашни, бу алгоритмни БҲМ да амалга оширишни ва системадан ишчи дастурларни бажариш натижаларини чиқаришни таъминлашни англатади. Бундан ташқари, ички МТ таркибига, одатда, назорат дастури ва техник воситалар диагностикаси дастури, шунингдек, масалан, системани объектда соzлаш учун мўлжалланган баъзи ёрдамчи дастурлар киради.

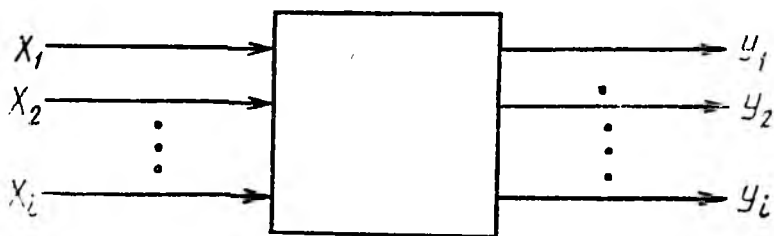
3. **Хизмат кўрсатувчи ходимлар.** Юқорида айтиб ўтилганидек, автоматлаштирилган система тушунчаси автоматик системадан фарқли ўлароқ, бошқариш жараёнида БҲМ билан биргаликда одам ҳам иштирок этиб, ўз тажрибаси ва билими асосида унинг ишини таҳлил қилиб ва тузатиб, системанинг ишига маълум даражада (баъзан ҳол қилувчи тарзда) таъсир кўрсатади. Шунинг учун одам автоматлаштирилган системанинг техник ва математик воситалари билан бирга унинг бир қисми экани табиийдир.

4. **Маҳаллий автоматик қурилмалар.** Улар технологик жараёнининг айрим қисмларини механизациялаш ва автоматлаштиришга мўлжалланган. Уларга турли хил вазифани бажарувчи индивидуал ростлагичлар, қурилмани шикастланишдан ҳимоя қилувчи маҳаллий қурилмалар, юқордан берилган команда (буйруқ) бўйича ишловчи автоматик ишга тушириш ски тўхтатиш қурилмалари кириши мумкин.

Шундай қилиб, система таркибида система бурютмачиси ифодалаш керак бўлган ягона мақсадга бўйсиндирилган етарлича мураккаб ва ўзаро узвий боғланган бошқарувчи бўғинлар мажмуасини қараб чиқиш зарур. У, мураккаблигига қарамай, даставвал бошқариш системасини бутунича тасаввур қилиш, унинг вазифаларини тушуниши ва бу вазифала амалда қандай бажарилишини тасаввур қилиши зарур.

Системани бирор яхлит ва бўлинмас нарса тарзидаги қора қут кўринишида қараб чиқиш қулайдир. 18.1-расмда система қора қут кўринишида ифодаланган, у ерда $x = x_1, x_2, \dots, x_n$ — киришлар тўплами, $y = y_1, y_2, \dots, y_n$ эса чиқишлар тўплами.

Системани қора кути тарзида қараб чиқиш — бу унинг ҳақида ташқи тавсифлари бўйича ва даставвал унинг чиқишларининг киришларига боғлиқ бўлиши бўйича фикр юритиш демакдир. Бунда ички тузилиш ҳисобга олинмайди. Бошқача



18.1-расм. Ташқи баҳолашда бошқариш системаси.

айтганда, система қандай бажараётганидан қатъи назар нима бажараётгани муҳимдир.

Бошқариш системасини бундай ташқи баҳолашда қуйидаги асосий параметрларни ажратиб кўрсатиш мумкин:

1. Киришлар ва чиқишлар миқдори — бу миқдор биринчи яқинлашишда системанинг мураккаблиги ҳақида фикр юритишга имкон беради.

2. Ахборотнинг миқдорий тавсифлари — бу системанинг киришларига қандай ахборот тушишининг ва чиқишларида қандай сигналлар шаклланишининг қийматидир. Бу системанинг вазифаларини миқдорий баҳолашга, улардан энг муҳимларини ажратишга (масалан, авария сигнали), биринчи навбатда айнан нимани автоматлаштириш талаб қилинишини ва ҳоказоларни тушунишга имкон беради.

3. Системанинг тез ишлаши — бу кириш сигналларига чиқишларнинг акс таъсири тезлигидир. Бу кўрсаткичнинг қиймати системанинг бошқариш жараёнига киритаётган кечикишлари ҳақида фикр юритишга имкон беради.

4. Система чиқишларининг бузилиш эҳтимоли — бу, пировардида, унинг ишончлилиги кўрсаткичидир.

Шундай қилиб, системанинг киришларини ва чиқишларини, шунингдек, уларнинг функционал боғланишларини текшириш система тўғрисида яхлит, унинг вазифалари тўғрисида ва турли хил тавсифлар тўғрисида дастлабки тушунча беради.

Бошқариш системаси, хизмат кўрсатувчи ходимлар ва объектнинг ўзаро ишлаши натижасида вужудга келадиган бошқариш контурида иккита асосий жараён кечади: технологик жараён (у бошқарш объекти ҳамдир) ва бу объектни бошқариш жараёни. Бошқариш шундан иборатки, объектга бошқарувчи таъсирлар узатилнб, уларнинг мақсади технологик жараённинг асосий тавсифларини берилган чегараларда ушлаб туриш, шунингдек, унинг айрим бошқичларини ишга тушириш ва тўхтатиш. Бошқариш системаси бошқарувчи сигналларни фақат керакли жойга узатилишинигина эмас, балки керакли вақтда узатилишини таъминлаши зарур, у бошқарилувчи жараённинг ўтиш тезлиги билан белгиланади. Бу талаб одатда бундай ифодаланади: система ишлаб чиқариш билан ягона темпда ишлаши керак ёки бошқача қилиб айтганда реал вақт масштабида ишлаши керак.

Замонавий ЭХМ ларнинг тез ишлашини ҳисобга олиб, бунда ягона муаммо бошқарувчи сигналлар жуда тез ишлаб чиқарилади ва уларни керакли вақтгача тутиб туриш керак бўлади, деб ўйлаш мумкин. Ҳақиқатда эса бу осон иш эмас. Система ишини вақт бўйича ташкил этиш муаммоси баъзан жуда жиддий бўлади. Бунинг иккита сабаби бор:

— биринчи сабаби шундаки, бошқарувчи сигналларни ишлаб чиқиш жараёнлари жуда мураккаб бўлиши мумкин (фойдаланилаётган бошқариш усулининг мураккаблигидан ёки дастур муваффақиятсиз тузилганидан), яъни жуда кўп операцияли бўлиб, уларни бажариш вақти система реакциясининг максимал йўл қўйилган вақти билан ўлчовдош (бир хил) ёки ҳатто ундан ортқ бўлади (бундай мураккаб ишга мисол таризасида об-ҳаво маълумоти хизмат қилиши мумкин: ҳозир бор бўлган эртанги кун об-ҳаво маълумотининг аниқлигини орттириш учун суткадан кўра машина вақти кўпроқ керак бўлади, бинобарин, маълумот керак бўлмай қолади: бундай ҳолда мураккаб ишларни бошқариш сифатидан воз кечиб, соддалаштириш керак бўлади);

— иккинчи сабаб шундаки, айти бир система айти бир вақтда кўпчилик истеъмолчиларга хизмат кўрсатиши керак (хусусан, хизмат кўрсатувчи ходимлар, объектнинг айрим қисмлари, бошқарув операциясининг юқори сатҳлари) ва бошқарувчи сигналларни ишлаб чиқиш ҳамда чиқариб бериш, келаётган ахборотни қайд қилиш, бухгалтерия ва иқтисодий масалалар ва ҳоказо жуда кўп масалаларни ҳал қилиши керак; бу ерда вужудга келадиган вақт муаммоси вақтни ажратиш режими ёрдамида ҳал қилинади.

Вақт ажратиш режими дастурчининг ёрдамисиз унга махсус ташқи қурилмалар (терминаллар), масалан, пульта ёки

босувчи машина ёрдамида уланган ҳар бир кишига ягон машинадан фойдаланишга имкон беради. У бошқариш жариёнида ишчи дастурларини бажариш тартибини ўзгартириш ва турли фойдаланувчиларга машинага бир-бирига халақ бермаган ҳолда амалда бир вақтда ишлашга имкон беради.

Системанинг жамоа бўлиб фойдаланиладиган режимд ишлашида ЭХМ нинг самарадорлиги кескин ортади, чунки янада тўла юкланади ва унинг ресурсларидан яхшироқ фойдаланилади.

Машина вақтининг фойдаланувчилар ўртасида бўлиши икки ёқлама амалга оширилиши мумкин:

— аппаратура ёрдамида; бунда турли фойдаланувчилар учун ўзининг, фақат улар учун мўлжалланган қурилмалар яъни оператив хотира ёки процессор каби қурилмалар берилади;

— программа ёрдамида; бунда айна бир қурилмалар барча фойдаланувчиларга белгиланган кетма-кетликка мос ҳолд берилади. Бу ҳолда фойдаланувчиларнинг талаблари бўйич масалани тез ҳал қилиш ҳисобига уларда БХМ дан бир вақтд ишлаш мумкинлиги тушунчаси пайдо бўлади, аслида эс бунда фойдаланувчиларнинг ЭХМ билан боғланиш қурилмас машинанинг ўзидан анча секинроқ ишлагани учун бир вақтlilik бўлмайди.

ТЖАБС да вақтнинг дастурли бўлиши кенг тарқалган. Бунда система узилишлар билан ишлайди дейилади, яъни би дастур бошқасини узиши мумкин. Бунда қайси масала бошқасидан муҳимлигини ва мазкур технологик жараённинг турл хусусий бошқариш алгоритмлари қандай афзалликка эгаллигини аниқлаш зарур.

Шундай қилиб, ТЖАБС доирасида вақтнинг бўлиши мумкин бўлиши учун бошқарувчи машинада жорий дастурни узилиши кўзда тутилиши керак.

Жорий дастур деб, системада бошқа дастурга талаб туғилган пайтда бажариладиган дастурга айтилади.

Агар БХМ нинг бир ишдан бошқасига ўтиши олдиндан рожалаштирилган бўлса, бу ҳолда узилиш фақат дастурчи олдиндан кўзда тутган жойдагина юз беради. Лекин ҳамма нарсан ҳам олдиндан назарда тутиб бўлавермайди. Ва бундан ташқари, узилишни амалга ошириш ва бошқа қисм дастурга зулик билан ўтишни амалга ошириш зарур бўлади, бунда жорий дастурда бошқа дастурга шартли ўтиш командаси учрашиш кутиб ўтирилмайди.

Замонавий бошқариш системаларида узилиш қуйидагич бажарилади. БХМ га нисбатан ҳар бир ташқи қурилма, и жумладан бошқариш объекти ҳам зарур бўлганда ўзининг машина билан ишлашнинг бу ҳол учун махсус дастур бўйич ишлаш эҳтиёжи ҳақида маълум қилиб, боғланишни (алоқани) танлаш сигналин ифодалаш мумкин. Бундай дастур, табиийки, машина хотирасида сақланиши керак. Талаб келганд

Машина ўз ишини вақтинча узади, бу узилиш содир бўлган. Жорий дастур ўрнини хотирлайди ва чақирилган дастурни бажаришга ўтади. Бу дастурни бажаргандан сўнг ва бошқа талаб бўлмаса, машина узилган жорий дастурга қайтади. Узилишга бир вақтда келадиган бир нечта талаб бўлганда улар хизмат кўрсатиш учун навбатга тизилишади. Узилишлар системаси шундай тарзда ташкил этиладики, бунда турли хил талаблар учун турлича афзаллик белгиланади ва жуда паст афзаликка эга бўлган талаб юқориқ афзалликдаги талаб билан узилиши мумкин, яъни узилишлар ичида узилишлар бўлиши мумкин.

Узилишга бўлган талабни икки гуруҳга ажратиш мумкин: маълум вақт оралиғидан кеч қолмаган ҳолда ишлов берилиши керак бўлган талаблар (акс ҳолда ахборот йўқотилади ёки бирор нарсани ўзгартириб бўлмайди) ҳамда ўз навбатини истаганча вақт кутиши мумкин бўлган талаблар. Талабларнинг биринчисига мисол тариқасида бошқариш объектдан келаётган носозлик сигналлари хизмат қилади, уларга мувофиқ, масалан, аварияга йўл қўймаслик учун тезкор ишлар қилиш лозим. Реал объектлар учун бундай сигналларга ишлов беришга ажратиладиган вақт баъзан миллисекундлар билан ўлчанади. Иккинчи гуруҳ сигналларига мисол тариқасида қайд қилиш қурилмасидан келаётган сигнал хизмат қилиши мумкин, бу сигнал қурилманинг навбатдаги символни босишга қабул қилиш учун тайёр эканлиги ҳақида хабар қилади.

Замонавий ТЖАБС ларда, одатда, узилишнинг яна бир тури — таймер бўйича узилиш кўзда тутилади. Таймер бу қурилма ёки дастур бўлиб, унинг чиқишда берилган вақт оралиқларида, кўпинча, электр импульси кўринишидаги сигнал (ўзига хос метроном) шаклланади.

Таймер бўйича узилиш системада вақтни ажратиш ишини бирор хил ташқи ёки ички сабабларга боғлиқ бўлмаган ҳолда ташкил этишга имкон беради. Бу ҳолда янги дастурга кейинчалик жорий дастурга қайтиб ўтиш таймер шакллантирадиган берилган вақт оралиқлари орқали даврий амалга оширилади. Бундай узилишга мисол назорат дастурига ўтиш хизмат қилиб, унинг ёрдамида системанинг асосий қурилмаларининг созлиги текширилади.

Вақтни ажратиш (бўлиш) билан ишловчи системада махсус дастур бўлиши керак, у узилишга бўладиган талабларни шакллантириш учун мўлжалланган бўлиб, у навбат тартибини ва турли фойдаланувчилар дастурларининг бир-бирига ўзаро таъсирини йўқотишини кузатади.

Бошқариш системасини яратишнинг бошланғич босқичида кўп жиҳатдан бўлажак системанинг қиёфасини белгиловчи қарорлар қабул қилинади. Асосий масалалардан бири бошқариш системасига юкландиган вазифаларни аниқлашдан иборатдир. Бу масалани ҳал қилиш технологик жараёни ва бош-

қариш вазифаларини таҳлил қилишга асосланади. Натижада қуйидагилар аниқланиши керак:

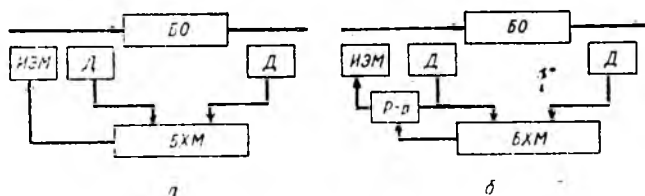
— жараённи оптималлаштириш имкониятлари ва самарадорлик мезони;

— инсон бошқариш вазифаларини бажара олмаган ҳолларда бевосита автоматлаштирилиши керак бўлган технологик жараён қисмлари (масалан, бошқариш тезлиги бўйича қаттиқ талаблар бўлгани учун);

— фақат хизмат кўрсатувчи ходимлар ёрдамида автоматик қурилмалар иштирокисиз бошқариш мумкин бўлган технологик жараёнлар қисмлари;

— бошқарилиши инсонга юкланиши мумкин бўлган технологик жараён қисмлари, лекин бунда улар у ёки бу ҳолларда оптимал амалга оширилмайди.

Ҳамма масалалар учун ва даставвал одам иштирокида ҳал қилинадиган масалалар учун системанинг ахборот вазифаларини аниқлаш зарур, яъни қарор қабул қилиш учун керак бўладиган ёки хизмат кўрсатувчи ходимларга маълумот учун бериладиган ахборотни беришнинг умумий ҳажми ва шакли.



18.2- расм. Автоматлаштирилган бошқаришни марказлаштиришнинг турли даражаларига мисол.

Системанинг вазифаларини аниқлаш учун биринчи яқинлашишда автоматлаштирилган бошқаришни марказлаштириш даражасини ҳам аниқлаш зарур, яъни ҳамма вазифани БХМ га ва хизмат кўрсатувчи ходимларга юклаш (18.2- расм, а), ёки мустақил ишлай оладиган ёхуд БХМ дан бошқарилиши мумкин бўлган (18.2- расм, б) маҳаллий автоматик қурилмаларга қолдириш ҳам зарур.

Системанинг вазифалари белгилангандан сўнг бу вазифаларнинг қайси бири технологик жараён учун муҳим ва жавобгарли эканини аниқлаш лозим. Системанинг ҳамма вазифаларини уларнинг муҳимлиги ва система бажариши зарурлиги даражаси бўйича териб чиқиш зарур, яъни улар орқасидан технологик жараённи таҳлил қилиш асосида ва бошқаришнинг умумий мақсадли вазифасига эга бўлиб бирор афзаллигини аниқлаш зарур.

Кейин баъзи миқдорий баҳолар олиш керак:

— ҳар бир бошқарувчи ва ахборот вазифа учун талаб қилинган амалга ошириш тезлиги;

— бошқаришнинг ҳамма вазифаларини ва ҳар бирини айрим система томонидан автоматик амалга ошириб бўлмаслиги мумкин бўлган максимал вақти;

— у ёки бу вазифани бажариш ишончлилиги бўйича системага қўйиладиган тахминий талаблар.

Бошқариш объекти хусусиятларига боғлиқ бўлмаган ҳолда ТБЖАС га одатда қўйидаги вазифалар юкланади:

1) турли жараёнларни маълум берилган режимда стабиллаш (ростлаш);

2) объект механизмларини технологик жараённинг жорий ҳолатига боғлиқ ҳолда турли дастурлар бўйича бошқариш;

3) аварияга қарши тадбирларни, шунингдек, бошқариш объектини шикастланишдан ҳимоя қилишни ташкил этиш;

4) ишлаб чиқариш жараёнини берилган самарадорлик мезони бўйича оптималлаштириш;

5) турли хил сигналлаш, қайд қилиш ва шу кабиларни кўзда тутувчи ахборот вазифалари;

6) бошқаришнинг юқори даражали нерархиялари билан оператив алоқа.

Бу вазифаларнинг ҳаммаси одатда ахборот тарзидаги ва бошқарувчи гуруҳларга бўлинади.

XVIII. 1.1. Бошқариш объектининг ҳолати ҳақида авариявий ва огоҳлантирувчи сигналлаш

Системанинг бу вазифа доирасидаги иши шундай ташкил этиладики, бунда бошқарилаётган жараённинг у ёки бу параметрлари меъёридан четлашиши ёки объектнинг бирор механизмининг ишдан чиқиши системанинг кириш қурилмаларида қайд қилинади. Бу қурилмалар узилишига бўлган талабни шакллантиради ва машина келаётган сигналга махсус дастур бўйича ишлов беради. Бу дастурнинг ишлаши натижасида ёруғлик ёки товуш сигнали (ёки иккаласи бир вақтда) уланади. Объектда авария ёки авария олди ҳолати бўлишига қараб сигналнинг характери ўзгариши мумкин. Масалан, авария вақтида қизил лампа ёнади ва товуш сигнали уланади, огоҳлантирувчи сигнал ҳолида — кўк ранг чироқ ёнади ва қўнғироқ чалинади.

Назорат қилинувчи параметрлари ва қурилмалари сони кўп бўлган объект учун дастлаб сигналлаш дастури у ёки бу бўғиннинг носозолилиги ҳақида умумлаштирилган сигнал бериши мумкин (бу автоматик сигнал. Кейин зарур бўлганда хизмат кўрсатувчи ходимлар умумлашган сигналнинг шифрини эчиб (чақирувчи сигнал), янада муфассал ахборотни чақиради.

Сигналлаш вазифаси машинадан етарлича тез акс таъсир кўрсатишини талаб қилади ва хизмат кўрсатувчи ходимларга аниқ ва равшан ахборот беришнинг шакл ҳамда усулларини ишлаб чиқиш зарурлигини тақозо этади, бундан ташқари бу

шакллар кўпинча бошқариш объекти хусусиятига ва технологик жараёнга боғлиқ.

XVIII.1.2. Бошқариш объекти тўғрисидаги ахборотни қайд этиш

Бу вазифа бошқариш системаси таркибида турли хил қайд қилувчи қурилмалар ва асбоблар борлигини олдиндан белгилаб қўяди (масалан, рақам босиш қурилмаси, иккиламчи ўзиёзар асбоблар ва ҳоказо), бу қурилма ва асбобларда бошқариш объектининг ҳолати ва иш режимлари ҳақидаги, шунингдек, технологик жараённинг бориши ҳақидаги маълумот қайд қилинади.

Маълумотлар турли хил шаклда қайд қилиниши мумкин кодланган шаклда ёки одатдаги матнда, жадваллар, бланклар ва ҳоказолар шаклида, бу ҳужжатлар бундан кейин қанча бошқа ахборот ташувчиларда (магнит ленталари, дисклари вақт сақланиши ва фойдаланишига боғлиқ ҳолда қоғозда ёки перфоленталарда) қайд қилинган ҳолда бўлиши мумкин.

Қайд қилишнинг бир нечта турни фарқ қилинади.

Даврий қайд қилиш. Бу ҳолда система берилган материаллар орқали объект датчикларини сўраб чиқади ва параметрларнинг ё мутлақ қийматларини ёки уларнинг меъёрдан четла нишлари қийматларини қайд қилади. Бундай қайд этишда ахборотни йиғиш, унга ишлов бериш ва чиқаришни таъминловчи дастур ишга ташқи таъсирларсиз киритилади, яъни таймер бўйича узилиши амалга оширилади, шундан сўнг ҳамма ахборот қайд қилинишини кутмасдан, жорий ахборотга қайтиб юз беради. Ахборотнинг маълум миқдори (порцияси) қай қилингандан сўнг қайд қилувчи қурилманинг талаби билан навбатдаги символ (ёки символлар гуруҳи) босиниға берилади. Ишлашдаги бундай узлукли режим машина вақтнинг тежашинтирилиши билан тақозо қилинади, чунки қайдлагичлар ЭХМ гнисбатан анча секинлик билан ишлайди ва қайд қилишнинг охирини кутиш уни ноўрин тўхтаб туришга мажбур қилади.

Чақирикқа кўра қайд этиш. У ёки бу маълумотларни қай қилиш учун чақириб, оператор узилишга талабни шакллантиради, шундан сўнг зарур ахборот даврий қайд этишдагигўхшаш махсус дастур бўйича тўпланади, шакл алмаштирилад ва чиқарилади.

Бошқариш объектининг ҳолати ҳақида автоматик қайд этиш. Бунда системанинг иши худди носозликларни сигналлашдагидек ташкил этилади. Фарқ фақат шундаки, дастур ишининг натижаси қайд қилувчини (регистраторни) ишга киритишдан иборат бўлади, унда одатда носозликларнинг номи ёкмеъёрдан четлашган параметрнинг номи ва бундай ҳолат ю берган вақт қайд этилади. Носозликларнинг турли гуруҳлар (масалан, аварияли ва огоҳлантирувчи) турлича қайд қилиниши мумкин, яъни махсус белги (масалан, символларнинг турли хил ранги) билан қайд қилиниши мумкин.

ТБЖАС доирасида қайд этиш масалаларини бажариш оператив ҳаракатларни талаб этмайди ва шунинг учун машинага хизмат кўрсатувчи ходимлардан ёки қайд этувчилардан қайд этиш учун келаётган буюртмалар катта афзалликка эга бўлмайди ва бу масалалар одатда шошилишч бўлмаганда бажариладиганлар қаторига киритилади.

Ҳамма ахборот масалаларининг характери одамнинг бевоқифа иштирок этишини олдиндан белгилаб бериб, у ахборот олади, уни таҳлил қилади ва шу таҳлил асосида технологик жараёнга таъсир кўрсатади.

ХVIII.2-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ МАСАЛАЛАРИ РҲЯХАТИ ВА ТАРКИБИ

Автоматик бошқаришни амалий равишда бажаришда буюртмачи бир қатор хусусиятларни ҳисобга олиши зарур.

1. Автоматлаштириш воситаларига мураккаб ва қimmatбаҳо жиҳозларни бошқаришни тўла ишониб топшириш учун уларнинг ишончилиги ҳар доим ҳам етарли даражада юқори эмас.

2. Бошқарилувчи жараёнларда тасодифий ташкил этувчиларнинг мавжудлигини ҳисобга олиш зарур.

3. Бошқариш объекти тўғрисида ҳар доим ҳам етарлича тўлиқ маълумот бўлмайди.

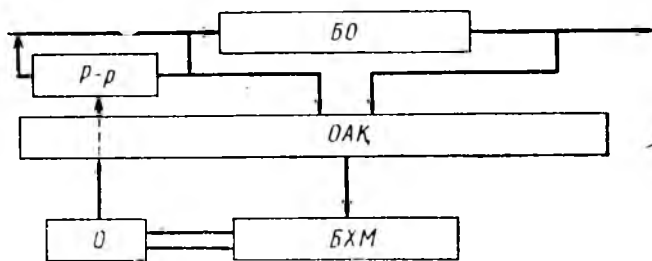
Санаб ўтилган омилларга боғлиқ равишда ва бошқариш системаси таркибида БҲМ ва оператордан ташқари турли хил маҳаллий автоматлаштириш қурилмалари бўлиши мумкинлигини ҳисобга олиб, бошқариш масалалари вазифаларни кўрсатиб ўтилган учта бўғин орасида аста-секин қайта тақсимлаш билан бир неча босқичда амалга оширилади.

Биринчи босқич:

1) автоматлаштиришнинг ва ҳимоя қилишнинг маҳаллий қурилмалари сақланади;

2) БҲМ га маслаҳатчилик вазифалари юкланади, улар хизмат кўрсатувчи ходимлар учун тавсиялар кўринишида шакллантирилади;

3) объект механизмларини бошқариш одам-оператор шакл-

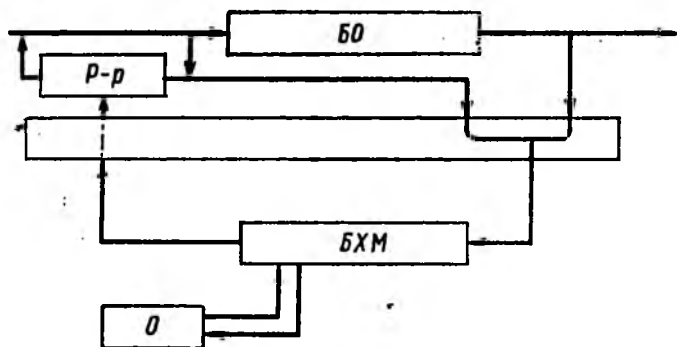


18.3- расм. Бошқариш масалаларини амалга оширишнинг биринчи босқичи.

лантираётган буйруқлар (командалар) бўйича амалга оширилади;

4) тез ишловчи бошқарувчи таъсирларни бажариш (одам йўл қўйиб бўлмайдиган кечикиш киритганда) маҳаллий автоматлаштириш қурилмалари зиммасига юкланади.

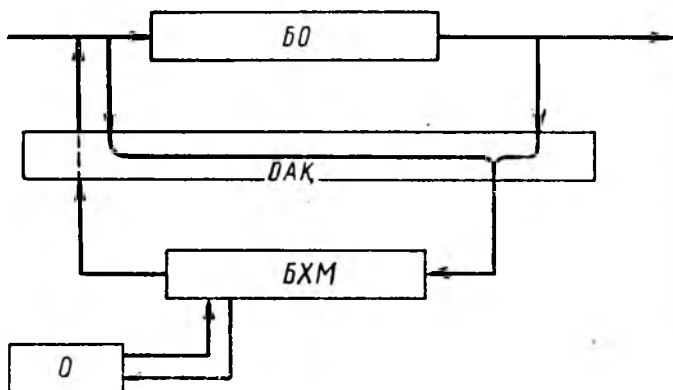
Биринчи босқичнинг яққол ифодаси ТБЖАС блок-схемасидир (183- расм), бунда БО — бошқариш объекти, ОАҚ — объект билан алоқа қурилмаси, БХМ — бошқарувчи ҳисоблаш машинаси, О — одам оператор, Р-р — маҳаллий автоматлаштириш ва ҳимоя қилиш қурилмалари.



18.4- расм. Бошқариш масалаларини амалга оширишнинг иккинчи босқичи.

Иккинчи босқич (18.4- расм):

- 1) автоматлаштириш ва ҳимоя қилишнинг маҳаллий қурилмалари сақланади;
- 2) бошқарувчи ҳисоблаш машинаси БХМ объектни одам



18.5- расм. Бошқариш масалаларини амалга оширишнинг учинчи босқичи.

иштирокисиз бошқаради, бунда у маҳаллий автоматлаштириш қурилмалари датчикларига таъсир кўрсатади;

3) оператор система ишини назорат қилади, у истаган вақтда бошқарувни ўз қўлига олиб, унинг ишига аралашади имконига эга.

Учинчи босқич: (18.5-расм).

Маҳаллий автоматлаштириш ва ҳимоя қилиш қурилмаларининг вазифалари БҲМга берилади, одамнинг вазифаси эса иккинчи босқичдагидек қолаверади.

Энди технологик жараёнларни бошқаришнинг асосий вазифаларини қараб чиқамиз.

XVIII. 2.1. Технологик жараённи берилган режимда ростлаш

Бу масалани ҳал этиш кейинчалик маҳаллий ростловчи қурилмаларда ишлаб чиқиш шарти билан «уставкалар»ни ҳисоблашга келтирилади, улар бу ҳолда бошқариш системасининг ижро этувчи механизмлари бўлади. Ҳисоблаш учун дастлабки маълумотлар турли хил графиклар, жадваллар ва бошқа маълумотлар бўлиб, уларнинг бир қисми машинанинг хотирасига олдиндан киритилади, яна бир қисми эса системага ростлаш жараёнининг кечишида тезкорлик билан келади.

Бу масаланинг ўзига хос хусусиятлари, биринчидан, БҲМга хос бўлган рақамли ростлашнинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олишнинг зарурлигидир; иккинчидан, система таркибига узлуксиз катталикларни дискрет катталикларга схемали ва дастурли алмаштириш зарурлиги ва аксинча (чунки система киришга одатда аналогия сигнали келади ва БҲМда ишлов берилгандан сўнг системанинг чиқишда ҳам сигнал аналогик бўлиши керак) ва учинчидан, ўлчашлар ва алмаштиришларнинг аниқлигига анча жиддий эътибор бериш зарурлиги.

Ростлашнинг вазифаси, асосан, ҳисоблаш вазифаларидир. Ростлаш мақсадлари учун система хотирасида сақланадиган дастур асосан арифметик амалларни ўз ичига олади.

Бу программани ишга тушириш учун талаб, одатда, ростлаш контурининг тескари боғланиш занжирида параметрларнинг ҳақиқий ва талаб қилинаётган қийматларининг номутоносиблиги белгиси сифатида шаклланади. Технологик объектлар учун ростлаш масалаларини ҳал қилиш одатда тез таъсир кўрсатишнинг қатъий талаблари билан боғлиқ. Бу нарса тегишли дастурларни бажариш учун афзаллик даражасини белгилашда ўз аксини топиши керак.

XVIII.2.2. Ижро этувчи механизмларнинг дастур билан бошқарилиши

Одатда бунга ўхшаш масалаларни ҳал қилиш объектни ишга тушириш, тўхтатиш, иш режимини ўзгартириш, технологик жараённинг бирор босқичида объектнинг турли механизмларининг ҳаракат траекториясини ўзгартириш билан боғлиқ.

Бу ишлар асосан мантиқий характерга эга, яъни баъъ шарт-шароитларни, хусусан: объект механизмларининг ҳолати у ёки бу параметрларнинг малум қийматлари, ўлчаш натижалари ва ҳоказоларни таққослаш ёки уларнинг борлигини тегишириш билан боғлиқ.

Бошқариш масалаларини ҳал қилиш учун зарур тез ҳаракатни (таъсирни) аниқлашда ижро этувчи механизмларнинг вақт доимийларини ва ишга тушириш, тўхтатиш ва бошқаларнинг бутун иш тартиби вақтини ҳисобга олиш лозим. Бу туғдаги бошқариш дастурини ишга тушириш БХМдан, оператор томонидан ёки юқори даражадаги буйруқларга кўра амалга оширилади.

XVIII.2.3. Берилган мезон бўйича технологик жараёнларни оптималлаштириш

Оптималлаштириш масаласининг характери технологи жараённинг (ТЖ) ўзига хос хусусияти билан белгиланади. Ҳамма ТЖ лар учун умумий нарса фақат бошқариш мезони бўлиши мумкин.

Агар технологик жараён аввал танланган бирор мезонга мувофиқ бажарилса, у оптимал ҳисобланади. Бунда турли хил чекланишларни ҳисобга олган ҳолда технологик қурилманиннг энг фойдали иш режими топилади. Оптимал бошқариш мезони миқдорий баҳолашга эга бўлиши керак. Энг универсал мезон — энг катта иқтисодий самара (фойда) мезони ҳисобланади. Амалда, жараён суръати билан бирга бундай мезонни баҳолашнинг ҳар доим ҳам имкони бўлавермайди. Шунинг учун оптималлаштиришнинг кўпинча йирик эмас, балки бошқарувчи объектнинг хусусиятини ҳисобга олган ҳолдаги хусусий мезонидан фойдаланилади. Оптималлаштиришнинг хусусий мезонларига мисол тариқасида қурилманиннг минимал бекор туриш қолишини, ишлаб чиқариш чиқиндиларини минималлаштириш хомашёни минимал сарфлаш (берилган иш унумида), сифат кўрсаткичларининг минимал дисперсияси ва ҳоказоларни келтириш мумкин.

Оптималлаштириш масаларини ҳал қилиш дастури, одатда мураккаб бўлиб, катта ҳажмдаги ҳисоблашлар ва мантиқий амаллар бажаришни, яъни кўп миқдордаги машина вақтини талаб қилади. Шунинг учун бу дастурлар ишга онда-сонда ташқи шароитларга мос бўлган тегишли түзатишларнинг технологик жараённи оптимал режалаштириш сифатида амалга оширилади, жараён билан бир хил суръатда эса фақат жорий амалга оширилади.

Оптималлаштириш масаласи учун дастлабки маълумотларни система хотирасига олдиндан киритилади, оператив маълумотлар эса объект датчиклари ва хизмат кўрсатувчи ходимлардан келиб тушади.

XVIII.2.4. Аварияга қарши тадбирларни ташкил этиш

Агар оптималлаш масалалари учун ўртача афзаллик белгиланса, аварияга қарши ҳимоя қилиш масалаларига юқори афзаллик белгиланади ва тегишли дастурларга биринчи талабга кўра ҳеч қандай навбатсиз хизмат кўрсатилади.

Юқори даражада ишончлилиқ ва аварияга қарши тадбирларни тез бажаришни таъминлаш зарурлиги — буларнинг ҳаммаси бошқариш системасига бўлган талабларни янада қаттиқлаштиради.

Аварияга қарши масалаларнинг бутун комплексини учта асосий гуруҳга ажратиш мумкин:

1) агар бирор авария содир бўлса, нима қилиш зарурлигининг дастлабки ҳисоб-китоби масалалари;

2) авария содир бўлганда, турли тадбирларни таъминлаш (аппаратларни ўчириш, иш режимини ўзгартириш ва бошқа) масалалари;

3) авария оқибатларини бартараф қилишни таъминлаш масаласи (истиқболни белгилаш масаласи).

Масалаларнинг (вазифаларнинг) биринчи гуруҳи жорий ша-роитларни ҳисобга олиб, мумкин бўладиган авария ҳолатларини олдиндан билиб берадиган БҲМ га юкланади.

Иккинчи гуруҳ масалаларини ҳал қилиш кўпинча маҳаллий автоматлаштириш қурилмалари зиммасига юкланади.

Авария оқибатларини бартараф қилиш ва нормал режимга ўтиш ё БҲМ га, ёки хизмат кўрсатувчи ходимлар зиммасига юкланади.

XVIII.2.5. Бошқаришнинг юқори даражалари билан оператив алоқа

Оператив алоқа бошқарувчи масалаларни ҳал қилиш учун ҳам, ахборот масалаларини ҳал қилиш учун ҳам керак. У икки йўл билан амалга оширилади: «машина-машина» алоқаси, ёки оператив ходимлар орқали алоқа.

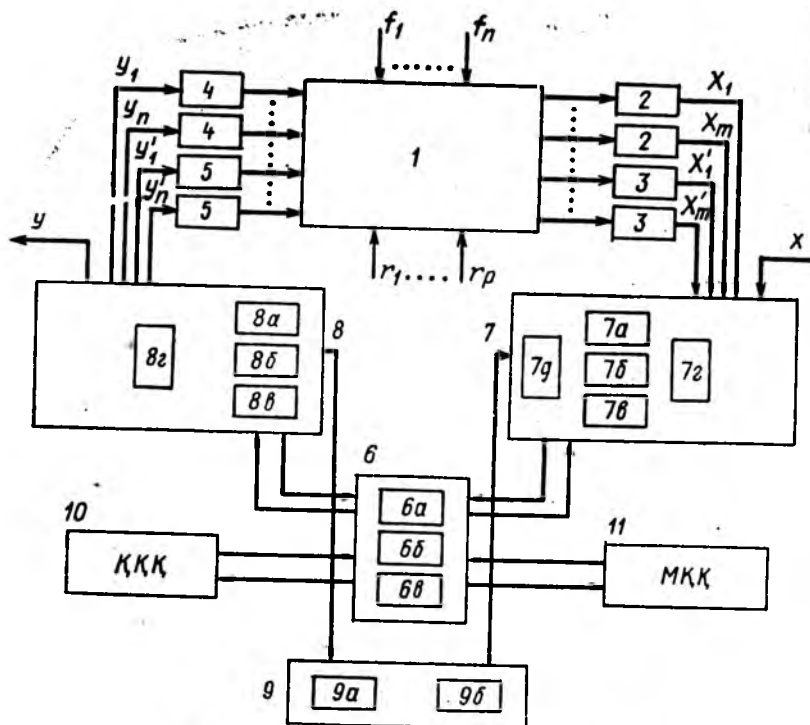
Бу алоқани бажариш дастури талаб қилинаётган ахборотга бўлган талабни қабул қилиш ва таҳлил қилиш, бу ахборотни излаш ёки йиғиш ва зарур ишлов бериш, шунингдек, уни кўрсатилган манзилга (адресга) узатишни таъминлайди.

Жуда такомиллашган АБС да анча чуқур алоқа ташкил этилади. Уни «хотира-хотира» дейилади.

Бу ҳолда ишга у ёки бу дастурни киритишга буюртмани бажаришдан ташқари, системалар ахборотларни бир хотирадан иккинчисига ёзиб, уларни алмашишлари мумкин.

БОШҚАРИШ СИСТЕМАЛАРИНИНГ ТЕХНИК ВОСИТАЛАРИ

Бошқариш системаси таркибига одатда қандай техник воситалар киришини ва улар ўзаро ҳамда бошқарилувчи объект билан қандай боғланганини қараб чиқамиз:



18.6- расм. Асосий техник воситаларнинг таркиби.

Замонавий АБС техник воситалар мажмуаси маъносид ҳам, уларнинг биргаликдаги ишини ташкил этиш маъносид ҳам ягона бир бутуни сифатида ташкил этилиши керак.

Шу билан бирга истаган система структура (тузилиш) жи ҳатидан айрим қисмларга бўлиниши мумкин, бу ягоналик (би бутунлик) принципига зид келмайди, чунки бу ҳамма қисм лар бошқаришнинг ягона мақсадига мувофиқ ишлаши керак.

Асосий техник воситаларнинг таркиби 18.6- расмда кўрс атилган. Бу расмда қуйидагилар белгиланган.

1— технологик бошқариш объекти (ТБО);

2— дискрет ўзгарувчилар датчиги;

3— аналог ўзгарувчилар датчиги;

4— дискрет ижро этувчи механизмлар;

5— аналог ижро этувчи механизмлар;

6— бошқарувчи ҳисоблаш машинаси;

6а— процессор;

6б— БХМ хотираси;

6в— БХМ пулти;

7— ахборот тўплаш қурилмаси (АТҚ);

7а— меъёрловчи ўзгарткичлар;

7б— коммутаторлар;

- 7в— аналог-рақамли ўзгарткичлар (АРУ) блоклари;
 7г— ахборотни бошқаришнинг юқори даражаларидан қабул қилиш аппаратураси;
 7д— АТҚ хотираси;
 8— ахборотни чиқариш қурилмаси (АЧҚ);
 8а— чиқиш кучайтиргичлари блоклари;
 8б— дискрет катталикларни узлуксиз катталикларга алмаштирувчи блоклар (рақамли-аналоги ўзгарткичлар — РАУ);
 8в— ахборотни бошқаришнинг юқори даражаларига узатиш аппаратураси;
 8г— АЧҚ хотираси;
 9— оператор пульти (ОП);
 9а— сигналлаштириш элементлари;
 9б— қўлда бошқариш органлари;
 10— қайд қилиш қурилмаси;
 11— БХМ га маълумотларни киритиш қурилмаси;
 X — бошқаришнинг юқори даражаларидан кирувчи ахборот ва бошқариш сигналлари;
 У — бошқаришнинг юқори даражаларининг чиқиш ахборот ва бошқариш сигналлари.

Ишлаб чиқариш жараёни X ва У ўзгарувчилар билан ифодаланади. Чиқиш ўзгарувчиларига X_1, \dots, X_m ўзгарувчилар киради, уларни иккита қиймат билан аниқлаш мумкин: «ҳа» ёки «йўқ», «уланган» ёки «ўчирилган» ва ҳоказо. Бу дискрет сигналлар ростланмайдиган системанинг бошқарувчи сигналларига боғлиқ сигналларга ва ростланмайдиган сигналларга ажралади. Буларнинг биринчисига, масалан, механизмлар ҳолати датчиклари киради, иккинчисига — хом ашёнинг ҳолатини ифодаловчи датчиклар киради.

Объектнинг чиқиш параметрлари X'_1, \dots, X'_m — объектнинг ҳолатини ифодаловчи узлуксиз катталиклар қиймати. Улар температура, ток, сарф, босим ва бошқаларнинг қийматлари бўлиши мумкин, улар дискрет ўзгарувчилар сингари ростланувчи ва ростланмайдиган бўлади. Кўпинча бу параметрлар бўйича объектга ростловчи таъсирнинг қиймати ва ишораси аниқланади.

Объектнинг кириш ўзгарувчилари $У_1, \dots, У_n$ — бу пировардида объектнинг дискрет механизмлари ҳолати бўлиб, бунга улар машина ёки одамнинг буйруғи таъсирида ўтишади.

$У''_1, \dots, У''_{11}$ ўзгарувчилар мазмунан турли хил ростловчи таъсирлар, оптималловчи топшириқлар ва бошқаларнинг аналог катталикларини ифодалайди. $Ч_1, \dots, Ч_p$ кириш ўзгарувчилари — булар ростланмайдиган ва ўлчанмайдиган катталиклар (масалан, вақт ўтиши билан ўзгарувчи жиҳозларнинг характеристикалари, хом ашё таркиби ва ҳоказо). $Ч_1, \dots, Ч_p$ кириш ўзгарувчилари — бу хизмат қилувчи ходимлар шакллантирадиган бошқарувчи сигналлар.

Қурилманинг ҳолатига боғлиқ турли чекланишлар ёки бирор вақтда ишлаб чиқаришнинг конъюктур эҳтиёжлари билан белгиланувчи бирор «киритишлар» шундай сигнал бўлиши мумкин. $Ч_1, \dots,$

$Ч_2$ киришлардан баъзилари бошқариш системаси киришларини таъсирлайди, яъни система ишдан чиқадиган бўлса, бунда жараённи олтирилмаслиги тасвирланади, балки меъёрий бошқариш имконини йўқотмаслик учун резерв (заҳира) ҳисобланади.

Система учун ҳамма кириш сигналларини қабул қилиш ва дастлабки ишлов бериш воситаси ахборотни тўплаш қурилмаси (АТҚ) дир (7 блок).

Кириш сигналларига дастлабки ишлов бериш қуйидагиларга келтирилади:

1) аналог катталикларни дискрет катталикларга ўтказишни (алмаштиришни) зарур аниқликда бажариш, чунки БҲМ фақат дискрет (рақамли) катталиклар билан иш қўради;

2) системанинг киришига қандай ахборот киришига боғлиқ ҳолда узилиш сигналларини шакллантириш (яъни УТҚ да объектда юз бераётган ўзгаришлар таҳлил қилинади, шунингдек, хизмат кўрсатувчи ходимлардан келаётган БҲМ нинг у ёки бу ишга онд талаблари ҳам таҳлил қилинади);

3) кирувчи ахборотни хотирлаш (бу системанинг қисқа муддатли киришларини қайд қилиб қўйиш учун зарур, чунки бу ахборот машинага дарҳол тушмай, балки белгиланган узилиш иерархиясига мувофиқ навбат етганда тушади);

4) ахборотни бошқаришнинг юқори даражаларидан қабул қилиш. Бунда характеристикалари ўзларига хос стабил бўлмагандан жуда узун каналлар бўлиши мумкин. Шунинг учун кўпинча бу ерда телемеханик қурилмалардан фойдаланилади.

Бошқарувчи таъсирларни ва назорат сигналларини шакллантириш воситаси бўлиб ахборотни чиқариш қурилмаси (АЧҚ) хизмат қилади (8- блок).

Унда қуйидагилар амалга оширилади:

1) системанинг чиқиш сигналларини хотирада сақлаб қолиш, бу БҲМ чиқиш ахборотини чиқариб бергандан сўнг бу ҳолда ўз командаларини кутмасдан бошқа ишларни бажаришга ўтиши мумкин бўлиши учун зарур;

2) рақамли параметрларни узлуксизга айлантириб, уларни ёки «қурилмалар» сифатида объект механизмларига, ёки аналог туридаги кўрсатувчи асбобларга узатиш учун алмаштириш;

3) маълумотларни тегишли алоқа каналлари бўйича телемеханик узатиш;

4) объектнинг реал ижро этувчи механизмларини ва сигналлаш ҳамда қайд қилиш органларини бошқариш учун зарур куч.

ХИҲ. БОБ. ТЖАБС ДА АХБОРОТГА ИШЛОВ БЕРИШ

ХИҲ.1-§. ЎЛЧАНАЁТГАН КАТТАЛИКЛАРНИНГ ДАСТЛАБКИ ЎЗГАРИТКИЧЛАРИ (ДАТЧИҚЛАРИ)НИ СУРАШ ЧАСТОТАСINI АНИҚЛАШ

Ҳисоблаш машинасига ахборот фақат дискрет шаклда киритилиши мумкин бўлиб, бунда ҳар бир онда машинага ўлчанаётган ҳар битта параметр бўйича фақат битта қиймат

киритиш мумкин. Машина ўнлаб ва ҳатто юзлаб датчиклар билан боғлангани учун аниқ бир икки қўшни датчикни улаш орасида пастдан машинанинг ишлаб кетиш тезлиги билан чегараланган маълум вақт ўтади. Бироқ кўпинча бундай ула-ниш такрорийлиги жуда кўплик қилади. Жараённинг инерци-онлиги ўлчамларни анча кичикроқ такрорийлик билан уни то-пиш аниқлигини йўқотмаган ҳолда амалга оширишга имкон беради. Шундай қилиб, датчикларни сўраш такрорийлиги, бир томондан, ҳисоблаш техникасининг техник имкониятлари билан чекланган бўлса, иккинчи томондан, ҳар бир технологик ўзгарувчи ўлчанадиган аниқлик билан чекланади.

Назорат системаси ўнлаб ва юзлаб датчиклардан ўлчов ахборотини тўплайди ва ишлов беради. Ўлчанаётган ҳар бир ўзгарувчига умумий ҳолда истаган пайтда уни аниқлаш аниқ-лигига, бинобарин, уни сўраш даврига ҳам турли талаблар қўйилади. Шу сабабли датчикларни процессорга навбати би-лан ўлчовчи коммутаторларнинг ишлаш даврини баҳолашда ўлчанаётган катталикларнинг бутун мажмуаси характери-стикалари ҳисобга олиниши керак. Даврий равишда сўраб тури-ладиган датчикларни бир нечта гуруҳга бўлиш мақсадга муво-фиқ бўлиб, уларнинг ҳар бирига мумкин бўладиган сўраш даврлари диапазонлари бир-бирига яқин бўлганлари киради. Бундан датчикларнинг бир гуруҳи учун сўраш даврининг битта қийматини танлаш мумкин бўлиб, бу датчиклардан ахборот тўплашни ташкил этишни анча соддалаштиради.

Коммутаторларнинг изланаётган иш даврини баҳолаш ҳар бир муҳим ўлчанувчи катталик учун босқичли экстраполя-цияда ҳисоб-китоб қилишни талаб қилади. Дискретлашнинг оптимал қадамини йўл қўйиш мумкин бўлган маълум ўртача квадратик хато бўйича аниқлашга имкон берувчи бир қатор усуллар мавжуд. Улардан баъзиларини қараб чиқамиз.

ХИХ.1- §. УЗЛУКСИЗ СИГНАЛНИНГ КОРРЕЛЯЦИОН ФУНКЦИЯСИ БЎЙИЧА ДАТЧИКЛАРДАН СЎРАШ ДАВРИНИ АНИҚЛАШ

1. Йўл қўйилган ўртача квадратик хато берилган.
2. Назорат қилинаётган ўзгарувчининг корреляцион функ-циясини кейинчалик баён қилинадиган услуб бўйича аниқ-лаймиз ва унинг графигини ясаймиз.
3. Босқичли аппроксимациянинг учта усули дискретизация хатосини баҳолаш формуласини усуллар учун қуйидаги шакл-га келтирамиз:

а) биринчи усул учун

$$K_{\kappa}(h) = K_{\kappa}(0) - \frac{\sigma_{\kappa}^2}{2}$$

б) иккинчи усул учун

$$K_{\kappa}(h) = K_{\kappa}(0) - 2 \cdot \delta_{\kappa}^2$$

в) учинчи усул учун

$$K_x\left(\frac{h}{2}\right) = K_x(0) = \frac{\sigma_{\kappa\psi}^2}{2}$$

бунда $K_x(h)$ — дискретизация қадами h га тенг вақт ораллигидаги автотокорреляцион функция; $K_x(0)$ — 0 нуқтадаги автотокорреляцион функция.

4. $K_x(0)$ ва $\delta_{\kappa\psi}^2$ ни билган ҳолда келтирилган формулаларда $K_x(h)$ ёки $K_x\left(\frac{h}{2}\right)$ ни топамиз.

5. Корреляция функцияси графигининг ордината ўқида $K_x(h)$ ёки $K_x\left(\frac{h}{2}\right)$ қийматини қўямиз. Бу қийматларга мос нуқта орқали корреляция функцияси эгри чизиги билан кесишгунча горизонтал чизиги ўтказамиз. Кесишиш нуқтасидан абсциссалар ўқиға перпендикуляр туширамыз. Ординаталар ўқи ва перпендикуляр билан чегараланган абсцисса ўқидаги кесма биринчи ва иккинчи усуллар дискретлаш қадами ҳисобланади ва учинчи усул учун дискретлаш қадамининг ярми ҳисобланади.

XIX.1.2. Тасодифий жараёни амалга ошириш бўйича корреляцион функцияни аниқлаш

1. Маълумки T давомийликдаги $x(t)$ тасодифий жараёнининг амалга оширилишини оламиз.

2. Дискретлик қадами h ни шунчалик кичик қилиб оламизки, бунда корреляцион функцияни ҳисоблаш хатоси йўл қўядиган даражада бўлсин.

3. $x(t_i)$ ҳисоблашларнинг $N = \frac{T}{h}$ формуласини ҳосил қиламиз ва уларни 19.1-жадвалга ёзамиз.

4. Ушбу

$$K_x(m, h) = \frac{1}{N - m + 1} \sum \{X(N_i) - M(x)\} \{X(t_{i+m}) - M(x)\}$$

формула бўйича корреляцион кетма-кетликни ҳисоблаймиз, у панжарали функция кўринишига эга. Ораллиқ ҳисоблашларни 19.1-жадвалнинг тегишли устунларига киритамиз. Жадвалнинг пастки сатрига $M(x)$ нинг, $D(x)$ дисперсиянинг ҳисоб қийматларини ёки корреляцион функциянинг $\tau=0$ даги қийматларини ҳамда дискрет нуқталардаги корреляцион кетма-кетликнинг вақтинча силжиш $\tau=(1, 2, \dots, m)h$ га мос келадиган қийматларини киритамиз.

5. Силжишнинг максимал вақти одатда шундай танланадики, бунда корреляцион функциянинг қиймати $K_x(t_{\max}) = 0,005 K_x(0)$ бўлсин. Бу вақт корреляцион функциянинг пасайиш вақти дейилади.

6. Топилган ҳисоб нуқталари бўйича апроксимацияловчи функцияни танлаймиз, у етарлича аниқлик билан корреляция функциясини акс эттирсин.

T_p	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	
1	1	-1	55	-33	33	-33	11	-55	11	-11	1	-1	
2	1	-9	25	3	-27	57	-31	225	-61	79	-9	11	
3	1	-7	1	21	-33	21	11	-251	119	-227	35	-55	
4	1	-5	-17	25	-13	-29	25	-33	-65	308	-75	-165	
5	1	-3	-29	19	12	-44	4	204	-74	-102	90	-330	
6	1	-1	-85	7	28	-20	-20	140	70	-210	-42	462	
7	1	-1	-35	-7	28	20	-20	-140	70	210	-42	-462	
8	1	3	-29	-19	12	44	4	-204	-74	102	90	330	
9	1	5	-17	-25	-13	29	25	83	-65	-303	-75	-165	
10	1	7	1	-21	-33	-21	11	251	119	227	35	55	
11	1	9	25	-3	-27	-57	-31	225	-61	-79	-9	-11	
12	1	11	55	33	33	33	11	55	11	11	1	1	
1,2		12012			8008		4488		655208		33592		
		572			5148		15912		369512		408408		705432

Кўпинча корреляцион функцияни аппроксимациялаш учун куйидаги ифодалардан фойдаланилади:

$$1. K_x(\tau) = K_x(0) e^{-\alpha|\tau|}$$

Бу функция энг содда, бироқ у тасодифий жараённинг дифференциалланувчанлик хоссаларини ҳисобга олмайди ва бундан ташқари, корреляцион функциянинг бошланғич қисмини ёмон акс эттиради.

$$2. K_x(\tau) = K_x(0) \left(\frac{4}{3} e^{-\alpha|\tau|} - \frac{1}{3} e^{-4\alpha|\tau|} \right)$$

Мазкур функция умумий технологик жараёнларнинг корреляцион функцияларини яхши аппроксимациялайди.

$$3. K_x(\tau) = K_x(0) e^{-\alpha^2 \tau^2}$$

Келтирилган функция дифференциалланувчи тасодифий жараёнларга мос келади ва тасодифий жараённинг корреляцион функцияси бошланғич қисмини яхши акс эттиради.

$$4. K_x(\tau) = K_x(0) e^{-\alpha|\tau|} (1 + \alpha|\tau|)$$

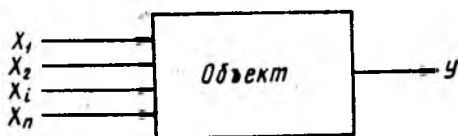
$$5. K_x(\tau) = K_x(0) e^{-\alpha|\tau|} \left(\cos \beta|\tau| + \frac{\alpha}{\beta} \sin \beta|\tau| \right)$$

$$6. K_x(\tau) = K_x(0) e^{-\alpha^2 \tau^2} \cos \beta|\tau|$$

Тўртинчи, бешинчи ва олтинчи функциялар тасодифий дифференциалланувчи жараёнларга мос келади, уларнинг таркибида гармоник ташкил этувчилар мавжуд.

ХІХ.1.3. Корреляцион функция номаълум бўлганда датчик сўраш такрорийлигини (частотасини) тақрибий баҳолаш

$x(t)$ катталикни аниқлашнинг ўртача квадратик хатоси $\delta \Delta$, берилган бўлсин, у датчик хатосининг тасодифий ташкил этувчисид ва босқичли экстракция хатосидан ташкил топган. Бундай шарҳ қўшни ўлчамлар орасидаги вақт оралиғини топиш талаб қилини бу вақт оралиғида катталикни аниқлаш хатоси берилган қиймат ортмаслиги керак.



19.1- расм. Тақриқ қилаётган объектнинг схемаси.

Ўлчамлар орасидаги рур оралиқни дастлаб кўриб соблаш учун шундай тақриб ўтказиш керакки, бу вақтда у қўшни ўлчамлар орасидаги ихтиёрий вақт оралиғи катталигини 30 — карра ўлчашдан иборатди. Тажрибадан олинган на

жаларни 19.2- жадвалга ёзамиз ва улар устида кўрсатилган амалларни бажарамиз.

19.2- жадвалда қуйидаги белгилашлар киритилган:

$$\Delta_i' i - 6) = X_i^* - X_i^* - K,$$

$$X_i^* = X^*(t_i); X_{i-k} = X^*(t_i - \tau),$$

бунда i, k — жадвалнинг мос сатри ва устуни номери. 19.2- жадвал бўйича катталикнинг hb га каррали вақт оралиқлари ичида квадратик четлашишларнинг тақрибий баҳоларини топамиз. Икки қўш ўлчаш орасидаги зарур интервални (оралиқни) аниқлаш учун $\sigma^* = f(hb)$ графикка олинган нуқталарни равоон эгри чизиқ билан таштириб чизиш мақсадга мувофиқдир.

19.2- жадвал

Тажриба рақами	Режалаштирилган		Чиқиш y
	X_1	X_2	
1	0,4	-0,5	100,3
2	-1,1	1,1	84,9
3	0,9	0,1	98,5
4	-0,2	-1,6	99,3
5	0,2	1,7	83,1
6	-0,8	-1,4	87,4
7	1,8	-0,1	95,9
8	1,8	1,0	65,5
9	-0,5	0,2	74,8
10	1,6	0,2	88,0
11	-0,9	-1,2	76,2
12	0,2	0,6	75,4

σ_0^* нинг 0- нуқтасидаги σ^* қийма ини

$$\sigma_0^* = 1,41 \sigma^* \Delta X_{\phi}$$

формула бўйича ҳисоблаймиз.

Шундай қилиб, барча эгри чизикларда σ_0^* нуқта ўлчов асбобининг, одатда, тажриба билан баҳоланувчи ўртача квадратик хатолиги билан аниқланади.

Ўлчанаётган жараёни ўлчаш пайти билан бу ўлчаш натижасини операторга чиқариб бериш пайти орасида олинган натижага ишлов бериш ва таҳлил қилишга маълум бир $t_{\text{нш}}$ вақт оралиғи сарфланишини алоҳида таъкидлаб ўтиш лозим. $t_{\text{нш}}$ нинг анча давомийлиги хроматограф ва спектрометр каби автоматик асбобларда, шунингдек, кимёвий лаборатория анализаторидаги сингари қўлда бажариладиган турли хил ўлчашларда кузатилади. Бундай ҳолларда ўлчанган сигналга ишлов бериш вақти учун ўлчашни қўшимча экстрополяциялаш талаб қилинади. Шунинг учун катталикни баҳолашнинг тегишли берилган хатолигига мос келувчи сўрашнинг ҳақиқий даври қуйидаги йўл билан аниқланади:

$$t_{x, \text{сўр}} = t_0 - t_{\text{нш}}$$

ХИХ.2-§. БИРЛАМЧИ АХБОРОТНИ ТЕКИСЛАШ МЕТОДЛАРИ

Технологик жараёнларни назорат қилиш ва бошқариш масалаларини ҳал қилувчи бошқарувчи ҳисоблаш машинасига (БХМ) келаётган ўзгарувчиларнинг оний кириш қийматларига бирламчи ишлов берилади. Бу иш ўзгарувчини ўлчашда, шунингдек, бирламчи ўзгарткични ва машинани боғловчи каналда юз берадиган тасодикий ҳалақитлардан тозалашга имкон беради. Мана масалан, агрегатларда газ сарфини ўлчашда ўлчанаётган фойдали сигналга газ пуфлаш қурилмалари ишлаб чиқарадиган газ оқимининг пульсациялари, ўлчаш қурилмаси киришидаги импульс найчалардаги босимнинг ўзгариши ҳисобига бўладиган ҳалақитлар, шунингдек, пневматик сигнални электр сигналга, кейин эса аналог сигнални дискрет сигналга ва ҳоказо алмаштириш ҳисобига юз берадиган ҳалақитлар, қўшилади. Турли хил фильтрлар фойдали сигнални тиклашнинг турли хил хатолигини беради. Корхона ишини назорат қилишда кўпинча бирламчи ўзгарткичларнинг (датчикларнинг) юзлаб ва минглаб сигналлари филтрлашга тўғри келади, шунинг учун фойдаланиладиган филтрларнинг турини асослаб танлаш зарурати туғилади. Филтрлаш аниқлиги ва мураккаблиги орасидаги келишув зарурлигини ҳисобга олиб, ишланиши биров содда, бироқ нооптимал бўлган филтрларнинг амалда юз берадиган шароитларда оптимал филтрларга биров ютқизишини таҳлил қилиш керак. Бу ҳол аниқ назорат системалари учун филтрлаш алгоритмлари қаторидан унинг ишлаш аниқлигини ва ҳисоблаш қурилмасини ундан бир неча марта фойдаланилганда ҳам юкланишни ҳисобга олган ҳолда энг яхшисини танлаб олишга имкон беради.

Кириш сигналларини текислашга ва филтрлашга имкон берувчи бир қатор алгоритмларни қараб чиқамиз.

ХІХ.2.1. Ўзгарувчи ўртача қиймат методи

Бу метод амалиётда кенг қўлланилади ва ўлчанаётган сигнални юқори частотали ҳалақитлардан ўзгарувчи ўртача қийматни ҳисоблаш йўли билан филтрлашга имкон беради. Узлуксиз вариантда

$$X_c(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t Z_i(S) dS.$$

бу ерда $X_c(t)$ — ўзгарувчи ўртача қийматнинг катталиги, T — ўртачалаш интервали (оралиғи), $Z(S)$ — текисланувчи кириш ўзгарувчи сининг ўзгаришини тавсифловчи функция; S — жорий вақт, $t - T$ — интеграллаш чегаралари.

Дискрет вариантда (у одатда ҳисоблаш техникасидан фойдаланилади):

$$X_o(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} Z(t - it_0).$$

бу ерда n — ҳисоблашларда иштирок этувчи нуқталар сони; t_0 — датчикларни сўраш даври.

Ҳисоблашнинг келтирилган методининг камчиликларига йиғиндининг оралиқ қийматларини сақлаш учун БҲМ нинг оператив хотираси ҳажмининг жуда катталигини киритиш мумкин. $n_{\text{опт}}$ нинг қиймати АБС ни сонли усуллар билан ишлаб чиқиш босқичида ҳисоб олинади. Оптималантириш филтрлаш хатолиги минимуми мезони кўра амалга оширилади. У ҳалақитларнинг параметрларига ва датчикларни сўраш мезонига ҳамда датчикларни сўраш даврига боғлиқ.

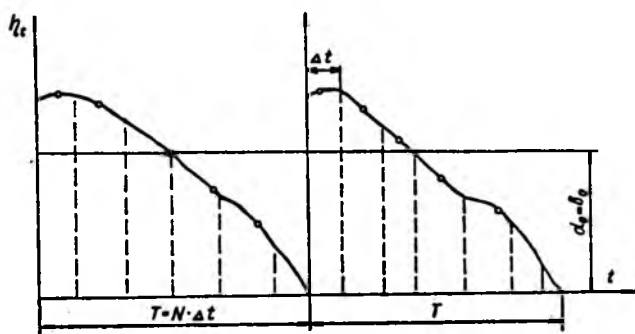
ХІХ.2.2. Экспоненциал текислаш методи

Экспоненциал текислашнинг етарлича оддий ва самарали методидан филтр сифатида фойдаланиш муҳим амалий аҳамиятга эга бўлди. Узлуксиз вариантда экспоненциал филтр узатиш функцияси

$$W_{\text{эм}}(P) = \frac{\gamma}{\gamma + P}$$

бўлган амалга оширилувчи элементлар бир сигимли бўғинда иборатдир, бунда γ — экспоненциал текислаш коэффициент бўлиб, γ филтрнинг ўртача квадратик хатолигини минималлаш шартидан танлаб олинади.

Амалга ошириладиган экспоненциал филтр $\gamma > 0$ га эга бўлиши керак. Дискрет вариантда экспоненциал филтр рекуррент муносабатни ифодалаб, $u X_c(t)$ чиқиш катталигининг t пайтидаги изланиётган қийматини $Z(t)$ киришнинг жорий қийматининг ва аввалги сў



19.2- расм. Катализаторнинг яшаш вақти билан аниқланувчи дрейф давридаги чиқиш ўзгариши.

бу пайтидаги $X_c(t - t_0)$ қийматининг функцияси сифатида аниқлайди:

$$X_c^*(t) = \gamma Z(t) + (1 - \gamma) X_c(t - t_0)$$

бу муносабатда $X_c(t)$ қийматини беришнинг талаб қилинган вақтига юзлик бўлмаган ҳолда фойдаланиш оралиқ қийматларни оператив отирада сақлаш учун бор-йўғи битта сўз ажратишга имкон беради.

Шундай қилиб, экспоненциал текисланиш амалга оширувчи алгоритмнинг филтрлашнинг бошқа турларига нисбатан афзаллиги БХМ да алгоритмни амалга ошириш учун зарур бўлган энг кичик ҳажмдаги махсус хотирадан иборатдир. Алгоритмнинг яқинлашувчи бўлиши учун $0 < \gamma < 2$ бўлиши керак. $\gamma < 1$ бўлганда филтрда гўёки интегралловчи хоссалар кўп бўлса, $\gamma > 1$ бўлганда дифференциалловчи хоссалар кўп бўлади.

Инерцион датчикнинг сигналини филтрлашни қараб чиқанда датчикнинг вақт доимийси ортиши билан γ нинг қиймати дан катталашшига ишонч ҳосил қилиш мумкин.

19.3- жадвал

№ т/р	Дрейф вектори P			Режалаштирилган			
	X_1	X_2	X_3	X_1, X_2	X_1, X_3	X_2, X_3	X_1, X_2, X_3
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1
3	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
4	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1
5	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
6	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
7	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
8	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1

Суровнинг берилган t_0 даврида γ_{ont} параметрнинг қийми
фильтранинг γ бўйича ишлаш хатолигини минималлаш би-
белгиланади.

XX БОБ. ДАВРИЙ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ

XX.1-§. ДАВРИЙ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ МУАММОСИ

Маълумки, кимё ва озиқ-овқат саноатида даврий ус-
билан амалга оширилувчи жараёнларнинг улуши анча кат-
Бунинг сабаби шундаки, бу саноатлар, одатда, кўп номенк-
туралидир. Айни бир технологик жиҳоз турли хил маҳсул-
ларни чиқаришга имкон беради.

Даврий технологик жараёнларни автоматлаштириш нуқт-
назаридан уларни узлуксиз турдаги жараёнлардан фарқ қи-
дирувчи бир қатор ўзига хос хусусиятларга эга. Давр-
жараёнларни автоматик оптимал бошқариш ишлаб чиқариш
бир ҳолатдан бошқасига ўтказиш, қурилмани бошқариш
улаш билан боғлиқ, яъни автоматик бошқариш системасини
ишлаши дискрет характерга эга. Шунинг учун бошқарув
қурилмаларни синтез қилиш методлари дискрет математи-
буль алгебраси, чекли автоматлар назарияси ва ҳоказолар
асосланган. Хусусий ҳосилалардаги ёки ўзгарувчан коэффи-
ентли дифференциал тенгламалар аппарати амалиётни қа-
атлантирувчи аниқлик билан аниқ масалаларни ечишга имк-
бергани учун математик моделлаш ва даврий турдаги жараё-
ларни оптималлаштириш билан боғлиқ муаммоларни ҳ-
қилиш методологик маънода принципаал қийинчилик туғди-
майди, бироқ муҳандислик амалиётида дискрет математи-
ғояларининг ва методларининг қўлланилиши баъзи бир қий-
чиликлар билан боғлиқ. Бу қийинчиликларнинг сабаби шунд-
ки, автоматик бошқарувчи қурилмаларни озиқ-овқат техно-
гиясининг даврий жараёнларига татбиқан анализ ва синт-
қилиш принциплари шў вақтгача таърифлаб берилмаган. Б-
бу камчиликни тўлдиришга ва буль алгебраси, чекли автом-
лар назарияси асосларини ва уларнинг автоматик бошқарув
қурилмалар синтезига татбиқ этилишини баён қилишга ҳарак-
қилдик.

Буль алгебрасининг асосий қондалари. Автоматик бош-
рувчи қурилмаларнинг жуда кўпчилиги дискрет элементла
(масалан, триггер, реле, диод ва ҳоказолар) икки барқар
ҳолатнинг биридагина бўлиши мумкин. Шў каби элементли-
нинг кенг тарқалиши уларни техник жиҳатдан амалга ош-
ришнинг нисбатан энгиллиги билан изоҳланади. Бундан
турдаги қурилмалар ҳақидаги ахборотни ифодалашнинг э-
қулай шакли иккили саноқ системаси эканлиги ҳақида
хулоса келиб чиқади. Буль алгебраси шундай объектлар бил-
иш кўрадики, улар ҳақидаги ахборот шунга ўхшаш шакл

одаланиши мумкин. У қисман ҳақиқий сонлар алгебрасига шаш, лекин баъзи муҳим фарқлари ҳам бор. Буль алгебраси назарияси комбинацион схемаларни таҳлил ва синтез қилиш усулларини оддий ва жиддий асослаб беради. Бундан ташқари, буль алгебраси аппарати чекли автоматлар назарияси моделларида ва структуравий-ўналтирилган моделларда кенг қўлланилади, улар қаторига ЛСА тили ва унинг кичик синфлари асосида қурилган моделлар киради.

Буль алгебраси хусусий ҳолда $B = [0,1]$ чекли тўпلامдаги элементларни қабул қиладиган элементлар тўпلامидан иборат бўлиб, (уларни кичик ҳарфлар билан белгилаймиз), улар учун эквивалентлик муносабати ва учта амал аниқланган: бирлаштириш (дизъюнкция) (\vee) , кўпайтириш (конъюнкция) (\cdot) , инкор қилиш $(\bar{})$. Элементлар ва улар устидаги амаллар қўидаги аксиомаларни қаноатлантиради. $A \rightarrow C$ шартли белги A нинг ҳақиқийлиги тасдиқидан C тасдиқнинг ҳақиқийлиги келиб чиқишини англатади.

1. Эквивалентлик муносабати учун:

$$\begin{aligned} (a = b) &\rightarrow (b = a) \\ (a = b) \cdot (b = c) &\rightarrow (a = c) \end{aligned} \quad (20.1)$$

2. Бирлаштириш, кўпайтириш ва инкор қилиш учун:

$$\left. \begin{aligned} a \vee a &= a \\ a \cdot a &= a \end{aligned} \right\} \text{идемпотентлик} \quad (20.2)$$

$$\left. \begin{aligned} a \vee b &= b \vee a \\ a \cdot b &= b \cdot a \end{aligned} \right\} \text{коммутативлик} \quad (20.3)$$

$$\left. \begin{aligned} a \vee (b \vee c) &= (a \vee b) \vee c \\ a \cdot (b \cdot c) &= (a \cdot b) \cdot c \end{aligned} \right\} \text{ассоциативлик} \quad (20.4)$$

$$\left. \begin{aligned} b \cdot (b \vee c) &= (a \cdot b) \vee (a \cdot c) \\ a (b \cdot c) &= (a \vee b) \cdot (a \vee c) \end{aligned} \right\} \text{дистрибутивлик} \quad (20.5)$$

$$\left. \begin{aligned} a \vee \bar{a} &= 1 \\ a \cdot \bar{a} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{инкор қилиш қонуни} \quad (20.6)$$

$$\left. \begin{aligned} \overline{(a \cdot b)} &= \bar{a} \vee \bar{b} \\ \overline{(a \vee b)} &= \bar{a} \cdot \bar{b} \end{aligned} \right\} \text{икки ёқламалик қонуни} \quad (20.7)$$

(де Морган қондаси)

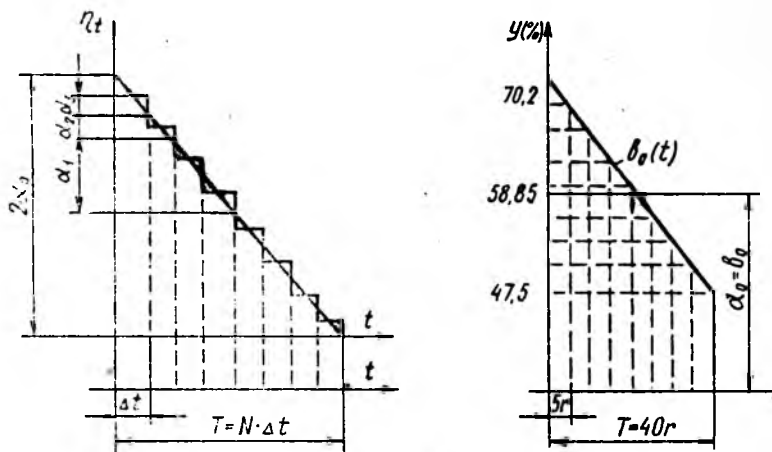
$$(a) = a \quad \text{икки марта инкор қонуни} \quad (20.8)$$

$$\left. \begin{aligned} 1 \vee a &= 1 \\ 0 \cdot a &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ноль элементлар} \quad (20.9)$$

$$\left. \begin{aligned} 0 \vee a &= a \\ 1 \cdot a &= a \end{aligned} \right\} \text{бирлик элементлар} \quad (20.10)$$

Буль алгебраси учун ўрнига қўиш принципи ўринли бўлиб, унинг моҳияти шундаки, агар $a = b$ бўлса, у ҳолда a ўрнига ҳамма ерда b қўямиз.

Баъзи аксиомалар одатдаги арифметик аксиомалар билан бир хил бўлади. Масалан, одатдаги арифметикада қўиш ва кўпайтириш амаллари учун коммутативлик, ассоциативлик



10.3- расм. Чизикли дрейф аппроксимацияси вариантлари.

ва қисман дистрибутивлик аксиомалари ўринлидир. Агар бирлаштириш (V) ни қўшиш ($+$) тарзида, кўпайтириш (\cdot) ни эса арифметик кўпайтириш (X) тарзида қабул қилинса, ҳолда одатдаги арифметикада ноль ва бирлик элементлар аксиомалари бажарилади (бундан $1Va=1$ мустасно). Аммо бир қатор аксиомалар фақат буль алгебрасига хосдир. Улар қаторига идемпотентлик, инкор қилиш, икки ёқламалик аксиомалари киради. Улар буль алгебрасига шундай хоссалар берадики, уларнинг қўлланилиши дискрет автоматик бошқариш системаларини таҳлил ва синтез қилиш учун самарали бўлади.

Буль функциялари ва уларнинг кононик шакллари. Буль функциясига таъриф берамиз. n - ўзгарувчиларнинг буль функцияси x_1, x_2, \dots, x_n аргументларнинг чекли миқдори билан аниқланиб, бунда аргументлар қийматларини чекли B тўпламдан қабул қилади. Бу аргументлар ўзаро ва маълум миқдордаги буль амаллари билан бошланган бўлиб, функциянинг ўзи (аргументлар каби) $B = \{0, 1\}$ тўпламдан қийматлар қабул қилади. n - ўзгарувчиларнинг буль функциясини $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ кўринишда ёзамиз.

Бирлаштириш, кўпайтириш ва инкор қилиш амалларининг маъносини очамиз. Бунинг учун битта ва иккита аргумент учун мумкин бўлган функцияларни аниқлаш лозим. Иккили буль функциясининг умумий сонини аниқлаш формуласи аргументларнинг сонига боғлиқ ҳолда қуйидаги кўринишда бўлади:

$$N = 2^{2^n}, \quad (20.1)$$

бу ерда N — буль функциялари сони,
 n — аргументлар сони.

Бу формуладан битта аргумент учун 4 та буль функцияси мавжудлиги келиб чиқади (20.1-жадвал).

x	f_1	f_2	f_3	f_4
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

f_1 — функция — ноль константа дейилади, f_4 — бирлик константа, f_2 — такрорлаш, f_3 — инкор қилиш ёки инверсия дейилади.

Буль функциялари сони (20.11) формула бўйича икки аргумент учун 16 га тенг. Бу функцияларнинг ҳаммасини жадвал кўринишида ифодалаймиз, унинг чап қисмида аргумент қийматларини танлашнинг имкони бўлган ҳамма тўпламлари кўрсатилган, ўнг томонида эса аргументларнинг мазкур тўпламларига мос келувчи буль функциялари қийматлари кўрсатилган:

x_1	x_2	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	f_{16}
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0

Бу функцияларнинг белгиланиши ва номларини қуйидагича изоҳлаш мумкин:

Функциянинг белгиланиши

Функциянинг номи

$f_1 = x_1 \cdot x_2$
 $f_2 = x_1 \vee x_2$
 $f_3 = x_1 \rightarrow x_2$
 $f_4 = x_1 \leftarrow x_2$
 $f_5 = x_1 \sim x_2$
 $f_6 = x_1 x_2$
 $f_7 = x_1 / x_2$
 $f_8 = x_1 \setminus x_2$
 $f_9 = x_1 \overrightarrow{x_2}$
 $f_{10} = x_1 \overleftarrow{x_2}$
 $f_{11} = \underline{x_1}$
 $f_{12} = \underline{x_1}$
 $f_{13} = \underline{x_2}$
 $f_{14} = \underline{x_2}$
 $f_{15} = 1$
 $f_{16} = 0$

Қўпайтириш, конъюнкция, ВА функцияси, Σ
 Қўшиш, дизъюнкция, ЁҚИ функцияси, Σ
 x_1 нинг x_2 га импликацияси
 x_2 нинг x_1 га импликацияси
 Эквивалентлик, мос келиш
 Тенг қийматли эмаслик, 2 модул бўйича қўшиш,
mod 2.
 Шеффер функцияси, Шеффер штрихи, ЙЎҚ —
 — ВА функциялари.
 Вебба функцияси, Пирс стрелкаси, ЙЎҚ — ЁҚИ
 функциялари
 x_1 ни ман қилиш функцияси
 x_2 ни ман қилиш функцияси
 x_1 нинг такрорланиши
 x_1 нинг инверсияси
 x_2 нинг такрорланиши
 x_2 нинг инверсияси
 Бирлик константа
 Ноль константа

$n = 3$ учун бул функциялари сони 256 га тенг бўлиши равшан. Ўзбеки аргумент учун олинган функцияларни таҳлил қилиш шартли кўрсатадики, баъзи функциялар бошқалари орқали аниқланиши мумкин экан. Масалан, Вебба функцияси $f_8 = x_2 \vee \overline{x_2} = \overline{x_1} : x_2$, x_1 ва x_2 га импликацияси $f_9 = x_1 \rightarrow x_2 = x_1 \vee \overline{x_2}$ кўринишда ёзилиши мумкин. Демак, бул функцияларнинг бигга ёки иккита аргументли иборат минимал тўплами мавжуд бўлиб, унинг ёрдамида исбатланган (аммо чекли) сондаги аргументларнинг ҳамма ихтиёрли бул функцияларини ифодалаш мумкин. Функцияларнинг бул тўплами функционал тўлиқ функциялар дейилади. Тўпламнинг функционал тўлиқлиги бул функцияларнинг махсус хоссаларини ўрганиш йўли билан аниқланади. Функционал тўлиқ тўпламлар қаторига қуйидагилар киради: 1) конъюнкция, дизъюнкция, инкор қилиш; 2) Шеффер функцияси; 3) Вебб функцияси; 4) x , ман қилиш функцияси, бирлик константа, импликация ва ҳоказо. Функционал тўлиқ тўпламлар базис (асос) деб ҳам аталади. Амалда қуйидагилар энг кўп тарқалган: *ВА — ЁКИ — ЙУҚ* базиси; Шеффер функцияси Вебб функцияси. Назарий тадқиқотларнинг энг катта соҳаси *ВА — ЁКИ — ЙУҚ* базисидан (асосидан) бажарилган, шунинг учун биз бундан кейин бул функцияларини шу асосдан қарашликми.

Бул функцияларнинг каноник шакллари аниқлаймиш. Бунинг учун Шеннон ёйилмаси тенгламасини исботсиз келтиришимиз.

Теорема. Истаган $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ бул функцияси қуйидагидек кўринишда ифодаланиши мумкин:

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(1, x_2, x_3, \dots, x_n) \cdot x_1 \vee f(0, x_2, x_3, \dots, x_n) \cdot \overline{x_1}. \quad (20.1)$$

Агар Шеннон теоремаси дизъюнкция билан ажратилган чап тўғри қисмлар учун алоҳида x_2 ўзгарувчи учун, кейин эса x_3 учун шундай давом этиб x_n гача қўлланилса, у ҳолда қуйидаги ифода ҳосил қиламиз:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = f(1, 1, 1, \dots, 1) \cdot (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n) \vee f(0, 1, 1, \dots, 1) \cdot (\overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n) \vee \dots \vee f(0, 0, 0, \dots, 0) \cdot (\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \dots \cdot \overline{x_n}) \quad (20.1)$$

Бул функциясининг бундай ифодаланиши дизъюнктив мукамил нормал шакли (ДМНШ) дейилади. (20.13) ифодани таҳлил қилиш истаган бул функцияси ДМНШ каноник кўринишига ёйилиши мумкинлигини кўрсатади. У маълум нуқтадаги функция қийматини қанча аргументлар конъюнкциясига ёки уларнинг инкорларига кўп таъсидан иборат ҳадлар бирлашмаси (дизъюнкцияси) бўлиб, шу билан бирга нуқта координатлари билан аргументлар конъюнкцияси ўртас

да қатъий бир қийматли мослик мавжуд бўлади. Масалан, 4 аргументли буль функцияси учун $(0, 0, 1, 1)$ координатага $(\overline{x_1}, \overline{x_2}, \overline{x_3}, x_4)$ конъюнкция мос келади, $(1, 0, 1, 0)$ координатага эса $(x_1, \overline{x_2}, x_3, x_4)$ конъюнкция мос келади ва ҳоказо. Ҳамма аргументлар ёки улар инкорларининг конъюнкциялари элементар конъюнкциялар дейилади.

(20.13) ифодадан берилган функция нолга айланадиган аргументлар тўпламига (координаталарга) ДМНШ нинг ноль ташкил этувчилари мос келиши келиб чиқади. Бундан ДМНШ нинг муҳим хоссаси келиб чиқади, у қуйидагидан иборат: буль функциясининг ДМНШ га ейилиши элементар конъюнкциялар бирлашмаси бўлиб, уларнинг мос координаталарида мазкур функция бирга тенг.

ДМНШ нинг бошқа зарур хоссаси ҳамма элементар конъюнкцияларда ҳамма аргументларнинг мавжудлигидир. Масалан, учта ўзгартувчи функция учун

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \overline{V x_1 \cdot x_2 \cdot x_3}$$

ифода ДМНШ бўлади,

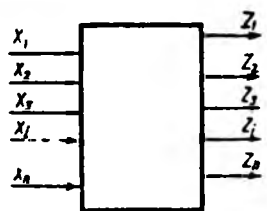
$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \cdot x_2 \cdot V \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3}$$

ёйилма ДМНШ бўлмайди. Агар функция конъюнкциялар дизъюнкцияси кўринишида ифодаланса (улар ҳар бир аргументни ўз ичига албатта олмаган бўлса), у ҳолда бундай ифода дизъюнктив нормал шакл (ДНШ) деб аталади.

Юқорида буль алгебраси учун ёки ёқламалик аксиомаси тўғри экани таъкидланган эди. Унинг қўлланилиши конъюнктив муқаммал нормал шакл (КМНШ)ни ҳосил қилишга имкон беради. Оралиқ шакл алмаштиришларни ташлаб кетиб, қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = [f(0, 0, 0, \dots, 0) \vee (x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \dots \vee x_n)] \cdot [f(1, 0, 0, \dots, 0) \vee (\overline{x_1} \vee x_2 \vee x_3 \vee \dots \vee x_n)] \cdot \dots \cdot [f(1, 1, 1, \dots, 1) \cdot \overline{V x_1} \vee \overline{V x_2} \vee x_3 \vee \dots \vee \overline{V x_n}]. \quad (20.14)$$

Агар ноль ва бирлик элементлар ҳақидаги (5, 9, 5, 10) аксиомалар ҳисобга олинса, у ҳолда КМНШ нинг қуйидаги хоссасини аниқлаш мумкин. Олдиндан нуқта координаталари ва ҳамма аргументлар дизъюнкциялари ҳамда уларнинг инкорлари ўртасида мослик ўрнатамиз, уни КМНШ билан аналогия бўйича элементар деб атаймиз. Бу мослик оддийгина ўрнатилади, бу мисолдан кўриниб турибди. Учта аргумент $(0, 1, 0)$ функция координатасига $(x_1, \overline{x_2}, x_3)$ элементар дизъюнкция мос келади, $(1, 0, 1)$ координатага (x_1, x_2, x_3) элементар дизъюнкция мос келади ва ҳоказо. Кейин ноль элемент ҳақидаги (5.9) аксиомага мувофиқ $1 \vee d$ ифодадан (бу ерда d — элементар дизъюнкция) дастлабки буль функцияси 1 га тенг бўлган координаталарга мос келувчи (20.14) тенгламанинг квадрат



20.1- расм. Комбинацион бошқариш схемаси.

қавс ичидаги ҳадлари ҳам бирга тенг. Шу билан бир вақтда бирлик элемент ҳақидаги (20.10) аксиомага кўра $1 \cdot f_i^0 = f_i^0$ ифодада (бунда f_i^0 — квадрат илдизлар ичидаги ҳадлар) бўл функцияси 0 га тенг. Бинобарин, (20.14) тенгламанинг ўнг томонида шундай элементар дизъюнкциялар борки, уларнинг тегишли координатларида дастлабки бўл функцияси 0 га тенг.

XX.2- §. КОМБИНАЦИОН БОШҚАРИШ СХЕМАЛАРИНИ СИНТЕЗ ҚИЛИШ

Комбинацион (бир тактли, хотирасиз аппарат) **мантиқий** схема деб, $(n - K)$ - кутбликка (20.1- расм) айтилади, ундаги K - чиқишлардаги сигналлар ўша пайтнинг ўзида n -киришлардаги сигналларнинг қийматлари билан бир қийматли аниқланади. Комбинацион схеманинг киришига иккиламчи кирувчи сигналларнинг маълум тўплами узатишганда схеманинг чиқишида унга катъий мос келувчи чиқиш сигналлари тўпламига эга бўламиз, яъни схемада чиқиш қийматлари кириш қийматларининг пайдо бўлишидан аввалги даврга боғлиқ эмас.

Комбинацион схемага янада қатъийроқ таъриф берамиз. Агар схеманинг ҳар бир чиқишини бўл функциясининг $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ кириш ўзгарувчилари сифатида ифодалаш мумкин бўлса, бундай схема комбинацион дейилади, бошқача айтганда комбинацион схема ушбу бўл тенгламалари системаси билан ифодаланади:

$$\begin{aligned} z_1 &= z_1(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \\ z_2 &= z_2(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \\ &\dots \\ z_n &= z_n(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \end{aligned} \quad (20.15)$$

Мантиқий бошқариш комбинацион схемаларини синтез қилиш муаммоси структура даражасида қараб чиқилган, яъни ҳосил қилинган схемаларнинг физик амалга оширилиши билан боғлиқ масалаларга эътибор берилмайди.

Комбинацион бошқариш схемаси таърифидан схемани синтез қилишнинг асосий вазифаси бўл функциялари (20.15) системасини ҳосил қилиш ва кейин мантиқий элементлар асосида структура даражасида уни амалга ошириш келиб чиқади.

Бошқариш схемаси бўл тавсифининг таърифи. Комбинацион бошқариш схемаси бўл функциялари системаси томонидан бир қийматли ва адекват равишда тавсифланади ҳамда бу системани синтез қилишнинг асосий вазифаларидан бири системанинг ўзига таъриф беришдир.

Қуйида ДИНШ ва ДНШ нинг ҳақиқийлик жадвалларини қўллашга асосланган метод тавсифланади. Схемани синтез

қилиш учун дастлабки материал сифатида, одатда, ишлаб чиқарувчи бошқариш системасининг ишлашини сўз билан ифодалаб беради. Ҳақиқийлик жадвалини ясаш шу тавсифга таянади.

Ҳақиқийлик жадвали чап ва ўнг қисмлардан иборат. Чап қисмда маълум кириш катталикларига мос келувчи n устун жойлашган, ўнг томонда эса чиқишларга мос келувчи K устун жойлашган:

Кириш					Чиқиш				
X_1	X_2	X_3	...	X_n	Z_1	Z_2	Z_3	...	Z_n

Кейин чап қисмда кириш қийматларининг мумкин бўлган ҳамма комбинациялари ёзиб чиқилади. Кириш сони n билан комбинациялар сони M ўртасидаги боғланиш

$$M = 2^n \quad (20.16)$$

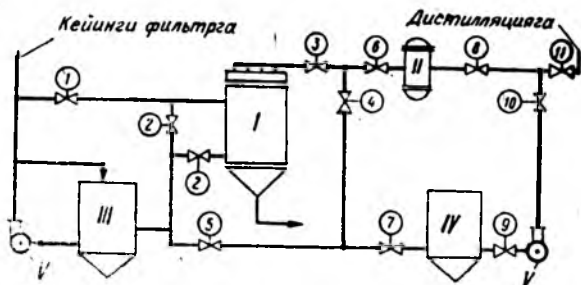
формула билан аниқланади.

Мумкин бўлган ҳамма комбинацияларни қийинчиликсиз ва хатосиз ёзиб олиш учун қуйидаги қоидадан фойдаланилади. Биринчи устинга $M/2$ та ноль, кейин $M/2$ та 1 ёзилади; иккинчи устунга $M/4$ ноль, кейин $M/4$ та 1, $M/4$ та ноль ва ҳоказо то устун тўлгунча шундай ёзиб борилади; учинчи устунга — $M/8$ та ноль, $M/8$ та 1 ва ҳоказо устун тўлгунча шундай ёзади. Охириги устунда ноллар ва бирлар алмашиб навбатма-навбат келади. Мисол тариқасида $n=3$ ҳол учун мумкин бўлган ҳамма комбинацияларни келтираемиз:

Кириш			Чиқиш	Кириш			Чиқиш
X_1	X_2	X_3	Z	X_1	X_2	X_3	Z
0	0	0		1	0	0	
0	0	1		1	0	1	
0	1	0		1	1	0	
0	1	1		1	1	1	

Ҳақиқийлик жадвалининг ўнг қисми бошқариш системаси функцияларининг сўз билан ифодаланган тавсифига кўра тўлдирилади.

Мисол тариқасида патронли филтёрда пахта мисцелласини филтёрлашининг даврий жараёнини автоматик мантиқий бошқариш жараёнининг аниқ системаси учун ҳақиқийлик жадвалини тузишни қараб чиқамиз. 20.2-расмда филтёрлаш жараёнининг технологик схемаси кўрсатилган. Мисцелла экстрактордан ўзи оқиб тушиб, лойқа мисцелла тўпловчи III га келади ундан V насос воситасида коллекторга тушади, у ерда филтёрларга тақсимланади. Кейин лойқа мисцелла патронли филтёр I орқали ўтиб, шламдан тозаланади ва тоза мисцелла



20.2-расм. Филтрлаш жараёнининг технологик схемаси:

I — патронли филтр; II — ресивер; III — тозаланмаган мисцелла идиши; IV — тоза мисцелла идиши; V — насослар.

тўплагичи IV га тушади, ундан эса V насос воситасида дистиллаш учун сўриб олинади. Чўкма ҳосил қилина бошлаган сари шундай пайт келадики, филтрлаш тўсигини регенерацялашга тўғри келади. Бунинг учун II ресиверга тоза мисцелла 4 атм. гача босим билан ҳайдалади. Шу босимга етганда ва регенераця қилиш зарурати пайдо бўлиши билан келаётган оқимлар тўхтатилади, тўкиш йўллари очилади ва ресивер филтрнинг тоза мисцелла тўплагичи IV га уланади ва филтрлаш билан туташади. Тоза мисцелла босим остида тескари йўналишда филтрлаш патронидан ўтади ва чўкинди тушириб (чиқариб) юборади. Регенераця тугагандан сўнг лойқа мисцеллани узатувчи босим линияси яна уланади, дастлабки пайтда филтрдан чиқиш йўли эса лойқа мисцелла тўплагичи III билан туташтирилади. Маълум вақт ўтгандан сўнг филтрнинг чиқиши тоза мисцелла тўплагичи IV га уланади ва филтрлаш амалга оширилади. Шундай қилиб, патронли филтрда мисцеллани филтрлашнинг даврий жараёни қуйидаги асосий босқичлардан иборат: филтрлаш, регенераця, ресиверга ҳайдаш, рециркуляция ва бошланғич босқич. Тавсифдан II та клапан ўрнатиш зарурлиги келиб чиқади.

Ҳақиқийлик жадвали бошқариш системасининг формалаштирилган тавсифи бўлгани учун комбинацион схемани синтез қилишда мазкур системани амалга оширувчи элементларнинг физик моҳиятига фикрни бўлмаслик зарур. Келтирилган тавсифдан патронли филтрда филтрлашнинг даврий жараёни ҳолатларини бир хиллаштириш учун қуйидаги ахборотга эга бўлиш керак: X_1 регенерацянинг тамомлангани ҳақида; X_2 мисцелланинг тозаланиши ҳақида; филтрлашнинг тугалланиши X_3 ҳақида, X_4 ресиверда мисцелланинг босими ҳақида. Ахборот элтувчи сигналлар дискрет характерга эга: $X_1=1$ регенераця тугалланганлигини билдиради. $X_1=0$ — йўқ; $X_2=1$ — мисцелла тоза эканидан далолат беради: $X_2=0$ — йўқ, $X_3=1$ — филтрлашни тугатиш лозимлигини англатади; $X_3=0$ — йўқ; $X_4=1$ — босим ≥ 4 атм эканини англатади; $X_4=0$ — босим < 4 атм.

Ҳақиқийлик жадвалининг чап қисмини тўлдирамиз. Киришлар сони 4 га тенг бўлгани учун сатрлар сони 16 га тенг. Чап томонда кириш сигналларининг ҳамма комбинацияларини юқорида баён қилинган қоида бўйича ифодалаймиз.

Ўнг томонда, тавсиядан келиб чиққанидек, 20.2--расмда номерланганига мувофиқ маълум клапанларга —11 та чиқишга ва ўнг иккинчи чиқиш-авариявий сигналлашга эга бўламиз.

Ҳақиқийлик жадвалининг ўнг қисмини тўлдириш система ишлашининг сўз билан ифодаланган тавсифига мувофиқ қуйидаги тарзда амалга оширилади. Кириш сигналлари комбинацияси таҳлил қилнади ва шу таҳлил асосида даврий жараённинг босқичи бир хиллаштирилади. Босқич бир хиллаштирилгандан сўнг қайси клапанни очиш кераклиги, қайсинисини ёпиш кераклиги аниқланади (бунда клапаннинг очиқлиги ҳақидаги чиқиш сигнали 1 га, ёпиқлиги ҳақидаги чиқиш сигнали 0 га тенг).

Кириш ҳолатларини таҳлил қилишда ҳақиқийлик жадвалининг чап томонида умуман мавжуд бўла олмайдиган комбинация бўлиб қолиши мумкин. Бу ҳолат ё ахборотни нотўғри узатилганидан ёки система элементларининг носозлигидан далолат беради (мазкур ҳолда система дастлабки ҳолатига қайтиши керак, бунда филтър узилиши ва сигнализация уланиши керак). Шундай ҳолатлар ҳам бўлиши мумкинки, бунда у ёки бу ижрочи орган қандай ҳолатда бўлиши кераклигининг аҳамияти бўлмайди. Ижрочи органларнинг бундай ҳолатини d орқали белгилаймиз. Айтиб ўтилган ҳамма амалларни бажариб, ёғ-мой ишлаб чиқаришдаги филтърлаш жараёни ҳолатининг ўхшашлигини акс эттирувчи жадвални ҳосил қиламиз:

X_1	X_2	X_3	X_4	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	z_{11}	z_{ac}
1	0	0	0	0	d	d	d	0	0	d	0	1	1	1	1
2	0	0	0	1	0	d	d	0	0	d	0	1	1	1	1
3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	d	1	1	1	1	0
4	0	0	1	1	0	1	1	0	d	1	d	0	1	1	0
5	0	1	0	0	0	d	d	0	0	0	d	0	1	1	1
6	0	1	0	1	0	d	d	0	0	d	0	1	1	1	1
7	0	1	1	0	0	1	0	0	d	0	d	0	1	1	0
8	0	1	1	1	0	1	1	0	d	1	d	1	1	1	0
9	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
10	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
11	1	0	1	0	0	d	d	d	0	0	d	0	1	1	1
12	1	0	1	1	0	d	d	d	0	0	d	0	1	1	1
13	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
14	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
15	1	1	1	0	0	d	d	d	0	0	d	0	1	1	1
16	1	1	1	1	0	d	d	d	0	0	d	0	1	1	1

Комбинацион схемани синтез қилишнинг кейинги босқичи таҳлил қилинаётган схемани адекват тавсифловчи булъ функциялари системасини аниқлаш ҳисобланади.

Нуқтанинг координатаси билан аргументларнинг конъюнкцияси орасидаги мосликка янада қатъий таъриф берамиз.

Таъриф. Қиймати фақат берилган кирувчи буль ўзгарувчилари тўпламида (ҳақиқийлик жадвалининг чап қисми битта сатрига мос келувчи) бирга тенг бўлган буль функцияси характеристик функция ёки элементар (асосий) конъюнкция ёки бирнинг конституентаси дейилади.

Юқорида таърифланган буль функцияси ДМНШнинг элементар конъюнкцияси эканини кўриш қийин эмас.

Иккиланганлик принциpidан келиб чиқиб, мутлақо ўхшаш ҳолда элементар дизъюнкция (нолнинг конституентаси) таърифланади.

Таъриф. Қиймати фақат берилган кириш буль ўзгарувчилари тўламида нолга тенг бўлган буль функция элементар дизъюнкция (ёки нолнинг конституентаси) дейилади.

Схеманинг аниқ чиқишига (ҳақиқийлик жадвалининг ўнг қисми устунига) мос келувчи ҳамма элементар дизъюнкциялар конъюнкцияси изланаётган буль функцияси ДМНШ ни ташкил этади.

Шундай қилиб, буль функциялари системасини ҳосил қилиш учун ҳақиқийлик жадвалининг ўнг қисмининг ҳар бир устуни учун (ҳар бири комбинацион схеманинг чиқишига мос келади) юқорида келтирилган таърифларга асосланиб дастлаб ДМНШ ни ташкил этиш зарур. У ёки бу шаклни танлаш мазкур устундаги 1 ёки 0 нинг кўп-озлигига боғлиқ. Агар 1 кам бўлса, ДМНШ, агар 0 кўп бўлса, ДМШ ташкил этилади.

Мисолимизда z_1 чиқиш учун буль функциясини аниқлаймиз. Тегишли устунда 0 лар кўп экан, бинобарин, изланаётган буль функциясини ДМНШ кўринишида ҳосил қиламиз.

z_1 чиқиш кагталиги 9, 10, 13, 14 сатрларда бирлик қиймат қабул қилади. Элементар конъюнкцияларни (конституента 1 ларни) ҳосил қиламиз. 9-сатр учун $(x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4)$, 10 — сатр учун $(x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4)$, 13-сатр учун $(x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4)$, 14-сатр учун $(x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4)$. Бундан изланаётган буль функцияси ДМНШда қуйидаги кўринишни олади:

$$z_1 = x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \quad (20.17)$$
(20.2 — 20.10) аксиомалардан фойдаланиб, (20.17) ифодани соддалаш тириш мумкин:

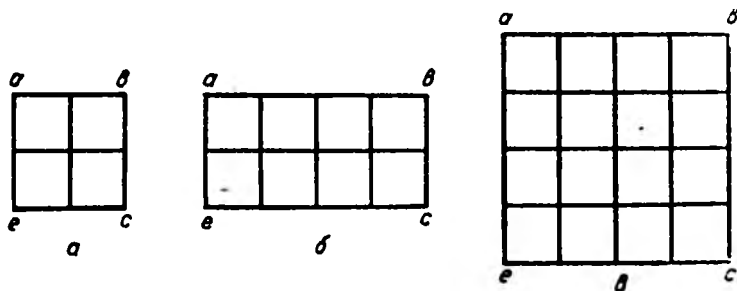
$$z_1 = x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 (x_4 \vee \bar{x}_4) \vee x_3 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 (x_4 \vee \bar{x}_4)$$

Инкор қонунига кўра қавслар ичидаги ифодалар 1 га тенг.

$$z_1 = x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3 (x_2 \vee x_2) = \bar{x}_1 x_3 \quad (20.18)$$

Шундай қилиб, аксиомалардан фойдаланиб, биз дастлабки буль функциясининг жиддий соддалашишга эришдик, бу (20.17) ва (20.18) ифодаларни таққослашда намоён бўлади.

Карно хариталари. Карно харитаси квадратларга бўлинган



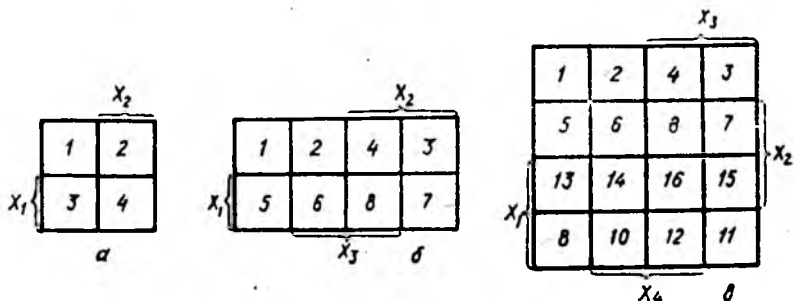
20.3-расм. $n = 2, 3, 4$ учун Карно хариталари.

тўғри тўртбурчакдан иборат бўлиб, уларнинг сони кириш ўзгарувчиларининг иккили қийматларидан мумкин бўлган ҳамма комбинациялар сонига тенг, яъни 2^n га тенг, бунда n — кирувчи ўзгарувчилар сони, 20.3-расмда $n=2, 3, 4$ учун Карно хариталари кўрсатилган.

Хаританинг ҳар бир квадрати кириш сигналлари комбинациясига шу тарзда мос келадики, бунда умумий томонга эга квадратларнинг истаган жуфти учун бу комбинациялар фақат битта ўзгарувчининг қиймати билан фарқ қилади. ab ва ec ; ae ва bc томонлар жуфти умумий ҳисобланади.

Кириш сигналлари қийматлари комбинациясининг бундай тақсимланиши қўйидаги тарзда таъминланади. 20.4-расмда $n=2, 3, 4$ учун тақсимлаш кўрсатилган.

Тақсимлаш ғояси шундан иборатки, x_i аргументли катта кавс ичига олинган квадратлар берилган аргумент 1 га тенг бўлган кириш қийматлари комбинацияларига мос келади ва, аксинча, катта қавс ичига олинмаган квадратлар аргументи $x_i = 0$ бўлган комбинацияга мос келади. Ҳақиқийлик жадвалининг чап қисмини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, ихтиёрый аргумент $x_i = 1$ бўлган кириш комбинациялари сони мумкин бўлган ҳамма комбинацияларнинг ярмига, яъни 2^{n-1}



20.4-расм. Карно харитасига кириш сигналлари қийматлари комбинациясининг квадрат бўйича тақсимланиши:

$$a - n = 2; \quad b - n = 3; \quad e - n = 4.$$

га тенг. Демак, тегишли аргументларнинг катта қавслари Қар харитасидаги ҳамма квадратларнинг ярмини ўз ичига олади. Масалан, x_1 аргументнинг катта қавси $n = 2$ учун 3, 4 квадратларни ичига олади; $n = 3$ учун 5, 6, 7, 8 квадратларни; $n = 4$ учун — 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 квадратларни ўз ичига олади.

Мазкур тақсимоатдан келиб чиқиб, у ёки бу квадрат қайси қир комбинациясига мос келишини осонгина аниқлаш мумкин. Масала 14 квадратга ($n = 4$) 1101 комбинация мос келади, унга эса $x_1 \cdot x_3 \cdot x_4$ конституента (элементар конъюнкция) мос келади.

Тегишли комбинацияни аниқлаш жараёнини муфассалроқ таҳлил қиламиз. x_i аргументнинг катта қавс билан ўралган квадратла тўпланини мазкур аргументнинг майдони деб атаймиз. 14 квадрат x_1 аргументнинг майдонида жойлашган, бинобарин, $x_1 = 1$, x_2 аргументнинг майдонида $x_2 = 1$; x_3 аргумент майдони ташқариси — $x_3 = 0$, x_4 аргументнинг майдонида $x_4 = 1$.

Квадратларнинг номерланишини диққат билан қараб чиққанда квадрат номерининг ҳақиқийлик жадвали сатрининг номерига бевосита мос келишини аниқлаш мумкин.

Карно харитасининг ҳар бир квадратига ҳақиқийлик жадвалига ва квадратларнинг кириш комбинациялари бўйича қабул қилинган тақсимоатга мос равишда ноллар ва бирлар қўйиб чиқилади. Агар комбинацион схеманинг бирор чиқишига бирор сатрдаги фарқсиз ҳолат мос келса, у ҳолда квадратга d белгиси қўйилади.

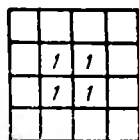
Карно харитаси ёрдамида буль функцияларини минималлаштириш. Бир қатор таърифлар киритамиз. Агар икки квадрат битта умумий томонга эга бўлса, улар қўшни квадрат ҳисобланади. Масалан, 20.4-расм, σ да 6-квадратнинг қўшнилари — 8, 14, 2, 5; 4-квадратники — 2, 3, 8, 12. 12-квадрат 4-квадратга қўшни ҳисобланади (ва аксинча), чунки уларнинг томонлари умумий (20.4-расмга қаранг). 7-квадрат ҳам ўша сабабга кўра 5-квадратга қўшни бўлади (ва аксинча).

Ичига 1 ёзилган квадратлар P -квадратлар деб аталади.

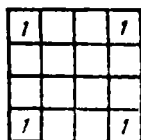
Иккита қўшни P -квадрат бир ўлчовли P -куб қисмини ташкил этади. Бир ўлчовли P -куб қисмига дастлабқидан битта ҳади кам бўлган конъюнкция мос келади. Бир ўлчовли P -куб қисмининг ташкил этилиши ютилиш амалига мос келади:

$$x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_n \vee x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_n = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_{n-1}$$

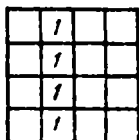
20.4-расм, σ да 2 ва 6, 6 ва 8, 8 ва 4-ва ҳоказо квадратла жуфт-жуфти билан бир ўлчовли P -қисмини ташкил этади. Бир ўлчовли P -куб қисмига мос келувчи конъюнкцияда куб қисмининг бир қисми майдонида бўлган, қолган қисми эса майдони ташқарисида бўлган аргумент иштирок этмайди. Конъюнкцияда сақланган қолган аргументларнинг майдонларида бир ўлчовли P -куб қисми ёки тўлиқ қиради ёки умуман қирмайди. Бунда, агар P -куб қисми X_i аргументнинг майдонига тўлиқ кирса, у ҳолда тегишли конъюнк



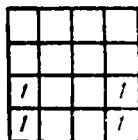
а



б



в



г

20.5-расм. $n=2, 3, 4, 5$ учун икки ўлчовли P -қисм куб.

Ияда бу аргумент X_i қийматга, агар тўлиқ кирмаса \bar{x}_i қийматга га бўлади.

20.5-расмда кўрсатилганидек, тўртта қўшни P -квадрат икки ўлчовли P -куб қисмини ташкил этади. Бу ерда айрим P -куб қисмлари кўрсатилган. Қолган мумкин бўладиган P -куб қисмлари шунга ўхшаш график шаклга эга. Икки ўлчовли P -куб қисми ташкил бўлишининг асосий шарти шундай: ҳар бир P -квадрат P -куб қисмидан камида иккита P -квадратга қўшни бўлиши керак. Масалан, 2, 6, 8, 7-квадратларнинг ҳаммаси қўшни бўлишига қарамай икки ўлчовли P -куб қисмини ташкил этмайди, чунки 2-квадрат фақат битта 6-квадрат билан қўшнидир.

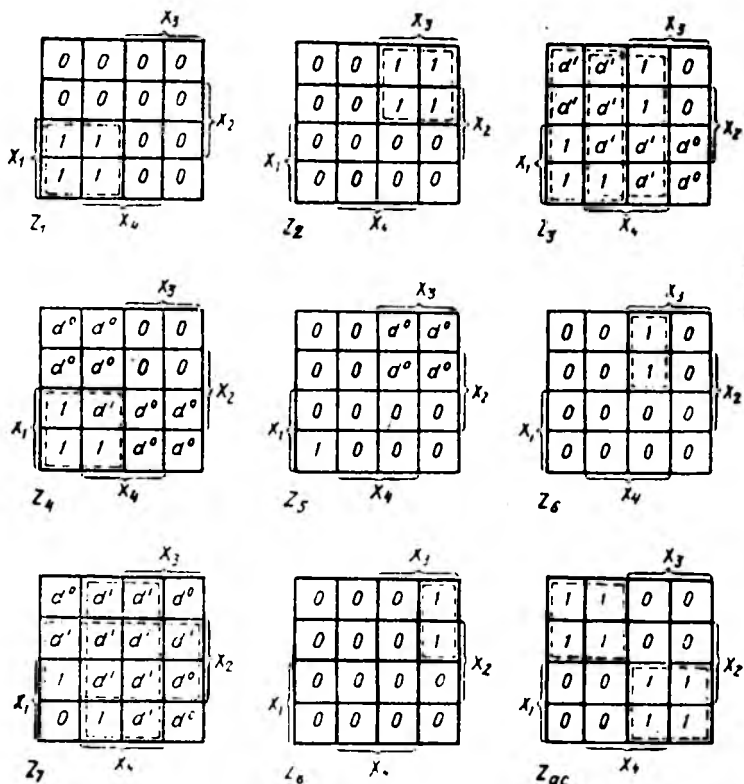
Икки ўлчовли P -куб қисмига мос конъюнкцияда майдонига мазкур куб қисми фақат ярмигача кирадиган иккита аргумент йўқ. Худди бир ўлчовли P -куб қисми учун бўлгани каби конъюнкцияда аргументларнинг қиймати икки ўлчовли P -куб қисми аргумент майдонига тўлиқ киришига ёки тўлиқ кирмаслигига боғлиқ.

Саккизта қўшни P -квадрат уч ўлчовли P -куб қисмини ташкил этади, бунда ҳар P -квадрат куб қисмининг камида учта P -квадрати билан чегарадош (қўшни) бўлиши керак. Тегишли конъюнкциянинг ташкил бўлиши қондаси битта ва иккита P -куб қисмлари учун қондаларига ўхшаш бўлиб, бунда конъюнкцияда энди учта аргумент бўлмайди.

Равшанки, n -ўлчовли куб қисмини ҳосил қилиш учун энди $2n$ -квадрат қисмлари бўлиши зарур, бунда уларнинг ҳар бири камида P -квадрат қисми билан чегарадош (қўшни) бўлиши керак. Тегишли конъюнкцияда n та аргумент бўлмайди.

Куб қисмлари ва уларга тегишли конъюнкцияларнинг ҳосил бўлиш қондаларидан минимал ДНШ ларни олиш методикаси келиб чиқади. P -квадратлар тўплами дастлабки буль функциясини ифодалайди. Агар P -квадратларга мос келувчи ҳамма конъюнкцияларни дизъюнкция билан бирлаштирсак, у ҳолда буль функцияси ДМНШ ҳосил бўлади. Агар биринчи ифодадаги ҳадларнинг умумий сони иккинчи ифодадагидан кам бўлса, у ҳолда буль функциясининг бир ифодаси иккинчисидан минималроқ бўлади. Буль функцияси ДМНШ ҳадлари сони максимал бўлиши равшан.

Бироқ P -квадратлар тўплами билан берилган буль функциясини Карно харитасини P -куб қисмлари билан тўлдириб,



20.6- расм. Пахта мисцелласини патронли филтёрла экстракция-лашдан кейин филтёрлашнинг даврий жараёнини бошқаришнинг комбинацион схемаси учун Карно хариталари.

янада минимал шаклда ифодалаш мумкин, бунда куб қиснинг ўлчови қанчалик юқори бўлса ва куб қисмлари сони ичакам бўлса, буль функциясининг пировард ифодаси шу минимал бўлади.

Карно харитасини куб қисмлари билан тўлдириш қуйид қондалар бўйича амалга оширилади. Ҳар бир P -квадкамда битта P -куб қисмида фойдаланилиши керак. Ҳеч P -куб қисмида 0 га эга бўлган битта ҳам квадрат фойдаланилмаслиги керак. Истаган P -квадратдан P -куб қисм ҳосил қилиш учун истаган марта фойдаланилиши мумкин.

Карно хариталари яхши аниқланмаган буль функциясини жуда самарали минималлаштиришга имкон берилади. Бунда Карно харитаси квадратлари 1 гача шундай таъриф аниқланадики, бунда иложи борича катта ўлчовдаги P -қисмлари ҳосил бўлиши керак.

Қараб чиқилаётган мисолда Карно хариталарининг қўланилишини кўрсатамиз. 20.6-расмда пахта мисцелласини 1

онли филътрда екстракциялашдан кейин филътрлашнинг даврий жараёнини бошқаришнинг комбинацион схемаси учун Карно хариталари кўрсатилган. Харитада Z_1 чиқиш учун итта икки ўлчовли P -куб қисми бор бўлиб, у x_1 аргументнинг майдонига тўлиқ киради, x_3 нинг майдонига тўлиқ киради, x_2 ва x_4 аргументлар майдонига қисман киради. Демак, Z_1 функциянинг минимал кўриниши

$$z_1 = x_1 \cdot \overline{x_3}.$$

Z_2 функция ҳам шунга ўхшаш аниқланади:

$$z_2 = \overline{x_1} \cdot x_3.$$

Z_3 чиқиш функцияси баъзи кириш комбинацияларида тўлиқ аниқланмаган. Тегишли квадратларда d ҳарфи ёзилган (Z_3 мазкур тўпламларда истаган қийматни: 1 ёки 0 ни қабул қилиши мумкин). Охиригача аниқлашни шундай тарзда тугаллаш зарурки, бунда катта ўлчамли куб қисмлари олинсин. Шундай аниқлашни тугаллаш варианты 20.6-расмда кўрсатилган. Бошқа барча вариантлар ўша (ёки каттароқ) ўлчамдаги буль функциясини беради:

$$z_3 = \overline{x_3} \vee x_4$$

Шу тарзда қолган (бошқа) чиқиш функцияларини аниқлаб, буль функцияларининг яқуний системасини ҳосил қиламиз, у эса бошқаришнинг комбинацион схемасини адекват равишда тавсифлайди. Шунга таъкидлаб ўтиш керакки, Z_9, Z_{10}, Z_{11} чиқишлари кириш комбинациялари маълумотларига боғлиқ бўлмайди (доим очик). Бундан ташқари, чиқиш $Z_4 = Z_1$. Узил-кесил буль функциялари системаси бундай кўринишни олади:

$$\begin{cases} z_1 = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}; \\ z_2 = \overline{x_1} \cdot x_3; \\ z_3 = \overline{x_3} \vee x_4; \\ z_4 = z_1; \\ z_5 = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot x_4; \\ z_6 = \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_4; \\ z_7 = \overline{x_2} \vee x_4; \\ z_8 = \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_4; \\ z_{ac} = \overline{x_1} \cdot x_3 \vee x_1 \cdot x_3 \end{cases} \quad (20.19)$$

Агар $Z_1 = x_1 \cdot x_3$ ва $Z_2 = \overline{x_1} \cdot x_3$ ўрин алмаштиришларни бажарсак, у ҳолда (20.19) системани бундай ёзиш мумкин:

$$\begin{cases} z_1 = \overline{x_1} \cdot x_3; \\ z_2 = \overline{x_1} \cdot x_3; \\ z_3 = \overline{x_3} \vee x_4; \\ z_4 = z_1 \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 z_5 &= z_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_4}; \\
 z_6 &= z_2 \cdot x_4; \\
 x_7 &= x_2 \vee x_4; \\
 x_8 &= \overline{z_2} \cdot \overline{x_4}; \\
 z_{ac} &= x_1 \cdot x_3 \vee x_1 \cdot x_3
 \end{aligned}
 \tag{20.}$$

Шундай қилнб, биз филтрлашнинг даврий жараёнин бошқаришнинг комбинацион схемасининг формаллаштирилга тавсифини минималлаштирилган буль функциялари системас кўринишида олайлик (20.20).

Комбинацион схемаларини синтез қилишдаги навбатдаг босқич бошқарувчи қурилманинг схемасини ясаш босқичи в бу схемани техник амалга ошириш ҳисобланади.

XX.3- §. КОМБИНАЦИОН БОШҚАРУВЧИ ҚУРИЛМА СХЕМАСИНИ ЯСАШ

Агар бошқарш схемаси дискрет элементининг мумкин бўлган икки ҳолатидан бирига мос ҳолда буль алгебрасининг 0 белгисини қўйсақ, 1 белгисини эса бошқа ҳолатга мос қилиб қўйсақ, у ҳолда буль функциялари назарияси ва унга асосланган методлар бошқаришнинг мантиқий комбинацион схемаларини таҳлил ва синтез қилиш учун қўлланилиши мумкин. Мантиқий бошқариш қурилмасининг формаллаштирилган тавсифидан принципал схемага ўтиш босқичини техник амалга ошириш деб айтамыз.

Мантиқий бошқариш қурилмалари амалга ошириладиган дискрет элементларнинг иккита асосий — контактли ва контактсиз тури мавжуд.

Контактли элементлар учун буль алгебраси элементлари ва қурилма ҳолатлари ўртасида қуйидагича мослик ўрнатилади. Электромагнит реле ва унинг контактлари асосий контакт элементи ҳисобланади. 0 белгисига контактларнинг очилган (узилган) ҳолати, 1 белгига берк ҳолати мос қўйилади.

Сўнг $BA - EKI - IYK$ базисида схема ва буль функциялари орасидаги мосликни аниқлаймиз (20.2-жадвал). Схемани текшириш шуни кўрсатадики, нормал очиқ контактларни параллел улаш аргументларнинг дизъюнкциясини амалга оширади, кетма-кет улаш эса конъюнкцияни, нормал берк контакт эса инкор қилишни амалга оширади. Бу учта схема базисни ташкил этувчи буль функцияларини амалга оширган учун бу схемаларнинг комбинацияси ихтиёрий, лекин чекли сондаги аргументли ихтиёрий буль функциясини амалга оширишга имкон беради.

Чиқишдаги бирга — берк занжир, нолга — очиқ занжир можелиб, бунда занжирнинг йўналиши кўрсатилмайди, яъни бирикми икки томонлама ўтказувчанликка эга бўлган схема билан иш қўрамыз. Контактли элементларга асосланган схемаларни синтез қилиш фақат мазкур турдаги схемаларга хос бўлган ва баъзи ҳолларда тежамли ва ишончли схемаларни яшашнинг

амарали методларини олишга имкон берувчи бир қатор хусу-
иятлар билан ифодаланади.

20.2-жадвал. Схемаларнинг буль функциясига мос келиши

Схема	Буль функцияси
	$Z = X_1 \vee X_2$ $Z = X_1 \cdot X_2$ $Z = \bar{X}$

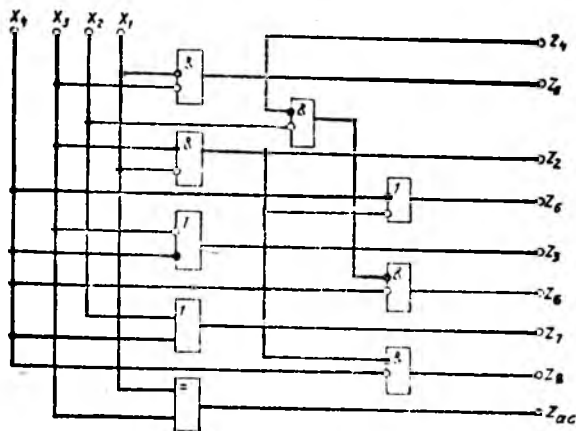
Контактсиз мантиқий элементлар функционал блоклар қўринишида бажарилган. Ҳар бир блок маълум мантиқий функцияни амалга оширади. Контактсиз элементлар учун блокларни расмийлаштиришнинг кўп хиллиги характерлидир. Конструктив тафсилотларга берилмасдан ҳар бир базис мантиқий функцияни 20.3-жадвалда келтирилган шартли белгилар қўринишида ифодалаймиз.

20.3-жадвал. Мантиқий функцияларнинг шартли белгилари

Функция	Ифодаси	Шартли белгиси
Такрорлаш	$Z = X$	
Инкор қилиш	$Z = \bar{X}$	
Конъюнкция	$Z = X_1 \cdot X_2$	
Дизъюнкция	$Z = X_1 \vee X_2$	
Шеффер штрихи	$Z = \overline{X_1 \cdot X_2}$	
Пирс стрелкаси	$Z = \overline{X_1 \vee X_2}$	
Эквивалентлик	$Z = X_1 \cdot X_2 \vee \bar{X}_1 \cdot \bar{X}_2$	
Импликация	$Z = \bar{X}_1 \vee X_2$	
Ман қилиш	$Z = \bar{X}_1 \cdot X_2$	

Универсал реле билан таққослаганда контактсиз мантиқий элементлар ишончли ва тез ишга тушиши жуда юқори. Интеграл элементларни ишлаб чиқаришни ўзлаштириш билан боғлиқ мантиқий электрон схемаларни тайёрлаш технологиясидаги тараққиётнинг жадаллашиши муносабати билан контактсиз қурилмалар бундан кейин автоматик бошқаришнинг мантиқий схемаларида кўпроқ ишлатилади.

Буль функциялари (20.20) системаларни техник амалга ошириш катта қийинчилик тугдирмайди. Бунинг учун мазкур ҳолда $BA - EKI - IYK$ базисида 15 та элемент талаб қилинади; агар базис сифатида 20.3-жадваллар тўпламидан фойдаланилса, у ҳолда 9 та элемент керак бўлади. 20.7-расмда комбинацион автоматни патронли филтёрда икки хонали функ-



20.7- расм. Филтрлашнинг даврий жараёнини бошқариш учун комбинацион автоматнинг принципал схемаси.

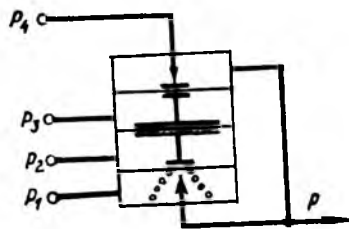
цияларнинг тўлиқ тўпламидан фойдаланган ҳолда пахта мицелласини филтрлашнинг даврий жараёнини бошқариш учу амалга оширувчи схема кўрсатилган.

Пневматик элементларда асосланган кўп чиқишли комбинацион схемаларни амалга ошириш. Оптимал кўп чиқиш схемаларни кўп функционал мантиқий элементлар асосид синтез қилиш муаммоси умумий ҳолда ҳал қилинмаган, чун турли функцияларни амалга оширувчи мантиқий элементларнинг турлари тўплами мавжуд. *ВА — ЕКИ — ИУҚ* базис учу бу масалалар умумий кўринишда ҳал қилинган. Бироқ, агар бирор битта функционал элементнинг хоссаларини муфассатадқиқ қилиб, у билан чекланадиган бўлсак, у ҳолда мазкур элементдан фойдаланган ҳолда кўп чиқишли комбинацион схемаларни амалга ошириш методларини яратиш имкониялари пайдо бўлади.

СПЭУС (саноат пневмоавтоматикаси элементларининг универс системаси) да реле техникасининг асосий қурилмаси пружинали пневматик уч мембранали ППР.3 реле собланади, унинг принципал схема 20.8- расмда келтирилган. ППР.3 реленинг тўртта кириши: $P_1, P_2, P_3,$ ва битта чиқиши бор. Бинобарин, ул умумий ҳолда қўйидаги буль функциясини амалга оширади:

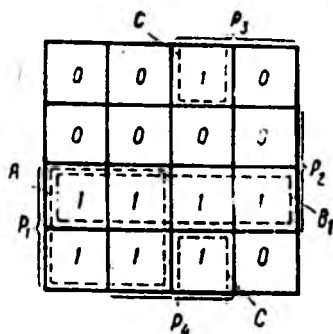
$$P = P(P_1, P_2, P_3, P_4).$$

Бу ифоданинг моҳиятини очу учун ҳақиқийлик жадвали ва Қар харитасига асосланган усулни қўл



20.8- расм. ППР-3 пневматик уч мембранали реле.

лаймиз. ППР.3 реле учун ҳақиқийлик жадвалини тузамиз (20.4-жадвал). Буль алгебрасининг 0 элементиға $P = 0,2 \text{ кг/см}^2$ пневматик сигнал, 1 элементиға $P = 1 \text{ кг/см}^2$ сигнал мос келади. Бу жадвалға мос келувчи Карно харитаси 20.9-расмда кўрсатилган. Расмдан кўринишича хаританинг сирти иккита икки ўлчовли куб қисмлари a, b дан ва битта бир ўлчовли P -куб қисми C дан иборат. ППР.3 пневмореленинг натижаловчи буль функцияси бундай кўринишга эга:



20.9-расм. ППР. 3 реле учун Карно харитаси.

$$P = P_1 \cdot \bar{P}_3 \vee P_1 \cdot P_2 \vee \bar{P}_2 \cdot P_3 \cdot P_4$$

20.4-жадвал. ППР.3 пневматик реле учун ҳақиқийлик жадвали

P_1	P_2	P_3	P_4	P	P_1	P_2	P_3	P_4	P
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1

Реле киришларига маълум қийматлар бериб (ёки уларни ўзаро коммутациялаб), иккита ва битта аргументли буль функциялари тўпламини ҳосил қилиш мумкин. ППР.3 пневматик реледа амалга оширилиши мумкин бўлган буль функциялари тўпламини аниқлаймиз. Агар кириш сигналлари қийматлар қабул қилиши мумкинлигини ёки фақат маълум тарзда коммутацияланиши мумкинлиги ҳисобга олинса:

а) $P_i = P_j$;

б) $P_i = P_j = P_k$;

в) $P_i = 1; P_j = 0$

г) $P_i = 1; P_j = 0; P_k = 0; (i, j, k-1, 2, 3, 4; i \neq j \neq k)$;

д) $P_i = 1; P_j = 1; P_k = 0$;

е) $P_i = 0; P_j = 0$;

у ҳолда буль функцияларининг умумий сони ушбу формула бўйича аниқланади:

$$N = 2m + (2^2 + 1)c_m^2 + (2^3 + 1) \cdot c_m^3 + \dots + (2^{m-1} + 1)c_m^{m-1},$$

бу ерда m — киришлар сони.

ПІРЗ реле учун киришлар сони тўртга тенг ва, бинобарин буль функцияларининг умумий сони 74 га тенг. Бу функцияларнинг бир қисми тривиал кўринишга эга. Улар биз учу қизиқиш уйғотмайди, чунки бу элементнинг мантиқий имкони ятлари ҳақида гап боради. Шунинг учун тўпلامдан фақат нот ривал буль функцияларини танлаб оламиз.

Ҳосил қилинган тўпلامдан олинган ҳар бир буль функциясини ПІР оператори деб атаймиз ва уни A_i ҳарфи билан белгилаймиз. Олинган ҳамма маълумотларни 20.5- жадвалга ёзамиз-

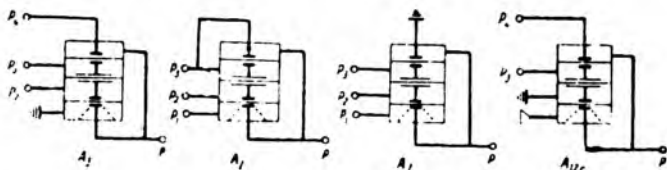
20.5- жадвал. ПІР.3 реле киришларининг операторлар учун коммутацияси

Оператор белгиси	Операторнинг буль функцияси	Киришлар қиймати ва уларнинг коммутацияси
$A_1 (P_1, P_2, P_3, P_4)$	$P_1 \cdot P_2 \cdot \overline{P_1} \cdot \overline{P_3} \cdot \overline{P_2} \cdot P_3 \cdot P_4$	—
$A_2 (P_2, P_3, P_4)$	$P_2 \cdot \overline{P_3} \cdot \overline{P_4}$	$P_1 \equiv 1$
$A_3 (P_2, P_3, P_4)$	$\overline{P_2} \cdot P_3 \cdot P_4$	$P_1 \equiv 1$
$A_{4a} (P_1, P_3, P_4)$	$P_1 \cdot \overline{P_3} \cdot \overline{P_3} \cdot P_4$	$P_2 \equiv 0$
$A_{4b} (A_1, P_2, P_4)$	$P_1 \cdot P_2 \cdot \overline{P_1} \cdot P_4$	$P_4 \equiv 1$
$A_6 (P_2, P_3, P_4)$	$P_2 \cdot P_3 \cdot \overline{P_3} \cdot P_4$	$P_1 \equiv P_3$
$A_8 (P_1, P_3, P_4)$	$P_1 \cdot \overline{P_3} \cdot \overline{P_4}$	$P_1 \equiv P_2$
$A_7 (P_1, P_2, P_3)$	$P_1 \cdot \overline{P_2} \cdot P_3$	$P_3 \equiv P_4$ ёки $P_4 = 1$
$A_9 (P_1, P_2, P_3)$	$P_1 \cdot P_2 \cdot \overline{P_1} \cdot \overline{P_3}$	$P_2 \equiv P_4$ ёки $P_4 = 0$
$A_9 (P_1, P_2, P_4)$	$P_1 \cdot P_2 \cdot \overline{P_1} \cdot P_4$	$P_1 \equiv P_3$
$A_{10a} (P_3, P_4)$	$P_3 \cdot P_4$	$P_1 \equiv P_2 \equiv 0$
$A_{10b} (P_1, P_2)$	$P_1 \cdot P_2$	$P_3 \equiv 1$ $P_4 \equiv 0$
$A_{11a} (P_1, P_3)$	$P_1 \cdot \overline{P_3}$	$P_2 \equiv P_4 = 0$
$A_{11b} (P_2, P_4)$	$\overline{P_2} \cdot P_4$	$P_1 \equiv 0, P_3 \equiv 1$
$A_{11b} (P_2, P_3)$	$\overline{P_2} \cdot P_3$	$P_1 \equiv 0, P_4 \equiv 1$
$A_{12a} (P_1, P_3)$	$P_1 \cdot \overline{P_3}$	$P_2 = 0, P_4 \equiv 1$
$A_{12b} (P_2, P_4)$	$P_2 \cdot \overline{P_4}$	$P_1 \equiv P_3 = 1$
$A_{12b} (P_2, P_3)$	$P_2 \cdot \overline{P_3}$	$P_1 \equiv 1; P_4 \equiv 0$
$A_{12g} (P_3, P_4)$	$\overline{P_3} \cdot \overline{P_4}$	$P_1 \equiv 1; P_2 \equiv 0$
$A_{12d} (P_1, P_2)$	$P_1 \cdot \overline{P_2}$	$P_3 \equiv P_4 = 1$
$A_{13a} (P_3)$	$\overline{P_3}$	$P_1 \equiv 1; P_3 \equiv P_4 = 0;$
$A_{13b} (P_2)$	$\overline{P_2}$	$P_1 \equiv 0; P_3 \equiv P_4 = 1.$

20.10- расмда ПІРЗ реле киришларининг A_3, A_7, A_{12} , операторлар учун коммутация схемаси келтирилган. ПІРЗ киришлари қолган операторларни амалга ошириш учун ҳам худди шунга ўхшаш тарзда коммутацияланади.

Юқорида аниқланган A_i операторларнинг хоссаларини ифодалаймиз. Операторни $A_i (p_1, p_2, \dots, p_n)$ орқали белгилаймиз, бунда i — оператор индекси (20.5- жадвалга қаранг). n — киришлар сони (ПІР.3 учун $n = 4$).

1- хосса. A_i оператор аргументларининг ўрнини алмаштиришда у амалга оширадиган буль функциялари умумий ҳолда ўзаро би- бирига гент эмас.



20.10-рasm. ППР. 3 реле киришларининг A_1, A_2, A_3 операторлар учун коммутация схемаси-

Агар берилган операторнинг буль функциясини $F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\}$ орқали белгиласак, у ҳолда бу хосса ҳар бир ρ_i учун $F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\} \neq F\{A_i(\rho_2, \rho_1, \rho_3, \rho_4)\}$ тарзида ёзилади.

Демак, оператор ёзувида аргументларни ёзиш тартиби муҳимдир. Бу хоссани мисолда тушунтирамиз. $A_{11a}(x_1x_2)$ оператор x_1x_2 мантиқий функцияни амалга оширади. $A_{11a}(x_2 \cdot x_1)$ оператор эса $\overline{x_2} \cdot x_1$ мантиқий функцияни амалга оширади, яъни бу функциялар ўзаро тенг эмас. ППР.3 операторлар орасида аргументларининг ёзилиш тартиби фарқсиз бўладиганлари ҳам мавжуд.

2- хосса. ППР.3 нинг A_i операторлари тўплами учун (20.5-жадвал) суперпозиция амали ўринлидир.

Агар буль функцияси $Z = F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\}$ кўринишда ва $\rho_2 = A_i(\rho'_1, \rho'_2, \rho'_3, \rho'_4)$ бўлса, у ҳолда $Z = F\{A_i[\rho'_1, A(\rho'_2, \rho'_3, \rho'_4)] \rho_3, \rho_4\}$ бўлади. Бу тасдиқ истаган ρ учун тўғридир.

Бу хоссани мисолда тушунтирамиз. Фараз қилайлик, мураккаб буль функцияси

$$Z = x_1x_3 \vee x_1x_3 \cdot x_4$$

кўринишга эга бўлсин. Агар 20.5-жадвални ва берилган буль ифодаси таққосланса, у ҳолда x_1x_3 ва x_1x_3 ҳадлар $A_{11a}(x_1x_3)$ ва $A_{11a}(x_1, x_3)$ операторлар орқали амалга оширилади. Демак, суперпозиция принципига кўра бундай ёзиш мумкин:

$$Z = A_{11a}(x_1, x_3) \vee A_{11a}(x_3, x_1) \cdot x_4$$

Мазкур ифодани таҳлил қилиб, у A_i оператор билан амалга оширилишини сезиш мумкин ва суперпозиция хоссасидан келиб чиқиб, охирида

$$Z = P_6 [A_{11a}(x_1, x_3) \cdot A_{11a}(x_3, x_1) \cdot x_4].$$

ни ёзиш мумкин.

3- хосса. Агар икки операторнинг индекслари, аргументлари ва ёзиш тартиби бир хил бўлса, у ҳолда улар эквивалент деб ҳисобланади.

Операторларни белгилашда аргументларни ёзишдаги маълум тартиб мазкур аргументлар билан оператор амалга оширадиган буль функциясидаги уларнинг жойлашуви орасидаги

мосликни бир қийматли қилади. Оператор билан у амалга оширадиган буль функцияси орасида бир қийматли мослик мавжуд бўлгани учун A_i операторлар ва буль функциясини аралаш ёзиш мумкин, яъни ПІРЗ реле операторлари буль функциясининг операторлари бўлиши мумкин.

Мантиқий бошқарув комбинацион қурилмасининг принципал схемасини ПІРЗ нинг кўп функционал мантиқий элементи асосида яшаш методини умумий тарзда баён қиламиз. Бу метод қуйидаги тасдиққа асосланган. ПІРЗ элементлари сонидан минимал фойдаланилган схема оптимал ҳисобланади. Бу шартни бажариш учун буль функцияларининг дастлабки системасининг юқорида аниқланган операторлар йиғиндисини шундай ифодалаш керакки, бунда дастлабки буль функцияси ифодалари мутлақо бўлмасин. Бундай ўтиш буль ифодалари комплексларини тегишли A_i операторлар билан 20.5-жадвалдаги маълумотларга асосан имкони бор алмаштиришларни қайта танлаш усули билан бажарилади. Буль ифодалари 20.5-жадвалнинг 3-устунида келтирилган ва улар мураккаб буль функцияларида осонгина бир хиллаштирилади.

Методнинг имкониятларини буль функциялари (20.20) системасини техник амалга ошириш мисолида намоён қилиб кўрсатамиз. Буль ифодаларини операторлар билан кетма-кет алмаштира бошлаймиз. Z_1 функция учун ораларида деярли фарқ бўлмаган A_{11a} , A_{11b} , A_{11c} операторлар тўғри келиши равшан. A_{11a} операторни танлаймиз: дастлабки буль функциясида x_3 аргумент инверс бўлгани учун у аргументлар рўйхатида x_1 дан сўнг иккинчи бўлиб ёзилади ва функциянинг оператор ёзуви

$$Z_1 = A_{11a}(x_1, x_3).$$

кўринишга эга булади.

Z_2 функцияни амалга ошириш учун шунга ўхшаш оператордан фойдаланиш мумкин. Бироқ унда аргументлар рўйхатидан иккинчи бўлиб x_1 аргумент ёзилади, чунки у дастлабки буль функциясида инверсли:

$$Z_2 = A_{11a}(x_3, x_1).$$

Қолган буль функцияларининг (Z_3 ва Z_{ac} дан бошқа) оператор ёзувлари худди шу тарзда аниқланади. Z_3 ва Z_{ac} оператор шаклини аниқлаш жараёнини муфассалроқ қараб чиқамиз. Z_3 бўли ифодасининг структурасини тақлил қилиш 20.5-жадвалдаги буль ифодалари системасида бунга ўхшаш мавжуд эмаслигини кўрсатади. Босқичли оператор шакл алмаштиришни бажарамиз. $Z_1 \cdot x_2$ гуруҳ $A(Z_1 X_2)$ оператор томонидан амалга оширилиши мумкин: $A_{11a}(Z_1 X_2) \cdot x_4$ гуруҳ ўз навбатида A_{11a} оператор томонидан амалга оширилиши мумкин ва функция пировардида бундай кўринишни олади:

$$Z_6 = A_{11a}[A_{11a}(Z_1, x_2)x_1].$$

20.5- жадвалдаги буль ифодалари системасида Z_{ac} функцияга ўхшаш структура йўқ. Бироқ $\bar{x}_1 = A_{13a}(X_1)$ ўрнига қўйиш A_{4a} операторга мос келувчи жадвал структурасига олиб келади ва оператор шаклидаги буль функцияси бундай кўринишни ёлади:

$$Z_{ac} = A_{4a} [A_{12}(x_1), x_3, x_1].$$

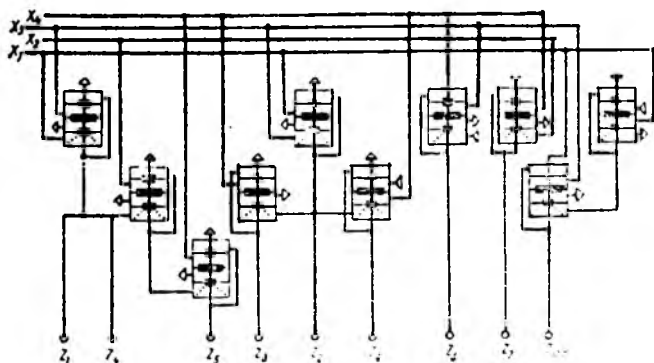
Берилган услуб бўйича барча амалларни бажариб, ёғ-мой саноатида пахта мисцелласини филтрлашнинг даврий жараёнини бошқариш комбинацион схемасининг ППЗ операторларининг якуний системасини ҳосил қилиш мумкин:

$$\begin{aligned} Z_1 &= A_{11a}(x_1, x_3), \\ Z_2 &= A_{11a}(x_3, x_1), \\ Z_3 &= A_{12r}(x_3, x_4), \\ Z_4 &= Z_1, \\ Z_5 &= A_{11a}[A_{11a}(Z_1, x_2), x_4], \\ Z_6 &= A_{106}(Z_2, x_4), \\ Z_7 &= A_{12a}(x_2, x_4), \\ Z_8 &= A_{11a}(Z_2, x_1), \\ Z_{ac} &= A_{4a}[A_{13}(x_1), x_3, x_1]. \end{aligned}$$

Кўп функционалли ЛПЗ мантиқий элемент асосидаги комбинацион автоматнинг принципиал схемаси 20.11-расмда келтирилган. Зарур бир типли элементлар сони 10 га тенг, ҳолбуки $BA - EKI - IUQ$ базисида амалга ошириш 15 элемент бўлгандагина мумкин бўлар эди.

Шундай қилиб, мазкур метод бўйича қуриш базисда амалга оширилгандагига қараганда камроқ элементга эга бўлган принципиал схема ҳосил бўлади.

Юқорида қараб чиқилган комбинацион мантиқий автоматлар нисбатан оддий бошқариш алгоритмларини амалга оши-



20.11-расм. Кўп функционал ППЗ 3 мантиқий элемент асосидаги комбинацион автоматнинг принципиал схемаси.

ради, улар статик автоматлар синфига тегишли. Комбинацион автоматларни таҳлил ва синтез қилишнинг формаллаштирилган методлари буль функциялари назариясига асосланади. Бу математик аппарат ҳам динамик автоматларни таҳлил ва синтез қилишда кенг фойдаланилади, бу қуйида кўрсатилган.

XX.4-§. ЧЕКЛИ АВТОМАТЛАР НАЗАРИЯСИ АСОСЛАРИ

Даврий жараёнларни автоматик бошқариш масалаларининг турли хиллиги фақат буль функцияси назарияси методлари билангина ҳал қилинмайди. Шу маънода чекли автоматлар назарияси методлари анча қўлланишлидир. Методологик нуқтаи назардан чекли автоматлар комбинацион автоматларга қараганда анча кенг потенциал имкониятларга эга бўлган анча катта синфдир. Маълум чекланишлар ва йўл қўйишларда комбинацион автоматлар чекли автоматларнинг синфчаси бўлади.

Комбинацион схемалар ёрдамида тавсифлаш имкони бўлмаган бошқариш системаларига бир қанча мисол қараб чиқамиз.

Мисол. Кўтаргичнинг электр двигателини бошқариш зарур. Двигатель бошқариш кнопокasi (БК) билан ишга туширилади. Охирги включатель (ўчиргич) (ЧВ) билан тўхтатилади. Кнопкадан келадиган сигнални X_1 билан, охирги ўчиргичдан келадиган сигнални X_2 билан, двигательга бўладиган таъсирни Z билан белгилаймиз. Бундай мослик ўрнатамиз: $X_1=1$ —кнопка берк (яъни уланган), $X_1=0$ —кнопка берк (яъни уланган), $X_1=0$ —кнопка узилган, $X_2=1$ —4В контакти уланган, $X_2=0$ —4В контакти узилган, $Z=1$ —двигателни ишга тушириш, $Z=0$ —двигателни тўхтатиш. Система қуйидаги тарзда ишлайди. Фараз қилайлик, кўтаргич пастда жойлашган бўлсин: бу ҳолда БК, 4В контактлари узилган, яъни $X_2=0$ ва $X_1=0$. Агар бу ҳолатда БК га босилса ($X_1=1$), кўтаргич двигатели уланади ($Z=1$). Агар шундан сўнг БК қўйиб юборилса ($X_1=0$) ҳам двигатель уланганича қолади. Двигатель кўтаргич юқори чекка нуқтагача кўтарилгунча ва 4В контактини уламагунча ($X_2=1$) ишлаб туради, шунда двигателъ ўчади. БК ни такроран босиш билан двигатель ишга тушмайди. Система ишини 20.6-жадвал кўринишида ифодалаймиз.

20.6-жадвал. Кўтаргич электр двигатели ишини кодлаш

Такт №	1	2	3	4	5	6
X_1	0	1	0	0	0	1
X_2	0	0	0	1	0	0
Z	0	1	1	0	0	0

Бу жадвални таҳлил қилишдан кўринадики, ўзгарувчиларнинг 1, 3, 5 тактлардаги $X_1=0$ ва $X_2=0$ кириш комбинациясига

чиқиш катталигининг мос равишда турли қийматлари $Z=0, 1, 0$ мос келади. Бу ҳол кўтаргични бошқариш системасини амалга ошириш учун комбинацион схемани қўллаб бўлмаслигидан далолат беради. Келтирилган мисолдан, кириш ўзгарувчиларининг айни бир комбинациясига чиқиш катталигининг турли хил қийматлари мос келадиган барча ҳолларда бошқа математик аппаратни қўллаш, хусусан чекли автоматлар назариясини қўллаш зарурлиги келиб чиқади.

Чекли автоматлар назариясининг асосий тушунчаларини киритамиз. Бизнинг фикримизча, ҳамма дискрет моделларни чекли автоматлар деб атаган мақсадга мувофиқ. Улар ўз навбатида хотирасиз (ёки комбинацион) чекли автоматларга ва хотирали (ёки изчил) чекли автоматларга бўлиниши мумкин. Олдинроқ биз асосий тушунчаларни киритдик ва хотирасиз (комбинацион) чекли автоматларни синтез қилишнинг баъзи масалаларини қараб чиқдик. Бу ерда биз хотирали чекли автоматларни қараб чиқамиз. Шуни айтиб ўтиш зарурки, «чекли автомат» атамаси аниқ техник қурилмани англатмайди, балки математик абстракция ҳисобланади (дискрет таъсир ҳўрсатиш системаларида реал ҳўдисаларни акс эттирувчи ҳўқиқийликнинг маълум даражадаги математик модели).

Чекли автоматлар назариясининг икки модели фарқ қилинади: абстракт (мавҳум) ва структурали. Айни бир абстракт чекли автоматга бир нечта структурали чекли автомат мос келиши мумкин.

Хотирали чекли автоматни бундан кейин оддийгина чекли автомат деб, хотирасиз автоматларни эса комбинацион автоматлар деб атаймиз. Шунингдек, ҳамма кириш ва чиқиш ўзгарувчилари чекли тўпланда қиймат қабул қилади, деб ҳисоблаймиз. Аслида чекли автоматларнинг умумий назарияси тўплам элементлари миқдорини чекламаса-да, амалий натижалар фақат икки хонали мантиқ учун олинганини таъкидлаб ўтиш керак.

Чекли автомат киришига сўзлар деб аталувчи иккили комбинациялар кўринишидаги ахборот узатилади. Тўплам алифбо деб аталади, унинг 0 ва 1 элементлари эса ҳарфлар дейилади. Ҳарфларнинг чекли тартибли кетма-кетлиги сўзни ташкил этади. Равшанки, кирувчи ва чиқувчи сўзлар мавжуд. Бу ҳолда дискрет ахборотнинг ихтиёрий шакл алмаштириши кирувчи сўзлар тўплами f нинг чиқувчи сўзлар тўпламига бир қийматли аксланиши сифатида ифодаланиб, бунда кирувчи ва чиқувчи сўзлар тўплamlари, одатда, ҳамма сўзлар тўпланининг қисм тўплами бўлади. Истаган чекли автомат бир қийматли акслантиришни амалга оширади.

Чекли автоматни таърифлаймиз. Чекли автомат дискрет динамик система бўлгани учун у турли вақтда турли хил чекли ҳолатларда бўлиши мумкин. Уларни автоматнинг ҳолати деб атаймиз ва $y(t)$ орқали белгилаймиз. Чекли автомат — бу

дискрет система бўлиб, унинг мазкур пайтдаги ҳолатлари ва чиқишлари қуйидаги тенгламалар билан тавсифланади:

$$\begin{cases} y(t) = \varphi [y(t-1), \rho(t)] \\ z(t) = \psi [y(t-1), \rho(t)] \end{cases} \quad (20.21)$$

ёки

$$\begin{aligned} y(t) &= \varphi [y(t-1), \rho(t)] \\ z(t) &= \psi [y(t)]. \end{aligned} \quad (20.22)$$

Бу ерда t — дискрет вақт ($t = 0, 1, 2, \dots$).

(20.21) тенгламалар системаси билан тавсифланувчи автоматлар Мили автоматлари дейилса, (20.22) тенгламалар системалари билан тавсифланувчилари Мурнинг мунтазам автоматлари дейилади. Мил ва Мур автоматлари орасидаги асосий фарқ чиқишлар функцияларини аниқлашдан иборат бўлиб, аини пайтда уларнинг ҳолатлари, функциялари бир-бирига ўхшашдир. Мур автоматларида чиқишлар автоматнинг ҳолати билангина аниқланади.

Шундай қилиб, чекли автомат кириш сўзлари ва ҳолатлари тўпламларини ҳолатлар ва чиқиш сўзлари тўпламига бир қийматли акслантиради. Равшанки, ҳолатлар тўплами ҳам иккили сўз кўринишида ифодаланishi мумкин. Чекли алифбо ва ҳолатлар сонида аниқланган сўзлар тўпламида ифодаланган (берилган) автомат аксланишлар чекли автомати дейилади.

Автоматни ифодалашнинг учта усули мавжуд: аналитик, жадвалли ва геометрик усуллар.

Аналитик ифодалаш усулини қараб чиқамиз. Агар қуйидаги объектлар маълум бўлса, яъни кирувчи сўзлар тўплами X , чиқувчи сўзлар тўплами Z , ҳолатларнинг чекли ҳолати y , элемент y_1 (бошланғич ҳолат деб айтилади) ва U тўплами ўзига акслантириш (истаган $y \in U$ га ва кирувчи сўз $\rho \in X$ га $y_i \in U$ ҳолатлар ва чиқиш сўзи $y \in U$ мос қўйилади) маълум бўлса, чекли автомат берилган дейилади. Бу усул анча кўпол, чунки (кирувчи ва чиқувчи алифболарни беришдан ташқари) акслантиришларни чиқиш сўзларини кирувчи сўзлар ва ҳолатларнинг мумкин бўлган ҳамма бирикмаларини мослаштириш жадвали кўринишида ифодалаш зарур.

Ифодалашнинг анча ичхам шакли жадвал шаклидир. Бу ҳолда чекли автомат ўтишлар ва чиқишлар жадваллари кўринишида ифодаланади.

Ўтишлар жадвалида устунлар автомат ҳолатларига, сатрлар эса киришларга мос келади. Тегишли сатр ва устуннинг кесилган жойида автоматнинг кириш таъсирида, аввалги ҳолатидан ўтиш ҳолати ёзилади.

Ўтишлар жадвалининг тузилишини ўтишлар ва чиқишлар жадваллари мисолида тушунтирамиз. Фараз қилайлик, автомат y_1 ҳолатд бўлсин, ρ_1 кириш таъсирида y_2 ҳолатга, ρ_2 таъсирида эса y_1 ҳолатга ўтади. y_2 ҳолати учун ҳам худди шундай.

Ўтишлар жадвали

x \ y	y			x \ y		
		y ₁	y ₂		y ₁	y ₂
ρ ₁		y ₂	y ₁	ρ ₁	Z ₁	Z ₂
ρ ₂		y ₁	y ₂	ρ ₂	Z ₁	Z ₁

Чиқишлар жадвалида устунлар автоматнинг ҳолатига, сатрлар эса киришларга мос келади. Жадвалнинг ўзига эса чиқишлар ёзилади. Одатда, чиқишлар жадвали Мили автомати учун ёзилади. Мир автомати учун у зарур эмас, чунки чиқиш автоматнинг ҳолати билан бир қийматли аниқланади.

Баъзан иккита жадвал ўрнига бир-бирига қўшилган ўтишлар жадвалидан фойдаланилади:

x/y		y ₁		y ₂
ρ ₁		y ₂ /Z ₂		y ₁ /Z ₂
ρ ₂		y ₁ /Z ₁		y ₂ /Z ₁

Автоматни ифодалашнинг жадвал шаклининг ҳосиласи бирлашмаларнинг квадрат матрицаси бўлиб, унинг сатрлари аввалги ҳолатига, устунлари эса кейинги ҳолатига мос келади. Бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтишни чақирувчи киришлар матрицанинг элементлари ҳисобланади, қавс ичида тегишли чиқишлар кўрсатилади. Масалан, бизнинг мисол учун бирикмалар матрицаси бундай кўринишга эга:

$$R = \begin{matrix} y_1 & \parallel & y_1 & \dots & y_2 & \dots & \parallel \\ & & \rho_2(Z_1) & \rho_1(Z_2) & & & \\ & & \rho_1(Z_2) & \rho_2(Z_1) & & & \end{matrix}$$

Агар бир ҳолатдан бошқа ҳолатга баъзи ўтишлар бўлмаса, у ҳолда матрицанинг тегишли элементи нолга тенг бўлади.

Автоматни ифодалашнинг бошқа ихчам шакли геометрик усул бўлиб, бунда у граф шаклида тасвирланади.

Граф чўққилар тўплами ва бу чўққиларни туташтирувчи чизиқлар тўпламидан иборат. Йўналтирилган ва йўналтирилмаган графлар фарқ қилинади. Агар чўққиларни туташтирувчи чизиқларда йўналиш кўрсатилган бўлса, у ҳолда граф йўналтирилган бўлади, агар йўналишнинг аҳамияти бўлмаса, у ҳолда граф йўналтирилмаган дейилади. Йўналтирилган графда чўққиларни туташтирувчи чизиқлар қирралар дейилади.

Йўналтирилган графнинг чўққиларига автоматнинг ҳолатлари тўпламини бир қийматли мослаб қўямиз. Ҳар бир қиррани мазкур ўтишни келтириб чиқувчи X_i кириш билан ва ўтиш натижасида ҳосил бўлувчи автомат чиқиши билан белгилаймиз. Узгарувчиларнинг маълум қийматлари бериладиган қирралар тортилган қирралар дейилади. Тортилган қиррала

йўналтирилган граф графоид дейилади. Автоматнинг йўналтирилган графи инцидентиялари матричаси бизга бирикмалар матричасини беради.

Чекли автоматлар назариясида таҳлил ва синтезнинг иккита асосий босқичи фарқ қилинади: абстракт (мавҳум) ва структурали. Абстракт босқич чекли автоматларни уни ифодалашнинг қараб чиқилган усуллари даражасида таҳлил ва синтез қилиш билан чегараланади. Бошқача айтганда, абстракт даражадаги синтез қилиш автомат ифодалангандан сўнг тугалланади. Бу босқичда мураккаб автоматларнинг изоморфизми ва деколиозициясини аниқлаш вазифалари билан боғлиқ умумметодологик муаммолар, шунингдек, система ишини сўз билан тавсифлаш асосида автоматларни ифодалашнинг формаллаштирилган услубларини аниқлаш билан боғлиқ умумметодологик муаммолар ҳал қилинади.

XX.5-§. ЧЕКЛИ АВТОМАТЛАРНИ СТРУКТУРАЛИ СИНТЕЗ ҚИЛИШ

Структурали синтез абстракт синтез натижаларига асосланган. Бу босқичнинг бошланиши автоматнинг жадвал, граф ёки аналитик ёзув кўринишида ифодаланиши ҳисобланади.

Схема кўринишидаги ихтиёрий чекли автомат иккита асосий: комбинацион ва хотира (айрим ҳолларда кечиктириш элементлари тўплами деб аталади) қисмларидан иборат (20.12-расм). Мур автоматининг асосий схемаси Мил автоматининг бу схемасидан бир оз фарқ қилади.

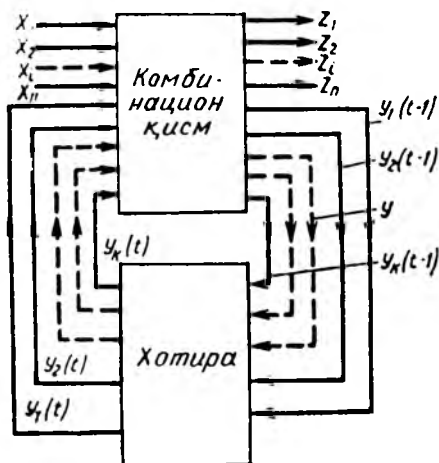
Келтирилган схемаларни таҳлил қилиш учун шуни кўрсатадики, уларнинг ишлатилиш (20.21) ва (20.22) тенгламалар системасига тўлиқ бир қийматли мос келади.

Абстракт синтез қилиш босқичида асосий вазифалар қуйидагилардир: автоматнинг кириш ва чиқишларини аниқлаш, уларнинг иккала кодланишини аниқлаш, автомат ҳолатини аниқлаш ва ниҳоят автоматни ифодалаш. Демак, автоматнинг ҳолатлари сони маълум ва у

$$K \geq \log_2 k, \quad (20.23)$$

формула билан аниқланувчи элементар автоматлар сифатини характерлайди, бу ерда K — элементар автоматлар сони; k — автоматнинг ҳолатлари сони.

Элементар автоматлар сифатида асосан қуйидаги



20.12-расм. Мил чекли автоматининг асосий схемаси.

қурилмалар қўлланилади: такт учун кечиктириш элементи: алоҳида киришли триггер, саёқ кириши бўлган триггер.

Структурали синтез босқичида автоматнинг комбинацион қисмининг структурасини (схемасини) аниқлаш масаласи ҳал қилинади. Чекли автоматни синтез қилишнинг кононик усули деб аталувчи умумий конструктив усулни қараб чиқамиз, бу усул ихтиёрий чекли автоматни амалга ошириш масаласини комбинацион схемани синтез қилишга олиб келишга имкон беради. Аниқроғи, вазифа элементлар автоматнинг турини танлашдан ва мантиқий элементларнинг бир-бири билан бирлашишининг шундай усулини топишдан иборатки, бунда автоматнинг структурали схемаси ўтишлар ва чиқишларнинг берилган жадвалларига мувофиқ ишлайди: бунда кодлаш бажариб бўлинган, деб ҳисобланади.

Ўтиш ва чиқишлар кодланган жадвалларининг берилишини кўтаргични бошқариш системасини синтез қилиш мисолида қараб чиқамиз. Бунинг учун системанинг иш шароитини шундай ўзгартирамизки, бунда улар аввалги мисолда аниқланганлардан фарқ қилсин. Изланаётган автоматнинг иккита чиқиши бор деб ҳисоблаймиз: 1) кўтаргичнинг юқорига ҳаракагини бошқариш кнопкасидан — x_2 ; 2) пастга ҳаракатини бошқариш кнопкасидан — x_2 . Кнопка берк бўлганда $x_i = 1$, узилганда — $x_i = 0$. Система қуйидаги ҳолатларда бўлиши мумкин: y_1 — кўтаргич пастда, y_2 — кўтаргич юқорига ҳаракат қилади, y_3 — кўтаргич юқорида, y_4 — кўтаргич пастга ҳаракат қилади. Автомат иккита чиқишга эга: l_1 — кўтариш двигатели ишлайди, l_2 — тушириш двигатели ишлайди, бунда $l_i = 1$ улашни, $l_i = 0$ узишни англатади.

Автоматнинг киришига қуйидаги сўзлар узатилиши мумкин: ρ_1 — киришда ҳеч қандай сигнал йўқ, ρ_2 — кўтаргич туширилсин, ρ_3 — кўтаргич кўтарилсин. Автоматнинг чиқишида қуйидаги чиқиш сўзлари ҳосил бўлади: Z_1 — кўтариш двигатели улансин, Z_2 — тушириш двигатели улансин, Z_3 — иккала двигатель улансин.

Қурилма ишлашининг сўз билан ифодаланган тавсифидан у Мур автомати экани келиб чиқади. Ўтишларнинг қўшилган жадвали қуйидаги кўринишга эга:

$x \backslash y$	y_1 Z_3	y_2 Z_1	y_3 Z_3	y_4 Z_1
ρ_1	y_1	y_2	Z_3	y_4
ρ_2	y_1	y_4	y_3	y_2
ρ_3	y_2	y_2	y_4	y_4

Бундан автомат тўртта ҳолатда бўлиши мумкинлиги келиб чиқади. Демак, уни амалга ошириш учун иккита элементар автомат зарур, уларнинг чиқишларини U_1 ва U_2 билан белгилаймиз. Бошланғич ҳолат учун y_1 ни қабул қиламиз. Автоматнинг ҳар бир ҳолатига элементар автоматлар чиқишларининг

иккили комбинациясини бир қийматли мослаб қўямиз. Шундай қилиб, биз автоматнинг ички ҳолатларини кодладик. Бу босқичнинг аҳамияти жуда каттадир, чунки кодлашнинг жуда кўп вариантлари бўлиши мумкин ва уларнинг ҳар бири ўзининг ишончлилиқ тавсифлари ва мураккаблиқ даражаси билан фарқ қилувчи автомат структурасини таъминлайди. 20.7-жадвалда кодлаш варианты келтирилган. Кириш сўзлари иккита кириш ўзгарувчилари X_1 ва X_2 билан кодланган бўлсин (20.8-жадвал).

20.7- жадвал
Кодлаш варианты

y	U_1	U_2
y_1	0	0
y_2	0	1
y_3	1	0
y_4	1	1

20.8- жадвал
Кириш ўзгарувчиларини кодлаш

X	X_1	X_2
ρ_1	0	0
ρ_2	0	1
ρ_3	1	0

Автоматнинг чиқишида учта сўз ҳосил бўлгани учун уларни иккита I_1 ва I_2 ўзгарувчи билан кодлаш мумкин. Бундай кодлаш натижаси 20.9-жадвалда кўрсатилган.

20.9- жадвал. Чиқиш сўзлари ҳолатини кодлаш

Z	I_1	I_2
Z_1	1	0
Z_2	0	1
Z_3	0	0

Автоматнинг ўтиш жадваллари асосида (20.7-жадвал) кириш ва чиқиш сўзларининг ҳолатини кодлашни ҳисобга олган ҳолда (20.7, 20.8 ва 20.9-жадвал) ўтишларнинг кодланган жадвали (20.1-жадвал) тузилади.

20.10- жадвал. Ўтишларнинг кодланган жадвали

x_1	x_2	$U_1(t-1)$	$U_2(t-1)$	$U_1(t)$	$U_2(t)$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1

У кодланган кўринишда элементар автоматлар U_1 ва U_2 нинг айна t пайтдаги ҳолатларининг кириш ўзгарувчилари X_1 ва X_2 нинг кодланган қийматларига ва элементар автоматларнинг олдинги пайт ($t-1$) даги ҳолатларига боғлиқлигини аниқлайди. Масалан, агар автомат 20.7-жадвалга мувофиқ y_2 ҳолатда турган бўлса, у ҳолда унинг киришига ρ_2 сўз киририлганда у y_4 ҳолатга ўтади. Бу ўтиш 20.10-жадвалнинг 6-сатрига мос келади, бу 20.7 ва 20.8-жадваллардан осонгина текширилади.

Кодланган чиқишлар жадвали умумий ҳолда ўтишлар жадвалига ўхшаш тузилади, бироқ автоматнинг t пайтдаги ҳолатлари ўрнига тегишли устунларда, 20.9-жадвални ҳисобга олган ҳолда, чиқишларнинг қийматлари ёзилади. Мур автоматлари учун у бироз соддалашади. Улардаги чиқишлар фақат автоматнинг ҳолатларигагина боғлиқ бўлгани учун унда киришлар устунлари бўлмайди. Бизнинг мисолда чиқишларнинг кодланган жадвали қуйидаги кўринишда бўлади (20.11-жадвал).

20.11-жадвал. Чиқишларнинг кодланган жадвали

U_1	U_2	I_1	I_2
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	1

Келтирилган жадваллар чекли автоматнинг структурасини ифодалашнинг каноник методи учун дастлабки жадваллар ҳисобланади. Мазкур метод қўлланилганда юз берадиган масалаларни кетма-кет қараб чиқамиз. Бу масалаларни ҳал қилиш усулларини кўтаргични бошқариш системасини синтез қилиш мисолида кўрсатамиз.

Элементар автоматларнинг берилиши. Элементар автоматларга такт учун кечиктириш элементи, алоҳида ёки санок киришлари бўлган триггерлар ва уларнинг комбинациялари киради.

Элементар автоматлар, одатда, ўтишлар матрицалари билан берилади. Бундай берилиш усулларини қараб чиқамиз. Иккита барқарор ҳолатли элементар автоматларда ўтишларнинг фақат тўртта тури бўлиши мумкин: 0 дан 0 га, 0 дан 1 га, 1 дан 0 га, 1 дан 1 га. Бу ўтишларнинг ҳар бири учун элементар автоматнинг мазкур ўтишини вужудга келтирувчи кириш сигналлари мавжуд. Ўтишлар жадвали умумий ҳолда тўртта сатр ва n та устундан иборат (бунда n -элементар автоматнинг киришлари сони). Унинг элементлари 0,1 ва d символларидан иборат. Ихтиёрий элементар автоматнинг ўтишлар матрицаси қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\begin{array}{l}
 0 \rightarrow 0 \\
 0 \rightarrow 1 \\
 1 \rightarrow 0 \\
 1 \rightarrow 1
 \end{array}
 \left\| \begin{array}{cccc}
 C_1^1 & C_2^2 & \dots & C_n^1 \\
 C_1^2 & C_2^2 & \dots & C_n^2 \\
 C_1^3 & C_2^3 & \dots & C_n^3 \\
 C_1^1 & C_2^1 & \dots & C_n^1
 \end{array} \right\| \quad (20.24)$$

Агар бу элемент

$$V(t) = V(t - 1)$$

тенглама билан тавсифланиши ҳисобга олинса, у осонгина ҳосил бўлади. Ҳисобли киришли триггернинг ўтишлар матрицаси бундай кўринишга эга:

$$\begin{array}{l}
 0 \rightarrow 1 \\
 0 \rightarrow 0 \\
 1 \rightarrow 0 \\
 1 \rightarrow 1
 \end{array}
 \left\| \begin{array}{l}
 0 \\
 1 \\
 1 \\
 0
 \end{array} \right\|$$

Бу босқичнинг ўзида элементар автомат турини танлаш ёки уларнинг маълум комбинациясини танлаш амалга оширилади.

Ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвалини тузиш. Чекли автоматларни синтез қилишнинг каноник методининг асосий ғояси шундан иборатки, у тескари алоқаларнинг фиктив (сохта) узилишини талаб қилди. У K та параллел бирлаштирилган элементар автоматдан иборат бўлиб, унда K (20.23) формула бўйича ҳисобланади. Айни пайтга келиб, элементар автоматнинг тури танлангани учун, хотиранинг ишлари ҳам маълумдир.

Автомат хотираси орқали тескари алоқанинг сохта узилиши автоматнинг комбинацион қисмини аниқлашга имкон беради. Бунинг учун ҳақиқийлик жадвалини тузиш зарур. Бундай жадвални ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвали деб атаيمиз. Мисолимиз учун у 20.12-жадвалда кўрсатилган. Кенгайтирилган жадвал бўйича олинadиган буль функциялари элементар автоматларни уйғотиш функциялари (э.а. у. ф) деб аталади. Улар U_j элементар автоматнинг i -киришдаги кириш сигналнинг элементар автоматларнинг t пайдаги ҳолатларига ва кириш сигналлари $x(t)$ га боғлиқлигини амалга оширади. 20.11-жадвални таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, бунда чиқишлар функцияси комбинацион схема билан амалга оширилиши мумкин.

20.12-жадвал. Ўтишларни кенгайтириб кодлаш

Тартиб. №	x_1	x_2	$U_1(t-1)$	$U_2(t-1)$	$U_1(t)$	$U_2(t)$	$U_{01}(t-1)$	$U_{11}(t-1)$	$U_{02}(t-1)$	$U_{12}(t-1)$

1	0	0	0	0	0	0	d	0	d	0
2	0	0	0	1	0	1	d	0	0	d
3	0	0	1	0	1	0	0	d	d	0
4	0	0	1	1	1	1	0	d	0	d
5	0	1	0	0	0	0	d	0	d	0
6	0	1	0	1	1	1	0	1	0	d
7	0	1	1	0	1	0	0	d	d	0
8	0	1	1	1	0	1	1	0	0	d
9	1	0	0	0	0	1	d	0	0	1
10	1	0	1	1	0	1	d	0	0	d
11	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1
12	1	0	1	1	1	1	0	d	0	d

Элементар автомат сифатида кириши алоҳида бўлган триггерни танлаб оламиз. Тегишли ўтишлар матричаси (20.25) да ёзилган, ўтишларнинг кенгайтирилган жадвалини тузишда ундан фойдаланилади. Бизнинг мисолда автомат тўртта ҳолатда бўлиши мумкинлиги учун, зарур элементар автоматлар сони 2 га тенг бўлади.

Ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвали (20.12-жадвал) қуйидаги тарзда тузилади. Унга ўтишларнинг кодланган жадвали киради (20.10-жадвал). Кейин у элементар автоматга тегишли киришлари бўлган устунлар билан тўлдирилади. Бизда 2 та киришли 2 та элементар автомат бўлгани учун уларга тўртта устун мос келади (7, 8, 9, 10).

Бу матрицанинг C_j^i элементи элементар автоматнинг j -киришидаги кириш сигналини англатиб, унинг таъсирида матрицанинг i -сатрига мос келувчи ўтиш содир бўлади. $C_j^i = 0(1)$ тенглик элементар автоматнинг j -киришига $0(1)$ сигнал узатилганда (20.24) матрицанинг i -сатрига мос келувчи ўтиш юз беришини англатади. $C_j^i = d$ тенглик j -киришга истаган 0 ёки 1 сигнални узатиш элементар автоматнинг i -ўтишини содир этмаслигини англатади.

Мисол тариқасида алоҳида киришли триггернинг ўтишлар матричасини келтирамиз. Шу триггернинг ишлашини энг умумий кўринишда тавсифлаймиз. Унинг иккита кириши ва иккита чиқиши бор: бирлик ва нолли, шу билан бирга, унинг чиқишлари бир-бири билан инверс. Триггер иккита барқарор ҳолатда бўлиши мумкин: 1—агар бирлик чиқиш 1 га тенг бўлса ва 0—агар у 0 га тенг бўлса (ноль чиқиш учун эса — аксинча). Алоҳида киришли триггер бирлик ва ноль киришларга эга. U_1 бирлик киришга 1 сигналнинг узатилиши триггерни бирлик ҳолатига ўтказади, 1 сигналнинг U_0 ноль киришга узатилиши эса ноль ҳолатга ўтказади. Агар триггер бирлик ҳолатида бўлса ва бирлик киришга истаган сигналлар узатилган бўлса, у ҳолда ўтишлар юз бермайди. Триггернинг ишлашини мазмунан қараб чиқиш қуйидаги ўтишлар матричасини олишга имкон беради:

$$\begin{array}{l} 0 \rightarrow 0 \\ 0 \rightarrow 1 \\ 1 \rightarrow 0 \\ 1 \rightarrow 1 \end{array} \left\| \begin{array}{l} d \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\| \left\| \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 0 \\ d \end{array} \right\| \quad (20.25)$$

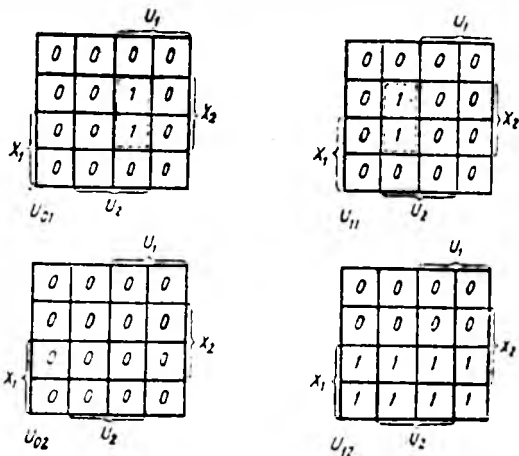
Такт учун кечиктириш элементи битта киришга эга, унга мос келувчи ўтишлар матрицаси бундай кўринишни олади:

$$\begin{array}{l} 0 \rightarrow 0 \\ 0 \rightarrow 1 \\ 1 \rightarrow 0 \\ 1 \rightarrow 1 \end{array} \left\| \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right\| \left\| \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right\|$$

Мазкур босқичдаги асосий вазифа шундан иборатки, элементар автоматнинг талаб қилинган ўтишларини таъминлай оладиган киришларнинг қийматларини аниқлашдир. Ўтишлар ўтишларнинг кодланган жадвалида (3, 4, 5, 6 устунлар) белгиланган. Киришларнинг қийматлари алоҳида киришли триггернинг (20.25) матрицаси бўйича аниқланади. Масалан, 20.12-жадвалнинг 1 сатрида триггерни (20.25) ўтишлар матрицаси бўйича $U_1(t-1) = 0$ дан $U_1(t) = 0$ ($0 \rightarrow 0$) га ўтишини амалга ошириш зарур. Бунинг учун триггернинг U_{11} киришига 0 сигналини узатиш керак. U_{01} киришнинг ҳолати фарқсиз. U_1 триггер учун бундай ўтишлар 2, 5, 9 ва 10-сатрларда мавжуд бўлгани учун уларнинг 7,8 — устунлар билан кесишган жойида $U_{01}(t-1) = d$ ва $U_{11}(t-1) = 0$ деб ёзиб қўйиш керак. 3, 3, 7, 11 ва 12-сатрлар ($1 \rightarrow 1$) ўтишларга мос келади, бинобарин, триггернинг (20.25) ўтишлар матрицасига биноан бу сатрларнинг 7,8-устунлар билан кесишиш жойида $U_{01}(t-1) = 0$ ва $U_{11}(t-1) = d$ деб ёзиб қўямиз. 6-сатрда ($0 \rightarrow 1$) ўтиш зарур, шунинг учун тегишли кесишган жойда $U_{01} = 0$ ва $U_{11} = 1$ деб ёзамиз. Шу тарзда бутун кенгайтирилган кодланган ўтишлар жадвали тўлдириб борилади. Агар элементар автоматлар сифатида бошқалар танланган бўлса, у ҳолда танланган элементар автоматнинг турига мос келувчи ўтишлар матрицаларидан фойдаланиш лозим.

Автомат структурасини қуриш. Ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвали комбинациялашган схемаларни синтез қилишда тузиладиган ҳақиқийлик жадвалига мос келади. Чап томонига автоматга киришларга ва автоматнинг бундан олдинги пайтдаги ҳолатларига мос келувчи устунлар тааллуқли бўлади. Унг томонга танланган элементар автоматларнинг киришларга мос келувчи устунлар тааллуқли бўлади. Бу ҳолда э.а.у.ў. (элементар автоматларни уйғотиш функцияси) бўлган буль функциялари системасини ҳосил қилиш ва мини-маллаштириш учун Карно хариталаридан фойдаланамиз.

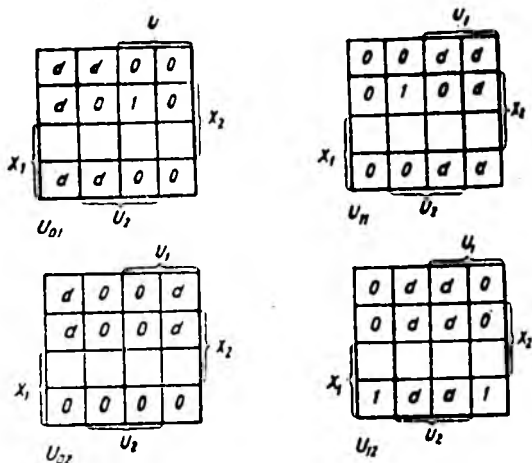
Бизнинг мисолимиз учун 20.11-жадвалга асосланиб, маълум методикага кўра Карно хариталарини ясаймиз. Улар 20.13-расмда кўрсатилган. Хариталарни қараб чиқишдан квадратларнинг бир қисми аниқланмаганлиги кўринади. Жумла-



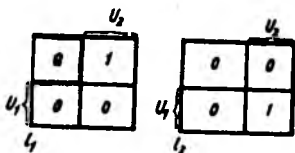
20.13- расм. Карно харитасининг берилиши.

дан, 20.11- жадвалда ҳаммаси бўлиб 12 та сатр бор, тегишли харитада эса 16 та квадрат бор. Бундан ташқари, уйғотиш функциясининг қиймати аҳамиятга эга бўлмаган квадратлар мавжуд. Э.а.у.ф. ни аниқлашда бу квадратлар шундай тарзда тўлдирладики, бунда чекли буль функциялари минимал бўлиши керак.

20.14- расмда Карно хариталарини охиригача аниқлашнинг варианти кўрсатилган бўлиб, у э.а.у.ф.нинг минимал системасини беради. Бу хариталар бўйича минимал э.а.у.ф. ни буль функцияларининг қўйидаги системаси кўринишида ёзиш мумкин:



20.14- расм. Карно хариталарини охиригача аниқлаш.



20.15- расм. Чиқиш функцияларининг Карно хариталари.

$$\begin{cases} U_{01} = X_2 \cdot U_1 \cdot U_2 \\ U_{11} = X_2 \cdot U_1 \cdot U_2 \\ U_{12} = X_1 \end{cases} \quad (20.26)$$

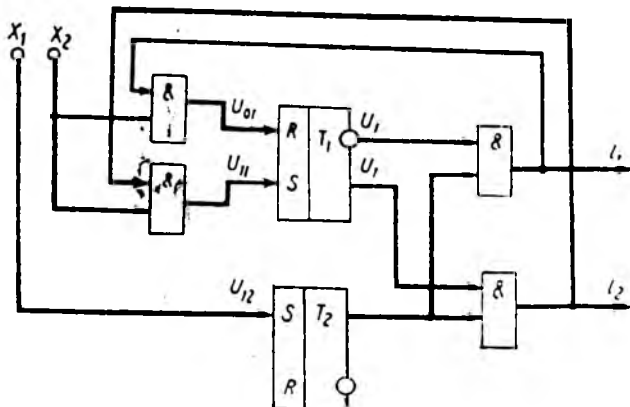
Шуни айтиб ўтиш керакки, охиригача аниқлашнинг мазкур вариантыда U_{02} кириш айнан нолга тенг.

Чиқиш функцияларини ҳосил қилиш принцип жиҳатдан э. а. у. ф. ни яшашдан фарқ қилмайди. Агар синтез қилинаётган автомат Мили автомати бўлса, у ҳолда чиқишларнинг тегишли кодланган жадвалида чап қисмида автоматга киришлар ва $(t - 1)$ пайтдаги ҳолатлар ёзилади, ўнг томонда киришларнинг иккили қийматлари ёзилади. Мур автоматлари учун чап томонда автоматнинг фақат $(t - 1)$ пайтдаги ҳолатлари ёзилади. Бизнинг кодлашга оид мисолимизга жавоб берувчи чиқишлар жадвали 20.11-жадвалда кўрсатилган. Унга мос Карно хариталари 20.15-расмда кўрсатилган. Ҳосил қилинган чиқишлар функцияси бундай кўринишда бўлади:

$$\begin{cases} I_1 = \overline{U_1} \cdot \overline{U_2} \\ I_2 = U_1 \cdot U_2 \end{cases} \quad (20.27)$$

Элементар автоматларнинг кўпчилик қабул қилган (эътироф этган) шартли белгилашларни келтирамиз.

20.12 ва 20.13--жадваллар бўйича шартли белгиларни ҳисобга олган ҳолда (20.26), (20.27) буль функциялари системаларини принципиал схемалар кўринишида тасвирлаймиз. Кўтаргични бошқариш системасининг принципиал схемаси 20.16-расмда кўрсатилган. Схеманинг ишлаши самарали йўл билан осон тасвирланади, яъни агар дастлабки ҳолатни ифодалаб кейин кириш сўзлари узатилса, у ҳолда чиқишда ўтиш-



20.16- расм. Кўтаргич билан бошқариш системасининг принципиал схемаси.

лар ва чиқишлар жадвалга мос келувчи комбинацияларга эга бўламиз. Шунингдек ўтиш керакки, кўтаргичнинг четки юқориги ва пастки ҳолатларга етиши чекли виключателлар билан қайд қиланади ва двигателнинг ўчирилиши мазкур бошқариш схемасидан автоном равишда юз беради.

Элементар автоматнинг турини танлаш. Элементар автоматнинг тури чекли автоматнинг умуман комбинацион қисмининг структураси ва мураккаблигини бир қийматли аниқлайди. Элементар автомат турининг структурага таъсир қилиши даражасини тезкор қурилмани синтез қилиш мисолида намойиш қилиб кўрсатамиз.

Кетма-кет тезкорлик қурилмасининг (КТҚ) ишлаш шартларини умумий кўринишда ёзамиз. КТҚ да битта кириш ва n та чиқиш бор. КТҚ n та борқарор ҳолатларда бўлиши мумкин, бунда чиқишнинг фақат битта қиймати бирга тенг, қолганлари нолга тенг. КТҚ га киришни X билан, чиқишни z_i билан ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), ички ҳолатни y_j билан ($j = 1, 2, 3, \dots, k$) белгилаймиз. КТҚ қуйидаги тарзда ишлайди. Киришга $x = 1$ сигнал узатилганда, агар система $z_i = 1$, қолганлари эса ноллар бўладиган ҳолатда бўлса, КТҚ нинг ишлашини қараб чиқишдан қурилманинг чиқишлари фақат ички ҳолатларга боғлиқлиги, демак, у Мурнинг чекли автомат модели билан тавсифланиши мумкинлиги кўринади.

Кириш сўзи $X = 0$ ни ρ_1 билан, $X = 1$ ни ρ_2 билан белгилаймиз. Шунингдек, чиқишлар ва ҳолатлар ўртасида қуйидаги мосликни ўрнатамиз. Y ҳолатга $Z_1 = 1$ чиқиш, y_2 га $Z_2 = 1$ чиқиш мос келади ва ҳоказо. Методнинг ҳамма усулларини $n = 8$ бўладиган ҳол учун бажарамиз. (20.23) формуладан элементар автоматлар сони $k = \log_2 8 = 3$ га тенглиги келиб чиқади.

КТҚ ишлашининг умумий шароитлари ёзувидан ўтишлар жадвалини тузамиз (20.13- жадвал).

20.13- жадвал. Ўтишлар жадвали

y x	y_1 Z_1	y_2 Z_2	y_3 Z_3	y_4 Z_4	y_5 Z_5	y_6 Z_6	y_7 Z_7	y_8 Z_8
ρ_1	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8
ρ_2	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_1

Икки ҳолатларни кодлаш натижалари 20.14-жадвалда келтирилган.

20.14-жадвал. Ички ҳолатларни кодлаш

U	U_1	U_2	U_3
y_1	0	0	0
y_2	0	0	1
y_3	0	1	0
y_4	0	1	1
y_5	1	0	0
y_6	1	0	1
y_7	1	1	0
y_8	1	1	1

Элементар автоматларнинг учта тури учун ўтишларнинг кенгайтирилган кодланган жадвалини тузамиз: такт учун кечиктириш элементи, алоҳида киришли триггер саноқ киришли триггер. У 20.15-жадвалда кўрсатилган.

Бу жадвалнинг ўзига хос хусусияти шундаки, t пайтда ҳолатни кодлаш такт учун кечиктириш элементига киришли билан мос тушади, бу унинг ишлашини мазмунан қараб чиқишдан ва тегишли ўтишлар матричасидан келиб чиқади.

Такт учун кечиктириш элементи учун

$$\begin{cases} U_1 = X \cdot \bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2 \cdot \bar{U}_3 \vee X U_1 U_2 X U_2 \vee \bar{X} U_1 \\ U_2 = X \cdot U_2 \bar{U}_3 \vee X \bar{U}_2 U_3 \vee \bar{X} U_2 \\ U_3 = X \bar{U}_3 \vee \bar{X} U_3 \end{cases} \quad (20.2)$$

Алоҳида киришли триггер учун:

$$\begin{cases} U_{01} = X U_1 U_2 U_3 \\ U_{11} = X \bar{U}_2 U_2 U_3 \\ U_{01} = X U_2 U_3 \\ U_{12} = X \bar{U}_2 U_3 \\ U_{03} = X U_3 \\ U_{13} = X \bar{U}_3 \end{cases} \quad (20.2)$$

Саноқ киришли триггер учун:

$$\begin{cases} U_1 = X U_2 U_3 \\ U_2 = X U_3 \\ U_3 = X \end{cases} \quad (20.3)$$

(20.28), (20.29), (20.30) тенгламалардан саноқ киришли триггернинг элементар автомат сифатида қўлланиши минимал комбинацияланган қисмли структурани беради.

n — чиқишлар ҳоли учун индуктив равишда саноқ киришли триггерларнинг а.э.у.ф. ни КТҚ учун қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

Тир- тиб №	x	y ₁ (—)	y ₂ (—)	y ₃ (—)	Такт учун кечкиш			Саноқ ки- ришли триггер.			Алоҳида киришли триггер					
					U ₁	U ₂	U ₃	U ₁	U ₂	U ₃	U ₀₁	U ₁₁	U ₀₂	U ₁₂	U ₀₃	U ₁₃
					1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	d
2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	d	0	d	0	0	d
3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	d	0	0	d	d	0
4	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	d	0	0	d	d	0
5	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	d	d	9	d	0
6	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	d	d	0	0	d
7	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	d	0	d	d	0
8	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	d	0	d	0	d
9	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	d	0	d	0	0	1
10	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	d	0	0	1	1	0
11	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	d	0	0	d	0	1
12	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
13	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	d	d	0	0	1
14	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	d	0	1	1	0
15	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	d	0	d	0	1
16	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0

$$\begin{cases}
 U_1 = X U_2 U_3 \cdot U_4 \dots U_k \\
 U_2 = X U_3 U_4 U_i \dots U_k \\
 \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\
 U_i = X U_{i+1} \cdot U_{i+2} \dots U_k \\
 U_k = X
 \end{cases}
 \quad (20.31)$$

Бу ерда $k = \log_2 n$, $n = 4, 8, 16, 32, \dots, 2^k$

Чиқишларнинг вазифасини бажарувчи схема ҳамма бирик-маларга мўлжалланган дешифратордан иборат.

Шундай қилиб, биз чекли автоматлар назарияси методла-рининг даврий жараёнларни бошқариш системаларини таҳлил ва синтез қилиш учун қўлланиш имкониятларини кўрсатдик. Бироқ шуни таъкидлаб ўтиш керакки, чекли автоматлар наза-риясининг қўлланиш соҳаси шу билангина чекланиб қолмайди, у мураккаб системаларни таҳлил қилиш ва синтез қилиш учун самарали методлар беради.

Учинчи бўлим

АВТОМАТЛАШТИРИШ СИСТЕМАЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ

XXI БОБ. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ СИСТЕМАЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШ

XXI.1-§. АВТОМАТЛАШТИРИШ ЛОЙИХАСИНИНГ ВАЗИФАС ВА ЛОЙИХАЛАШ МАСАЛАЛАРИ

Саноатнинг кимё, озиқ-овқат ва бошқа тармоқлари амалдаги корхоналарини замоналаштириш ва янгиларини тиш ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш турли масалаларини ҳал қилиш билан боғлиқ катта ҳажм ишларни бажаришни кўзда тутди. Автоматлаштириш системаларини ишлаб чиқиш ва бевосита ишлаб чиқариш жараёнларига жорий қилиш — кўп босқичли жараёндир. Унга илмий тадқиқот, лойиҳалаш ва монтаж-созлаш ишлари, шунингдек ишлатиш жараёнида автоматлаштириш системаларини ишончли ишлашини таъминловчи тадбирлар мажмуаси керак.

Замонавий ишлаб чиқаришнинг ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришда ҳал қилинадиган масалалар мутахассислардан турли автоматлаштириш асбобларининг тузилиши ва ишлаш принципларини, автоматик системаларнинг турли кўринишлари ва синфларини яшаш методларини билишни ҳақиқатан ҳам технологик жараёнларни автоматлаштириш соҳасидаги ишлар билан бирга аниқ ва бир қийматли алмашиш мумкин бўлган умумий техник тилни эгаллашни ҳам талаб қилади. Бу борада технологик жараённи автоматлаштиришнинг мантиқий ҳисобланган ва техник жиҳатдан асосланган системасининг автоматлаштириш системаларини монтаж қилиш, созлаш ва ишлатиш масалалари билан шуғулланувчи мутахассислар учун бирдай тушунарли бўладиган тилда ифодаланиши керак, дейлик макдир. Бунда барча мутахассисларда яратилаётган автоматлаштириш системасининг асбоб билан таъминланиши, бериладиган ростлаш қонунларини амалга ошириш, асбобларни автоматлаштириш воситаларини монтаж қилиш усулларини импульсли ва команда линияларини ва манба линияларини ўтказиш соҳасида тушунча ягона бўлиши керак.

Бу бир сўздан тушунишга, масалан, монтаж ишлари, ишловчилар системани ишлаб чиқиш ёки ишлатиш жараёни, монтажчиларнинг бевосита иштирокисиз қай тарзда эриши мумкин? Бундай бир-бирини тушуниш махсус ишлаб чиқилган техник ҳужжат воситасида таъминланади, бу ҳужжат технологик жараённи автоматлаштириш лойиҳаси дейилади.

XXI.2- §. АВТОМАТЛАШТИРИШ СИСТЕМАЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ БОСҚИЧЛАРИ

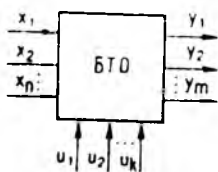
Янги саноат объектларини қуриш ва мавжуд корхоналарни ята қуриш лойиҳа асосида амалга оширилади. Лойиҳа техникавий ҳужжатларнинг комплексидан иборат бўлиб, буларга объектни қуриш ёки қайта қуриш заруриятини принципиал ғарзда асословчи ёзувлар, ностандарт ускуналарни тайёрлаш учун лозим бўлган, шунингдек, ҳамма турдаги қурилиш-мониторинг ва сошлаш ишларини амалга ошириш учун керак бўлган инсоблашлар ва чизмалар киреди.

Қуриладиган объектнинг мураккаблигига қараб лойиҳа маълум қисмлардан иборат бўлади. Лойиҳада техника-иқтисодий, технологик, қурилиш, сантехника, электр, автоматика ва аби қисмлар бўлиши мумкин. Автоматлаштириш лойиҳасининг бир бўлими бўлган технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматик ростлаш ҳамда бошқариш қисмини шу оҳага ихтисослаштирилган ташкилот ёки технологик лойиҳалаш институтининг автоматлаштириш бўлими (гуруҳи) амалга оширади. Бу лойиҳа технологик жараёнларнинг рационал ишлашини ва ускуналар ишидаги хавфсизликни таъминловчи назорат ўлчов асбобларини, ростлагичлар, автоматика ва сигнализация қурилмаларини, лойиҳалаштирилаётган объектда ишлатиладиган техникавий ҳужжатларни ўз ичига олади.

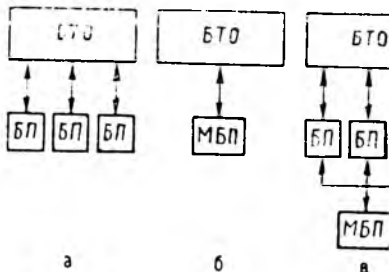
Лойиҳалашни бажаришда лойиҳанинг технологик қисмини узувчи ташкилот ва ёки буюртмачи берган топшириқ асос бўлиб хизмат қилади. Айрим вақтларда топшириқни тузишда автоматлаштириш лойиҳасини бажарувчи ташкилот ҳам жалб қилинади. Лойиҳалаш топшириқларига қуйидагилар киреди: а) лойиҳалаштирилаётган объектнинг таркиби, технологик жараённинг қисқача баёни, қурилма ва ускуналарнинг характеристикаси; б) атроф-муҳитнинг характеристикаси кўрсатилган ҳолда назорат қилинадиган ва ростланадиган катталикларнинг натижаси; в) назорат қилиш ва ростлашда рухсат тилган хатолар ва асбобларнинг функционал белгилари (кўрсатиш, ёзиш, интеграллаш, сигнализация ва бошқалар).

Назорат, автоматик ростлаш ва бошқариш системаларини лойиҳалаш махсус кўрсатмаларга мувофиқ амалга оширилиши мумкин.

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш системаларини лойиҳалаш босқичида бошқаришнинг технологик объектлари (БТО) муфассал таҳлил қилиниши керак. Бунда таҳлил системаси бўлиши, ишлаб чиқариш жараёнини техник жиҳозлаш ва технология, хомашё ва тайёр маҳсулот сифати, жараённи бошқаришни ташкил этиш нуқтан назаридан тадқиқ этишни кўзда тутиш лозим. Таҳлил жараёнида аниқ ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнлари ўрганилади, жараённи ифодаловчи катталиклар аниқланади, улар орасидаги ўзаро боғланиш топилади.



21.1- расм. Бошқариш объекти сифатида технологик жараён.



21.2- расм. Автоматлаштириш сис­тининг структура схемалари.

а — марказлаштирилмаган; б — марказлашган бир погонали; в — марказлаштирилган погонали.

БТОнинг жорий ҳолатини (21.1-расм) қуйидаги каттлар белгилайди:

дастлабки маҳсулотлар (хомашё ёки олдинги техно жараён маҳсулоти) ва энергетик оқимларнинг сифати ; миқдорини ифодаловчи кириш X_1, X_2, \dots, X_n катталикла қаралаётган жараённинг ҳолатини (температура, сарф, боси хоссаларини (зичик, қовушоқлик, рН) ифодаловчи чиқиш Y_1, Y_2, \dots, Y_n катталиклар;

U_1, U_2, \dots, U_k рoстловчи таъсирлар, улар ёрдамида те гик режим тутиб турилади.

БТО таҳлили натижалари автоматлаштириш тизим самарали тузилмасининг аниқ масалаларини аниқлашдир. матлаштириш тизимининг энг оддий тузилмалари бир ламали марказлаштирилган системалар бўлади (21.2-рас Бундай тизимлар технологик жараёнлар (ТЖ) функц боғланмаган ёки ўзаро кучсиз боғланган ишлаб чиқариш қўлланилади. Бу системаларда ҳар бир участка учун ишлаб чиқариш бўлинмаси учун шахсий (индивидуал) ош қариш пунктлари (БП) яратилади, улар автоматлаштири учун зарур барча воситалар билан жиҳозланади. Уларда қуй даги вазифалар ҳал қилинади: технологик катталикларни ўлчаш ва назорат қилиш, уларнинг чегара қийматлари ҳақ да сигнал бериш, технологик регламент билан аниқланадиг параметрларни ушлаб туриш. Бу системаларда бир турда ТЖ лар учун (масалан, иситиш жараёни учун аппаратури расмийлаштириш ва қайта ишланаётган маҳсулотнинг хосс ларидаги фарққа қарамасдан автоматлаштириш бўйича ум мий ечимлардан фойдаланилади. Автоматлаштириш систем сини зарур ва етарлича аниқ маълумот билан таъминлов рoстланувчи катталикни ва назорат нуқталарини тўғри та лашдадир.

Ҳозирги пайтда ишлаб чиқариш жараёнларини автома

лаштириш автоматлаштириш системаларнинг жиҳозланиши-
нинг турли даражада бўлиши билан ифодаланadi. Технологик
бошқариш объектлари — агрегатлар, қурилмалар, ишлаб
чиқариш тизимлари ва цехлари — марказлашган автоматлаш-
тириш системалари билан борган сари кўпроқ жиҳозланмоқда
(1.2-расм, б). Бу системалардан марказий бошқарув пультига
(МБП) объект тўғрисидаги барча ахборот чиқарилади. Мар-
казлаштирилган системалардан ишлаб чиқаришларда фойда-
ланиш тажрибаси қуйидаги кўринишдаги бир қатор камчи-
ликларни аниқлади: автоматлаштириш системасининг ишлаши
шончилиги МБП ида хатоларни тузатиш мумкин бўлмаган-
лиги туфайли пасайди; МПБ ни ва алоқа линияларини техник
жиҳозлашга кетадиган ҳаражатлар ошди, бу МБП даги барча
оператив ахборотнинг тўпланишига боғлиқ МБП да таъмир-
лаш ва профилактик ишларни бажариш куну-тун ишловчи
электрик ТЖ ли корхоналар учун мураккаблашди.

Санаб ўтилган камчиликлар марказлашган икки сатҳли
(икки поғонали) автоматлаштириш системаларини ишлаб
чиқариш учун асос бўлади (21.2-расм, в), уларда МБП марказ-
лашмаган системалардаги каби ана шу вазифаларни
амалга оширувчи шахсий (индивидуал) бошқариш пунктла-
рини тўлдирadi. МБП да (юқори даража) БТО (бошқариш-
нинг технологик объектлари) ҳақидаги ахборотга ишлов бери-
лади ва БТО нинг айрим агрегатлари иш режимини ўзгарти-
рувчи командалар шаклланади.

Кўпчилик замонавий корхоналарни киритиш мумкин бўл-
ган мураккаб объектларни марказлашган автоматлаштириш
системалари МБПга келаётган катта ҳажмдаги ахборотга
ишлов бериш ва таҳлил қилиш учун ҳусоблаш техникаси (ҲТ)
воситаларидан фойдаланиш даражасига қараб кенг тарқал-
моқда. БТО ҳақидаги ахборотнинг МБП да тўпланиши ундан
объектни оптимал бошқаришни амалга ошириш учун оператив
фойдаланишга имкон беради, бу фақат технологик қурилма-
нинг унумдорлигини ва ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг
сифатини ошириб ҳамда хом ашё исрофини камайтирибгина
эмалмай, балки бошқарувни янгича ташкил этишни ҳам — тех-
ник иқтисодий кўрсаткичларни оператив ҳисоблашни, айрим
ишлаб чиқариш агрегатларининг ва умуман корхонанинг
ишловини мувофиқлаштиришни таъминлайди. Тузилиш схемасида
автоматлаштириш системаларига эга бўлган ҲТ воситалари
технологик жараёнларни автоматик бошқариш системалари
(ЖАБС) дейилади.

Технологик жараёнларни автоматлаштириш системаларини
ойиҳалаш бир ва икки босқичда бажарилади. Икки босқичли
ойиҳалашда техникавий лойиҳа (ТЛ) тузилиб, иккинчи бос-
қичда ишчи чизмалар (ИЧ) яратилади. Бир босқичли лойиҳа-
лашда иккала босқич бирлаштирилган бўлиб, буни техник
ишчи лойиҳа (ТИЛ) дейилади. Бир босқичли лойиҳалаш анча
улайдир. Бу ҳолда содда объектларнинг автоматлашган сис-

темалари лойиҳаларини тузиш ва мураккаб бўлмаган тип лойиҳаларни жорий этиш ёки иқтисодий жиҳатдан тежа индивидуал лойиҳаларни қайта ишлатиш мақсадга муво ҳисобланади.

Технологик жараёнларнинг автоматлаштириш системани ҳисоблаш машиналарини ишлатиб лойиҳалаштириш шунингдек, янги ўзлаштирилмаган, ёки жуда мураккаб нологияли ишлаб чиқариш, ёхуд янги ускуналар ишлатиш объектларни автоматлаштиришда юқорида кўрсатилган л ҳалаштириш босқичларидан аввал илмий-текшириш ёки т риба-конструкторлик ишлари амалга оширилади, уларн натижаларидан эса лойиҳа тузишда фойдаланилади.

Техникавий лойиҳани яратиш жараёнида автоматлашти системаларининг ҳажми, тузиш асослари ва уларни ам оширувчи техникавий воситаларнинг комплексларини лашни асослаб бериш, шунингдек, автоматлаштириш сист ларининг смета нархларини аниқлаш лозим. Бундан ташқ техникавий лойиҳа босқичларида технологик жараёнлар асосий технологик ускуналарнинг автоматлаштириш шар рига мувофиқлик масалалари кўрилади ва лозим топ автоматлаштиришга мос шароит яратиш мақсадида ула модернизациялаш ёки қайта қуриш учун тадбирлар рилади.

Ишчи чизимларни яратишда шчит ва пультларни та лаш, автоматлаштириш воситалари ва асбобларини тан ҳамда буюртма, шунингдек, қурилиш ва монтаж ишлар амалга ошириш учун етарли бўлган техникавий лойиҳа вазифалари аниқланади ва деталлаштирилади. Автомат тириш системалари ишчи чизмаларининг ҳажми ва тар қурилиш ва монтаж ишларини замонавий усулларда ам ошириш имконини бериши ва монтаж майдонидан ташқ тайёрланган блоклардан фойдаланишни ҳам қамраб ол лозим.

Техник лойиҳада қуйидаги ҳужжатлар ишлаб чиқил технологик жараёнларни автоматлаштириш схемалари, ц лар, пультлар ва ҲТ воситаларини жойлаштириш режал автоматлаштириш асбоблари ва воситалари, ҲТ воситал шчитлар, пультлар, электроаппаратуралар, монтаж қи буюмлари ва бошқаларнинг буюртма ҳужжатлари, тушунти хати.

Ишчи чизмаларни бажариш босқичида қарорлар аниқ тирилади. Бу босқичда назорат, автоматик ростлаш, бо риш, сигнализация ва манбанинг принципиал электр ва л матик схемалари ишлаб чиқилади; шчит ва пультлар умумий кўринишлари; шчит ва пультларнинг монтаж қи схемалари; ташқи электр ва трубади ўтказгичларнинг с лари; асбобларнинг, автоматлаштириш воситаларининг, воситаларининг, электроаппаратуранинг, шчитлар ва п ларнинг, кабеллар ва ўтказгичларнинг, монтаж қилиш

риаллари ва буюмларнинг буюртма спецификациялари ишлаб чиқилади.

Технологик жараёнларни автоматлаштириш системаларини лойиҳалашда лойиҳа ҳужжатларининг сифатини ошириш, уларнинг ҳажмини ва муддатини қисқартириш учун автоматлаштириш соҳасида илғор саноат тажрибаларини ўзида мужассамлаштирган индуктив ва норматив материалларга асосланиш, шунингдек, умумсаноат ва тармоқ характерига эга бўлган норматив материаллардан фойдаланиш керак. Технологик жараёнларни автоматлаштириш системаларининг лойиҳаларини яратишда типавий лойиҳалар, ечимлар, конструкциялар ва шу кабилардан максимал даражада фойдаланиш керак.

Автоматлаштириш системаларини лойиҳалаш мураккаб ва меҳнат талаб жараён бўлса, унда ижодий иш (муҳандислик таҳлили, ечимлар вариантларини тайёрлаш) типавий лойиҳавий ечимлардан фойдаланиш билан қўшиб олиб борилгани учун кўпчилик жамоаларнинг кучи автоматик лойиҳалаш системаларини (АЛС), автоматлаштириш системаларини ишлаб чиқиш билан боғлиқ масалаларни ҳал этишга қаратилган. Бунда АЛС деганда лойиҳалашнинг турли босқичларида масалаларни босқичма-босқич ҳал этишни таъминловчи ЭҲМлар учун ҳисоблаш программалари тўплами тушунилади. Бу ишларни бажаришнинг биринчи босқичи тармоқ лойиҳа ташкилотларида тармоқда фойдаланиладиган автоматлаштиришнинг техник воситалари номенклатурасини акс эттирувчи ахборот ҳисоблаш базасини яратиш ҳисобланади.

Ҳозирги пайтда автоматлаштириш системаларини лойиҳалашнинг ноижодий қисми маълум даражада формалаштирилган ва замонавий ҲТ воситаларидан фойдаланиб ҳал қилинмоқда, автоматлаштириш элементлари ва воситаларини ҳисоблаш, АҲВ ини таҳлил ва синтез қилиш, лойиҳалашнинг матн ва чизма қисмларини расмийлаштириш (безаш). Лойиҳалашни автоматлаштириш, лойиҳавий ҳужжатларни ишлаб чиқиш муддатларини камайтиради ва унинг сифатини оширади.

XXI.3-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ СХЕМАЛАРИ

Автоматлаштиришнинг принципиал схемаси лойиҳанинг асосий техникавий ҳужжати бўлиб, у технологик қурилманинг автоматлаштирилиш даражаси ва принципини кўрсатади. Бунда бошқариш системасини тузишнинг бош босқичида қабул қилинган барча принципиал ечимлар ўз ифодасини топади. Чизма бошқариш объекти, назорат, ростлаш, дастурли бошқариш, сигнализация, блокировка, ҳимоя ва автоматлаштиришда ишлатиладиган воситалар ҳақида тушунча бериши лозим. Одатда сигнализация, блокировка ва ҳимоя махсус чизмаларда кенгайтириб берилади. Принципиал чизмаларда бошқариш органлари ва коммуникациялар билан бирга техноло-

гик қурилмаларнинг чизмаси, автоматлаштириш воситаларининг технологик агрегатларнинг турли қурилмалари билан автоматлаштириш воситалари ўртасидаги ўзаро боғланишларни схематик кўрсатилади.

Автоматлаштириш масалалари технологик воситаларда фойдаланиб ҳал этилади, бу воситаларга танланган қурилмалар, дастлабки ахборотни аниқловчи воситалар, ахборотни алмаштириш ва қайта ишлов бериш воситалари, хизмат кўрсатувчи ходимларга ахборотни таништириш ва чиқариб бериш воситалари ҳамда ёрдамчи воситалар киради.

Технологик жараёнларни автоматлаштириш схемаларининг (ТЖАС) ишлаб чиқишда қуйидаги қоидаларга амал қилиш лозим:

1) автоматлаштиришнинг техник воситаларини танлашда технологик жараённинг характерини, жараённинг ёнғинга портлашга мойиллигини; атроф муҳитнинг заҳарлилигини, агрессивлигини; ўлчанаётган муҳитнинг физик-кимёвий хосларини ва параметрларини; ўлчов ўзгарткичларининг ўрнатилган жойидан назорат ва бошқарув пунктларигача ахборот сигналларини узатиш узоқлигини (масофасини), бошқариш системасига ишончлилиги аниқлиги ва тез таъсир кўрсатиши хусусидаги талабларни ҳисобга олиш зарур;

2) ТЖАС автоматлаштиришнинг ХТ нинг сериялаб ишлаб чиқариладиган воситалари асосида қурилиши керак; бундан қўшилиши (бирикмаси) соддалиги, ўзаро боғланувчанлик шартларда ва бошқарув пультларида жойланиши қулайлиги билан ифодаланувчи бир хиллаштирилган системалардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир;

3) автоматлаштириш системалари фақат сериялаб чиқариладиган аппаратура асосидагина ясалиши мумкин бўлмаган ҳолатларда лойиҳалаш жараёнида янги автоматлаштириш воситаларини ишлаб чиқиш учун техник вазифалар берилади;

4) ёрдамчи энергиядан (электр ёки пневматик) фойдаланувчи автоматлаштириш воситаларини танлашда автоматлаштириладиган объектнинг ёнғин чиқиши ва портлашга хавфлилик шароитлари билан, ахборот ва бошқариш сигналларининг тез ишлаши ва узатиш масофасига қўйиладиган талаблар билан белгиланади;

5) диспетчерлик шчитлари ва пультларида ўрнатиладиган сигнализация ва бошқариш асбоблари ва аппаратураси мундари чекланган бўлиши керак. Аппаратуранинг ортиқча (кўп) бўлиши хизмат кўрсатувчи ходимларнинг диққат эътиборини технологик жараённинг кечишини белгиловчи асосий автоматлаштириш воситаларидан четга тортади, қурилмани ишлаш тишини мураккаблаштиради, унинг таннархини ошириб юбаради;

6) ТЖАСини ишлаб чиқишда системадаги бошқарув вазифаларини орттира бориш имконини ҳисобга олиш керак.

Автоматлаштириш схемасининг юқори қисмида технологик

схема тасвирланади, у ТБО нинг ишлаш принципи ҳақида тасаввур бериши керак. Принципиал чизмаларда датчикларнинг сезгир элементлари, ростлаш органлари ва ижро этувчи механизмлари технологик чизманинг тахминан монтаж қилиниши лозим бўлган нуқталарида ифодаланади.

Технологик чизмаларда технологик жараённинг характерини ифодалайдиган кўринишда агрегатлар соддалаштириб кўрсатилади; бунда масштабга эътибор берилмайди; лекин агрегатларнинг шакли тахминан ўхшаш бўлиши керак.

Технологик чизмалар, одатда, чапдан ўнгга қараб ўқилади. Аппаратларни ифодалайдиган чизиқларнинг қалинлиги 0,2 ... 0,3 мм бўлиши керак. Чизмада ҳар бир аппарат белгиланиб кўрсатилади. Агар аппаратлар рақамлар билан белгиланган бўлса, у ҳолда ускуналарни кўрсатувчи жадвал (экспликация) берилади.











Технологик қурувларни автоматлаштиришнинг принципиал чизмасида суюқлик, буғ ва газ учун мўлжалланган қурувлар шартли белгилар асосида ифодаланади. Уларнинг баъзилари 21.1-жадвалда келтирилган. Қурув чизиқларининг узилишида ёнма-ён рақамлар орасидаги масофа 50 мм дан кам бўлмаслиги керак. Агар технологик чизмада назарда тутилмаган суюқ ёки газсимон муҳитларнинг белгилари учраса, бошқа рақамлардан фойдаланиш мумкин, фақат бу ҳолда чизманинг бир четида қабул қилинган шартли белгиларга изоҳ берилиши керак.

Чизмаларни ўқишни осонлаштириш мақсадида трубопровод белгиларига модда йўналишини кўрсатувчи стрелкалар қўйи-

21.1-жадвал. Қурувларнинг шартли белгилари

Қурувдаги маҳсулот	Шартли белгилари	Рангли белгилаш	
		ранги	бўёқ
Лойиҳада кўп учрайдиган суюқлик ёки газ	—	Қизил Қора	Киноварь, кармин, сурик, қора тушъ
Сув	—1—1—	Кўк	Лазурли гуммигут
Буғ	—2—2—	Кул ранг	Паст эритилган киноварь, кармин
Ҳаво	—3—3—	Зангори	Лазурь, кобальт
Азот	—4—4—	Тўқ сариқ	Охра
Кислород	—5—5—	Яшил	Ультрамарин
Аммиак	—11—11—	Қўнғир	Паст эритилган қора тушъ
Кислота	—12—12—	Алифт.ли	Охрали яшил
Ишқор	—13—13—	Қўнғир жи- гар ранг	Селия
Ёғ	—14—14—	Жигар ранг	Куйдирилган сиена
Суюқ ёқилги	—15—15—	Сариқ	Гуммигут
Водород	—16—16—	Оч сариқ	Охрали киноварь
Ёнғинга қарши қурув- лар	—26—26—	Қизил	Киноварь, кармин, сурик
Вакуум қурувлар	—27—27—	Оч қўнғир	Суюқтирилган қора тушъ

Номи	Белгиланиши
Шчитдан ташқарида (жойида) ўрнатилган асбоб	
Шчитда, пультада ўрнатилган асбоб	
Ижрочи механизм. Умумий белгиланаши.	
Боғланиш чизиқлари	
Боғланиш чизиқларининг ўзаро кесишиши	
Температурани ўлчаш учун жойига кўра ўрнатилган дастлабки ўлчов ўзгарткичи (сезгир элемент)	
Ўрнига кўра ўрнатилганини кўрсатувчи температуранинг ўлчаш учун асбоб	
Шчитда ўрнатилганини кўрсатувчи температуранинг ўлчаш учун асбоб	
Ўрнига кўра ўрнатилган кўрсаткичларни масофадан туриб температуранинг ўлчаш учун шкаласиз асбоб	
Шчитда ўрнатилганини кўрсатувчи бир нуқтали, қайд этувчи температуранинг ўлчовчи асбоб	
Шчитда ўрнатилган, қайд этувчи, автоматик айланиб чиқувчи қурилыали температуранинг ўлчовчи асбоб	
Шчитда ўрнатилган, пропорционал — интеграл ростловчи, қайд этувчи температуранинг ўлчаш учун асбоб	
Жойига кўра ўрнатилган, шкаласиз позицион қонун билан ростланувчи температура ростлагичи	

Ндми	Белгиланиши
Жойига қараб ўрнатилган, контакт қурилмали шкаласиз температура ўлчаш учун асбоб	
Шчитда ўрнатилган, юқори ва пастки сатҳларида сигнализацияли, контактли қурилма билан кўрсатувчи сатҳни ўлчовчи асбоб	
Шчитда ўрнатилган, вақтинча дастур бўйича жараёни бошқариш учун асбоб	
Жойига кўра ўрнатилганини кўрсатувчи маҳсулот сифатини ўлчовчи асбоб	
Жойига кўра ўрнатилган сигнал ўзгарткич. Кириш сигнали пневматик, чиқиш сигнали — электрик	
Кўпайтириш вазифасини бажарувчи ҳисоблаш қурилмаси	
Электр двигателни бошқариш учун юргизиш аппаратураси	
Шчитда ўрнатилган, масофадан бошқариш бойпас панели	
Шчитда ўрнатилган, бошқаришни танлаш учун мўлжалланган бошқарув калити Ростловчи орган	 S101-2 

**Ўлчанаётган катталиклар ва асбобларнинг функционал белгиларининг
харфий белгиланиши**

Белги	Ўлчанадиган катталик		Асбобнинг функционал белгиси		
	асосий белгиланиши	қўшимча белгиланиши	ахборотнинг аксланиши	чиқиш сигналнинг шаклланиши	қўшимча қиймат
A	+	—	Сигнализация	—	+
B	+	—	—	—	—
C	+	—	—	Автоматик ростлаш, бошқариш	—
D	Зичлик	Фарқ, ўзгариш	—	—	—
E	Истаган электр катталик	—	+	—	—
F	Сарф	Нисбат, каср	—	—	—
G	Ўлчам, силжиш, ҳолат	—	+	—	—
H	Қўлда таъсир	—	—	—	Ўлчанаётган катталикнинг юқори чегараси
I	+	—	Кўрсатиш	—	—
J	+	Автоматик уланиш, сурилиш	—	—	—
K	Вақт, вақтли дастур	—	—	+	—
L	Сатҳ	—	—	—	Ўлчанадиган катталикнинг пастки чегараси
M	Намлик	—	—	—	—
N	+	—	—	—	—
O	+	—	—	—	—
P	Босим, вакуум	—	—	—	—
Q	Сифатни ифодаловчи катталик	Вақт бўйича интеграллаш, жамлаш	—	+	—
R	Радиоактивлик	—	Қайд этиш	—	—
S	Тезлик, частота	—	—	Улаш, узин қайта улаш, блокировка	—
T	Температура	—	—	+	—
U	Бир нечта турли ўлчанувчи катталиклар	—	—	—	—
W	Масса	—	—	—	—
V	Қовушоқлик	—	+	—	—
X	Тавсия этилмайдиган захира ҳарф	—	—	—	—
Y	+	—	—	+	—
Z	+	—	—	—	—

Эслатма: «Плюс» ишораси билан белгиланган ҳарфий белгилаш ва белги бўлиб, «минус» ишораси билан белгиланганлари фойдаланилмайди.

1.4-жадвал. Асбобларнинг функционал белгиларини акс эттирувчи қўшимча ҳарфий белгилашлар

Белгилашлар	Номланиши
	Сезгир элемент (бирламчи ўзгартириш) Масофадан узатиш (оралиқ ўзгартириш) Бошқариш станцияси Ўзгартириш, ҳисоблан: функциялари

ади, шунингдек, чизмада принципиал вазифага эга бўлган ўсувчи мосламаларнинг белгилари ҳам берилади. Трубопровод белги чизиқларининг кенглиги 0,6 ... 1 мм бўлиши керак.

Автоматлаштиришнинг принципиал чизмасида технологик сараённи автоматик бошқариш воситаларининг ҳаммаси лартли равишда кўрсатилади. Принципиал чизмаларда автоматлаштириш воситаларининг шартли тасвирлари ГОСТ 1.404—85 талаблари асосида бажарилади (21.2, 21.3, 21.4-жадваллар).

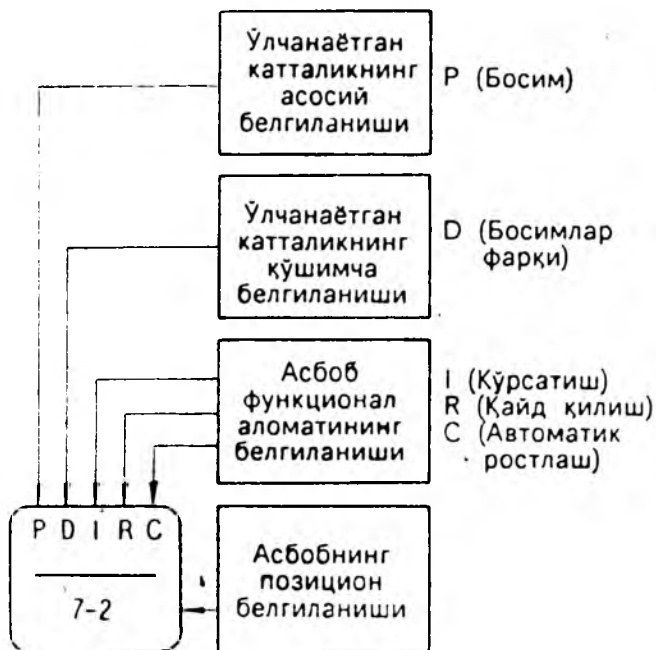
Автоматлаштириш принципиал чизмасининг пастки қисмида бошқариш шити ва пультага монтаж қилинадиган назорат ва автоматика асбоблари кўрсатилади.

Автоматлаштириш асбоблари ва воситаларини ва шартли белгиларини белгилашнинг икки усули тавсия этилади: содалаштирилган ва муфассал кенгайтирилган белгилаш услубида мураккаб вазифаларни, масалан, назорат, ростлаш ва синализацияни амалга оширувчи ҳамда айрим блок кўринишида ишланган автоматлаштириш асбоблари ва воситалари битта шартли белги билан ифодаланади. Ёрдамчи вазифаларни бжарувчи қурилмалар (фильтрлар, редукторлар, кучайтиргичлар, ток манбалалари, монтаж элементлар ва бошқалар) тасвирланмайди.

Муфассал кенгайтирилган белгилаш услубида ҳар бир асбоб ёки блок алоҳида шартли белги билан тасвирланади.

Асбобнинг шартли белгиланишини 21.3-расм ифодалайди. График тасвирнинг юқори қисмида ўлчанаётган катталиқнинг ва асбобнинг функционал белгиларининг ҳарфий белгилари ифодаланади, пастки қисмида эса асбобнинг ёки автоматлаштириш воситалари мажмуасининг позицион белгилари қўйилади. Битта параметрни ўлчаш, сигналлаш ёки ростлаш учун мўлжалланган воситалар тўплами комплект дейилади. Автоматлаштириш воситалари комплектидаги (барча асбоблар битта номер билан белгиланади, унинг ҳар бир таркибий қисмига эса (ўлчовчи, ростловчи асбобга ва бошқа элементларга) қўшимча рақамли индекс берилади.

Аппаратура комплектида қўшимча рақамли индексларнинг берилиши қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади: датчик, ўлчовчи ёки ростловчи асбоб, қайта улагич ва ҳоказо. Автоматлаштириш схемасининг (АС) позицион белгиланиши



21.3-расм. ГОСТ 21.404-85 бўйича асбобнинг шартли белгиланишини ифодалаш принципи.

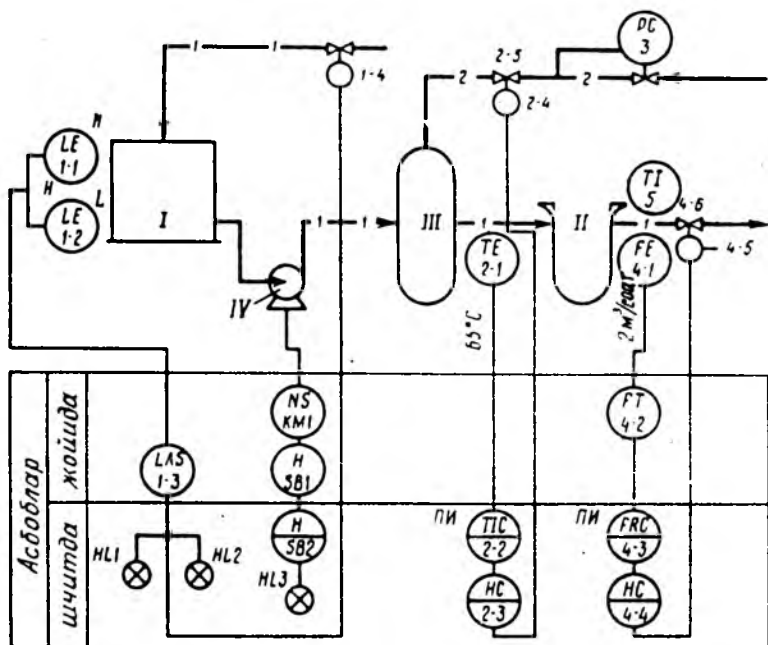
лойиҳанинг барча материалларида сақланади. Асбобнинг ёки қурилманинг (қўлда бошқарилувчи қурилмалардан ташқари) белгиланишдаги биринчи рақам ўлчанаётган катталиқнинг ном ҳисобланади. Қўлда бажариладиган ишлар учун мўлжалланган қурилмаларнинг (кнопка, бошқариш калити ва бошқалар) ҳарфий белгиланиши Н ҳарфидан бошланиши керак. Асбобнинг функционал белгиларининг ҳарфий белгиланишининг жойлаш тартиби I, R, C, S, A кетма-кетлик билан белгиланган. Чизмаларда иложи борича чизиқлар кам бўлиши ёки кесишиш керак. Агар принципиал чизмаларда чизиқлар кўпайиб кетса, адрес усулидан фойдаланилади, бунда жойига ўрнатилган асбобларда, кўрсатилган горизонтал чизиқдан 40...80 мм масофада боғланиш йўллари узилади. Худди шу масофада ўлчаш учун импульс олиш жойи ва ижро этувчи механизмлар ўрнатилган ердан боғлаш чизиқлари узилади. Боғлаш чизиқларининг рақамли адреслари қуйи ва юқори узунликларга мос иккит горизонталларда жойлашади. Узилиш ерларида чапдан ўнгга тартиб билан ортиб борадиган қилиб номерлар ёзилади. Назорат-ўлчаш асбобларининг тўғри танлангани ҳақида олдиндан фикр юритиш мақсадида боғлаш чизиқларининг қуйи кесимлари ёнида ўлчанаётган технологик параметрларнинг энг юқори миқдорлари кўрсатилади. Бундан ташқари, бу маълум

матлардан ўлчаш асбобларининг шкаласини танлаганда фойдаланиш мумкин.

Автоматлаштиришнинг принципаал чизмасини ўқишни осонлатиш мақсадида асбоблар ва ростлагичларнинг шартли ифодасида кириш сигналларини тепадан, чиқиш сигналларини эса пастдан улаган маъқул. Агар чизмада бир хил характеристикали жойига ўрнатилган асбоблар кўп маротаба қайтарилса, у ҳолда «Маҳаллий асбоблар» тўртбурчагига фақат битта асбоб белгиланишини чизишга рухсат берилади (бу биринчи навбатда манометрларга тегишли) бундай асбобларнинг позиция номерлари кўрсатилади. Бу ҳолларда айрим қурилмалардан чиққан боғланиш йўлларини бирлаштириш мақсадга мувофиқдир. Шунингдек, бир неча датчикдан чиқиб, сигнал битта иккиламчи асбобга борганда (масалан, агар бир неча қаршилиқ термометрлари битта кўприк билан ишлаганда) ҳам йўллари бирлаштириб кўрсатиш мумкин.

Автоматик асбобларнинг контактлари сигнал бериш, блокировкалаш ва ҳимоя каби электр чизмаларида ишлатилса, у ҳолда боғлаш йўллари битта горизонтал чизиққа бирлаштирилади ва унга масалан, «Бошқаришнинг электр чизмаси», «Сигнал бериш чизмаси» каби ёзувлар ёзилади.

21.4-расмда мисол тариқасида ТЖ автоматлаштириш схемаси келтирилган бўлиб, унда ишловга берилаётган маҳсу-



22.4-расм. Технологик жараёни автоматлаштириш схемаси.

лотнинг температура ва сарфи АРС амалга оширилган; мантрадаги буғ босми АРС тўпланувчи идишдаги сатҳ позицияси АРС; насос электр юритмасини бошқариш системаси.

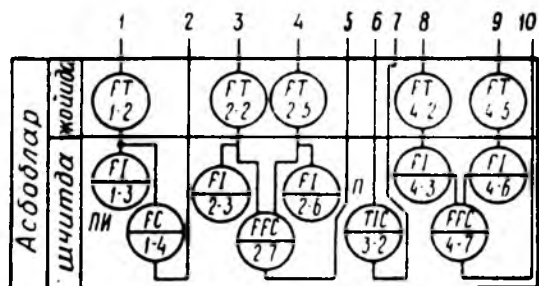
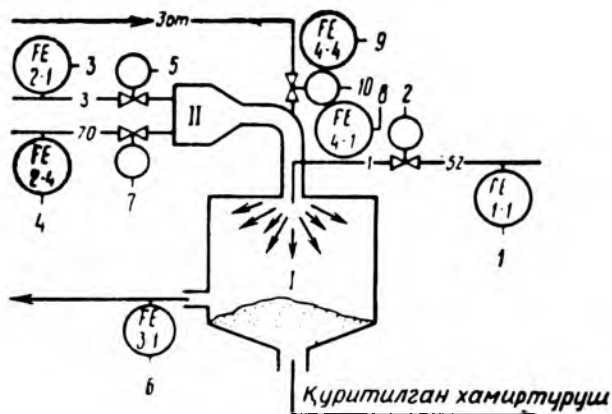
ТЖАС ини ишлаб чиқишда шчитларни ва бошқариш пуллари чизманинг пастки қисмида тўғри тўртбурчак кўнишида тасвирлаш қабул қилинган. Бу тўғри тўртбурчак худудига назорат, сигнализация ва бошқарувни ростлаш аппаратураси тасвирланади.

ТЖАСда тасвирланувчи электр аппаратурага (электр ўлчасбобларига, сигнал лампаларига, кнопкаларга, бошқарув калитларига, қўнғироқларга ва бошқаларга) принципиал электр схемаларда қабул қилинган рақамли ҳарфли белгилар киритилади. Баъзи асбобларнинг ва тўғри таъсир қилувчи ростлагичлар, кўрсатувчи термометрлар, монометрлар ва автоматлаштириш воситаларининг принципиал белгилари фақат тартиб номеридан иборат (21.4-расмда бу тўғри таъсир кўрсатувчи босим ростлагичи РС(3), температура ўлчаш асбоби Т1 (5), НЛ1, НЛ2, НЛ3 сигнал лампалари, КМ1 магнитли ишга туширгич, СВ1 ва СВ2 бошқариш кноплари).

Шчит ва пултлардан ташқарига ўрнатиладиган ҳам бевосита технологик қурилмалар ва коммуникациялар билан боғлиқ бўлмаган асбоблар ва автоматлаштириш воситалари шартли равишда тўғри тўртбурчак ичида «жойида ўрнатиладиган асбоблар» деб кўрсатилади. Бу тўғри тўртбурчак шчитлар ва бошқариш пултлари тўғри тўртбурчаги устида тасвирланади.

Технологик схемада I тўплам маҳсулотни қайта ишлаш узатишдаги нотекисликларни (ҳар хилликларни) йўқотиш учун мўлжалланган, II тўплам эса тўпловчи бўлади. Автоматлаштириш схемаси ундаги сатҳни икки позицияли ростлаш учун мўлжалланган. (Юқори) сатҳ 1—1 ва (пастки) сатҳ 1—1 датчиклари маҳсулотнинг тўплагичга узатилишини бошқарувчи электромагнит клапан 1—4 га таъсир қилувчи позицияли ростловчи қурилма 1—3 га сигнал беради. Насос IV ишлаб бериш учун узатиладиган маҳсулотнинг температурасини бақарорлаштириш вазифасини АРС таъминлайди, унга 2—1 датчик, кўрсатувчи ва ростловчи асбоб 2—2, ижро этувчи механизм 2—4 ва ростловчи органлар 2—5 киради, у иссиқлик элгични III иссиқлик алмаштиргичга узатилишини ўзгартиради. АРСда ростловчи органнинг шчитда ўрнатиладиган масофадан тўриб бошқариш панели 2—3 воситасида бошқариш кўзда тутилган.

Маҳсулот сарфини барқарорлаштириш АРСда трубопроводда ўрнатиладиган датчик 4—1 дан келаётган сигнал оралтириш ўзгарткичи 4—2 орқали кўрсатувчи, ўзиёзар ва ростловчи 4—1 асбобга келади. Қаралаётган контурда сарфланиш катталигини ростловчи клапан 4—6 нинг очиқлик даражасига боғлиқ бўлган оқимни дресселлаш даражаси билан белгиланади. Кўпинча



21.5- расм. Пурковчи қуриткичи автоматлаштириш схемаси.

АС да ростлагичларнинг тасвири ёнида улар амалга оширадиган ростлаш қонунининг шартли белгиси берилади. 2—2 ва 4—3 ростлагичлар томонидан ПИ-ростлаш қонуни амалга оширилади.

ТЖАСда фойдаланиладиган автоматлаштириш воситаларининг тури, маркаси ва асосий характеристикалари махсус ҳужжатда келтирилади, бу ҳужжат автоматлаштиришнинг истаган лойиҳасининг матни материалнинг такибий қисми ҳисобланади.

Автоматлаштириш воситалари сони катта бўлган мураккаб ТЖАСларни тасвирлашда АС адрес усулида бажарилади. (21.5- расм).

Ениш камераси II да вужудга келадиган ёндириш газлари ҳаво оқими билан аралашади ва қуритиш камераси I га келади, у ерга хамиртуруш суспензияси ҳам узатилади.

Иссиқ газлар оқими суспензиянинг чангланишини (заррачаланшини), пайдо бўлаётган томчиларнинг талаб қилинаётган намликдаги қуришини таъминлайди. Гранулларнинг ўртача ўлчами газларнинг ва хамиртурушли суспензия сарфининг нисбатига боғлиқ бўлади. Тайёр маҳсулот қуритиш каме-

расидан чиқарилади, камерада у ажралувчи газлардан ажради.

Пурковчи қуриткич АС қуйидаги асосий ростлаш контурларини ўз ичига олади:

1) қуриткичга (1—4 ростлагичга) келадиган хамиртуру суспензияси сарфи; бу контур қурилманинг барқарор унуми таъминлайди;

2) ҳаво сарфининг берилган нисбатдаги газ сарфи (2—ростлагич); бу газнинг тўла ёнишини таъминлайди;

3) қуруқ хамиртурушларнинг қолдиқ намлиги билан коррекцияланган чиқувчи газларнинг (3—2 ростлагич) температураси;

4) ишлатиб бўлинган ҳаво сарфининг берилган нисбат хамиртуруш суспензияси сарфи билан (4—7 ростлагич); қуруқ хамиртурушларнинг талаб қилинган гранулометриқ таркибини таъминлаш учун.

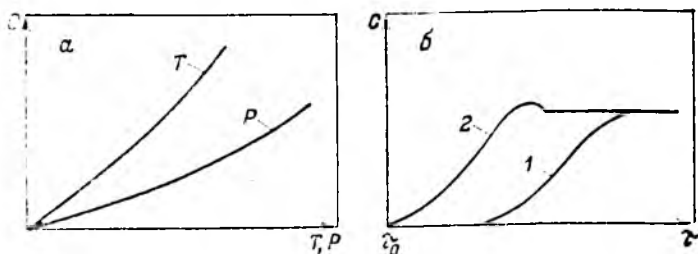
XXI.4-§. БОШҚАРИШ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ ВОСИТАЛАРИНИ ТАНЛАШ

Бошқариш системаси (БС) бошқариш мақсадига, қурилманинг ишончли, авариясиз ишлашига ва портлаш ҳамда ёнғинга қарши хавфсизлик талабларига риоя қилинганда ишлаш чиқаришнинг ҳар қандай шароитида технологик регламент берилган аниқликда қувватлаб туриш ҳисобига эришишни таъминлаши керак. Бунда у имкони борича содда ва ишлатиш осон бўлиши керак.

БСни ишлаб чиқишда асосий вазифа бошқаришда иштираётган параметрларни танлаш ҳисобланади, яъни ростлаш, назорат қилиш ва таҳлил қилиш зарур бўлган ва қурилмаларга кўра БТОнинг авариядан олдинги ҳолатини аниқлаш мумкин бўлган параметрларни танлашдан иборат. Бошқариш қача айтганда, технологик объектларни бошқариш стратегияси ишлаб чиқилади. Бунда танланган параметрларнинг минимал сонига эга бўлган ҳолда БТО ҳақида иложи бори тўлиқ маълумотга эга бўлиш керак. Бошқарув мақсади муваффақиятли эришишга бошқариш стратегиясини амалга ошириш учун автоматик қурилмаларни тўғри танлаш катта ёрдам беради.

Ростланувчи катталикларни ва ростловчи таъсирларни киритиш каналларини танлаш. Бу босқичда жараённи ифодаловчи кўпгина параметрлардан ростланадиганларини танлаш уларни ўзгартириш билан ростловчи таъсир киритиш мақсадга мувофиқ бўлганларини танлаб олиш зарур. Одатда уларнинг сони бошқарувда иштирок этаётган параметрларнинг тўртдан бир қисмидан ошмайди. Қўйилган вазифа жараённинг мақсадини таҳлил қилиш натижаларига ва унинг ишлаб чиқаришдаги бошқа жараёнлар билан боғланиши

қараб уйддалаш мумкин бўлади. Таҳлил натижаларидан келиб чиқиб бошқарув мезони, унинг берилган қиймати ва параметрлари танланади, уларни ўзгартириш билан энг мақсадга мувофиғи унга таъсир кўрсатишдир. Бу иш параметрларнинг ўзаро боғлиқлиғи ҳақида тасаввур берувчи жараённинг статик ва динамик характеристикалари асосида амалга оширилади.



21.6- расм. Объектнинг статик (а) ва динамик (б) характеристикалари:

1 — P босим ўзгарганда; 2 — T температура ўзгарганда; τ_0 — ғалаёнланиш они (моменти).

Статик характеристикалар бир хил параметрларнинг бошқаларига таъсир кўрсатиш даражасини баҳолашга имкон беради. 21.6-расм, а да бирор мақсадга қаратилган C маҳсулот чиқишининг аппаратдаги T температурага ва P босимга боғлиқлиғи кўрсатилган. Статик характеристикаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, P босимнинг ҳатто жуда катта ўзгаришлари ҳам C параметрга сезиларли таъсир кўрсатмайди. Шунинг учун мақсадга қаратилган маҳсулотнинг статик характеристика асосида чиқишини T температурани ўзгартириб, қувватлаб туриш керак. Динамик характеристикалар танловнинг тўғрилигини аниқлаштиришга имкон беради. 31.6-расм, б даги графикдан кўринишича, 1 температура ўзгарганда энг кичик кеч қолишлар ўринли бўлади.

Ростлаш канали шундай танланадики, бунда ростловчи таъсир (сарфнинг температуранинг, босимнинг ўзгариши) ростланувчи катталиқнинг максимал ва тез ўзгариши билан бирга ўтсин, яъни объектнинг ростлаш канали бўйича кучайиш коэффициенти максимал бўлсин.

Бошқарув мезони ва унга таъсир этувчи каналлар танлангандан сўнг БТОни бўлиши мумкин бўлган ғалаёнланишлар ва уларни объектга келмасдан олдин йўқ қилиш йўллари нуқтаи назаридан таҳлил қилишга киришилади. Бунда асосий эътиборни кириш параметрларини барқарорлаштиришга қаратиш зарур, чунки уларнинг ўзгариши билан объектга кучли ғалаёнланишлар киради.

Одатда, барча ғалаёнланувчи таъсирларни объектга киргунга қадар йўқотиб бўлмайди. Ички ғалёнланишларни эса

амалда олдиндан билиш ва йўқотиш мумкин эмас. Бундан тўқари, кўпгина кириш ва чиқиш параметрлари олдинги келгуси жараённинг технологик режими билан белгиланган. Масалан, контакт аппаратга келадиган куйдирадиган газ (H_2SO_4 ишлаб чиқариш) кислород концентрацияси куйдирадиган (пишириш) жараёнининг технологик режимига боғлиқ; абсорбцион колоннага узатилаётган дегидрацияланган газнинг (тетик каучук ишлаб чиқариш) таркиби дегидрациялаш жараёнининг кечишига боғлиқ.

Барча мумкин бўлган ғалаёнланишлар бартараф қилиниши мумкин бўлмагани учун улар режим параметрларининг ўзгаришига, кейин эса бошқариш мезонининг ўзгаришига ҳам оид бўлади. Режимли параметрларни ростлаш зарурати пайдо бўлади. Бунда яна объектнинг статик ва динамик харақтеристикаларига мурожаат қилиш зарур бўлади.

Пировардида, кимёвий технологиянинг ТБО ни автотемпературани лаштиришда, одатда, бошқариш мезонини, режимли ва кинематик параметрларини ростловчи комбинациялашган (аралаш) жараённинг яратилишига келинади.

Шуни таъкидлаб ўтамизки, параметрларнинг ўзаро таъқилиги туфайли бир параметрни ростлаш (созлаш) узатилади қаратилган ростловчи таъсирлар бошқаларига ҳам таъсир кўрсатади. Масалан, ретификацион колоннанинг қайнаткичи температурани ростлагич томонидан узатиладиган буғ мезонининг ўзгариши фақат кубдаги температуранинг ўзгаришигагина эмас, балки ундаги сатҳга ҳам таъсир қилади.

Айрим параметрлар орасидаги ички боғланишларни суштириш усуллари ҳам мавжуд ростланувчи катталикларни суштиришда ўзаро боғланмаган (ёки кучсиз боғланган) параметрларни танлаш; ростлаш занжирига (ростлагичлар орасига) комбинацияловчи ташқи боғланишларни киритиш.

Назорат қилинувчи катталикларни танлаш. Технологик жараёнларни оператив бошқариш, шунингдек, уни ишга тушириш ва тўхтатиш амалга ошириладиган параметрларнинг қийматлари нazorат қилиниши керак. Бундай параметрларга ҳам режимли ва чиқиш параметрлари, шунингдек, кириш параметрлари киради, буларнинг ўзгариши натижасида объект ғалаёнланиш кира бошлайди. Қийматлари технологик жараён томонидан чекланадиган параметрлар албатта нazorат қилинади.

Портлаш хавфи бўлган БТОнинг технологик параметрларини нazorат қилишга алоҳида эътибор берилиши керак. Унинг ҳар бири учун технологик жараённинг критик физик-кимёвий катталиклари қийматлари тўплами, шунингдек, узгаришларининг диапозони аниқланади. Газ чиққанлик мезонини нazorат қилиш учун (чегаравий йўл қўйилган концентрация бўйича) ишлаб чиқариш хоналарида, очиқ тақрирларнинг ишчи зоналарида автоматик газ анализ қилиш воситалари мажбурий равишда кўзда тутилиши керак.

Портлаш хавфи бўлган БТОларнинг ҳолатини ифодаловчи параметрлар фақат назорат қилинибгина қолмай, балки ростланиши ҳам керак, назорат қурилмаларига сигналлар эса бир қанча сезгир элементлардан келиши керак, масалан, суюлтирилган газлар ва тез алангаланувчи суюқликлар (ТАС) бўлган идишларга сатҳни белгиловчи учта ўлчагич ўрнатиш лозим.

Сигнал берувчи катталикларни танлаш. БТОни қайта ишланувчи моддаларнинг портлашга ва ёнғинга хавфлилиги, заҳарлилиги ва агрессивлиги (таъсирчанлиги) юз бериши мумкин бўладиган авария ва бахтсиз ҳодисаларга нисбатан таҳлил қилгандан сўнг сигнализация параметрларини танлашга киришилади.

Чегаравий қийматлари қуйида кўрсатилган оқибатларга олиб келиши мумкин бўлган параметрлар авариядан олдин (зарур бўлганда эса эҳтиётлик) сигнализация қилиниши керак: портлаш ва ёнғин чиққанда (масалан, технологик аппаратларда, ишлаб чиқариш хоналарида, очиқ ташқи қурилмаларнинг ишчи ҳудудида портлаш хавфи бўлган моддаларнинг тўпланиши); бахтсиз ҳодисалар рўй берганда (масалан, хонада заҳарли моддалар тўпланганда) авария содир бўлганда (масалан, қурилма ҳаракатланувчи қисмларининг энг четки ҳолатларида); қурилма ишдан чиққанда (масалан, аппаратларда босим, катализаторли реакторларда температура); технологик режимнинг мутлақо бузилиши (масалан, жараёни бошлаб берувчи қўшимчалар сарфи, аппаратдаги суюқлик сатҳи); шартномага мос келмайдиган ва брак маҳсулот ишлаб чиқариш (масалан, энг муҳим режимли параметрлар).

Табиийки, мақсадга қаратилган маҳсулотларнинг миқдорий ва сифат характеристикаларини ўзгартириш ҳоллари, шунингдек, айрим агрегатларни технологик регламентда кўзда тутилмаган тўхтатишлар сигнализация қилинади.

Шуни таъкидлаш керакки, жуда масъулиятли параметрларни сигнализациялаш иккита параллел ўрнатилган ўлчагичлардан амалга оширилиши керак, масалан, осон алангаланувчи суюқликлар сатҳларини иккита ўлчагичдан амалга оширилади.

Параметрларни ва ҳимоя усулларини танлаш. -Оператив технологик ходимлар сигналлаш қурилмалари нохуш ҳодисалар ҳақида хабар қилганда уларни бартараф этиш бўйича тегишли чоралар кўриши керак. Агар бу чоралар самарали бўлмаса ва БТО ҳолатини ифодаловчи параметр авария қийматига яқинлашаётган бўлса, аварияга қарши ҳимоя (АҚХ) системаси ишга тушиши керак, улар автоматик равишда берилган программага кўра моддий ва энергетик оқимларни тақсимлайди, портлаш, авария, бахтсиз ҳодиса, кўп миқдорда брак чиқариш хавфининг олдини олиш мақсадида аппаратларни улайди ва узади. Бунда БТО хавфсиз ҳолатга ўтказилиши,

ҳатто тўхтатиб қўйилиши керак. Ишчи ҳолатга технологик шахс томонидан қайта ўтказилади.

Амалга ошириладиган ҳимоя усуллари мажмуаси ТБОнинг хусусиятларидан келиб чиқиб, авария ҳолатларини в БТОнинг портлаш хавфи категорияларини таҳлил қилиш лаб чиқилади: портлаш хавфи I категорияли блоклари бўлган БТОлар учун вазиятни ҳисоблаш техникаси воситалари билан қўшимча моделлаш зарур. Бунда, бир томондан қўлла нилаётган автоматик усуллар вужудга келган критик вазиятни тўла йўқотиши керак, иккинчи томондан — ҳимоя қурилма лари аралашувининг оқибатлари минимал бўлиши керак. Ма салан, бирор модда концентрацияси хавфли қийматга етганд мазкур модда узатиладиган магистраль ёпилиши ва авария вентилляция системаси ишга туширилиши керак; босим чегара вий қийматидан ошганда сақлагич клапан ишга тушиши ке рак ва ҳоказо.

АҚХ системасининг асосий вазифаларидан бири — БТО портлаш хавфи даражасини максимал камайтиришдир, ш жумладан қурилма ичида портлаш ва ёнғинларнинг олдини олишдир; қурилмани бузилишдан ҳимоя қилиш ва аварияви герметиклиги бузилганда ундан атмосферага ёнилғи модда ларнинг чиқишини максимал чеклаш, ишлаб чиқариш бино ларида, ишшоотларида ва ташқи қурилмаларда бўлиши мум кин бўлган портлаш ва ёнғинларни бартараф қилиш.

Ускуналарнинг қийматлари ва АҚХ системаларининг иш лаб кетиш вақти БТОнинг ёнғин ва портлаш хавфи категория сини ҳисобга олган ҳолда белгиланади, параметрларнинг ўзга риш тезлигини, сезгир элементнинг аниқлик синфини ва АҚХ системасининг тезкор ишлашини ҳисобга олган ҳолда белгила нади.

Нормал режимдан четланишида ёнғин ва портлаш хавф туғдирадиган аралашмалар пайдо бўлиши мумкин бўлган БТОлар уларда портлаш хавфини келтириб чиқарадиган ара лашмаларнинг пайдо бўлишини йўқотадиган ёки олдини ола диган инерт газларни узатиш системалари билан таъминланади. Портлаш хавфи I категорияга эга блоклари бўлган ишла чиқаришлар учун инерт газни автоматик бошқарадиган қурил малар кўзда тутилади, II ва III категорияларида эса масс фадан туриб бошқариладиган қурилмалар, энергетик потен циалларининг нисбий қийматлари 10 дан кичик бўлганда эс жойига кўра қўлда бошқаришга рухсат этилади.

АҚХ системаси манбаи узилган ҳолда БТОни хавфсиз хо латга ўтказиш керак. Манба уланганда АҚХ системасида иш лаб чиқариш узиб-улашлар бўлишига йўл қўймаслик керак. АҚХ системасида тўсувчи (деблокировка) калитлари фақат ишга тушириш, тўхтатиш ва қайта улашни таъминлаш учун гина рухсат этилади. Бунда ҳимоя қилиш параметрларини узиб қўйиш вақтини ва сонини қайд қилувчи қурилма назард тутилиши керак.

Автоматлаштириш воситаларини танлаш. Бошқариш вазифасини бажарувчи ҳисоблаш техникаси автоматик қурилмалари ва воситалари имкони борича объектнинг мураккаблигини ва унинг ёнғин ҳамда портлаш хавфини, агрессивлигини, атроф муҳитнинг заҳарланганини, ўлчанаётган технологик параметрнинг турини ҳамда муҳитнинг физик-кимёвий хоссаларини, датчиклардан ва ижрочи қурилмалардан узатиладиган сигналларнинг бошқариш пунктларигача узатиш узоқлигини, талаб қилинган аниқлигини ва тез таъсир кўрсатишини, ўлчов системаларининг йўл қўйиладиган хатоларини, қурилма ўрнатиладиган жойни, электр жиҳозларни ўрнатиш қондалари талабларини ҳисобга олган ҳолда танланиши керак. Бунда бир хил, марказлашган ва сериялаб ишлаб чиқариладиган қурилмаларга афзаллик бериш керак. Бу таъминотни анча енгиллаштиради, сўнгра бошқариш сисетмасини ишлатишни ҳам осонлаштиради.

Портлаш ва ёнғин хавфи бўлган БТОлар учун автоматлаштириш воситаларини танлаш жуда масъулиятлидир. Хусусан, таркибида I категориядаги портлаш хавфи бўлган блоклар ишлаб чиқаришлар ўз-ўзини диагностика қилувчи ва тузук ҳолатини ёруғлик индикация қилувчи резервланувчи электрон воситаларга асосланган (ЭХМ ва микропроцессор техникани ҳам ҳисобга олганда) системалар билан жиҳозланиши керак. Бу системалар аварияли чиқиндилар чиққанда узиш операциясини бажариш кетма-кетлиги ва вақти берилган махсус программа бўйича ишлаши керак. Юқори даражадаги техника технологик шахснинг хато ҳаракатлари эҳтимолини максимал даражада камайтиришни таъминлаши керак. II ва III категорияли портлаш хавфи бўлган технологик блоклар технологик параметрларни регламент (белгиланган) қийматларга келтиришнинг ёки блокларни тўхтатишга келтиришнинг самарали тез таъсир кўрсатувчи системалари билан таъминланади. Бундай системаларни бошқариш ҳисоблаш машина (БХМ)ларисиз ҳам қуриш мумкин.

$Q_b < 10$ бўлган блоклар учун назорат қилишнинг автоматик қурилмаларидан ва сигналлашнинг қўлда ростлаш қурилмасидан фойдаланишга рухсат этилади.

I категориядаги блоклар аварияли герметиклиги бузилганда атроф муҳитга чиқиндилар чиқишни максимал камайтириш учун кўпи билан 12 с да ишга тушадиган автоматик тез таъсир тўсиқлар ва (ёки) қайтарувчи қурилмалар кўзда тутилиши керак; II ва III категорияли блоклар учун масофадан туриб бошқариладиган ва ишга тушиш муддати кўпи билан 120 с бўлган қурилмалар; $Q_b < 10$ блоклар учун қўлда юритмалли тўсиқли қурилмаларни ўрнатишга рухсат этилади, бунда уларни ишга туширишнинг минимал вақти (самарали ҳудудий жойлаштириш ҳисобига) кўпи билан 300 с бўлиши кўзда тутилади. АҚХ системасининг ижрочи механизмлари четки ҳолатларини кўрсаткичларидан ташқари (бевосита механизмлар-

да) операторликда четки ҳолатларни сигналлаш қурилмалари керак.

АҚҲ системаси нормал технологик режимнинг беҳосдан ва қисқа муддатли бузилиш сигналларида, шунингдек уни резерв ёки аварияли манбага ўтказишда ишлаб кетмаслиги керак. Манба узилган ҳолларда система БТО нинг хавфсиз ҳолатга ўтишини таъминлаши керак.

XXI.5-§. ТЕХНОЛОГИК ОБЪЕКТЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ ДАРАЖАСИНИ АНИҚЛАШ

Автоматлаштириш даражаси технологик объектни бошқариш бўйича инсоннинг иштирокисиз, автоматик бажариладиган меҳнат улушини ифодалайди. Уни миқдорий баҳолаш K кўрсаткич ёрдамида амалга оширилади. Бу кўрсаткичдан фойдаланишда амалдагиларни автоматлаштириш ва қайта қуриладиган БТОни автоматлаштириш бўйича олиб бориладиган ишларнинг асосий йўналишларини режалаштириш ҳолатини таҳлил қилиш мумкин. K кўрсаткичнинг максимал қиймати 1 га тенг, нормадаги қиймати эса 0,75—0,9 оралиғида олинади. K кўрсаткич

$$K = \sum_{i=1}^{12} \alpha_i K_i / \sum \alpha_i \quad (21.1)$$

тенгламага кўра ҳисобланади, бунда K — айрим бошқарув функцияларини автоматлаштириш даражасининг хусусий кўрсаткичлари, α_i — функцияларнинг «муҳимлик» коэффициенти бўлиб, мазкур функцияларнинг бошқарувнинг умумий жараёнидаги нисбий аҳамиятини белгилайди.

Қуйида технологик объектни бошқариш функциялари ва уларнинг «муҳимлик» коэффициентлари келтирилган:

i	Бошқариш функциялари	α_i
1.	Технологик параметрларни назорат қилиш	0,9
2.	Хом ашё, ярим фабрикага ва мақсадга қаратилган маҳсулот сифати параметрларини назорат қилиш	0,9
3.	Технологик параметрларни қайд этиш	0,7
4.	Асосий қурилма ҳолатини назорат қилиш	1,0
5.	Техник воситалар мажмуаси (ТВМ) меҳнат қобилиятини назорат қилиш	1,0
6.	Техник — иқтисодий кўрсаткичлар (ТИК) ни ҳисоблаш	0,8
7.	Технологик ҳолатлар таҳлили	0,7
8.	Ишга тушириш ва тўхтатиш	0,8
9.	Технологик жараёни бошқариш	0,9
10.	Технологик жараёни оптималлаштириш	0,9
11.	Технологик жараёни олиб бориш сифатини баҳолаш	0,7

12. Қўшни ва юқори даражадаги бошқарув билан ахборот алмашиш

0,7

Агар автоматлаштириш системаси бирор бошқарув функциясини бажармаса, у ҳолда бу функциянинг автоматлаштириш даражасининг хусусий кўрсаткичи нолга тенг деб қабул қилинади.

Технологик параметрларни назорат қилишни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_1 қуйидаги тенгламадан ҳисоблаб топилади:

$$K_1 = \sum_{i=1}^4 K_{1i} \cdot n_{1i} / n_{10}, \quad (21.2)$$

бунда n_{1j} — j - усул бўйича назорат қилинаётган параметрлар сони, n_{10} — назорат қилинаётган параметрларнинг умумий сони; K_{1j} — технологик параметрларни назорат қилишни амалга оширишнинг аниқ усули коэффициентини, унинг қийматлари қуйида келтирилган:

Технологик параметрларни назорат қилишни амалга ошириш усули

i	K_{1j}
1. Жойида ўрнатилган асбоблар билан назорат қилиш	0,2
2. Параметрлар четлашганда сигнализацияли назоратнинг шчитли системаси	0,7
3. Рақамли асбобларни марказлашган назорат ва бошқарув воситаларини қўлланиб (старт, режим, Каскад, Микродат ва ҳ. к.) назорат қилиш, параметрларининг четлашишини сигналлаш ва чақириш	0,85
4. ЭХМ, мини ЭХМ ва микропроцессор техникасини қўлланиб назорат қилиш, параметрлар оғишини сигналлаш, дисплейга чақириш.	1,0

Назорат параметрлари сонини амалга ошириш усуллари бўйича ҳисоблашда қуйидаги қоидаларга амал қилиш лозим: биринчидан, айнан битта параметр амалга оширишнинг турли усулларига кира олмайди (уни энг аҳамиятли усулга киритиш зарур); иккинчидан, жойига кўра технологик қурилмалар билан комплект тарзда келтириладиган асбоблар билан назорат қилинадиган, шунингдек, фақат юргизиш, созлаш ва БТО да текшириш учун зарур асбоблар билан назорат қилинадиган параметрлар ҳисобга олинмайди.

Хомашё, яримфабрикат ва мақсадга қаратилган маҳсулот параметрларини назорат қилишни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи қуйидаги тенглама бўйича аниқланди:

$$K_2 = \sum_{j=1}^4 K_{2j} \cdot n_{2j} / n_{20}, \quad (21.3)$$

бу ерда n_{2j} — j усул бўйича назорат қилинувчи параметрлар сони; n_{20} — сифатни назорат қилиш параметрларининг умумий сони (техно-

логик регламент бўйича белгиланади); K_{2j} — қийматлари қуйида келтирилган хом ашё, ярим фабрикатлар ва мақсадга қаратилган маҳсулотлар параметрларини назорат қилишнинг аниқ усули коэффициентини:

Сифат параметрларини назорат қилиш усули

j	K_{2j}
1. Лабораториявий назоратнинг кимёвий ва физик — механик усуллари	0,2
2. Яримавтоматик лаборатория назоратининг инструментал усуллари	0,5
3. Таҳлил натижаларига ишлов бериб, автоматлаштирилган қурилмада назорат қилиш	0,8
4. Потокдаги автоматик анализаторлар ёки (ва) назорат параметрларини ЭХМ, мини ЭХМ ва микропроцессор техникаси ёрдамида ҳисоблаш	1,0

Технологик параметрлар K_3 ни қайд этишни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи қуйидагича ҳисобланади:

$$K_3 = \sum_{i=1}^4 K_{3j} \cdot n_{3j} / n_{30} \quad (21.4)$$

бу ерда n_{3j} — j - усул бўйича қайд этилувчи параметрлар сони; n_{30} — қайд этилувчи параметрларнинг умумий сони; K_{3j} — технологик параметрларни қайд этишни амалга оширишнинг аниқ усули коэффициенти, унинг қийматлари қуйида келтирилган:

Параметрларни қайд этиш усули

j	K_{3j}
1. Қўлда қайд этиш	0,2
2. Иккиламчи асбоблар диаграммаларида	0,6
3. Марказлашган назорат ва бошқариш воситалари билан	0,85
4. ЭХМ, мини ЭХМ ва микропроцессор техникасини қўлланиб, параметрлар, режимли листлар, хабарлар, график ёки жадвал босиш	1,0

Қурилманинг ҳолатини («уланган», «ўчирилган», «берк», «очиқ») назорат қилишни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_4 қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$K_4 = \sum_{i=1}^4 K_{4j} \cdot n_{4j} / n_{40} \quad (21.5)$$

бу ерда n_{4j} — юритмага эга (насосли ва компрессорли агрегатлар, ҳаво билан совитиш аппаратлари ва ҳоказо) машинали қурилма birlikлари сони, шунингдек j - усул бўйича назорат қилинувчи трубопроводларга тўсиқли арматура birlikлари сони; n_{40} — асосий қурилманинг умумий birlikлари сони, K_{4j} — қурилма ҳолатини назорат қилишнинг аниқ усули коэффициенти.

Асосий қурилма ҳолатини назорат қилиш усули

<i>j</i>	K_{4j}
1. Жойига кўра назорат қилиш	0,2
2. Шчитли система ёрдамида назорат қилиш ва сигналлаш	0,7
3. Марказий бошқарув пультада мнемосхемада ва оператор хонасидаги шчитда назорат ва сигналлаш ёки (ва) дисплей мнемосхемасида ва марказий назорат ҳамда бошқариш, ЭҲМ ва микропроцессор техникасини қўллаб босмага чиқариш	0,85
4. Вазиятни назорат қилиш ва сигналлаш ҳамда қурилма диагностикаси *	1,0

Техник воситалар мажмуасининг (унинг таркибига сингалларни олиш, алмаштириш, сақлаш, акслантириш ва қайд этиш воситалари, системада ахборотни қўшни ва юқорида турган АБС ларга узатиш воситалари, ижрочи механизмлар ва бошқарувчи ҳисоблаш комплекслари кирди) иш қобилиятини назорат қилишни автоматлаштириш даражасининг K_5 кўрсаткичи бундай аниқланади:

$$K_5 = K_{5j} \quad (21.6)$$

бу ерда K_{5j} — техник воситалар мажмуасининг (ТВМ) иш қобилиятини назорат қилишнинг аниқ усули коэффициентини:

ТВМ нинг иш қобилиятини назорат қилиш усули

<i>j</i>	K_{5j}
1. ТВМ қисмларининг панд бериши ва ишдан чиқиш пайтларини қўлда қайд этиш ва бузилишларни оператив ходимлар аралашуви билан бартараф қилиш	0,2
2. ТВМ нинг иш қобилияти ҳақидаги маълумотларни ахборотнинг тўғрилигини марказлашган назорат ва бошқариш воситалари билан назорат, сигналлаш, маълумотларни рақамли асбобларга чақириш	0,7
3. ТВМ нинг иш қобилияти ҳақидаги маълумотларни ЭҲМ ва микропроцессор техникаси воситалари билан алгоритмлар, тестли ва диагностик назорат программаларини қўлланиб назорат қилиш, сигналлаш, дисплейга чиқариш, босиш	0,85
4. Рад жавоблари бўлганда системани бутунлай ҳамда айрим каналларини ҳам зарур заҳирага автоматик ўтказиш	1,0

Шуни таъкидлаймизки, K_5 кўрсаткич, шунингдек K_7 , K_{10} , K_{11} кўрсаткичлар ҳам амалга ошириш (бажариш) усулларига боғлиқ ҳолда оралиқ қийматлар қабул қилишлари мумкин.

* Қурилма диагностикаси деганда қурилманинг титраши, ўқ бўйича силжиши, печлар змеевикларининг ҳолати, подшипниклар температураси ва ҳоказолар ҳақидаги ахборот тушунилади.

Техник — иқтисодий кўрсаткичларни (ТИК) ҳисоблашни автоматлаштириш даражасининг K_6 кўрсаткичи

$$K_6 = \sum_{j=1}^2 K_{6j} n_{6j} / n_{60} \quad (21.7)$$

тенгламага кўра аниқланади, бу ерда n_{6j} — j - усул бўйича ҳисобга олинган ТИК сони, n_{60} — ТИК нинг умумий сони; K_{6j} — кўрсаткичларнинг ҳар бир гуруҳи учун ТИК ни ҳисобга олиш функциясини амалга ошириш усулига боғлиқ ҳолда танланади:

ТИК ни ҳисоблаш функциясини амалга ошириш усули

j	K_{6j}
1. Асбобларнинг қўлда кўрсатишларига мўлжалланган ТИК	0,2
2. Марказлашган назорат ва бошқариш, ЭҲМ, мини ЭҲМ ва микропроцессор техникаси воситалари ёрдамида ҳисобланган ТИК	1,0

ТИК таркибига қайта ишланган хомашё, мақсадга қаратилган маҳсулотлар, йўқотишлар, энергия сарфлари ва истеъмол қилинадиган материаллар ҳажмлари (асли ва режадаги) киради; мақсадга қаратилган маҳсулотларни танлаш (факт ва режадаги) моддий ва иссиқлик баланси; солиштирма энергия сарфлари (фактик ва режадаги); мақсадга қаратилган маҳсулотнинг таннархи (аслида ва режада).

Технологик вазиятларни таҳлил қилишни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_7 қуйидагича аниқланади:

$$K_7 = K_{7j} \quad (21.8)$$

бу ерда K_{7j} — технологик вазиятларни таҳлил қилиш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффиценти.

Технологик вазиятларни таҳлил қилиш функциясини амалга ошириш усули

j	K_{7j}
1. Жойида ўрнатилган асбоблар кўрсатиши бўйича	0,2
2. Асбоблар диаграммасига кўра ва операторлар шчитадаги параметрларнинг оғишини сигналлаш бўйича	0,8
3. Марказий бошқарув пультадаги параметрларнинг оғишлари сигнали бўйича, мнемосхема ва операторлар шчита бўйича ёки (ва) ЭҲМ ҳамда микропроцессорли техникани марказлашган назорат қилиш қурилмаларини қўлланиб, дисплей мнемосхемасида ва босмада	0,9
4. Бошқариш бўйича тавсиялар бериб, вазиятларни маҳсул алгоритмлар бўйича таҳлил қилиш	1,0

Ишга тушириш ва тўхтатишни автоматлаштириш даражасининг K_8 кўрсаткичи бундай ҳисобланади:

$$K_8 = \sum_{j=1}^4 K_{8j} n_{8j}/n_{80}, \quad (21.9)$$

бу ерда n_{8j} — j - усул бўйича ишга туширилувчи (тўхтатилувчи) қурилма бирликлари сони; n_{80} — қурилманинг умумий бирликлари сони; K_{8j} — ишга тушириш ва тўхтатиш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффициентлари, унинг қийматлари қуйида келтирилган:

Ишга тушириш ва тўхтатиш функциясини амалга ошириш усули

j	K_{8j}
1. Қўл юритмадан ва жойида ўрнатилган асбоблардин фойдаланиб	0,2
2. Масофадан туриб бошқариш ва назоратдан фойдаланиб	0,6
3. Алоҳида программий қурилмалардан ёки алгоритмлардан фойдаланиб	0,8
4. Тўла автоматик равишда	1,0

Технологик жараёни бошқаришни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_9 қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$K_9 = \sum_{j=1}^4 K_{9j} n_{9j}/n_{90}, \quad (21.10)$$

бу ерда n_{9j} — j - усул бўйича бошқаришда иштирок этувчи ростлаш контурлари сони; n_{90} — бошқарувда иштирок этгән ростлаш контурларининг умумий сони; K_{9j} — технологик жараёни бошқариш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффициентлари, унинг қийматлари қуйида келтирилган:

Бошқариш функциясини амалга ошириш усули

j	K_{9j}
1. Шчитли вариантда жараён параметрларининг стабиллашуви	0,7
2. Сифат анализаторларини қўллаб, шчитли вариантда жараён параметрларининг стабиллашуви	0,8
3. Марказлашган назорат ва бошқарув воситаларини ва (ёки) микропроцессорли контроллерларни қўллаб жараён параметрларининг стабиллашуви	0,9
4. Суперчақирув ва бевосита рақамли бошқариш	1,0

Технологик жараёни оптималлаштиришнинг автоматлаштириш даражаси ва K_{10} кўрсаткичи қуйидаги тарзда ҳисобланади:

$$K_{10} = K_{10j}, \quad (21.11)$$

бу ерда K_{10j} — технологик жараёни оптималлаштириш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффициентлари, унинг қийматлари қуйида келтирилган.

Оптималлаштириш функциясини амалга ошириш усули

j

K_{10j}

- 1 Операторга маслаҳат режимида технологик жараённи оптималлаштириш 0,85
- 2 Автоматик оптимал бошқариш 1,0

Технологик жараённи олиб бориш сифатини баҳолашни автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_{11} бундай ҳисобланади:

$$K_{11} = K_{11j} \quad (21. 12)$$

бу ерда K_{11j} — технологик жараённи олиб бориш сифатини баҳолаш функциясини амалга оширишнинг аниқ усули коэффицентининг қийматлари қуйида келтирилган:

Жараённи олиб бориш сифатини баҳолаш усули

j

K_{11j}

1. Технологик жараённинг олиб борилиши сифати ноавтоматик амалга оширилади 0,2
2. Автоматик ҳисобланадиган комплекс кўрсаткичлардан фойдаланиб жараённи олиб бориш сифатини баҳолаш 0,6
3. Сифатни баҳолаш ҳисобланадиган кўрсаткичларни ЭҲМ дан фойдаланиб, тўла амалга оширилади 1,0

Технологик жараённи олиб бориш сифатини комплекс баҳолаш смена режасини бажаришни, хом ашёни йўқотишини, энергоресурсларни тежаш, асосий технологик параметрларнинг «чиқишини», санитария-техник нормаларнинг бажарилишини ҳисобга олади.

Бошқаришнинг қўшни ва юқори турувчи даражалари билан ахборот алмашинувини автоматлаштириш даражаси кўрсаткичи K_{12} қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$K_{12} = \sum_{j=1}^5 K_{12j} \cdot n_{12j} / n_{120} \quad (21. 13)$$

бу ерда n_{12j} — *j*- усул бўйича узатилаётган ахборот бирликлари сони; n_{120} — бошқаришнинг қўшни ва юқорида турувчи даражаларига узатилувчи ахборот бирлигининг умумий сони; K_{12} — бошқаришнинг қўшни ва юқори даражалари билан ахборот алмашилиши функциясини (ишини) амалга оширишнинг аниқ усули коэффицентини:

Ахборот алмашиш функциясини амалга ошириш усули

j

K_{j12}

1. Курьер ёрдамида 0,2
2. Телефон алоқаси ёрдамида 0,3
3. Телеграф ва факсиман алоқа ёрдамида 0,7
4. Терминал қурилмалар ва ЭҲМ ёрдамида 0,9
5. Автоматик машиналараро ахборот алмашиш 1,0

Қуйроқда бошқарув системаларининг икки варианты учун (II вариантда бошқарув системаси СМ туридаги ишни ЭХМ га юсосланади) автоматлаштириш даражасининг хусусий ва комплекс кўрсаткичларини ҳисоблашга мисол келтирилган. Нефтни қайта ишлаш саноатида комбинациялашган қурилма билан тузсизлантириш (электрообессоливание) ва атмосфера вакуумли трубчатка (ЭЛОУ — АВТ) ҳисоблаш учун зарур дастлабки маълумотлар 21.5-жадвалда келтирилган.

Натижада К кўрсаткичнинг қуйидаги қийматларини ҳосил қиламиз: $K_I = 0,53$; $K_{II} = 0,85$.

Ҳисоб-китоб натижаларининг кўрсатишича I вариантдаги шчитли бошқариш системаси таъминлайдиган автоматаштириш даражаси 0,52 га тенг экан, бу эса норматив қийматдан анча паст (0,75—0,9). Фақат катта имкониятларга эга бўлган ҳисоблаш техникасидан фойдаланишигина берилган қийматларга эришишга имкон беради.

21.5- жадвал

Автоматлаштириш даражаси кўрсаткичларини ҳисоблаш мисоли учун дастлабки маълумотлар

Бошқариш функцияси i	Функцияни амалга ошириш усули j	I вариант				II вариант					
		n_{ij}	K_{ij}	n_{io}	K_i	n_{ij}	K_{ij}	n_{io}	K_i		
1	2	270	0,7	270	0,7	170	0,7	270	0,71		
	4					100					
2	2	40	0,5	60	0,6	15	0,5	60	0,81		
	3									20	0,8
	4									25	1
3	2	90	0,6	90	0,6	50	0,6	90	0,77		
	4					40				1	
4	2	80	0,7	80	0,7	80	0,85	80	0,85		
	3										
5	1	+	0,2		0,2	+	0,85		0,85		
	3										
6	1	32	0,2	32	0,2	32	1	32	1		
	2										

7	2 3 4	+	0,8		0,8		+	0,9 1		0,
8	2 3	75	0,6	75	0,6		75	0,8	75	0,
9	1 4	140	0,7	140	0,7		95 45	0,7 1	140	0,
10	1						+	0,85		0,
11	1 3	+	0,2		0,2		+	1		
12	1 2 3 4	60 60	0,2 0,3	120	0,25		60 60	0,7 0,9	120	0,

XXI.6-§. ПРИНЦИПАЛ ЭЛЕКТРИК ВА ПНЕВМАТИК СХЕМАЛАР

Принципал электрик схемалар (ПЭС). Бу схемалар авт. матлаштириш системаси бўғинларига кирувчи элементлар таъкибини белгилайди, улар орасидаги боғланишларни, асбоблар ва автоматлаштириш воситаларининг электр таъминот усуллари акс эттиради. ПЭС ни ишлаб чиқиш учун дастлабки материал технологик жараёнларни автоматлаштириш схемалари (ТЖАС) ҳисобланади. ПЭС ўз навбатида бирикмаларнинг схемаларини (монтаж схемаларини) шчитлар олди чизмаларини ва бошқа техник ҳужжатларни ишлаб чиқиш учун асос бўлади.

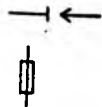
ПЭСлар Давлат стандартлари талабларига мувофиқ бажарилиб, улар схемаларни бажариш қоидаларини, схема элементларининг график ва ҳарфий белгилашларини, электр занжирларнинг қисмлари маркировкасини белгилаб беради (21.6, 21.7-жадваллар). ПЭС қуйидаги тартибда ишланади: АС асосида ПЭС талаблар ифодаланади ва унинг элементлари кетма-кетликда ўрнатилади, ифодаланган талабларнинг ҳар бири элементлар занжирлар кўринишида тасвирланади; элементар занжирлар умумий схемага бирлаштирилади; аппаратура танланади ва айрим элементларнинг электрик параметрлари ҳисоб қилинади.

Б-жа двал. Кимё ва озиқ-овқат саноатларини автоматлаштириш лойиҳа-
даги принципиал электр схемаларида жуда кўп учрайдиган элементлар-
нинг шартли график белгиланишлари

Номи

Белгиланиши

Ошилувчи сақлагич
Узувчи сақлагич
Умумий белгиланиши

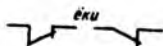


Коммутатив қурилма контакти. Умумий бел-
гиланиши:

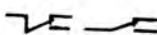
а) уловчи



б) узувчи



в) улаб-узувчи:



Секинлатгичли уловчи контакт:

а) ейилганда ишлайдиган



б) ейилганда ва қайтганда ишлайдиган

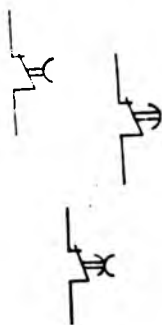
в) ейилганда ва қайтганда ишлайдиган

Секинлатгичли узувчи контакт:

а) ейилганда ишлайдиган

б) қайтганда ишлайдиган

в) ейилганда ва қайтганда ишлайдиган



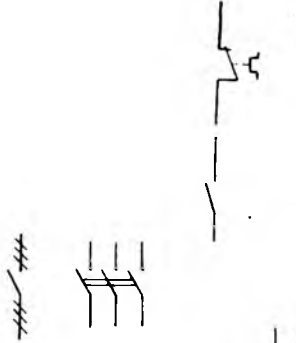





Механик боғланшли контакт. Умумий белги-
ланиши:

а) уловчи



б) узувчи



Номи	Белгиланиши
<p>Релени қайд этиш усули билан тасвирлашда электр иссиқлик релеси контакти</p> <p>Учириб — ёққич (включатель):</p> <p>а) бир қутбли</p> <p>б) кўп қутбли, масалан, уч қутбли</p>	
<p>Автоматик қайтувчи уч қутбли включатель</p>	
<p>Кнопкали босилувчи включатель:</p>	
<p>а) уланувчи контактли</p> <p>б) узилувчи контактли</p>	
<p>Электромеханик қурилмачи галтак Умумий белгиланиши</p>	
<p>Электр иссиқлик релесининг тасвирланувчи қисми</p>	

1.7- жадвал. Электр схемалар элементларининг энг кўп тарқалган турларининг ҳарфий кодлари ва икки ҳарфли кодларга мисоллар

Бир ҳарфли код	Элементлар турлари гуруҳи	Элементлар турларига мисоллар	Икки ҳарфли код
A	Қурилма (умумий белгила-ниши)		
B	Ноэлектрик катталикларни электр катталикларга ёки аксинча ўзгарткичлар	Громкоговоритель (карнай) Термопара, иссиқлик датчиги Босим датчиги	BA BK BP
C	Конденсаторлар		
E	Турли элементлар	Ёритиш лампаси Испитиш элементи Эрувчан сақлагич	EL EK FV
F	Разрядниклар, сақлагичлар, химоя қурилмалари		
H	Индукцион ва сигнал берувчи элементлар	Товуш сигналлари берувчи асбоб Ёруғлик сигналлари берувчи асбоб	HA HL
K	Реле, контакторлар, юргизиб юборгич	Магнитли контактор, юргизиб юборгич Вақт релеси	KM KT
M	Двигателлар		
Q	Куч занжирларида виключатель ва узгичлар	Автомат виключатель Ажраткич	QF QS
R	Резисторлар		
S	Бошқариш, сигналлаш ва бошқа занжирлардаги коммутацион қурилмалар	Виключатель ёки переключатель (алмашлаб улагич) Тугмали виключатель Автоматик виключатель Турли таъсирлардан ишлаб кетадиган виключатель: сатҳдан босимдан	SA SB SF SL SP
Y	Электромагнит юритмали механик қурилмалар	Электромагнит	YA

ди (қаршилиқлар, реле чулғамлари, контактлар юкланишлари ва ҳ. к.); схема текширилади ва тузатилади.

ПЭСни ишлаб чиқишда қуйидаги мулоҳазаларга ва талабларга амал қилинади:

1) соддалик ва яққоллик учун схемаларда ёйилма принципдан фойдаланилади, у шундан иборатки, турли занжирларда амал қилаётган аппарат ва асбобларнинг элементлари

схеманинг ишлаши мантиқиға мувофиқ уларнинг конструкт
боғланишидан ташқари жойлаштирилади;

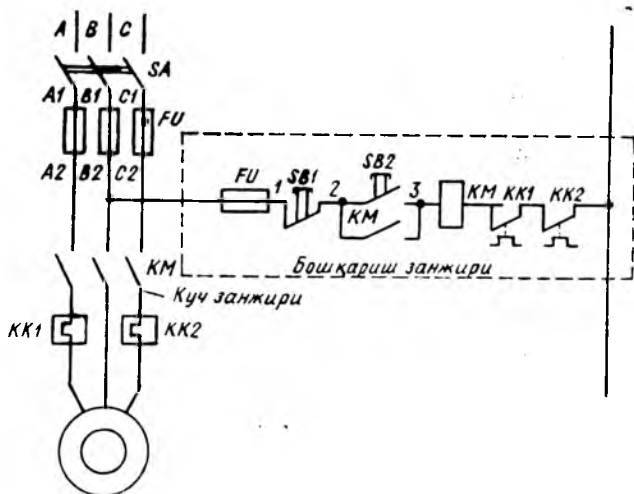
2) элементар электр занжирларини тасвирлаш кетма-к
лиги назорат, сигнализация, бошқариш ва ростлашнинг айр
бўғинларининг ейилиш тартибига мос келиши керак;

3) контактлар, шунингдек бошқа улаб узиловчи қурилм
лар нормал ҳолатда кўрсатилади, яъни занжирда ток бўл
ганда ёки ташқи механик таъсир бўлмаганда кўрсатилади;

4) ҳар бир бошқариш занжири қаршисига ўнг томонд
қисқа тушуштирувчи ёзувлар берилади. Ҳар бир занжир ё
ви қўшни ёзувлардан, бу занжирлар бўлиниш жойларида
зиқлар билан ажратилади. (21.11-расм).

5) ПЭС да фойдаланиладиган ҳар бир аппаратга шарт
ҳарфий белги берилиб, у схемада тасвирланган унинг ҳам
элементларига тааллуқли бўлади. Схемада бир неча бир х
турдаги элементлардан фойдаланилганда ҳарфий белгига ар
ча рақамлар кўринишидаги рақам қўшилади. Масалан, с
мада учта ораліқ реле бўлганда улар К1, К2, К3 тарзида б
ғиланади.

6) ПЭС ни ўқиш қулай бўлиши учун, шунингдек улар
йича лойиҳанинг бошқа ҳужжатларини тузиш мумкин бўлган
сабабли уларда занжирлар маркировкаланади. Ўзгарувч
токнинг куч занжирлари фазаларни белгиловчи ҳарфлар
лан ва кетма-кет рақамлар билан маркаланади (А, В, С,
А1 ва ҳоказолар); бошқариш, сигнализация, ҳимоя, блокир
ка ва ўлчаш занжирлари кетма-кет сонлар билан маркалана
(21.7-расм). Аппаратлар контактлари, реле ғалтаклари, тур
коммутацияловчи қурилмалар, сигнализация аппаратураси

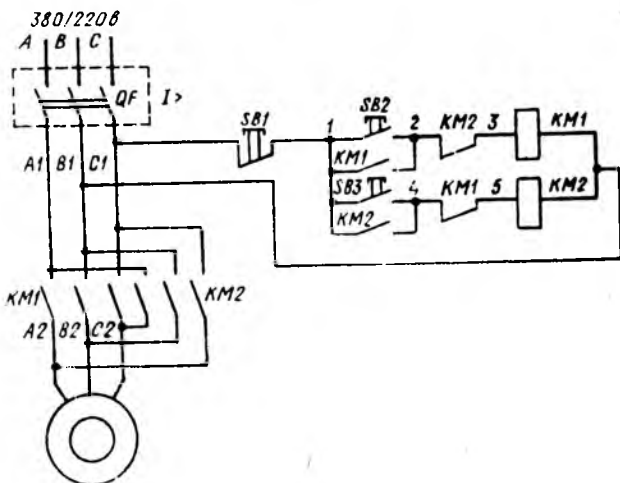


21.7- расм. Асинхрон электр двигателни бошқаришнинг прин-
ципал электр схемаси.

доказолар билан ажратилган занжир қисмлари ҳар хил мар-
каланади. Битта ПЭС бўғинида бирлашувчи, шунингдек, ажра-
лувчи контакт бирикмалар орқали ўтувчи қисмлар бир хил
маркаланади.

ПЭСнинг мазмуни ишлаб чиқариш жараёнининг ўзига хос
хусусияти билан белгиланади, бу жараён учун автоматлашти-
риш системаси ишлаб чиқарилади. ПЭС га қуйидагилар ал-
батта кириши керак: бош (куч) занжирлари схемаси, бошқар-
ишнинг, сигналлашнинг, электр таъминотнинг тегишли изоҳ-
ловчи ёзувлари билан бирга элемент схемалари, контакт ка-
литлари ва программа қурилмаларининг ишлаш (улаиш)
диаграммалари, ПЭСга кирувчи элементлар рўйҳати.

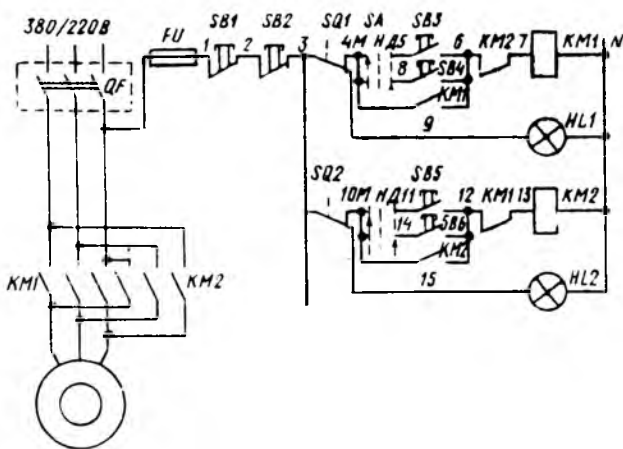
ПЭСнинг тузилишини аниқ мисоллар асосида муфассалроқ
қараб чиқамиз (21.7-расм). Асинхрон электр двигатель *SB2*
тугмачани босиб ишга туширилади. Бунда магнит юриткич
КМ чулғамининг таъминот (манба) занжири уланади. Юрги-
зиб юборгич ишлаганда унинг куч занжиридаги контакт-
лари электр двигателни улайди, бошқариш занжирида эса
SB2 тугмачани блокировкалайди (тўсади). *SB1* тугмача боси-
либ электр двигатель узилади, бу тугмача юргизиб юборгич
чулғами манба занжирини узади. Электр двигателни ортиқча
юкланишлардан ҳимоя қилиш учун *КК1* ва *КК2* иссиқлик реле-
ларидан фойдаланилади, уларнинг иситиш элементлари куч зан-
жирининг иккита фазасига уланган, контактлар эса юргизиб
юборгич чулғами манба занжирига уланган. Электр двигатель
ва бошқариш занжирлари қисқа туташувдан *FU* сақлагичлар ёр-
дамида ҳимоя қилинади. *SA* рубильник манба (ва бошқариш
занжирлари)ни кузатиш ҳамда таъминлаш вақтида узиб қуй-
иш учун мўлжалланган. Нейтрални ерга уланган уч фазали зан-



21.8- расм. Реверсив асинхрон электр двигателни бошқариш-
нинг принципал электр схемаси.

жирларда бошқариш занжирлари 220В ли фаза кучлари билан таъминланади.

Реверсив асинхрон электр двигатель (21.8-расм) учта тугмача орқали бошқарилади: SB1 («Тўхта»), SB2 («Олға») SB3 («Орқага»). SB2 тугмача босилганда КМ магнитли юргизиб юборгич уланиб, у электр двигательга кучланиш узатилади. Электр двигательнинг айланиш йўналишни ўзгартириш учун SB1 тугмачани босиш, кейин эса КМ2 магнитли юргизиб юборгични уловчи SB3 тугмачани босиш лозим. Натижада куч заҳири фазалари уланади ва электр двигатель тескари йўналишга айлана бошлайди. Узувчи КМ1 ва КМ2 блок-контактларни фойдаланиши реверсив магнитли юргизиб юборгичнинг иккалча чулғамини бир вақтда уланиш имкониятини йўқотади. Электр двигательни тармоқ манбандан узиш учун автоматик QF узгич қурилмаси кўзда тутилган бўлиб, у электр двигательни ортинча юкланишлардан ва қисқа туташувдан ҳимоя қилади. Бошқариш занжирида фазалараро кучланиш фойдаланилган.



21.9-расм. Ростловчи органнинг электр юритмасини бошқариш принципитал электр схемаси.

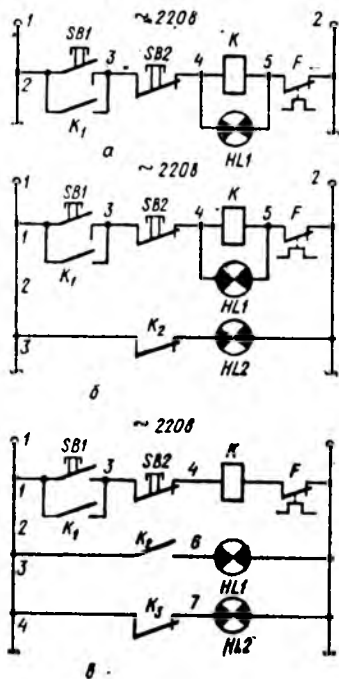
ТЖ автоматлаштиришда электр юриткичли тўсқич ва ростловчи қурилмалар (шиберлар, клапанлар, вентиллар ва бошқалар) дан фойдаланилади, улар учун ПЭС лар ишлаб чиқарилади. Ишлаб чиқариш шароитларида қўлда бошқариш ишлаб чиқариш хонасидан ҳам (маҳаллий), диспетчер пунктидан ҳам (масофадан туриб бошқариш) назарда тутилиши керак. 21.9-расмда ростловчи органнинг электр юритмасини иккундан бошқариш схемаси тасвирланган. Бошқариш режимини танлаш калитининг вазиятини маҳаллий (М) ва масофадан туриб (Д) бошқариш вариантлари белгилайди. Калит

нинг нейтрал ҳолати H ҳарфи билан белгиланган. Бошқариш режимини танлаш бошқариш пунктидан амалга оширилади.

Электр юриткични ишга туширишда улаш маҳаллий режимда $SB3$ тугмача билан, масофадан туриб бошқариш режимда $SB4$ тугмача билан амалга оширилади. KMT магнитли юргизиб юборгич уловчи контактлари билан ишга тушириш тугмачаларини тўсади ва электр двигателни улайди, узувчи контакт билан эса $KM2$ юргизиб юборгич занжирини узади. Тўсқич «очик» ҳолатига етганда $KM1$ юргизиб юборгич $SQ1$ четки виключателнинг узиб-уловчи контакти билан узилиб, шу билан бир вақтда у $HL1$ сигнал лампасига кучланиш беради — «очик». Хато буйруқни ўзгартириш ёки тўсқични оралиқ ҳолатда тўхтатиш учун $SB1$ ва $SB2$ тугмачалар кўзда тутилган, улардан бири ишлаб чиқариш хонасида, иккинчиси бошқариш пунктида ўрнатилган. Ростловчи органи ёпиш учун $SB5$ ёки $SB6$ тугмачалар босилади, улар $KM2$ юргизиб юборгични ишга туширади. Ростловчи орган ёпилаётганда схема тавсифлангандек ишлайди.

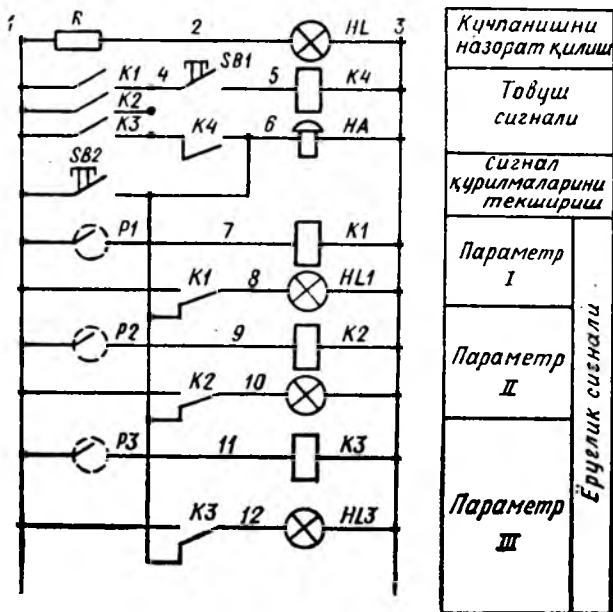
Технологик жараёнларнинг автоматлаштириш системаларини яратишда бир-биридан таркиби ва уларнинг айрим қисмларини тузиш усуллари бўйича фарқ қилувчи турли сигнализация чизмалари ўрин олмоқда. Сигнализация чизмасининг энг рационал тузилган вариантини танлашда унинг конкрет шароитда ишлаши, шунингдек, ёруғлик-сигнал аппаратураси ва сигнализация датчикларига қўйилган техникавий талабларни эътиборга олиш керак.

Баъзи сигнализация чизмаларини кўриб чиқайлик. 21.10-расмда электр двигател ҳолатининг сигнализация чизмаси берилган. Биринчи ҳолда (21.10-расм, а) электр двигателнинг ишга тушиш сигнализацияси контактор (магнитли юритгич) K чулғамига параллел уланган битта чироқ $HL1$ орқали амалга оширилади. Айрим ҳолларда чироқ $HL1$ қўшимча қаршилик билан кетма-кет



21.10- расм. Электр двигател ҳолатини сигнализациялаш схемаси:

а — битта сигнал лампаси билан; б — контакторнинг битта блок-контактидан фойдаланилган битта сигнал лампаси билан; в — контакторнинг иккита блок-контактидан фойдаланилган иккита сигнал лампаси билан.



21.11- расм. Технологик сигнализациянинг принципал электр схемаси.

уланади. Бундай чизмада қўшимча блок-контактлар талаб қилинмайди, бироқ чироқнинг куйиш эҳтимоли кўп бўлади.

Иккинчи ҳолда (21.10-расм, 6 контактор K чулғамига параллел уланган $HL1$ лампадан ташқари контакторнинг узувчи блок-контакти билан уланган ва электр двигателнинг узилганини сигнализацияловчи $HL2$ лампа бор. Бунда исталган лампанинг куйиши нотўғри сигнал беришга олиб келмайди.

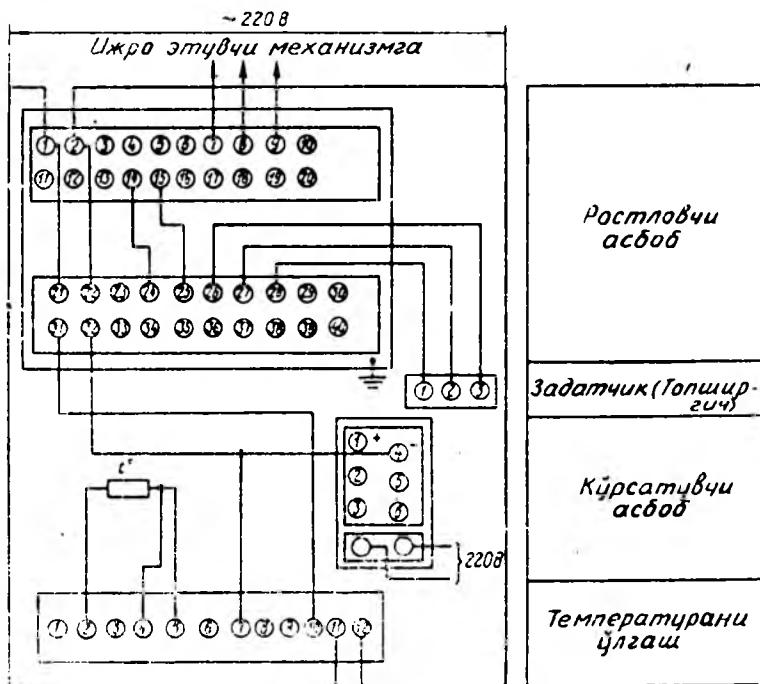
21.10-расм, 6 да келтирилган $HL1$ ва $HL2$ сигнализация лампаларининг улаш чизмаси контактор K битта уланувчи ва битта узувчи блок контактларидан иборат. Агар блок-контактлар етмаса, у ҳолда сигнализация лампаларини улаш учун контакторнинг блок-контактларини кўпайтирувчи оралиқ реленинг контактларидан фойдаланиш мумкин.

Сигнализация лампаси $HL1$ ни контактор чулғамига параллел улашга қараганда уланувчи блок-контакт билан улаш афзалроқдир, чунки бунда бошқариш ва сигнализация занжирларини ажратишга имкон яратилади ҳамда контактор ишига $HL1$ лампа занжиридаги бузилишларнинг таъсири бўлмайди.

ТЖларни автоматлаштиришда ТБОнинг ҳолати ҳақида хизматчи ходимларни хабардор қилиб турувчи сигналлаш қурилмаларига муҳим аҳамият берилади. Мисол тариқасида масофадан туриб ёки автоматик бошқаришда фойдаланиладиган (21.11-расмга қаранг) ёруғликли ва товушли технологик сигналлар схемасини қараб чиқамиз. Масалан, температура че-

гара қийматига етганда ишлаб кетадиган технологик контактларнинг истагани ($P1$, $P2$ ёки $P3$) уланганда тегишли реле уланади. Реле ўзининг узиб-уловчи контаклари билан сигнал лампасини лампаларни синаб кўриш шинасидан (I) узади ва уни таъминот шинасига улайди. Исталган реленинг ($K1$, $K2$ ёки $K3$) уловчи контакти товуш сигнали HA ни улайди. Товуш сигналини ўчириш учун хизматчи ходимлар $K4$ релени уловчи $SB1$ тугмачани босади, реле ўз-ўзини блокировка қилади ва товуш сигнали занжирини узади. Ёруғлик сигнали технологик параметр номинал қийматига қайтгунча сақланиб туради. $SB2$ тугмача сигнал бериш қурилмаларининг созлигини текшириш учун хизмат қилади.

ТЖларни автоматлаштиришда оммавий (сериялаб) ишлаб чиқариладиган асбоблар ва автоматлаштириш воситаларидан фойдаланишга асосланган ҳам дискрет, ҳам узлуксиз ишлайдиган роллашнинг электр системалари кенг тарқалган. Масофадан туриб назорат қилиш ёки автоматик бошқариш системаларида стандарт асбоблар қўлланилган ҳолларда уларни улашнинг умумий (типавий) схемаларидан фойдаланилади. Бунда ўлчовчи ва ролловчи қурилмалар содаллаштириб (тўғри тўртбурчаклар кўринишида) завод маркировкаси билан,



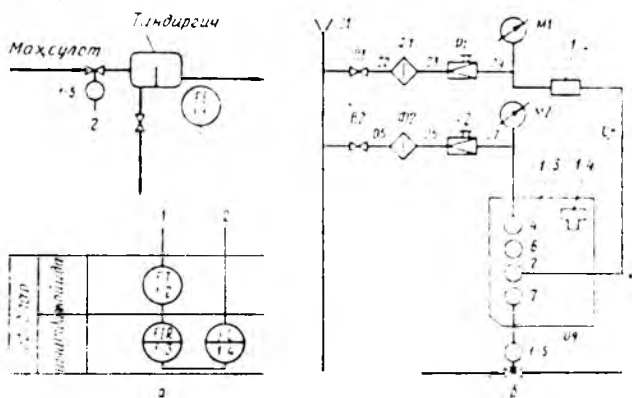
21.12-расм. Назорат ва роллаш системаларининг принципал электр схемаси.

кириш ва чиқиш қисмлари (клеммалари) тасвири билан белгиланади (21.12-расм).

Принципиал пневматик схемалар. Кимё ва озиқ-овқат sanoatларининг кўпгина тармоқларида ТЖ ларни автоматлаштириш ҳам мустақил, ҳам электр қурилмалар биргаликда фойдаланиладиган пневматик автоматлаштириш воситаларини қўлланиш билан боғлиқ. Принципиал пневматик схемалар (ППС) худди ПЭСлар каби автоматлаштириш системасининг функционал (асосий) бўғинларига кирувчи элементларнинг тўла тўпламини акс эттиради. Пневмоавтоматика воситаларининг ўзига хос хусусияти бир асбобда бир неча анъанавий вазифаларни бирга қўшиб бажаришдир. Масалан, бошқариш станцияси ичига киритилган иккиламчи ўлчов асбоби (масалан, ПП 10.12Э) топшириқ сигналининг назорат қилиш, шакллантириш, қўлда масофадан туриб бошқариш ва бошқа вазифаларни бажаради.

ППСга асосланган пневматик автоматлаштириш воситалари тўғри тўртбурчак шаклида (масштабсиз) тасвирланиб уларнинг ичида ёки улар яқинида шартли белги ва завод турига мансублиги кўрсатилади. Тўғри тўртбурчаклар ичида асбоб ва қурилмаларни импульсли, командалар ва таъминланувчи алоқа линияларига улаш учун уланувчи штуцерларининг номери кўрсатилиши керак. Ёрдамчи қурилмалар, яъни филтёрлар, редукторлар, ҳаво босимининг назорат қилиш учун кўрсатувчи манометрлар, тўсувчи арматура кабилар ППСда пневмоманба схемаси ишлаб чиқилмаган ҳолдагина кўрсатилади.

Мисол тариқасида 21.13-расмда суюқ маҳсулот сарфини ростлаш схемаси келтирилган. Ростлаш контурида торайтирувчи ўлчаш қурилмаси 1—1, пневмочиқишли мембраналар дифманометр 1—2, бошқариш станцияси ўрнатилган старт сис-



21.13-расм. Суюқ маҳсулот сарфини ростлаш схемаси:

а — автоматлаштириш схемаси; б — принципиал пневматик схемаси.

темасидаги иккиламчи кўрсатувчи асбоб 1—3, старт системаси даги ростлагич ва пневматик ижрочи механизм 1—5 фойдаланилган. ППС да ёрдамчи элементларнинг тўла тўплами бўлган пневмоманбанинг иккита линияси (сарфлар датчиги ва бошқариш шчитиди монтаж қилинган асбоблар) тасвирланган: тўсқич вентиль (В), ҳаво фильтри (Ф), босим редуктори (Р), кичик ўлчамли техник манометр (М). ППС да автоматлаштиришнинг асосий воситаларининг рақамли белгилари сақланади.

XXI.7- §. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРИШ СИСТЕМАЛАРНИИ (ТЖАБС) ЛОЙИҲАЛАШ

ТЖАБС ни яратиш принциплари. ТЖАБСни яратиш ва жорий қилиш мураккаб ва меҳнат талаб жараён. Бу бошқаришнинг илғор ва мураккаб услубларини жорий қилиш, ТЖАБСнинг кўп компонентлиги, айрим таъминотларни ишлаб чиқишда ёндашишнинг системалилиги, қўйилган вазифаларнинг ва техник воситалар мажмуасининг мураккаблиги билан изоҳланади.

Вазифани шу нарса ҳам мураккаблаштирадиги, бунда мазкур турдаги системаларни ишлаб чиқишда янги техникани жорий қилишнинг одатдаги схемасидан фойдаланиб бўлмайди: тажриба намунасини яратиш, унинг иш қобилиятни текшириш, лойиҳани текшириш натижаларига кўра тузатиш, охириги вариантни яратиш. Автоматлаштирилган технологик комплекс (АТК) ишга туширилмагунча бошқарув системасининг иш қобилиятини умуман текшириш мумкин эмас. Бу ТЖАБСни ишлаб чиқишда дастлабки қарорларнинг жавобгарлигини орттиради.

ТЖАБС ва БТО нинг биргаликда амал қилувчи тўплами (мажмуаси) автоматлаштирилган технологик комплекс (АТК) дейилади.

БТОда вақт ўтиши билан муҳим ўзгаришлар юз бергани сабабли катта мураккабликлар юзага келади, бу эса бошқаришнинг жорий этилган вазифаларини замонавийлаштиришни тақозо этади. ТЖАБСнинг ўзи ҳам такомиллаштирилади — келажакда ТЖАБС нормал ишлаши учун бошқариш вазифалари ортади ва ўзгаради: АТК эволюцияси олдиндан режалаштирилиши керак, бу қўшимча қийинчиликлар келтириб чиқаради.

Юқорида санаб ўтилганларнинг ҳаммаси ТЖАБСни яратишнинг умумий принципларига мажбуран риоя қилинишини талаб қилади. Уларни қараб чиқамиз.

Янги вазифалар принципи шундан иборатки, бунда ТЖАБС ни жорий қилишда бошқарув ҳисоблаш комплекси (БҲК)га азалдан анъанага кириб қолган бошқариш вазифаларини афдариш мумкин эмас; уларни ҳисоблаш техникасининг имкониятларини ҳисобга олган ҳолда такомиллаштириш керак. Бунинг учун меҳнат, моддий ва энергетик ресурсларни аниқлаш мақ-

сасида БТО ни муфассал таҳлил қилиш керак. Таҳлилни натижаларига мувофиқ ҳисоблаш техникаси ёрдамида ҳал қилиниши мумкин бўлган вазифалар рўйхати тузилади. Бу масалаларнинг ҳал этилиши бошқарувнинг тўлиқлигини ўз вақтида бўлганлигини ва оптималлигини таъминлаши керак.

Системали ёндошиш принципи шундан иборатки, биринчидан, АТҚнинг иккала ташкил этувчиларига бир вақтда (системали) ёндошиш; бошқариш системасига иккинчи даражада деб, БТОнинг устқурмаси деб қараш мумкин эмас. БТОни яратишда уни бошқариш имкониятлари ва заруратини ҳисобга олиш керак: уни ҳудудларга ажратиш, қўшимча аралаштиргичлар, иситкичлар, насослар ва ҳоказолар ўрнатиш. Иккинчидан ТЖАБСни яратишда алоҳида таъминотларни ишлаб чиқиш системали ва режали ёндашиш зарур.

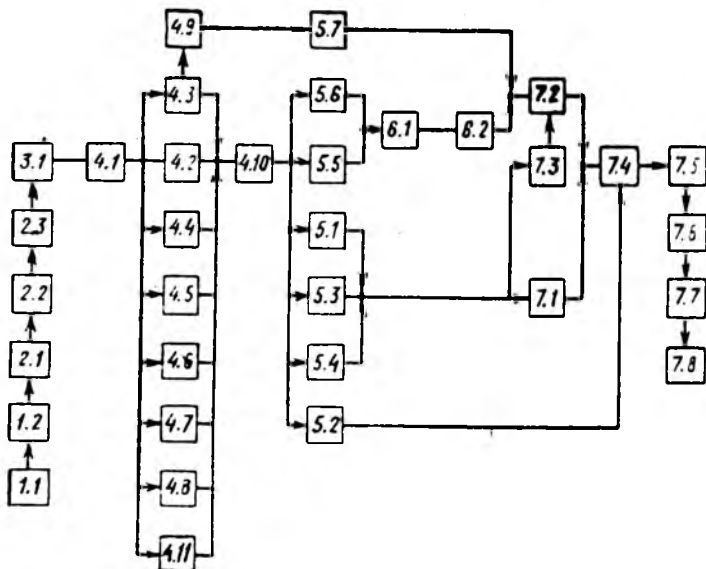
Системали узлуксиз ривожлантириш принципи шундан иборатки, бунда системада хотиранинг захрадаги ҳажмлари ва объект билан алоқа қилувчи қурилмалар, захира қилиб киритилган датчиклар ва мембранали ижро механизм (МИМ) лар билан ифодаланувчи унинг ривожланиш имкониятлари киритилиши керак. Акс ҳолда ТЖАБС БТОнинг ривожи учун тўсқинлик қилиши мумкин.

Максимал онгли турлантириш принципи шундан иборатки, бунда ишлаб чиқиладиган қарорлар, ўзгаришлар минимал бўлганда фақат ишлаб чиқиладиган ТБО учунгина тўғри келиш қолмай, балки бошқа объектлар учун ҳам тўғри келсин. Принципи амалга оширишнинг асосий принципи — типавий (умумий) қарорларни ишлаб чиқиш ва бу қарорлардан ТЖАБСни ишлаб чиқишда кенг фойдаланишдир (бу ишлаб чиқишга келтирилган ҳаражатларни икки марта камайтиради).

Ягона ахборот базаси принципи машинали элтувчиларда (дискларда, ленталарда) система ҳал қиладиган ҳамма масалалар учун умумий ахборот базасини яратишдан иборат. Бу билан ахборотнинг такрорланишига, турлича тушунчаларга (масалан, битта катталик бир неча маълумот массивларида турли хил қийматга эга бўлганда) чек қўйилади ва бошқаришнинг аниқ вазифалари учун ишчи массивларининг шаклланиши учун шароит яратилади.

Системанинг ўтказиш қобилиятларининг келишилганлиги принципи шундан иборатки, бунда система ўтказиш қобилияти тенг қийматли элементлардан ишлаб чиқилиши керак. Бир томондан объект билан алоқа қурилмаси (ОАҚ) датчиклар ва ижрочи механизмлар сонига тенг бўлиши, иккинчи томондан бошқарувчи ҳисоблаш комплекси (БҲҚ) нинг ҳисоблаш қувватларига тенг бўлиши керак; хотира ҳажмлари БТОнинг ахборот қувватига мос келиши керак ва ҳоказо.

ТЖАБСни ишлаб чиқиш босқичлари ва давр (этап)лари
21.14-расмда ишларни бажариш босқичлари (1, 2., 7) ва этаплари (1.1, 1.2, ..., 7.8), шунингдек уларни бажариш кетма-кетлиги кўрсатилган.



21.14-расм. ТЖАБС нинг ишлаб чиқиш давр (этап) лари ва босқичлари:

1 — ТЖАБС ни яратишни асослаш (1.1 — БТО ни тадқиқ этиш, яъни маълумотларни туплаш ва таҳлил қилиш; 1.2 — системага талаблар ишлаб чиқиш ва ҳужжатлаштириш); 2 — техник топшириқ (2.1 — илмий-тадқиқот ишлари; 2.2 — аванлойдхани ишлаб чиқиш; 2.3 — техник топшириқ ишлаб чиқиш); 3 — дастлабки қарорларни ишлаб чиқиш (шарт эмас); 4 — техник лойиҳа ечимларини (қарорларни) ишлаб чиқиш (4.1 — умумий тизим масалалари бўйича сўнги (охирги); 4.2 — ташкилий таъминлаш бўйича; 4.3 — техник таъминлаш бўйича; 4.4 — алгоритмларни танлаш бўйича; 4.5 — ахборотларни таъминлаш бўйича; 4.6 — Лингвистик таъминлаш бўйича; 4.7 — дастур (программа) ни таъминлаш бўйича; 4.8 — метрологик таъминлаш бўйича; 4.9 — лойиҳа-схема қурилиш ҳужжатлари бўйича; 4.10 — ўзаро турли алоқаларни таъминлаш, ечимларни мослаштириш ва умумий тизим ҳужжатларини тўлиқ ишлаб чиқиш; 4.11 — техник восита комплекс (ТВК) ларига букюртма ҳужжатларини тузиш); 5 — ишчи ҳужжатларни ишлаб чиқиш (5.1 — ахборотларни таъминлаш бўйича; 5.2 — гашкилий таъминлаш бўйича; 5.3 — метрологик таъминлаш бўйича; 5.4 — Лингвистик таъминлаш бўйича; 5.5 — дастурни таъминлаш бўйича; 5.6 — бир марта тайёрланадиган техник воситалар бўйича; 5.7 — қурилишга оид); 6 — ТВК компонентларини сериясиз тайёрлаш (6.1 — ТВК компонентларини тайёрлаш; 6.2 — компонентларни автоном соzлаш ва синаш); 7 — ишга тушириш (7.1 — фойдаланувчи ходимларни ўқитиш, ишга тушириш, тайёргарлик кўриш; 7.2 — қурилиш-монтаж ишлари; 7.3 — дастур ва техник воситаларни комплектациялаш; 7.4 — ишга тушириш, соzлаш ишлари; 7.5 — тажриба эксплуатация қилиш; 7.6 — қабул қилишга оид синов; 7.7 — мулоҳаза (камчилик) ларни бартараф қилиш; 7.8 — саноат эксплуатацияга қабул қилиб олиш).

ТЖАБСни яратишни тадқиқ этиш ва асослаш. Бу босқичда ТЖАБС ни яратиш мақсади, умуман системага талаблар, автоматлаштириладиган функциялар (ишлар) рўхати шакллантирилади, шунингдек системанинг самарадорлиги манбалари аниқланади.

Бу босқичда ўхшаш объектлар учун ТЖАБСни қўлланилишининг маълум ҳоллари таҳлил қилинади ва мавжуд БТО нинг техник-иқтисодий тадқиқи амалга оширилади. Тадқиқот объектда эришилган ишлаб чиқариш ресурсларидан (меҳнат, хомашё, материаллар, ёнилғи, энергия, қурилма) фойдаланганлик даражасини аниқлаш мақсадида, шунингдек, бошқаришни автоматлаштиришнинг захиралардан фойдаланишга,

ресурслар сарфини қисқартиришга, яъни мақсадга қаратилади, маҳсулотнинг таннархини пасайтиришга ва уни ишлаб чиқаришни кўпайтиришга таъсирини аниқлаш мақсадида ўтказилади.

Бу босқичдаги ишларнинг натижаси ТЖАБСни яратишни техник-иқтисодий асосланиши (ТИА) ва ҳисобот тарзида БТОни тадқиқ қилиш ҳамда таҳлил қилиш натижалари ҳисобланади. Ишлар система буюртмачиси ва ишлаб чиқарувчи вакиллари билан биргаликда ўтказилади. Ишчи бригадалар ТЖАБС бўйича, технология, КИП ва автоматлаштириш, иқтисод, системотехника бўйича мутахассислар киради.

Техник топшириқ. Ишлардан мақсад ТИАга мувофиқ ТЖАБСни яратиш имкониятларини асослаш ва мақсадга мувофиқлигини тасдиқлаш; ТЖАБСни яратиш бўйича ишлар режалаш; лойиҳа ишлари учун зарур материалларни тайёрлаш. Буларнинг ҳаммаси ишлаб чиқарувчининг илмий-тадқиқот ишларини (ИТИ) ўтказиш, аванлоийҳани ишлаб чиқариш ва техник топшириқни (ТТ) ишлаб чиқиш билан таъминланади.

ИТИ жараёнида БТО, информацион тизмалар ва бошқаришнинг энг қийин вазифалари бошқарув мезони ва чеклов ишларни танлаб ҳамда технологик жараённинг математик моделларини ва ўлчаш каналларини тузиш билан тадқиқот олиб борилади.

Аванлоийҳани ишлаб чиқишда ишлаб чиқарувчи берилган ТЖАБСни таъминотларнинг ҳар хил турлари бўйича яратиш имконлигини тасдиқлайди; системанинг энг муҳим вазифаларининг ёки бўғинларининг ишончлилиги тез, таъсирчанлиги метрологик кўрсаткичларининг дастлабки ҳисоб-китобларни бажаради; ҲТ воситаларининг самарали юкланишини ва зарар ҳисоблаш қувватларини баҳолайди; техник воситалар комплекси (ТВК) ни асослаб, дастлабки танловни ўтказилади.

Ишлар натижаси ТЖАБСни ишлаб чиқишга техник топшириқ ҳисобланади — бу кейинги барча ишлар учун мажбурли дастлабки ҳужжатдир.

Техник лойиҳа. Ишларнинг мақсади система бўйича асосий техник ечимларни (қарорларни) ишлаб чиқиш ва уни ҳисобга олади. Унинг сметаси қийматини аниқлашдир.

Бу босқичда дастлаб системани функционал-алгоритмик синтез қилиш бўйича ишлар олиб борилади, унга пировакларнинг функционал структурани (тузилмани) ишлаб чиқиш; техник билан оператив технологик ходимлар орасида вазифаларни тасвирлаш; масалаларни қўйиш ва алгоритмларни ишлаб чиқиш; инсон-машина системаси сифатидаги ТЖАБСнинг ишлаб чиқиш алгоритминини ишлаб чиқиш; системанинг ташкилий тузилмасини ва унинг ТВК тузилмасини ишлаб чиқиш киради. Кейинги ТЖАБС таъминотининг ҳамма турлари бўйича қарорлар олдириндирилади.

Ишлар натижаси техник лойиҳа ҳисобланиб, унга лойиҳа

нинг функционал қисми ҳужжатлари; кейинги босқичда системага бутунича эксплуатацион ҳужжатларни чиқариш учун зарур ва етарли лойиҳавий қарорлар (ечимлар); қурилиш лойиҳасининг «Технологик жараёнларни автоматлаштириш» бўлими таркибига кирувчи лойиҳавий-смета ҳужжатлари; янги техник воситаларни ишлаб чиқишга техник талаблари бўлган буюртмалар лойиҳаси; автоматлаштириш воситалари комплексини (мажмуасини) етказиб беришга техник топшириқ; ХТ воситалари комплексини буюртма қилиш учун зарур ҳужжатлар тўплами; махсус математик ва инфорацион таъминотларнинг ҳужжатлари (бу программаларни ишлаб чиқишга доир техник топшириқ ҳам ҳисобланади) киради.

Ишчи ҳужжатлар. Ишнинг мақсади — яратилаётган системага ишчи ҳужжатлар чиқариш. Бу босқичдаги ишлар ТВКни олиш, монтаж қилиш ва созлаш учун етарли лойиҳавий-смета ҳужжатлар комплектини; машина элтувчиларга асосланган махсус программавий таъминот (ПТ) программаларини тайёрлаш ва уларни қўллаш учун етарли ПТ ҳужжатлари; системани созлаш ва ишлатиш учун зарур ва етарли бўлган ташкилий таъминот ҳужжатлари ҳамда ТЖАБСни автоматлаштириш воситалари мажмуасининг ҳужжатларини чиқариш билан тугалланади.

Техно-ишчи лойиҳа. Агар система типавий ечимлардан кенг фойдаланган ҳолда лойиҳани такроран қўллаш йўли билан яратилсада техник жиҳатдан мураккаб бўлмаган системани яратишда ТЖАБСни лойиҳалаш бир босқичда амалга оширилиши мумкин.

Автоматлаштириш воситалари мажмуасининг носерияли компонентларини тайёрлаш. Ишлардан мақсад «хусусий ишлаб чиқилган» техник программавий ва инфорацион таъминот компонентларини тайёрлаш.

Иш жараёнида ностандарт техник воситалар, шу жумладан оператив-диспетчерлик қурилмаси, махсус программалар шу жумладан, комплектлаб олинадиган тайёр программаларни боғлаш учун программа воситалари; инфорацион буюмлар кўринишидаги инфорацион таъминот қисмлари ишлаб чиқилади, тайёрланади ва синовдан ўтказилади.

Ишга тушириш. Ишлардан мақсад амалдаги системани саноатда қўллашга киритиш.

Ташкилий жиҳатдан системани жорий қилиш ишлари тасдиқланган режа-график бўйича бажарилади. Дастлаб системанинг зарур ходимлар штати ажратиб олинishi ва ўқитилиши, ТЖАБСни комплектлаш ўтказилиши ва БТО қурилиш ва монтаж қилиш ишларини ўтказишга тайёрланиши керак. Кейин монтаж-қурилиш ва ишга тушириш-созлаш ишлари, синов ишга тушириш, қабул қилиш синовлари, камчиликларни барта раф қилиш ва, ниҳоят, саноатда ишлатиш учун қабул қилиш ишлари амалга оширилади.

XXI.8- §. МОСЛАШУВЧИ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ИШЛАБ ЧИҚАРИШ (МАИЧ)

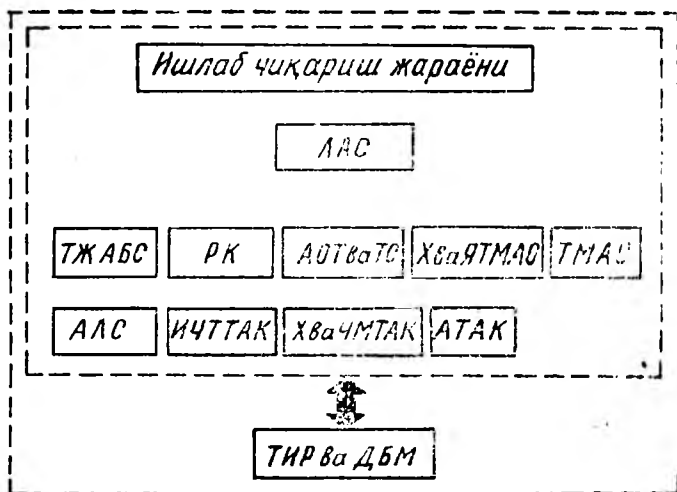
Кимё ва озиқ-овқат саноати технологик жараёнларини автоматлаштирилган бошқариш системаларини ва анъанавий автоматлаштириш системаларини ишлаб чиқиш ва жорий қилиш уларнинг самарадорлигини оширишга қаратилган бир қатор вазифаларни муваффақиятли ҳал қилишга имкон берди. Бироқ бундай системаларнинг имкониятлари чекланган. Уларни қўллашда ишлаб чиқариш характери даврий дискрет ва узлуксиз-дискрет корхоналардир. Автоматлаштиришнинг анъанавий системаларини қўллаш майда серияли ишлаб чиқаришда, чиқарилаётган буюмларнинг номенклатураси кўп бўлганда айниқса мураккаблашади. Кўпчилик жисмонан оғир ортиш-тушириш ишлари, транспорт ва шу каби кимё ва озиқ-овқат саноатларида салмоғи жуда катта бўлган бошқа операциялар амалда автоматлаштирилмаган. Шу билан бирга цехлар ва корхоналарнинг янги ёки сезиларли даражада янгиланган маҳсулотни ишлаб чиқаришга ўтказиш масаласини ҳал қилиш — борган сари долзарб бўлиб бормоқда. Саноат корхоналарини автоматлаштиришдаги бу «тор жойлар» соҳага илмий-техник янгиликларни жорий этиш суръатларини кескин пасайтиради.

Бундай ҳолатдан қутулиш ҳисоблаш техникасини ва айниқса микро- ва мини ЭҲМларни, атроф-муҳитга ва ишлаб чиқариш объектларига мосланиш элементлари бўлган автоматик манипуляторлар ва саноат роботларининг кенг жорий этилишини, кўп серияли, кўп номенклатурали, тез-тез қайта тузиладиган ишлаб чиқариш учун мўлжалланган программа билан бошқарилувчи автоматик ишлаб чиқариш системаларини ва мослашувчи (тез-тез ўзгартириладиган) ишлаб чиқариш системалари ёки мослашувчи автоматлаштирилган ишлаб чиқаришлар (МАИЧ) ни яратишни муваффақиятли ривожлантиришга имкон беради. МАИЧда комплекс автоматлаштириш ва ишлаб чиқаришнинг узлуксизлиги ва уйғунлиги, маҳсулотни ишлаб чиқаришнинг юқори суръатлари билан қўшиб олиб борилади.

МАИЧнинг асосини сонли программа билан бошқарилувчи машиналар ва аппаратлар, саноат роботлари ва манипуляторлар, микро ва мини ЭҲМ асосидаги бошқарувчи қурилмалар ташкил этади.

МАИЧ бошқаришнинг юқори даражада мослашувида қайта созланиши билан характерланади. Бу оптимал режалаштиришни ишлаб чиқаришни технологик тайёргарлик кўришни аниқ вазиятни ҳисобга олиб диспетчерлашни қурилмаларни комплекс бошқаришни киритишга имкон беради.

МАИЧ таркибига (21.15-расм) локал автоматлаштириш системалари (ЛАС), технологик жараёнларни автоматлаштирилган бошқариш системалари (ТЖАБС), роботлаштирилган



21.15- расм. МАИЧ нинг умумлашган блок-схемаси.

комплекслар (РК), автоматлаштирилган ортиш-тушириш ва транспорт системалари (АОТ ва ТС), хомашё ва ярим тайёр маҳсулотларнинг автоматлаштирилган омбори (ТМАО), автоматлаштирилган лойиҳалаш системаси (АЛС), ишлаб чиқариш-ни технологик тайёрлашнинг автоматлаштирилган комплекси (ИЧТТАК), хомашё ва чала маҳсулотлар билан таъминлашнинг автоматлаштирилган комплекси (Х ва ЧМТАК), асбоб билан таъминлашнинг автоматлаштирилган комплекси (АТАК), ташкилий-иқтисодий, режалаш ва диспетчерлик бошқаруви маркази (ТИР ва ДБМ) киритилиши мумкин.

МАИЧдан фойдаланиш қурилманинг ишлаши техник-иқтисодий кўрсаткичларни анча яхшилашга, самарадорликни кескин оширишга имкон беради.

Самарадорлик манбаи даставвал МАИЧнинг ўзгарувчанлигидир. МАИЧнинг техник имкониятларига мос янги детални тайёрлашга ўтиш учун ЭХМга уни ишлашнинг тегишли янги программасини киритиш етарли. Бундай программа ЭХМнинг хотирасида бор бўлса, оператор унинг шифрини кўрсатса етарли бўлади. Шундан сўнг ЭХМ МАИЧ нинг қурилмаси орасидаги ишни энг яхши тарзда тақсимлаб беради, деталларни етказиб бериш учун МАИЧ қурилмаси элементлари орасидаги транспорт алоқаларини энг яхши тарзда белгилаб беради, барча операцияларнинг синхрон бажарилишини таъминлайди. Бунинг натижасида қурилманинг юкланиш коэффиценти 0,85—0,9 гача етказилиши мумкин, буюмларга ишлов бериш даври орасида анъанавий, технологияга нисбатан 2—3 марта қисқартирилиши, маҳсулот таннархи 3—5 марта пасайиши мумкин.

МАИЧни бошқарувчи ЭХМ қурилманинг юкланишини маҳсулот ишлаб чиқарилишини узлуксиз ҳисобга олиб бориш мумкин. Иш натижаларини бир неча кун мобайнида таққослаш ўз-ўзини ўқитиш принциплари асосида ЭХМ янада юқори мундирликка эришиш мақсадида қурилмани яна ҳам бир текис юклантиришни таъминлаб, ўз программасини юқори қисмига комиллаштириб бориши мумкин. Қурилмада жойлаштирилган датчиклардан олинаётган ахборот асосида ЭХМ ишдан воздорчи ва носозликларни оператив равишда аниқлаши, операторга қурилманинг ишончлилигини ошириш йўллари айтилиб бериши, шунингдек носоз машинани ўчириб қўйиб, унинг вазибларини бошқа машиналарга тақсимлаб бериши мумкин.

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришнинг умумий ривожига МАИЧ қандай ўрин эгаллайди? Буни баҳолаш учун бир неча асосий босқичларни ажратиб кўрсатиш керак.

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришнинг биринчи босқичида локал автоматлаштириш системалари камига ҳисса қўшди. Бу ишлаб чиқариш жараёнида бевосита банд бўлган ходимлар сонини қисқартиришга (ўртача 2 марта), ишлаб чиқаришнинг сифатий кўрсаткичларини яхшилашга имкон берди.

Иккинчи босқичга ишлаб чиқариш жараёнларини бошқаришга ҳисоблаш техникасини жорий қилишни, ТЖАБС яратиш киритиш мумкин. Ҳозирги пайтда бу йўналиш яна ҳам кенаяқ тарқалмоқда. Кимё ва озиқ-овқат саноатида ТЖАБС бошқариши учун жорий этиш мақсадида технологик жараёнларнинг умумий асосда ўрганилмоқда ёки такомиллаштирилмоқда. ТЖАБС технологик жараёнларнинг ишлашини оптималлаштиришни инсоннинг ишлаб чиқариш жараёнларида иштирок этиши улушини бундан буён тахминан 3 марта камайтиришни таъминлайди.

Ҳозир ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришнинг учинчи босқичига асос солинмоқда — МАИЧ ишлаб чиқилмоқда ва жорий қилинмоқда. Бу автоматлаштирилган комплексларнинг қўлланилиши бутун технологик жараённи тўла автоматлаштириш учун шароит яратади, бунга жараёнларни хош ашё билан таъминлаш, тайёр маҳсулотни жойлаш бўйича ёрдамчи операциялар ҳам кирилади. Бундан ташқари, бир маҳсулотни ишлаб чиқаришдан иккинчисига ўтишда ишлаб чиқаришни қайта қуриш автоматлаштирилади. Дастлабки баҳолашларга кўра инсоннинг ишлаб чиқариш жараёнларида иштироқи (иштироки) тахминан 6 марта қисқаради.

Автоматлаштиришнинг келажаги тўртинчи босқич бўлиши унда МАИЧ йиғиндилари асосида одамсиз технология бўйича ишловчи завод-автоматлар яратилади. Бунда инсоннинг бевосита ишлаб чиқаришдаги иштироки 5% гача, яъни 20 марта камаяди.

МАИЧни ишлаб чиқишда ва жорий қилишда қандай вазиблар ҳал қилиниши керак? Улар жуда кам эмас экан. Шу билан

дан бирга МАИЧни амалга оширишда бир қатор ўзига хос муаммолар пайдо бўлади.

МАИЧни яратиш ва жорий қилишнинг асосий концепциялари

Биринчи муаммо, ҳозирги вақтда жорий вазифаларнинг умуман уддасидан чиқиб келаётган машиналарнинг анча катта миқдори ишлаб туриши билан боғлиқ. Бироқ қурилмаларнинг, машиналарнинг, технологик аппаратларнинг кўпчилик қисми МАИЧда фойдаланиш учун яроқсиз экан, чунки уларда амалдаги жараёнларни силлиқ ўзгартириш имкониятлари назарда тутилмаган экан. Бу қурилмани алмаштиришга тўғри келади. Демак, анча йўқотишлар пайдо бўлади.

МАИЧни амалга оширувчи янги қурилмани ишлаб чиқишда барча ишлаб чиқариш вазифалари ўзаро боғланишда ҳисобга олинган системали ёндашув зарур. Бу ёндашувга асосланиб, асосий вазифалар сифатида МАИЧни яратишнинг қуйидаги масалаларини ифодалаш мумкин: системотехник таҳлил ва ишлаб чиқаришни умумий тайёрлаш, унинг вазифалари тўпламини шакллантириш; қурилма, машиналар, ишлаб чиқариш имкониятлари кенг бўлган аппаратлар, жиҳозларни ва ишлаб чиқариш хоналарини жойлаштиришни режалаш; роботлаштириш, ортиш-тушириш ва транспорт системасини ишлаб чиқиш; микро ва мини ЭХМ базасида ва тегишли программали таъминот асосида бошқариш системаларини ишлаб чиқиш; ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш масалаларини ҳал қилиш учун автоматлаштирилган лойиҳалаш системаларини ишлаб чиқиш; автоматик диагностика, функцияларни тиклаш ва МАИЧга хизмат қилиш системаларини ишлаб чиқиш.

Техник таҳлил системалари босқичида даставвал автоматлаштирилаётган ишлаб чиқаришнинг, айниқса, чиқарилаётган маҳсулотнинг характери, унинг компонент таркибига кўра ўзгариш динамикаси ва даражаси таҳлил қилинади. Одамларнинг жисмоний меҳнат билан бандлиги ҳақидаги, қурилмалардан фойдаланишнинг мавжуд ва исталган коэффициентлар ва ишнинг сменалилиги ҳақидаги саволларга жавоб берилиши керак. Технологик жараён амалга ошириладиган барча қисм ва бўлинмалар, хомашё, яримфабрикатлар сақланадиган хоналар, тайёр маҳсулот омборлари ўрганилиши керак.

Мунтазам текшириш натижасида МАИЧнинг яратилиши мақсадга мувофиқ эканлиги баҳоланади ва ихчам автоматлаштирилган ишлаб чиқаришларни яратишда ва жорий қилишда ҳал қилиниши керак бўладиган масалалар ифодаланади.

Қурилма, машина аппаратларни ишлаб чиқиш талаб қилинаётган характеристикалар ва параметрлар, уларнинг назарда тутилаётган ўзгаришлари диспазонлари асосида амалга оширилади. Бу ишланмаларнинг жуда муҳим хусусияти ишлаб чиқаришни самарали роботлаштириш учун шароитларни назарда тутишдир. Бу масалаларни ҳал этиш асосида ишлаб

чиқариш хоналарининг шакли ва ўлчамлари белгиланад.
Одатда, МАИЧда ишлаб чиқариш хоналарининг саҳни ан
қисқартирилади, чунки, масалан, оралиқ ҳажмдор омборхон
ларнинг, ишчи ва хизматчи ходимлар учун кўп миқдорда
маиший хоналарнинг зарурати бўлмайди.

Ишлаб чиқаришни роботлаштириш — МАИЧни яратишни
асосий босқичларидан биридир. Уни ҳал қилишда қуйида
асосий ташкилий тадбирлар ўтказилиши керак: технологик ж
раёнларни уларнинг прогрессивлигини ва автоматлаштири
ганлик даражасини аниқлаш мақсадида аттестациядан ўтк
зиш; ҳар бир бўлимда саноат роботларининг қўлланилиши и
тисодий мақсадга мувофиқлигини техник-иқтисодий асослаш
ишлаб чиқиш; модулли конструкциядаги роботларнинг пар
метрик қаторини ишлаб чиқиш ва уларни ишлаб чиқариш
ташкил этиш.

Ишлаб чиқаришни роботлаштириш асосида автоматлашт
рилган ортиш-тушириш ва транспорт системалари ишлаб ч
қилиши керак. Автоматлаштирилган транспорт системала
мослашувчан бўлиши, машиналар, аппаратлар ва технолог
жараёнлар қурилмаларининг синхрон ишлашини таъминла
керак. Улар пировард натижадан келиб чиқиб технологик ж
раён қурилмасининг оптимал юкланишига ёрдам бериши к
рак. Мослашувчи автоматлаштирилган транспорт система
қурилмаларнинг катта гуруҳини ягона комплексга айлантири
у талаб қилинган вақт давомида одамларнинг иштирокис
ишлай олиши мумкин.

Ҳисоблаш техникаси воситалари МАИЧни жонлаштириш
уни барча кўзда тутилган масалаларни муваффақиятли баж
ришга қаратилган. Ҳисоблаш техникаси воситаларини ташк
этиш иерархик кўп даражали бўлиши керак. Қуйи дараж
микро ва мини ЭҲМнинг тақсимланган тармоғи билан шаклл
нади, улар локал қурилмаларни, роботлаштирилган комплек
ларни, технологик жараён аппаратураси ва қурилмаларин
ортиш-тушириш ва транспорт системаларини бевосита бошқ
ришни таъминлайди. Тақсимланган ЭҲМларнинг ишини МАИ
нинг ҳолати ва фаолияти ҳақида тўла ахборот олиб турув
марказий ЭҲМ ташкил қилади. Бошқарувчи персонал (ходи
лар) ишлаб чиқаришни қайта ташкил этиш бўйича аниқ ваз
фаларни ҳал қилади, марказий ЭҲМ оптимал тарзда бу м
салаларни ҳал этиб, тақсимланган ҳисоблаш системалари
қурилмаларига иш программаларини беради.

Марказий ЭҲМнинг математик ва программавий таъмин
тини ишлаб чиқиш муаммоси МАИЧни яратишдаги энг м
раккаб муаммолардан биридир. МАИЧнинг ҳисоблаш ком
лексининг бой программавий таъминоти (ПТ) шароитидаги
юқори даражадаги мослашувчанликка эришиш мумкин. П
ишлаб чиқаришнинг янги вазифаларини амалга оширувчи я
ги бошқариш вазифаларига оператив ўтишга имконият ярати
керак. Шунинг таъкидлаб ўтиш мумкин, ПТни модулли при

цип бўйича шакллантирган қулай, бунга мувофиқ ҳар бир программа алоҳида мустақил кичик программа — модуль кўринишида шакллантирилади. Бундай ёндашишда ПТни жадаллаштириш ва модернизациялаш (янгилаш), модуллар тўпламидан исталган фойдаланиладиган программани шакллантириш учун қулай шароитлар яратилади.

МАИЧни яратишда жуда қизиқарли масалалардан бири уларнинг автономлигини ошириш масаласидир. Унинг моҳияти нимада?

Олдиигилардан маълумки, МАИЧ ишлаб чиқариш масалаларининг бутун комплексини, то тайёр маҳсулотни оморга жойлашгача бўлган ишларни ҳал қилади. Бундан ташқари, МАИЧ ишлаб чиқариш жараёнини маҳсулотнинг янги турларини чиқаришга ўтиш мақсадида оператив равишда қайта қуради. Бироқ ишлаб чиқаришни маҳсулотнинг янги турларига ўтказишни ташкил этиш учун МАИЧ ишлаб чиқаришни технологик тайёрлашнинг бутун бир воситалар комплекси билан ташқаридан таъминланиши керак.

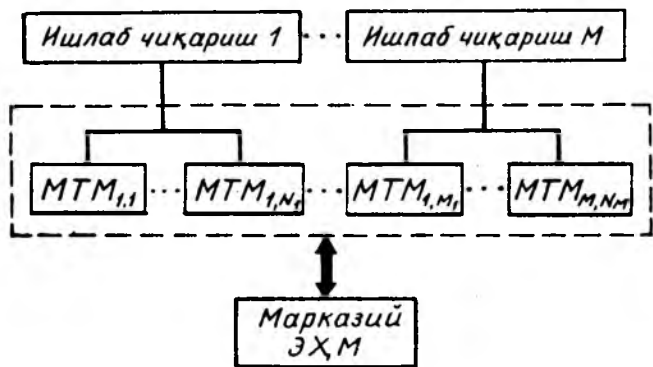
МАИЧни технологик тайёрлаш воситалари деганда янги маҳсулотни ишлаб чиқариш учун технологиялар ишлаб чиқиш, цехлар, бўлимларнинг ўзаро ва хомашё, яримфабрикатлар ва тайёр буюмлар оморлари билан боғланишининг янги йўналишларини белгилаш, технологик қурилмани, роботларни, органиш-тушириш ва транспорт системаларини бошқариш системалари учун программалар ишлаб чиқиш, шунингдек турли ёрдамчи ишлаб чиқариш операциялари тушунилади. Бу ишларнинг кўпчилиги кўп миқдордаги одам ресурсларини жалб қилишни, кўп вақт сарфлашни талаб қилади, бу эса МАИЧнинг ихчамлик даражасини ва бинобарин унинг самарадорлигини кескин пасайтиради.

Бундан МАИЧни яратишда ишлаб чиқаришни муҳандислик ва технологик тайёргарлигининг санаб ўтилган масалаларини ҳал қилишни ҳам автоматлаштириш мақсадга мувофиқ экани келиб чиқади. Бу вазифа автоматик лойиҳалаш системаси (АЛС) билан муваффақиятли ҳал қилиниши мумкин, у МАИЧ учун ёки уларнинг баъзи тўплamlари учун назарда тутилиши мумкин. АЛС, ишлаб чиқаришни муҳандисли ва технологик тайёргарлигини лойиҳалаб, бошқа истиқболли масалани — МАИЧни ўз-ўзини такомиллаштириш ва ривожлантириш масаласини ҳам ҳал этади. Тажриба тўплана боргани сари МАИЧнинг имкониятлари кенгайди, унинг самарадорлиги кўтарилди.

МАИЧ инсонни маҳсулот ишлаб чиқариш жараёнида иштираётган эттидан максимал озод қилиб, катта ҳажмдаги ишлаб чиқариш масалаларини ҳал этади. Бироқ МАИЧга сошлаш, таъмирлаш-профилактик ва ремонт ишларини амалга ошириб, хизмат кўрсатиш зарур. Бу мақсадда мутахассисларни тайёрлаш масалалари кўзда тутилиши керак: роботлаштирилган қисмлар ва мажмуаларда хизмат кўрсатиш учун операторлар,

созловчилар, робототехникани жорий қилиш бўйича бўлинма-лар ва саноат роботлари ва робото-технологик комплекслар бўйича ишга тушириш-созлаш ҳамда таъмирлаш ишлари учу-гуруҳлар ташкил этилиши керак. МАИЧда рад қилишларни автоматик диагностика қилиш системаси, шароит бўлганда эс-МАИЧнинг фаолиятини автоматик тиклаш системаси ишла-чиқилганда бу хизматларнинг самарадорлиги сезиларли дара-жада ортади. Бу тегишли диагностик ва резервловчи програм-мавий таъминот асосида амалга оширилади. Қурилманинг иш-дан чиққан бўғинлари, бошқарув системасининг ишдан чиққан элементлари ҳақидаги ахборот тегишли хизматларга оператив равишда етказилади, улар носозликларни диагностика қилиш вақтни қисқартириб, вужудга келган носозликларни бартараб қилишга дарҳол киришишлари мумкин.

МАИЧни яратишнинг қараб чиқилган масалаларини дар-ҳол ҳал қилиб бўлмайди, албатта. Бу ҳажмдор ва кўп қирра-ли муаммога барқарор комплекс тарзида ёндашмоқ керак. Кўп-гина масалаларни ҳам ҳали ишлаб чиқиш керак бўлади. Лекин уларни ҳозир тушуниш ва кўрсатиш керак, чунки техник та-раққиёт жадал ривожланмоқда.



21.16-расм. МАИЧ нинг модулли комплекси.

МАИЧни яратишнинг дастлабки босқичида ҳар бир ишлаб чиқариш ёки технологик жараён учун алоҳида модуллар ишлаб чиқиш мақсадга мувофиқдир, бу модуллар мослашувчи технологик модуллар (МТМ) ёки МАИЧ модуллари дейилади (21.16-расм). Бу модуллар технологик жараёнларнинг ёки ишлаб чиқаришларнинг айрим локал қисмларидаги муаммоларни ҳал қилади. Бу модуллар бирлаштирилиб, МАИЧнинг тегишли модулли комплекси (мажмуаси) олинади. Бу модули комплексни марказий ЭХМ бошқаради.

Фан-техника тараққиётининг жадаллашуви оммавий ишлаб чиқариш самарадорлигининг ошиши ва маҳсулот сифати яхшиланишининг ҳал қилувчи шартидир. Янги замонавий техника ва технологияни, ишлаб чиқаришни бошқаришнинг самарали системаларини ишлаб чиқиш кўрсатиб ўтилган вазифани ҳал этади.

Шу билан бирга амалиётнинг кўрсатишича, турли хил масалаларни ҳал этишда янги техника имкониятлари ва самарадорлигининг ўсиши билан бир вақтда уни лойиҳалаш ва тайёрлашга сарфланадиган моддий ва вақт харажатлари ортади. Ишлаб чиқишларнинг вақт бўйича чўзилиб кетиши уларнинг тез эскиришига олиб келади.

Янги буюмларни: машиналарни, аппаратларни, технологик жараёнларни, асбобларни ва автоматлаштириш воситаларини, автоматлаштириш системаларини тайёрлашда вақт энг кўп даражада қаерда йўқотилади? Лойиҳалаш жараёнларини қандай тезлаштириш керак?

Лойиҳалаш тажрибасини таҳлил қилиш асосида шу нарса аниқланганки, кўп вақт кутубхоналарда, архивларда, илмий-техник ахборот бўлимларида, умумий лойиҳа кабинетларида техник ахборотни қидиришга, ҳисоблаш ва чизма ишларини, чизма ва конструкторлик ҳужжатларини расмийлаштириш ва тузатиш ишларига сарфланади.

У ёки бу турдаги ишнинг салмоғи ўзгариши мумкин. Бироқ, умуман нонжодий ишнинг умумий ҳажми жуда катта. Баъзан илмий-техник ахборотни излашнинг ўзига умумий лойиҳалаш вақтининг учдан бири сарфланади. Табиийки, бундай ҳол техник ахборотнинг қадрсизланишига олиб келади.

Мутахассисларнинг саъй-ҳаракатлари, замонавий техника ютуқлари янги буюмларни ишлаб чиқиш суръатларини фан-техника ютуқлари суръатлари билан тенглаштиришга имкон берди. Муаммо автоматлаштирилган лойиҳалаш системаларини (АЛС) яратиш ва жорий қилиш йўли билан ҳал қилинмоқда. АЛС лойиҳавий меҳнатни жадаллаштиради, унинг ижодий мазмунини чуқурлаштиради.

АЛС деб лойиҳа ташкилотлари бўлинмалари билан ўзаро боғланган ва автоматлаштирилган ёки автоматик лойиҳалашни бажарувчи лойиҳалашни автоматлаштириш воситалари мажмуасидан иборат ташкилий-техник системага айтилади.

АЛСда лойиҳалаш натижаси — лойиҳалаш объектини яратиш учун зарур талабларни қондирувчи объектларни ва унинг таркибий қисмларини лойиҳалашнинг ҳамма ёки айрим босқичларидаги тугалланган лойиҳавий қарорлар (ечимлар) мажмуасидир.

АЛСни яратиш мақсадлари лойиҳалаш объектларининг самарадорлигини оширган ҳолда уларни яратиш ва ишлатиш харажатларини камайтириш, муддатларни қисқартириш, лойи-

ҳалашга сарфланадиган меҳнати камайтириш ва лойиҳавий ҳужжатларнинг сифатини ошириш, ишлаб чиқарилаётган маъмулот сифатини оширишдан иборат.

Қўйилган мақсадга математик усулларни ва ЭҲМни қўллаш, лойиҳавий ишларни комплекс автоматлаштириш, лойиҳалашни бошқариш сифатини ошириш, лойиҳаланаётган объектларнинг самарали математик моделларини қўллаш, комплектловчи буюмлар ва материалларни қўллаш, кўп вариантли лойиҳалаш ва оптималлаш усулларидан фойдаланиш асосида лойиҳалаш йўли билан эришилади.

АЛС ни таъминлаш воситалари

АЛС таъминот воситалари йиғиндиси асосида амалга оширилади. Бундай воситаларга ташкилий, методик (услубий) математик, лингвистик, программавий, инфорацион ва техник таъминот кирази.

Ташкилий таъминот — лойиҳа ташкилоти ва унинг бўлимлари таркибини, улар орасидаги боғланишни, уларнинг вазифаларини, шунингдек лойиҳалаш натижаларини кўрсатиш шаклини белгиловчи ҳужжатлар тўпламидир.

Методик (услубий) таъминот — АЛС таъминот воситаларини танлаб олиш ва ишлатиш қоидаларини, таркибини белгиловчи ҳужжатлар тўплами. Методик таъминот лойиҳалашни автоматлаштириш бўйича ишларни мувофиқлаштиришни белгилайди.

Математик таъминот — математик усуллар, математик моделлар ва лойиҳалаш алгоритмлари тўплами.

Лингвистик таъминот — лойиҳалаш тиллари тўплами бўлишига атамалар ва таърифлар, табиий тилии фармаллаштириш қоидалари, АЛСда матнларни қисқартириш ва кенгайтириш услублари кирази.

Программавий таъминот — амалий программалар пакетлари (АПП) кўринишида расмийлаштирилиши мумкин бўлган машина программалари тўплами.

Инфорацион таъминот — АЛС учун талаб қилинаётган маълумотлар тўплами.

Техник таъминот — ўзаро боғлиқ ва ўзаро таъсирланувчи техник воситалар тўплами. АЛС техник таъминоти даставвал ЭҲМни ўз ичига олади. АЛСда ЭҲМ сифатида турли онлада (типдаги) машиналар фойдаланилиши мумкин. ЭҲМнинг антитурини АЛС иерархиясидаги тегишли бўлинманинг даражаси билан, шунингдек, ҳал қилинаётган масалалар синфи билан белгиланади.

ЭҲМдан АЛСда фойдаланишнинг самарадорлиги атрофда қурилмаларнинг таркиби билан белгиланади. Четдаги (сатрофдаги) қурилмаларни минимал ЭҲМ комплекси қурилмаларига ва махсус қурилмаларга ажратиш мумкин. Қурилмаларнинг биринчи гуруҳига анъанавий четдаги қурилмалар кирази: магнит ленталаридаги, магнит дискларидаги таш

ХҚ (хотирлаш қурилмалари); перфолента ва перфокарталардан киритиш-чиқариш қурилмалари; алфавит-рақамли босиш қурилмаси; перфолента ва перфокарталарда маълумотларни тайёрлаш қурилмалари.

Махсус қурилмаларга экранда текстли (матнли), рақамли ва график ахборотни акс этиш учун алфавит-рақамли ва график дисплейлар, чизмачилик автоматлари, дастлабки график материалларни ЭҲМга киритиш учун график ахборотни кодлаш қурилмалари киради.

АЛСнинг ишлаш режимлари

Фойдаланувчи — лойиҳачи АЛС билан қуйидаги икки режимдан бирида ўзаро таъсирланиши мумкин: пакетли ёки диалогли режимда.

Пакетли режим — лойиҳалашнинг энг содда режимидир. Бу режимда ЭҲМ барча лойиҳавий масалаларни автоматик ҳал қилади. Лойиҳачи ЭҲМга программа киритиши ва алфавитли — рақамли ёзиш қурилмаси (АРЕК) да ёки граф ясовчида лойиҳалаш натижаларини олиш керак. Бироқ пакетли режим фақат лойиҳани ишлаб чиқишнинг ҳар дақиқасида программа барча зарур ишларни назарда тутган ҳолдагина қўлланиши мумкин.

Диалогли режим — лойиҳалаш режими бўлиб, унда цикл даврий такрорланади: машинага вазифа бериш, жавоб олиш ва жавобни таҳлил қилиш. Диаглогли режимни самарали қўллаш учун ЭҲМ реакциясининг (акс таъсирининг) ўртача вақти етарлича кичик бўлиши зарур: секунднинг улушларидан бир неча секундгача. Бу режим лойиҳалашда барча ишларни олдиндан пограммага солиб бўлмаган ҳолда қўлланилади. Лойиҳалашнинг бундан кейинги йўналишини бир қийматли аниқлаш мумкин бўлмаган ҳоллар етарлича тез-тез учраб туради. Бундай ҳолларда олдиндан оралиқ натижаларни таҳлил қилиш, қўшимча маълумотларни аниқлаш, ечимларнинг мумкин бўлган вариантларини қараб чиқиш, энг яхшиларини танлаб олиш ва шундан кейингина лойиҳалашни давом эттириш зарур.

Инсоннинг ЭҲМ билан диалогли ишлашини самарали амалга ошириш лойиҳачининг индивидуал пультларини яратиш туфайли мумкин бўлди, улар лойиҳачининг автоматлаштирилган иш ўринлари (АИУ) деб аталди. АИУнинг техник воситалари таркибига минн ёки микро ЭҲМ, алфавитли-рақамли ва график ахборотни акс эттириш қурилмаси, алфавитли-рақамли ва график ахборотни киритиш қурилмаси киради. АИУ марказий ҳисоблаш комплексида (МҲК) жойлашган ёки АЛС иерархиясининг кейинги сатҳида жойлашган янада йирик ЭҲМ билан алоқага эга.

Алфавитли-рақамли ва график ахборотни акс эттириш қурилмаларига алфавитли-рақамли дисплей (АРД) ва график дисплей (ГД), чизмачилик автоматлари (ЧА) киради. АРД

экранларида ҳарфлар, рақамлар, турли махсус символлардан иборат матнли ахборот акс этади. Бу ахборот лойиҳачига лойиҳалаш жараёнини таҳлил қилиш учун ва қарор қабул қилиш учун зарур бўлади.

ЧА да ҳам матнли, ҳам график ахборот расмлар, чизмалар, графиклар ва ҳоказолар тарзида аксланади. ЧА да олинadиган ахборот ҳужжатлаштирилади, уни сақлаш ёки конструкторлик ҳужжатлари комплектига киритиш мумкин.

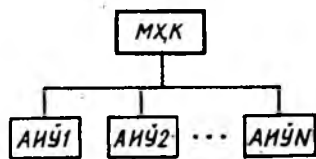
ЭХМга алфавитли-рақамли ахборотни киритиш учун дисплейларнинг клавиатуралари «Консул-260» туридаги пултли ёзув машинкалари қўлланилади. ЭХМга амалда истаган мураккабликдаги график ахборотни киритиш, график ахборотни кодлаш қурилмалари ёрдамида амалга оширилади.

Санаб ўтилган четдаги (атрофдаги) қурилма АЛСдаги АИУ ларнинг кенг имкониятлари ҳақида далолат беради. Улар лойиҳачини деярли барча график ва ҳисоб-китоб ишларидан озод қилиши мумкин. АЛС ёрдамида тайёр чизмалар ва талаб қилинган матнли материлларни олиш мумкин, олинган натижаларни жуда оддий тузатиш мумкин, бунда тузатиш автоматик равишда барча чиқувчи ҳужжатларга тез ва аниқ киритилади.

АЛСда АИУ дан фойдаланишнинг самарадорлигини оширишга вақтни бўлиш (ажратиш) режимини қўллаш йўли билан эришилади. Ҳақиқатан, АИУнинг видеотерминалида лойиҳалаш жараёнининг оралиқ натижалари ҳақида ахборот олиб, лойиҳачи ўйлаб кўриши ва навбатдаги қарорни қабул қилиши керак. Бунда Марказий ҳисоблаш комплекси (МХК) ҳисоблашлар билан юкланмаган бўлади ва ишламайди. Бу ундан фойдаланиш самарадорлигини пасайтиради. ЭХМнинг юкланишини (ишини) ошириш учун унга бир неча АИУ лар уланади, ЭХМ АИУларни навбати билан сўроқ қилиб чиқади. Талаб бўлганда сўраётган фойдаланувчига хизмат кўрсатади, сўнгра кейинги терминал қурилмаларни қараб чиқишга киришади. Агар талаб бўлмаса, у ҳолда ЭХМ фонли деб аталувчи пакетли режимнинг бирор масалаларини ҳал қилиш мумкин. Бу масалалар бевосита берилган лойиҳалаш жараёнига тааллуқли бўлмаслиги мумкин, лекин уларни ҳал қилиш ЭХМни юклаш самарадорлигини оширади.

АЛСнинг техник воситаларини жойлаштириш блок-схемаси 21.17-расмда келтирилган. Автоматлаштирилган ишчи ўринлари АИУ1, АИУ2, ..., АИУN лойиҳа ташкилотининг турли бўлинмаларида жойлаштирилган. Уларнинг ҳаммаси марказий ҳисоблаш комплекси (МХК) билан бирлаштирилади ва биргаликда жамоа фойдаланadиган системани ифодалайди.

ЛАС асосида кимёвий ва озиқ-



21.17- расм. АЛС нинг техник воситаларини жойлаштириш блок-схемаси.

овқат саноатини автоматлаштириш системасини ишлаб чиқишда принципиал электрик, пневматик, функционал автоматлаштириш схемаларини, лойиҳалаш масалалари самарали ҳал қилинади. ТЖАБСини лойиҳалашда ҳам ЛАСдан фойдаланиш самаралидир.

XXI.10- §. АВТОМАТЛАШТИРИШ СИСТЕМАЛАРИНИНГ ИШОНЧЛИЛИГИ

Автоматлаштириш системаларининг ишончлилиги системанинг берилган вазифаларни эксплуатацион кўрсаткичларининг белгиланган қийматларининг вақт ўтиши билан сақланиши билан бажариш қобилияти системанинг бетўхтовлиги, таъмирланувчанлиги ва узоқ муддат ишлаши орқали белгиланади.

Бетўхтовлиги — системанинг ишлатиш жараёнида берилган вақт давомида (ишлаб чиқариш цикли, смена, ой, чораклик, йил давомида) мажбурий (режадан ташқари) тўхташларсиз иш қобилиятини сақлаш қобилиятидир. У айрим вазифалар, қисм системалар ва умуман системаларни инкор қилишга ишлаб қўйиш билан характерланади.

Таъмирлашга яроқлилик системанинг инкор қилишларнинг олдини олиш, аниқлаш ва инкорларни бартараф этишга мойиллиги билан характерланади. Бу кўрсаткич мумкин бўладиган инкорлардан (тўхташлардан) сўнг иш қобилиятини кўп марта тиклаб узоқ вақт фойдаланишга мўлжалланган системалар учун муҳимдир ва у ўрта тикланиш вақти билан характерланади.

Узоқ муддатлилик — бу системанинг иш қобилиятини охириги ҳолатгача сақлай олиш хоссасидир (техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш учун зарур узулишлар билан). У табиий ва маънавий эскириш омиллари билан белгиланади ва системанинг хизмат қилиш муддати билан аниқланади.

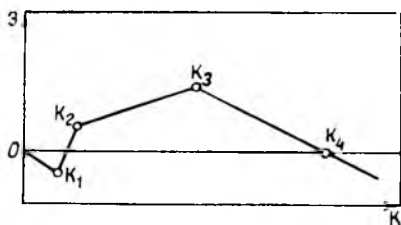
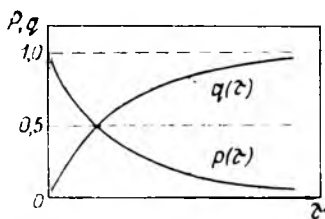
Автоматлаштириш системасини ишлаб чиқиш, лойиҳалаш, жорий қилиш ва саноат эксплуатацияси жараёнида унинг ишончлилигининг оптимал даражаси белгиланиши ва ўрганилиши керак. Паст даражанинг оқибатлари технологик режимнинг бузилиши, брак, мақсадга қаратилган маҳсулотни тўла ишлаб чиқармаслик, авариялар, портлашлар, шунингдек системани таъмирлашга ҳаражатларнинг ортиши. Айрим ҳолларда система ишончлилиги даражасининг паст бўлиши унинг самарадорлигини нолга келтириши ёки ҳатто манфий қилиб қўйиш мумкин (яъни ҳаражатлар иқтисодий самарадан ҳам юқори бўлади). Ишончлилик кўрсаткичларининг ортиши ҳам ҳаражатларнинг ортишига олиб келади.

Система ишончлилигининг оптимал даражасини ўрнатиш ва таъминлаш — мураккаб ва масулиятли вазифа, чунки кимё ва озноқ-овқат технологияси объектларини бошқариш (ТОБ) ни автоматлаштириш кўп функцияли (вазифали) системага кирди, унинг таркибида жуда кўп техник қурилмалар ва оператив ходим бўлади. Бунда, бир томондан, айрим вазифани (иш-

ни) бажаришда бир нечта техник қурилмалар фойдаланилиши мумкин, иккинчи томондан — айти бир қурилмани бир нечта вазифани бажарувчи ўрнида фойдаланиш мумкин. Система-ларнинг кўплиги (ортиқчалиги) ҳам катта аҳамиятга эга (аппаратли, информатсион, вақтий, функционал системалар), бу умуман системанинг ишончилигини айрим қисм системалар ва қурилмалар ишончилигидан юқорироқ тутишга имкон бе-ради. Оператив ходимларнинг бўлиши берилган вазифаларни бажариш умумий ишончилигини ошириши ҳам мумкин (агар хо-димлар бошқарувнинг захира бўғини бўлса), ходимлар техник қурилмалар билан изчил ишлаган ҳолда ишончилиқни ка-майтириши ҳам мумкин.

Тўхтовсиз (узлуксиз) ишлаш кўрсаткичларини ҳисоблаш. Тўхташ — бундай ҳолдан сўнг система тўлиқ ёки қисман ўз ваифаларини бажара олмайдиган ҳолатдир. Тўхташнинг сабаб-лари ейилиш ва эскиришнинг табиий жараёнлари бўлиши, шунингдек, системани тайёрлашда, монтаж қилишда, таъмир-лашда ишлатиш қоидалари ва нормаларини бузишда юзага ке-ладиган камчиликлар бўлиши мумкин.

Реал қурилманинг узлуксиз ишлаш вақти берилган қийматдан юқори бўлиши керак, яъни $\tau > \tau_0$ шарт бажарилиши керак. Шунин айтиб ўтиш керакки, τ вақт бу ерда тасодифий характерга эга. Бу эҳтимоллик характеристикаларидан фойдаланиш заруриятини белги-лайди: $p(\tau)$ — берилган вақт давомидаги узлуксиз ишлаш эҳтимолли-ги (одатда 10^6 соат), $q(\tau)$ — τ_0 вақт ичида тўхташ эҳтимоли.



21.18- расм. Берилган вақт давомида узлуксиз ишлаш $P(\tau)$ ва тўхташ эҳ-тимоли $q(\tau)$ функцияларининг ўзгариш характерлари.

21.19- расм. Иқтисодий самарадорликнинг АС ни жорий қилишга сарфланадиган капитал харажатларга боғлиқлиги.

Табиийки,

$$q(\tau) = 1 - p(\tau)$$

Бу функцияларнинг умумий кўриниши 21.18- расмда келтирилган. Эгри чизиқларнинг кўринишидан қурилманинг ишончилиги кўрсат-кичи вақт ўтиши билан 1 дан 0 гача ўзгаради.

Берилган τ_0 вақт оралиғида $p(\tau)$ эҳтимоллик

$$P(\tau) = e^{-\tau_0 / \tau_{\text{ср}}} \quad (21.14)$$

формула бўйича ҳисобланади, бу ерда $\tau_{урт}$ — тўхташгача ишлаб беришнинг ўртача вақти (ўртача тўхтовсиз ишлаш вақти).

$$\tau_{урт} = 1 / (\lambda K_e) \quad (21.15)$$

тарзида аниқланади, бу ерда $\lambda_{урта}$ — қурилманинг тўхтаб қолиш жадалликлари, K_e — қурилманинг юкланиш коэффиценти. Қурилманинг тўхташлар жадаллиги λ унинг паспортида келтирилади. У тайёрловчи заводда тўхтаган қурилмалар сонининг берилган вақт оралиғида саз ишлаётган қурилмалар сонига нисбати сифатида белгиланади.

Бошқаришнинг ҳатто элементар вазифаларини бажариш учун ишончли характеристикали бир нечта кетма-кет ўрнатилган қурилмалар талаб қилинади. Масалан, сарфлашни аналогли қайд қилиш учун Сапфир—22ЕХ датчиги, таъминот блоки БПС-24 ва қайд этувчи асбоб А-543 керак бўлади.

Функцияни бажарувчи, кетма-кет ўрнатилган қурилмалар занжири

$$(\lambda K_e)_\phi = \sum_{i=1}^n (\lambda K_e)_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (21.16)$$

формула бўйича ҳисобланади, бу ерда $(\lambda K_e)_\phi$ — i - қурилманинг юкланганлик коэффиценти ҳисобга олган ҳолдаги тўхташлар жадаллиги, n — занжирдаги қурилмалар сони.

Параллел қурилмалар гуруҳи учун, яъни бир ишчи ҳолатда, бошқаси заҳира ҳолатида бўлган қурилмалар учун тўхташлар жадаллигини ушбу

$$(\lambda K_e)_\phi = 0,5 (\lambda A_e)^2 \quad (21.17)$$

формула бўйича ҳисоблаш мумкин.

Автоматлаштириш системаларининг ишончлигини ошириш услублари. Ишончлиликни оширишнинг асосий услублари ишлаб чиқиш босқичида кўзда тутилган захиралаш (ортиқчалик) ва ишлатиш даврида сифатли техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш ҳисобланади.

Функционал ва структур (тузилма) захиралаш фарқ қилинади. Функционал захиралаш системага ўхшаш ўзаро бир-бирини тўлдирувчи вазифаларни киритиш билан таъминланади, масалан, аналогли ва рақамли қайд этиш, қўлда ва масофадан туриб бошқариш, асбоблар ёрдамида ва дисплейда назорат қилиш ва ҳоказо.

Структур захиралаш бошқаришнинг энг муҳим вазифаларини бажаришда қурилмаларни параллел ўрнатишни назарда тутати. Структур захирасининг қўйидаги турлари фарқ қилинади: ишчи қурилмалар тўхтаганда заҳира қурилмаларни автоматик улаш («иссиқ» захиралаш) олдиндан монтаж қилинган заҳира қурулмани коммутацион алоқаларнинг ўзгариши ҳисобига улаш («совуқ» захиралаш); носоз қурилмани ечиб олиш ва уни заҳирадаги билан алмаштириш.

Техник хизмат кўрсатишни ва таъмирлашни ташкил этиш,

бир томондан, қурилмаларнинг ишончлилиги тўғрисидаги маълумотларни, юз бериши мумкин бўлган тўхташларни олдиндан айтиш мақсадида тўплаш ва таҳлил қилиш, иккинчи томондан эса — оптимал даврийликни ва автоматик ва назорат ўлчаш асбоблари (КИПиА) таъмирлаш ишлари ҳажмини ишлаб чиқариш ва таъминлашни кўзда тутати.

Ишончлилиқ тўғрисидаги маълумотларни тўплаш (КИПиА) цехларидаги асбобсозлар ва таъмирлаш хизмати ходимлари маълумотларини юз бериши мумкин. Бу мақсадда тўхташларни тўхтатиш ва собга олиш журналига носозлик вақти, жойи ва сабаби, унинг тартиб бартараф қилиш усули ҳамда бунга кетадиган меҳнат харajatлари усули ёзиб қўйилади. Ҳар бир қурилма учун дафтари тўзилади; унга тўхташлар ҳақидаги маълумотлардан ташқари қурилманинг паспорт характеристикаси (чиқарилган йили, тайёрловчи завод, ишга туширилган сана) ва профилактик назорат ва таъмирлашлар натижалари ёзилади.

Автоматлаштиришни бошқариш системаларига техник хизмат кўрсатиш таъмирлашлар орасидаги даврда ишончлилиқ кўрсаткичларини керакли даражада тутиб туришнинг асосий усули ҳисобланади. У айрим қурилмалар ва боғланиш каналларининг метрологик характеристикаларини ҳамда иш қобилиятини тест сигналлари бўйича текширишни; қурилмаларни тозалашни; қурилмаларнинг айрим элементларини созлаш ва алмаштиришни; электр ва трубаги ўтказгич ажралувчи приборлар, контактлари ва мустаҳкамлагичларининг ишлаб чиқариш қобилияти ва ишончлилигини текширишни назарда тутати.

Техник хизмат кўрсатиш даврида ўтказиладиган таъмирлаш ишлари жорий таъмирлаш дейилади, улар автоматлаштириш воситаларининг иш қобилиятини таъминлаш ёки тиклаш учун бажарилади ҳамда системанинг айрим қисмларини алмаштиришдан ва (ёки) тиклашдан иборат. Ишончлилиқ кўрсаткичларини тўла тиклаш учун системанинг барча қисмларини қайта роль таъмирлаб, сўнг текшириш зарур.

XXI.11-§. АВТОМАТЛАШТИРИШ СИСТЕМАЛАРИНИНГ ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИГИ

Технологик объектларни автоматлаштириш уларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини 3—5% га орттириб, мақсад қаратилган маҳсулотни олишда кўп меҳнат талаб қилишларни даражасини анча камайтиришга (30—40% га) олиб келади.

Иккинчи томондан уни амалга ошириш учун қўшымча капитал маблағлар талаб қилинади. Масалан, кимёвий ва унинг яқин саноат тармоқларида автоматлаштиришга кетадиган харajatлар ТООБ қурилмалари таннархининг 35% ини ташкил этади.

Автоматик системалар (АС)ни жорий қилиш самарадорлигининг асосий кўрсаткичи уларнинг ўзини қоплай олиш мумкинлиги ҳисобланади:

$$T = (K + A)/\mathcal{E}, \quad (21.18)$$

бу ерда T — ўзини қоплаш муддати, йил; K — АС ни жорий қилиш учун сарфланадиган капитал маблағлар (ҳаражатлар), сўм; A — жорий қилинган автоматлаштириш қурилмалари таннархидан ажратилган амортизацион тўловлар, сўм; \mathcal{E} — шартли — йиллик иқтисодий самара, сўм/йил.

Иқтисодий самара автоматлаштириш бўйича аниқланади:

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2)/\Pi, \quad (21.19)$$

бу ерда C_1 , C_2 — мақсадга қаратилган маҳсулот бирлигининг автоматлаштиришдан олдинги ва кейинги таннархи, сўм; Π — мақсадга қаратилган маҳсулотнинг автоматлаштиришдан кейин йиллик ишлаб чиқариш.

Кимё корхоналари маҳсулоти таннархининг асосий банди (50—80%) хом ашё таннархи эканини ҳисобга олиб, асосий эътиборни мақсадга қаратилган маҳсулот бирлигига тўғри келадиган хомашё солиштирма сарфини пасайтирувчи автоматлаштириш воситаларини жорий қилишга қаратиш зарур.

Ўзини қоплаш муддатининг тескари катталиги иқтисодий самарадорлик коэффициенти E ҳисобланади:

$$E = 1/T = (C_1 - C_2) \cdot \Pi / (K + A) \quad (21.20)$$

Келтирилган формулалар бўйича аниқланган самарадорлик кўрсаткичининг қийматлари норматив қийматлар билан таққосланади ва натижага асосланиб, АС ни жорий қилишнинг мақсадга мувофиқлиги ҳақида хулоса чиқарилади. Кимёвий корхоналарда АСнинг ўзини қоплашининг нормадаги муддати тахминан уч йилни ташкил этади.

Иқтисодий самарадорликнинг АС ни жорий қилишга кетадиган капитал харажатларга боғлиқлиги 21.19-расмда келтирилган.

Боғланишни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, биринчи босқичда ($K_0 - K_1$) иқтисодий воситалар комплексига озгина ҳаражатлар қилинганда иқтисодий самарадорлик C_1 таннархнинг ортиши ва оддий бошқариш функцияларининг (назорат, сигнализация ва ҳоказо) автоматлаштирилишининг самарадорлиги жуда кичик бўлганидан иқтисодий самарадорлик манфайдир. Капитал маблағларнинг маълум қийматидан бошлаб (K_1) бошқариш вазифалари ва масалаларини кенгайтириш АС нинг самарадорлигини кескин ўсишига олиб келади, демак янада такомиллашган техник воситалар комплексидан фойдаланиш ҳисобига иқтисодий самарани ҳам оширади. Такومиллаштиришнинг бу босқичида АС энг катта самара беради. Бу босқич узоқ давом этмайди. У капитал ҳаражатларнинг K_2 қийматигача давом этади. Капитал ҳаражатларнинг бундан кейинги ортиши ($K_2 - K_3$) АС ни жорий қилишнинг иқтисодий самарадорлигини бунчалик кескин оширмайди; капитал ҳаражатларнинг маълум қийматидан бошлаб (K_3), бошқаришнинг функция ва вазифаларини бундан кейинги кенгайтириш жуда оз даражада

самара берадики, натижада системанинг иқтисодий самарадорлиги туша бошлайди. Бу бошқарувнинг функциялари ва вазибаларининг такрорланиши, технологик ходимларга бериладиган ахборотнинг ҳаддан ташқари кўплиги, АС нинг мураккаблиги, демак ишончсизлиги, бошқариш функцияларини автоматлаштириш билан тушунтирилади, уларни фан ва техника ривожининг эришилган даражасида техник персоналга қолдириш мақсадга мувофиқдир. K_4 қийматдан бошлаб, техник воситалар мажмуасини мураккаблаштириш кўрсатилган сабабларга кўра иқтисодий самаранинг манфий қийматиға олиб келади.

Боғланишни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, ҳар бир БТО учун энг кўп иқтисодий самара берадиган АС танлаб олиш мумкин. Бунда капитал ҳаражатлар K_3 ни ташкил этади.

XXII б о б. ТИПАВИЙ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

XXII.1-§. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШНИНГ ТИПАВИЙ ОБЪЕКТЛАРИ

Кимё ва озиқ-овқат саноатлари катта миқдордаги турли хил тармоқлар билан ифодаланлади. Ўз навбатида амалда ҳар бир соҳа (тармоқ) хусусий технологик жараёнлари бўлган турли хил ишлаб чиқаришларга эга. Улар аппаратура ва конструктив расмийлаштиришга қараб, фойдаланиладиган хомашё ва яримфабрикатларга ишлов бериш усулларига ҳамда фойдаланиладиган энергия турларига кўра фарқ қилинади. Бироқ жараёнлар технологияси ва айниқса технологик жараёнлардаги автоматлаштириш нуқтаи назаридан умумийлик жуда кўпдир.

Кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноатларда технологик жараёнларнинг турлича бўлишига қарамай, уларнинг ҳаммаси айрим технологик операциялардан тузилган ва уларни қуйидаги типли жараёнлар гуруҳининг бирига киритиш мумкин: 1) механик; 2) гидродинамик; 3) иссиқлик; 4) масса алмашилиш; 5) кимёвий (реакторлар); 6) микробиологик.

Механик жараёнларнинг асосий турлари аралаштириш, қўшиб юбориш, дозировкалаш, майдалаш, элаш, пресслаш, грануллаш (доналаш) дир.

Гидродинамик жараёнларга суюқлик ва газлар ҳаракати ёки маълум муҳитлардаги қаттиқ заррачалар ҳаракатининг умумий қонуниятларига асосланган жараёнлар киради: суюқлик ва газларнинг оқиши (силжиши), филтрлаш, газли ва суюқ бир жинсли бўлмаган аралашмаларнинг ажралиши, суюқ ва пастасимон материалларнинг аралаштирилиши.

Иссиқликни бериш ёки узатиш билан ўтадиган иссиқлик жараёнлари саноатнинг ишлаб чиқариш жараёнларида жуда кенг қўлланилади. Уларга иситиш, совитиш, кондиционерлаш буғлатиш жараёнлари киради.

Масса алмашилиш жараёнлари моддани унинг энг юқори концентрациядан кичикроқ концентрацияга ўтказиш билан ифодаланади. Масса алмашилиш жараёнларига газларнинг абсорбцияланиш ва десорбцияланиш, ректификациялаш, экстракциялаш, қуритиш, конденсатлаш киради.

Кимёвий жараёнларга оксидланиш, тикланиш, нейтраллаш, дегитратлаш, сульфитлаш, ароматлаш (ҳидлантириш), совунлаш, гидрогенлаш жараёнлари киради.

Микробиологик жараёнларга турли озуқа маҳсулотларини тайёрлаш, бижғиш, ферментация, стерилизация ва бошқа жараёнларни киритиш мумкин.

Кимё ва озиқ-овқат саноатининг технологик жараёнлари уларда содир бўладиган ҳодисаларнинг жуда мураккаблиги билан ифодаланади. Бундан ташқари, кўпчилик саноатларнинг ҳар бир технологик жараёни турли хил умумий жараёнларнинг йиғиндисидан иборат. Реал жараёнларни қатъий умумий жараёнларга ажратиш ва уларнинг гуруҳлар бўйича автоматлаштирилишини қараб чиқиш қийин. Шунинг учун умумий технологик жараёнларни уларда кирувчи локал автоматлаштириш объектлари нуқтан назаридан қараб чиқиш мақсадга мувофиқдир. Бунда локал автоматлаштириш объектлари деганда улар учун технологик параметрларни автоматик ўлчаш, назорат қилиш, ростлаш локал системалари ишлаб чиқиладиган объектлар тушунилади. Амалда ҳар бир технологик жараёнда шундай локал автоматлаштириш объектларининг маълум йиғиндиси мавжуд бўлади.

Ҳар бир гуруҳ шароитларининг асосида умумий физик-кимёвий қонуниятлар ётади, бу эса уларни автоматлаштириш объекти сифатида қараганда хусусиятларининг деярли ўхшашлигини билдиради. Натижада ҳар бир гуруҳ объектларининг хусусиятларини чуқур ўрганиш ва шу каби объектларни автоматлаштириш хусусида тўпланган тажрибалардан фойдаланилган ҳолда автоматлаштиришнинг типавий чизмасини яратишга имкон беради. Бироқ автоматлаштириш объектларини типиклаштириш учун технологик ўхшашликнинг ўзи кифоя эмас, чунки бир гуруҳ жараёнлар кетадиган аппаратлар турли кўринишда тайёрланган бўлиши мумкин ва автоматлаштириш объекти сифатида ўзларининг хусусиятлари билан фарқ қилдилар. Демак, фақат иккита ўхшашликни, яъни технологик жараённинг ва аппарат типини биргаликда қаралгандагина автоматик ростлашнинг типавий объекти аниқланади.

Ҳар бир типавий объект учун битта ёки бир нечта автоматлаштириш турли системасининг вариантларини яратиш мумкин. Мураккаб технологик комплекснинг (ишлаб чиқариш бўлими ёки цех) автоматлаштириш принципиал чизмасини яратганда уни элементар объектларга ажратиш лозим, буларнинг деярли ҳаммасини типавий аналог (ўхшаши) бўлади. Технологияни ёки ишлатилаётган аппаратларнинг хусусиятларини ҳисобга олиб ва шулар асосида лозим бўлган ўзгарти-

ришлар киритиб, элементар объектлар учун автоматлаштиришнинг типавий чизмасидан фойдаланиш мумкин. Лекин саноатда энг кўп тарқалган баъзи бир типавий жараёнларнинг лангина кифояланамиз.

Мазкур бобда кимё ва озиқ-овқат саноати умумий техник логик жараёнлари таркибига кирувчи айрим локал объектларни автоматлаштириш схемалари қараб чиқилади. Бу схемалар аниқ жараённи автоматлаштиришда асос сифатида фойдаланиши мумкин. Температура, сарф, босим, сатҳни ростлашнинг локал объектлари энг кўп учрайди. Бундай объектларни автоматлаштиришнинг умумий схемалари 21.3-бандга қараб чиқилган (21.4-расмга қаранг).

Кимё ва озиқ-овқат саноатида иссиқлик жараёнларидан энг кўп тарқалган иссиқлик алмашилиш жараёнларидир. Иссиқликни бериш радиация, совуқ ва иситилган оқимлар аралаштириш, шунингдек, иссиқлик алмаштиргичларнинг (теплообменникларнинг) девори орқали амалга оширилиши мумкин.

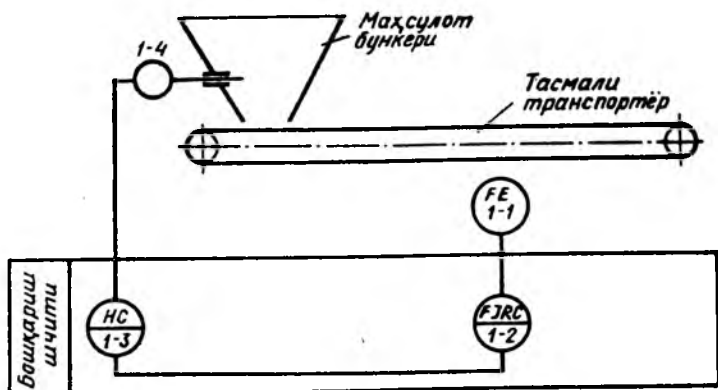
Ростлашнинг иссиқлик объектларига, одатда, сезиларли ражадаги инерционлик ва кечикиш хосдир. Бундан ташқари саноат шароитида ишлатиладиган температура датчиклари (манометрик термометрлар, терможуфтлар ва қаршилиқ термометрлари) сарф, босим ва сатҳ датчикларига қараганда янада кўпроқ инерционликка эга. Айниқса, агрессив муҳитларнинг температурасини назорат қилишда ҳимоя қобилиятли датчиклар ишлатилганда, уларнинг динамик характеристикалари яна ёмонлашади. Шунинг учун температуранинг АРС сидаги инерционлиги катта, ўтиш жараёнлари эса улардан давомлилик билан фарқланади. Одатда иссиқлик алмашилиш жараёнларини ростлаш учун ПИ — ростлагичлар ишлатилади.

Иссиқлик алмаштиргич чиқишидаги иситилаётган (ёки суввотилаётган) оқимнинг температурасига қараб иссиқлик ташкил қилинган (ёки совитувчи агентнинг) сарфини ростлаш иссиқлик оқимини ўзгартиришнинг энг кўп тарқалган усулидир.

XXII.2-§. САРФНИ РОСТЛАШ ОБЪЕКТЛАРИНИ ВА МАТЕРИАЛЛАРНИ УЗЛУКСИЗ ДОЗАЛАШНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Технологик схемаларда суюқликлар, газлар, буғ ва соқилувчан материаллар узатиладиган қувур ва тасмали транспортёрлардан кенг фойдаланилади. Қувурлар ва тасмали транспортёрлар технологик жараёнларни автоматлаштиришда ростлашнинг жуда кенг тарқалган объектлари ҳисобланади.

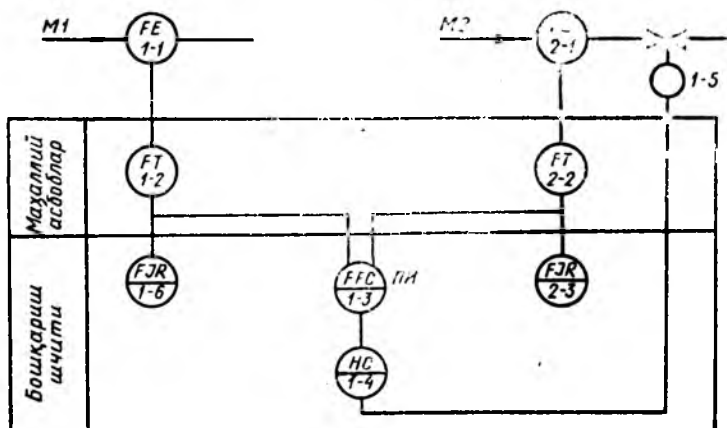
Соқилувчан маҳсулотнинг сарфланишини ростлашнинг автоматик системаси 22.1-расмда кўрсатилган. Берилган тезлик ҳаракатланувчи массани ўлчовчи датчикнинг тасмали транспортёри ростлаш объекти ҳисобланади. Транспортёрда ҳар оқим берилган миқдордаги маҳсулот бўлиши керак. «Маҳсулот бериш керидаги ростловчи органининг ҳолати — масса ўлчовчи датчикнинг вазияти» канали бўйича ростлашнинг динамик ҳар



22.1- расм. Сочилувчан муҳсулотнинг сарфини рoстлаш автоматик системаси.

теристикаси умумий ҳолда интегралловчи бўғин орқали соф кечикиш билан тавсифланади. Бункер тасмасига тушаётган маҳсулот сарфининг ўзгариши ғалаёнланувчи таъсирдир.

Ростлаш схемасига мувофиқ тасмали транспортёрнинг 1—1 масса ўлчови датчиги кўрсатувчи ва ўзи ёзувчи 1—2 ростлагичга сигнал узатади, масалан, изодром ростлаш қонуни билан. Ростловчи таъсир масофадан туриб бошқариш панели 1—3 орқали ижро механизми 1—4 га узатилади, у эса бункердан транспортёрга маҳсулот узатишни ростловчи органининг очилиш даражасини ўзгартиради. Ростлашнинг изодром қонуни объектнинг статик хатосиз барқарор ростланишини таъминлайди.



22.2- расм. Сарфларнинг нисбатини APC (автоматик ростлаш системаси).

Кўпгина технологик жараёнларни амалга оширишда материаллар ёки маҳсулотларни сарфлаш нисбатини ростлаш хим масала ҳисобланади. Бунда ростлаш объектлари хараakterистикалари аввал қараб чиқилган сарфни ростлаш объектларига (21.4, 22.1-расмларга қаранг) ўхшашдир. Бироқ АИ инни амалга ошириш схемаси ўзгаради.

Сарфларнинг нисбатини АРС 22.2-расмда келтирилган Сарф датчиги 1—1 асосий $M1$ маҳсулот сарфини ўлчайди сигнални ўзгарткич 1—2 орқали ростлагич 1—3 га узатади у эса масофада туриб бошқариш панели 1—4 орқали ростлаш датчиги орган 1—5 га таъсир кўрсатади. Оқим $M2$ оқим $M1$ га бўлиқ ҳолда сарфларнинг берилган, ўзгармас нисбати: $F_1/F_2 = \text{бўйича}$ ростланиши керак. Шу мақсадда иккинчи оқим сарф датчиги 2—1 дан келган сигнал 2—2 ўзгарткич орқали кўрсатувчи ва ўзи ёзувчи қурилмаси бўлган ростлагичга келтади. Нисбат ростлагичи асосий оқим F_1 сарф сигналини олиб, сарф ўзгаришини шундай тарзда ўзгартиришини таъминловчи ростловчи таъсирни ишлаб чиқадики, бунда сарфларнинг берилган F_1/F_2 нисбатини сақлаб қолади. F_1 ва F_2 сарфларнинг акслантириш ва ёзиш учун кўрсатувчи ва ўзи ёзувчи 1—6 2—3 асбоблар кўзда тутилган.

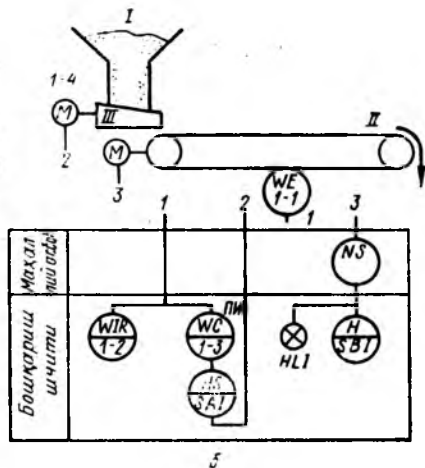
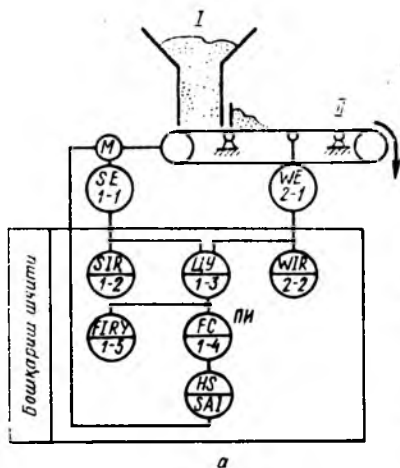
Бир қатор жараёнларда сарфларнинг нисбати бирор учинчи катталиқ — жараёнда иштирок этувчи ўзгарувчи катталиқ бўлиши мумкин.

Кўпчилик ишлаб чиқаришларда (саноатда) узлуксиз дозалаш қўлланилади. Узлуксиз дозалаш жараёнини шундай бошқариш керакки, бунда аралашманинг талаб қилинаётган хослиги бир компонентини таъминлаш лозим.

Узлуксиз дозалаш бункерли ва тасмали дозаторлар томонидан амалга оширилади. Бункерли дозалашни сочилувчи материаллар ва суюқликлар билан ишлашда қўлланилади, тасмали дозаторлар эса юқори аниқликда дозалашни таъминлайди. Умумий ҳолда, тасмали дозаторлар таъминловчи ва юк кўрсатувчи қурилма йиғиндиси — торози конвейердан иборатдир. Тасмали дозаторлар конструкцияси бир агрегатли ва икки агрегатли бўлади. Бир агрегатли дозаторларда таъминловчи ва юк қабул қилувчи вазифаси қўшилган, икки агрегатлида эса бу вазифалар ажратилган.

Дозаторнинг унумдорлиги учта параметр билан белгиланади: W оғирлик (торози) конвейерининг юкланиши конвейер лентасининг ҳаракат тезлиги v ва унинг юк қабул қилиш қилиши конвейернинг узунлиги L билан белгиланади. Тасмали дозатор келтирилган ростловчи астатик объектдан иборат. Кечикиш вақти материалнинг торози конвейерида бўлиш вақти $\tau = L/v$ билан аниқланади.

Дозалаш жараёнини автоматлаштиришда икки агрегатли тасмали дозаторларда талаб қилинаётган F унумдорликка келтириш конвейернинг юк қабул қилувчи қисми лентасида юкланиши ростлаш йўли билан эришилади: $F = W/L$. Бир агрегатли до



22.3- расм. Тасмали дозаторнинг автоматлаштириш схемаси:

а — бир агрегатли; б — икки агрегатли.

торларда торози конвейери лентасининг ҳам юкланиши, ҳам ҳаракат тезлиги ростланади.

Ўзлуксиз ишлайдиган бир агрегатли тасмали дозаторнинг унумдорлиги (22.3-расм, а) дозалаш, тезлигига боғлиқ бўлиб, у 1—6 электр двигатель роторининг айланиш частотасига мос ҳолда ўзгаради. Схема ишлаганда электр двигатель юритмасининг айланиш частотаси 1—1 датчиги сигнални 1—3 кўпайтириш блокига узатади. Бу билан бир вақтда шу блокка конвейернинг торози қисмидаги юкланиш 2—1 датчигидан сигнал келади. Кўпайтириш блоки дозаторнинг жорий *F* унумдорлигига пропорционал сигнални шакллантиради. Бу сигнал ПИ — ростлагич 1—4 дан келади. Ундан ростловчи таъсир электр двигательнинг 1—6 юритмасига узатилади, у эса дозаторнинг жорий ва берилган унумдорликларининг мос келишини таъминлаш учун II контейнер тасмасининг ҳаракат тезлигини ўзгартиради. Щитда мос ҳолда электр двигатель айланиш частотаси ва конвейер юкланишини назорат қилиш учун кўрсатувчи асбоблар 1—2 ва 2—2, шунингдек, дозаторнинг жорий унумдорлигини назорат қилувчи ўзи ёзувчи асбоб 1—5 жойлаштирилган. Режимни танлаш калити SAI билан бошқариш режимини автоматик режимдан қўлда бошқариш режимига кўчириш амалга оширилади.

Икки агрегатли тасмали дозаторда (22.3- расм, б) бункер I-дан юк конвейери II га тушадиган материал миқдори таъминлагич IIIнинг ишлаш жадаллигига боғлиқ. Конвейер юкланиши датчиги 1—1дан келадиган сигнал ПИ — ростлагич 1—3 га келади. Ундан ростловчи таъсир таъминловчининг унумдорлиги ўзгаришини юкланишнинг жорий қиймати берилганга тенг бўлгунга қадар ўзгаришини таъминловчи 1—4 ўзгармас ток

электр двигателига узатилади. Юкланишни назорат қилиш учун шчитда кўрсатувчи ва ўзи ёзар асбоб 1—2 жойлаштирилган. Конвейер юритмаси электр двигатели кнопкали *SB1* станция орқали бошқариладиган магнитли ишга туширгич билан ишга туширилади. Электр двигателнинг ишлаши тўғрисида *HL1* лампа ёрдамида сигнал берилади (маълум бўлади).

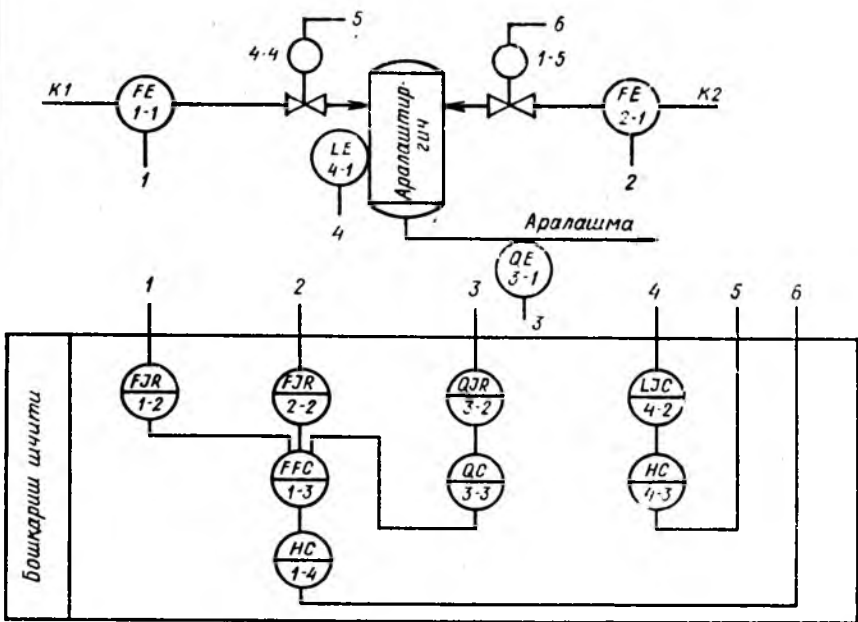
XXII.3- §. АРАЛАШТИРИШ ЖАРАЕНИ ОБЪЕКТИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Икки ва ундан ортиқ суюқ ёки сочилувчан компонентлар оқимларини аралаштириш учун даврий ишловчи ёки узлуксиз ишловчи аралаштиргичлар (смеситель) қўлланилади. Аралаштиргичлар аралаштиришни тезлаштириш ва аралашма таркиби бир текис бўлишини таъминлаш мақсадида мешалкалар (аралаштирувчи қурилмалар) билан таъминланади.

Автоматлаштириш объекти сифатида аралаштиргич «кириш компоненти сарфи — аралашма сифатининг кўрсаткичи» канали бўйича кечикувчи ёки кечикмайдиган ростлаш статик объекти сифатида қараб чиқилиши мумкин. Кечикишнинг мавжуд бўлиши ҳамда аралаштириш жараёнининг инерционлиги аралашма компоненталарининг физик (табiiй) параметрларига ва аралаштиришнинг самарадорлигига боғлиқ. Аралашма сифатининг талаб қилинаётган даражадан оғишига сабаб бўлувчи га-лаёнлантирувчи таъсирлар аралашма компонентлари сарфининг ўзгариши, шунингдек, улар хоссаларининг ўзгариши билан боғлиқдир. Узатилаётган компонентлар сарфининг ўзгариши ростловчи таъсирлар ҳисобланади. Аралаштиргични автоматлаштиришнинг энг оддий схемаси ҳар бир компонентнинг берилган қийматда сарфланишини барқарорлаштиришни назарда тутди. Агар компонентлардан бирининг сарфини барқарорлаштириш имкони бўлмаса, у ҳолда бошқа компонентлар сарфи нисбат ростлагичи ёрдамида берилган таркибдаги аралашмани сақлаш мақсадида унга нисбатан берилган пропорцияда ўзгартирилиши керак.

22.4-расмдаги схемада берилган аралашмани шакллантирувчи (ташкил этувчи) *K1* ва *K2* компонентлар сарфи 1—1 ва 2—1 сарф ўлчагичлар (расходомерлар) ёрдамида ўлчанади. Шчитда иккиламчи кўрсатувчи ва ўзи ёзар 1—2 ва 2—2 асбоблар жойлаштирилган бўлиб, уларнинг ўлчаш натижалари нисбат ростлагичи 1—3 га узатилади. Масофадан туриб бошқариш панели 1—4 орқали ростлагич асосий *K1* компонентнинг сарфига боғлиқ ҳолда ёрдамчи *K2* компонент ростловчи клапаннын 1—5 ижрочи механизмига таъсир кўрсатади.

Аралашма сифатини узлуксиз ўлчаш имкони бўлганда аралашма сифати бўйича коррекцияловчи (тузатиш киритувчи) икки кўнтурли АРС дан фойдаланиш мумкин. Аралашманин сифати анализатор 1—3 ёрдамида ўлчанади, шчитда асбоб 3—2 ёрдамида назорат қилинади ва тузатиш киритувчи ростлагич 3—3 га узатилади, у эса сарфларнинг берилган нисбатини рост-



22.4- расм. Аралаштириш жараёнини автоматлаштириш схемаси.

лагич 1—3 да ўзгартиради. Автоматлаштириш схемаси $K1$ компонентнинг сарфланишини аралаштиргичдаги сатҳга боғлиқ ҳолда ростлашни ҳам кўзда тутати. Сатҳ ҳолатини датчик 4—1 ўлчайди ва ростлагич 4—2 ростлайди, у масофадан туриб бошқариш панели 4—3 орқали $K1$ компонентнинг ростловчи клапаннинг ижро механизми 4—4 га таъсир кўрсатади.

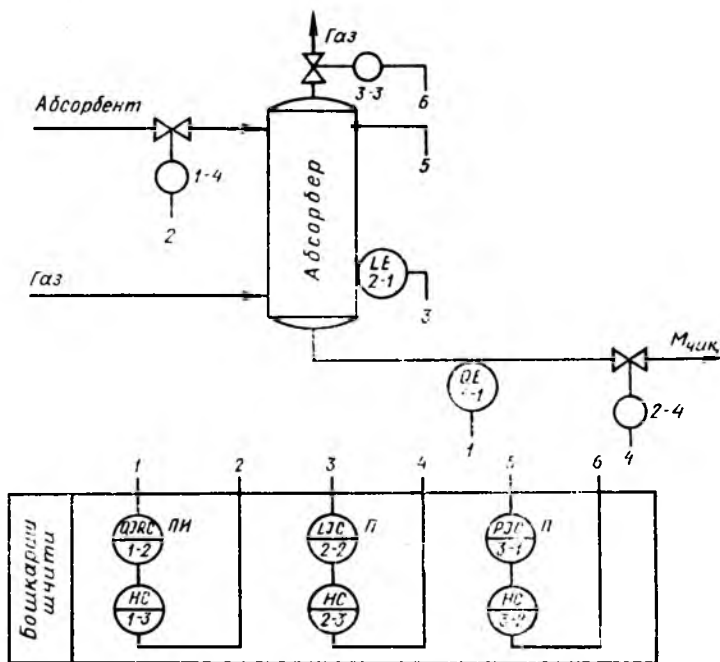
Автоматик ростлашнинг қараб чиқилган схемаси амалда ишлаши жуда қийин, чунки аралашманинг сифатини ўлчаш анча мураккаб масаладир. Шу муносабат билан аралашманинг сифатли бўлишига келаётган компонентларни қатъий ростлаш йўли билан, яъни аралашма компонентларининг сарфланишини автоном ростлашга боғлиқ бўлмаган йўл билан таъминланади.

XXII.4- §. АБСОРБЦИЯ ЖАРАЁНИ ОБЪЕКТИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Абсорбцияда суюқ юткич газни ютади. Абсорбция жараёни схематик тарзда 22.5- расмда кўрсатилган. Абсорберга келаётган газ кириш эриткичи — абсорбент томонидан ютилади. Тайёр маҳсулот ҳисобланган чиқиш эритмаси $M_{\text{чик}}$ абсорбердан ишлаб чиқаришга танлаб олинади.

Абсорберларни автоматлаштиришда чиқувчи эритма концентрациясини, сатҳ ва босимни ростлашни таъминлаш талаб қилинади.

Абсорбер автоматлаштириш объекти сифатида хусусий силали дифференциал тенгламалар билан тавсифланади. Бу билан изоҳланадики, жараёнда суюқликнинг бутун ҳажми широк этади. Абсорбция жараёнлари моделларини соддалаштириш мақсадида улар аппроксимацияси ўтказилади, яъни улар одатдаги динамик бўғинлар кўринишида тақрибий ифодаланади. Бу ҳолда абсорбция жараёни соф кечикувчи икки тартибли нодаврий бўғин билан тавсифланади. Абсорберларнинг ўлчамлари катта бўлгани учун улар «абсорбент сафи — чиқиш эритмаси концентрацияси» канали бўйича катта инерционлиги ва кечикиш вақтлари билан ифодаланади.



22.5- расм. Абсорберни автоматлаштириш схемаси.

Абсорберни автоматлаштириш схемаси учун (22.5-расм) абсорбердаги эритма сатҳини ва газ босимини автоматик ростлаш юқорида қараб чиқилган схемаларга кўра амалга оширилади. Чиқиш эритмаси концентрациясини ростлаш учун ула концентрация датчиги 1—1 билан ўлчанади, ундан чиққан сигнал ростлашнинг изодром қонуни билан кўрсатувчи ва ўз ёзар асбоб 1—2 га келади. Ростловчи таъсир масофадан тури бошқариш 1—3 панели орқали абсорберга абсорбентни узатишни ижрочи механизм 1—4 воситасида ўзгартиради.

XXII.5-§. ҚУРИТИШ ЖАРАЕНИ ОБЪЕКТИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

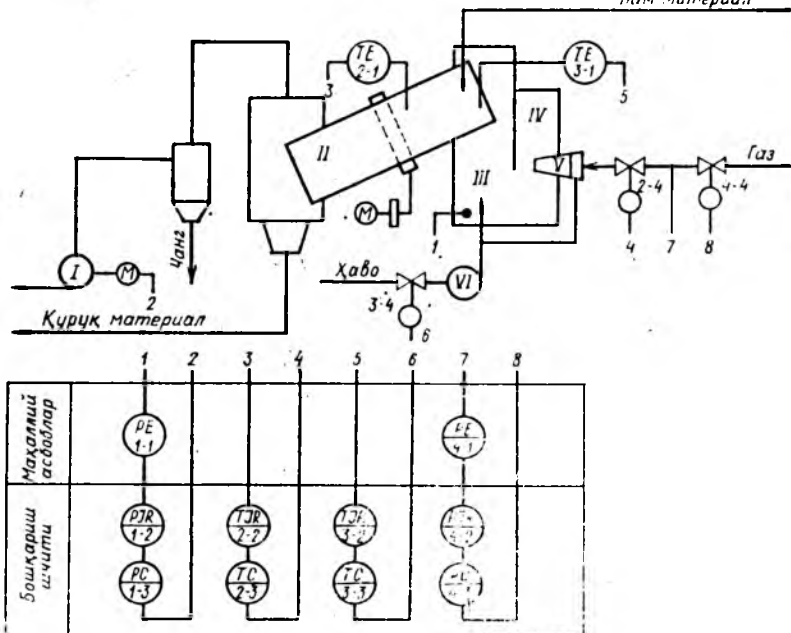
Турли хил технологик жараёнларда иссиқликни конвектив усул бўйича узатадиган қуриткичлар (пурковчи, қайновчи қатламли, барабанли, конвейерли) кенг тарқалган. Қуритишни автоматик ростлашнинг энг яхши схемалари қуритилаётган материалнинг намлик миқдорини аппаратдан чиқишда автоматик тарзда ўлчаш мумкинлигидир. Бунда ростлаш материалнинг чиқишдаги намлик миқдори бўйича амалга оширилади, бу эса берилган даражада унинг барқарорлигини таъминлайди.

Кўпчилик ҳолларда материал оқимида намликни жорий ўлчаш учун намлик ўлчагич (влагомер)лар бўлмаганлиги сабабли материалнинг чиқишдаги намлик миқдорининг қиймати ҳақидаги ахборотни олиш мумкин бўлмайди. Шунинг учун материалнинг намлик миқдорининг қуритишнинг турли параметрлари: температура ва қуритиш участкасининг нисбий намлиги билан функционал боғланишга асосланган билвосита усулини қўлланишга тўғри келади.

Қуритиш жуда узоқ вақт (1 соат атрофида) давом этадиган аппаратларда қуритилаётган материалнинг бошланғич параметрлари қуритиш агенти параметрларига қараганда анча кам таъсир кўрсатади. Шунинг учун қуритиш агенти параметрларининг барқарорлашуви материал намлигининг барқарорлашувини таъминлайди (у қуриткичда доимий вақт давомида сақлаганда) деб ҳисобланади. Қуритиш агенти (ҳаво)нинг температураси ва нисбий намлиги ўзаро боғлиқ бўлгани учун берилган қиймати унинг нисбий намлигига боғлиқ ҳолда ўзгарадиган ҳаво температураси АРС ни қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Қуритиш қурилмаларида энг самарали ростловчи таъсир иссиқлик оқиб келишининг ўзгариши ҳисобланади. У билан бирга ишлатилган ҳавони янгиси билан алмаштириш интенсивлигининг ўзгаришидан, материалнинг ҳаво айланиб ўтиши тезлиги ўзгаришидан, материалнинг қуритиш фазасида кўчиши тезлиги ўзгаришидан фойдаланиш мумкин.

Қуритиш барабанида қуритиш жараёни автоматлаштириш объекти сифатида етарлича мураккаб хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар билан тавсифланади. Қуритиш барабанининг моделини «иссиқ ҳаво сарфи — материалнинг чиқишдаги намлиги» канали бўйича соддалашириш учун уни соф кечикишли иккинчи тартибли нодаврий бўғин кўринишида қабул қилиш мумкин. Бунда шуни таъкидлаб ўтиш керакки, қуритиш жараёни анча катта инерционлик билан ифодаланади. Қуритишда киришда материал намлигига ва сарфига қуритиш барабанига келаётган иссиқ ҳаво параметрининг ўзгариши ғалаёнланувчи таъсир кўрсатади. Барабанли қуриткичда қуритишнинг иссиқлик режимини ростлаш (22.6-расм) иккита АРС билан амалга оширилади.



22.6- расм. Барабанли қуриткични автоматлаштириш схемаси.

Биринчи APC III аралаштириш камерасидаги иссиқлик элиткич температурасини II барабанга келиб тушаётган ҳаво сарфига таъсир кўрсатиш билан берилган даража сақлаб туриш учун мўлжалланган. 3—1 датчик барабаннинг олдинги қисмидаги температурани назорат қилади. Датчикдан келаётган сигнал иккиламчи асбоб 3—2 га ва ростлагич 3—3 га келиб тушади, ростлагич эса ҳавонинг вентиллятор VI га узатиш чизиғидан дроссель тўсиқнинг (заслонканинг ижро механизми) 3—4 ни бошқаради. Бунда бир вақтда газнинг ёниши учун зарур ҳаво узатиш, шунингдек аралаштириш камерасига келиб тушаётган ҳаво узатиш ўзгартирилади.

Иккинчи APC кечикиш кам бўлган ва намликнинг анча қисми буғланиб кетган, демак, аппаратдан қуритиш жараёни ҳақида фикр юритиш мумкин бўлган барабан II ичидаги температурага боғлиқ ҳолда ўчоқ IV га газни узатишни ўзгартириш йўли билан қуритишнинг иссиқлик режимини қувватлантирилади. Датчик 2—1 дан чиққан сигнал шчитга — иккиламчи асбоб 2—2 га узатилади. Ростлаш жараёни қуйидаги тарзда амалга оширилади. Агар хомашё узатиш ёки унинг намлиги ортса, у ҳолда барабан ичидаги иссиқлик элиткичнинг температураси пасаяди ва 2—3 ростлагич газ узатишни орттиради (2—4 ижро қилувчи механизм). Бу иссиқлик элиткичнинг температурасини оширади, натижада ростлагич 3—3 барабан ичидаги

ҳаво берилган қийматни қабул қилмагунча ҳаво сарфини орттириб туради. Бу икки ростлагичнинг ишлаши бир-бири билан боғлиқ.

Схемада газнинг босимини ёқишдан аввал стабиллаштириш кўзда тутилган. АРСга босим датчиги 4—1 — чиқишли ўзгартиргичли монометр, иккиламчи асбоб 4—2 ва ростлагич 4—3, форсунка V га газ узатиш чизигидаги тўсиқ 4—4 нинг бошқарувчи механизми киради. Схемада, шунингдек тутун сўргич I нинг унумдорлигини ўзгартириш йўли билан ўчоқда сийраклаштириш АРСи кўзда тутилган. Унга сийраклаштириш датчиги 1—1, иккиламчи асбоб 1—2 ва ростлагич 1—3 киради.

Барабаннинг олдинги қисми температурасини ўлчашда ростлагич қуритишнинг бориши ҳақидаги ахборотни ҳар доим ҳам олавермайди. Шунинг учун кўпчилик ҳолларда каскадли АРС дан фойдаланилади, унда барабандан чиқишда иссиқлик элитгичнинг температураси ростланади, унинг берилган қиймати эса барабаннинг ўртасидаги температурага боғлиқ ҳолда тузатилади.

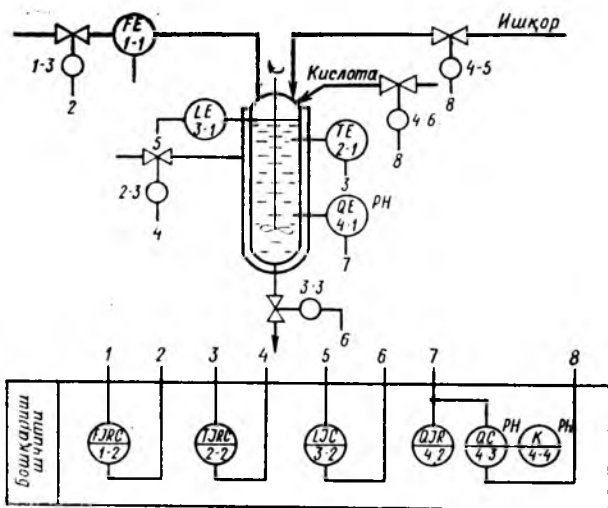
Амалда қуритиш учун пуркагич (тўзғитиш) қуриткичлари кенг қўлланилади. Маҳсулотнинг турига ва унга қўйиладиган талабларга боғлиқ ҳолда тайёр маҳсулот сифатининг асосий кўрсаткичлари намлик миқдори, фракцион таркиби, бошланғич зичлик ёки физика-кимёвий кўрсаткичлар ҳисобланади. Санаб ўтилган бу кўрсаткичларни бевосита аниқлаш учун асосий ростловчи катталиқ сифатида қурилмадан чиқишда материал ёки газларнинг температурасидан фойдаланиш мумкин.

Қуритиш қурилмаларининг бошқа турларини, масалан, қатлами қайнаётган қуриткичларини автоматлаштиришда ростланувчи катталиқ сифатида қатламдаги материалнинг температураси танланади. Ростланувчи таъсир сифатида материални қуритгичга узатишни ўзгартириш (агар қуритгичнинг унумдорлигини ўзгартириш мумкин бўлса), иссиқлик элтгич сарфини ва иссиқлик элтгичнинг кириш температурасини ўзгартириш қабул қилинган.

XXII.6-§. КИМӨВИЙ-ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Ҳозирги вақтда кимё ва озиқ-овқат саноатининг кўпчилик тармоқларида узлуксиз ва даврий ишловчи турли хил реакторлардан фойдаланилади. Узлуксиз ишлайдиган реакторни автоматлаштириш схемаси (22.7-расм) асосий ростланувчи параметрлардан бири аппаратдаги рН муҳит ҳисобланади. рН ростлаш системасига датчик 4—1, ўзиёзар асбоб 4—2, ростлагич 4—3 киради. Система ростловчи таъсирларнинг икки тури билан ишлаши мумкин, улардан бири — кислота хоссасига эга оқим, иккинчиси — ишқор хоссасига эга оқим (ИМ 4—6, 4—5).

Узлуксиз жараён учун ўзига хос вазифа бўлиб берилган юкланишни таъминлаш ҳисобланади. Уни кириш оқимининг сарфланишини сарф датчиги 1—1, ўзиёзар ростловчи асбоб 1—2,



22.7- расм. Ҳўзлуксиз ишлайдиган реакторни автоматлаштириш схемаси.

ИМ—1—3 ёрдамида ростлаш билан ҳал қилиш мумкин. Реакторда сатҳ чиқиш оқимининг сарфини ўзгартириш билан ростланади (датчик *3—1*, ўзи ёзар ростловчи асбоб *3—2*, *ИМ 3—3*). Бошқа вариант ҳам бўлиши мумкин, бунда берилган юкланиш чиқиш оқимининг сарфланишини ростлаш билан таъминланади, сатҳни ростлаш эса аппаратга киришда оқим сарфини ўзгартириш билан таъминланади. Схемادا муҳит температурасини иссиқлик агентининг сарфини ўзгартириб автоматик ростлаш кўзда тутилади (датчик *2—1*, ўзиёзар ростловчи асбоб *2—2*, *ИМ 2—3*).

Даврий ишловчи реакторларда жараённинг турига боғлиқ ҳолда бир ҳолда бутун цикл давомида доимий рН катталики бериллади, бошқа ҳолларда эса у вақтнинг функцияси (АРС да программали топшириқ *4—4* дан фойдаланилади) ёки аппаратдаги муҳитнинг бирор кўрсаткичи бўлади.

Тўртинчи бўлим

ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЕНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

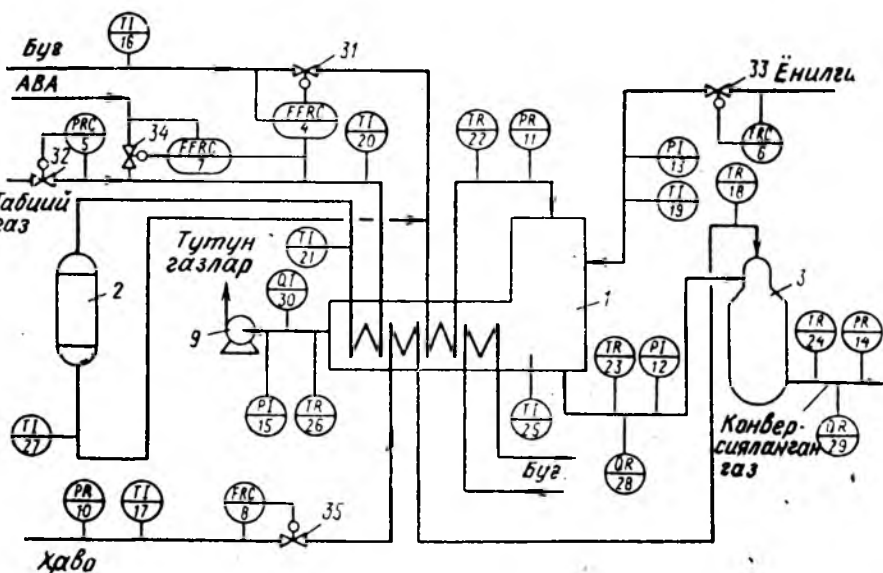
XXIII б о б . КИМЕ САНОАТИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ.

XXIII.1- §. НООРГАНИК МОДДАЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЕНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

XXIII. 1.1. Метаннинг конверсия жараёнини автоматлаштириш

Завод коллекторидан келаётган табиий газ 1,2 МПа босим остида аммиакни синтез қилиш бўлиmidан келаётган азото-водород аралашмаси (АВА) билан 10:1 нисбатда аралашади ва кейин трубасимон печь 1 га йўналади (23.1-рasm), у ерда газлар аралашмаси тутун газлари билан $\approx 400^{\circ}\text{C}$ гача иситилади. Кейин у олтингугуртли органик бирикмаларни водород сульфидгача гидратловчи аппарат 2 га йўналтирилади. Кейин водород сульфиддан тозаланган табиий газ сув буғи билан буғ: газнинг 4 га тенг нисбатида аралаштирилади.

Олинган буғ — газ аралашмаси трубасимон печнинг конвектив қисмида жойлашган иситкичга йўналтирилади, у ерда аралашма температураси тутун газлари иссиқлиги ҳисобига $500\text{—}550^{\circ}\text{C}$ гача кўтарилади.



23.1- рasm. Метаннинг конверсия жараёнини автоматлаштириш схемаси.

Иситилган буғ-газ аралашмаси кейин трубасимон печни радиацион камерасига ўрнатилган реакцион трубаларга келтирилади, уларда никелли катализаторда табиий газнинг сульфиди билан конверсияси юз беради.

Реакция учун зарур иссиқликни трубасимон печда табиий газни ёқиб олинади. Трубасимон печда ёнилғи ёниши натижасида ҳосил бўладиган тутунли газлар атмосферага тутун сўргич 9 билан чиқариб ташланади. Реакцион трубаларда қолдиқ метаннинг тақрибан 10% ини ичига олган конвертирланган газ 800—830°C температурада шахта реактори 3 аралаштиригичига келади. Шу ерга 3 МПа босим остида трубасимон печни конвектив қисмида 500°C гача қиздирилган технологик ҳаво узатилади.

Шахтали реактор 3 да трубасимон печдан сўнг газда қолган метаннинг деярли тўла конверсияси амалга оширилади. Бу олинадиган технологик газ таркибига аммиакни синтез қилиш босқичи учун зарур азот киритилади.

Шахта реакторининг юқори қисмининг бўш фазосида трубасимон печдан келаётган конвертирланган газдаги водород ва метаннинг бир қисми ҳаводаги кислород билан бирга ёниб кетади; бунда қолган метаннинг шахта реакторидаги никелли катализаторидаги сув буғи билан эндотермик реакция учун зарур иссиқлик ажралади.

Шахта реакторининг чиқишида 980—1000°C температурада қолдиқ метан миқдори $\approx 0,5\%$ бўлган конвертирланган газ олинади.

Метан конверсиясининг кетма-кет икки босқичли конверсиясига жараёнини амалга оширишда, унда биринчи босқичда буғ конверсияси ўтади (трубасимон печда), иккинчи босқичда — буғ ҳаво конверсияси (шахтали конверсиягача) ўтади, шахта реактори чиқишидаги конверсияланган газнинг таркиби трубасимон печнинг чиқишидаги конверсияланган газнинг таркиби билан босими ва температураси билан аниқланади.

Трубасимон печнинг чиқишида температуранинг ва унинг киришида буғ-газ нисбатининг ортишида ундан кейин газдаги метаннинг қолдиқ миқдори камаёди. Буғ-газнинг берилган нисбати нисбий ростлагич 4 ёрдамида ростловчи клапан 31 орқали буғни узатишни ўзгартириш йўли билан таъминланади. Табиий газнинг босими табиий газнинг узатилишини ростловчи клапан 32 га таъсир қилувчи босим ростлагичи 5 билан барқарорлаштирилади. Трубасимон печнинг чиқишидаги температура печга келаётган ёнилғи газни сарф ростлагичи 6 ва ростловчи клапан 33 ёрдамида ўзгартириб ростланади.

Шунингдек, АВА ни узатишни ростловчи клапан 34 га таъсир қилувчи нисбат ростлагичи 7 ёрдамида аппарат 7 га узатилаётган газ: АВА сарфланиши нисбатлари ростланиши кўзда тутилган. Шахта реактори 3 даги берилган режим унга узатилаётган ҳавони сарф ростлагичи 8 ва ростловчи клапан 35 ёрдамида ўзгартирилиб таъминланади.

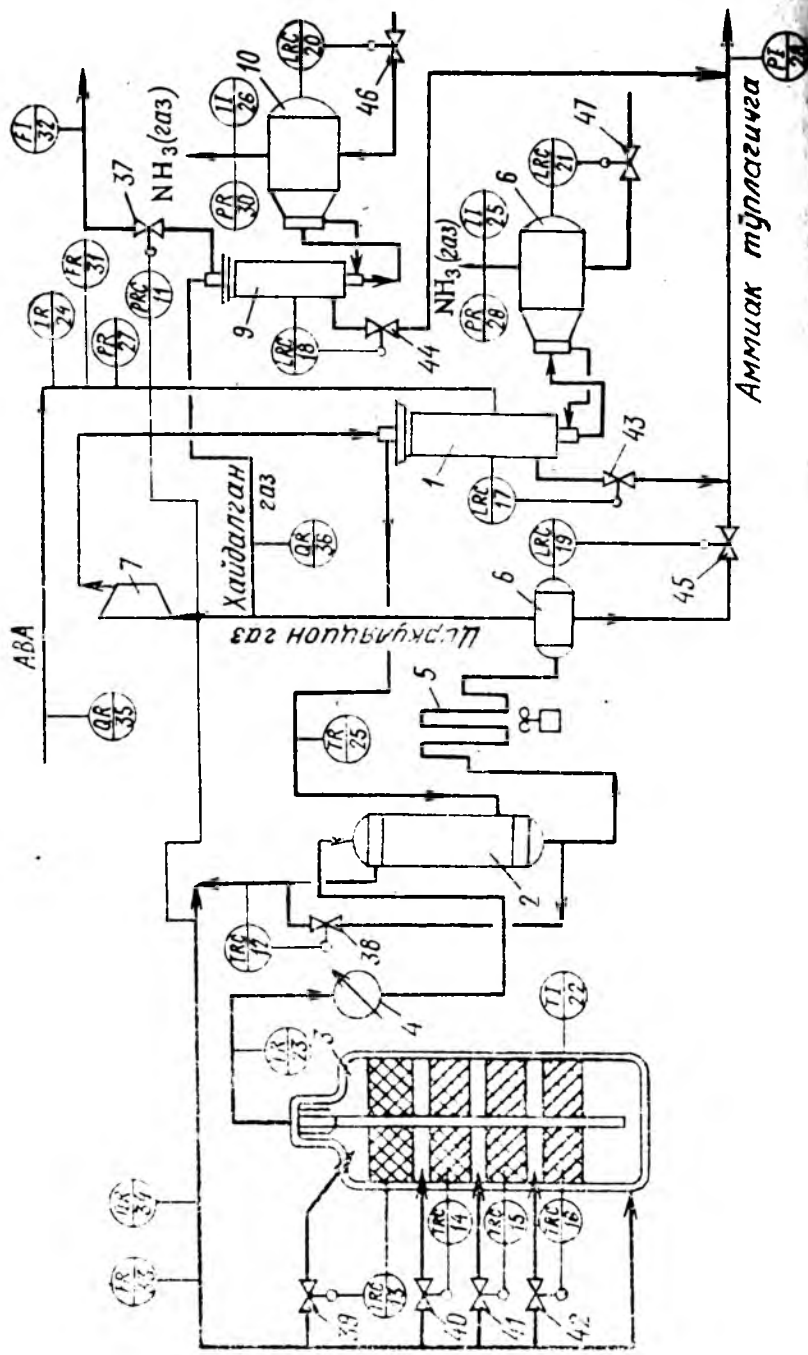
Метаннинг конверсия жараёнининг асосий назорат қилинувчи параметрлари қуйидагилардир:

ҳавонинг босими (датчик 10), қувурсимон печга киришда, буғ-газ аралашмаси босими (датчик 11), қувурсимон печдан чиқишда конверсияланган газ босими (датчик 12), шахта реактори чиқишида конверсияланган газнинг (датчик 14) ва тутун тортгич 9 олдида тутунли газлар босими (датчик 15); буғ температураси (датчик 16), қувурсимон печнинг киришидаги ҳавонинг (датчик 17) ва шахта реакторининг (датчик 18), ёнилғининг (датчик 19), табиий газ ва АВА нинг трубасимон печга (датчик 20) ва олтингугурт тозалогич аппарати 3 га киришидаги аралашмаси (датчик 21) температураси, печнинг реакцион труба киришида буғ-газ аралашмаси температураси (датчик 22), печнинг чиқишида конверсияланган газнинг (датчик 24) температураси, печнинг радиацион комерасидан чиқишида (датчик 25) ва тутун тортгич олдидаги (датчик 26) тутун газлари температураси аппарат 2 нинг чиқишида газлар аралашмаси температураси (датчик 27); конверсияланган газнинг трубасимон печдан (датчик 28) ва шахта реакторидан (датчик 29) кейинги таркиби — метан миқдори; трубасимон печнинг чиқишида тутунли газлар таркиби (датчик 30) — кислород миқдори.

XXIII. 1.2. Аммиакни синтез қилиш жараёнини автоматлаштириш

0,3% Ag ва 1% гача CH_4 бўлган азот-водород аралашмаси (АВА) тўрт босқичли марказдан қочма компрессорда 31,5 МПа босимгача сиқилади ва ҳаво совуткичида 40°C гача совутилгандан сўнг аммиак синтези агрегатининг конденсацион колонкаси 1 га йўналтирилади (23.2-расм). Суюқ аммиак қатлампдан ўтиб, у намлик қолдиқларидан ва углерод диоксиддан ювилади ҳамда колонканинг сеперацион қисмида циркуляцион (айланувчи) газ билан аралашиб кетади. Газлар аралашмаси циркуляцион газни трубалар оралиғида совитиб, 35—45°C гача қизийди ва конденсацион колонкадан иссиқлик алмаштиргичи 2 га чиқади. Иссиқлик алмаштиргичнинг трубалар оралиғида газ 140—190°C гача қизийди (трубкалар найчалар бўйлаб келаётган рўпара газ билан) ва синтез колонкаси 3 га йўналади.

3,3% NH_3 бўлган газ аралашмаси синтез колонкаси олдида бир нечта оқимга ажралади. Асосий оқим синтез колонкасининг пастки қисмига боради, колонка корпуси билан катализатор қутиси орасидаги ҳалқа оралиқ бўйича кўтарилади ва унинг устига жойлашган иссиқлик алмашгичга келади. Иссиқлик алмашгичнинг трубалар оралиғида газ катализатор қутисидан чиқаётган газ билан иссиқлик алмашилиш ҳисобига 400—440°C гача қизийди ва катализатор зонасига келади, у ерда азот-водород аралашмасидан аммиак ҳосил бўлади. 14—16% амиакка эга бўлган газ аралашмаси кетма-кет тўрт қатлам катализатордан ўтиб, 480—530°C температурада марказий труба бўйича юқорига кўтарилади, иссиқлик алмашгич исит-



гичи найчалари бўйлаб ўтади, у ерда 335°C гача совийди ва синтез колоннасидан чиқиб кетади. Кейин газ аралашмаси сув иситгичи 4 трубалари бўйича ўтиб, у ерда 215°C гача совийди, кейин эса иссиқлик алмаштиргич 2 трубалари бўйича ўтиб, 60—75°C гача совиб, ҳаво билан совитиш аппаратлари 5 га келади.

Газ аралашмаси 30—40°C гача совиганда конденсацияланган аммиак сепаратор 6 да ажралади ва аммиак тўплагичида йиғилади. 10—12% аммиак бўлган газ аралашмаси сепаратордан циркуляцион компрессор 7 га йўналтирилади, у ерда 31,5 МПа гача сиқилади ва конденсацион колонна 1 ҳамда суюқ аммиак буғлатгичи 8 дан иборат иккинчи конденсацион системага узатилади. Газ конденсацион колоннанинг трубалар оралиғига юқоридан киритилади, бу ерда у трубалар бўйлаб юрувчи газ билан 20—25°C гача совитилади ва буғлаткичга келади, бу ерда у трубалар оралиғида —12°C да қайнаб турувчи аммиак билан —5—0°C гача совитилади. Совитилган циркуляцион газ билан конденсацияланган аммиак аралашмаси конденсацион колонна 1 нинг сепарацион қисмига узатилади, бу ерда суюқ аммиак газдан ажралади. Циркуляцион газ азот-водород аралашмаси билан аралаштирилади ва цикл такрорланади. Конденсацион колонна 1 дан олинган суюқ агрегат минус 5 — минус 2°C температурада 2 МПа гача дросселланади ва аммиак тўплагичига жўнатилади.

Дастлабки газ аралашмасида бўлган метан ва аргон (инерт газлар) синтез циклида тўпланади. Инерт газлар концентрациясини маълум даражада тутиб туриш учун циркуляцион газнинг бир қисми системадан доимо чиқариб турилади. Газ 29,5 МПа босим остида конденсацион колонна 9 га йўналтирилади, у ерда газ иссиқлик алмаштиргичнинг трубалар оралиғи бўйлаб ўтади ва буғлаткич 10 нинг трубаларига тушади, у ерда эса аммиак —34°C да қайнаб туради.—28°C гача совитилган газ конденсацион колонна 9 нинг сепарацион қисмига суюқ аммиакни ажратиш учун қайтарилади ва кейин фойдаланишга йўналтирилади. Газдаги аммиак миқдори совитилгандан сўнг 2% гача пасаяди. Конденсацион колонна 9 дан суюқ аммиак 2 МПа гача дросселланади ва аммиак тўплагичга йўналтирилади.

Аммиакни синтез қилиш жараёнининг самарадорлиги кўп жиҳатдан катализ ҳудудида оптимал температура режимини яратиш билан белгиланади, у циркуляцион газнинг таркиби, босими, ҳажмий тезлигига ва катализаторнинг хоссаларига боғлиқ. Агар температура режими, газлар миқдори ва бошқа параметрлар аммиак бўйича берилган унумдорликни таъминласа, паст босим эса аммиак синтези системасининг яхши ишлаши ҳақида далолат беради.

Аммиак синтези реакциясининг тезлиги газ аралашмаси таркибига боғлиқ мувозанат ҳолатида оптимал таркиб стехиометрик таркиб ҳисобланади. Ишчи шароитида реакциянинг мак-

симал тезлиги $N_2:N_2=2,5-2,8$ нисбатда кузатилади, бунда нисбат берилган даражада метаннинг конверсияси босқичи ҳаво сарфини ўзгартириш йўли билан тутиб турилади.

Реакторга киришда газда аммиак миқдорининг ортиши босимнинг ўсишига олиб келади (чунки синтез реакцияси тезлиги пасаяди), аммиакнинг бошланғич концентрациясининг камайиши эса жуда юқори даражадаги алмашишларга ва шунга мўлжалда системада босимнинг камайишига олиб келади. Босим ошганда реакторда температура ортади, чунки айланиш даражаси ва мос равишда температура ортади. Янги синтез газнинг ортиқча миқдори кирганда босим ортади ва мос равишда катталик ҳудудида температура ортади. Реакторга киришда инерт газлар миқдорининг камайиши жараён тезлигининг ва конверсия даражасининг ортишига олиб келади, бунинг натижасида реакторда температура кўтарилади. Циклдаги доимий босим газ сарфини ростловчи клапан 37 ёрдамида ўзгартириш йўли билан босим ростлагич 11 орқали тутиб турилади. Янги таркиби ишлаб чиқаришнинг олдинги босқичларида ростловчи клапан ортади.

Колонна синтезига киришдаги газ температураси совуқ газни байпас чизигида чиқариш иссиқлик алмашгичи ёнидан узатувчи ростловчи клапан 38 га таъсир кўрсатувчи температурани ростлагич 12 ёрдамида ўзгармас қилиб турилади. Синтез колоннасидаги температура режими ҳар бир полкада температурани ростлагичлари 13—16, совуқ газни полкаларга ростловчи клапанлар 39—42 ёрдамида автоматик узатиш йўли билан барқарорлаштириб турилади.

Конденсацион колонналар 1 ва 9 дан ҳамда сепаратор 6 дан сатҳни ростлагичлар 17—19 ва ростловчи клапанлар 43—44 ёрдамида суюқ аммиакни бериш бўғинлари ростлашнинг муҳим бўғинлари ҳисобланади. Шунингдек, суюқ аммиак буғланмишларида сатҳ ростлагич 20 ва 21 лар ҳамда ростловчи клапан 46 ва 47 лар ёрдамида сатҳларнинг доимийлигини автоматик таъминлаш кўзда тутилган.

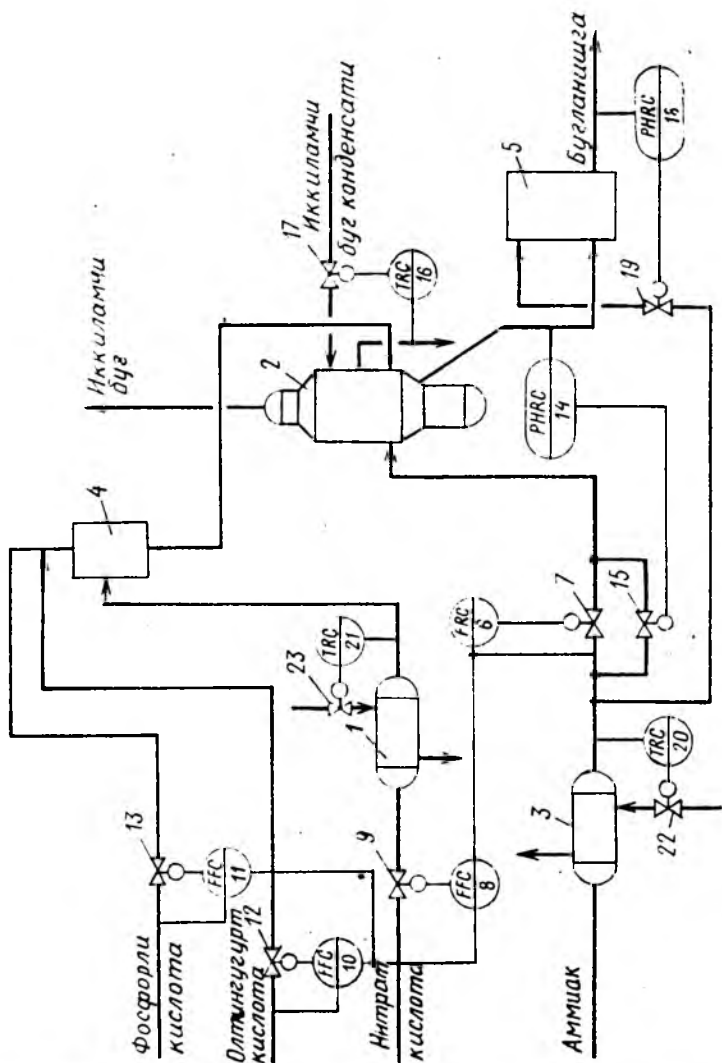
Асосий технологик параметрларни назорат қилиш вазифасини амалга ошириш учун бир қатор назорат-ўлчов асбобларини ўрнатиш кўзда тутилган. Қуйидаги параметрларни ўлчовчи асбоблар муҳим ҳисобланади:

колонна девори сиртининг (датчик 22), колонна чиқишида газнинг (датчик 23), янги азот-водород аралашмасининг (датчик 24), чиқарилувчи иссиқлик алмашгич киришидаги циркуляцияцион газнинг, буғлаткичлар чиқишида газсимон аммиакнинг температуралари (датчиклар 25 ва 26);

янги азот-водород аралашмасининг (датчик 27), суюқ газсимон аммиакнинг (датчиклар 28—30) босимлари;

янги азот-водород аралашмаси (датчик 31), тозаланган газ (датчик 32), циркуляцияцион газ (датчик 33) сарфи;

циркуляцияцион (датчик 34), янги (датчик 35) ва ҳайдалган (датчик 36) газларнинг таркиби.



23.3-гасм. Нейтрализация жарәинни автоматлаштириш схемаси.

XXIII. 1.3. Аммиакли селитра ишлаб чиқаришни нейтраллаш жараёнини автоматлаштириш

Аммиакли селитра — азотли ўғитларнинг асосий турларидан биридир, унда 34,2% азот бор. Грануллашган (донадор) аммиакли селитрани олиш учун хомашё бўлиб 58—60% ланитрат кислота ва газсимон аммиак хизмат қилади.

Кондицион қўшимча сифатида 92,5% ли олтингугурт кислотадан фойдаланилади, у аммиак сульфатигача нитрат кислотала билан бирга аммиак ёрдамида нейтралланади. Тайёр гранулаларни пуркаб сепиш учун сиртақтив модда — 40% л «Нф» диспергаторнинг сувли эритмаси қўлланилади.

Аммиакли селитрани ишлаб чиқаришнинг асосий босқичлари нитрат кислотани газсимон аммиак билан нейтраллашдир: жуда қуюқ аммиакли селитра эритмасини олиш; эритмани грануллаш; аммиакли селитра гранулларини совитиш; гранулаларни сиртий актив модда «Нф» диспергатор билан ишлов бериш; атмосферага чиқариб ташлашдан олдин ҳавони тозалаш ва иккиламчи буғни тозалаш; тайёр маҳсулотни жойлаш ва сақлаш.

Қуйида биринчи босқични автоматлаштириш қараб чиқилган — нитрат кислотани аммиак билан нейтраллаш — бу кейинги босқичларнинг иш режимини белгилаб беради.

Нитрат кислота олдиндан иссиқлик алмаштиргич 1 да (23.3-расм) 70—80°C температурагача нейтралловчи аппарат 2 нинг буғи билан иситилади, газсимон аммиак иссиқлик алмашгич 3 да иситилади ва кейин аппарат 2 га тушади. Иситилган нитрат кислота аралаштиргич 4 га тушади, у ерга ян олтингугурт ва фосфат кислота ҳам узатилади. Олтингугурт кислота аммоний сульфат миқдори тайёр маҳсулотда 0,3—0,7% атрофида бўладиган қилиб ҳисоблаб дозаланлади. Кислотала аралашмаси кейин ИТН (2) аппаратига тушади, у ерда атмосфера босимига яқин босимда, 115—165°C температурада нитрат кислотасини аммиак билан нейтраллаш жараёни ўтказилади.

Нитрат кислота ва аммиак шундай дозаланадикки, бунда ИТН аппаратидан чиқишда аралашмада нитрат кислота миқдори реакция зонасида аммиакнинг ютилиши тўлиқ бўлишини таъминлаш учун зарурдан биров кўпроқ бўлиши (2—5 г/л атрофида) керак. ИТН аппаратининг сепарацион худудида қайнаётган эритмадан иккиламчи буғ ажралиб чиқади ва ИТН аппаратининг ювиш худудига тозалаш учун киради, бу ҳудуд тўртта тарелка ва сачраган зарраларни тутгичдан ибора Юқоридаги тарелкага иккиламчи буғ конденсати йўналтирилади. ИТН аппаратидан чиқишда иккиламчи буғда 2—5 г/л NH_4NO_3 , 1—2 г/л HNO_3 бўлади; ювиш жараёни тўғри олиб борилганда буғларда аммиак бўлмайди.

ИТН аппаратига пайдо бўладиган 92—93% аммиак селитра эритмаси аппаратнинг ювиш қисмидаги эритмаларга бирок

қўшилади ва 89—91% ли концентрацияда донейтрализатор 5 га йўлланади, у ерга ортиқча кислотани нейтраллаш ва эритманинг ишқорий муҳитини яратиш учун аммиак берилади (ортиқча аммиак эркин NH_4 нинг 0,1 г/л гача атрофида тутилиши керак). Кейин аммиакли селитра эритмаси буғланиш бўлимига йўлланади.

Нейтраллаш босқичида жараёни автоматик ростлаш системасининг вазифаси ИТН аппаратида келаётган аммиак ва нитрат кислота оқимлари нисбатини сақлаш; ИТН аппаратидаги аммиак селитраси эритмасининг берилган рН нини сақлаб туриш; аммиак селитраси эритмасининг буғлатиш аппаратида киришида нейтраллашгандан сўнг ишқорий реакциясини таъминлашдан иборат.

Ростлаш системаси учун газсимон аммиакнинг параметрлари етакчи ҳисобланади. Ташқи тармоқда аммиак босими тебранишларининг нейтраллаш жараёнини ростлаш сифатига таъсирдан қочиш учун аммиакли селитра агрегатига киришда газсимон аммиакнинг босими автоматик ростлаб турилади. Аммиакнинг ИТН аппаратида сарфланиши сарф ростлагичи 6 ёрдамида, ростловчи клапан 7 га таъсир кўрсатиш йўли билан автоматик равишда таъминланиб турилади.

ИТН аппаратида нитрат кислотани аммиак сарфи билан берилган нисбатда бериш ростловчи клапан 9 га таъсир кўрсатиб, сарфлар нисбати ростлагич 8 ёрдамида автоматик ростланади. Олтингурт ва фосфорли кислоталарни нитрат кислота сарфи билан берилган нисбатда узатиш сарфлар нисбати ростлагичлари 10 ва 11 ҳамда ростловчи клапанлар 12 ва 13 ёрдамида автоматик ростланади.

Нитрат кислота ва аммиак сарфлари нисбати билан кислотанинг маълум даражада ортиқча бўлиши аниқланади, уни назорат қилиш ва ростлаш учун ИТН аппаратининг чиқишида аммиакли селитра эритмаси рН узлуксиз назорат илинади. Эритмадаги берилган ортиқча нитрат кислота рН ростлагич 14 ёрдамида автоматик ростлаб турилади, бу ростлагич аммиакни унча кўп бўлмаган миқдори умумий сарфдан бир неча фоиз йўналтириладиган аммиакни узатиш байпас линиясида (тизмасида) ўрнатилган ростловчи клапан 15 ёрдамида ИТН га аммиакни узатиш коррекцияланади. Бундай система нейтраллаш жараёнини ростлашнинг яхши сифатида бўлишини таъминлайди.

Иккиламчи буғни иложи борица максимал тозалашни таъминлаш учун ИТН аппаратининг ювиш қисмида иккиламчи буғ конденсатини юқори тарелкага узатиш автоматик ростланади. Селитра эритмаларининг уларни буғланишдан олдин суюқланмаслиги учун кўп конденсат узатиш мақсадга мувофиқ эмас, камроқ конденсат узатиш эса тарелкаларни очиб қўяди, чунки иккиламчи буғ ўта қизиган бўлади. Иккиламчи буғ конденсатини узатиш температура ростлагичи 16 ёрдамида ростловчи клапан 17 га таъсир қилиб ростланади. Буғланиш аппа-

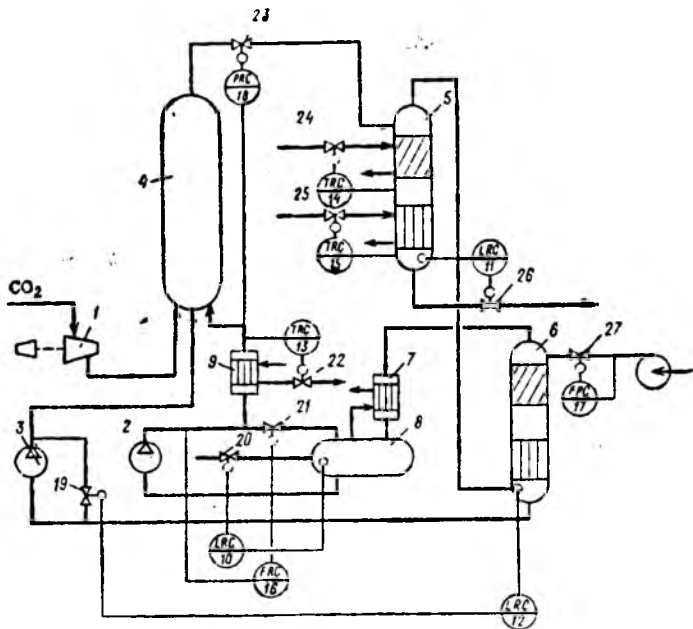
ратига аммиакли селитранинг кислота эритмаларини йўлдан олиб ташиб, бундан мумкин бўлмагани учун ортиқча кислоталик донейтраллаштирилади. Реактор 5 да нейтралланади. Унга аммиак узатиш ростловчи клапан 19 га таъсир кўрсатувчи донейтраллизатор чиқишида эритма ростлагичи 18 ёрдамида ростланади.

Автоматик ростлаш системаси аммиакни ва нитрат кислотани температура ростлагичлари 20 ва 21 ёрдамида иссиқлик элиткични иссиқлик алмашгич 1 ва 3 га узатувчи ростловчи клапанлар 22 ва 23 га таъсир қилиб иситишни ростлаш кўз тутилган.

XXIII. 1.4. Карбамидни синтез қилиш жараёнини автоматлаштириш

Карбамид — жуда қуюқ азот ўғити бўлиб, бошқа азот ўғитларига нисбатан энг кўп миқдорда азотга эга. Карбамидни ишлаб чиқариш учун хомашё сифатида суюқ аммиак ва углеводород диоксида ҳисобланади. Карбамид ишлаб чиқариш жараёни қуйидаги босқичлардан иборат: карбамид синтези, эритмани дистиллаш; карбамид эритмаларини буғлатиш, карбамидни грануллаш ёки кристаллаш; чиқувчи газлар абсорбцияси ва оқова сувлардан аммиак десорбцияси, тайёр маҳсулотни жойлаш ва тахлаш.

Карбамидни синтез қилиш босқичини автоматлаштириш қараб чиқамиз.



23.4- расм. Карбамидни синтез қилиш жараёнини автоматлаштириш схемаси.

Углерод диоксиди турбокомпрессор 1 ёрдамида, суюқ аммиак насос 2 билан ва аммоний карбонат эритмаси эса насос 3 билан 23—25 МПа босим остида реактор 4 га узатилади (23.4-расм). Карбамид 23 МПа босим остида 180—190°C температурада синтез қилинади. Реактор 4 дан чиққан эритма 1,8 МПа босимгача дросселланади ва ўртача босим ажратиш аппарати 5 га йўлланади, у ерда 155—158°C температурада аммоний карбамити деярли тўла парчаланаяди ва эритмадан аммиак ҳамда углерод диоксиди ҳайдалаяди. Карбамид эритмаси аппарат 5 дан паст босимли ажратиш аппаратига (схемада кўрсатилмаган) йўлланади.

Таркибида NH_3 , CO_2 , H_2O бўлган газ фазаси 5 аппаратдан абсорбер — ювгич 6 га келади, у ерда аммиак углерод диоксиддан маточли эритма билан ювилади. Ҳосил бўлган аммоний корбмати эритмаси 3 насос ёрдамида 4 реакторга узатилади. Асосан аммиак ва инерт газлардан иборат абсорбер — ювгич 6 дан газ фазаси конденсатор 7 га тушади, у ерда аммиак конденсацияланади ва аммиак идиш 8 га оқиб тушади, идиш 8 дан аммиак 2 насос билан иситкич 9 орқали реактор 4 га узатилади.

Аммиакнинг ва углерод диоксиднинг карбамидга айланиш жараёнининг энг қулай шароитлари бу реакцияларнинг кечиши билан белгиланади, шунингдек реакцион массанинг табиий (физик) ҳолати билан аниқланади.

Карбамидни синтез қилиш мақсадга мувофиқ бўлган минимал температура 160—170°C ни ташкил этади. Янада паст температураларда аммоний карбаматининг карбамидга айланиш тезлиги жуда кичик. Амалда карбамидни синтез қилиш жараёни 185—195°C да ўтказилади.

Жараён босими ортирилганда аммоний карбаматининг парчаланиш температураси ортади. Шундай қилиб, юқорида кўрсатилган температураларда карбамидни синтез қилиш учун аммоний карбаматининг парчаланишига тўсқинлик қилувчи босимни тутиб туриш зарур. Амалда синтез қилиш температураси 185—195°C бўлганда босим тахминан 18—20 МПа бўлиши керак.

Карбамидни синтез қилиш жараёнининг самарадорлиги учун дастлабки реагентларнинг нисбати катта аҳамиятга эга бўлди. Аммиак ва углерод диоксиднинг стехиометрик нисбатида улар айланишларининг мувозанатлик даражаси (яъни реагентларнинг реакцион зонада узоқ вақт бўлишида энг кўпи билан эришиладиган даража) 45—55% дан ошмайди.

Бу нисбатнинг ошиши билан аммиакнинг айланиш мувозанатлик даражаси ортади, бироқ ортиқча аммиакнинг ортиши маълум чегарагачагина мақсадга мувофиқдир. Ҳисоблашларнинг кўрсатишича аммиакнинг 80—100% га тенг (стехиометриктан) ортиқча бўлиши энг тежамлидир.

Карбамид синтезининг кечишига дастлабки реагентларда сув аралашмаси сезиларли таъсир кўрсатади, унинг бўлиши

аммоний карбаматнинг карбамитга айланиш даражасини сайтиради.

Карбамид синтези учун қўлланиладиган техник аммиак (айниқса) углерод диоксидида карбамид синтезининг кечиди га ёмон таъсир кўрсатувчи инерт аралашмалар бор (H_2 , CH_4 , CO , O_2 , N_2).

Автоматик ростлаш схемасига жараённинг қуйидаги параметрларини барқарорлаштириш киради:

идиш 8 да суюқ аммиакнинг сатҳ баландлигини ростлагич 10 ва ростловчи клапан 20 ёрдамида; ростлагич 11 ва ростловчи клапан 26 ёрдамида ўртача босимни ажратиш аппарати 5 нинг кубдаги сатҳ баландлиги 3 насоснинг байпас чизиғидан ўрнатилган ростлагич 12 ва ростловчи клапан 19 ёрдамида осмос сорбер — ювгич 6 даги углеаммонийли тузлар эритмасининг сатҳи баландлиги;

иситкич 9 дан буг конденсатини чиқариш чизиғида ўрнатилган ростловчи клапан 22 ва ростлагич 13 ёрдамида реакторга узатиладиган аммиакнинг температураси, бугни узатиш чизиғида ўрнатилган ростловчи клапанлар 24 ва 25 ҳамда температура ни ростловчи ростлагичлар 14 ва 15 ёрдамида парчалаш аппарати 5 даги температуралар;

насос 2 нинг байпасида ўрнатилган ростловчи клапан ва сарф ростлагичи 16 ёрдамида реактор 4 га узатилаётган суюқ аммиак сарфий ростлагич 17 ва ростловчи клапан 27 ёрдамида абсорбер ювгич 6 га узатиладиган мотка эритма сарфий

реактор 4 дан газ фазасини чиқариш чизиғида ўрнатилган ростловчи клапан 23, босим ростлагич 18 ёрдамида реактор даги босим.

XXIII.2. §. ОРГАНИК МОДДАЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

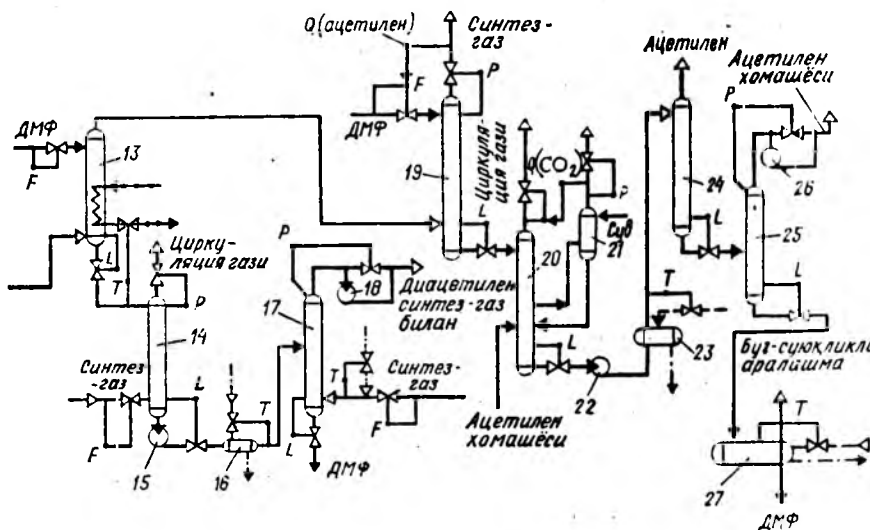
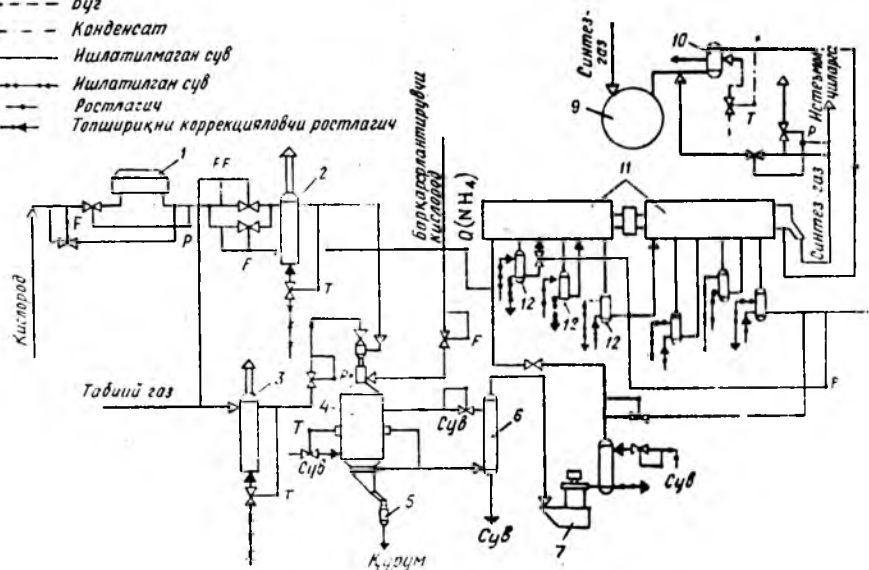
XXIII. 2.1. Ацетилен ишлаб чиқаришнинг автоматлаштириш

Табий газни пиролиз қилиб ацетилен ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси қуйидаги бўлимлардан иборат:

Компрессия ва пиролиз бўлими. Дастлаб иситкич 3 да иситилган табиий газ реактор 4 га узатилади (23.5-расм). Дастлабки хомашё — метаннинг бир қисми ёқиши натижасидан ацетилен ҳосил қилишнинг эндотермик реакциясини ўтказиш учун зарур $1400\text{--}1500^\circ\text{C}$ температурага эришилади. Ёниш учун зарур кислород турбокомпрессор 1 да сиқилади ва иситкич 2 да иситилади. Ёниш жараёнини барқарорлаштириш учун реакторга қўшимча равишда узлуксиз бироз миқдорда кислород (барқарорлантирувчи кислород) киритилади. Юқори температураларда ацетилен олиш реакцияси қайтувчидир. Ацетиленнинг парчаланиши олдини олиш учун пирогаз совуқ суёқ ёки бензин пуркаш йўли билан «тобланади».

Пиролиз газларида ацетилен (7—8%) ва бошқа маҳсулотлар бўлади. Реакторнинг қуйи қисмидан қурум техник углерод

- Ростловчи орган шжро этувчи механизм билан
- Буз
- Конденсат
- Ишлатилмаган сув
- Ишлатилган сув
- Ростлагич
- Топшириқни коррекцияловчи растлагич



23.5- расм. Ацетилен ишлаб чиқаришни автоматлаштириш схемаси.

ни (қурумни) ажраткич 5 ёрдамида чиқариб ташланади. Пиролиз газлари реактордан кейинчалик совитиш ва қурумдан тозалаш учун скрубберга келиб тушади. Нозик тозаловчи электрофилтр 7 пиролиз газларини қурумдан деярли тўла тозалайди.

Пиролиз газлари компрессияси бўлими. Совиткич 8 да совитилган пиролиз газлари олти босқичли компрессор 11 га келади, у ерда 0,9 МПа босимгача сиқилади. Компрессорнинг юритмаси ҳисобланган турбинасига пиролиз газларидан ҳайдалган синтез — газ (C_0-H_2 аралашмаси) узатилади; турбинадан кейин у истеъмолчига йўлланади. Синтез-газнинг талаб қилинган таркиби газгольдер 9 да таъминланади. Синтез-газ иссиқлик алмашгич 10 да иситилади.

Концентрацияланган бўлими. Сиқилган пирогаз диметилформамид билан суғориладиган абсорбцион колонна 13 га тушади. Колоннада эриткич ҳамма диацетиленни ва бироз миқдорда ацетиленни ютади. Тўйинган абсорбент десорбция 14 колоннасига узатилади, тозалаш ва бир вақтда босимни пасайитириш ҳисобига эриган ацетилен ажралади. Ажралган газ (циркуляция) компрессорнинг сўрувчи тизмасига йўлланилади.

Эриткичда қолган диацетилен ҳайдаш учун десорбция колоннаси 17 хизмат қилади. Ундаги жараён юқори температурада ва бир вақтда синтез — газни тозалаш йўли билан олиб борилади. Тўйинган эриткични иссиқлик алмашгич 16 да иситиш ва синтез-газни ўткир буғ билан иситиш йўли билан эришилади; вакуум-насос 18 вакуум ҳосил қилади.

Ювилган пирогаз колонна 13 нинг юқорисидан колонна 19 га келади, у ерда ацетилен диметилформамид билан, унинг гомологлари, шунингдек бироз миқдордаги синтез-газ абсорбцияси юз беради. Синтез-газнинг асосий қисми 19 колоннанинг юқори қисмидан чиқарилади. Тўйинган абсорбент 19 колоннадан 20 десорбцион колоннанинг юқори қисмига узатилади, у ерда босимнинг пасайиши натижасида диметилформамид эритмасидан ёмон эрувчи газларнинг (циркуляция газ) катта қисми ажралади. Бу газлар колонна 20 нинг юқори қисмидан чиқариб юборилади. Диметилформамид колоннанинг ўрта қисмига узатилаётган ацетилен хом ашёсига қарши колонна кубига оқиб тушади.

Ацетилен хомашёси асосан ацетиленнинг диметилформамид ютадиган юқори ацетиленли углеводородлар билан аралашмасидан иборат. Колонна 20 да олинадиган ацетилен — концентрация диметилформамид қолдиқларини сув билан ювиш учун ювгич 21 га йўналади. Чиқариб юборилган (четлаштирилган) диметилформамид 20 колоннага қайтади.

Десорбер кубидан эриткич иссиқлик алмашгич 23 га узатилади, унда $104^{\circ}C$ гача қиздирилади, сўнгра десорбцион колонна 24 нинг юқори қисмига келади. Босимнинг пасайиши ва температуранинг ортиши ҳисобига бу колоннада диметилфор

мамиддан ацетилен ажралади. Ацетилен колоннанинг юқори қисмидан қайтарилади.

Десорбер 24 дан эриткич вакуум десорбцион колонна 25 га оқиб тушади. Компрессор 26 ёрдамида колоннада вакуум ҳосил қилинади. Компрессор сўриб олаётган ацетилен хомашёси десорбер 20 га йўлланади, колонна тубидан оқиб тушаётган эриткич буғлаткич 27 га тушади, у ерда диметилформамиддан сув буғланиб кетади. Буғлаткичдан чиқарилаётган буғ-газ ара-лашмаси сув ва эриткич буғларидан, шунингдек юқори ацетиленли углеводородлардан ташкил топган. У ёрдамчи колоннага (схемада кўрсатилмаган) ҳайдаш учун келади.

Пиролиз жараёнини автоматлаштириш. Пиролиз жараёни-нинг самарадорлиги кўрсаткичи ацетилен чиқиши (ажралиши) ҳисобланади, бошқариш мақсади эса уни берилган қийматда тутиб туришдан иборат. Ацетилиннинг чиқиши (ажралиши) табиий газнинг таркиби, реактордаги температура ва табиий газнинг реакция зонасида бўлиш вақти билан аниқланади. Та-биий газ таркибининг ўзгариши билан объектда ғалаёнланиш-лар пайдо бўлади. Бундай ғалаёнланишлар бўлганда табиий газдаги метан тўлиқ реакцияга киришиб кетиши учун реак-тордаги температура барқарорлаштирилмайди, балки пиролиз газларидаги метан концентрациясига қараб ўзгартирилади. Бу температура ёндирилаётган газ миқдори ва реакторга берила-ётган метан ва кислороднинг нисбати билан аниқланади. Та-биий газ, кислород сарфлари нисбатини қўпол ростлаш учун табиий газ ва асосий кислород оқими сарфлари нисбатини ростловчи ростлагич ўрнатилади. Аниқ ростлаш учун икки кон-турли система қўлланилади, унда асосийси пиролиз газидagi метан концентрациясини ростловчи ростлагич, ёрдамчиси эса — байпас чизигида кислород сарфини ростловчи ростлагич ҳисоб-ланади.

Реактор горелкаларида алангани барқарорлаштириш учун сарф ростлагичи ёрдамида барқарорлаштирувчи кислороднинг доимий сарфланиши таъминланиб турилади. Шу мақсадда яна табиий газ ва кислороднинг температуралари доимий қилиб турилади. Ацетилен парчаланишининг олдини олиш учун пи-ролиз газлари температураси реакторга тоблаш учун кири-тиладиган совуқ сув сарфини ўзгартириб барқарорлаштирилади.

Табиий газнинг реакция зонасида бўлиш вақти газнинг ре-актор орқали ўтиш тезлигига боғлиқ бўлиб, у реакторнинг бо-сим режими орқали аниқланади. Меъёрдаги босим режимини сақлаб туриш учун табиий газ ва кислород босимини рост-ловчи ростлагичлар ўрнатилади. Бунда турбокомпрессор 1 нинг ҳайдаш чизигидаги кислороднинг босими кислородни ҳайдаш материалдан сўриш магистрaлига дросселлаш орқали барқа-рорлаштирилади.

Пиролиз газларининг скруббер 6 да қурумдан берилган да-ражада тозаланиши скрубберга узатилаётган сув сарфи рост-лагичини ўрнатиш билан эришилади.

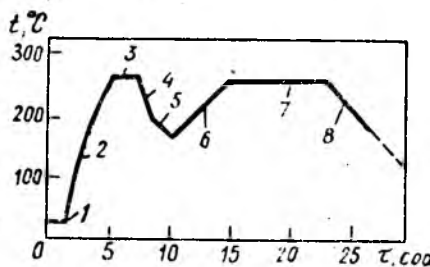
XXIII. 2.2. Лок-бўёқ саноатини автоматлаштириш

XXIII. 2.2.1. Алкид смолаларни олиш жараёнини автоматлаштириш

Лок-бўёқ қопламаси одатда ҳимояланадиган сиртда ҳосил бўладиган полимер плёнкадан иборат бўлади. Қопламага маълум безак ва ҳимоя хоссаларини бериш учун бундан кейин плёнка ҳосил қиладиган лок-бўёқ материали таркибига сирт қоплаш (суртиш)дан олдин пигментлар (бўёвчилар) ва тўқидирғичлар заррачалари киритилади. Лок-бўёқ қопламалаши учун плёнка ҳосил қилувчилар сифатида турли хилдаги лок смолалари хизмат қилиши мумкин, улар орасида энг кўп табиқ қалган алкид смолалардир. Улар спирт билан кислотанинг ўз-ўзaro таъсирлашувида мураккаб эфир ва сув ҳосил қилиб полимер конденсация реакцияси натижасида олинади. Кислоталар сурт сифатида асосан ўсимлик мойларида мавжуд бўлган табиқий кислоталаридан, спиртлар сифатида эса — глицериндан фойдаланилади.

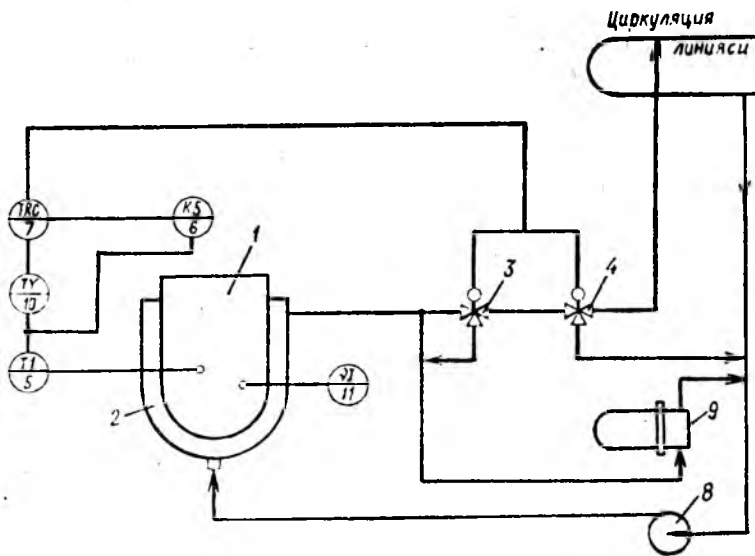
Локли смолаларни олиш жараёни шу тарзда амалга оширилганки, бунда асосий аппаратда турли хил локли смолаларни дастлабки хомашёнинг ва пировард маҳсулотнинг харақтеристикаларининг ўзгаришини ҳисобга олиб синтез қилиш мумкин бўлади. Синтез режимини қайта қуриш имконияти механик аралаштирувчи қурилмалари бўлган вертикал реакторда дастлабий жараёнда таъминланади. Бундай реакторларда реакция аралашма етарли даражадаги гамогенизацияга ва берилган температура режимига эришилади.

Алкид смолаларни олишнинг технологик жараёни иситиш ва совитиш босқичларига эга (23.6-расм). Алкид смола синтези температура — вақтий программасининг (ТВП) турли қисмларида реакторда температуранинг ростлашда ўтиш жараёнини тадқиқ қилиш шунинг кўрсатдики, маълум мосламалада ТВП нинг бир қисми учун ўтиш жараёнининг оптимал кўрсаткичларини таъминловчи температура ПИ ростлагичи, уни бошқа қисмларда таъминламас экан. Реакторда температура режимини ростлаш сифатини ошириш учун ТВП нинг турли қисмларида температура ростлаш мослаштириш параметрларини ўзгартириш зарур. 23.7-расмда реакторда температура режимини — иссиқлик элитгичнинг температурасини, унинг сарфи ўзгармай



23.6-расм. Алкид смола синтези температура — вақт программаси:

1 — дастлабки компонент (таркибий қисм) лар юклаш; 2 — реакция аралашмани иситиш; 3 — пероэтерификация босқичи; 4 — реакция аралашмани совутиш; 5 — фталев ангидриднинг юлаш; 6 — реакция аралашмани иситиш; 7 — полимер конденсация босқичи; 8 — смолаларни совутиш.



23.7-расм. Реакторда температура режимини ростлашнинг принципиал схемаси.

қолган ҳолда, ўзгартириш йўли билан ростлашнинг принципиал схемаси келтирилган. Иситилганда реактор 1 нинг ғилофи 2 орқали ўтувчи ҳамма иссиқлик элиткич миқдори клапанлар 3 ва 4 орқали яна циркуляцион линияга қайтади. Маҳсулот маълум, олдиндан берилган температурага етганда клапан 4 га таъсир қилувчи температуранинг автоматик ростлагич 7 ишга тушади ва иссиқлик элиткич бу клапан орқали насос 8 билан реакторга қайтади. Агар маҳсулотни совитиш керак бўлса, ростлагич 7 клапанлар 3 ва 4 га таъсир қилади ва иссиқлик элиткичнинг бир қисми совиткич 9 орқали йўлланади. Совиткич орқали ўтадиган иссиқлик элиткич миқдори реактордаги температуранинг жорий қийматининг берилган қийматидан оғишига боғлиқ.

Тузатувчи қурилма 10, температура-датчиги 5 дан сигнал олиб, ростлагич 7 га ростлагич мослашишларининг реактордаги температурага олдиндан ҳисобланган боғланишларига пропорционал сигнал беради. Программали задатчик (топширгич) 6 дан сигнал олиб, ростлагич 7 тузатилган мослашишларни ҳисобга олган ҳолда уч йўли клапанлар 3 ва 4 га таъсир этиб, реакция массанинг талаб қилинаётган температурасини таъминлаш учун реакторнинг ғилофи 2 га киришда иссиқлик элиткичнинг температурасини ўзгартиради. ТВПни автоматик ростлаш системасининг бошқа вариантлари ҳам мавжуд, масалан, каскадли схема, унда реакция масса температурасини ростлагичига реактор ғилофда иссиқлик элиткич

температурасини ростлагичи қўшилиши мумкин бўлиб, у вази-
фани асосий ростлаш контуридан олади.

Алкидли смолаларни синтез қилишда поликонденсация жараёни (23.6-расмдаги 7 қисмга қаранг) датчик 11 билан ўлчанувчи реакцион масса қовушоқлигининг ўзгаришига кўра назорат қилинади, чунки поликонденсация босқичида смоланинг молекуляр массаси шу босқичда смоланинг қовушоқлигини белгиловчидир.

XXIII. 2.2.2. Пигментли лок-бўёқ эмалларини олишнинг технологик жараёнларини автоматлаштириш

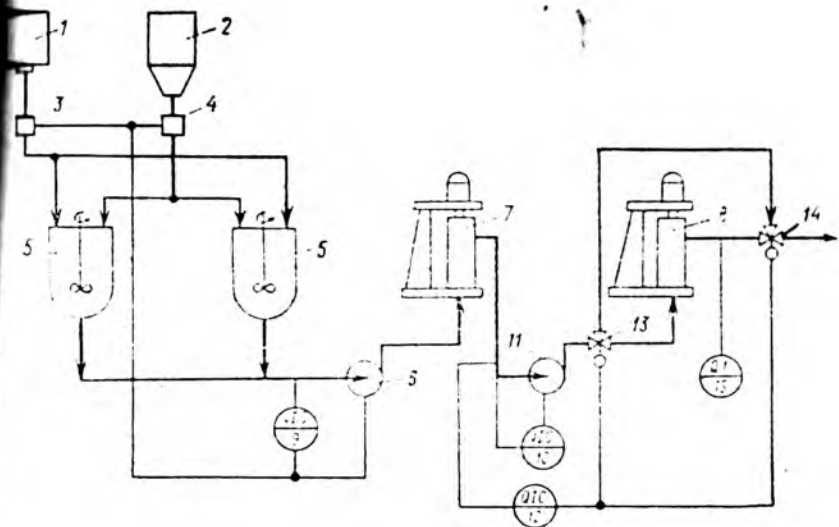
Эмаллар пленка ҳосил қилувчи майда дисперсли пигментлар суспензиясидан иборат. Одатда ноорганик пигментлар лок-бўёқ қопламасининг ҳимоя ва декоратив хоссаларини, органик пигментлар эса — зарур рангни таъминлайди. Эмалларни олишнинг асосий технологик жараёни пигментларнинг плёнка ҳосил қилувчида дисперсиялаш ҳисобланади. Эмаллар ишлаб чиқаришнинг мавжуд технологик схемаларида тегишли аппаратнинг вертикал ўқида жойлашган аралаштиргичлар билан ҳаракатга келтирувчи эркин ҳаракатланувчи майдаловчи жисмлари бўлган дисперсияловчи қурилмадан фойдаланилади. Эмаллар олишнинг технологик жараёнларида дисперсияловчи қурилма сифатида кўпинча бисерли тегирмонлардан фойдаланилади.

Эмаллар олиш жараёнини тадқиқ этиш шуни кўрсатадики суспензиянинг қовушоқлиги пигмент ва локли смолани (плёнка ҳосил қилувчи) системада пигментнинг ҳажмий концентрациясига боғлиқ, шунинг учун суспензия қовушоқлигида пигмент ва плёнка ҳосил қилувчиларнинг нисбатини назорат қилиш учун фойдаланиш мумкин.

Пигментланган лок-бўёқ қопламалари фақат ҳимоя эмас балки декоратив (безаш) хоссаларига ҳам эга бўлиши керак. Шунинг учун рангли (колористик) ва оптик характеристикалар ҳам бир пигментли, ҳам аралаш (кўп пигментли) эмалларни олиш жараёнида назорат қилишнинг бош параметрларида бири ҳисобланади.

Пигментланган системаларнинг оптик параметрларига пигмент заррачаларнинг ўлчами муҳим таъсир кўрсатади. Шунинг учун пигментланган лок-бўёқ системаларида унинг оптик ёқ рангли характеристикалари ва пигмент заррачаларнинг диаметри орасидаги ўзаро боғланишга асосланган зарралар ўлчамини назорат қилишнинг билвосита услубларидан фойдаланилади.

23.8-расмда эмаллар олиш учун пигментли суспензияларни дисперсиллаш жараёнини назорат қилиш ва ростлаш схемаси келтирилган. Сақлагич идиш 1 дан олинган суюқ хомаш (плёнка ҳосил қилувчи) ва бункер 2 дан олинган пигмент аралаштиргич — дисольвер 5 да дозаторлар 3 ва 4 билан юкланади. Пигментли паста («қоришма») дисольвер 5 дан сўнг на



23.8-расм. Пигментли лок-бўёқ суспензияларни дисперсиялаш жараёнини автоматлаштириш схемаси.

сос 6 ёрдамида иккита кетма-кет ишловчи бисерли тигирмон 7 ва 8 ларга йўлланади.

Зарраларнинг дисперслиги ва пигментли суспензияларнинг физик-кимёвий ҳамда рангга оид характеристикалари орасидаги аниқланган ўзаро боғланишлардан келиб чиқиб, асосий назорат қилинувчи параметрлар сифатида қовушоқлик ва пигментли суспензияларнинг аксланиш коэффициентлари танланган.

Автоматик ростлаш системасининг иши кўп жиҳатдан дарҳол рангли эмаль ишлаб чиқарилишига (яъни дисельверда мазкур рангли эмалга кирувчи ҳамма пигментлар кейинчалик кўп пигментли суспензияларнинг бисерли тегирмонларда дисперсияланиши билан аралашуви рўй берадими) ёки бир пигментли эмаль ишлаб чиқарилишига (яъни дивольверга битта пигмент, бисерли тегирмонларга эса бир пигментли суспензия келади) боғлиқ.

Биринчи ҳолда аралаштиргичга суспензияларни солишдан олдин пигмент қисмининг рецептурасини ЭХМ ёрдамида ҳисоблаш ва дисольверга тушган пигментларни дозоторлар билан автоматик бошқариш керак. Плёнка ҳосил қилувчини тегишли дозатор орқали узатиш пигментларнинг ҳажмий концентрациясининг (ПХК) берилган қийматига мувофиқ амалга оширилади.

Бир пигментли эмалларни ишлаб чиқаришда танланган ПХК га мувофиқ плёнка ҳосил қилувчининг ҳам, пигментнинг ҳам узатилиши аниқланади, бунда аралашма рецептурасини ҳисоблашнинг зарурати бўлмайди. Пигмент ва смола ўртаси-

даги танланган нисбатни сақлаш иши пигментли пастанинг сольвер 5 дан кейинги қовушоқлик қийматига боғлиқ ҳо амалга оширилади. Шунга мувофиқ қовушоқ ростлагичи дозатор 3 ва 4 га топшириқни ўзгартиради ҳамда пигмент пастанинг биринчи бисерли тегирмон 7 га узатилишини бо қариш учун насос 6 га илгарилувчи импульсни шаклантира чунки пастада дисольверлардан сўнг пигмент ҳажмий концент рациясининг ўзгариши бисерли тегирмондаги майдалану жисмлар ва пигмент заррачаларнинг фактик нисбатининг зиилишига ва бинобарин, тегирмоннинг чиқишида пигмент заррачалар ўлчамларининг ўзгаришига олиб келади.

Биринчи бисерли тегирмон 7 дан иккинчиси 8 га маҳсу узатилишининг ўзгариши тегирмон 7 нинг чиқишда маҳсу қовушоқлигининг қиймати бўйича амалга оширилади, бу боғлиқ ҳолда қовушоқ ростлагичи 10 насос 11 га таъсир к сатади.

Тегирмон 7 нинг чиқишида заррачалар ўлчамларининг гариши пигментли суспензиянинг аксланиш коэффицие бўйича назорат қилинади, у пигментли суспензиянинг йўна шини (филтрлашга ва қадоқлашга ёки иккинчи бисерли гирмон 8 га) аниқловчи уч йўлли клапанлар 13 ва 14 га а ланиш коэффициенти ростлагич 12 нинг таъсир кўрсати билан ростланади. Технологик схемага иккинчи бисерли тег моннинг уланиши биринчи тегирмоннинг чиқишида пайдо бў ётган пигмент заррачалар ўлчамларининг берилган ўлчамлар катта четлашишларини йўқотиш зарурлиги билан боғлиқ. Б да уч йўли клапанлар 13 ва 14 пигментли суспензиянинг икк чини тегирмонда пигментланган системанинг аксланиш коэф циентини датчик 15 ёрдамида қўшимча назорат қилиб, такро дисперсияланишини таъминлайди.

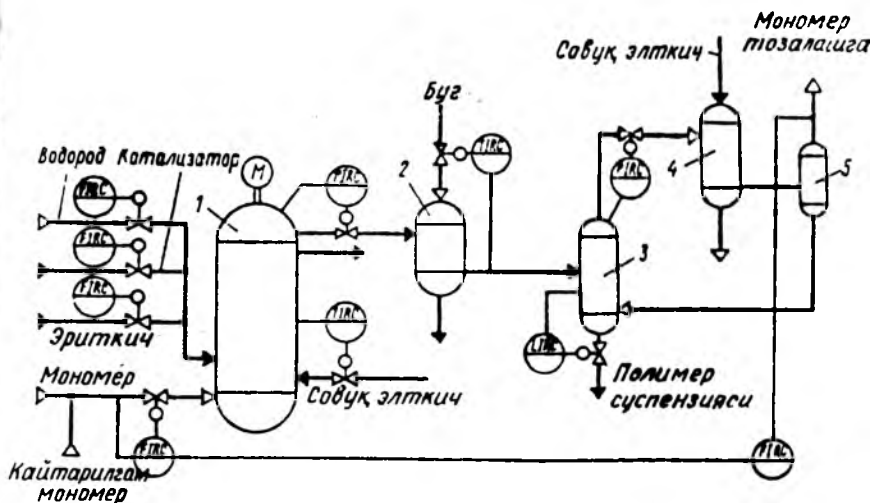
XXIII. 2.3. Пропиленни полимерлаш жараёнини автоматлаштириш

Пропилен реактор-полимеризатор 1 нинг пастки қисм тушади (23.9-расм). Шү ернинг ўзига инерт эриткич (ода бензин) ва катализатор берилади. Реакцион массанинг за даражада аралаштирилишини механик аралаштиргич ва су фаза орқали мономер барботаж таъминлайди.

Полимерлаш реакцияси натижасида полипропилен ҳо қилинади. Полипропилен маҳсулотининг асосий сифат кўр кици олинаётган маҳсулотнинг механик ва физик хоссалар белгиловчи ўртача молекуляр масса ҳисобланади.

Реакция иссиқлигини реактор филофига ўтказиш учун вуқ элткич берилади.

Полимернинг ҳосил қилинган суспензияси таъсирни сез ган мономер билан бирга иситкич 2 орқали буғлаткич ка раси 3 га келади. Бу камерада эриган мономер суюқлиги



23.9-расм. Пропиленни полимерлаш жараёнини автоматлаштириш схемаси.

эриткичнинг бир қисми ажраллади ва буғланади. Полимер суспензияси буғлатиш камерасининг пастки қисмидан олинади ва эриткичли ажратишга узатилади, буғ-газ аралашмаси эса совиткич 4 да совитилади ва сепаратор 5 га келади. Эриткич конденсати сепаратордан буғлатиш камераси 3 га қайтади, асосан мономердан иборат газ фазаси эса тозалаш учун йўлланади. Кейин мономер яна реактор 1 га қайтади.

Полимерлаш жараёнининг самарадорлиги кўрсаткичи мономернинг полимерга айланиш даражаси ҳисобланади. Уни берилган пайт ва берилган шароит учун максимал имконияти бўлган ўзгармас қийматда тутиб туриш лозим. Айланиш даражаси катализаторнинг характеристикасига, реактордаги температура ва босимга, эриткич ва мономер таркибига, эриткич, мономер сарфига ва молекуляр масса ростлагичига боғлиқ.

Катализаторнинг кимёвий таркиби ва компонентларининг нисбати, унинг реактордаги концентрацияси, сарфланиши ва тайёрлаш усули белгилловчи омиллар ҳисобланади. Полимерлаш жараёнини бошқаришда фақат катализатор сарфи мақсадга қаратилган ҳолда ўзгартирилади ёки барқарорлаштирилади. Бошқа параметрлар ўзгариши билан объектга ғалаёнланишлар киради.

Реакция зонасидаги температура муҳим параметр ҳисобланади. Температура 1°C га кўтарилганда пропиленнинг полимерланиш тезлиги 6% га ортади. Температуранинг юқори чегараси катализаторнинг иш қобилиятига кўра белгиланади. Температура ҳаддан ташқари орттирилганда полимерлаш жараёнининг тезлиги критик қийматгача ошиши мумкин ва бунда авария юз беради. Шунинг учун температуранинг критик

қийматга яқин қатъий аниқ қийматда сақлаш лозим, бу ростловчи таъсир реактор филофига узатилаётган совуқ элти сарфини ўзгартириш билан эришилади.

Мономер, эриткич ва молекуляр масса ростлагичи таркибининг ўзгариши билан объектда ғалаёнланишлар вужудга келиб, улар жараённинг кечишини анча ўзгартириши мумкин. Масалан, катализатор олтингугурт ва пропадиенанинг жуздор оз миқдорда ҳам қўшилишига жуда сезгир, баъзи моддаларнинг мавжуд бўлиши эса реакцияни умуман тўхтатиб қўяди.

Реактордаги босим суюқ фазада мономер ва водороднинг эрувчанлигига таъсир қилади, яъни реакцион массадаги уларнинг концентрациясига таъсир қилади. Ундан ташқари, газ фаза реакторларда босим эриткичнинг қайнаш температурасини белгилаб беради. Шунинг учун босимни реакция мавжудлиги сулоти — полимер суспензияси сарфини ўзгартириб барқарорлаштириш лозим.

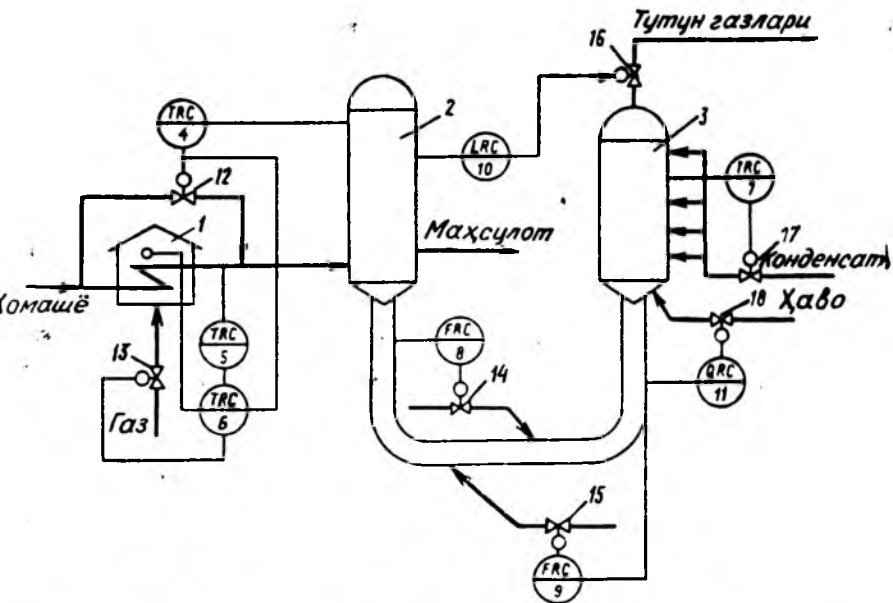
Мономер, катализатор, эриткич ва молекуляр масса ростлагичининг сарфи мономернинг полимерга айланиш даражасига бошқа параметрларига қараганда камроқ даражада таъсир қилади. Уларни барқарорлаштириш ва шу билан бу кўрсаткичлар наллар бўйича кучли ғалаёнланишларни йўқотиш мумкин, ё ростловчи таъсирлар киритиш мақсадида ўзгартириш мумкин.

Одатда эриткич, молекуляр масса ростлагичи ва катализатор сарфи барқарорлаштирилади. Мономер сарфи шундентарзда ўзгартириладики, бунда таъсир сезмаган мономер микдорини мазкур шароит учун минимал мумкин бўлган тарзда ўзгармас сақланади. Таъсир сезмаган мономер миқдорини аниқлаш учун сепаратордан кейин сарф датчиги ўрнатилади. Ростлашнинг мазкур бўғини икки контурли система ёрдамида амалга оширилади, унда асосий ростлагич таъсир сезмаган мономер сарфини ростловчи ҳисобланади, ёрдамчи ростлагич эса реакторга узатилаётган мономер сарфини ростлагич ҳисобланади.

Схемада, шунингдек, иситкичга берилаётган буғ сарфини ўзгартириш билан суспензиянинг иситкич 2 дан кейинги температурасини ростлаш кўзда тутилган. Бу мономерни суюқ фазадан тўлиқ ажратиш учун зарурдир. Моддий балансни қувватлаш учун буғлатиш камераси 3 даги суспензия сатҳи белгилендрилиги ва босим ростланади.

XXIII. 2.4. Каталитик крекинг жараёнини автоматлаштириш

Дистиллат ва қолдиқ хомашёнинг ҳар хил турларининг каталитик крекинг юқори октанли бензинлар ва юқори концентрацияли пропан-пропилен ҳамда бутан-бутелен фракцияларга газ олиш учун мўлжалланган жараён 420—550°C температурада ва 0,1—0,2 МПа босимда алюмосиликатли, цеолити бўлган ва бошқа катализаторларда кечади. Каталитик крекинг



23.10-расм. Каталитик крекинг жараёнини автоматлаштириш схемаси.

ни ўрнатишнинг асосий бўғини реактор — регенераторли блок ҳисобланади. Каталитик крекинг қурилмаси реакторли — регенераторли блокни автоматик системасининг функционал (ишлаш) схемаси 23.10-расма тасвирланган. Система блокнинг учта энг муҳим агрегатлари — иситиш печи 1, реактор 2 ва регенератор 3 нинг ишини ифодаловчи ўзгарувчи параметрларнинг автоматик барқарорлашувини кўзда тутди.

Ростлаш системаси қуйдаги ўзгарувчи жараённинг барқарорлашишини таъминловчи бир қатор ўзаро боғлиқ контурлардан иборат: иситиш печида хомашёни иситиш температураси, реакторда қайнаётган қатлам сатҳи, реактордан чиқаётган коксланган катализатор сарфи, регенератордан чиқувчи регенерацияланган катализатор сарфи, реакторда ва регенераторда қайнаётган қатламнинг температураси, регенератордан чиқаётган катализаторнинг коксланганлиги. Автоматик ростлаш нуқтаи назаридан қараб чиқиладиган реактор ва регенератор мусбат тескари алоқаси бўлган кўп боғлианишли объектни ифодалайди. Бунинг сабаби шундаки, реактордан чиқишда регенераторда ҳаво ортиқча бўлганда катализатордаги кокс миқдорининг ортиши регенераторда қайнаётган қатлам температурасини орттиради ва бинобарин, реакторда қайнаётган қатлам температурасини ўстиради. Бунда хом ашёнинг парчаланиш даражаси ортади ва катализаторнинг кейинги коксланиши рўй беради. Шундай қилиб, реактор-регенератор системаси ўзгарувчанлик аъванасига эга. Ростлаш объекти-

нинг айтиб ўтилган хусусияти фақат унинг иссиқлик режими гагина хос бўлмай, балки гидродинамик режимига ҳам хосд

Қуйида реактор-регенератор блокнинг автоматик ростл системасининг тавсифи келтирилган. Хомашёни иситиш температурасини автоматик ростлаш каскад схема бўйича амга ошрилади, шу билан бирга печнинг ағдариш зонаси температураси оралиқ координата бўлиб хизмат қилади. Бошқарчи таъсир сифатида печда ёнилғи газининг сарфидан фойланилади. Ростлашнинг бу контури ростловчи клапан 13 таъсир қилувчи температура ростлагичи 6 ёрдамида ама оширилган.

Печнинг чиқишида хомашёни иситиш температураси ростлагич 5 билан барқарорлашади, ростлагичнинг чиқиш сизна ростлагич 6 га топшириқ беради. Хомашёни иситиш температурасини барқарорлаштириш учун каскадли АРС нинг қўлнилиши мақсадга мувофиқдир, чунки асосий ғалаёнланиш (масалан, ёнилғи газ линиясида босимнинг ўзгариши) системага ростловчи орган томонидан таъсир қилади. Бошқа сижихати шундаки, «ёнилғи газининг сарфи — печнинг ағдар зонаси температураси» коналининг инерционлиги — «ёнилғи зи сарфи — хомашёни иситиш температураси» каналнинг инерционлигидан анча кичик.

Реактор режимини автоматик ростлашнинг боғланган системаси реактордаги температура ва қайнаётган қатламнинг сизини, шунингдек катализаторнинг реактордан регенератор сарфланишини барқарорлаштиришни кўзда тутди. Реактор 2 даги температурани ростлаш печдан ўтмасдан байпас қали совуқ хомашё сарфини ўзгартирувчи ростловчи 12 клапанга таъсир қилувчи температура ростлагичи 4 ёрдамида амга оширилди. Сатҳ ростлагичи клапан 16 ёрдамида регенератор 3 дан чиқадиган тутун газлари сарфини ўзгартирувчи сатҳландлиги ростлагичи 10 орқали ростланади. Реактордан регенераторга катализатор сарфи ростлагич 8 ёрдамида ростловчи клапан 14 га таъсир қилиш йўли билан ростланади.

Қайнаётган қатлам температурасини ростлаш жараёни байпас ва бинобарин, печь орқали хомашё сарфи ўзгаради. Шунинг учун хомашё температурасини АРС ида ғалаёнланиш шувужудга келади. Печнинг температура режимини барқарорлаштириш ва хомашёни иситиш температурасини АРСнинг сифат кўрсаткичларини яхшилаш учун системада температура ростлагичи 6 учун температура ростлагичи 4 дан топшириқ ўзгартириш кўзда тутилган бўлиб, бунда у совуқ хомашё байпасида ростловчи клапаннинг ҳолати ўзгарганда печга келтирилган ёнилғи газининг сарфини ўзгартиради.

Регенератор технологик режимининг АРС қуйидагиларга таъминлайди: регенераторнинг совитувчи змеевикларига киритилган денсат беришни ростловчи клапан 17 га таъсир қилувчи температура ростлагичи 7 ёрдамида регенераторда температура ростлагичи барқарорлаштириш; регенераторга ҳаво берувчи ростловчи клапан

пан 18 га таъсир қилувчи ростлагич 11 ёрдамида регенератордан чиқаётган катализаторнинг коксланганлигини барқарорлаштириш; ташилувчи агентни узатишни ростловчи клапан 15 га таъсир қилувчи ростлагич 9 ёрдамида регенератордан реакторга катализатор сарфини барқарорлаштириш.

XXIII. 2.5. Шина ва резинали техник буюмларни ишлаб чиқаришни автоматлаштириш

XXIII. 2.5.1. Резина қоришмаларини тайёрлаш жараёнини автоматлаштириш

Автомобиль шиналарини ишлаб чиқаришда асосий ярим фабрикат резинали аралашмалар бўлиб, улар турли хил ингредиентлардан (каучук, олтингугурт, руҳ оксиди, стеарин, техник углерод, конифоль, тошқўмир смоласи, каолин ва бошқалардан) тайёрланади. Кўпчилик ингредиентлар дастлабки ишловдан ўтади: қирқилади, қуритилади, майдаланади, эланади, эритилади, филтрланади ва ҳоказо. Бу ишлар ташиш (завод бўйича), дозалаш, аралаштиришдаги нормал шароитни таъминлаш учун зарур.

Аралаштириш бўлимида ингредиентлар дозаланеди ва маълум вақтда резина қорғичга (аралаштиргичга) узатилади. Тайёр резина қоришмаси протектор ва автокамера агрегатларига, каландрларга, аралашмалар омборига тушади.

Тайёрлаш-йиғиш операцияларига бичиш ва кордни сквирживлаш, браслетлар, қанотлар тайёрлаш, покришкалар йиғиш киреди.

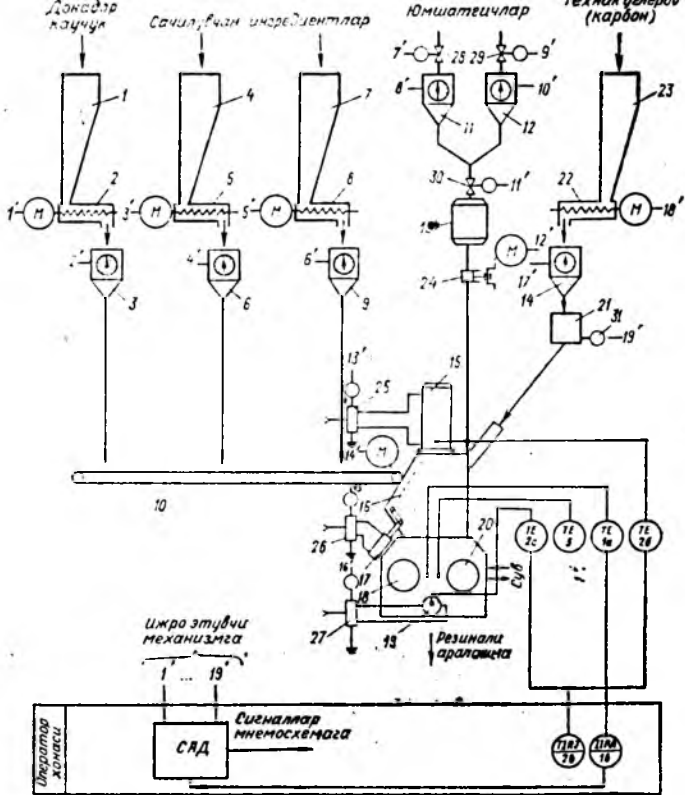
Покришкалар ва камералар тайёрлаш жараёнларида якуний операция — вулканизация ҳисобланади, бу жараён вақтида буюмларнинг шакли мустақкамланади ва уларга зарур хоссалар берилади. Бу операциянинг моҳияти шундан иборатки, бунда резина қоришмаси маълум вақт давомида махсус аппаратларда турли хилдаги вулканизаторларда 30—160°C гача қиздирилади.

Покришкалар вулканизациядан сўнг балансировка қилинади ва пардозланади, кейин тайёр маҳсулот — шина олиш учун камера билан комплектлашга жўнатилади.

Резинали техник буюмларни ишлаб чиқаришдаги каби шина ишлаб чиқаришда ҳам автоматлаштиришдаги қийинчиликлар технологик жараёнларнинг дискрет структурасига, моддий оқимларнинг турли-туманлигига, кўпгина параметрларни ўлчаш ва ростлаш учун ишончли автоматик қурилмаларнинг йўқлигига боғлиқ. Бироқ бунга қарамай, ҳозир кўпгина операциялар ва технологик жараёнлар юқори даражада автоматлаштирилмоқда (масалан, вулканизация жараёни).

Қуйида резина қоришмаларни тайёрлашнинг технологик жараёнини автоматлаштириш схемаси қараб чиқилган.

Қоришмалар жўваларда ва резинақорғичларда тайёрланиши мумкин. Аралаштиришнинг юқори сифатли бўлиши резина қорғичларда таъминланади (23.11-расм). Резинақорғичнинг



23.11-расм. Резина қоритмаларини тайёрлаш жараёнини автоматлаштириш схемаси:

1, 4, 7, 23 — бункерлар; 2, 5, 8, 22 — шискли таъминлагичлар; 3, 6, 9, 11, 12, 14 — автоматик тарозилар; 10 — транспортер; 13, 21 — идишлар; 15 — юқори затворнинг вертикал цилиндри; 16 — тўсиқ (заслонка); 17 — тўсиқ билан бошқариш пневматик цилиндри; 18, 20 — роторлар; 19 — пастки затворнинг горизонтал цилиндри; 24 — поршенли насос; 25 — 37 — ҳаво тақсимловчи клапанлар; 28 — 30 — электр билан бошқарилувчи клапанлар; 31 — 21 — идишни бўшатиш учун юриткич; 32 — бошқарилувчи система.

қориш камерасида мураккаб шаклли иккита ротор (18 ва 20) бир-бирига қарши айланади. Камеранинг юқорисида юклаш дарчаси (ингредиентлар учун) мавжуд бўлиб, у юқориги затвор билан беркитилади. Затвор вертикал цилиндр 15 да силжувчи ва юқори затвор билан шток орқали боғланган поршен таъсирида амалга оширилади. Резина қоритмаси чқариб олиш учун камеранинг пастки қисмида иккинчи дарча кўзда тутилган бўлиб, у иш вақтида пастки затвор билан ёпилади. Бу затвор юқоридан горизонтал пневматик цилиндр 19 да маҳкамланган бўлиб, унинг ўзи затвор ишини бошқаради.

Ингредиентлар поршенли затвор билан бошқарилувчи тўсиғи (қопқоғи) 16 орқага очиладиган юклаш дарчасига келиб

тушади. Аралаштириш камераси деворлари, роторлар ва затворлар сув билан совитилади.

Юқори сифатли резина қоришмаси олиш учун аралаштириш (қориш) камерасига ҳамма ингредиентларни киритиш кетма-кетлигига ва аралаштириш тўла циклининг давомийлигига қатъий амал қилиш, шунингдек камерада ўзгармас температурани таъминлаш зарур. Жараёни вақт бўйича бошқаришни буйруқ берувчи асбоб ёки махсус автоматик система амалга оширади. Вертикал ва горизонтал цилиндрларга, шунингдек юклатиш эшигининг поршенли юритмасига ҳаво мембранали ёки электромагнитли юритмаси бўлган ҳаво тақсимловчи клапан ёрдамида узатилади. /

Резина қоришмасининг температурасини назорат қилиш учун қориш камерасининг четки деворида, шунингдек затворларда термоэлектрик ўзгарткичлар 1а, 3, 2а, 2б (ўзгарткич 3—заҳирада) ўрнатилади. Совитувчи сув сарфи резина қоришмаси температурасини ростлашда катта кечикишлар бўлиши ва аралаштириш циклининг кам давом этиши туфайли одатда даврий равишда, қўлда (вентиллар ёрдамида) ўзгартирилади. Мўлжалланган вақт ўтгандан сўнг пастки затвор очилади ва резина қоришмаси чиқариб олинади. Агар аралаштириш жараёнида камерадаги температура критик қийматига етса, қоришманинг бузилишининг олдини олиш учун асбоб 16 қоришмани чиқариб ортишга буйруқ беради.

Затворларнинг ва юкланиш воронкаси эшигининг чегара ҳолатлари мнемосхемада лампалар ёрдамида сигнал беради.

Ингредиентларни тортиш ва резинақорғичларнинг ишини бошқаришнинг автоматик системалари кенг қўлланилмоқда. Резина аралашмасини тайёрлашнинг оқим тизмаси қуйидаги тарзда ишлайди (23.11-расмга қаранг). Каучуклар ва сочилувчи ингредиентлар 4, 7, 23 бункерларда сақланади, у ердан программавий қурилма буйруқлари бўйича винтсимон ёки виброшнекли таъминлагичлар 2, 5, 8, 22 ёрамида автоматик тарози 3, 6, 9, 14 га қўйилади. Юмшаткичлар тарози 11 ва 12 га умумий циркуляцион системадан электр бошқарувчи клапанлар 28, 29 орқали келади. Тортишнинг катта аниқликда бўлиши учун винтсимон сингдиргичлар тортишнинг охирида тарозини кичик тезликда юклашни таъминловчи икки тезликли юритма билан таъминланган.

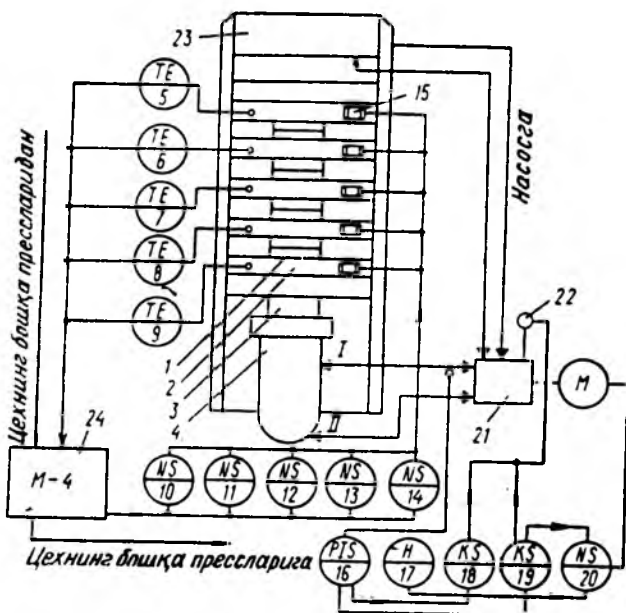
Тарозилардаги юк транспортёр 10 га (яна программавий қурилма буйруқлари асосида), ёки йиғма (юкланиш) идишлари 13, 21 га ортилади.

Автоматик дозалаш системалари аралашмалар компонентларини автоматик тортиш жараёнларини программавий бошқаришни таъминлайди; автоматик дозалашга ярамайдиган компонентларни ярим автоматик тортиш жараёнини программавий бошқаришни; ҳар бир ингредиентнинг берилган массасини автоматик назорат қилишни (0,2% гача аниқликда); аралашма компонентларини навбатдаги тортишдан олдин ҳар бир

торозидаги идишларнинг бандлигини автоматик назорат қилишни, эркин тушаётган материалнинг массасини компенсация қилган ҳолда тарози — дозаторларни автоматик бошқаришни; аралашманинг берилган рецептурасига мос равишда материални автоматик танлашни, бир тезликли ва икки тезликли сингдиргичларни бошқаришни, тортиш циклини (ҳамма тарозилар бўйича) давомийлигини автоматик назорат қилишни, резинааралаштиргичларни автоматик бўшатишни (резина қоритиш камерасидаги вақт ёки температура бўйича таъминлайди).

XXIII. 2.5.2. Электр билан иситиладиган прессларда резина буюмларни вулканизация қилиш жараёнини автоматлаштириш

Замонавий резина-техник буюмлар заводларидаги кўпгина технологик жараёнлар инсон иштирокида амалга ошириладими. Бу жараёнларни автоматлаштиришнинг мураккаблиги уларнинг технологиялари ва машиналарнинг тузилиши, ишлаб чиқариш



23.12-расм. Электр билан иситиладиган прессларда резина буюмларни вулканизация қилиш жараёнини автоматлаштириш схемаси:

1 — вулканизация формаси; 2 — плита; 3 — плунжер; 4 — бош гидравлик цилиндр; 5 — 9 — термоэлектрик ўзгарткичлар; 10, 14, 20 — магнитли ишга туширгичлар; 15 — электр иситкич; 16 — контактли манометр; 17 — кнопкали узгич; 18 — вақт релеси; 19 — буғруқ берувчи асбоб (КЭП — 12у, УПУ ёки бошқа); 21 — мой Сосимли қурилма; 22 — электромагнит; 23 — мой идиш; 24 — автоматик қайда эгиш, ростлаш ва сигнал бериш машинаси (МЦКР); 1 — мой сош гидроцилиндрга (гидроцилиндрдан); 11 — мой кичик цилиндрга (цилиндрдан).

қаришнинг дискрет даврийлиги, бир қатор параметрларни назорат қилиш ва ростлашнинг ишончли асбоблари йўқлиги, ишлаб чиқаришнинг турли-туманлигига боғлиқ. Қуйида электр билан иситиладиган прессларда резина буюмларни вулканизация жараёнини автоматлаштириш схемаси келтирилган.

23.12-расмда плиталари электр билан иситиладиган вулканизацион пресси автоматлаштиришнинг функционал схемаси кўрсатилган. Бу ерда индивидуал мой босимли қурилма 21 дан фойдаланилган. Цикл бошида (барча формалар қайта зарядлангандан сўнг) кнопкали узгич 17 босилади, бунда мой насосининг двигатели М уланади (магнитли юргизгич 20 орқали). Мой плиталарнинг силжиш тезлигини пасайтирувчи дроссель орқали кичик гидроцилиндрга кира бошлайди, унинг ичида кичик пружина бор (дроссель, кичик гидроцилиндр ва кичик плунжер расмда кўрсатилмаган). Бу гидроцилиндр бош гидравлик цилиндр 4 нинг ичида жойлашган ва плиталарнинг бирлашишини тезлаштириш учун хизмат қилади ҳамда уларнинг пировард бирлашишида кучли зарб бўлишининг олдини олади. Плиталар тўлиқ бирлашганда босим тизмасида (мой насосидан кейин) босим кучи орта бошлайди ва мой насосининг мойни бош гидравлик цилиндрга узатилишига автоматик уланади. Бунда буюмлар пировард шаклга келиши таъминланади. Бош гидроцилиндрда босимнинг қиймати пресслаш даражасига етган пайтда электроконтакт манометр 16 подпресовка 18 нинг вақт релесини улайди ва электромагнит 22 га таъсир кўрсатиб, гидроцилиндрларнинг тўкиш тизмаси (мой баки 23) билан бирлашишини таъминлайди. Бунда вулканизация пресси столи пастга тушади, плиталар эса ажралади.

Белгиланган вақт ўтгандан сўнг реле 18 насоснинг мойни гидравлик цилиндрларга узатишга уланишини таъминлайди, ва прессплиталари яна бирлашади. Босим пресслаш даражасига етганда электроконтактли манометр команда (буйруқ) берувчи асбобни улайди, у цикл охирида электромагнит 22 га таъсир кўрсатиб гидроцилиндрларни мой баки билан улайди, прессплиталари ажралади ва улар қайта зарядланади.

Плиталарнинг температураси автоматик қайд этиш, ростлаш ва сигнал бериш машиналари (МЦКР) ёрдамида электр иситкичларни улаш ва узатиш билан ростланади.

XXIV б о б. ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

XXIV. 1-§. Нон ёпиш ва макарон ишлаб чиқаришни автоматлаштириш.

XXIV. 1.1. Нон ёпиш жараёнини автоматлаштириш

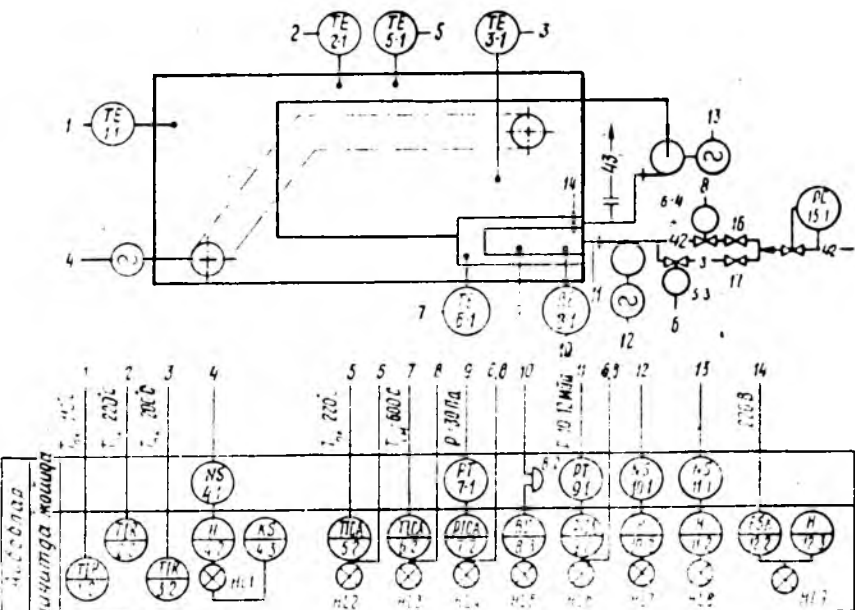
Нон ёпиш иссиқлик ва намлик таъсирида кечади ва нон тайёрлаш ишлаб чиқариш циклининг якуний босқичи ҳисобланади. Хамир ичида, шунингдек унинг сиртида физик, кол-

лоид, микробиологик ва биокимёвий жараёнларнинг мураккаб жаммуаси вужудга келади, улар натижасида у тайёр маҳсулотга айланади.

Ёпиш даврида хамирда юз берадиган жараёнлар одатда ностационар характерга эга. Автоматлаштириш объектнинг ўзи — ёпиш жараёни — параметрлари тақсимланган ночизик объектдан иборат бўлади. Хамирда жараёнларнинг кечки тезлиги тегишли қатламдаги температуранинг ўзгариш тезлигига боғлиқ. Пишириш камерасидаги хамир гидротермик ишловнинг турли хил босқичларини ўтади, унга ҳўллаш, нурланиш, конвекция ва иссиқлик ўтказиш билан иссиқлик алмашиш операциялари киради. Ёпиш камерасида иссиқлик ва масса алмашиш билан белгиланадиган ноннинг асосий сифат кўрсаткичлари: ноннинг ҳажми ва шакли, нон сиртининг қалинлиги, ранги ва ялтироқлиги, шунингдек ҳиди ва таъми ҳиссалади. Ноннинг ҳажми ва шаклига таъсир кўрсатадиган асосий омилларга ноннинг намланиш зонасида гидротермик ишлов бериш жараёнининг параметрлари киритилади, ёпиш камерасидаги муҳитнинг температураси ва намлиги, шунингдек, хамирнинг структура-механик хоссалари ва ёпиш даври мийлиги.

Нон ёпиш теплотехник, транспорт — механик хоссаларни комплексидан шунингдек, жараённинг асосий параметрларини автоматик ростлаш воситалари билан таъминланган замонавий печларда амалга оширилади. Нон ёпиш саноатида газ суюқ ёнилғидан ёпиш маҳсулотларини рециркуляция қилиш шловчи нон ёпиш печларидан фойдаланилади. Бундай печларнинг иссиқлик инерцияси кам, энергияни кам истеъм қилади.

РЗ-ХПА печь агрегатини (2.1-расм) автоматлаштириш системаси қуйидаги вазифаларни бажаради: печнинг асосий қурилмида (1—22 намланиш зонасида), нон ёпиш камерасининг бошқаруви (2—2) ва иккинчи (3—2) зоналарида хромель-копел термоэлектрик ўзгарткичлар 1—1, 2—1, 3—1 билан комплексдаги милливольтметр — 1—2, 2—2, 3—2 лар ёрдамида температурани ўлчаш; нон ёпиш камерасида (5—2) муҳит температурасини икки позицияли ростлаш; ёқиладиган ва рециркуляцияцион газлар аралшамаси температурасининг ортиб кетишини автоматик ростлаш; алағани датчик 8—1 ҳамда асбоб 3 билан биргаликда автоматик назорат қилиш; горелка вентиляторидеги ҳаво босимини назорат қилиш ва ростлаш; печь (12—2) автоматик ўт олдириш; ўтхонада сийракланишни профилактика қилиш; вакуумметр 7—2 билан назорат қилиш; газопроводдаги газ босимини бевосита таъсир қилувчи ростлагич 5—1 билан ростлаш; печь конвейерининг узлукли ҳаракатини магнит юргизгич 4—1 ва вақт релеси 4—3 ёрдамида автоматик бошқарув шчитиде ўрнатилган кнопкали станция 4—2 ёрдамида ишга тушириш ва авария ҳолларида тўхтатиш, хавфсизлик таъминлаш, HL7 вентиляторнинг, HL8 рециркуляцияцион тут



24.1- расм. РЗ-ХПА печь агрегатининг автоматлаштириш схемаси.

тортгичнинг, *HL1* конвейернинг авария режимининг ёруғлик ва товуш сигнализацияси (8—2 ва *HL5*).

Нон ёпиш камерасининг иссиқлик режимини автоматик бошқариш системасининг ишланишда, агар нон ёпиш камерасидаги муҳитнинг температураси (термоэлектрик ўзгарткич 5—1) берилгандан кам бўлса, клапанлар 5—3 ва 6—4 нинг ростлаш органлари очиқ бўлиб, горелкага кўпроқ газ киради, натижада «катта аланга» пайдо бўлади. Шу билан бир вақтда автоматлаштиришнинг релели схемаси ижро этувчи механизм ёрдамида ўчоққа ҳаво беришни орттиришни таъминлайди. Нон ёпиш камерасида берилган температурага эришилганда ёки у ортиб кетганда релели схема клапан 5—3 нинг беркилишини ва ўчоққа ҳаво узатилишини тўхтатади.

Бунда фақат клапан 6—4 очиқ бўлиб, ўчоққа газ сарфи камаяди, бу «кичик аланга» режимига мос келади. Вентиллар 16 ва 17 ни олдиндан созлаб қўйиш, клапанлар 5—3 ва 6—4 орқали газ ҳисобдагидек чиқишини таъминлайди. «Кичик аланга» режимда ишлаш нон ёпиш камерасидаги муҳит температурасининг аста-секин пасайишига олиб келади. Муҳит температураси берилгандан камайганда, релели схеманинги ишлаб кетиши натижасида клапан 5—3 очилади ва горелка «катта аланга» режимда ишлашга ўтади. Ростловчи милливольтметрнинг релели схема билан биргаликда қўлланилиши печь

температура режимини икки позицияли автоматик ростланди таъминлайди. Клапанлар 5—3 ва 6—4 нинг очилиши билан HL2 ва HL3 сигнал лампалари уланади.

Печнинг талаб қилинган ишончилиги ва хавфсизлиги таъминлаш учун қуйидаги блокировка (ростлаш) ва ҳиммат турлари кўзда тутилган: печь каналларини тез куйиши (температураси 600°C дан кўп) ҳимоя қилиш учун ёндирилган ва рециркуляцион газлар аралашмаси температурасини ортишини автоматик ростлаш; газ аралашмалари температураси 600°C дан кўпроқ кўтарилганда клапанлар 5—3 ва 6—4 ёпиш йўли билан горелкани ўчириш; аралаштириш камерасида ёниш маҳсулотлари температураси 600°C юқорига кўтарилганда, ёниш камерасида сийракланиш 10 КПа дан пасайганда, аланга ўчганда ёки у горелкага ўтиб кетганда, горелка вентиляториди босим бўлмаганда горелка автоматик ўчирилади.

Автоматик хавфсизлик системаси печни қуйидаги кетма-кетликда автоматик ёндиришни кўзда туттади: печни ишга тушириш олдида 1—2 мин давомида газ ўтиш йўлларини ҳаёти бериб тозалаш, ёнилғи узатишни улаш; ўт олдириш электродлари 14 ёрдамида ёнилғини аланга олдириш, электродларни юқори кучланишни (10—15 минг В) ўт олдириш трансформатори 12—2 беради; ўтхонани, кичик аланга режимиди 1—2 мин қиздириш, ёнилғи берилгандан кейин 15 с давомида аланга бўлмаганда горелкани ўчириш.

Конвейер ҳаракатини автоматлаштириш, назорат қилиш бошқариш, нон ёпиш камераси зоналари бўйича температура ўлчаш воситалари 1-бошқариш шчитиди жойлашган. 2-бошқариш шчитиди ростлаш ва ҳавосизликни автоматлаштириш воситалари жойлаштирилган.

XXIV. 1.2. Макаронни қуритиш жараёнини автоматлаштириш

Макарон саноатини автоматлаштиришда вужудга келадиган вазифалар нон ёпиш саноати олдида турган вазифаларга келиб жиҳатдан ўхшаш. Уларга ишлаб чиқаришнинг қуйидаги қисмларини автоматлаштиришни киритиш мумкин: унни қопсақлаш, хамир қориш, зичлаш ва қолипга қўйиш; хом макаронларни тайёрлаш, қирқиш, таҳлаш операциялари; макаронларни қуритиш; макаронларни тайёрлашнинг охириги операциялари (тўплаш, стибиллаш, идишларга солиш, ташиш ва оқиборга қўйиш).

Макаронларни қуритиш жараёни энг узоқ давом этадигани ва жуда масъулиятли босқичдир. Макаронни қуритиш кўп жихатдан маҳсулотнинг сифатини белгилаб берувчи иссиқлик масса алмашинуви ҳодисаларининг мураккаб мажмуаси билан бирга кечади. Қуритиш жараёнида намликни йўқотган саноат макароннинг структура-механик хоссалари ўзгаради. Макарон

эластиклик хоссасини йўқотиб, қаттиқ ва нозик жисм хоссасини эгаллайди.

АРС ишининг сифати қуриштиш режимини белгилайди. Жумладан, юмшоқ режимда (паст температура ва қуритадиган ҳавонинг нисбий намлиги юқори бўлганда) узоқ вақт қуриштиш макароннинг ачишига сабаб бўлади; шу билан бирга қуриштишнинг жадаллаштирилиши (қаттиқ режим), айниқса охириги босқичда макароннинг ёрилиб кетишига ва майдаланиб кетишига олиб келади.

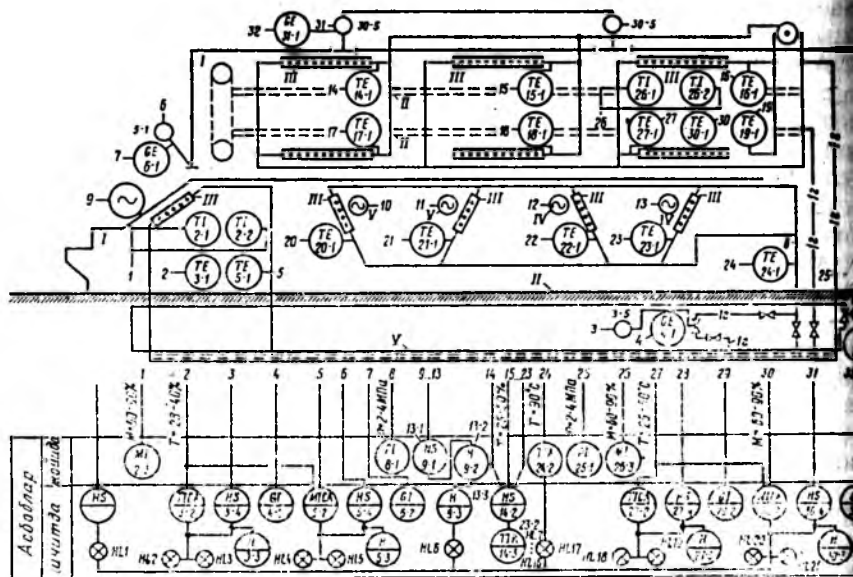
Макаронни қуриштиш вақтини қисқартириш мақсадида ва шу билан бирга уларнинг чидамлилигини таъминлаш мақсадида жараён дастлабки ва пировард қуриштиш жараёнларига бўлинади. Дастлабки қуриштиш хом макароннинг эластиклигини сақлаган ҳолда (намлик тахминан 20% гача) намликни жадал пасайтириш билан ифодаланади. Пировард қуриштиш қаттиқ материал хоссаларини эгаллаётган макарондан намликни секин-аста пасайтириш давридан иборат.

Макарон ишлаб чиқарувчи автоматик тизмалари бир қатор айрим технологик агрегатлардан, транспорт механизмларидан иборат бўлиб, юқори сифатли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришнинг барча босқичларини механизациялаш ва автоматлаштиришнинг юқори даражасини таъминлайди. Макаронлар кўпинча металл стерженларга — бостунларга осилган ҳолда қуриштилади. Б6-ЛМВ автоматик тизими таркибида амалга оширилувчи дастлабки қуриштиш даврини автоматлаштириш системаси 24.2-расмда келтирилган.

Дастлабки қуриткич конструктив жиҳатдан иккита қуриштиш зонасини ташкил этувчи, девор билан икки қаватга бўлинган герметик ва иссиқликдан изоляцияланган тонелдан иборат. Биринчи (пастки) зонада битта транспортёр II бор, иккинчи (юқориги) зонада — иккита транспортёр бор. Қуриткичнинг пастки қисмида бўш бостунларни қайтариш учун транспортёр V жойлаштирилган. Қуритувчи ҳавони иситиш учун трубалардан ясалган калориферлар III, трубопроводлар, насослар ва ростловчи арматура фойдаланилади.

Иссиқ сув (80—90°C) биринчи зона иситиш системасига бевосита марказлаштирилган иссиқлик таъминоти тармоғидан узатилади. Иккинчи зона иситиш системасига, иссиқ сувдан ташқари, биринчи зонадан насос орқали ишлатилган иссиқ сув қисман узатилади.

Биринчи зонада вентиляциялаш жуфт-жуфт қилиб жойлаштирилган вентиляторлар IV ёрдамида амалга оширилади. Макарон қуриткичга кираверишда иккита вентилятор хонадаги ҳавони тортиб олиб, уни колориферлар орқали пуфлаб, ҳаво тўсиғи ҳосил қилади ва иссиқ ҳавони пастки зонага узатади. Тўрт жуфт вентилятор қуритувчи ҳавони колориферлар орқали пуркаш билан рециркуляцияни таъминлайди. Нам ҳавонинг бир қисми зонадан хонага чиқади. Қуриштиш зоналарининг вентиляция системаси қуритувчи ҳавони қисман рецир-



24.2-р.с.м. Б6-ЛМВ агрегатида макаронни қуритиш жараёнини автоматлаштириш схемаси.

куляциясини таъминлайди: нам ҳаво хонадан келувчи анч қуруқ ҳаво билан қисман аралашади ва бироз қисми хонага чиқарилади.

Қуритишнинг берилган параметрлари — қуритувчи ҳавонинг температураси ва нисбий намлиги автоматик сақлаб турилади. Автоматлаштириш системаси дастлабки қуриткичнинг қуйи ва юқори зоналарида ҳаво температураси ва намлигини назорат қилади (2—3, 3—2, 5—2, 26—2, 3—2); қуриткич зоналари бўйича иссиқ сувнинг босими ва температурасини назорат қилади (8—1, 24—2, 25—1); дастлабки қуритиш зоналари бўйича ҳавонинг температураси ва нисбий намлигини ростлайди (3—2, 5—2, 27—2, 30—2); ростловчи органларнинг ҳолатини назорат қилади (4—2, 6—2, 28—2, 31—2); қуриткичнинг ишчи ва авария режимларини сигнализация қилади.

Қуриткичнинг АРСи иши қуритиш агенти (ҳаво)нинг параметрларини ўлчаш ва ростлашнинг психрометрик услубларидан фойдаланишга асосланган, ҳавонинг температураси ва намлиги датчиклари дастлабки қуриткичнинг иккала зонасига ўрнатилган. Температура датчиги сифатида қаршилик термометрлари 3—1, 5—1, 27—1, 30—1 дан фойдаланилган. Ҳар бир жуфтнинг бири «хўл», иккинчиси «қуруқ» бўлади. Улар билан бир комплектда иккиламчи асбоблар сифатида логометрлар 5—2, 30—2 хизмат қилади.

Автоматик ростлаш системаси қуритиш режимини «қуруқ

ва «хўл» термометрларнинг кўрсатишлари орасидаги талаб қилинган фарқни сақлаб туриш йўли билан таъминланади. Ҳаво температурасини ростлаш схемасида иссиқ сувнинг калориферда сарфланиши ростловчи параметр ҳисобланади, унинг ўзгариши қуриткичнинг юқори ва қуйи зоналарида клапанлар 3—5, 27—5 ёрдамида амалга оширилади. Ҳаво намлигини ростлаш системасида қуритувчи ҳаво сарфи вентиляция системасида (5—4, 30—5) қуруқ хонадаги аралашмада ҳисобланади.

Дастлабки қуриткичнинг калориферларининг чиқошида иссиқ сув температурасини назорат қилиш қаршилиқ термо ўзгарткичи 14—1 ÷ 23—1 ва логометр 14—3 ёрдамида амалга оширилади. Қуритувчи ҳавонинг температураси ва намлиги шишали техник кенгайиш термометрлари 2—1, 2—2, 26—1, 26—2 ва психрометрлар 2—3, 26—2 ёрдамида амалга оширилади.

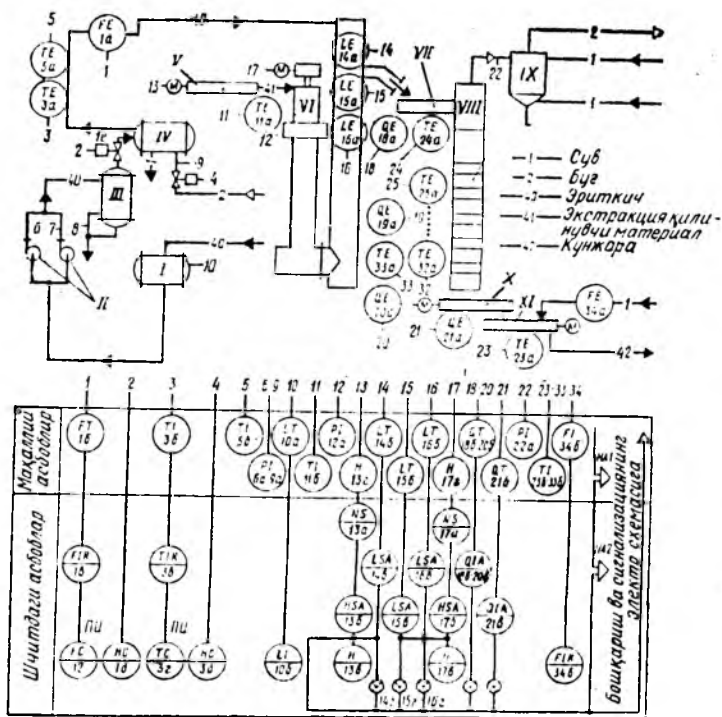
XXIV.2- §. ЕҒНИ ЭКСТРАКЦИЯЛАШ ВА КУНЖАРАДАН ЭРИТУВЧИНИ АЖРАТИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Мой хомашёсидан ўсимлик ёғини олиш учун саноатда кетма-кет ёғсизлантириш усули билан узлуксиз экстракциялаш жуда кенг қўлланилмоқда. Бу усул эритувчининг ва экстракцияланувчи материални қарама-қарши йўналтириш принципага асосланган. Кетма-кет ёғсизлантириш усулининг қўлланилиш жараёни битта аппаратда олиб боришга, концентрацияланган мисцелла олишга, экстракциялашнинг давом этиш вақтини қисқартиришга, энергия сарфларини ва эриткич исрофини анча камайтиришга имкон беради. Узлуксиз экстракциялаш жараёни масалан, экстракцияланувчи материални қарама-қарши оқимда ҳаракатланувчи эриткичга ботириш усули билан амалга оширилиши мумкин. Бундай турдаги экстракторларга НД-1250 вертикал шнекли экстракторлар киради.

Ботириш усули бўйича узлуксиз экстракциялашнинг технологик жараёнини 24.3-расм ифодалайди. Экстракцияланувчи материал транспортёр V воситасида экстрактор VI юклаш колоннасига узатилади, кейин юклаш камерасининг шнек билан экстракторнинг горизонтал шнекигача пастга узатилади. Горизонтал шнек материални экстракцион колоннага узатади, бу ерда ҳам у шнек ёрдамида эриткичнинг қарши оқими воситасида юқорига кўтарилади.

Эриткич идиши I дан насослар II ёрдамида эриткич бензосув ажраткич III орқали иссиқлик алмашгич IV га узатилади, у ерда иситилади ва экстракцион колоннанинг юқори қисмига келади.

Ёғсизлантирилган материал — кунжара (шрот) экстракцион колоннанинг юқори қисмида жойлашган чиқарувчи қурилма VII ёрдамида тостер VIII га узатилади, унда шротдан эриткич ҳайдилади. Эриткич ва сув буғлари скруббер IX орқали конденсаторларга келади, шрот эса чиқарувчи шнек X ёрдамида



24.3-расм. Экстрактор ва тостерни автоматлаштириш схемаси.

намловчи шнек XI ва пневмотранспортёр билан шрот элеваторга узатилади.

Экстракциялашнинг технологик жараёнини тахлил этиш шуни кўрсатадики, уни автоматлаштириш схемаси экстракторга берилаётган эриткичнинг сарфини ва температурасини автоматик ростлашни; экстракторнинг юкланиш колоннасида экстрактланувчи материал сатҳини ростлашни; экстракторнинг юкланиш оқимида эриткичнинг, экстракцияланувчи материалнинг, тостер чанглиридан ва намловчи шнекдан чиқишдаги шротнинг, коллекторлардаги буғнинг температураларини автоматик назорат қилишни; экстракторнинг юкланиш колоннаси юқори қисмида, скруббер газ йўлида сийракланишларни ростлашни; насослар ишлайдиган линияда, сув ажраткичда, эриткич иситкичига буғ узатиш линиясида босимларни назорат қилишни; иккиламчи эриткич бакидаги сатҳни назорат қилишни; эриткичнинг ҳаводаги ва шротдаги Ғоиз ҳисобидаги миқдорлари ҳақида автоматик сигнал беришни назарда тутиши керак.

Эриткич сарфини барқарорлаштиришнинг автоматик системаси ДКН турадаги диафрагма 1а дан, 13 ДД11 туридаги дифманометр 1б дан, ПВ 10. 1Э туридаги иккиламчи асбоб 1в дан,

унга бошқариш станцияси 1д киритилган (схемада шартли равишда алоҳида кўрсатилган) ПРЗ—31 туридаги ростловчи блок 1г дан ва 25 г 30 НЖ (ВЗ) туридаги ростловчи мембрана клапани 1е дан иборат бўлиб, бу клапан эриткичнинг идишга қайтиб тушиш линиясида ўрнатилган.

Система қуйидагича ишлайди. Иккиламчи асбоб 1а га киритилган задатчик (топширгич) ёрдамида, эриткич сарфлашнинг берилган қиймати ўрнатилади. Режимлар алмашлаб улагич (переключатели) автоматик ростлаш ҳолатига ўтказилади. Сарфлашнинг берилган қийматига пропорционал пневматик сигнал ва диффонометр 1б ўлчаган сарфининг оний қийматига пропорционал пневматик сигнал ростлагич 1г га келади. Бу сигналлар орасида мувозанат бузилганда ростлагич клапан 1е ни очишга ёки ёпишга мос тегишли пневматик сигнални ишлаб чиқади.

Иккиламчи асбобга киритилган бошқариш станцияси клапанни қайта улагич ва дастаки топширгич ёрдамида масофадан туриб қўлда бошқариш имконини назарда тутаяди.

Эриткич температурасини автоматик барқарорлаштириш системаси термобаллон 3а ли 1ЗТД73 туридаги манометрик термометр 3б дан, ПВ 10 1Э туридаги иккиламчи асбоб 3в дан, ПРЗ—31 туридаги ростловчи блок 3г дан ва 25 ч 30 НЖ туридаги ростловчи мембрана клапани 3е дан иборат.

Иккиламчи асбоб ростланувчи параметрни ёзиш ва катталигини кўрсатишни, шунингдек ростланувчи параметрнинг берилган қийматини кўрсатишни кўзда тутаяди. Асбоб ичига уланган бошқариш станцияси 3д да топширгич бор, у ижрочи механизмни масофадан туриб қўлда бошқаришни таъминлайди ва масофадан туриб қўлда бошқаришдан автоматик бошқаришга ва аксинча силлиқ ўтишни таъминлайди.

Агар эриткичнинг температураси ғалаёнланиш таъсирида берилган қийматдан юқорига кўтарилса, у ҳолда трубопроводда иссиқлик алмашгичдан кейин ўрнатилган термобаллон бу ўзгаришларни қабул қилади ва манометрик термометрга ўрнатилган пневматик ўзгарткич уни пневмосигналга айлантиради, бу сигнал иккиламчи асбобга ва ростлагичга келади. Ростлагичда бу сигнал топширгичдан келадиган сигнал билан таққосланади ва мослик бўлмаганда ростлагич ростловчи клапанга таъсир кўрсатиб, уни ёпади ва иссиқлик алмашгичга узатилаётган иссиқлик узатишни иссиқлик алмаштиргичдан кейинги эриткич температураси берилган қийматга тенг бўлмагунча камайтириб туради. Агар эриткич температурасининг пасайиши содир бўлса, ростлагич тескари томонга ишлайди.

Экстракторнинг юкланиш қроннасидаги экстрактланувчи материал сатҳини барқарорлантиришнинг автоматик системаси МЭСУН—1В туридаги учта сигнализаторлар комплектидан иборат бўлиб, улар ёруғ ва товуш сигнализациялари системасига ва экстракторларни блокировкалаш, қуритиш гуруҳидаги

аппаратлар ва транспорт элементлари электр схемасига уланган.

Юқори сатҳ огоҳлантирувчи, ўртадаги нормал, пастки авария сатҳидир. Система ишининг ишончлилигини ошириш учун юқори ва пастки сатҳлар микроқайта улагичли байроқ туридаги датчиклар билан такрорланиши мумкин.

Портлашдан ҳимоя қилинган тарзда ишланган ДЕ-4 туридаги сигнализатор датчиклари 14а, 15а, 16а экстракторнинг юклаш колоннаси юқори қисми ўрнига ёки юкланиш оқимиди ўрнатилади. Сигнализаторлар блоклари 14в, 15в, 16в марказида шитда ўрнатилади.

Сатҳни барқарорлаштириш системаси қуйидаги тарзда ишлайди. Режимни танлаш калитлар 13б, 17б ёрдамида автоматик блокировка қилинган режими ёки масофадан туриб қўлда бошқариш режими танланади. Калитлар масофадан туриб қўлда бошқариладиган ҳолатда турганда блокировка қилинган агрегатларни ишга тушириш ва тўхтатиш пультада туриб, кнопка 13в, 17 в ли постлар ёрдамида исталган кетма кетликда амалга оширилиши мумкин. Бунда тўхтатиш кнопки калари 13г, 17 г жойига ўрнатилади.

Калитларнинг ҳолати автоматик блокировка қилинган бошқариш режимида бўлганда агрегатлар ва транспорт элементларини ишга тушириш материалнинг технологик оқими ҳаракатга тескари тартибдагина ва экстрактор юкланиш колоннасида материалнинг ўртача нормал сатҳи мавжуд бўлгандагина амалга оширилиши мумкин. Бирор агрегат тўхтатилганда олдинги ҳамма агрегатлар ва технологик оқим бўйича транспорт элементлари тўхтайдди. Шундай қилиб, технологик қурилмани материал босиб кетиши ва ортиқча бўлишининг олди олинади.

Системанинг автоматик блокировка қилинган режимда ишлаши қуйидаги тарзда кечади. Ўртача сатҳда қурилма нормал режимда ишлайди, бу ҳақида табло 15г сигнал беради. Материал сатҳи юқоридаги датчиккача кўтарилганда сигнал табло 14г ёнади ва огоҳлантирувчи товуш сигналлари НА1 НА2. уланади. Берилган вақт ўтгандан сўнг юргизиб юборгич 13а ишлаб кетади ва транспортёр 5 ҳамда у билан блокировка қилинган ҳамма транспорт элементлари узилади.

Сатҳ пасайгандан сўнг ишга туширишдан олдинги сигнализация уланади ва кейин транспорт элементлари автоматик ишга туширилади.

Материал сатҳи пастки датчиккага пасайганда авария сигнали 16г ва товуш сигналлари НА1 ва НА2 уланади, юргизиб юборгич 17а ишга тушади ва экстрактор узилади. Шундан сўнг навбатчи ходимлар сигнални ўчириш тугмачасини босиб товуш сигналини ўчиради ва материал сатҳининг авариягача пасайиш сабабини бартараф қилади. Кейин экстракторнинг юклаш колоннаси нормал сатҳгача тўлдирилади. Материал ўртадаги датчик электродига етган пайтда кучланиш блоки

15в релеси ишга тушиб, ишга туширишдан олдинги сигнализа-ция уланади, юргазиб юборгич *17а* чулғамига ток берилади, юритма *6* автоматик уланади ва экстрактор юкланиш бўйича меъёрдаги режимда ишлашда давом этади.

Эриткич температураси АРС ишини кузатиш ва даврий назорат қилиш қулай бўлиши учун термобаллон *5а* ли ТК-100 туридаги такрорловчи-кўрсатувчи дилатометрик термометр *5б* ўрнатилади.

Автоматик сув ажраткичдаги ва буғ узатувчи қувурдаги буғни иссиқлик алмашгичга узатишда насосларнинг узатиш тизимида босим МП4-У туридаги оддий техник манометрлар *6а—9а* билан амалга оширилади.

Иккиламчи эритгич идишида (схемада шартли равишда битта идиш кўрсатилган) сатҳни ўлчаш ПВ11 туридаги кўрсатувчи пневматик иккиламчи асбоблар *10б* комплектидаги УБ-П10 туридаги бойкали сатҳ ўлчагич *10а* ёрдамида амалга оширилади.

Экстракцияланувчи материалнинг экстракторнинг юкланиш нуқтасидаги температурасини назорат қилиш термобаллон *11а* ли ТК-100 термометр *11б* билан оширилади. ТК туридаги термометрларнинг фарқ қилувчи конструктив хусусияти шундаки, улар термобаллон билан туташтирувчи капиллярсиз бир бутун қилиб бажарилган. Экстракторнинг юкланиш колоннаси юқори қисмидаги сийракланиш газни ажратиб олиб кетувчи қувурда ўрнатилган ТМ-П1 туридаги ўлчагич *12а* ёрдамида назорат қилинади.

Ҳавода эриткич буғларининг концентрациясини назорат қилиш учун ёнувчи газлар сигнализаторлари ўрнатилади. Агар қурилма гексан фракцияли экстракцион бензинда ТУ 381 013 03—73 бўйича ишласа, у ҳолда СХТ IV4 сигнализаторидан фойдаланиш тавсия этилади. Сигнализатор ДХТ 102 У4 датчикдан ва таъминот ҳамда БСП-106У4 сигнализациядан иборат.

Қабул қилгич қурилмалар (датчик) ўзгарткичлар *18а, 19а, 20а* лар, *18б, 19б, 20б* билан бирга экстракцион цехнинг хонасида турли отметкаларда, эриткич буғлари бўлиш эҳтимоли энг кўп бўлган жойларда ўрнатилади. Таъминот ва сигнализация блоклари *18в, 19в, 20в* марказий шчитда ўрнатилади. Ҳавода эриткич буғларининг концентрацияси портловчанликнинг қуйи чегарасидан 20% юқори кўтарилса, *18г, 19г, 20г* ёруғлик сигнали *НА1, НА2* товуш сигнали берилади.

Эриткичнинг кунжарадан тўла ҳайдалашини назорат қилиш учун ва тостерни ишга тушириш вақтида кунжаранинг эриткич билан бирга ўтиб кетишининг олдини олиш учун СТХ-IV4 ёнувчи газлар сигнализаторидан фойдаланилади. Махсус қабул қилувчи қурилма *21а* чиқариш шнеки *X* га уланади. Ўзгарткич *21б* жойида ўрнатилади, таъминловчи ва сигналловчи блок *21в* марказий шчитда ўрнатилади.

Эриткич кунжарадан қониқарсиз ҳайдалганда шнек *X* да

турли концентрациядаги эриткич буғлари ажралиб туради. Сигнализатор шундай соналанадики, бунда кунжарада эриткичнинг меъеридан ортиқ пайдо бўлиши ҳақида сигнал беради. Бу ҳолда ёнувчи газлар сигнализатори ишлаб кетади ва ёрулик 21г ва товуш сигналлари НА1 ҳамда НА2 ни улайди. Уларга кўра навбатчи ходимлар кунжарадан эриткичнинг қониқарсиз ҳайдалишининг сабабларини аниқлаш ва йўқотиш чораларини кўриши керак.

Кунжарани намлашга сарфланадиган сув миқдори РПМ—0,2э Ж туридаги пневматик ротаметрлар 34а, 34б, в, ПВ4 1Э туридаги иккиламчи асбоб 34в ёрдамида назорат қилинади.

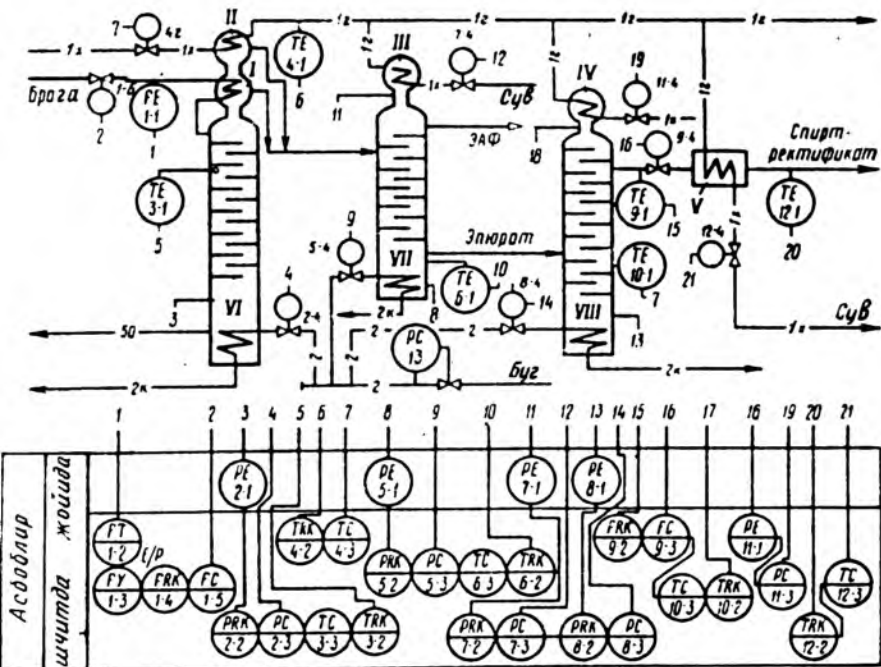
Скруббер IX ёнидаги газ йўлидаги сийракланиш ТПМ-туридаги асбоб 22а билан ўлчанади.

XXIV.3-§. СПИРТ ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Усимлик суюқлиги (брага) дан спирт ажратиш босқичи ва уни аралашмалардан тозалаш охириги босқич ҳисобланиб, брагоректификацион қурилмалар (БРҚ)да амалга оширилади. БРҚ технологик схемаларининг бир неча варианты мавжуд, ammo уларни автоматлаштириш пиринциплари ўхшаш, шунинг учун мисол тариқасида билвосита ишловчи уч колонна қурилмани қараб чиқамиз (24.4-расм).

Брага ачитиш бўлимидан иссиқлик алмашгич I га узатилади, у ерда спирт ва сув буғлари билан иситилади, кейин ачитиш колоннаси VI нинг юқори қисмига тушади ва ликопчалар бўйича пастга оқиб тушади. Суюқлик оқимига қарши сув ва спирт буғлари кўтарилади, бу буғлар колонна қайнатгичига йўналтирилган иситувчи буғ иссиқлиги ҳисобига ҳосил бўлади. Иссиқлик масса алмашинуви натижасида буғ оқимидаги спирт концентрацияси ортади, суюқликда эса камаяди. Спирт ҳайдалган брага барда дейилади. У колоннанинг пастки қисмидан олинади ва спирт саноатининг асосий чиқиндиси бўлиб, моллар учун бевосита озуқа сифатида ёки озуқа хамиртурушлар ишлаб чиқариш учун хомашё сифатида фойдаланилади. Спирт ва у билан бирга чиқувчи аралашмалар буғлари колоннанинг юқори қисмидан чиқади, иссиқлик алмашгич I дан брага оқими билан совитилади ва дефлегматор II да унга совитувчи сув берилади, пировард конденсацияланади.

Спирт хомашёни тозалаш эпюрацион колонна VII да амалга оширилади, у ерда дефлегматор II дан спирт хомашёси конденсати ҳайдаш учун берилади. Колонна буғ билан иситилади, у қайнатгичга узатилади. Эпюрацион колоннадаги температур режими спиртнинг ажралишига мўлжалланган, у бу ерда аралашманинг ва осон учиб кетувчи қўшимчалар (эфир, альдегидлар, метинол ва бошқалар)нинг юқори қайновчи компонент ҳисобланиб, улар колонна III нинг юқори қисмида тўпланади ва ундан эфиральдегидли фракция (ЭАФ) кўринишида чиқади.



24.4- расм. Уч колоннали қурилмани автоматлаштириш схемаси.

20—30% концентрацияли тозаланган спирт (эпюрат) эпурацион колоннанинг пастки қисмидан чиқарилади ва пировард тозалаш ҳамда концентрацияни ошириш учун ректификацион колонна VIII га узатилади. Бу колоннада осон учиб кетувчи (буғланувчи) компонент — спирт, асосий юқори қайновчи компонент сув ҳисобланади, шунинг учун спирт концентрацияси колонна баландлигига қараб ортади. Бу колоннани иситиш бошқа икки колоннаники каби фақат қайнатгичга узатиладиган буғ билан амалга оширилади.

96% концентрацияли спирт-ректификат колоннанинг юқори қисмидан 10—15 ликопчадан олинади ва иссиқлик алмашгич V орқали ўтиб, у ерда сув билан совитилади. Спирт буғлари дефлагматор IV да конденсациялангандан сўнг колоннага флегма сифатида қайтади. Колоннанинг пастки қисмидан сивуш мойлари олинади, ундан ҳам пастроқдан қолган спирт билан сув чиқарилади.

Брагоректификацион бўлим портлаш хавфи бўлган хона ҳисобланади, шунинг учун унда фақат портлаш ҳавфи бўлмайдиган қилиб ишланган автоматлаштириш асбоблари ва воситаларини ўрнатишга рухсат этилади. БРҚ автоматлаштириш системасидан асосан пневматик тармоқ асбобларидан, шу жумладан диаграммаси пневмоюритмали иккиламчи асбоблардан

фойдаланилган. БРҚнинг юкланиши браганинг сарфланиши билан аниқланади, уни ростлаш учун индукцион сарф ўлчаш комплекти (1—1, 1—2), электропневма ўзгарткич 1—3, ростлагич 1—5 ли ПИ иккиламчи асбоб 1—4 ва ростловчи клапан 1—6 дан иборат система хизмат қилади.

БРҚ исталган колонналарнинг ишлаш режимини белгиловчи муҳим технологик параметр унинг пастки қисмидаги босим ҳисобланиб, у қайнатгичга сарфланаётган иситувчи буғ сарфига боғлиқ бўлади. Босимни ростлаш учун БРҚ ни автоматлаштириш схемасида бир хил турдаги системалардан фойдаланилган, улар босим датчиклари 2—1, 5—1, 8—1, 8—1, П-ростлагичли ёки 2—3 ва 5—3 ПИ-ростлагичли иккиламчи асбоблар 2—2, 5—2, 8—2 ва трубопроводларда буғни тўлатишчи қайнатгичга узатишни ростловчи клапанлар 2—4, 5—4, 8—4 дан иборат ҳар бир колоннадаги жараённинг ҳолатини ифодаловчи асосий параметр аппаратдан чиқишда асосий технологик оқимдаги мақсадга йўналтирилган маҳсулот ҳисобланади. Бу параметрни автоматик ўлчаш учун серия датчиклари бўлмагани учун уни бевосита ростлаб бўлмайди. Бирок колоннада суюқликнинг концентрацияси ва қайнаш температураси орасидаги ўзгармас босимда назорат ликопчасида бўлган қийматли боғланиш мавжуд бўлиб, ундан концентрация билвосита ростлашда фойдаланиш мумкин.

Брага колоннасида назорат ликопчасидаги температура икки контур каскадли АРС билан ростланади. Температура монометри термометр 3—1 билан ўлчанади, унинг чиқишидан олинган пневматик сигнал ПИ-ростлагич 3—3 ли иккиламчи асбоб 3—2 га узатилади. Бу ростлагичнинг сигнал топшириқ сифатида колоннанинг пастки қисмида босим ростлагичи 2—3 га келади. Системанинг ишлашида, агар бирор сарф бабга кўра колоннанинг юқори қисмида спирт концентрация ўзгарса, масалан, камайса, назорат ликопчасида температура берилгандан кичик бўлиб пасаяди, ростлагич 3—3 ростлагич 2—3 учун босимнинг берилган қийматини орттиради, у колоннанинг пастки қисмидаги босимнинг жорий қийматидан катта бўлади. Натижада қайнатгичга сарфланадиган буғ сарфи ортади ва қайнаш жараёни жадаллашади, шунингдек, колоннадаги ҳамма иссиқлик масса алмашилиши жараёнлари жадаллашади, бу вақти келиб, унинг талаб қилинган ишлаш режимининг тикланишига олиб келади.

АРС (6—1, 6—2, 6—3) эпюрацион колоннада технологик режимни барқарорлаштириш учун қўлланилади. Фарқ шундан мазкур АРС да температура колоннанинг пастки қисмида ростланади, у ердан мақсадга йўналтирилган маҳсулот — эпюра олинади.

Ректификацион колоннадан олинандиган спиртнинг концентрациясини ростлаш сифатига айниқса юқори талаблар қўйилади, чунки у ишлаб чиқаришнинг пировард маҳсулот ҳисобланади. Бунинг учун икки контурли АРС хизмат қилади.

спирт ректификатни назорат ликопчасидаги температураси бўйича коррекциялаб сарфини ростлайди. Ротаметр 9—1 сарфлаш датчиги ҳисобланиб, унинг пневматик чиқиш сигнали 9—3 ПИ-ростлагичли иккиламчи асбоб 9—2 га ва ундан кейин ростловчи клапан 9—4 га узатилади.

Назорат ликопчасидаги температура манометрик термометр 10—1 билан ўлчанади, ундан келаётган пневмосигнал 10—3 ПИ-ростлагичли иккиламчи асбоб 10—2 га келади. Бу ростлагичнинг чиқишидан сигнал топшириқ сифатида ростлагич 9—4 га узатилади.

БРҚ ни автоматлаштириш схемасида ҳамма колонналарнинг дефлегматорига узатилаётган совитувчи сувнинг сарфланишини ростлаш кўзда тутилган. Бунда брага колоннаги дефлегматорига сарфланадиган сув кетаётган иситилган сув температурасининг барқарорлашувини таъминлайди (4—1—4—4). Эпюрацион ва рефикацион колонналарда босимни колоннанинг юқори қисмида ростлашнинг бир турдаги системалари қўлланилган, улар датчиклар 7—1 ва 11—1 дан, ростлагич 7—3 ва 11—3 ПИ, иккиламчи асбоблаб 7—2 ва 11—22 дан ва тегишли колонна дефлегматорига совитувчи сувнинг узатилишини ростловчи клапанлар 7—4 ва 11—4 дан иборат.

Брага ректификациялашнинг асосий технологик параметрларини барқарорлаштириш билан БРҚ ни автоматлаштириш системаси коллектордаги буғ босимини ўзидан кейин турадиган бевосита ишловчи ростлагич 13 ёрдамида ростлашни, шунингдек, иссиқлик алмашгич V дан кейин (12—1—12—4) спирт ректификатининг температурасини ростлашни таъминлайди. БРҚ дан олинадиган ҳажмни ўлчаш ва ҳисобга олиш, шунингдек, ундаги соф алкоголь миқдорини ўлчаш ва ҳисобга олиш назорат снаряди деб номланган махсус қурилма ёрдамида амалга оширилади (24.4- расмда у кўрсатилмаган).

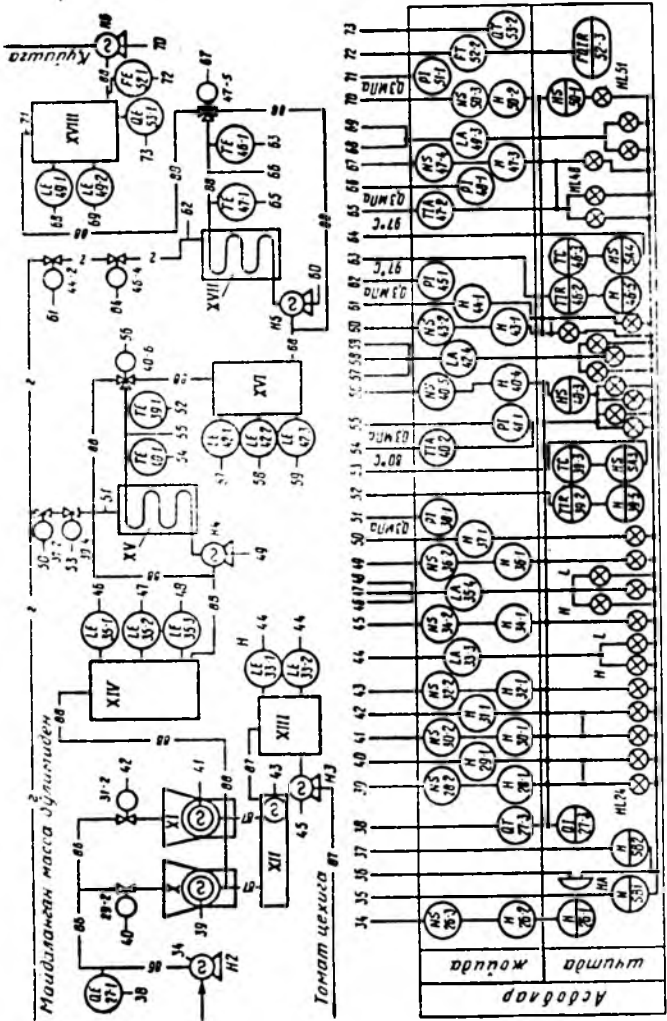
XXIV.4- §. АЛКОГОЛСИЗ ИЧИМЛИКЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

XXIV.4.1. Томат шарбатини тайёрлашни автоматлаштириш

Помидор шарбатини стерилизациялаб тайёрлаш учун (24.5- расм) яшиқлардаги томат омборхонадан тушириш қурилмаси ёрдамида достлабки ювиш учун элеваторли ювиш машинаси I нинг қабул қилувчи қисмига узатилади.

Элеваторли ювиш машинасида сўнг таранспортёрдаги мевалар тоза сув оқими билан ювилади. Кейин улар вентиляторли ювиш машинаси II нинг қабул қилувчи қисмига тушади, у ерда мевалар сув билан охириги марта ювилади.

Кейин инспекцион транспортёр III да помидорлар сараланади ва ёмонлари цехдан чиқариб ташланади. Кўтариш транспортёри IV да сараланган мевалар уруғ ажратувчиси V бўлган майдаллагичга узатилади. Майдаллангандан ва уруғи ажратилгандан сўнг ҳосил бўлган майдаланган масса идиш VII га,



24.5-расм. Томаг шарбагыни тайёрлашни автоматлаштириш схемасы.

уруғлар эса идиш VI га тушади, у ерда эса насос билан қури-тиш бўлимига узатилади, бу бўлимда молларнинг озуқасига қўшимча сифатида фойдаланиладиган кукун олинади. Томат массаси насос H1 билан трубасимон иситкич VIII га ҳайдалади у ерда 60—65°C гача иситилади ва кейин насос H2 билан идиш IX орқали экстракторлар X ва XI га узатилади. Агар майдаланган масса етарлича иситилмаган бўлса (60°C дан паст) у ҳолда у рециркуляцион клапан воситасида яна иситиш учун қайтарилади.

Экстракторлар X ва XI да помидор шарбатини ажратиш амалга оширилади. Иккала экстрактор линиянинг берилган унумдорлигига боғлиқ ҳолда ҳам галма-гал, ҳам биргаликда ишлаши мумкин. Экстракторлардан чиққан чиқиндилар шнек XII га, кейин чиқиндилар идиши XIII га тушади, шундан сўнг насос H3 ёрдамида томат цехига томат пастаси тайёрлаш учун жўнатилади. Экстракторлардан олинаётган шарбат идиш XIV га тушади, у ерда қисман тиндирилади, кейин насос H4 билан иситкич XV га 80—85°C гача иситиш учун узатилади. Агар шарбат керакли температурагача исимаган бўлса, у ҳолда рециркуляцион клапан ёрдамида у иккинчи марта иситишга жўнатилади. Кейин иситилган шарбат идиш XVI га тушади, у ерда тиндирилади, шундан сўнг шарбат насос H5 билан иситкич XVII га охириги иситиш учун (97°C гача) жўнатилади. Агар шарбат иситкичдан сўнг паст температурага эга бўлса, у ҳолда рециркуляцион клапан ёрдамида иккиламчи иситишга жўнатилади.

Кўп поғонали иситиш шарбатни қайнатиб қуйишнинг олдини олиш учун зарур температурани берилган қийматда аниқ тутиб туриш эса таъм хусусиятлари жуда яхши бўлган помидор шарбатини олиш учун жуда муҳимдир, чунки температуранинг пасайиши шарбатнинг ачишига, кўтарилиши эса унинг куйишига олиб келади. Шарбат иситкичдан идиш XVIII га тушади, у ердан эса зарур бўлганда насос H6 билан идишларга қуйиш тизимига узатилади.

Шарбат тайёрлашнинг бутун тизими майдаланган помидор массаси тайёрлаш бўлиmidан ва помидор шарбатини тайёрлаш бўлиmidан иборат. Автоматлаштириш схемаси қуйидаги асосий вазифаларни бажаради: блокировка қилинган режимда поток (оқим) тизимини бошқариш, жараённинг асосий нуқталарида сатҳ, температура ва босимни назорат қилиш ва сигналлаш; магистралда буғ босимини ростлаш; тайёрланган помидор шарбати миқдорни қайд қилиш. Автоматик бошқариш режимдан қўлда бошқаришга ўтиш учун режимни танлаш калитлари SA1—SA4 хизмат қилади. Тизимнинг электр двигателларини иш ўрнида жойлашган бошқариш тугмачалари билан қўлда амалга оширилади.

Магистралдаги буғ босимини манометрлар 11—1, 38—1 ва 45—1 билан, майдаланган масса иситкичларида 20—1 ва

23—1 манометрлари билан, XV ва XVII шарбат иситкичларида манометрлар 41—1 ва 48—1 билан, шарбат иситкичи XVIII дан сўнг манометр 51—1 билан назорат қилинади. Магистралдаги буғ босими бевосита таъсир қилинувчи ростлагич 54 билан барқарорлаштирилади, у босимнинг қийматига боғлиқ ҳолда буғ оқимига таъсир кўрсатади. Идишлар VI, XIII да уруғлар ва чиқиндилар учун тайёрланадиган массанинг сатҳи, идишлар VII ва IX даги майдаланган масса сатҳи идишлар XIV, XVI ва XVIII да шарбат сатҳи электрон сигнализаторлари 14, 17, 25, 33, 35, 42, ва 49 га уланган тегишли сатҳ датчиклари билан ўлчанади.

Майдаланган массанинг иситкичдаги температурасини автоматик ростлаш кўрсатувчи ва ўзи ёзувчи манометрик термометр 21—2 дан сигнал олувчи пневматик ростлагич 21—3 амалга оширади. Ростлагич сигнали мембранали ИМ 21—5 га узатади, у буғни майдаланган масса иситкичига узатиш клапанига таъсир қилади.

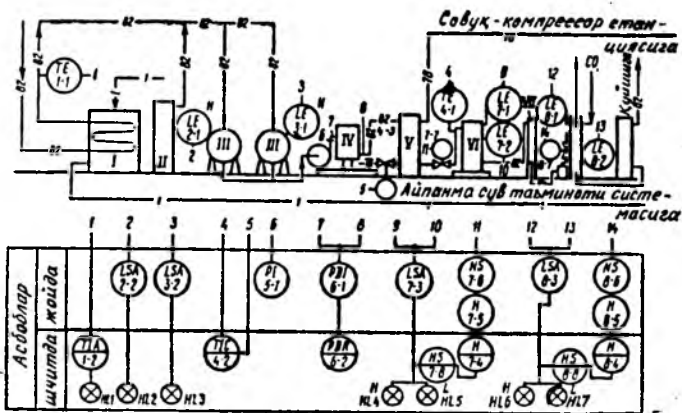
Шунга ўхшаш тарзда иситкичлар XV ва XVIII (39 ва 46) да шарбат температураси автоматик ростланади. Майдаланган масса температурасининг қийматлари ҳақидаги сигнални шчитда ўрнатилган сигнал лампалари HL27 ва HL28 га таъсир қилувчи кўрсатувчи, сигнал берувчан манометрик термометр 22—2 беради. Помидор шарбатининг иситкичлар XV (40) ва XVIII (47) дан кейинги температураси қийматлари ҳақидаги сигнал ҳам худди шундай амалга оширилади.

Тайёр помидор шарбатининг йиғинди сарфини қайд этиш учун схемада индукцион сарф датчиги 52—1 ни ўрнатиш кўзда тутилган бўлиб, ундан чиқадиган сигнал шчитда жойлаштирилган иккиламчи кўрсатувчи ва қайд этувчи асбоб 52—3 га келади. Уша ерда ёруғлик ва товуш сигналлари кнопкиси SB1 ҳамда товуш сигнаolini ўчирувчи кнопка SB2 жойлаштрилган.

XXIV. 4. 2. Минерал сувни идишларга қўйишни автоматлаштириш

Минерал сувни идишларга қўйиш схемаси 24.6-расмда келтирилган. Минерал сув артезиан қудуқдан совиткич I га келади. Минерал сувнинг совиткичдан чиқишдаги температураси қаршилиқ термо ўзгарткич билан назорат қилинади. ундан чиқадиган сигнал шчитда жойлашган иккиламчи кўрсатувчи ва сигнал берувчи асбоб 1—2 га келади. Температура ортган ҳолларда шчитда HL1 лампа ёнади. Совитилган минерал сув бактерия тушувчи нурлардан зарарсизлантириш учун қурилма II га узатилади, кейин эса идишлар III га келади. Идишлардаги юқори сатҳни датчиклар 2—1 ва 3—1 назорат қилади, улардан чиққан сигналлар тегишли сатҳ сигнализаторлари 2—2, 3—2 ва HL2 ҳамда сигнал лампалар HL3 га узатилади.

Сувни зарарлантирувчи қурилма махсус сигнал ва бошқа-



24.6- расм. Минерал сувни идишларга қўйишни автоматлаштириш схемаси.

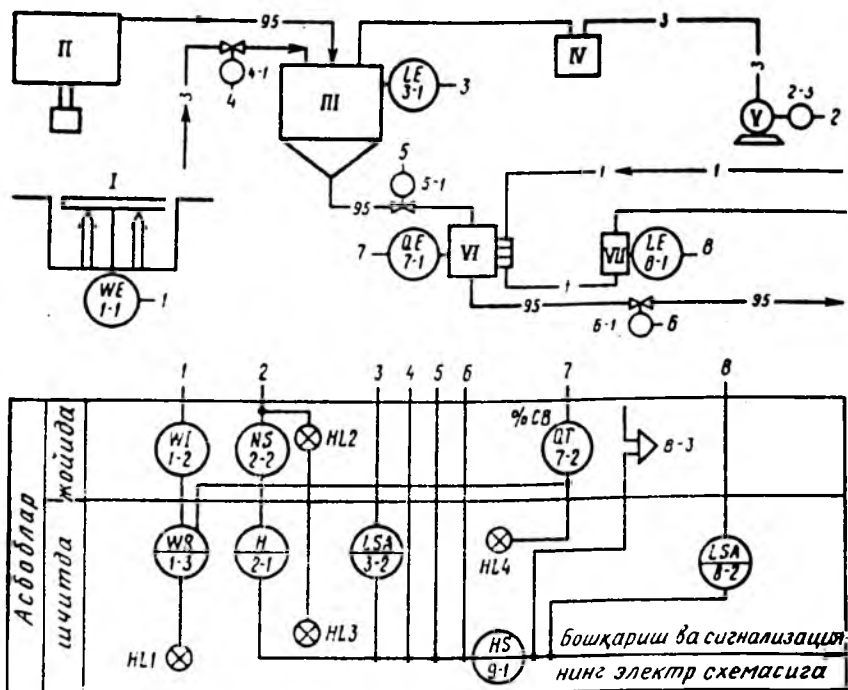
риш воситалари билан жиҳозланган бўлиб, у бактерицид лампаларни улашни ва ишлашни назорат қилишга имкон беради. Идиш III даги минерал сув механик тозалаш учун фильтр IV прессга узатилади. Фильтр пресснинг ишини назорат қилиш дифманометр 6—1 даги босимнинг ўзгариши бўйича ва шитда жойлашган асбоб 6—2 нинг кўрсатишлари бўйича амалга оширилади. Кейин минерал совиткич V да яна совитилади.

Сувнинг совиткичдан чиқишидаги температураси совитувчи намакобнинг сарфига таъсир қилиш йўли билан ростланади. Қаршиликли термо ўзгарткич 4—1 позиция ростлагич 4—2 билан биргаликда намакобнинг совиткич орқали оқишида электромагнит клапан 4—3 ни бошқаради.

Совитилган минерал сув орқали идиш VI орқали уни углерод диоксида билан тўйинтириш учун сатуратор VII га тушади. Сатҳни автоматик сақлаб туриш орқали идишга сатҳ датчиклари 7—1 ва 7—2 ёрдамида амалга оширилади, бу датчиклар ахборотни электрон сатҳ сигнализатори 7—3 га узатади, у эса сувни узатиш клапанининг электр юриткичи 7—7 ни бошқаради. Сатҳларни сатураторда (контур 8 да) ростлаш худди шунга ўхшаш ташкил этилган. Минерал сув углерод диоксида билан тўйинтирилгандан сўнг бактерицид нурлар билан иккинчи марта зарарсизлантириш учун қурилма II га узатилади. Бу ердан минерал сув идишларга қўйиш машинасига йўлланади.

XXIV.4.3. Дастлабки ишлов бериш заводларида узумни қабул қилишни автоматлаштириш

Узумни қабул қилиш жараёнида дастлабки қайта ишловчи заводларда узум шарбати олиш мақсадида келтириладиган хомашёнинг массаси аниқланади ва сифати баҳоланади. Амал-



24.7-расм. Д:стлабки ишлов бериш заводларида узумни қабул қилишни автоматлаштириш схемаси.

даги схемага кўра (24.7-расм) узум ортилган автомашина автоторози 1 да тортилади. Тензодатчик 1—1 нинг хомашё массаси ҳақидаги сигнали ўзгарткич 1—2 га узатилади ва ундан кейин электрлаштирилган ёзув машинкаси 1—3 га ва рақамли ёруғлик таблоси HL1 га узатилади.

Тарозида тортилгандан сўнг намуна ажратувчи II (проботборник) ишга туширилади ва бошқариш кнопкиси 2—1 ёрдамида магнитли юргизиб юборгич 2—2 орқали вакуумнасос V нинг электр двигатели 2—3 уланади. Электр двигатель ишга туширилгани ҳақида лампалар HL2 ва HL3 сигнал беради. У вакуум насос, оралиқ сифим IV орқали намуна ажратгич II дан вакуум бочкача III га узум ширасини тўплайди. Сатҳ назорат қилувчи датчиги 3—1 берилган сатҳга эришилганда бошқаришнинг электр схемаси билан бирлаштирилган электрон сатҳ сигнализатори 3—2 ишга тушади.

Вакум-насос V тўхтайтиди, электромагнит клапан 4—1 воситасида вакуум бочкачага ҳаво кириши учун йўл очилади ва вакуум йўқолади. Электромагнит клапанлар 5—1 ва 6—1 воситасида узум ширасининг кювет VI орқали оқиш вентили очилади. Бу бир неча секунд давомида рефрактометр призмасини

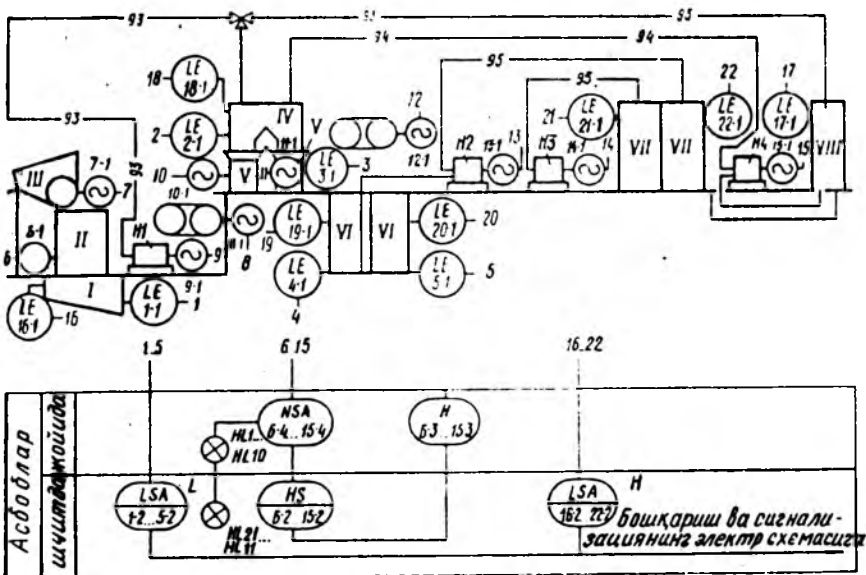
ювиш учун зарур. Шундан сўнг электромагнитли клапан 6—1 токдан узилади ва вентиль ёпилиб, шира оқишини тўхтатади. Бунинг натижасида кювет VI тўла бошлайди ва рефрактометр 7—1 нинг ўзгарткич қурилмаси занжири уланади. Рефракторнинг чиқиш сигнали электролаштирилган ёзув машинаси 1—3 га рақамли ёруғлик таблоси HL4 га келади. Шакарлилиқ даражаси натижаси квитанцияда ёзилади ва бир вақтда рақамли таблода ёришиб кўринади. Ўлчаш ва ёзиш тугагандан сўнг бир неча дақиқа ўтгач шакарлилиқни ўлчаш схемаси дастлабки ҳолатига келади.

Ёруғлик манбаини совитиш учун рефрактометр датчиги 7—1 да оқар сувдаи фойдаланилади. Сувнинг берилиши идиш VII да ўрнатилган сатҳ датчиги 8—1 воситасида назорат қилинади. Сув оқими тўхтаганда электрон сатҳ сигнализатори 8—3 таъсирида кўнғироқ 8—3 ишлаб кетади ва шу билан бир вақтда рефректометрнинг таъминлаш занжири узатилади. Оператор сигнални қабул қилиб, носозликни йўқотиш учун зарур чоралар кўради. Автоматлаштириш схемасида дастаки (ноавтоматик) ва автоматик ишлаш режими кўзда тутилган бўлиб, улар 9—1 калит воситасида амалга оширилади.

XXIV.4.4. Узумни қайта ишлашнинг майдалаш-пресслаш бўлимини автоматлаштириш

Заводга келган узум майдалаш-пресслаш бўлимига юборилади (24.8-расм). Узум қабул қилгич сифим III дан майдалагич II га келади. Майдалаш жараёнида ундан мезга ҳосил бўлиб, у идиш I га оқиб тушади. Мезга бу идишдан насос H1 воситасида қайта ишлашнинг танланган технологик схемасига боғлиқ ҳолда умумий бункер-сифим IV га ва пресс V га, ёки тиниш идиши VIII га узатилади. Сусло идишлар VI га келади, у ердан насослар H2 ва H3 билан тиндиргич VII га юборилади. Прессланган узум мезгаси транспортёр билан фойдаланиш цехига юборилади.

Майдалаш-пресслаш бўлимини автоматлаштириш схемаси бўлим қурилмалари юритмаларини кетма-кет бошқаришни, идишларни тўлдиришни таъминлаш, ортиқча тўкилишларни назорат қилиш ва ҳимоялашни кўзда тутати. Узумни қайта ишлаш тизимини ишга тушириш майдалагич 6—1 электр двигателини бошқариш электр схемаси ёрдамида идишда мезга бўлмаганда сатҳ датчиги 1—1 ва сатҳ сигнализатори 1—2 билан амалга оширилади. Майдалагич ишга туширилгандан кейин унинг тез ишлаб кетишини таъминлаш мақсадида қабул қилгич сифим 7—1 шнекли электр двигателни, кейин эса транспортёр 8—1 электр двигателни ишга туширади. Сифимни мезга билан берилган сатҳгача тўлдиришда насос H1 нинг электр юритмаси 9—1 ни улайди ва мезга технологик режими танлаш калитининг ҳолатига боғлиқ ҳолда ёки тиндиргич идишга ёки қабул қилувчи сифимга узатилади.



24.8-расм. Узумни қайта ишлашнинг майдалаш-пресслаш бўлимини автоматлаштириш схемаси.

Насос *H1* ни блокировка қилиш мос ҳолда ёки электрон сатҳ сигнализаторининг сатҳ датчиги *17* билан назорат қилинувчи тиндиргич идишдаги мезганинг юқори сатҳи бўйича, шунингдек, электрон сатҳ сигнализатори *1—2* нинг сатҳ датчиги *1—1* билан назорат қилинувчи мезга тўплагич сифимининг пастки сатҳи бўйича; ёки мезга тўплагичдаги қуйи сатҳи бўйича, шунингдек, электрон сатҳ сигнализатори *18—2* нинг сатҳ датчиги *18—1* билан назорат қилинувчи минора—оқиб тушгичлардаги юқори сатҳ бўйича, электрон сатҳ сигнализатори *19—2* нинг сатҳ датчиги *19—1* билан назорат қилинувчи чап суслотўплагичдаги юқори сатҳ бўйича ва электрон сатҳ сигнализатори *20—2* нинг сатҳ датчиги *20—1* билан назорат қилинувчи ўнг суслотўплагичнинг юқори сатҳи бўйича амалга оширилади.

Электрон сатҳ сигнализаторлари *2—2* ва *3—2* нинг сатҳ датчиклари *2—1* ва *3—1* билан назорат қилинувчи мезга оқиб тушувчи идишларнинг пастки сатҳига етганда мос равишда прессларнинг электр юриткичлари *10—1* ва *11—1* уланади. Шундан сўнг сиқиш транспортёрининг электр юриткичи *15—1* уланади.

Насослар *H2* ва *H3* (*13—1* ва *14—1*) нинг электр юритмаларини бошқариш электрон сатҳ сигнализаторлари *4—2* ва *5—2* нинг мос ҳолдаги сатҳ датчиклари *4—1* ва *5—1* билан назорат қилинувчи суслотўплагичлардаги суюқликнинг пастки

сатҳи бўйича, шунингдек электрон сатҳ сигнализаторлар 21—1 ва 22—2 нинг мос равишдаги сатҳ датчиклари 21—1 ва 22—1 билан назорат қилинувчи тиндиргичларда юқори сатҳ бўйича амалга оширилади. Насос *H4* нинг электр юритмаси 15—1 бошқариш электрон сатҳ сигнализатори 18—1 нинг сатҳ датчиги 18—1 билан назорат қилинувчи бункер идишдаги юқори сатҳ бўйича ва тегишли электрон сатҳ сигнализаторлари 19—2 ва 20—2 нинг сатҳ датчиклари 19—1 ва 20—1 билан назорат қилинувчи шира тўплагичлардаги юқори сатҳ бўйича амалга оширилади. Шира олишнинг технологик схемасига улаш технологик режимни танлашнинг уч йўл жўмраги билан ва электр бошқариш схемасида режимни танлаш калити билан амалга оширилади.

XXIV.4.5. Пиво ширасини ишлаб чиқариш жараёнини автоматлаштириш

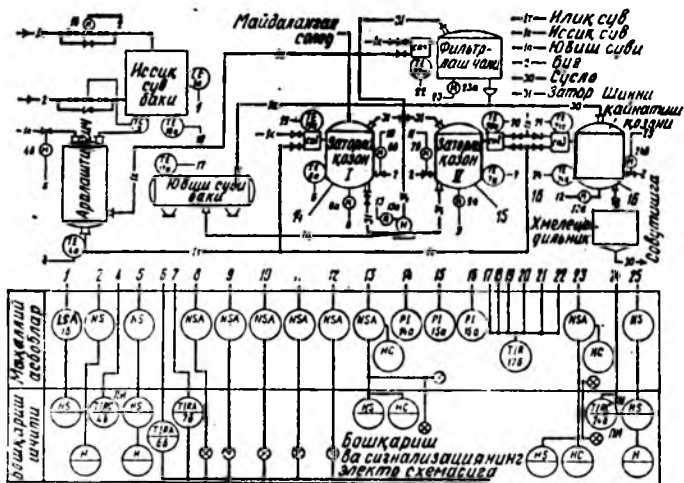
Пиво заводида сулини намлаш, ўстириш, қуритиш, тозалаш силлиқлаш ва майдалашдан сўнг пиво шираси ишлаб чиқарилади.

Пиво ширасини ишлаб чиқариш жараёни *I* ва *II* шира қозонларида операторнинг пишириш дастурига кўра қуйндаги ишларни бажаришни кўзда тутаяди (24.9-расм): оқсилли пауза — солодни сув билан аралаштириш, 50—52°C гача иситиш ва 25 мин тутиб туриш, мальтоз пауза — массани 60—62°C гача иситиш ва 30 мин тутиб туриш; декстрин пауза — массани 70—72°C гача иситиш ва 45 минут тутиб туриш.

Шира қозон *I* га аралаштиргич ПСМ *I* дан сув ва майдаланган солод келиб тушади, улар электр двигателъ ҳаракат келтирадиган аралаштиргич билан яхшилаб араштирилади. Аралаштиришдан сўнг автоматик бошқариш схемаси уланган у белгиланган дастур бўйича талаб қилинган паузаларни амалга оширади, қозонлар *I* ва *II* га шира насоси орқали ҳайдалади. Сўнгра ишлаб чиқариш жараёнида массани 76°C гача иситиш ва 10 мин тутиб туриш, филтрлашда қаттиқ ва суюқ фракцияга ажратишни; хмеллаш — суюқ фракцияни хмель билан қайнатиш; деканатация заррачаларини ажратиш, сепараторда ўтказишни кўзда тутаяди.

Аралаштиргичда тайёрланган илиқ сув ПСМ шира қозон *I* га, ПСМ-2 — шира қозони *II* га, ПСМ-3 — шира пишириш қозонига тушади. Филтрлаш идишининг аралаштиргичи ПСМ-1 га аралаштиргичдан чиққан иссиқ сув келиб тушади.

Оператор берган қайнатиш дастури тугаганда унинг охири (декстрин) паузасидан сўнг ва бироз тутилгандан сўнг шира филтрлаш идишига ҳайдалади, у ерда ширага (шиннига) заррачаларга ажратилади. Идишдаги шинни шира пишириш қозонига тушади, қозон буғ билан иситилади, ундан хмель цедильникка ва кейин совитишга жўнатилади. Шинни қозонлари *I* ва *II* филтрлаш чани ва шира пишириш қозони аралаштиргичлари билан таъминланади.



24.9- расм. Пиво ширасини пишириш бўлимини автоматлаштириш схемаси.

Пиво ширасини ишлаб чиқаришни автоматлаштиришда оператор томонидан бериладиган пишириш дастурига мос равишда талаб қилинган температура режимини технологик жараённинг айрим босқичларида вақтинча тўхтаб туришларни, ҳайдашни таъминлаш керак. Шира пишириш бўлимини автоматлаштириш схемаси 24.9- расмда келтирилган. Бу схема бўйича иссиқ сув идишидаги сув сатҳи датчиги *1а* билан ўлчанади, ундан чиққан сигнал электрон сатҳ сигнализатори *1б* га келади, бу сигнализатор эса иссиқ сувнинг бакка узатилишини электр юритма *1в* ли клапан билан бошқариб туради. Бакдаги температура статик ростлаш қонуни бўйича бевосита таъсир ростлагич *3* ва манометрик датчик ёрдамида ўлчанади. Иссиқ сув аралаштиргичда тайёрланади. Температура датчиги *4а* дан келаётган сигнал кўрсатувчи ва ўзи ёзувчи изодромли ростлагич *4б* га келади. Аралаштиргичга совуқ сувни узатиш ростлагичдан келаётган сигнал асосида клапан *4в* нинг ҳолати ўзгаради.

Оператор назарда тутган пишириш дастури электр бошқариш схемаси билан амалга оширилади. У айрим паузаларда талаб қилинган температураларни ва аппаратларда тегишлича вақт тутиб туришларни, аралаштиргичларни улаш ва узишни талаб қилади. Шира қозонлари *I* ва *II* температураларнинг қийматлари тегишли температура датчиклари *6а* ва *7а* билан ўлчанади, улардан келаётган сигналлар сигнализация қурилмалари *6б* ва *7б* бўлган кўрсатувчи ва ўзи ёзувчи кўприкларга келади. Электр схема электр юритмалари *6в* ва *7в* бўлган клапанлар орқали буғ узатишни бошқаради. Аппаратларнинг аралаштиргичлари электр юритмалари *8а*, *9а*, *12а*

билан тегишли магнитли юргизиб юборгичлар ёрдамида улади.

Аппаратлар иситкичларининг ғилофларидаги буғ босим жойида кўрсатувчи манометрлар 14a—16a ёрдамида назорат қилинади. Ювадиган сув ва иссиқ сув бақларидаги температураларни, олд аралаштиргич ПСМ1—ПСМ4 даги температураларни мос равишда жойида ўрнатилган кўп нуқтали кўрсатувчи ўзиёзар кўприк 17б га уланган температура датчиклар 17a—22a назорат қилади. Филтрлаш идишининг аралаштиргичи электр юритмаси 23a ни оператор шчитдан улайди.

Датчик 24a билан ўлчанадиган шира пишириш қозонидаги температурани қозоннинг буғ ғилофига буғ узатиш клапан электр юритмаси 24b ни бошқарувчи изодром ростлаш қонуни билан кўрсатувчи ва ўзи ёзувчи ростлагич 24б ростлаб боради.

XXIV.4.6. Шиша идишларни ювиш жараёнини автоматлаштириш

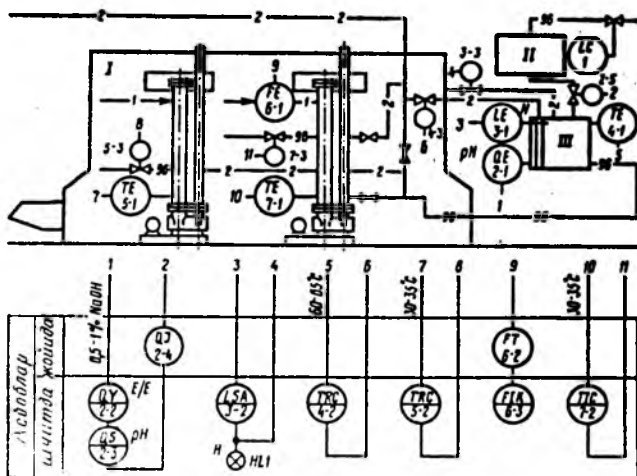
Шиша идишларни ювиш жараёни саноатда зарур босқич ҳисобланади. Ювишдан мақсад шишанинг сиртини лой, чан ва микрофлоралардан тозалашдир. Бунинг учун шиша ювувчи машинада қуйидаги операциялар бажарилади: шишаларда йирик лой зарраларини йўқотиш ва 30—35°C температураларда иссиқ сув билан шишаларни дастлабки ювиш; температураси 60—65°C бўлган концентрланган ишқорли эритмада (1—1,5% шишаларни ҳўллаш; 60—60°C ли ишқори эритмада шишаларни босим остида шприцлаш ва душ остида чайиш; иссиқ сув билан (30—35°C) босим остида шприцлаш ва душ остида чайиш; шишаларни совуқ сув билан шприцлаш ва чайиш.

Шишаларни юқори сифатли қилиб ювишнинг асосий шароитлари температура режимига қатъий риоя қилиш ва шиша ювувчи машиналаридаги ванналарда ювувчи эритманинг оптимал концентрациясини сақлаб туриш. Шиша ювиш машинасида 1% ли ишқор эритмаси концентрланган 30% ли NaOH ни сув билан аралаштириш йўли билан тайёрланади. Кейин ишқор эритмаси 60—65°C гача иситилади ва тегишли ванналарда ювиш учун йўлланади. Совуқ сувни 30—35°C гача иситиш йўли билан иссиқ сув олинади. Ювилгандан сўнг ишқор эритмаси тозаланади ва сарф бакига қайтарилади.

Ювиш жараёнини автоматлаштиришда шиша ювиш машинаси I да температура режимлари ва ишқор эритмасининг концентрацияси берилган қийматда сақланиши зарур.

Ювишни автоматлаштириш схемаси (24.10-расм) тўплаги (идиш) II даги концентрацияланган 30% ли NaOH нинг сатҳини пропорционал ростлаш қонуни билан бевосита таъсир ростлагичи билан ростлашни кўзда тутуди. 1% ли ишқор эритмасининг сатҳи сарфлаш баки III га концентрланган ишқор эритмасини узатишни ўзгартириш билан ростланади. Датчик сатҳида термокомпенсация 2—1 ли рН-метрдан фойдаланилгандан келадиган сигнал юқори қаршиликли ўзгарткич 2—2 п

келади. Кейин сигнал позицион ростлагич 2—3 га, импульсли элемент 2—4 га ва электромагнит клапан 2—5 га келади. Импульсли элемент сифатида, масалан, командала электропневматик асбобдан фойдаланиш мумкин, бу асбоб узатилаётган ишқор дозасини унинг оқизиб юборилиш муддати билан белгилайди ва сарфловчи бакка эриш жараёнининг инерционлигини (яъни ростлаш объектнинг инерционлигини) қоплаш мақсадида тушган миқдорни эритиш учун зарур вақт тутиб туришни таъминлайди.



24.10- расм. Шиша идишларни ювиш жараёнини автоматлаштириш схемаси.

Сарфлаш баки III нинг сатҳи сарф датчиги 3—1 орқали назорат қилинади, ундан келаётган сигнал сувнинг бакка узатилиш чизигида электромагнит клапан 3—3 нинг позицион бошқарувни амалга оширувчи электрон сатҳ сигнализатори 3—2 га келади. Сарфлаш бакидаги ишқор эритмасининг температураси қаршилик термоўзгарткичи 4—1 билан ўлчаниб, ундан келаётган сигнал шчитда жойлашган кўрсатувчи ва ростловчи асбоб 4—2 га келади, у ишқор эритмасини иситиш учун буғ узатиш клапанининг электр ИМ 4—3 ни бошқаради. Шишаларни дастлабки ювиш (5) ва чайиш (7) учун иссиқ сув температураси ҳам худди шунга ўхшаш амалга оширилади.

Автоматлаштириш схемасида, шунингдек, шиша ювиш машинасига кетадиган сув сарфини назорат қилиш ҳам кўзда тутилган. Бу мақсадда сув узатиш қувурида электромагнит сарф ўлчагич 6—1 ўрнатилган бўлиб, ундан чиқадиган сигнал ўлчаш блоки 6—2 орқали иккиламчи кўрсатувчи ва ўзи ёзувчи асбоб 6—3 га келади.

XXV БОБ. ИШЛАБ ЧИҚАРИШДА ЕРДАМЧИ ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

XXV.1- §. ЕРДАМЧИ ЖАРАЁНЛАРНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФИ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШНИНГ ВАЗИФАЛАРИ

Кимё ва озиқ-овқат саноати корхоналари электр энергия буғ, сув, сиқилган ҳавосиз меъёрида ишлай олмайди. Ишлаб чиқариш хоналарида талаб қилинган температура ва ҳа намлиги таъминлангани лозим. Ишлаб чиқариш чиқиндида атроф муҳитни ифлослантмаслиги учун тозаланиши керак.

Корхоналар электр энергияни ва буғни энергия системасидан ёки хусусий иссиқлик электр маркази ИЭМ дан олади. Баъзи саноат корхоналарида буғ олиш унумдорлиги 10 т соат гача ва босими 1,3 МПа бўлган кичик қувватли қозон агрегатлари ҳамда буғ олиш унумдорлиги 75 т соатгача ва босими 3,9 МПа гача бўлган ўртача қувватли қозон агрегатлари қўлланилади. Қозонхонада ишлаб чиқарилаётган буғ турбогенераторда электр энергия ишлаб чиқишга, қозонхонанинг шахсий эҳтиёжларига ва технологик эҳтиёжларга сарфланади.

Автоматлаштириш воситаларининг таъминоти учун, трубопроводларни босим остида дамлаш ва бошқа эҳтиёжлар учун керак бўладиган сиқилган ҳаво ҳаво-компрессор қурилмалари ёрдамида олинади.

Ишлаб чиқаришдаги ходимларнинг иш шароитини таъминлаш, юқори сифатли маҳсулот олиш, хом ашёни ва тайёр маҳсулотни сақлаш, қурилиш конструкцияларининг мустаҳкамлигини таъминлаш учун шароит иситиш, вентиляция, аспирация ва ҳавони тозалаш системалари ёрдамида таъминланади.

Саноат корхоналарида сув технологик жараёнларда, маҳсулотларни ташишда иштирок этади, аппаратура ва механизмларни совитиш учун хизмат қилади, қозонларда буғ ҳосил қилиш учун, хўжалик ва бошқа эҳтиёжларда фойдаланилади. Фойдаланиладиган ва ташлаб юбориладиган сув миқдори технологик жараёнларнинг сифатига, унинг энергия сизимига тежамлилигига таъсир қилади, атроф муҳитни муҳофаза қилиш масалаларига тааллуқли бўлади. Сув қимматли табиий ресурс бўлиб, уни сақлаш муҳим муаммодир. Янги сув сарфини камайтириш сув таъминоти айланма манбаъларини қўлланиш йўли билан ҳал қилиниб, бунда айнан бир сув зарур ишни бир неч марта бажаради. Корхоналар сувни табиий сув ҳавзаларида (дарё, кўл, ариқдан) ёки сунъий иншоотлардан (артезиан кўдуклардан) насос станциялар ёрдамида оладилар. Саноат айланма, ёнғинга қарши сув таъминоти насос станциялари в оқова сувларни ҳайдаш станциялари мавжуд. Сув ҳавзалариг келиб тушадиган оқова сувлар олдин махсус иншоотлард тозаланади, улардан санитария соҳасида ҳавфли бўлган ёк иккиламчи хомашё сифатида қимматли бўлган киришмала олинади. Оқова сувларни биологик ва механик йўл билан тозланади.

Ёрдамчи жараёнларни автоматлаштиришга жуда катта эътибор берилади, чунки у фақат меҳнат қилиш шароитини ва техник-иқтисодий кўрсаткичларни яхшилабгина қолмасдан, балки меҳнат хавфсизлигини таъминлашга, қурилмалар ишлашида авария ҳолатларини бартараф этишга имкон беради. Ёрдамчи ишлаб чиқаришдаги бир қатор қурилмалар автоматлаштириш воситалари билан бирга комплект тарзда келтирилади. ИЭМ (ТЭЦ) каби объектларни автоматлаштириш ҳажми ва даражаси махсус далолатнома ва қоидалар билан белги-ланган. Қуйида бир қатор ёрдамчи жараёнларни автоматлаш-тириш схемалари келтирилган.

XXV.2- §. БУҒ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЕНИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Иссиқлик электр станциясининг асосий қурилмаси — ўта қиздирилган буғни ишлаб чиқариш учун мўлжалланган буғ қозонидир. Дастлабки хомашё ёнилғи, ҳаво ва сув ҳисобланади. Ёнилғини ёқишда олинган энергия сувга узатилади, бунинг на-тижасида ўта қиздирилган буғ ишлаб чиқарилади. Чиқитлар — совиган тутун газлари атмосферага чиқариб ташланади.

Баъзи бир кимё ва озиқ-овқат саноатида жуда кенг тарқал-ган барабан туридаги буғ қозонининг схемаси 25.1- расмда кел-тирилган. Ёнилғи, одатда, мазут ҳаво билан аралашган ҳолда ёндириш қурилмаси орқали ўчоққа киради ва ёнади. Ҳаво вен-тилятор ёрдамида ҳайдалади. Ёниш маҳсулотлари — қизиган тутун газлари мўрилар орқали ўтиб, турли хил иссиқлик уза-тиш сиртларига иссиқликни беради ва тутун сўргич билан тутун қувурига тортилади. Сув экономайзерда иситилган, олдиндан қуйқа ҳосил қилувчи аралашма (қоришма) лардан ва унда эриган ҳаводан тозаланган сув қозон ўчоғига ўрна-тилган барабанга узатилади. Сув ўчоқни ички томондан тўсувчи трубаларда буғланади. Барабанда сув сиртида тўйинган буғ тўпланади ва тўйинган буғда мавжуд бўлган сув томчилари-нинг буғланиши ҳамда унинг температурасини берилган қий-матгача етказиш учун мўлжалланган буғ қиздиргичга келади.

Буғ қозонининг иш сифатини ифодаловчи асосий чиқиш катталиклари ўта қизиган буғнинг босими, температураси ва унинг сарфи, ёнилғи ва сув сарфи ҳисобланади. Бу кўрсаткич-лар сувнинг кимёвий таркиби, ёнилғининг калориялиги, ҳаво-нинг босими, ўчоқда ва тутун торткич олдидаги мўрида сийрак-ланиш (вакуум), барабандаги сувнинг баландлиги ва кўпгина бошқа омиллар каби кириш ва оралиқ катталикларга боғлиқ бўлади.

Барабан туридаги буғ қозонида ўта қизиган буғ олиш жара-ёни кечишининг энг яхши шароити барабандаги сув сатҳини барқарорлаштириш ва ўчоқда сийраклантириш, ёнилғи ва ҳа-вони меъёрлаш, барабанда сувдаги туз миқдорини барқарор-лаштириш йўли билан амалга оширилади. Барабандаги сув сатҳининг номиналқийматдан пасайиш томонига қараб ўзга-

риши барабаннинг ва экран трубаларининг ўта қизиб кетишига сабаб бўлиши мумкин, бу улар мустақкамлигининг бузилиши билан боғлиқ. Сув сатҳи меъеридан ортиқча бўлганда эса бу жуда ортиқча намланади, бу ўта қизиган буғ параметрици керакли қийматда ушлаб туришга имкон бермайди.

Ўчоқда сийракланишнинг етарли даражада бўлмаслиги ўчоқда ва мўриларда тутун газларининг тезлиги кичик бўлиши ва иссиқлик алмашилини сиртларининг ифлосланиши туфайл конвектив иссиқлик алмашинувини ёмонлаштиради. Сийракланиш юқорироқ бўлганда ёниш радиацион иссиқлик алмашуви ёмонлашади ва горелка қурилмасида ёниш жараёни яхши кечмайди. Горелкаларга узатилаётган ёнилғининг етишмаслиги қозоннинг буғ ҳосил қилиш унумдорлигини пасайтиради, ёнилғининг ортиқчаллиги эса барабанда босимнинг мумкин бўлган даражада ортиб кетишига, эҳтиёт клапанларининг ишлаб кетишига ва ёнилғининг ортиқча сарфланишига олиб келади.

Ўчоққа берилаётган ҳаво миқдори ёнилғи миқдорига мос бўлиши керак. Акс ҳолда ё ҳаво етишмаслигидан ёнилғи тўла ёнмайди, ёки ҳаво ҳаддан ташқари кўплигидан ёнувчи газларнинг температураси пасайиб кетади. Қозондаги сувнинг ту миқдори ортганда иссиқлик алмашилини ёмонлаштирувчи қуйқим ҳосил бўлиши тезлашади. Туз миқдорининг пасайиши сувнинг ортиқча исроф бўлиши билан боғлиқ.

Барабанли буғ қозонида содир бўладиган ёнилғининг ёниш, иссиқлик ва масса алмашинуви жараёнларининг ўзига хос хусусиятларини қараб чиқиш уни автоматлаштиришга бўлган асосий талабларини ифодалашга имкон беради: барабандаги сув сатҳи баландлигининг барқарорлиги, ўта қизитилган буғнинг берилган параметрларини сақлаб туриш, ўчоқда в мўридаги сийракланишни барқарорлаштириш, ёнилғини ёқиш учун берилган ҳаво миқдорини сақлаш.

Барабанли буғ қозони автоматик ростлаш объекти сифатида уни автоматлаштиришни мураккаблаштирувчи бир қатор хусусиятлар билан ифодаланади. Бу биринчи навбатда ўзаро боғлиқ кирувчи ва оралиқ параметрларнинг жуда катта миқдори, иккинчидан, истеъмолчиларга юбориладиган буғ сарфи бўйича ғалаёнланишларнинг мавжудлиги, ва учинчидан, чиқиш ва оралиқ катталикларни сақлаб туриш аниқлигига, автоматлаштириш воситаларига, ишининг ишончилигига қўйиладиган юқори талаблар.

Кириш ва оралиқ параметрларнинг ўзаро боғлиқлиги қозон агрегати ва буғ турбинасининг ўзаро таъсирлашиши жараёнида иссиқлик ва модда балансини сақлаб туриш зарурлиги билан аниқланади. Ёндирилаётган ёнилғи миқдори ишлаб чиқарилаётган буғ миқдорига мос келиши керак, у эса ўз навбатида буғ турбинаси истеъмол қилаётган буғ сарфига мос бўлиши керак. Тежаб ёқиш учун ёнилғи сарфи ва ҳаво сарфларинисбатини доимий сақлаш, шунингдек, ўтхонада барқарор алангани таъминлаш зарур.

Иссиқлик ва модда балансларининг бузилиши қозон агрегатининг номинал режимдан анча четлашишига олиб келиши мумкин, бу эса авария ҳолатларини, хатто қурилманинг бузилишларига, хизмат кўрсатувчи ходимлар соғлиғига хавф солиши ҳам мумкин. Қозон агрегати ва турбинани авария режимларидан ҳимоя қилиш учун ёки меъёридан ортиб ёки камайиб кетган параметрни йўл қўйилган чегарага келтириш, ёки ёниш ва буғ ҳосил қилиш жараёнини тўхтатиш керак. Бундай авариявий ва авария олди режимларига, масалан, қозон барабанида босимнинг ортиши, буғнинг ўта тўйинишида температура-нинг пасайиши ва кўтарилиши киради.

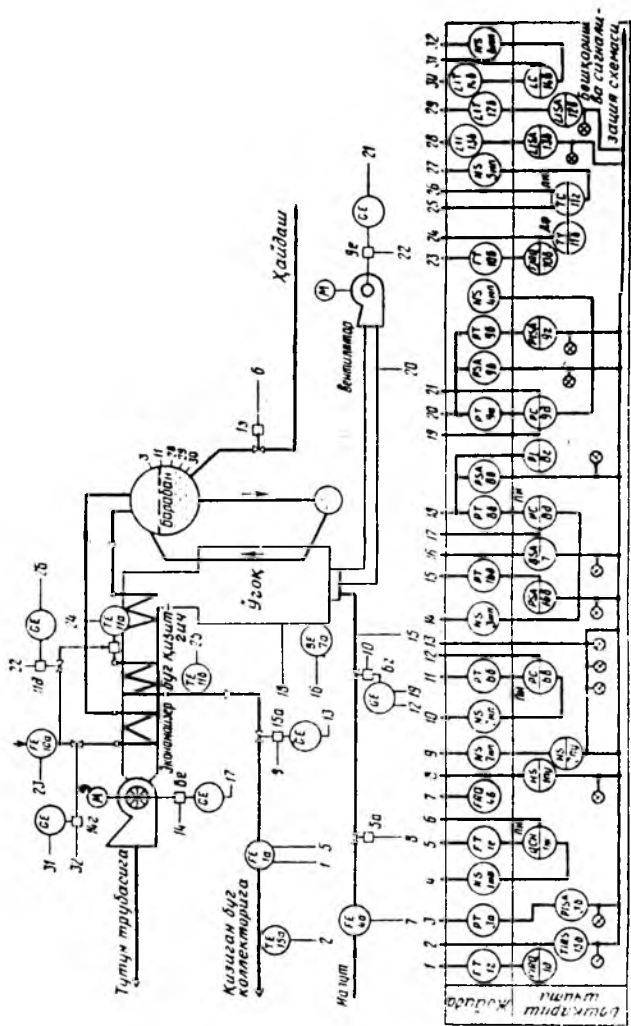
Баъзи саноат корхоналарида кенг тарқалган ДКВР ёки ДКЕ туридаги кичик қувватли барабанли қозонларнинг автоматлаштириш системасини қараб чиқамиз. Унинг ишлаш схемаси 25.1-расмда келтирилган.

Қозон барабанидаги сув сатҳи баландлигини автоматик ростлаш иши барабанга берилаётган сув сарфини ўзгартириш йўли билан амалга оширилади. Сув сатҳи баландлиги дифференциал-трансформатор ўзгарткичли ДМ дифманометр 14б билан ўлчанади. Р 25.1.2 туридаги ростловчи асбоб 14в сигнални қабул қилади ва трубопроводдаги сувни узатиш тўсқичининг МЭОК туридаги ижрочи механизми 14г нинг электр двигателини бошқариш магнитли юргизиб юборгичини улайди ҳамда узади. Чиқиш сигналининг қиймати ростловчи асбобни созлаш параметрлари қийматларига ва сатҳ баландлигининг берилган қийматдан оғиш катталигига боғлиқ.

Барабандаги буғ босимини автоматик ростлаш қозон агрегатининг иссиқлик ва моддий балансларини сақлаб қўйиш мақсадида ёнилғини одатда мазутни сарфлашга таъсир қилиш йўли билан амалга оширилади. Буғ босими дифференциал-трансформатор узатмали МЭД монометр 6б билан ўлчанади ва ростловчи асбоб Р25.1.2 нинг киришига узатилади. Ростловчи таъсир ПИ-ростлаш қонунига мувофиқ мазутни горелкаларга узатиш қувурида ўрнатилган МЭОК 6г электр юритмали дарча (задвижка) ёрдамида киритилади.

Ўта қизиган буғнинг температурасини буғ иситкичнинг иккинчи босқичидан сўнг автоматик ростлаш биринчи босқичдан сўнг пуркалган сув сарфига таъсир кўрсатиш йўли билан амалга оширилади. Чиқиш параметрини ростлаш аниқлигига қўйиладиган юқори талаблар, чуқур ғалаёнлантирувчи таъсирларнинг мавжудлиги ва «ғалаёнланиш-чиқиш» каналларининг инерционлиги кичиклиги ўта қизиган буғ температурасининг кўп контурли АРСини яратиш зарурлигига олиб келади. Бундай системаларда, одатда, ғалаёнланиш бўйича ростлаш принципи ҳам қўлланилади.

Кўриб чиқиляётган система ростловчи Р25.3.2 асбоби 11г ғалаёнланиш ҳақида буғ қиздиргичининг 2-босқичидан чиқишда температура ўзгаришининг катталиги ва тезлиги ҳақидаги сигнални қабул қилади ва пуркалаётган сув сарфини ўзгартириш



25.1-расм. Буг қозони агрегатини автоматлаштириш схемаси.

йўли билан барқарорлаштирувчи таъсир киритади. Чиқувчи катталикни сақлаб туриш аниқлигини таъминлаш учун ростловчи блок 11г чиқувчи катталикнинг топшириқдагидан четлашишига қараб объектнинг ўша киришига ўша ростловчи орган ёрдамида — пуркалувчи сув узатувчи қувурда ўрнатилган МЭОК туридаги электр юритма 11д ли дарча ёрдамида узатувчи (коррекцияловчи) таъсир ишлаб чиқади. К16..32 туридаги дифференциалловчи қурилма 11в биринчи босқичдан кейин ўта қиздирилган буғ температурасига пропорционал сигналга бу катталикнинг ўзгариш тезлигига пропорционал ташкил этувчини киритади.

Ҳавонинг сарфи вентиляторнинг унумдорлигига ёнилғининг ёниш жараёнининг энг тежамли шароитларини қўллаш мақсадида ростланади. Бу шароитларга ёнилғи ва ҳаво сарфларининг нисбати барқарорланганда эришилади.

Ёнилғи ва ҳавонинг сарфланишлари ҳақида амалиёт учун етарлича аниқликда ижрочи механизмларнинг ҳолатига қараб МЭОК 6г электр юритмаларнинг — ҳаво узатувчи трубопровод ёпмаси (сурмаси) ва 9е — вентиляторнинг йўналтирувчи аппарати, P25.32 9 д ростловчи блок 6г ва 9е ростловчи органларнинг датчиклари сигналларини қабул қилади ҳамда ижрочи механизм 9е га таъсир қилувчи дискрет чиқиш сигнали ишлаб чиқаради.

Ёнилғи ва ҳаво нисбатининг АРС ида мустақиллик захирасини орттириш учун вентилятордан сўнг ҳавонинг босими бўйича манфий тескари боғланиш киритилган. Ҳавонинг босими дифференциал — трансформаторли ДТ-2-300 дифференциал тягомер билан ўлчанади.

Учоқ камерасининг юқори қисмида сийракланишни автоматик ростлаш тутунсўргич йўналтирувчи аппаратини кўчириш йўли билан амалга оширилади. Сийракланиш ДТ-2-50 туридаги дифференциал ўлчагич (тягомер) билан ўлчанади. Сийракланишнинг ўзгаришига пропорционал электр сигнали P25.1.2 туридаги ростловчи блок билан ростлашнинг ПИ- қонунига мувофиқ ижрочи механизм МЭОК 8а га таъсир қилувчи дискрет чиқиш сигналига айланади.

Қозондаги сувнинг туз миқдори АРС бўйича ростлаш принципдан фойдаланиб амалга ошади. Сув доимий туз миқдорига эга бўлганида қозон барабанидаги қуйқа ҳосил қилувчи тузларнинг миқдори барабандан олинаётган буғ сарфидан тўғри боғланишда бўлади. Камера диафрагмаси ДК-40-50 1са, конденсацион идишлар СКМ 16 ва дифманометр ДМ 1е дан иборат комплект билан ўлчанган ўта қизиган буғ сарфига пропорционал сигнал ростловчи блок P25.1.2 1ж нинг киришига келади. Ростловчи таъсир барабан қувурида ўрнатилган сурилгичнинг ижрочи механизми МЭОК 1 д ёрдамида амалга ошади.

Асосий кириш, оралиқ ва чиқиш параметрларини автоматик назорат қилишда ёнилғи, сув ва ўта қиздирилган буғ сарфи

ҳисобга олинса, ёниш ва буғ ҳосил бўлиш жараёнларини ўтказишнинг тўғрилигини баҳолашга имкон беради.

Ўта қиздирилган буғ ва сув сарфи ДК-40 *1a*, *10a* диафрагмаларнинг мембранали дифманометрлар ДМ *1e* ва *10b* билан биргаликдаги комплектда ўлчанади. Иккиламчи дифференциал трансформаторли асбоблар КСД *1d* ва *10в* сарфларнинг жорикийматини доиравий диаграммага ёзади ва интегратор ёрдамида тораювчи қурилма орқали ўтадиган моддаларнинг йиғиндликдорини ҳисобланади.

Мазут сарфи тораювчи қурилма таркибидаги сарф ўлчагичлар комплекти сопло *4a* ва у билан ажратув (ҳимоялов) чидишлар *4b* орқали бирлаштирилган сиффонлар ўзиёзар дифманометр ДСС-712Н *4в* билан ўлчанади. Мазутнинг йиғиндликдорини ичига ўрнатилган интегратор ёрдамида аниқланади.

Барабандаги буғнинг босими ва мазутнинг горелкалар олдидаги босими иккиламчи кўрсатувчи ва сигнал берувчи КПД *3b*, *16в* асбоблар билан комплектдаги дифференциал трансформаторли узатмали манометрлар МЭД *3a* ва *16b* билан ўлчанади.

ИЭМ коллектори олдидаги ўта қизиган буғнинг температураси ТХК 0515 *15a* терможуфт билан ўлчанади ва сигналловчи қурилмали иккиламчи асбоб КСП-2 *15b* нинг диаграммасидеёзилади. Автоматлаштириш схемасида кўзда тутилган сигнал берилари ва блокировка системалари қозон агрегатининг, у боғлиқ қурилманинг ва ИЭМ га хизмат кўрсатувчи ходимларнинг ишлаш ҳавфсизлигини автоматик системалар ва оператор қозон қурилмасининг нормал режимда ишлашини таъминлаш вазифасини урдасидан чиқа олмаган ҳолларда ёниш жараёнини тўхтатиш йўли билан таъминлайди. Блокировка билан бир вақтда жараённинг бузилиши ҳақида хабар берувчи ёруғлик ва товуш сигналлари ҳам берилади.

Ҳавфсиз ишлашнинг асосий шартларидан бири — ҳавонинимсиз бериб туришдир. Вентилятордан кейин ҳавонинг ортиқча босими йўқлиги ҳақидаги сигнал билан тасдиқланган вентилятор двигателини тўхтатиш ҳақидаги сигнал блокировка занжирларининг ишлашига олиб келиб, у ёнилгининг узатилишини ва ўта қиздирилган буғни ажратишни тўхтатади. Ҳавобосимининг тушиши тўғрисидаги сигнал — электр занжирлар контактларининг уланиши босим релеси ДН-250-11 *9b* — датчиги билан амалга оширилади. Ҳимоялашнинг ишончлилигини орташтириш учун ҳавонинг босими пасайгани тўғрисидаги сигнал босими датчиги ДМ-9в билан биргаликда ишловчи иккиламчи асбоб КПД *1 9г* билан бажарилади.

Ёнилғи узатилишини электромагнитли СВМ *5a* клапан бажаради. Ўта қизиган буғни танлаш буғ трубасига потенциалли унча юқори бўлмаган буғ тушишидан ҳимоя қилиш мақсадида бош буғ йўлини ижрочи механизм МЭОК *15a* ёрдамида ёпиш йўли билан тўхтатилади. Ёнилғини горелкаларга узатиш қувурида босим пасайганда ҳам худди шундай блокировка амалга оширилади. Ёнилғи босимининг тушиши ҳақидаги

сигнал босим датчиги МЭД 166 билан биргаликда ишловчи иккиламчи асбоб КПД1 16в билан бажарилади.

Яна бир қатор шартлар мавжуд бўлиб, уларнинг бажарилмаслиги турли хил авария ҳолатларининг вужудга келишига олиб келади. Бу ўчоқда аланганинг сусайиши ва ўчиб қолиши, тутун тортгичнинг тўхташи ва ўчоқнинг юқори қисмида сийракланишнинг бўлмаслиги, қозон барабанида сув сатҳи баландлигининг пасайиши ёки кўтарилиши, барабанда буғ босимининг ошиши ёки ўта қизиган буғ температурасининг йўл қўйиш мумкин бўлган қийматларгача пасайиши ва бошқалар. Бундай ҳолларда блокировка системалари ўчоқдаги ёниш жараёнини вентиляторни тўхтатиш йўли билан амалга оширилади, бу эса ўз навбатида ёнилғи берилишини ва ўта қизиган буғни таилашни тўхтатади.

Аланганинг пасайиши ва ўчиши тўғрисидаги сигнал ҳимоявий запас қурилма ЗЗУ—1, 7а, б билан бажарилади, унинг сезгир элементлари — фотодиодлар аланганинг равшанлиги ўзгаришидан таъсирланади. Учоқда сийракланишнинг тушиши тўғрисидаги сигнални босим ва тортиш релеси ДТН-100—11 8е бажаради. Қозон барабанида сув сатҳи баландлигининг пасайиши ва кўтарилиши тўғрисидаги сигналлар барабандаги сув сатҳи баландлигини ўлчовчи ДМ-126 ва 136 дифманометрлар билан бир комплектда ишловчи иккиламчи асбоблар КСД-2 ва КСП-1 12в ва 13в томонидан амалга оширилади. Асбобларнинг такрорланиши назорат қилинаётган параметрнинг муҳимлиги билан оқланади. Барабандаги босим дифференциал-трансформаторли ўзгарткич МЭД 3а ли манометр билан ўлчанади. Иккиламчи асбоб КПД-1 3б буғ босимини ўзгартириш тўғрисидаги узлуксиз сигнални қабул қилади ва барабандаги буғ босими йўл қўйилган чегарага етганда блокировка занжирлари контактларининг уланиши кўринишидаги дискрет электр сигнал ишлаб чиқаради. Ўта қиздирилган буғ температурасининг пасайиши тўғрисидаги сигнал ХК 15а термомоуфт билан бир комплектда ишловчи КСП-2 туридаги 15б потенциометр билан амалга оширилади.

XXV.3- §. СОВУҚ БИЛАН ТАЪМИНЛАШ ЖАРАЕНИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Кимё ва озиқ-овқат саноати корхоналарида совуқ таъминлаш машиналарининг тури, уларда қўлланиладиган совуқ агентлар, совитилаётган муҳитдан энергия олиш усуллари билан фарқ қиладиган совитиш қурилмалари ёрдамида олинади ва фойдаланилади. 25.2-расмда оралиқ совуқ элткичли ва бир босқичли компрессорли энг кўп тарқалган совитиш қурилмаларидан бирининг схемаси тасвирланган.

Совитиш қурилмасининг асосий жиҳозлари биргаликда совитиш машинасини ташкил этиб, у доимий миқдордаги совуқ агентнинг буғланиш ва конденсацияланиш берк доиравий жараёни ёрдамида узлуксиз совуқ олиш учун мўлжалланган.

Оралиқ иссиқлик элиткич сифатида намакоб — ош тузи ё кальций хлор эритмаси хизмат қилади. Буғлаткичда совитилган намакоб марказдан қочма насос билан совитиш камераларига ва бошқа совуқ истеъмолчиларга ҳайдалади.

Совитиш қурилмаси ишининг самарадорлиги унинг совуқ ишлаб чиқариш унумдорлиги ва совитилаётган муҳит температурасини сақлаш аниқлиги билан белгиланади. Бу параметрлар кўпгина омилларга боғлиқ, уларга суяқ аммиакни конденсаторга узатиш қувурларининг қаршилиги, компрессорнинг қуввати, аммиак буғларини совитувчи сувнинг сарфи ва температураси, совуқ истеъмолчиларнинг иссиқлик юкланиши киради.

Совитилаётган муҳитнинг температурасини сақлаб туриш аниқлиги кўпгина ғалаёнланувчи таъсирларга боғлиқ. Улардан бирини — оралиқ совуқ элткични барқарорлаштириш — чиқиш параметрини сақлаб туриш аниқлигини оширишга ва совитиш машинасининг ишлаш шароитини яхшилашга имкон беради.

Совитиш қурилмаси ишида унинг турли элементларидан ҳавфли ҳодисалар юз бериши мумкин, масалан: совуқ агентнинг камайиши, гидравлик зарблар, компрессорнинг ортиқча юкланиши. Ҳавфли иш режимларининг вужудга келиши ички ва ташқи таъсирлар сабабли ҳам юз бериши мумкин.

Совитиш қурилмаси ишининг ўзига хос хусусиятларини қараб чиқиш уни автоматлаштиришга бўлган асосий талабларни ифодалашга имкон беради; совитиш машинасининг хавфсиз ишлашини таъминлаш, совуқ ишлаб чиқариш унумдорлиги ва иссиқлик юкланиши орасидаги мосликни сақлаш оралиқ совуқ элиткич температурасини ва совитилаётган муҳитнинг температурасини барқарорлаштириш.

Совитиш қурилмаси автоматлаштириш объекти сифатидан бир қатор хусусиятларга эга бўлиб, улар ростилаш усулларини ва назорат ҳамда бошқариш воситаларини танлашда ҳисобга олиниши зарур. Бу биринчи навбатда хавфсизликка юқор талаблар бўлиб, совитиш машиналари жойлаштириладиган хоналар В-16 синфидаги портлаш ҳавфи бўлган хоналарга киради. Иккинчидан, компрессор қурилмасининг совуқ ишлаб чиқариш унумдорлигини кенг доирада равион ростилаш қийинлигидадир. Иссиқлик юкланишларининг кескин суткалик ва маъсумий ўзгаришлари совуқ ишлаб чиқариш унумдорлигини компрессорни улаш ва узиш йўли билан позиция ростилашнинг қўллашнинг зарур эканлигига олиб келади.

Совуқ ишлаб чиқариш унумдорлигини кичик оралиқларда компрессорнинг сўрувчи қувурини дросселлаш йўли билан ростилаш мумкин. Бунда буғлаткичдаги сатҳ баландлигини буғлаткичга суяқ совуқ агентни узатиш трубопроводини дросселлаш йўли билан сақлаб туриш зарур. Хонада портлаш хавф мавжудлиги туфайли совитиш машинасининг энг жиддий элементини — компрессорни авариядан ҳимоя қилиш юритма электродвигателини қуйидаги хавфли ҳолатлардан бири юз бергандан ўчириш йўли билан амалга оширилади, масалан, компрессор

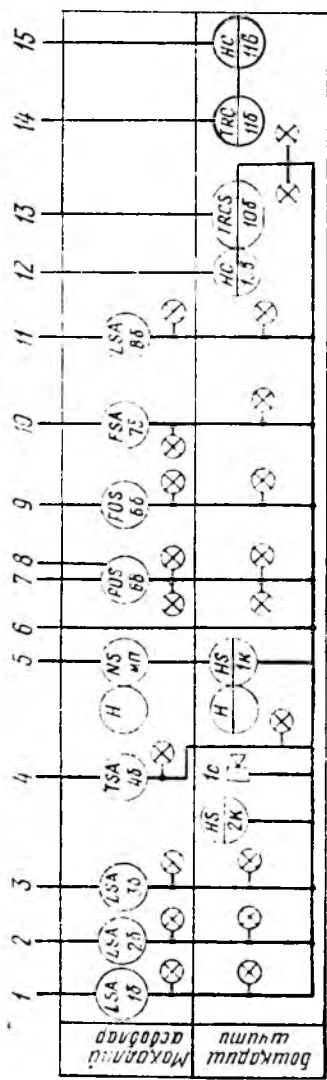
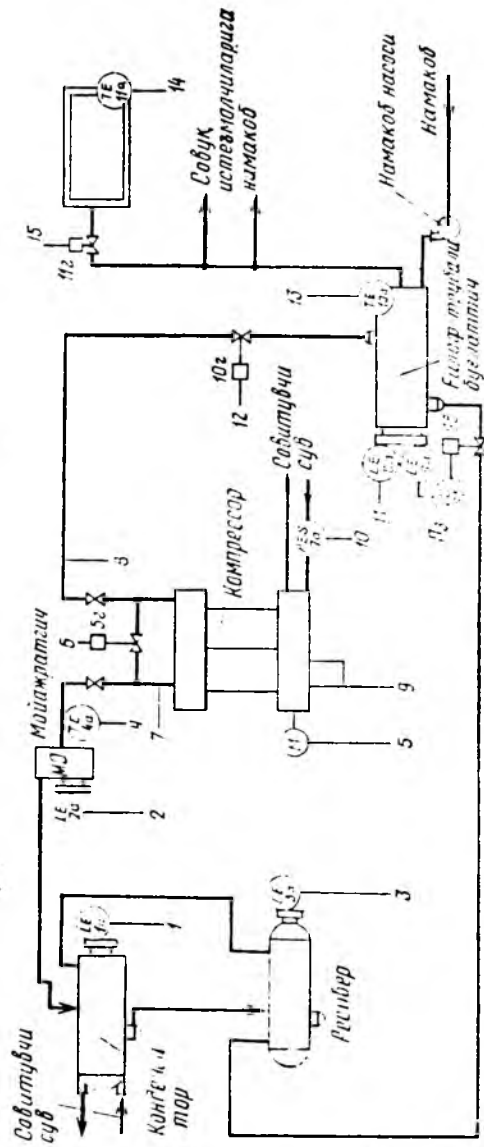
нинг сўрувчи линиясида босимнинг пасайиши, компрессорнинг ҳайдаш линиясида температуранинг ёки босимнинг кўтарилиши, компрессорни совитувчи мой ёки сувни узатишнинг бузилиши, буғлаткичда, конденсаторда, ресиверда ёки мой ажраткичда совуқ агент сатҳининг четлашишида. Компрессор уланганда электр двигателни юкланиш (нагрузка) дан ҳимоя қилишнинг энг оддий ва ишончли усулларидан бири электр двигателни номинал айланиш тезлигига тезлаштириш учун зарур вақтда ҳайдовчи қувурни сўрувчи қувур билан бирлаштиришдир.

25.2- расмда келтирилган совитиш қурилмасини автоматлаштириш схемасини қараб чиқамиз.

Ғилоф (кожух) — қувурли буғлаткичда совуқ агент сатҳи баландлигини автоматик ростлаш суюқ совуқ агент оқимида бевосита таъсир қилмайдиган икки позицияли сатҳ ростлагичи ПРУД ёрдамида таъсир қилиш йўли билан амалга оширилади. Сатҳ баландлиги ўзгарганда қалқовуч *9a* нинг силжиши пневматик икки позицияли реле *9б* га узатилади, унинг чиқиш сигнали *0* ёки *0,14* МПа га тенг сиқилган ҳаво босими суюқ совуқ агентли конденсаторга узатиш қувуридаги мембранали ижрочи механизм клапани *9в* га таъсир кўрсатади.

Оралиқ совуқ элиткич — намакобнинг температурасини автоматик ростлаш иссиқлик юкланиши билан совуқ ишлаб чиқариш унуми орасидаги мосликни сақлаш учун мўлжалланган. ТСМ-5071 туридаги қаршилик термометри *10a* температура датчиги вазифасини бажаради. КСМ-3 иккиловчи асбоби буғлаткичдаги намакоб температурасининг ўзгариши тўғрисида сигнални қабул қилади ва уни пневматик ростловчи блок ёрдамида ўзгартиради. Ростловчи блок чиқиш сигнали таъсирида сиқилган ҳаво босимининг ўзгариши таъсирида ростловчи клапан *25 ч*, *30 нж*, *10 г* буғлаткичдан сўриб олинаётган совуқ агент буғлари сарфига таъсир кўрсатиб, шу билан намакобдан олинадиган иссиқлик миқдорини ўзгартиради. Бироқ компрессорнинг сўрувчи магистралини дросселлашнинг имкониятлари чекланган, шунинг учун намакоб температурасининг катта миқдорга пасайишида уч позицияли ростловчи қурилма компрессор юритмаси электр двигателини бошқариш қурилмасига сигнал юборади, бунинг натижасида компрессор ўчирилади (узилади). Намакоб температураси максимал қийматдан ошиши билан компрессор яна уланади.

Совитилаётган муҳитнинг температураси, масалан, совитиш камерасидаги ҳавонинг, кондиционер форсунка камераси тубидаги сувнинг ва ҳоказоларнинг температураси иссиқлик алмашилиши сиртларига бериладиган намакоб сарфига таъсир кўрсатиш йўли билан сақлаб турилади. ТСМ.5071 *11a* қаршиликли мис термометри температура датчиги вазифасини бажаради. Иккиламчи асбоб КСМ-3. *11б* га ўрнатилган пневматик ростловчи блок температуранинг берилган қийматидан оғишига боғлиқ ҳолда иш бажаради. Ростловчи таъсир ростловчи клапан *25ч 30 нж 11г* ёрдамида амалга оширилади.



25.2- расм. Совутиш қурилмасини автоматлаштириш схемаси.

Совитиш қурилмаларини уларнинг ишлаш ҳавфсизлигини таъминлаш учун ҳимоя қилиш кўзда тутилади. Ҳимоя воситалари сифатида портлашга қарши махсус автоматлаштириш воситаларидан ҳам, совитиш қурилмаси фаолиятининг нормал шароитлар бузилганда компрессорни ўчирувчи автоматик ҳимоя системалари ҳам қўлланилади. Совитиш қурилмалари ишлашининг нормал шароитига қурилманинг буғлаткичда ва бошқа идишларида суюқ совуқ агент сатҳи баландлигини шунингдек, назорат қилинаётган режим параметрларини берилган чегараларда сақлаш киради. Сатҳ баландлигининг йўл қўйиб бўлмайдиган қийматларга етгани тўғрисидаги сигналлар — электр занжирлари контактларининг туташуви — қалқовучли сатҳ релелари ПРУ-5 16, 26, 36, 86 дан олинади.

Компрессорнинг ҳайдовчи патрубкисида босимнинг ошиб кетишидан ва сўрувчи патрубкисида босимнинг камайиб кетишидан ҳимоя қилишни иккиланган босим релеси Д220А-13 5в бажаради, унга юқори босим датчиги ва паст босим датчиги киради. Совуқ агент сиқилган буғи температурасининг ортиши датчик — температура релеси ТР-ОМ509 4б ёрдамида аниқланади, у компрессорни ўчирувчи сигнал беради. Совитувчи цилиндрлар бўшлиғи орқали сув оқими тўхтаб қолганда ҳам (сигнални оқим релеси РП-67 7а, 7б ишлаб чиқади) ва мажбурий мойлаш системаси иши бузилганда ҳам (мойлашни назорат қилувчи реле РКС-6б нинг сигналига мувофиқ) компрессорнинг тўхтатилиши кўзда тутилган.

Компрессорни ишга туширишда электр двигателга тушадиган юкланишни пасайтириш учун юриб кетиш вақтида сўрувчи магистрал юритмасини ҳайдовчи юритмага улаш кўзда тутилган. Ишга туширишда сўрувчи ва босимли қувурлар орасидаги тўсиқдаги соленоид вентиль СВМ-10 5г очилади. Электр двигатель нормал айланиш тезлигига эришгандан сўнг вақт релеси вентиль 5г ни узади ва тўсиқ ёпилади.

Ҳимоя системаларининг ишлаб кетиши ва электр двигателнинг тўхтаб қолиши ёруғлик ва товуш сигналлари билан хабар қилинади. Ёруғлик сигналлари тўхташ сабабларини кўрсатишни таъминлайди.

XXV.4-§. СУВ ТАЪМИНОТИ ЖАРАЕНИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

25.3-расмда тасвирланган насос станцияларининг технологик схемаларига ҳайдаладиган суюқлик тўплагичлари, марказдан қочма насослар, уларни бирлаштирувчи қувурлар ва тўсиқ росиловчи ва эҳтиёт қувур арматураси киради. Очiq сув ҳавзаларидан корхоналарни сув билан таъминлашда (25.3-расм, а) сув насос станциясининг биринчи кўтарилиш станцияси деб аталувчи сув босими иншоотига ўзича оқиб келади. Сув тўплагичнинг иккита кириш камераси чиқиш камераси билан тешиклар (дарчалар) билан туташган бўлиб, уларга панжаралар ўрнатилган, улар механик аралашмаларнинг йирик зарраларини, муз парчаларини тутиб қолади. Панжараларни

Игилиб қолган ифлосликлардан тозалаш учун махсус қурилмалар кўзда тутилган бўлиб, улар чиқиш камераси томонида катта босим остида сув оқимларини йўналтиради. Тоза су марказдан қочма насослар билан сўриб олинади ва корхона сув берувчи магистрал водопроводга ҳайдалади. Насос станциясининг ишончли ишлаши насосларни резервлаш йўли билан таъминланади: улардан одатда, тўрттаси ўрнатилади. Ҳар бир насоснинг чиқишида тескари клапанлар ўрнатилган. Насос станцияси хонаси қишки пайт электр иситкичлар билан иситилади.

Айланма сув таъминоти системасида ифлосланмаган ишлаб чиқариш суви совитилгандан сўнг ишлаб чиқаришга қайтарилади (25.3-расм, б). Тўплагичдан иссиқ сув марказдан қочма насослар билан градирняга ҳайдалади, кейин совитилган сув тўплагичида йиғилади, ундан ишлаб чиқаришга ҳайдалади. Ифлосланмаган ишлаб чиқариш сувини ҳайдаш учун иссиқ ва совуқ сувга учтадан насос ажратилади.

Ифлосланган ишлаб чиқариш сувлари аралаштиргичли тўплагичга оқиб тушади (25.3-расм, в), ундан эса марказдан қочма насос ёрдамида биологик тозалаш станциясига ҳайдалади. Ифлосланган сув насосларидан иккитасининг бири асосий сифатида, иккинчиси эса захира улаш учун мўлжалланган.

Насос станцияларининг сифати магистрал водопроводда босимни, айланма сув тўплагичларида, ифлосланган sanoat оқавалари тўплагичида сатҳ баландлигини берилган чегараларда сақлаш ишончлилиги билан ифодаланади.

Магистрал водопроводдаги босим ишлаётган насосларнинг унумдорлигига ва корхона ишлатадиган сув сарфига боғлиқ. Агар сувни истеъмол қилиш насосларининг унумидан ортиб кетса, у ҳолда магистрал қувурдаги босим тушиб кетади (пасаяди). Ҳайдаладиган суюқликлар тўплагичларидаги сатҳ баландликлари уларнинг келиши ва сарфланиши билан белгиланади. Совитилган айланма сув сарфи уни технологик станцияларнинг истеъмол қилишига боғлиқ бўлади.

Сув йиғиш қурилмаси чиқиш камерасидаги сув сатҳи баландлиги панжара ўрнатилган тешикларнинг гидравлик қаршилиги туфайли кириш камераларидаги сатҳ баландлигидан анча паст бўлади. Панжараларда йирик механик аралашмаларнинг чўкиб, ўтириб қолиши чиқиш камерасида сатҳнинг пасайишига олиб келиши мумкин. Насос станциялари тўплагичларида сатҳнинг насосларнинг сўрувчи қувурларигача тушишига йўл қўйиб бўлмайди, чунки марказдан қочма насоснинг корпусига ҳаво кириши натижасида унинг унумдорлиги кескин тушиб кетади.

Насос станцияларнинг қараб чиқилган хусусиятлари уларни автоматлаштиришга бўлган асосий талабларни белгилаб беради: магистрал водопроводда зарур босимни таъминлаш, тўплагичларда сатҳ баландлигини берилган чегараларда сақлаш.

Тўплагичларда сув босимини ва сатҳ баландлигини сақлаш аниқлигига қўйилган талаблар жуда паст, бу кўрсатилган

параметрларни ростлашнинг позиция системаларидан фойдаланишга имкон беради. Шу билан бирга насос агрегатларнинг ишончли ишлашини таъминлаш зарурлиги автоматик резервладан (захираладан) фойдаланишни талаб қилади. Биринчи кўтарилиш насос станцияларини масофадан туриб бошқаришда қувватли марказдан қочма насослар юритмалари электр двигателларини ишга тушириш томонларини камайтириш учун уларни насосларнинг босим қувурлардаги тўсиқлар (задвижкалар) ёпиқ бўлганда улаш керак.

Шунингдек, насосга суюқлик келадиган тўплагичларда сатҳ баландлиги йўл қўйиб бўлмайдиган даражада пасайиб кетганда насосларни ўчириб қўйишни назарда тутиш зарур.

25.3-расм, *a* да келтирилган биринчи кўтарилиш насос станциясини автоматлаштириш схемасини қараб чиқамиз.

25.3-расм, *a* да сув қабул қилиш қурилмасидан магистрал сув йўлига сув узатишнинг тўртта линиясидан фақат биттасида насосни ва тўсгични бошқариш кўрсатилган.

Биринчи кўтариш насос станцияси хонасида температуранинг автоматик ростлаш қурилмасининг иш унумли қувватлаб туриш мақсадида амалга оширилади. Хонадаги температура дилатометрик датчик-реле ТУДЭ-1 *7a* билан ўлчанади, унинг масофадан туриб бошқариладиган қурилмаси *7б* контактор МП ёрдамида электр иситиш асбобларини ёқади ва ўчиради.

Сув қабул қилиш қурилмаси камераларидаги сув сатҳи баландлиги кўрсатишларни масофадан туриб узатувчи қалқовучли асбоблар *1б*, *2б*, *3б* ёрдамида назорат қилинади. Кириш ва чиқиш камераларидаги сатҳ баландлигининг ўзгаришларини дифференцияловчи сигналловчи иккиламчи асбоблар *1в* ва *3в* қабул қилади ҳамда сатҳларнинг йўл қўйиб бўлмайдиган катта ўзгаришларида сигнал бериш схемасининг электр контактлари туташади, натижада хизмат кўрсатувчи ходимлар кириш ва чиқиш камералари орасидаги деразалардаги ҳимоя панжарасини тозалаш зарурлиги тўғрисида огоҳлантирилади.

Босим трубопроводларидаги босим манометр ОБМ лар билан, магистрал сув йўлидаги босим эса сигнал берувчи манометр ЭКМ *10б* ёрдамида ўлчаниб, унинг туташувчи контактлари босимнинг йўл қўйиб бўлмас даражада пасайиши тўғрисида сигнал беради.

Саноат тармоқларига узатилаётган сув сарфи сарф ўлчигич билан ўлчанади, у тораювчи қурилма камера диафрагмаси ДК ва ўзи ёзар дифманометр ДСС *8б* дан иборат. Йиғинди сув сарфи асбоб *8б* га киритилган интегратор билан аниқланади.

Автоматик блокировка системалари насос станциясининг ишончли ишлашини таъминлаш учун назарда тутилган. Насослардан бири тўхтатилганда ёки магистрал сув йўлида босим тушиб кетганда захира насос ишга туширилади. Насоснинг иш режими захира ёки ишчи эканини бошқариш калити *4КУ* белгилайди. Насосларнинг ишлаши ва сув йўлидаги босим тўғри-

сидаги сигналлар ҳамда босим релеси 106 дан насос электр двигателларини бошқариш блоклари БУ дан келадиган сигналлар электр блокировка схемасига узатилади. Насос уланганда унинг босим остидаги қувуридаги тўсиқ ёпиқ бўлиши керак, бинобарин, унинг четки узгичи контактлари уланган бўлиши керак. Акс ҳолда насосни автоматик режимда улаб бўлмайди. Насос ишга туширилгандан сўнг маълум вақт ўтгач, реле контакти уланишда вақт ўтказиб, тўсиқни очишга буйруқ беради. Насослар ва тўсиқлар босим ва сатҳлар ўзгаришларининг чегаравий қийматлари ҳолатини сигналлаш, насос станцияси ишини назорат қилиш ва хизмат кўрсатувчи ходимларни ишнинг номинал режимдан четлашишлар бирлиги ҳақида хабардор қилиш учун мўлжалланган. Насосларнинг ишлаши ва авария режимлари тўғрисидаги ёруғлик сигналлари марказий бошқарув постида такрорланади. Маҳаллий бошқариш постида ёруғлик сигналига қўшимча равишда товуш сигналлари ҳам назарда тутилган.

Хизмат кўрсатувчи ходимларнинг меҳнат шароитларини энгиллаштириш учун яна насосларнинг электр двигателлари ва тўсиқларнинг юритмаларини масофадан туриб ва жойдан бошқариш ҳам кўзда тутилган. Бошқариш режимини танлаш — масофадан туриб, маҳаллий (жойдан), автоматик — калитлар 3КУ, 4КУ, 9КУ ёрдамида амлага оширилади.

25.3-расм, б да айланма сув таъминоти системасида ифлосланмаган ишлаб чиқариш сувларини ҳайдовчи насослар гуруҳини автоматлаштириш схемаси кўрсатилган.

Тўплагичларда сатҳни уч позицияли автоматик ростлаш насосларни улаш ва узиш йўли билан амалга оширилади. Сатҳларнинг чегаравий қийматлари ҳақидаги сигналлар сатҳ сигнализаторлари ЭРСУ-3 1г, 4г билан узатилади. Ишлаб чиқаришга ҳайдаладиган совитилган сувнинг температурасини назорат қилиш учун суюқликли термометр ба қўлланилади. Босимни, сув сарфи ва миқдорини, блокировка системасини, сигнализация ва масофадан туриб бошқариш системасини назорат қилиш системасининг техник ҳал этилиши биринчи кўтарилиш насос станциясида қўлланилганларга ўхшашдир.

25.3-расм, в да ифодаланган ифлосланган саноат оқава сувларини ҳайдаш насосларини автоматлаштириш схемаси асосан 25.3-расм, б даги схема билан мос тушади. Фарқи муҳитнинг ифлосланганлиги билан ифодаланади. Ифлосланган сувларнинг сарфини назорат қилиш системасида биологик тозалашга ажратилган идиш СРС қўлланилган. Бундан ташқари, тўплагичнинг авариявий тўлиб кетиши ҳақида сигналлаш кўзда тутилган.

XXV.5-§. ҲАВОНИ КОНДИЦИОНИРЛАШ (ТОЗАЛАШ) ЖАРАЁНИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Ҳавони кондиционирлаш қурилмалари саноат корхоналарида одамларнинг ва техниканинг ишлаб чиқариш хоналарида

якши иш шароитларини яратиш, технологик жараёнларни ўтказиш, хомашё ва тайёр маҳсулотни сақлаш учун қўлланилади.

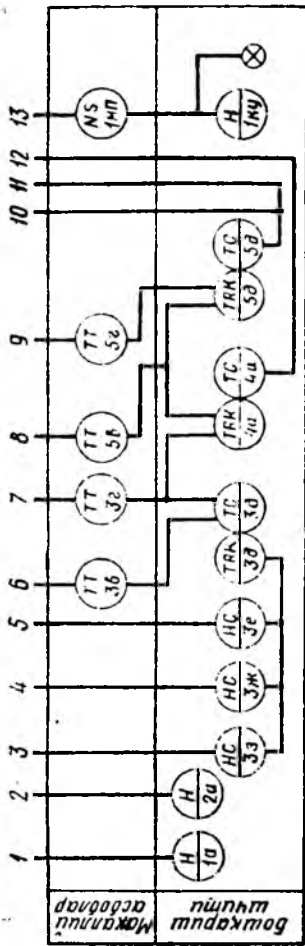
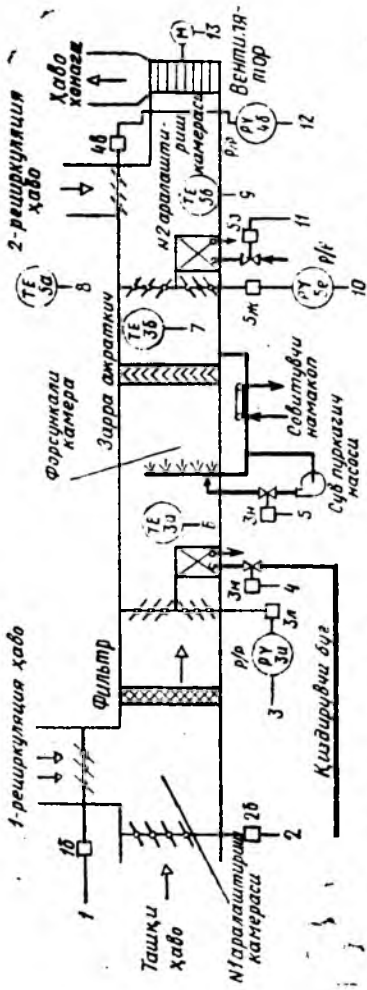
Озиқ-овқат саноати корхоналарида КН сериясидаги кондиционерлар энг кўп қўлланила бошлади, унинг схемаси 25.4-расмда тасвирланган. Ташқаридаги ҳаво кириш патрубкиси орқали аралаштириш камерасига сўрилиб, у ерда қишки пайт хонадаги циркуляцион ҳаво билан аралашади. Ташқи ва айланиб юрувчи (циркуляция қилувчи) ҳаво сарфлари орасидаги нисбат патрубклардаги тўсиқларнинг ҳолатига боғлиқ. Кейин ҳаво филтёрда чангдан тозаланади, биринчи иситишдаги калорифер билан иситилади ва сув пуркаладиган форсункали камерага тушади. Бу ерда ҳаво қишки пайтда намланади, ёзги пайтда эса совитилади.

Форсункаларга сув форсунка камерасининг ост қисми (поддони)дан насос ёрдамида узатилади. Поддондаги температура сувнинг совиткич агрегат орқали циркуляцияси йўли билан сақлаб турилади. Ҳолати «шудрин нуқтаси» билан ифодаланувчи нам ҳаво зарра ажраткич орқали ўтиб, қиш пайтида иккинчи иситиш колорифери билан иситилади, у ерда берилган температура ва намликка эришади. Колорифер орқасида жойлашган иккинчи аралаштириш камерасидан иккинчи рециркуляция қўшимчаси билан бирга ҳаво вентилятор билан сўрилади ва хонага узатилади. Иккинчи рециркуляция ҳаво қўшимчаси, одатда, ёз пайтлари қўлланилади.

Ҳавони кондиционирлаш қурилмаси ишининг самараси чиқиш параметрлари — хонадаги ҳаво температураси ва намлигини сақлаб туриш аниқлиги билан, шунингдек, ҳавони иситишга ва намлашга ёки совитишга сарфланадиган энергия миқдори билан аниқланади. Бу кўрсаткичлар кўпгина кириш ва оралиқ катталикларга, масалан, ташқаридаги ҳавонинг температураси ва намлигига, форсунка камераси поддонидаги сувнинг температурасига, ҳаво алмашилишининг қисқалигига, зарра ажраткичдан кейинги тўйинган ҳаво температурасига ва бошқа омилларга боғлиқ.

Хонада ҳавони кондиционирлаш жараёнининг кечишига жуда яхши шароит таъминлаш учун зарра ажраткичдан кейин ҳавонинг намлик миқдорини берилган даражада сақлаш, хонага берилаётган ҳаво температурасини барқарорлаштириш зарур. Ҳавони намлик билан тўйинтириш сувни форсунка камерасида майда қилиб заррача шаклида сачратиш йўли билан таъминланади. Қишки пайтда тўйинган ҳавонинг температураси етарлича бўлмаганда унинг намлиги паст бўлиши хонада зарур нисбий ҳаво намлигига эришишга имкон бермайди, зарра ажраткичдан кейин юқори температура эса ҳавонинг ортиқча намланишига олиб келади.

Ёзги пайтда тўйинган ҳаво температурасининг берилган қийматдан оғишида хонада ҳаво температурасини 2-рециркуляция ҳисобига сақлаб туриш қийинлашади. Ҳаво температурасини иккинчи аралаштириш камерасида барқарорлаштириш



25.4- расм. Ҳавони кондиционирлаш жараёнини автоматлаштириш схемаси.

зарурлиги объект — кондиционирланадиган хона параметрларининг тақсимланиши билан шарт қилинади, бунинг натижасида хонадаги ҳаво параметрлари ростловчи таъсир кириши нукталари яқинида йўл қўйиладиган қийматлар соҳаси чегарасидан ташқарига чиқиш мумкин.

Ҳавони кондиционирлаш қурилмасининг ишлаш хусусиятларини кондиционирланувчи хона билан ўзаро таъсирда қараб чиқиш уни автоматлаштиришга асосий талабларни ифодалашга имкон беради: тўйинган ҳавонинг зарра ажраткичдан кейинги температурасини барқарорлаштириш, кондиционирланадиган хонада иккинчи аралаштириш камерасидаги ҳаво температурасини ҳисобга олиб ҳаво температурасини барқарорлаштириш.

Таркибига кондиционер ва хонага кирган ҳавони кондиционирлаш системаси автоматлаштириш объекти сифатида автоматик ростлаш системаларини қуриш масаласини қийинлаштирувчи бир қатор хоссаларга эга бўлади: хона ва кондиционер параметрларининг тақсимланганлиги, хонанинг катта ўлчамлари билан шартлашилган температурани ростлаш каналлари бўйича хонанинг соф кечикиши ва катта донмий вақт; кондиционернинг кўпчилик параметрларининг ўзаро боғлиқлиги, бунинг натижасида кириш катталикларидан бирининг ўзгариши дархол бир қанча оралиқ ва чиқиш параметрларининг ўзгаришини талаб қилади; ростловчи таъсирларни киришининг турли усуллари талаб қилувчи ташқи ҳаво параметрларини мавсумий катта ўзгаришлар: қишда ташқи ҳавони иситиш ва намлаш керак, ёзда — совитиш ва қуритиш зарур.

Ростлаш талабларининг зиддиятлари туфайли автоматик ростлаш схемасини кондиционирлаш технологик жараёнининг мавсумий ўзгаришларга мувофиқ ўзгартириш имкониятларини назарда тутиш лозим. Ёз пайтида хонада ҳавонинг нисбий намлигини сақлаш ташқаридаги ҳавони форсункали камерада совуқ сувни сачратиш йўли билан эришилади. Форсунка камераси поддонидаги сувнинг температураси совитиш қурилмаси ёрдамида сақлаб турилади. Ёз пайтлари биринчи циркуляция ва калориферлар ўчирилган бўлади. Шунинг учун ҳавони берилган температурага иситиш иккинчи аралаштириш камерасида ташқаридаги ҳавога хонадан 2-рециркуляция иссиқ ҳавосини қўшиш йўли билан амалга оширилади. Қиш пайтлари 2-рециркуляция ўчирилади, ҳаво температураси эса иссиқлик элиткичнинг калориферларга узатилишига таъсир кўрсатиш йўли билан амалга оширилади.

Хонадаги ҳавонинг нисбий намлигини қабул қилинган билвосита ростлаш усули зарар ажраткичдан сўнг «шудринг нуктаси» ҳолатини сақлашнинг юқори аниқликда бўлишини назарда тутати. Бир қанча ғалаёнланувчи таъсирли бундай мураккаб объектда температура барқарорлашининг исталган аниқлигини таъминлаш учун оралиқ катталикларнинг ўзгариши ҳақида қўшимча ахборотдан фойдаланиб кўп контурли АРС ни қўллаш лозим.

Хонада ҳавони кондиционирлаш жараёнини автоматлаштиришнинг 25.4-расмда келтирилган системасини қараб чиқармиз.

Зарра ажраткичдан кейин тўйинган ҳаво температурасини автоматик ростлаш хонада ҳавонинг намини сақлаб туришни таъминлаш мақсадида сувни форсункаларга узатишни ўзгартириш йўли билан амалга оширилади. Қиш пайтларида бир вақтда биринчи иситиш калориферига иссиқлик элиткични сарфлаш бўйича ва колорифер орқали ўтувчи ва айланма патрубкдан ўтувчи ҳаво сарфларининг нисбати бўйича таъсир киритилади. Зарур ростлаш сифатини таъминлаш учун биринчи иситишдаги колорифердан кейин ҳаво температурасини ўзгартириш қўшимча сигнали сифатида фойдаланиб, икки контурли АРС структураси қўлланилган. ПР3.34 3д ростловчи блок колорифердан кейин температуранинг ўзгариши ҳақидаги сигнални қабул қилади ва кириш ҳамда оралиқ параметрларнинг юз берадиган ўзгаришларини компенсациялашга йўналтирилган ростловчи сигнални ишлаб чиқаради. Агар чиқиш катталигини барқарорлаштириш учун бу таъсир етарли бўлмаса, ростловчи блок 3д чиқиш параметрини берилган қийматгача етказиш учун қўшимча тузатувчи сигнал ишлаб чиқаради. Колорифердан кейинги ва зарра ажраткичдан кейинги ҳавонинг температураси ТПГ-4 туридаги пневматик газли монометрик термометрлар 3а ва 2б билан ўлчанади. Иккиламчи ПВЮ 1э асбобда ўрнатилган ростловчи блок 3д пневматик ростловчи сигнални шакллантиради, улар бошқариш панеллари ПП12.2 3е, 3ж, ва 3з орқали мембранали ижрочи механизмлар 3м ва 3н га келади.

Ростловчи таъсирларни МИМ туридаги мембранали ижрочи механизм 3л ва ростловчи клапанлар 25ч 30 нж 3 м ҳамда 25 ч 32 нж ВО 3п ёрдамида секцион тўсиқ (заслонка) бир вақтда киритилади. Ёз пайтларида ижрочи механизм 3л ва 3м лар панел 3ж ва 3з лар ёрдамида ўчириб қўйилади.

Кондиционирланадиган хонада ҳаво температурасини автоматик ростлаш қиш пайтлари иккинчи иситиш калориферига иссиқлик элиткични ва калорифер ҳамда айланма патрубк орқали ўтадиган ҳаво сарфлари нисбатини ўзгартириш йўли билан амалга оширилади. Ёз пайтлари эса хонадан 2-рециркуляция ҳавосини аралаштириш камераси № 2 га узатилишини ўзгартириш йўли билан ростланади. Температуранинг бинобарин, хонадаги ҳаво намлигини ҳам сақлаб туришнинг талаб қилинган сифатини таъминлаш учун икки контурли ростлаш системаси қўлланилган бўлиб, бунда қўшимча сигнал сифатида қиш пайтлари эса зарра ажраткичдан кейин ҳаво температураси-камераси № 2 да ҳаво температурасини ўзгартиришдан, ёз пайтлари эса зарра ажраткичдан кейин ҳаво температурасини ўзгартиришдан фойдаланилади.

Ҳаво температураси пневматик ТПГ-4 туридаги монометрик

термометрлар 36, 5а ва 5б билан ўлчанади. Қиш пайтлари иккиламчи асбоб ПВ10 1Э да ўрнатилган ПР3.34 туридаги ростловчи блок 5д аралаштириш камераси № 2 даги ва кондиционирланаётган хонадаги ҳаво температураси ўзгаришининг пневматик сигналларини қабул қилади, иккинчи сигналга боғлиқ ҳолда барча аралаштирувчи таъсирлар ишлаб чиқаради. Шу тарзда олинган ростловчи блок 5д нинг чиқиш сигнали иккинчи иситиш колорифери олдида секцион тўсгични (заслонкани) ўзгартириб қўювчи мембранали ижрочи механизмга ва иссиқлик элткични колориферга узатишда 25ч 30н.ж туридаги ростловчи клапан 5з га узатилади.

Ез пайтлари ростловчи блок 5д ўчирилади, хонадаги температура эса ростлагич ёрдамида сақлаб турилади, бу сақлагич ТПГ-4 туридаги температура датчиклари 3г ва 5в дан, иккиламчи асбоб ПВ10, 1э да ўрнатилган ПР3.34 туридаги ростловчи блок 4а дан, кучайтирувчи элемент — ПР10.100 туридаги позиционер 4б дан ва 2-рециркуляция ҳавосини аралаштириш камерасига узатувчи, қувурда секцион тўсиқни (заслонкани) ўзгартирувчи ижрочи механизм 4в дан иборат. Тавсифланган бу ростлагич худди қишки режимдаги ростлагич каби ишлайди.

Кондиционирлаш жараёни параметрларини автоматик бошқариш ва ижрочи механизмларни масофадан туриб бошқариш автоматик системаларда қўлланилган асбоблар ёрдамида амалга оширилади: ПВ10.1Э асбоблар, ПП12.2 туридаги масофадан туриб бошқариш панеллари 3е, 3ж ва 3з улар бир мавсумий иш режимдан бошқасига ўтишида ижрочи механизмларни ўчириб қўйиш учун мўлжалланган.

1-рециркуляция патрубкларарида секцион тўсиқлар (заслонкалар)нинг ўрнини алмаштирувчи мембранали ижрочи механизмларни ҳамда ташқи ҳавонинг киришини бошқариш масофадан туриб бошқариш панеллари ДПУ-2 1а ва 2а ёрдамида амалга оширилади. Вентиляторнинг ишлаши ҳақида вентилятор юритмаси электр двигатели магнитли юргизиб юборгичининг блокировка контактлар ёрдамида сигнал лампа 1л билан сигнал берилади.

XXVI БОБ. САНОАТ ТОЗАЛАШ СИСТЕМАЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

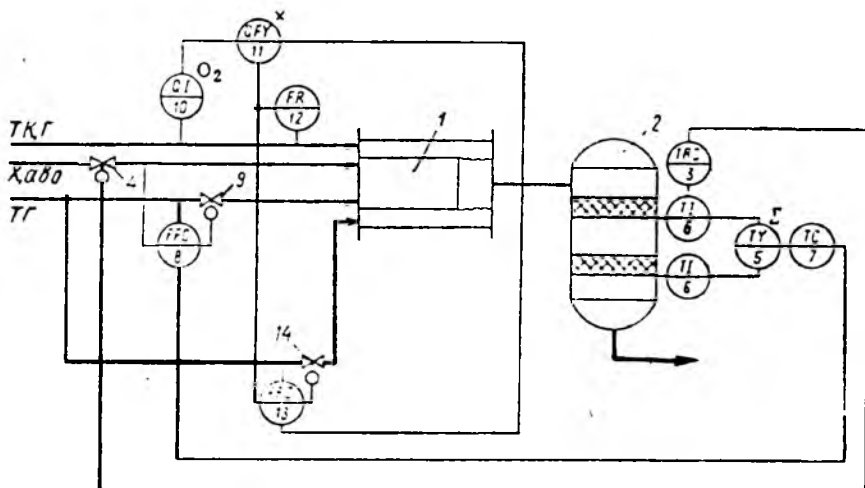
Кимё ва озиқ-овқат саноатларида хомашёни қайта ишлашнинг мавжуд технологиясида пировард фойдали маҳсулотлар билан бирга газ, суюқлик ва чанг тарзидаги саноат чиқиндилари ҳам ҳосил бўлиб, улар атроф муҳитга чиқариб ташланади. Ҳозир атроф муҳитни ҳимоя қилишга ва табиий бойликлардан унумли фойдаланишга катта аҳамият берилмоқда, чиқиндисиз технологияларни яратиш ишлари жадал олиб борилмоқда. Бироқ саноат ривожининг мавжуд даражаси чиқиндисиз

ишлаб чиқаришга тўла ўтишга ҳам имкон бермаяпти. Шунинг учун зарарли чиқиндиларни назорат қилиш ва тозалаш жуда долзарбдир.

XXVI.1-§. ЗАРАРЛИ ГАЗ ЧИҚИНДИЛАРИНИ ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Газларни азот оксидларидан тозалаш системаси. Қимё са-
ноатида атмосферага азот оксидлари чиқарилишининг асосий
манбан нитрат кислота ишлаб чиқариш ҳисобланади. Бу са-
ноатда чиқарилаётган газларни тозалашни амалга оширувчи
технологик бўғин — нитроз газларни каталитик тозалаш бўли-
мидир; унинг иш самарадорлиги билан мазкур ҳудудда атмо-
феранинг азот ва углерод оксидлари билан ифлосланиши дара-
жаси белгиланади.

Тозаланмаган қолдиқ газлар (ТҚГ) олдиндан ёниш каме-
раси 1 да қизитилади, камерага шунингдек, табиий газ ва ҳа-
во ҳам берилади. Кейин ТҚГ ва табиий газ тикланиши учун
каталитик тозалаш реакторига келади, у ерда икки қатлам
катализатордан ўтади: биринчи қатламда табиий газнинг суви
бор бўлган компонентлари ёнадн ва азот оксидлари молекуляр



26.1-расм. Нитроз газларни каталитик тозалаш технологик жараёнини
автоматик барқарорлаштириш схемаси.

оксидгача тикланади, иккинчи қатламда углерод оксиди диок-
сидгача ёндирилади.

26.1-расмда нитроз газларини каталитик тозалаш техноло-
гик режимини автоматик барқарорлаштириш схемаси кўрсат-
тилган. Унда реактор 2 нинг катализатори юқори қатламида
жойлаштирилган биринчи температура датчиги 6, катализатор
юқори қатлами температураси ростлагичи 3, ёндиришга ҳаво
узатишни ростловчи орган 4, сумматор 5, иккинчи температура

датчиги 6 (унинг сезгир элементи катализаторнинг қуйи қатламида ўрнатилган), температуралар фарқи ростлагичи 7, ёндириладиган ҳаво ва табиий газ сарфлари нисбатини ростлагичи 8, табиий газни ёндиришга узатиш линиясидаги ростловчи орган 9, ТҚГ даги кислород концентрацияси датчиги 10, кўпайтириш блоки 11 ТҚГ ни сарфлаш датчиги 12, ТҚГ ва табиий газни тиклашга сарфлаш нисбати ростлагичи 13, табиий газни тиклашга сафланишини ростловчи орган 14 бор. Система қуйидаги тарзда ишлайди.

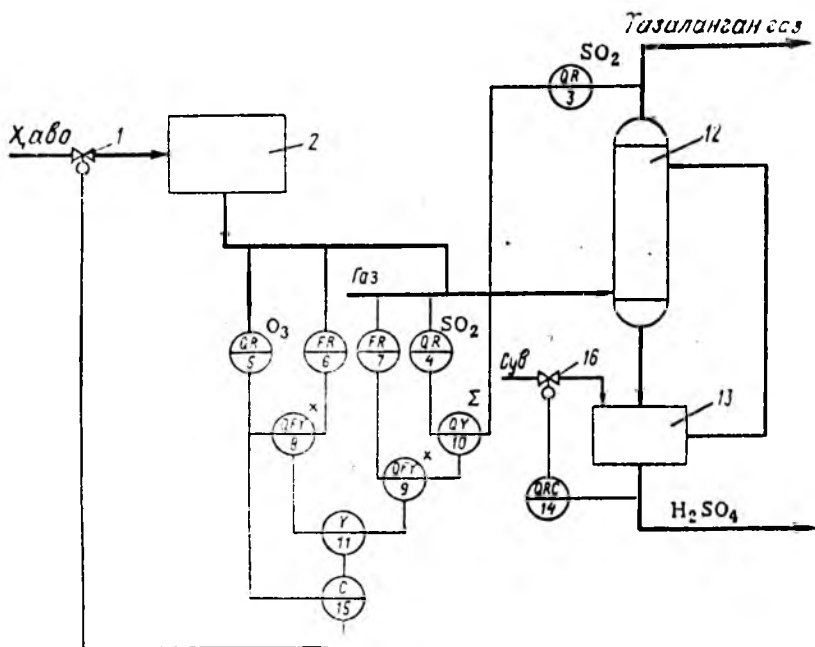
Катализаторнинг биринчи ва иккинчи қатламида кечадиган кимёвий реакциялар кучли экзотермик бўлгани туфайли кўрсатилган қатламларда температурани ўлчовчи датчиклар 6 ўрнатилган. Технология талаблари катализаторнинг биринчи қатлами учун тиклаш муҳитини сақлаб туришни кўзда тутди — бунда азот оксидлари эркин азотгача тикланади. Катализаторнинг иккинчи қатламида кечадиган реакциялар оксидловчи муҳит бўлишини талаб қилади — бу ҳолда углерод оксиди диоксид ҳосил қилиб, кислород билан таъсирлашади. Реактор 2 даги сумматор 5 билан ўлчанувчи температуралар фарқи реактор 2 да кечадиган жараёни ифодалайди. Масалан, катализатор қатламлари орасидаги температуралар фарқи реактордаги жараённинг оксидланувчи режимга ўтишини кўрсатади ва, аксинча, температуралар фарқининг нолгача камайиши кучли тикловчи муҳитнинг пайдо бўлганлигидан ва табиий газнинг ортиқча сарф бўлганидан далолат беради. Шу муносабат билан барқарорлаштириш системаси сумматор 5 да 6 датчиклардан олинган температуралар қийматлари ҳақидаги сигналларни қарама-қарши ишора билан қўшишни кўзда тутди. Сумматор 5 нинг чиқишидан чиққан сигнал ростлагич 7 нинг киришига келади, унинг берилган ва ўлчанган температуралар айирмасига пропорционал чиқиш сигнали табиий газни ёниш камераси 1 га узатишни ростловчи органи 9 ни бошқарувчи нисбат ростлагичи 8 нинг коректирловчи киришига келади. Шундай қилиб, ҳаво ва табиий газ сарфларининг нисбати ростлагич 7 да корекцияланиб (тузатилиб) ростланади.

Реакторда зарур температурани сақлаб туриш учун катализаторнинг биринчи қатлами температурасини ўлчовчи датчикдан чиққан сигнал ростлагич 3 га келади, у ерда топшириқ қийматлари билан таққосланади. Ростлагич 3 нинг таққослаш натижасида ҳосил бўлган қийматига пропорционал чиқиш сигнали ёниш камерасига ҳаво узатиш линиясида ўрнатилган ростловчи орган 4 ни бошқаради. Табиий газни реакторга тиклаш учун узатишни ростлаш ростловчи орган 14 га таъсир қилувчи нисбат ростлагичи 13 ёрдамида ТҚГ сарфи билан бир хил нисбатда амалга оширилади. Схемада ростлагич 13 га кўпайтириш блоки 11 дан реакторга нитроз газлари оқими билан келадиган умумий ҳаво сарфи қийматига пропорционал корекцияловчи таъсир назарда тутилган. Бу қий-

мат блок 11 да нитроз газлар 12 сарфи датчигидан олинган сигналларни нитроз газлар оқимидаги кислороднинг датчик 10 билан ўлчанадиган ҳажмий концентрацияси миқдорига кўпайтириш натижасида ҳосил бўлади. Кўрсатиб ўтилган коррекцияловчи таъсирнинг киритилиши нитроз газлар оқимида кислород концентрациясининг ўзгаришини табиий газни реакторга тикланиш учун узатишни тегишлича ўзгартириш билан компенсациялашга имкон беради.

Газларни олтингугурт диоксидидан тозалаш системаси. Сульфат кислота саноатида чиқувчи газларни олтингугурт диоксидидан тозалаш учун озонли каталитик усул энг тежамлидир. Бу усул бўйича тозаланадиган газлар 40% ли сульфат кислотаси билан ювиладиган скруббер орқали ўтказилади. Олтингугурт диоксидидан тозаланган газлар атмосферага чиқарилади. Сульфат кислотаси эритмаси тўйинишига қараб унинг бир қисми системадан чиқариб юборилади. Икки валентли марганец ионлари катализатор вазифасини ўтайди. Катализаторни фаол шаклга ўтказиш учун тозаланаётган газга озонаторларда олинадиган озонланган ҳаво қўшилади.

Скрубберда озон концентрациясининг ортиши билан эритманинг газдан олтингугурт диоксидини ютишининг йиғинди тезлиги ортади. Бунинг оқибатида скрубберга тозалаш учун

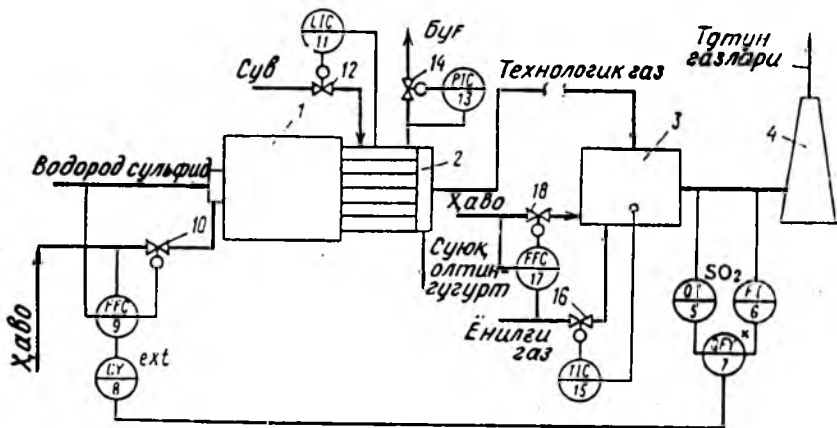


26 2- расм. Газ тозалашнинг озон-каталитик жараёнини автоматик ростлашнинг принципал схемаси.

келаётган берилган газ оқимида ютилган SO_2 миқдори ортади ва мос ҳолда K нинг қиймати ҳам ортади, яъни тозаланаётган газ бирлигига тўғри келадиган солиштира ҳаражатлар (сарфлар) пасаяди. Бироқ озон концентрациясини ошириш учун озонланган ҳаво сарфини ошириш керак, бу эса электр энергия ҳаражатларининг ошишига олиб келади. 26.2-расмда газ тозалашнинг озон-каталитик жараёнини автоматик ростлашнинг принципиал схемаси келтирилган.

Ютилган SO_2 нинг миқдорини аниқлаш учун тозалаш учун келаётган газ сарфи (датчик 7) ва скруббер 12 га киришда ҳамда ундан чиқишда SO_2 нинг концентрацияси (датчиклар 4 ва 3) ўлчанади. Ютилган SO_2 нинг умумий миқдори кўпайтириш блоки 9 да сарф датчиги 7 дан ва алгебраик сумматор 10 дан олинандиган сигналларни ўзаро кўпайтириш йўли билан олинади. Алгебраик сумматор 10 да эса скрубберга киришда ва ундан чиқишда SO_2 нинг концентрациялари орасидаги фарқ аниқланади. Озонланган ҳавонинг сарфи датчик 6 билан ўлчанади, ундаги озон концентрацияси эса датчик 5 билан ўлчанади. Кўпайтириш блоки 8 да бу сигналлар ўзаро кўпайтирилади ва чиқишда келаётган озонланган ҳаводаги умумий озон концентрациясига пропорционал сигнал шаклланади. Бўлгич 11 нинг чиқишида ютилган SO_2 ва келаётган озон миқдорларининг нисбатига пропорционал сигнал ҳосил бўлади. Ростлагич 15 бу нисбатни озонланган ҳаводаги озон концентрацияси бўйича коррекциялаб, озонатор 2 га ҳаво узатишни ростловчи орган 1 га таъсир кўрсатиш йўли билан ростлайди. Озон концентрацияси асосий ростловчи параметр бўлгани учун ютилган SO_2 нинг ва келаётган озон миқдорларининг нисбатини ростлаб, қиммат озондан жуда унумли фойдаланган ҳолда газни SO_2 дан тозалашнинг керакли даражасини олиш мумкин. Скруббердан чиқишда сульфат кислотаси концентрациясини ростлаш ишини H_2SO_4 концентрациясини ростлагич 14 бажаради, у сувни скруббер 12 нинг циркуляцион тўплагичи 13 га узатишни ростловчи орган 16 га таъсир кўрсатади.

Газларни водород сульфиддан тозалаш системаси. Йил сайин атроф муҳитни олтингургурт бирикмаларининг жумладан, водород сульфиднинг зарарли таъсиридан ҳимоя қилиш ҳақидаги масала борган сари долзарб бўлмоқда, бу водород сульфид газ, нефть ва сленецни кимё саноати корхоналарида қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўлади. Айниқса табиий ва технологик газни водород сульфиддан тозалаш муаммоси долзарб бўлиб қолади, бу конларни ишлаш миқёсларини кенгайтириш билан ҳам «Муборак» газ кони юқори олтингургуртли нефть олишни орттириш билан ҳам боғлиқ. Бунда газларни водород сульфиддан тозалаш билан бирга мавжуд технологик схемаларда, шунингдек, қимматли товар маҳсулотларини (олтингургурт, сульфат кислотаси ва ҳоказо) олишни ҳам кўзда тутати.



26.3-расм. Газларни водород сульфиддан тозалашнинг Клаус жараёнини экстремал ростлаш схемаси.

Водород сульфиднинг катта қисми ($\approx 65\%$) реактор-генератор 1 да олтингугуртга айланади (26.3-расм); у газ оқимидан уни совитиш ва қозон-утилизатор 2 да ҳосил бўлган буғларни конденсациялаш натижасида ажратилади. Кейин технологик газ бир қатор аппаратлардан ўтиб, таъсирланмаган олтингугурт бирикмаларини ва тутиб қолинмаган олтингугурт заррачаларини қайта ишлаш учун печь 3 га тушади. Печь 3 да водород сульфиди ва олтингугурт қолдиқлари ортиқча ҳаво кислородида олтингугурт диоксидигача куйдирилади. Печдан сўнг 1,7% дан кам SO_2 бўлган тутун газлари труба 4 орқали атмосферага чиқариб ташланади. Водород сульфиднинг умумий конверсия даражаси, унинг олтингугуртгача ва SO_2 гача конверсиялари даражаси кўпгина омилларга боғлиқ, даставвал водород сульфитнинг дастлабки газдаги концентрациясига, жараёнга бериладиган ҳаво миқдорига, қурilmанинг айрим аппаратлари температура режимларига боғлиқ.

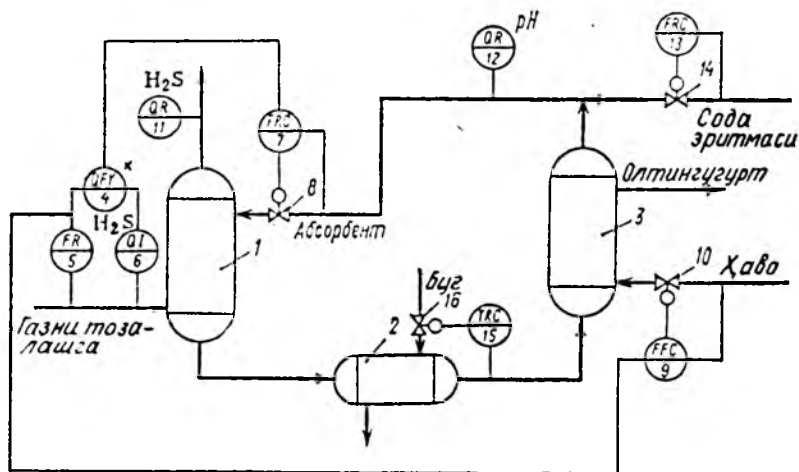
Водород сульфидни элементли олтингугуртга қайта ишлаш жараёнини бошқаришнинг асосий вазифасини тутун газларида SO_2 миқдорини минимизациялаш бўлиб (санитар нормадан ортиқ эмас), у шунингдек максимал миқдорда олтингугурт чиқишини таъминлайди. Экстремал ростлаш системасига SO_2 ни газанализатори 5, тутун газлари сарф ўлчагичи 6, кўпайтириш блоки 7, оксидланган газ (95% гача H_2S); ҳаво сарфлари нисбатлари экстремал ростлагичи 9 киради. Газоанализатор 5 ва сарф ўлчагич 6 дан келган сигнал тутун газларида SO_2 нинг миқдорига пропорционал сигнални шакллантирувчи кўпайтириш блоки 7 га келади. Бу сигнал экстремал ростлагич 8 нинг киришига келади, бу ростлагич тутун газларида SO_2 нинг минимал миқдорига мос келадиган оксидланган газ: водород сарфларининг оптимал нисбатини излайди. Сарфларнинг

оптимал нисбати ҳавонинг реактор-генераторга узатишни ростлаш-клапани 10 га таъсир қилувчи нисбат ростлагич 9 ёрдамида таъминланади.

Клаус жараёнини автоматик ростлаш схемаси қуйидагиларни кўзда тутди:

қозон-утилизатор 2 даги сув сатҳи баландлигини қозон-утилизаторга сув ўзатувчи ростловчи клапан 12 га таъсир кўрсатувчи сатҳ ростлагичи 11 ёрдамида барқарорлаштириш; қозон-утилизатор 2 даги буғ босимини буғни чиқариш линиясида ўрнатилган ростловчи клапан 14 га таъсир қилувчи босим ростлагичи 13 ёрдамида барқарорлаштириш; газ температурасини ёниш печида ёнувчи газни ёниш печи 3 га узатишни ростловчи клапан 16 га таъсир қилувчи температура ростлагичи 15 ёрдамида барқарорлаштириш.

Ёниш печи 3 га сарфлар нисбатини ростлагич 17 ёрдамида ҳавони узатишни ростловчи клапан 18 га таъсир кўрсатиш йўли билан узатиладиган ёнилғи газни, ҳаво сарфлари нисбатини ростлаш.



26.4- расм. Газларни водород сульфиддан мишьяк-сода эритмаси билан тозалаш жараёнини автоматлаштириш схемаси.

Газни водород сульфиддан тозалашнинг бошқа кенг тарқалган каталитик жараёни газни мишьяк кислота тузлари ишқорий эритмаси билан ювиш ҳисобланади. Ишқор сифатида одатда сода (натрий карбонат) эритмаси қўлланилади. Жараённинг технологик схемаси ва автоматлаштириш схемаси 26.4-расмда келтирилган. Водород сульфиди бўлган газ абсорбер 1 га келади, у ерга ювиш учун яна абсорбент ҳам берилди. Абсорбция натижасида чиқувчи газлардаги H_2S нинг

миқдори 0,8—1 мг/м³ гача пасаяди. Абсорбердан чиқаётган таъсирланган эритма, иссиқлик алмашгич 2 дан ўтиб, оксидланиш аппарати 3 га тушади, у ерда ҳаводаги кислород билан ўзаро таъсирлашади ва олтингугурт ҳосил бўлиши билан қайта тикланади (регенерацияланади). Кейин қайта тикланган (регенерацияланган) эритма жараёнга берилаётган сода эритмаси билан аралашиб, абсорбер 1 га (ювишга) тушади.

Ростлашнинг асосий контурларндан бири абсорбентни абсорбер 1 га узатишни дастлабки газдаги водород сульфид миқдорига пропорционал ростлаш ҳисобланади, бу ростлаш блок 4 да газни тозалашга сарфлаш датчиги 5 дан ва дастлабки газдаги H₂S га газ анализатори 6 дан келадиган сигналларни ўзаро кўпайтириб аниқланади. Кўпайтириш блоки 4 дан чиқиш сигнали абсорбентни узатишни ростловчи клапан 8 га таъсир қилувчи абсорбент 7 сарф ростлагичининг топшириқ камерасига тушади.

Ростлагичнинг бошқа муҳим контури абсорбер 1 га келадиган дастлабки газ ва оксидлаш аппарати 3 га узатиладиган ҳаво сарфлари нисбатини ростлаш контури ҳисобланади. Бу ростлаш сарфлар нисбати ростлагичи 9 ёрдамида ҳавони узатишни ростловчи клапан 10 га таъсир қилиш йўли билан амалга оширилади. Бундан ташқари, қуйидаги параметрларни назорат қилиш кўзда тутилган: абсорбер 1 нинг чиқишида тозаланган газда H₂S нинг миқдорини газ анализатори 11 ёрдамида; абсорбентдаги рН кўрсаткичини датчик 12 ёрдамида.

Қуйидаги параметрларни барқарорлаштириш кўзда тутилган: қайта тикланган (регенерацияланган) эритма билан абсорберга узатиладиган сода эритмаси сарфини сода эритмасини узатишни ростловчи клапан 14 га таъсир қилувчи сарф ростлагичи 13 ёрдамида; иссиқлик алмашгичдан кейин тўйинган эритма температурасини температура ростлагичи 15 ёрдамида буғ узатишни ростловчи клапан 16 га таъсир қилиш йўли билан.

XXVI.2-§. ЗАРАРЛИ ОҚАВА СУВЛАРНИ ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Саноатнинг кимё ва озиқ-овқат тармоқларининг кўпчилик ишлаб чиқариш объектлари оқава сувларининг ифлосланиши таркиби ва концентрацияси уларни сув ҳавзаларига олдиндан ишлов бермасдан (зарарсизлантирмасдан) ташлашга имкон бермайди.

Оқава сувларни тозалашнинг қуйидаги асосий услублари мавжуд: механик (сузиб ўтказиш, тиндириш, филтрлаш); кимёвий ёки реагентли (кислота ва ишқорларни нейтраллаш, металллар ажратиш, органик бирикмаларни кимёвий оксидлаш, реагентлар қўшиш ҳисобига юпқа дисперсли заррачаларни зарарсизлантириш, коагуляциялаш); физик-кимёвий (ионли алмашув, электрокимёвий оксидланиш ва тикланиш, экстрак-

ция, куйдириб термик ишлов бериш ва бошқ); биокимёвий (органик моддаларнинг биокимёвий оксидланиш, анаэроб ачиш).

Бу услубларнинг ҳар бири алоҳида ёки маълум тўпламда барча ишлаб чиқаришларда оқава сувларни тозалашда қўлланилади. Масалан, сунъий тола корхоналарининг умумий оқаваларини тозалаш бундай схема бўйича қурилади; ҳамма оқаваларни аралаштириш, уларни нейтраллаш, тиндириш, ишқорлаш ва биокимёвий тозалаш.

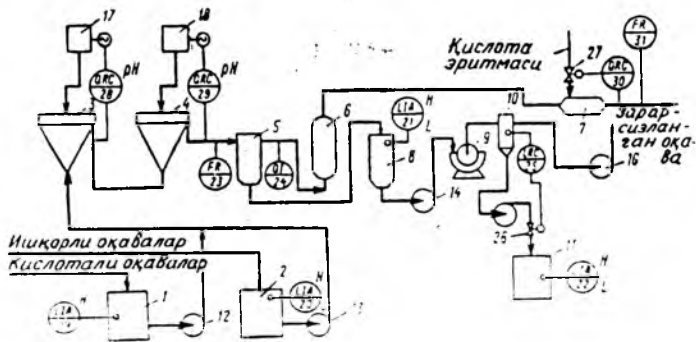
Реагентли ишлов бериш ва биокимёвий тозалаш саноатнинг асосий, азот ва нефть-кимёвий тармоқлари корхоналари, синтетик каучук, пластик массалар ва бошқа ишлаб чиқаришлар чиқариб ташлаган оқава сувларни тозалашнинг бевосита ва асосий усуллари ҳисобланади.

Қуйида кимёвий, физик-кимёвий ва биокимёвий тозалаш усуллари қараб чиқилган.

Кимёвий тозалаш. Кимёвий тозалаш станцияларида оқава сувларни турли регентлар билан ишлов бериш кенг тарқалди. Ишлаб чиқаришдаги оқава сувларни реагентли тозалашдан кўпинча коллоид ва мувозанатли моддаларни коагуляциялаш, кислота ва ишқорларни нейтраллаш, оғир металллар ионларидан озод қилиш, заҳарли моддаларни (ционидлар, хром ва бошқ.) зарарлантириш учун қўлланилади. Бу услублар органик ва сирт-актив моддаларни парчалаш учун ҳам қўлланилади. Вазифаларнинг бундай хилма-хиллигига қарамай, оқава сувларни реагентли тозалаш учун қурилмалар иншоотларининг таркиби ва жиҳозларининг турлари бўйича у ёки бу жиҳатдан бир хилдир. (Уларнинг кўпчилиги муҳандислик амалиётида вазифалари анча кенг бўлишига қарамай нейтраллаш станцияси номи билан маълум).

Қуйида сунъий тола ишлаб чиқариш заводи оқава сувларини тозалаш комплексини автоматлаштириш ва назорат қилиш системаси қараб чиқилган (26.5-расм).

Кислотали ва ишқорли овқатларга ишлов бериш техноло-



26.5-расм. Оқава сувларни тозалаш комплексини автоматлаштириш схемаси.

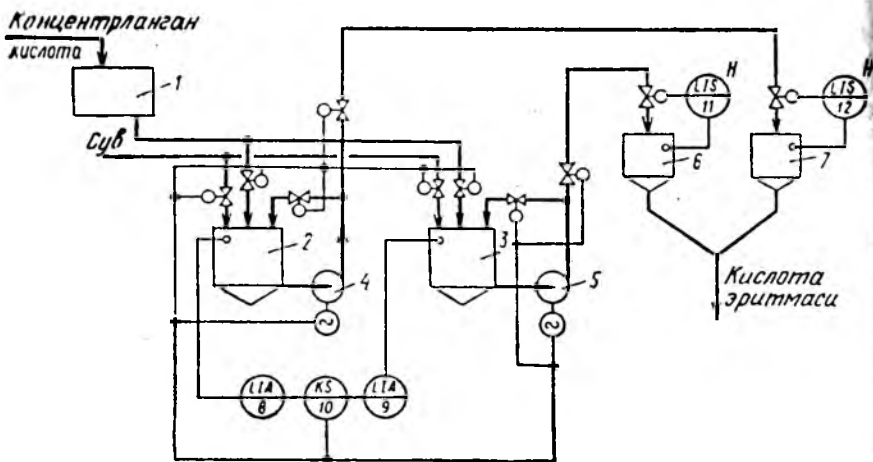
гиясида уларнинг ўзаро нейтралланиши, реагент ишлов бериб, кейин зарраларни тиндириш ва газларни пуфлаш, фильтрлаш, фильтратни якуний нейтраллаш, чўкиндени зичлаштириш ва уни механик сувсизлантириш.

Кислотали ва ишқорли оқавалар тозалаш мақсадида идишлар 1 ва 2 га алоҳида берилади, у ерда оқавалар таркиби бироз тенглашади. Аралаштиргич 3 да кислотали ва ишқорли оқавалар ўзаро нейтралланади ҳамда углерод сульфиди ва водород сульфидининг асосий қисми тиндирилади. Кейин оқавалар аралаштиргич 4 га тушади, у ерда оқакли сув билан ишлов берилади: Аралаштиргичдан чиқишда $pH=9-10$ ўзгармас қийматни сақлаб туриш зарур. Бунда сувда эриган рух сульфати кам эрувчан рух гидроксидига ўтади. Ҳосил бўлган чўкма тиндиригич 5 га тушади. Бундан кейин рангсизлантирилган сув рангсизлантиргич (осветлитель) 6 да қўшимча тозаланани. Тозаланган сув юқори даражада ишқорийликка эга бўлгани учун уни канализацияга ташлашдан олдин у кислоталанади. Бунинг учун уни аралаштиргич 7 га йўлланади, унинг киришига сульфат кислота эритмаси узатилади. Аралаштиргич 7 нинг доимий қиймати сақлаб турилиши керак. Нейтралланган оқавалар аралаштиргич 7 дан сўнг канализацияга оқизилади. Тиндиригич 5 даги 98% ли намликка эга чўкма декантатор 8 да зичланади ва намлиги 96% гача пасайтирилгандан сўнг барабанли вакуум-фильтр 9 га сувсизлантириш учун узатилади. Вакуум-фильтр 9 дан чиққан сув ресивер 10 дан ўтиб, резервуар 11 га тушади ва кейинчалик контакт ёриткичларни ювишда фойдаланилади.

Идишлар 1 ва 2 даги оқава сувлар сатҳ баландлигини сатҳ датчиклари 19 ва 20 назорат қилади, декантатор 8 даги сатҳни эса датчик 21 назорат қилади, резервуар (идиш) 11 даги сатҳни датчик 22 назорат қилади. Тиндиригич 5 га киришдаги қайта ишланадиган оқаваларнинг сарфини датчик 23 назорат қилади, канализацияга оқизиладиган оқавалар сарфини эса датчик 31 назорат қилади. Тиндиригичнинг иши лойқа датчиги 24 ёрдамида назорат қилинади. Ресивер 10 даги суюқлик сатҳи декантанни узатиш қувурида клапан 26 ни бошқарувчи ростлагич 25 томонидан ростланади. Аралаштиргич 3 ва 4 лардаги pH катталикни ростлагич 28 ва 29 лар автоматик ростлаб, улар аралаштиргич 3 ва 4 да оқакли эритмани дозловчи дозотор 17 ва 18 ларнинг юритмаларига таъсир кўрсатади.

Кислотани аралаштиргич 7 га узатиш ростлагич pH 30 ва ростловчи клапан 27 ёрдамида ростланади.

Замонавий тозалаш иншоотларида энг қийин, меҳнат талаб технологик операциялардан бири реагентларни тайёрлашдир. Шунинг учун реагент бўғинларни автоматлаштиришга катта аҳамият берилади. Баъзи тоза эритмаларни масалан, нитрат кислота эритмасини тайёрлаш бўғинларида, техноло-



26.6- расм. Кислота эритмасини тайёрлаш жараёнини автоматлаштириш схемаси.

гик цикл шу тарзда қурилганки, унда хизмат кўрсатувчи ходимларнинг бевосита иштирокисиз амалга ошириш мумкин.

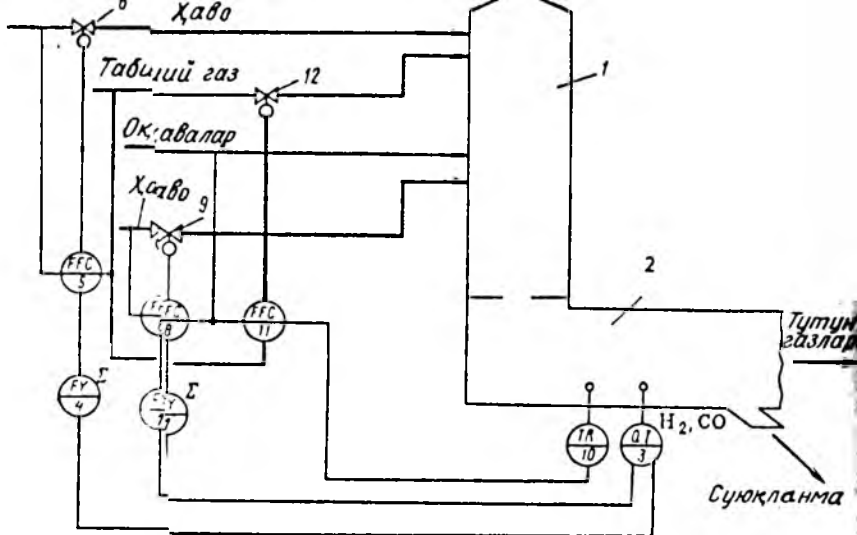
Кислота эритмасини тайёрлаш бўғинини автоматлаштиришнинг принципал схемаси 26.6- расмда кўрсатилган. Концентрланган нитрат қислота захираси (идиш) 1 да сақланади. Эритма идишлари 2 ва 3 мос равишда насослар 4 ва 5 билан ва босим бочкалари 6 ва 7 билан навбатма-навбат ишлайди. Навбатдаги эритма баки 2 ёки 3 ағдарилганда тегишли сатҳ сигнализатори 8 ёки 9 дан келаётган импульс бўйича программавий буйруқ бериш блоки 10 ёрдамида тегишли насос (4 ёки 5) ўчирилади (тўхтатилади), босим қувиридаги клапан ёпилади, иккинчи насос уланади ва эритмани иккинчи босимли бочкага узатиш учун унинг клапани очилади. Иккинчи эритма бакида бу вақтга келиб кислотанинг эритмаси тайёрланган бўлади. Бир вақтда биринчи бакка сув узатиш линиясида клапан очилади. Юқори сатҳга етганда сув бериш тўхтатилади. Кейин биринчи бакка концентирланган кислотани узатиш клапани очилади. Қуйилаётган сув миқдори кислота клапанларини бошқарувчи программавий буйруқ блоки 10 нинг вақт бўйича созланишига боғлиқ. Кислота клапани ёпилгандан сўнг биринчи насос ишга туширилади ва эритма аралаштирилади. Аралаштиришнинг давомийлигини блок 10 белгилайди. Насос тўхтатилгандан сўнг биринчи бак ишга тайёр бўлади. Иккинчи эритма баки ағдарилгандан сўнг шунга ўхшаш операциялар амалга оширилади.

Термик ишлов бериш. Кенг таркибли ва юқори концентрацияли (уларга, масалан, капролактама ишлаб чиқаришдаги оқавалар кирди) органиқ ва минерал моддаларга эга саноат оқаваларини механик, биокимёвий, кимёвий ва бошқа усул-

ларни қўлланиб тозалаш ё ижобий самара бермайди, ёки иқтисодий нуқтан назардан мақсадга мувофиқ эмас. Бундай sanoat оқаваларини зарарсизлантиришнинг истиқболли усулларидан бири термик усул бўлиб, sanoat оқаваларини олов билан зарарсизлантиришнинг энг самарали ва универсал қурилмалари уюрма туридаги аппаратлар, хусусан циклонли реакторлардир. Термик зарарсизлантириш жараёни органик чиқиндиларнинг тўла ёниши $\Sigma\text{SO}_2 + \text{SO}_3$ ва HCl нинг камера ҳажмида нейтраллаш ва чиқарилаётган минерал тузлар эритмасини тутиб қолиш учун мўлжалланган вертикал циклон камерада рўй беради.

Оқаваларни зарарсизлантиришнинг сифати атмосферага чиқариб ташланаётган заҳарли газлар миқдори (хусусан, тутун газларидаги углерод оксиди концентрацияси) ва энергетик ҳаражатлар билан аниқланади. Зарарсизлантириш жараёнини ростлаш циклонгел берилаётган оқаваларнинг узлуксиз ўзгараётган таркиби билан, шунингдек, зарарсизлантиришга бир вақтда таркиби бўйича учта турлича оқим: кубавий қолдиқлар (мойлар), миқдорий ва кислотали оқавалар келиши билан мураккаблашади. Йиғинди оқава таркибини ва унинг айрим ташкил этувчилари таркибини аниқлаш синовлар ўтказиш ва узоқ лаборатория таҳлиллари олиб бориш билан боғлиқ. Шунинг учун оқаваларни термик зарарсизлантириш жараёнининг самарадорлиги кўп жиҳатдан жараёни автоматик ростлаш системаси билан аниқланади, у жараён ҳақидаги тўлиқмас ахборот шароитида бу жараёни етарлича аниқликда бошқаришга имкон беради.

26.7-расмда sanoat оқаваларини термик зарарсизлантиришни автоматик бошқариш системасининг тузилиш схемаси келтирилган. Ёнилғини ёқиш ва циклон 1 да оқава сувларни термик зарарсизлантиришдан ҳосил бўлган чиқувчи газлар тўплагич 2 орқали ўтади ва дум қисмида газ тутиб қолган қурилмасида олиб қолиниб ундан хроматографик газоанализатор 3 га улардаги водород ва углерод оксиди миқдорини анализ қилиш учун тушади. Водород концентрациясига пропорционал сигнал сумматор 4 га келади (унда водороднинг жорий ва берилган қийматлари орасидаги фарқ сигнали шаклланади) ва кейин ёнилғи ҳаво сарфлари нисбати ростлагич 5 нинг киришига келади. Ростлагич 5 нинг чиқиш сигнали бирламчи ҳавони циклон 1 га узатувчи ростловчи клапан 6 га узатилади. Углерод оксиди концентрациясига пропорционал сигнал газоанализатор 3 дан сумматор 7 га тушиб, унинг чиқишида углерод оксиди концентрациясининг жорий ва берилган қийматлари орасидаги фарқ сигнали шаклланади. Бу сигнал оқава сувлар: иккиламчи ҳаво сарфлари нисбати ростлагичи 8 нинг киришига келади, у иккиламчи ҳаво сарфини ростловчи клапан 9 орқали бошқаради. Тутун газларининг тўплагич 2 даги температураси температура датчиги 10 билан ўлчаниб, унинг чиқиш сигнали ёнилғини циклон 1 га узатиш



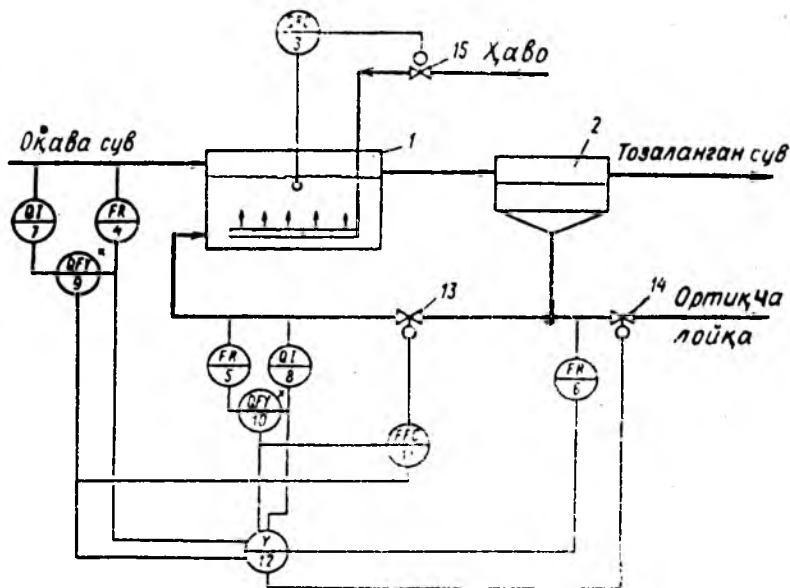
26.7-расм. Саноат оқаваларини термик зарарсизлантиришни автоматик бошқариш системасининг схемаси.

ростловчи клапани 12 га таъсир қилувчи оқава сувлар ёнилги сарфлари нисбатини ростлагич 11 га келади.

Температура бўйича сигнал сарфлар нисбати ростлагичи 11 га температуранинг критик нуқтадан пастга тушмаслигини чеклаш (пасаймаслиги) мақсадида (бунда оқава сувларнинг ташкил этувчиларининг оксидланиш реакцияси анча секинлашади) оқава сувларнинг ўзгарувчан таркиби шароитида циклонли реакторнинг ишончли ишлашини таъминлаш учун узатилади.

Биокимёвий тозалаш. Оқава сувларни биокимёвий тозалаш қурилмалари тозалаш мажмуининг пировард бўғини ҳисобланади. Уни оқавалардаги органик моддаларни оксидлаш йўли билан аппаратларда (азротенкаларда) ёки сув ҳавзаларида (кўл, каналларда) ўтказилади. Оқава сувлар азротенкадан сўнг тиндиргичларга йўлланади, у ердан эса тозаланган оқавалар каналлизацияга оқиб ўтади, бактерияси бор лойқанинг бир қисми эса азротенкага рециркуляция қилинади. Олинган лойқа аралашмасини яхшилаб аралаштириш ва кислород билан тўйинтириш учун азротенканинг пастки қисмига ҳаво берилади.

Биокимёвий тозалашни автоматлаштиришнинг асосий вазифаси оқава сувдаги ва актив лойқадаги органик моддалар ва эриган кислород миқдори, актив лойқа концентрацияси ва бошқа параметрлар ўзгариб турадиган шароитда микроорга-



26.8- расм. Аэротенк-тиндиргич блокнинг автоматик рoстлаш системаси.

низмларнинг (оксидловчиларнинг) ҳаётини фаолиятини таъминловчи бир қатор омилларни оптимал даражада сақлаб туришдан иборат. 26.8- расмда «аэротенк-тиндиргич» блокнинг автоматик рoстлаш системаси келтирилган бўлиб, у учта рoстлаш контуридан иборат: эриган кислород концентрацияси, актив лойқага нагрузка (юкланиш) ва ортиқча лойқани чиқариш.

Эриган кислород концентрацияси рoстлагичи 3 лойқа аралашмасининг бутун ҳажмида эриган кислороднинг берилган концентрациясини сақлаб туриш учун аэротенк 1 нинг ҳаво юриш йўлидаги рoстловчи клапан 15 га таъсир кўрсатади. Нагрузка (юкланиш)нинг АРС актив лойқага шундай тарзда таъсир кўрсатадики, бунда аэротенкка тушаётган ифлосликларнинг миқдори ва қайтаётган лойқа миқдори орасидаги нисбат доимий қолсин. Органик бирикмалар концентрацияси датчиги 7 дан ва оқова сув датчиги 4 дан чиқаётган сигналлар кўпайтириш блоки 9 билан кўпайтирилиб, унинг чиқиш сигнали сарфлар нисбати рoстлагичи 11 га узатилади. Шу ернинг ўзига актив лойқа концентрацияси датчиги 8 дан ва блок 10 да кўпайтирилган қайтган лойқа сарфи датчиги 5 дан сигнал узатилади. Сарфлар нисбати рoстлагичи 11 қайтган лойқа сарфини ўзгартирувчи рoстловчи клапан 13 га таъсир кўрсатади.

Ортиқча лойқани чиқаришни рoстлаш АРС шундай таъсир қиладики, бунда аэротенк 1 даги умумий ва тиндиргич 2 даги умумий лойқа массаси ўзгармас қолсин. Оқова сув ва

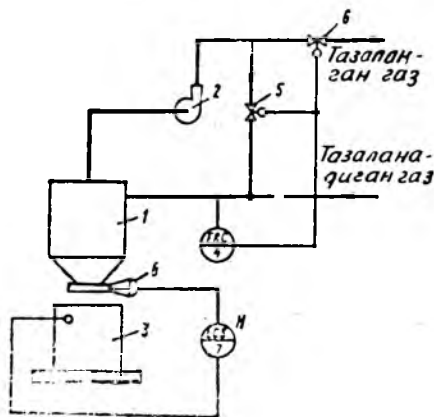
ортиқча лойқа сарфлари датчиклари 4 ва 6 дан, актив лойқа концентрацияси датчиги 8 дан ва кўпайтириш блоклари 9. 10 дан чиққан сигналлар ҳисоблаш блоки 12 га келади, у эса тозалаш системасидаги актив лойқа массасини ҳисоблайди. Ҳисоблаш блоки 12 системадан чиқариладиган лойқа миқдорини ўзгартирувчи ростловчи клапан 14 га таъсир қилади.

XXVI.3- §. ГАЗЛАРНИ ҚАТТИҚ АРАЛАШМАЛАРДАН ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Кимё корхоналаридан атмосферага чиқаётган газларнинг энг кенг тарқалган ифлосланиш турларидан бири қаттиқ зарралар (қурум, кул, чанг) ҳисобланади. Чиқувчи газларни қаттиқ аралашмалардан тозалаш учун қуруқ ва ҳўл услубда қўлланилади. Қуруқ тозалаш электрофилтрлар ва матон филтрлар ёрдамида циклон туридаги аппаратларда, ҳўл тозалаш эса асосан Вентури скрубберларида амалга оширилади.

Газларни циклонларда тозалаш. Бу аппаратлар газ оқимидан диаметри 5 мкм дан катта зарраларни ажратиш учун қўлланилади. Циклонлар бошқа чанг тутгич аппаратлар билан биргаликда газларни тозалашга, қаттиқ қотишмаларнинг ҳосиллари ва дисперс таркибига қўйиладиган талабларга боғлиқ ҳолда қўлланилиши мумкин.

Циклонларнинг ишлаш принципи газ оқимининг айланма илгарилема ҳаракатида ривожланадиган марказдан қочма кучдан фойдаланишга асосланган. Бу куч таъсирида қаттиқ зарралар циклон деворлари томон отиб юборилади ва газларнинг бир қисми билан бункерга туширилади. Газ оқим тезлигининг ортиши билан циклонда тутиб қолиш яхшиланади. Бироқ катта тезликларда циклоннинг фойдали иш коэффициентининг ўсиши секинлашади ва хатто пасаяди, бу эса чўки



қолган қаттиқ зарраларни олиб кетувчи уюшмаларнинг пайдо бўлиши билан боғлиқ. Шунинг учун циклонга киришда газнинг тезлигини оптимал даражада барқарорлаштириш катта аҳамиятга эга, бунинг учун тозаланган газнинг бир қисмини қувурда циклоннинг киришига оқиб киритишни ташкил этиш лозим.

26.9- расмда газ оқимининг циклон туридаги аппаратга кириш тезлигини барқарорлашувини амалга оширувчи автоматик бошқаришнинг принципиал сх

26.9- расм. Газ оқимининг циклон туридаги аппаратга кириш тезлигини барқарорлашувини автоматик бошқариш схемаси.

маси келтирилган. Тозаланадиган газ циклон 1 га келади; юқоридан вентилятор 2 билан тозаланган газ чиқарилади; пастдан бункер 3 га қаттиқ заррачалар чиқарилади. Тозаланган газнинг бир қисми тозаланадиган газ линиясига рециркуляцияланади (қайта юборилади).

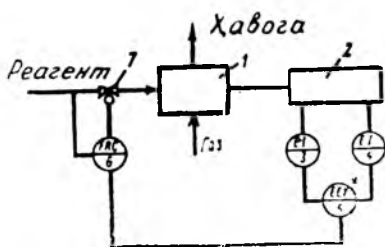
Газнинг циклонга киришдаги тезлиги оқими (струяли) компенсацион ўлчагич билан ўлчанади ва ростлагич 4 билан берилган қийматда сақлаб турилади. Газнинг кириш оқими ҳақиқий тезлиги берилган қийматдан оғанида ростлагич 4 ростловчи клапанлар 5 ва 6 га буйруқ беради, натижада улар газ чиқиши ва рециркуляцияси қувурларининг ўтувчи кесимларини шундай тарзда ўлчайдики, бунда тозаланган газнинг бир қисмини циклоннинг киришига узатиш билан тозаланадиган газ оқимининг кириш тезлигининг барқарорлаштириш мумкин бўлсин. Тутиб қолинган чанг бункер 3 да тўпланади. Бункернинг ортиқча юкланиш (нагрузкеси) ни йўқотиш ва циклонни тўхтатмасдан ундан чангни йўқотиш учун оқимли сатҳ ўлчагич билан бункер 3 даги чанг сатҳ баландлиги ўлчанади ва бункер тўлганда ростлагич 7 ва ростловчи клапан 8 ёрдамида у автоматик ёпилади.

Газларни электрик тозалаш. У электрофильтрада ионлар ҳосил қилиш учун шароит яратишга асосланган. Газларни электрик тозалаш самарадорлигини ошириш учун кондиционирловчи реагент—25% ли аммиакнинг сувдаги эритмаси қўлланилади, у электрофильтрнинг газ йўлида пуркалади.

Идеал ҳолда кондиционирланувчи реагентни чангнинг идеал электр қаршилигини ҳисобга олган ҳолда узатиш зарур. Бироқ бундай асбоб йўқ. Шунинг учун электрофильтрада газларни тозалаш жараёнини кондиционирловчи реагентни қўлаб автоматик бошқариш учун бу реагентнинг электрофильтрнинг вольт-ампер характеристикасида боғлиқлигидан фойдаланилади (26.10-расм).

Электрофильтр 1 га тозаланадиган газ ва кондиционерловчи реагент узатилади. Электрофильтр таъминлаш манба блоки 2 ёрдамида таъминланади, унинг кучланиши ва ток кучи датчик 3 ва 4 лар ёрдамида ўлчанади. Ҳосила ток ва кучланишга боғлиқ ҳолда ростловчи клапан 7 га таъсир қилувчи кондиционирловчи реагент сарфи ростлагичи 6 га топшириқ берилади.

Газларни ҳўл тозалаш. Бу газларни чангдан тозалашнинг энг машҳур усулларида биридир. Чанги ҳўл ҳолда чуқтириш оддий тузилишдаги аппаратда — Вентури скрубберда амалга оширилади, у газни тутиб қолинаётган компонентнинг истаган

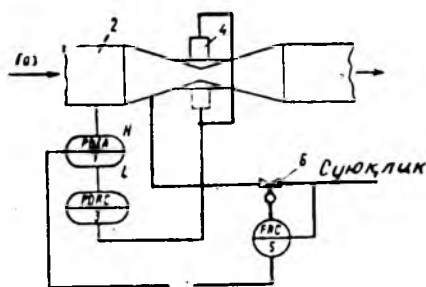


26.10-расм. Газларни электрик тозалаш жараёнини автоматик бошқариш схемаси.

қолдиқ концентрациясидан тозалашга имкон беради. Вентури трубасида газ кирадиган жойда торайган қисми (конфузор) бор ва чиқишида секин кенгайган қисми (диффузор) бор. Скруббернинг иш режимини тутиб қолинаётган қаттиқ зарраларнинг физико-кимёвий хоссаларига ва газни тозалашнинг талаб қилинган самарадорлигига боғлиқ ҳолда танланади. Масалан, Вентури трубаларининг бўйнида газнинг тезлиги 30—200 м/с оралиқда, солиштира ювиш эса 0,1—6 л/м³ ни ташкил этади.

Вентури скрубберларининг муҳим камчилиги улар ишининг самарадорлигининг гидравлик қаршиликка боғлиқлигидир. Технологик агрегат ишининг режими билан боғлиқ бўлган газ ҳажмининг камайиши чанг тутиш самарадорлигининг пасайиши билан бирга кечади. Бу камчилик скрубберни автоматик бошқариш системаси ёрдамида бартараф этилади (26.11-расм).

Датчик 1 билан ўлчанадиган гидравлик қаршиликнинг четлашишида босим кескин ўзгарганда Вентури скруббер 2 да босимнинг кескин ўзгариши ростлагичи 3 дан келаётган сигнал ижрочи механизм 4 га келади, у скруббер бўйнининг кўндаланг кесимини тозалаш жараёни гидродинамик режими сабаб бўлган чеклагич диапазони chegarасида ўзгартиради. Берилган босим ўзгариши чегаравий қийматга етганда (минимал ёки максимум) юзувчи суюқлик сарфи ростлагичи 5 уланади у ростловчи клапан 6 га таъсир кўрсатиб, суғорувчи суюқликни босимнинг берилган кескин ўзгаришига етгунгача ўзгартиради.



26.11- расм, Вентури скрубберда газларни тозалаш жараёнини автоматик бошқариш системаси.

Ростлашнинг бундай системаси Вентури скруббердаги босим ўзгаришини фақат бўйнининг ўтиш кесимини автоматик ростлаш билангина эмас, балки солиштира ювишни ўзгартириш билан ҳам барқарорлаштиришга имкон беради.

1. А. В. Казаков, М. В. Кулаков, Ю. К. Мелюшев. Основы автоматизации и автоматизации химических производств. М.: Машиностроение, 1970.
2. Н. Р. Юсупбеков, Ш. М. Гулямов, А. С. Зиядуллаев. Автоматизация технологик процессов производства растительных масел Т.: Узбекистон, 1973.
3. П. А. Обновленский, А. Л. Гуревич, Д. В. Беляев, и др. Основы автоматизации химических производств. Л.: Химия, 1975.
- Н. Р. Юсуфбеков, Б. Э. Муҳамедов, Ш. М. Фуломов. Автоматика ва ишлаб чиқариш процессларининг автоматлаштирилиши. Т.: Ўқитувчи, 1982.
4. В. Ф. Яценко, В. А. Соколов, Л. Б. Сиваков и др. Основы автоматизации технологических процессов пищевых производств. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
5. Н. Р. Юсуфбеков, С. С. Касымов, Ш. М. Гулямов. Вычислительные системы и управление производством. Т.: Узбекистон, 1984.
6. А. И. Емельянов, О. В. Капник. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами. М.: Машиностроение, 1984.
7. А. Т. Петушкин, О. А. Новицкий. Автоматизация производственных процессов отрасли хранения и переработки зерна. М.: Агропромиздат, 1985.
8. А. А. Воронов. Теория автоматического управления. М.: Высшая школа, 1986.
9. Л. А. Широков, В. И. Михайлов, Р. З. Фельдман, А. И. и др. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в пищевой промышленности. М.: Агропромиздат, 1986.
10. О. Е. Вершинин. Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов. Л.: Энергоатомиздат, 1986.
11. Х. М. Мансуров. Автоматика ва ишлаб чиқариш процессларини автоматлаштириш. Т.: Ўқитувчи, 1987.
12. Промышленные приборы и средства автоматизации. Справочник. Под ред. В. В. Черенкова. Л.: Машиностроение, 1987.
13. Г. И. Лапшенков, Л. М. Полоцкий. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. М.: Химия, 1988.
14. Н. Г. Фарзанае, С. В. Илясов, А. Ю. Азим-заде. Технологические измерения и приборы, М.: Высшая школа, 1989.
15. Е. А. Чернявский, Д. Д. Недоскин, В. В. Алексеев. Измерительно-вычислительные средства автоматизации производственных процессов. Л.: Энергоатомиздат, 1989.
16. Политехника лугати. Махсус муҳаррир Т. Р. Рашидов. Т.: Ўзбек Совет Энциклопедияси Бош редакцияси, 1989.
17. Б. Э. Муҳамедов. Метрология, технологик параметрларни ўлчаш усуллари ва асбоблари. Т.: Ўқитувчи, 1991.
18. В. В. Шувалов, Г. А. Отаджанов, В. А. Голябятников. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. М.: Химия, 1991.
19. М. М. Благовещенская, Н. О. Воронина, А. В. Казаков, и др. Автоматика и автоматизация пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1991.
20. Б. Э. Муҳамедов. Метрология, ўлчаш асбоблари ва автоматикадан русча-ўзбекча қисқача атамалар лугати. Т.: ТПО, 1991.
21. К. С. Аҳмедов, Қ. М. Аҳмеров, Т. А. Отақўзиев. Кимё атамаларининг русча-ўзбекча қисқача лугати Т.: Фан, 1993.
22. Н. Р. Юсуфбеков, А. Маликов. Автоматик бошқариш назарияси. Т.: ТДТУ, 1993.
23. З. С. Салимов. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Т.: Узбекистон, 1994.

МУНДАРИЖА

Кириш

БИРИНЧИ БЎЛИМ

ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАРНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ

УСУЛЛАРИ ВА ВОСИТАЛАРИ

I боб. Метрология асослари ва ўлчаш воситалари

1.1- §. Метрологиянинг асосий тушунчалари	7
1.2- §. Ўлчашлар. Ўлчаш турлари	11
1.3- §. Ўлчаш ўзгартиришлари ва ўзгарткичлари	14
1.4- §. Ўлчаш воситалари, уларнинг элементлари ва параметрлари	17
1.5- §. Ўлчаш хатоликлари ва аниқлик синфи	21

II боб. Температуранинг ўлчаш

II.1- §. Температура ва уни ўлчашдаги асосий тушунчалар	28
II.2- §. Кенгайтирилган термометрлари	32
II.3- §. Манометрик термометрлар	35
II.4- §. Термометрик термометрлар	40
II.5- §. Қаршилик термометрлари	61
II.6- §. Нурланиш термометрлари	76
II.7- §. Температуранинг махсус ўлчаш термометрлари	83

III боб. Босимнинг ўлчаш

III.1- §. Асосий маълумотлар ва таснифи	85
III.2- §. Суюқликнинг босим ўлчаш асбоблари	86
III.3- §. Деформация (пружинали) асбоблар	91
III.4- §. Электр асбоблар	96

IV боб. Модда сарфи ва миқдорининг ўлчаш

IV.1- §. Асосий маълумотлар ва таснифи	102
IV.2- §. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлари	103
IV.3- §. Босим фарқлари ўзгармас сарф ўлчагичлари	115
IV.4- §. Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичлари	119
IV.5- §. Электр магнит сарф ўлчагичлари	123
IV.6- §. Ультратовушли, иссиқлик ва ионли сарф ўлчагичлари	125
IV.7- §. Суюқлик ва газлар миқдорининг ўлчаш	128
IV.8- §. Сочилувчан материаллар ва денали буюмларнинг миқдорининг ўлчаш	153

V боб. Суюқлик ва сочилувчан моддалар сатҳининг баландлигининг ўлчаш

V.1- §. Асосий маълумотлар ва таснифи	136
V.2- §. Қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичлари	137
V.3- §. Гидростатик сатҳ баландлиги ўлчагичлари	140
V.4- §. Электр сатҳ баландлиги ўлчагичлари	144

V.5-§. Радионизотопли сатҳ баландлиги ўлчагичлари	147
V.6-§. Ультратовушли ва радиотўлқинли сатҳ баландлиги ўлчагичлари	149
V.7-§. Сочилувчан моддалар сатҳининг баландлигини ўлчаш	151

VI боб. Моддаларнинг таркибини ва физик хоссаларини назорат қилиш

VI.1-§. Асосий маълумотлар ва таснифи	154
VI.2-§. Газларнинг таркибини анализ қилиш	155
VI.3-§. Суюқликларнинг таркибини анализ қилиш	182
VI.4-§. Суюқликларнинг зичлигини ўлчаш	204
VI.5-§. Суюқликларнинг қовушоқлигини ўлчаш	211
VI.6-§. Моддаларнинг намлигини ўлчаш	223

VII боб. Механик параметрларни назорат қилиш

VIII.1-§. Механик параметрларни назорат қилишдаги асосий тушунчалар	234
VIII.2-§. Силжишни ўлчаш	236
VIII.3-§. Кучни ўлчаш	241
VIII.4-§. Тезликни ўлчаш	243

VIII боб. Сигнал ўзгарткичлар, масофага узатиш системалари ва иккиламчи асбоблар

VIII.1-§. Умумий маълумотлар	246
VIII.2-§. Электр ўзгарткичлар	250
VIII.3-§. Пневматик ўзгарткичлар	260
VIII.4-§. Электр-пневматик ва пневмо-электр ўзгарткичлар	263
VIII.5-§. Телеўлчагичлар системаси ҳақида тушунча	264
VIII.6-§. Иккиламчи асбоблар	265
VIII.7-§. Ўлчаш воситаларини танлаш	270

IX боб. Технологик ўлчаш воситаларида микропроцессорларнинг қўлланилиши

IX.1-§. Умумий маълумотлар	273
IX.2-§. Рақамли ҳисоблаш техникаси қурилмасига технологик параметрлар ҳақидаги ахборотни киритиш	275
IX.3-§. Микропроцессорларнинг технологик ўлчов воситаларида қўлланилиши	278
IX.4-§. Микропроцессор ва рақамли ҳисоблаш техникаси воситаларининг ўлчов системаларида қўлланилиши	288

ИККИНЧИ БЎЛИМ

ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ СИСТЕМАЛАРИ

X боб. Автоматик рoстлашнинг вазифаси

X.1-§. Асосий тушунча ва қоидалар	289
X.2-§. Четга чиқишлар бўйича рoстлаш	292
X.3-§. Ғалаёнланиш бўйича рoстлаш	293
X.4-§. Комбинациялашган рoстлаш системалари	294
X.5-§. Тесқари алоқа ҳақида тушунча	294
X.6-§. Автоматик рoстлаш системасининг тузилиши	295
X.7-§. Автоматик рoстлаш системаларининг таснифи	298
X.8-§. Ўтиш жараёнлари	300
X.9-§. APC ларга қўйиладиган талаблар	300

XI боб. Автоматик рoстлаш системалари ва APC элементларининг анализи

XI.1-§. Элементларнинг математик тавсифи, аҳамияти ва ишлатилиши	301
XI.2-§. Математик тавсифни олиш методлари	303
XI.3-§. Математик моделнинг аналитик тузилиши	305
XI.4-§. Статик ва динамик моделлар	306

- XI.5-§. Ростлаш системаларининг статик характеристикалари 3
 XI.6-§. Бир киришли звенонинг экспериментал нисбатларини аппроксимациялаш 3
 XI.7-§. Кўп ўзгарувчилари бўлган звено ва системалар статик характеристикасини аппроксимациялаш 3
 XI.8-§. Статик характеристикаларни регрессион метод бўйича аниқлаш 3
 XI.9-§. АРС нинг амалий элементларини тўғри чиқиққа келтириш 3
 XI.10-§. Ростланувчи объектларнинг ўтиш характеристикалари 3
 XI.11-§. Автоматик ростлаш системаларининг чиқиқлиги 3
 XI.12-§. Операцион ҳисобларнинг чиқиқли АРС лар анализида ишлатилиши 3
 XI.13-§. Фурье алмаштириш ва хусусий характеристикалар 3
 XI.14-§. Логарифмик частота характеристикалари 3
 XI.15-§. Элементар звенолар (модель, динамик характеристика, узатиш функциялари) 3
 XI.16-§. АРС нинг тузилиш схемалари ва уларнинг ўзгариши 3

XII боб. Ростланувчи объектлар

- XII.1-§. Ростланувчи объектларнинг хоссалари 3
 XII.2-§. Ўз-ўзидан тўғририлиш хусусияти 3
 XII.3-§. Бир ва кўп сизимли объектлар 3
 XII.4-§. Юк 3
 XII.5-§. Объектлардаги кечикиш 3
 XII.6-§. Кўп сизимли объектни кечикишга эга бўлган биринчи тартибли звено орқали аппроксимация килиш 3
 XII.7-§. Ростланувчи объектларнинг экспериментал ўтиш характеристикалари орқали узатиш функциясини аниқлаш 3
 XII.8-§. Ростланувчи объектнинг динамик характеристикаларини статистик методлар орқали аниқлаш 3
 XII.9-§. Ростланувчи объектлардаги оқимларнинг гидродинамик структура модели 3

XIII боб. Ростлаш сифати

- XIII.1-§. Чиқиқли автоматик ростлаш системаларининг турғулиги 3
 XIII.2-§. Раус — Гурвиц алгебраик критерийси 3
 XIII.3-§. Михайлов геометрик мезони 3
 XIII.4-§. Найквист — Михайлов частота мезони 3
 XIII.5-§. Ростлаш жараёнининг сифати 3
 XIII.6-§. Технологик жараёнининг режимини статик ва динамик оптималлаштириш 3

XIV боб. Автоматик ростлагичларнинг оптимал ростланишини ҳисоблаш

- XIV.1-§. Ростлаш қонунлари 3
 XIV.2-§. Кенгайтирилган частота характеристикалари 3
 XIV.3-§. Автоматик ростлагичлар оптимал соزلанишларининг ҳисоби 3
 XIV.4-§. Ростлагичнинг оптимал соزلанишларини ростлаш объектнинг АФХ сидан аниқлаш 3
 XIV.5-§. Автоматик ростлаш системаси ўтиш жараёнларини қуришнинг частота усули 4

XV боб. Автоматлаштиришнинг техник воситалари

- XV.1-§. Автоматик ростлагичларнинг таснифи 4
 XV.2-§. Бевосита таъсир қилувчи ростлагичлар 4
 XV.3-§. Электр ростлагичлар 4
 XV.4-§. Позицион ростлагичлар 4
 XV.5-§. Пропорционал ростлагичлар 4
 XV.6-§. Интеграл ростлагичлар 4
 XV.7-§. Пропорционал-интеграл (изодрум) ростлагичлар 4
 XV.8-§. Пропорционал-дифференциал ростлагичлар 4

XV.9-§.	ДПУ — ИД туридаги масофадан туриб пневматик бошқариш панели	424
XV.10-§.	ПФ6.2 туридаги параметр бўйича дастурли пневматик топишириқ бергич	425

XVI боб Агрегат системалар ва комплекслар

XVI.1-§.	Умумий системанинг боғланишида буюртмачининг вазифалари	427
XVI.2-§.	Агрегатлаштириш — замонавий бошқариш системаси тузилишининг асосидир	432
XVI.3-§.	Технологик жараёни бошқариш системасини жиҳозлаш учун техник воситалар комплекси	434

XVII боб. Технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш системалари (ТЖАБС)

XVII.1-§.	ТЖАБС нинг умумий характеристикаси ва таснифи	448
XVII.2-§.	ТЖАБС ларнинг асосий функциялари	452
XVII.3-§.	ТЖАБС лар фаолиятининг умумлаштирилган схемаси	453
XVII.4-§.	ТЖАБС нинг функционал структураси	457
XVII.5-§.	ТЖАБС нинг ахборот билан таъминланиши	462
XVII.6-§.	ТЖАБС нинг математик таъминоти	464
XVII.7-§.	ТЖАБС ларнинг ишончлилиги	467

XVIII боб. Технологик жараёнларни бошқариш автоматлаштирилган системасининг умумий вазифалари

XVIII.1-§.	Ахборот масалаларининг рўйхати ва таркиби	468
XVIII.2-§.	Технологик жараёнларни бошқариш масалалари рўйхати ва таркиби	477

XIX боб. ТЖАБС да ахборотга ишлов бериш

XIX.1-§.	Ўлчанаётган катталикларнинг дастлабки ўзгаргичлари (датчиклари) ни сўриш частотасини аниқлаш	484
XIX.2-§.	Бирламчи ахборотни тоқислаш методлари	489

XX боб. Даврий технологик жараёнларни автоматик бошқариш

XX.1-§.	Даврий технологик жараёнларни автоматлаштириш муаммоси	492
XX.2-§.	Комбинацион бошқариш схемаларини синтез қилиш	498
XX.3-§.	Комбинацион бошқарувчи қурилма схемасини ясаш	518
XX.4-§.	Чекли автоматлар назарияси асослари	516
XX.5-§.	Чекли автоматларни структурали синтез қилиш	520

УЧИНЧИ БЎЛИМ

АВТОМАТЛАШТИРИШ СИСТЕМАЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ

XXI боб. Технологик жараёнларни автоматлаштириш системаларини лойиҳалаш

XXI.1-§.	Автоматлаштириш лойиҳасининг вазифаси ва лойиҳалаш масалалари	532
XXI.2-§.	Автоматлаштириш системаларини лойиҳалаш босқичлари	533
XXI.3-§.	Технологик жараёнларни автоматлаштириш схемалари	537
XXI.4-§.	Бошқариш параметрларини ва автоматлаштириш воситаларини танлаш	548
XXI.5-§.	Технологик объектларни автоматлаштириш даражасини аниқлаш	554
XXI.6-§.	Принципиал электрик ва пневматик схемалар	562
XXI.7-§.	Технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш системаларини (ТЖАБС) лойиҳалаш	573
XXI.8-§.	Мослашувчи автоматлаштирилган ишлаб чиқариш (МАИЧ)	578
XXI.9-§.	Автоматик лойиҳалаш системалари (АЛС)	585
XXI.10-§.	Автоматлаштириш системаларининг ишончлилиги	589

XXI.11- §. Автоматлаштириш системаларининг техник- иқтисодий самардорлиги

XXII боб. Типавий технологик жараёнларни автоматлаштириш

XXII.1- §. Технологик жараёнларни автоматлаштиришнинг типавий объектлари

XXII.2- §. Сарфни ростлаш объектларини ва материалларни узлуксиз дозалашни автоматлаштириш

XXII.3- §. Аралаштириш жараёни объектини автоматлаштириш

XXII.4- §. Абсорбция жараёни объектини автоматлаштириш

XXII.5- §. Қуритиш жараёни объектини автоматлаштириш

XXII.6- §. Кимёвий-технологик жараёнларни автоматлаштириш

ТЎРТИНЧИ БЎЛИМ

ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

XXIII боб. Кимё саноатини автоматлаштириш

XXIII.1- §. Ноорганик моддалар ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш

XXIII.2- §. Органик моддалар ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш

XXIV боб. Озиқ-овқат саноатини автоматлаштириш

XXIV.1- §. Нон ёпиш ва макарон ишлаб чиқаришни автоматлаштириш

XXIV.2- §. Ёғни экстракциялаш ва кунжарадан эритувчини ажратиш жараёнларини автоматлаштириш

XXIV.3- §. Спирт ишлаб чиқаришни автоматлаштириш

XXIV.4- §. Алкоголсиз ичимликлар ишлаб чиқаришни автоматлаштириш

XXV боб. Ишлаб чиқаришда ёрдамчи жараёнларни автоматлаштириш

XXV.1- §. Ёрдамчи жараёнларнинг умумий таъсири ва автоматлаштиришнинг вазифалари

XXV.2- §. Буғ ишлаб чиқариш жараёнини автоматлаштириш

XXV.3- §. Совуқ билан таъминлаш жараёнини автоматлаштириш

XXV.4- §. Сув таъминоти жараёнини автоматлаштириш

XXV.5- §. Ҳавони кондиционирлаш (тозалаш) жараёнини автоматлаштириш

XXVI боб. Саноат тозалаш системаларини автоматлаштириш

XXVI.1- §. Зарарли газ чиқиндиларини тозалаш жараёнларини автоматлаштириш

XXVI.2- §. Зарарли оқава сувларни тозалаш жараёнларини автоматлаштириш

XXVII.3- §. Газларни қаттиқ аралашмалардан тозалаш жараёнларини автоматлаштириш

Адабиётлар рўйхати