

**ЮСУПБЕКОВ Н.Р., НУРМУҲАМЕДОВ Х.С.,
ИСМАТУЛЛАЕВ П.Р.**

Олий ўқув юртлари учун

**КИМЁ ВА ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТЛАРНИНГ ЖАРАЁНЛАРИ
ВА ҚУРИЛМАЛАРИ ФАНИДАН ҲИСОБЛАР ВА МИСОЛЛАР**

**ЮСУПБЕКОВ Н.Р., НУРМУҲАМЕДОВ Ҳ.С.,
ИСМАТУЛЛАЕВ П.Р.**

**КИМЁ ВА ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТЛАРНИНГ ЖАРАЁНЛАРИ
ВА ҚУРИЛМАЛАРИ ФАНИДАН ҲИСОБЛАР ВА МИСОЛЛАР**

т. ф. д., проф. Нурмухамедов Ҳ.С. таҳририяти остида

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
томонидан олий ўқув юртлиари учун:

- В 520100 – Иссиқлик энергетикаси;
- В 520800 – Технологик машиналар ва жиҳозлар;
- В 522700 – Кимёвий технология ва биотехнология;
- В 522900 – Силикат ва зўрға суюлувчан материаллар технологияси;
- В 523000 – Нефт ва нефтни қайта ишлаш технологияси;
- В 523100 – Синтетик ва табиий юқори молекуляр. Бирикмаларнинг кимёвий технологияси;
- В 523200 – Камсб, нодир ва тарқоқ металлар технологияси;
- В 620800 – Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини ишлаб чиқариш, бирламчи қайта ишлаш ва сақлаш технологияси;
- В 620900 – Ёғ ва мойлар технологияси;
- В 621000 – Қанд ва бижгиш маҳсулотлари технологияси;
- В 621100 – Гўшт ва сут, балиқ ва консераланган маҳсулотлар технологияси;
- В 621200 – Дон ва дон маҳсулотлари ишлаб чиқариш технологияси;
- В 850100 – Атроф-муҳит муҳофазаси (соҳалар бўйича);

йўналишлари учун ўқув қўлланма сифатида рухсат берилган.

Тошкент – 1999

ЮСУПБЕКОВ Н.Р., НУРМУҲАМЕДОВ Ҳ.С.,
ИСМАТУЛЛАЕВ П.Р. Кимё ва озик-овқат
саноатларнинг жараёнлари ва қурилмалари
фанидан ҳисоблар га масалалар.- Тошкент,
ТошКТИ, 1999.-351 бет.

Ушбу ўқув қўлланмага гидромеханик жараёнлар, гидравлика асослари, насослар, вентиляторлар, компрессорлар, центрифугалаш, фильтрлаш, мавҳум қайнаш гидродинамикаси, аралаштириш, иссиқлик алмашилиш жараёнлари, буғлатиш, конденсациялаш, модда алмашилиш жараёнлари, абсорбция, ҳайдаш, ректификация, экстракциялаш, қуриштириш, адсорбция, ҳамда совитиш жараёнлари киритилган.

Ҳар бир бобнинг бошида масалаларни ечиш учун асосий ҳисоблаш тенгламалари ва формулалари берилган. Ҳар бир жараён бўйича контрол масалалар ва керакли ёрдамчи маълумотлар берилган. Ундан ташқари, асосий қурилмаларни ҳисоблашнинг кетма-кетлиги ва контрол топшириқлар келтирилган.

Ушбу китоб ўқув режасида ушбу фан ўқитиладиган олий техника ў.ув юртлари талабалари учун мўлжалланган.

Жадвал 89 та, расм 65 та, адабиёт. 33 та.

Тақризчилар: -Абу Райхон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университетининг "СОВИТИШ КОМПРЕССОР МАШИНАЛАРИ ВА УСКУНАЛАРИ" кафедраси (кафедра мудири т.ф.д., проф. ЗОКИРОВ С.Г.);
-т.ф.д., проф. ФУЛОМОВ Ш.М.;
-т.ф.д., проф. АБДУРАЗЗОҚОВА С.Х.

(с) Тошкент Кимё Технология Институту, 1999 йил

	бет
КИРИШ	7
АСОСИЙ ШАРТЛИ БЕЛГИЛАР ВА ЎЛЧОВ БИРЛИКЛАРИ	10
БИРЛИКЛАР ОРАСИДАГИ НИСБАТЛАР	12
ОЛД ҚЎШИМЧАЛАР ВА УЛАРНИНГ КЎПАЙТУВЧИЛАРИ	14
КИРИШ УСЎБИЙ КЎРСАТМАЛАРИ	15
1 боб. АМАЛИЙ ГИДРАВЛИКА АСОСЛАРИ	18
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	18
Мисолларни ишлаш намунаси	25
Контрол масалалар	31
Контрол топшириқлар N1 ва N2	34
2 боб. СУЮҚЛИКЛАРНИ ЎЗАТИШ ВА СИҚИШ	36
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	36
Мисолларни ишлаш намунаси	43
Насос қурилмаларини ҳисоблаш	51
Контрол масалалар	52
Контрол топшириқлар N3 ва N4	55
3 боб. ЧЎҚТИРИШ. ФИЛЬТРЛАШ. ЦЕНТРИФУГАЛАШ. МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИНИНГ ГИДРОДИНАМИКАСИ. АРАЛАШТИРИШ	56
ЧЎҚТИРИШ	56
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	56
ФИЛЬТРЛАШ	60
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	60
ЦЕНТРИФУГАЛАШ	64
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	64
МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИНИНГ ГИДРОДИНАМИКАСИ	66
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	66
СУЮҚЛИКЛАРНИ АРАЛАШТИРИШ	73
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	73
Мисолларни ишлаш намунаси	75
Контрол масалалар	85
Контрол топшириқлар N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9	89
4 боб. ИССИҚЛИК АЛМАШТИРИШ ЖАРАЁНЛАРИ	93
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	93
Мисолларни ишлаш намунаси	104
Кожух-трубали иссиқлик алмаштиниш қурилмаларини ҳисоблаш	109
Контрол масалалар	131

Контрол топшириқлар N10, N11	136
5 боб. БУҒЛАТИШ	138
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар	138
Мисолларни ишлаш намунаси	145
Уч корпусли буғлатиш қурилмасини ҳисоблаш намунаси	145
Контрол масалалар	153
Контрол топшириқ N12	158
6 боб. МОДДА АЛМАШИНИШИ АСОСЛАРИ. АБСОРБЦИЯ	159
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар	159
Мисолларни ишлаш намунаси	165
Насадкали абсорберларни ҳисоблаш	168
Контрол масалалар	172
Контрол топшириқлар N13, N14	174
7 боб. СУЮҚЛИКЛАРНИ ХАЙДАШ	175
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар	175
Мисолларни ишлаш намунаси	181
Тарелкали ректификацион колоннани ҳисоблаш намунаси	186
Контрол масалалар	196
Контрол топшириқлар N15, N16	199
8 боб. ЭКСТРАКЦИЯЛАШ	201
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар	201
Мисолларни ишлаш намунаси	210
Узлуксиз ишлайдиган экстракторларнинг гидродинамик ҳисоби	212
Контрол масалалар	216
Контрол топшириқлар N17, N18	219
9 боб. АДСОРБЦИЯ	220
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар	220
Мисолларни ишлаш намунаси	228
Адсорберларни ҳисоблаш	230
Контрол масалалар	236
Контрол топшириқ N19	238
10 боб. ҚУРИТИШ	239
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар	239
Мисолларни ишлаш намунаси	246
Навҳум қайнаш қатламли қуригичларни ҳисоблаш	256
Контрол масалалар	266
Контрол топшириқлар N20, N21	269

11 боб. СОВИТИШ	271
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	271
Мисолларни ишлаш намунаси	275
Контрол масалалар	279
Контрол топшириқ №22	281
АДАБИЁТЛАР	282
ИЛОВАЛАР	285

К И Р И Ш

Ўзбекистон мустақил миллий демократик давлат сифатида ривожланиш йўлини танлагандан сўнг, дастлабки йиллардан оқ юрт олдига юксак маданият ва маънавиятга, ҳамда жаҳон андозалари даражасидаги таълим ва тарбияга эришиш вазифалари қўйилди. Бу вазифалар маълумки, босқичма-босқич, ислохотлар йўли билан амалга оширилмоқда. Ислохотлар тақдирида юқори малакали мутахассисларнинг ҳал қилувчи ролини инobatга олган ҳолда, эндиликда халқнинг бой интеллектуал мероси ва умумбашарий қадриятлар, замонавий маданият, иқтисодиёт, фан, техника ва технологиялар асосида етук мутахассислар тайёрлаш тизими ишлаб чиқилди.

Бу борадаги дастлабки муҳим қадам юртимизда «Таълим тўғрисида»ги янги Қонуннинг ҳамда «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури»нинг жорий қилиниш бўлди.

Ватанимиз Президентини И.А.Каримовнинг «Таълим-тарбия ва кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан ислох қилиш, баркамол авлодни вояга етказиш тўғрисида»ги фармонлари муҳим аҳамиятга эга. Ушбу фармонда кўрсатилишича, кадрлар тайёрлаш муаммосининг ҳал қилувчи масаласи, барча босқич ўқув юртлирини ўқув адабиёти билан таъмиқлашдир. Президентимиз шу масала бўйича Олий Мажлисдаги нутқларида [1] қайд қилишларича «... таълим дарсликдан бошланади, ...» ва «дарсликларда миллат фикрининг, тафаккури ва миллат мафкурасининг энг илғор намуналари акэтиши керак» деб таъкидладилар.

Мустақил Ўзбекистон Республикасининг халқ хўжалиги учун малакали мутахассислар тайёрлашда "Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари" фани алоҳида ўрин тутади.

Чунончи, ҳозирги замон кимё, озик-овқат ва бошқа саноатлар физик-кимёвий хоссалари тубдан фарқ қилувчи хомашёларни қайта ишлашда хилма-хил технологик жараёнлардан фойдаланади. Шунинг учун юқорида қайд этилган саноат мутахассислари жараёнларнинг физик-кимёвий асосларини, қурилмалар тузилишини, ишлаш принципларининг алоҳида ҳолларини билибгина қолмасдан, балки жараёнларни ҳисоблаш

ва таҳлил қилиш, уларнинг оптимал параметрларини, ҳамда энг самарадор қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашни билишлари зарур.

• "Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари" фани юқори малакали мутахассис тайёрлашда ва мутахассислик фанларни ўзлаштиришда пойёвор бўлиб хизмат қилади. Фаннинг ҳисоблаш қисми бўйича амалий машғулотлар бу фанни мукамал, чуқур ўзлаштиришга катта ёрдам беради.

Юқорида айтилганларни амалга ошириш мақсадида ушбу китобга ТошКТИнинг "Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари" кафедраси ва «Тепломассообмен» илмий-тадқиқот лабораториясида олинган асосий илмий натижалар, яъни турли жараёнларни ҳисоблаш учун келтириб чиқарилган критериал формулалар ҳам берилган.

"Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари" фанидан амалий машғулотлар китоби қуйидаги мақсадларга эришишга ёрдам беради:

• қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш, ҳамда каталоглар ёрдамида типик қурилмаларни танлаш;

• бир турдаги масалаларни ечиш учун талабаларни мантиқий фикр юритишга ўргатиш;

• Китобда келтирилган масалаларни ечиш учун қуйидаги кетма-кетликка амал қилиш керак:

1. Масалада қўйилган савол билан ишлаб чиқаришдаги жараён ва қурилма ўртасидаги мантиқий алоқани кўз олдига келтириш;
2. Масаланинг асосий мазмунига жавоб берадиган қурилманинг лойиҳа схемасини тузиш;
3. Берилган бошланғич маълумотларни жадвал ҳолига келтириб ёзиш;
4. Масалани ечиш учун бош мақсадни, яъни нимани топиш кераклигини аниқлаш;
5. Масалани ечишнинг бош формуласини танлаш;
6. Масалани умумий ҳолда ечиш кетма-кетлигининг логик схемасини тузиш;
7. Ҳисоблаш учун жадвал ва номограммадан қўшимча маълумотларни танлаш;
8. Олинган жавобни ҳар томонлама таҳлил қилиш.

Ҳар бир боб материаллари қуйидаги тартибда қелтирилган: жараённинг назарий асослари, қурилмаларнинг ўлчамларини ва унинг муҳим қисмларини, жараён кўрсаткичларини ва параметрларини ҳисоблаш усуллари ва асосий формулалари.

Талабаларнинг ўзлаштиришини мустақил текшириш учун дарсликнинг ҳар бир бобида контрол масалалар ва топшириқлар берилган.

Китобнинг иловасида ҳисоблаш ишларини бажариш учун ёрдамчи маълумотлар, жадваллар, номограммалар ва диаграммаларда ўрин олган.

Ушбу китобнинг яратилишида ТошКТИнинг "Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари" кафедрасининг ва бошқа олий юртларнинг кўп йиллик тажрибасидан фойдаланилган.

Ушбу ўқув қўлланманинг кириш ва 1,2,4,5,9,11 боблари проф. Нурмуҳамедов Х.С., 7,8 боблари ЎзР ФА мухбир аъзоси Юсуфбеков Н.Р., 3,9 боблари проф. Исмагуллаев П.Р.лар томонидан ёзилган. 1,10 бобларни доц. Фуломова Н.У., 3,6,11 бобларни доц. Нигмаджонов С.К., 3,11 бобларни доц. Тўйчиев И.С., 4-бобни доц. Раҳимов И.В., 2-бобни катта ўқитувчи Ниёзов К.М.лар ёзишда иштирок этишган.

Кўпчилик бобларнинг назарий асослар қисмини ва контрол масалаларнинг таржимаси доц. Нигмаджонов С.К. томонидан қилинган. Қўлёзamani компьютёрда териб, чизмаларни чоп этишга тайёрлаш асс.Абдуллаев А.Ш., инженер Ҳайдарова М.А. ва Хасанов Х.Р.лар томонидан бажарилган.

Китобнинг дастлабки таҳрири доц. Тўйчиев И.С. томонидан ўтказилган. Муаллифлар номидан уларга катта миннатдорчилик билдирамыз.

Китобнинг сифатини яхшилаш учун қаратилган таклиф ва танқидлар муаллифлар томонидан ташаккурлик билан қабул қилинади.

Бизнинг манзилимиз: Ўзбекистон, Тошкент, 700007, Ҳ.Абдуллаев кўчаси, 41 уй. ТошКТИ, КТФ, "Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари" кафедраси.

АСОСИЙ ШАРТЛИ БЕЛГИЛАР ВА УЛАРНИНГ ЎЛЧОВ БИРЛИКЛАРИ

№	Параметр	Белги	Ўлчов бирлиги
1.	Узунлик	L, l	м
2.	Эни	B, b	м
3.	Оғирлик кучи (оғирлик)	P	Н
4.	Вақт	τ	с, соат
5.	Диаметр	D, d	м
6.	Ҳажм	v	м ³ , дм ³ , л
7.	Ҳажм, нисбий	v	м ³ /кг
8.	Ҳажмий кенгайиш коэффициенти	β	К ⁻¹
9.	Баландлик	H, h	м
10.	Қувват	N	Вт
11.	Периметр	П	м
12.	Эгизлик	ρ	кг/м ³
13.	Тезлик	w	м/с
14.	Бурчак тезлиги	ω	рад/с
15.	Радиус	R, r	м
16.	Сарф, массавий ҳажмий	G, L, M, W V	кг/с м ³ /с
17.	Сарф коэффициенти	α	—
18.	Юза	F	м ²
19.	Фойдали иш коэффициенти	η	—
20.	Фовақлик	ε	—
21.	Иш унумдорлик (насос, вентилятор)	Q	м ³ /с, м ³ /соат
22.	Кўндаланг кесим юзаси	f, S	м ²
23.	Босим, парциал босим	p	Па
	Босим, тўйинган буғ босими	P	Па
	Босим, газ аралашмаси босими	Π	Па
24.	Қовушоқлик коэффициенти: динамик кинематик	μ ν	Па·с м ² /с
25.	Температура	T, t, θ	°C
26.	Температура ўтказувчанлик коэффициенти	α	м ² /с
27.	Иссиқлик миқдори, иш	Q	Ж
28.	Солиштирама иссиқлик сифими	c	Ж/кг·К

29.	Солиштирма иссиқлик юклама	q	Вт/м ²
30.	Иссиқлик бериш коэффициенти	α	Вт/м ² ·К
31.	Иссиқлик ўтказиш коэффициенти	K	Вт/(м ² ·К)
32.	Солиштирма буғланиш иссиқлиги	r	Ж/кг
33.	Ишқаланиш коэффициенти	λ	—
34.	Маҳаллий қаршилиқ коэффициенти	ξ	—
35.	Напор: тезлик напори (скоростной) статик напор	$h_{тез}$ h	м м
36.	Концентрация (улуш): Моль Массавий Нисбий моль Нисбий массавий	x, y \bar{x}, \bar{y} X, y X, Y	— — — —
37.	Концентрация ҳажмий: Моль Массавий	C C	кмоль/м ³ кг/м ³
38.	Моль масса Диффузия коэффициенти	M D	кг/моль м ² /с
39.	Модда бериш коэффициенти	β_x, β_y	кг/[м ² ·с(х.к.к.б.)] кмоль/[м ² ·с(х.к.к.б.)]
40.	Модда ўтказиш коэффициенти	K _x , K _y	кг/[м ² ·с(х.к.к.б.)] кмоль/[м ² ·с(х.к.к.б.)]
41.	Солиштирма энтропия	s, s	Ж/(кг·К)
42.	Солиштирма энтальпия	I, i	К/кг
43.	Ҳавонинг нисбий намлиги	x	кг/кг
44.	Ҳавонинг нисбий намлиги	φ	—
45.	Материалнинг намлиги	u, u'	кг/кг
46.	Айланиш частотаси	n	айл/с, с ⁻¹

х.к.к.б. — ҳаракатга келтирувчи куч бйрлиги

БИРЛИКЛАР ЎРТАСИДАГИ НИСБАТЛАР

Катталиклар номи	СИ га биноан бирлиги	СИ бирликларига ўтказиш коэффициентлари
Узунлик	м	$1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$ $1 \text{ А} = 10^{-10} \text{ м}$ $1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ м}$ $1 \text{ in} = 25,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
Масса	кг	$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$ $1 \text{ ц} = 100 \text{ кг}$ $1 \text{ lb} = 0,454 \text{ кг}$
Температура	К	$t^{\circ}\text{C} = (273,15+t)\text{K}$ $t^{\circ}\text{F} = \left[\frac{5}{9}(t-32) + 273,15 \right] \text{K}$
Яссн бурчак	рад	$1^{\circ} = \frac{\pi}{180} \text{ рад}$ $1^{\circ} = \frac{\pi}{10800} \text{ рад}$ $1 \text{ айл.} = 2\pi \text{ рад} = 6,38 \text{ рад}$
Оғирлик кучи	Н	$1 \text{ кгк} = 9,81 \text{ Н}$ $1 \text{ дин} = 10^{-5} \text{ Н}$ $1 \text{ техник куч} = 9,81 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ $1 \text{ lbf} = 4,45 \text{ Н}$
Солиштира оғирлик	Н/м ³	$1 \text{ кгк/м}^3 = 1,163 \text{ Н/м}^3$
Ковушоқлик коэффициенти : динамик	Па·с	$1 \text{ П} = 1 \text{ дин} \cdot \text{с/см}^2 = 0,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$ $1 \text{ сП} = \frac{1 \text{ кгк}}{9810 \text{ м}^2} = 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} = 1 \text{ мПа} \cdot \text{с}$
кинематик	м ² /с	$1 \text{ Ст} = 1 \text{ см}^2/\text{с} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$
Босим	Па	$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$ $1 \text{ мбар} = 100 \text{ Па}$ $1 \text{ дин/см}^2 = 1 \text{ мбар} = 0,1 \text{ Па}$

		$1 \text{ кгк/см}^2 = 1 \text{ ат} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па} =$ $= 735 \text{ мм.смм.уст.}$ $1 \text{ кгк/м}^2 = 9,81 \text{ Па}$ $1 \text{ мм.суб.уст.} = 9,81 \text{ Па}$ $1 \text{ мм.смм.уст.} = 133,3 \text{ Па}$
Диффузия коэффициенти	$\text{м}^2/\text{с}$	$1 \text{ ft}^2/\text{с} = 0,0929 \text{ м}^2/\text{с}$
Кувват	Вт	$1 \text{ кгк}\cdot\text{м}/\text{с} = 9,81 \text{ Вт}$ $1 \text{ эрг}/\text{с} = 10^{-7} \text{ Вт}$ $1 \text{ ккал}/\text{соат} = 1,163 \text{ Вт}$ $1 \text{ lbf}\cdot\text{ft}/\text{s} = 1,356 \text{ Вт}$
Сиртий тортилиш	Н/м	$1 \text{ кгк}/\text{м} = 9,81 \text{ Ж}/\text{м}^2$ $1 \text{ эрг}/\text{см}^2 = 1 \text{ дин}/\text{см} =$ $= 10^{-3} \text{ Ж}/\text{м}^2 = 10^{-3} \text{ Н}/\text{м}$
Ҳажм	М^3	$1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3 = 1 \text{ дм}^3$ $1 \text{ ft}^3 = 28,3 \text{ дм}^3 =$ $= 2,83 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ $1 \text{ in}^3 = 16,387 \text{ см}^3 =$ $= 16,39 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$
Зичлик	$\text{кг}/\text{м}^3$	$1 \text{ т}/\text{м}^3 = 1 \text{ кг}/\text{дм}^3 = 1 \text{ г}/\text{см}^3$ $= 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ $1 \text{ кгк}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4 = 9,81 \text{ кг}/\text{м}^3$ $1 \text{ lh}/\text{ft}^3 \approx 16,02 \text{ кг}/\text{м}^3$ $1 \text{ lb}/\text{in}^3 \approx 27,68 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$
Юза	м^2	$1 \text{ ft}^2 = 0,0929 \text{ м}^2$ $1 \text{ in}^2 = 6,451 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
Иш, энергия, иссиқлик миқдори	Ж	$1 \text{ кгк}\cdot\text{м} = 9,81 \text{ Ж}$ $1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Ж}$ $1 \text{ кВт}\cdot\text{соат} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ж}$ $1 \text{ ккал} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ Ж} =$ $= 4,19 \text{ кЖ}$ $1 \text{ lbf}\cdot\text{ft} = 1,356 \text{ Ж}$ $1 \text{ lbf}\cdot\text{in} = 0,113 \text{ Ж}$ $1 \text{ BTU} = 1056,1 \text{ Ж}$
Массавий сарф	$\text{кг}/\text{с}$	$1 \text{ lb}/\text{s} = 0,454 \text{ кг}/\text{с}$ $1 \text{ lb}/\text{h} = 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/\text{с}$
Ҳажмий сарф	$\text{м}^3/\text{с}$	$1 \text{ л}/\text{мин} = 16,67 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$
Ҷизикли тезлик	$\text{м}/\text{с}$	$1 \text{ ft}/\text{s} = 0,3048 \text{ м}/\text{с}$

Бурчак тезлиги	рад/с	$1 \text{ айл / мин} = \frac{\pi}{30} \text{ рад / с}$
Солиштирама иссиқлик сизими	Ж/кг·К	$1 \text{ ккал / (кг} \cdot \text{°C)} = 4,19 \text{ Ж / кг} \cdot \text{К}$ $1 \text{ эрг / (г} \cdot \text{K)} = 10^{-4} \text{ Ж / кг} \cdot \text{К}$ $1 \text{ ВТУ / (lb} \cdot \text{degF)} = 4,19 \text{ Ж / кг} \cdot \text{К}$
Иссиқлик бериш ва ўтказиш коэффициентлари	Вт/(м ² ·К)	$1 \text{ ккал / (м}^2 \cdot \text{соат} \cdot \text{°C)} = 1,163 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$ $1 \text{ ВТУ / (ft} \cdot \text{h} \cdot \text{degF)} = 5,6 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$
Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти	Вт/(м·К)	$1 \text{ ккал / (м} \cdot \text{соат} \cdot \text{°C)} = 1,163 \text{ Вт / (м} \cdot \text{К)}$ $1 \text{ ВТУ / (ft} \cdot \text{h} \cdot \text{degF)} = 1,73 \text{ Вт / (м} \cdot \text{К)}$
Частота	Гц	$1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$ $1 \text{ айл / с} = 1 \text{ Гц}$ $1 \text{ айл / мин} = 1/60 \text{ Гц}$

ОЛД ҚУШИМЧАЛАР ВА УЛАРНИНГ КЎПАЙТУВЧИЛАРИ

	Номи	Халқаро	Ўзбекча
$1000000000000000000 = 10^{18}$	экса	Е	Э
$100000000000000000 = 10^{15}$	пэта	Р	П
$10000000000000000 = 10^{12}$	тера	Т	Т
$1000000000000000 = 10^9$	гига	Г	Г
$100000000000000 = 10^6$	мега	М	М
$1000 = 10^3$	кило	К	к
$100 = 10^2$	гекто	Н	г
$10 = 10^1$	дека	Да	да
$0,1 = 10^{-1}$	деци	Д	д
$0,01 = 10^{-2}$	санти	С	с
$0,001 = 10^{-3}$	мили	М	м
$0,000001 = 10^{-6}$	м. кро	μ	МКМ
$0,000000001 = 10^{-9}$	нано	Н	н
$0,000000000001 = 10^{-12}$	пико	Р	п
$0,000000000000001 = 10^{-15}$	фемто	Ф	ф
$0,00000000000000001 = 10^{-18}$	атто	А	а

КИРИШ УСЛУБИЙ КЎРСАТМАЛАРИ

Жараёнлар ва қурилмалар фанидан амалий машғулотлар ўтказишнинг асосий мақсади - бу талабаларни намунавий мисол ва конкрет масалаларни ечиш орқали типик қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашга ўргатиш.

Халқаро бирлик системаси (СИ) да, асосий ўлчов бирликлари бўлиб қуйидагилар хизмат қилади:

узунлик	- метр (м);
масса	- килограмм (кг);
вақт	- секунд (с);
электр токининг кучи	- Ампер (А);
температура	- Кельвин (К);
ёруғлик кучи	- кандела (кд);
молда миқдори	- моль.

Ундан ташқари, стандартда яна иккита қўшимча бирлик назарда тутилган:

ясси бурчак	- радиан (рад);
фазовий бурчак	- стерadian (ср).

Қолган ҳамма бирликлар шу юқорида қайд этилган бирликлар асосида келтирилиб чиқарилган ва уларнинг бирликлари физик тенгламалар орқали топиллади.

Мисол ёки масалани ечишни бошлашдан аввал қурилманинг схемасини чизиб олиб, унга ҳамма ўлчам ва катталиклар қўйилади. Сўнгра, оқимларнинг ҳаракат йўналиши белгиланади ва унинг ишлаш принципи батафсил ўрганилади.

Ундан кейин, масаланинг соҳилангич маълумотлари ва асосий ҳисоблаш тенглама ва формулалари аниқланади. Сўнг, масалани алоҳида хусусий саволларга бўлинади, оқимларнинг турли физик хоссаларининг керакли сон қийматлари аниқлаб олинади.

Ҳисоблаш формуласига параметрларнинг сон қийматларини қўйиб, тўғри қўйилгани текширилади ва ундан кейин арифметик ҳисоблашга киришилади. Олинган жавоб, қурилма ёки ускунанинг амалий ишлаш режасига тўғри келиши, мислиги танқидий нуқтаи назардан таҳлил қилиниши керак.

Талабалар гуруҳининг амалий машғулотлари пайтида улар асосий қўшимча адабиётлардан фойдаланишни ўрганиши керак. Аудиторияда ўтказиладиган машғулотлардан мақсад, талабалар техник ҳисоблашлар олиб боришни мукамал эгаллашидир.

Баъзи мисол ва масаларни ечишда, талабалар шахсий компьютерларни қўллаши ушбу фанни яхши ўзлаштириш гаровидир.

Мисол ва масаларни ечиш кетма-кетлигини аниқ, систематик таъсифи ва ёзувларни тартибли келтирилиши талабанинг вақтини тежашга ва ўқитувчи вақтининг самарали ишлатилишига олиб келади.

Услубий кўрсатмаларнинг якунида баъзи бир параметрларнинг ўлчов бирликлари аниқлашни ва улар орасидаги боғлиқликларни кўриб чиқамиз.

1. СИ системасида динамик қовушоқлик коэффициентининг ўлчов бирлигини топамиз.

Ньютон тенгламасига биноан, суюқлик қатламларининг параллел ҳаракати пайтида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи ушбу кўринишга эга:

$$F^l = \mu \cdot F \cdot \frac{dw}{dy}$$

бу ерда μ - динамик қовушоқлик коэффициенти;

F - ишқаланиш юзаси;

dw/dy - тезлик градиенти.

Ушбу тенгламани μ га нисбатан ечилса, μ параметр учун қуйидаги ўлчов бирлиги келиб чиқади:

$$[\mu] = \left[\frac{P \cdot dy}{F \cdot dw} \right] = \frac{H \cdot c \cdot m}{m^2 \cdot m} = \frac{H \cdot c}{m^2} = Pa \cdot c = \frac{кг \cdot м \cdot с}{с^2 \cdot м^2} = \frac{кг}{м \cdot с}$$

СИ системасида иссиқлик ўтказувчанлик параметрининг ўлчов бирлиги топилсин.

Текис девордан ўтаётган иссиқлик миқдори Q ни аниқлаш

тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F \cdot \Delta t$$

бу ерда λ — иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини; δ — девор қалинлиги; F — иссиқлик ўтаётган юза; Δt — температуралар фарқи.

Бу тенгламани λ га нисбатан ечилса, қуйидаги натижани оламиз:

$$[\lambda] = \left[\frac{Q \cdot \delta}{F \cdot \Delta t} \right] = \frac{\frac{\text{Ж}}{\text{с}} \cdot \text{м}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} = \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

3. Динамик қовушоқлик коэффициентининг СИ ва СГС системаларида ўлчов бирликлари орасидаги боғлиниш аниқлансин:

$$1 \text{ Па} \cdot \text{с} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}} = \frac{1000 \text{ г}}{100 \text{ см} \cdot \text{с}} = 10 \frac{\text{г}}{\text{см} \cdot \text{с}} = 10 \text{ П} = 100 \text{ сП};$$

$$1 \text{ сП} = 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} = 1 \text{ мПа} \cdot \text{с}$$

4. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{соат} \cdot ^\circ\text{С}}$ ва $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ ўлчов бирликлари орасидаги нисбат топилсин.

$$1 \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{соат} \cdot ^\circ\text{С}} = \frac{4190 \text{ Ж}}{\text{м} \cdot 3600 \cdot \text{с} \cdot \text{К}} = 1,163 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

1 - боб. АМАЛИЙ ГИДРАВЛИКА АСОСЛАРИ

Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

1. Солиштирма оғирлик γ ва зичлик ρ ўртасида ўзаро боғланиш қуйидаги тенглик билан ифодаланadi:

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (1.1)$$

2. Нисбий зичлик Δ деб модда зичлигининг ρ (солиштирма оғирлик γ) сув зичлиги ρ_c (солиштирма оғирлик γ_c) нисбатига ай-тилади ва у қуйидагича ёзилади:

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_c} \quad (1.2)$$

3. Суюқлик аралашмасининг ҳажми компонентлар ҳажмларининг йиғиндисига тенг деб қабул қилиб, унинг зичли-гини ушбу формула ёрдамида ҳисоблаб топиш мумкин:

$$\frac{1}{\rho_{ар}} = \frac{x_1}{\rho_1} + \frac{x_2}{\rho_2} + \dots \quad (1.3)$$

x_1, x_2 - компонентларнинг массавий қисми;

$\rho_{ар}, \rho_1, \rho_2$ - аралашма ва компонентларнинг зичлиги, кг/м^3 .

4. Худди шунга ўхшаш формула ёрдамида суспензия зичлиги-ни топиш мумкин:

$$\frac{1}{\rho_{сус}} = \frac{x}{\rho_k} + \frac{1-x}{\rho_c} \quad (1.4)$$

5. Ҳар қандай газнинг исталган температура T ва босим P да ҳар қандай газнинг зичлигини қуйидаги формула орқали аниқлаш мумкин:

$$\rho = \rho_0 \cdot \frac{T_0 \cdot P}{T \cdot P_0} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273 \cdot P}{T \cdot P_0} \quad (1.5)$$

бу ерда $\rho_0 = M/22,4$ нормал шаройтда (0°C ва 760 мм.сим.уст.) газнинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$;

M - моляр масса, кг ; T - температура, К .

6. Газ аралашмасининг зичлиги эса қуйидаги тенгламадан топилади;

$$\rho_{ар} = \gamma_1 \cdot \rho_1 + \gamma_2 \cdot \rho_2 \quad (1.6)$$

7. Қурилмадаги абсолют босим қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$P = P_{атм} + P_{ман} \quad (1.7)$$

ёки

$$P = P_{атм} - P_{вак} \quad (1.8)$$

бу ерда $P_{атм}$ - атмосфера босими, Па ; $P_{ман}$ - манометрда ўлчанган босим, Па ; $P_{вак}$ - вакуумметрда ўлчанган босим, Па .

8. Баландлиги h ва зичлиги ρ бўлган суюқликнинг босими ушбу ифода орқали аниқланади:

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad (1.9)$$

Ушбу ифодага асосланиб, босим ўлчов бирликлари орасидаги нисбатларни топиш мумкин: $1 \text{ атм.} = 760$
 $\text{мм.сим.уст.} = \rho \cdot g \cdot h = 13600 \cdot 9,81 \cdot 0,76 = 1,013 \cdot 10^5$ $\text{Па} = 1,03 \cdot 10^4$
 $\text{мм.сув.уст.} = 1,03 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{к}/\text{м}^2 = 1,03 \text{ г} \cdot \text{к}/\text{см}^2$.

9. Гидростатиканинг асосий тенгламаси ушбу қўринишга эга:

$$P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h \quad (1.10)$$

10. Динамик қовушоқлик коэффициентини μ шу суюқлик зичлигига нисбати кинематик қовушоқлик дейилалаи ва μ билан белгиланади:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1.11)$$

11. Суюқликларнинг секундли ҳажмий сарф V ($\text{м}^3/\text{с}$) тенгламаси қуйидаги қўринишга эга:

$$V = w \cdot f \quad (1.12)$$

Маънавий сарфи M (кг/с) эса қуйидагича аниқланади:

$$M = V \cdot \rho = w \cdot f \cdot \rho \quad (1.13)$$

12. Цилиндрсимон трубалар учун тенглама қуйидаги қўринишига эга:

$$V = 0,785 \cdot d^2 \cdot w$$

Берилган сарф ва қабул қилинган тезлик w бўйича труба диаметри ушбу тенгламадан топилади:

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}} \quad (1.14)$$

Цилиндрсимон ўзгарувчан қўндаланг кесим юзасидан оқаётган сиқилмайдиган суюқлик оқимининг узлуксизлик тенгламаси:

$$V = w_1 \cdot f_1 = w_2 \cdot f_2 = w_3 \cdot f_3 = \dots \quad (1.15)$$

13. Рейнольдс критерийси оқимнинг ҳаракат режимини характерлайди ва қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (1.16)$$

Тўғри ва текис юзага эга трубалар орқали ўтаётган оқимларга қуйидаги Рейнольдс критерийси сон қийматлари билан характерланади:

$Re < 2320$ бў-са, ламинар режими;
 $2320 < Re < 10000$ ораликда ўткинчи соҳа;
 $Re > 10000$ бўлса, тургун турбулент режими.

Трубаларда оқаётган суюқнинг ўртача $w_{\text{ўр}}$ ва максимал w_{max} тезликлари орасидаги функцияси оқимнинг ҳаракат режимига боғлиқдир:

ламинар режимдан $w_{\text{ўр}} = 0,5 \cdot w_{\text{max}}$.

турбулент режимдан $w_{\text{ўр}} = (0,8-0,9) \cdot w_{\text{мак}}$.

14. Суюқлиқлар сарфини нормал ўлчов диафрагмасида аниқлаш. Ҳажмий сарф формуласи:

$$V = \alpha \cdot k \cdot f_{\rho} \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}} = \alpha \cdot k \cdot f_{\rho} \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H \cdot (\rho_m - \rho)}{\rho}} \quad (1.17)$$

α - нормал диафрагманинг сарф коэффициентини (55-адвалдан олинади); k - девор гадир-будурлигини ҳисобга олувчи тузатиш коэффициентини; гидравлик силлиқ трубалар учун $k=1$; $f_0=0,785 \cdot d^2$ - диафрагма тешигининг юзаси; d_0 - диафрагмага уланган дифманометрдаги суюқлик сатҳларининг фарқи; ρ_m - дифманометрдаги суюқлик зичлиги; ρ - трубада оқатган суюқлик зичлиги.

15. Пито-Прандтл найчаси ёрдамида суюқлиқнинг сарфини ва тезлигини аниқлаш.

$$W_{\text{мак}} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H \cdot (\rho_m - \rho)}{\rho}}$$

Агар ламинар режим бўл э,
Турбулент режимда эса

$$w_{\text{ўр}} = 0,5 \cdot w_{\text{мак}}$$

$$w_{\text{ўр}} = (0,8-0,9) \cdot w_{\text{мак}}$$

$$V = w \cdot f$$

Бу ерда f - труба кўндаланг кесими юзаси, m^2 ;

Насос двигателига талаб этиладиган қувват ушбу формула билан ҳисобланади:

$$N = \frac{V \cdot \Delta P}{1000 \cdot \eta} = \frac{\rho \cdot g \cdot h \cdot V}{1000 \cdot \eta} \quad (1.18)$$

Бу ерда ΔP - тармоқнинг тўлиқ гидравлик қаршилиги ва у куйидагича топилади:

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_{\text{МК}} + \Delta P_{\text{МК}} + \Delta P_{\text{КҮ}} + \Delta P_{\text{КҮ}} \quad (1.19)$$

ΔP_m — тезлик босими.

Ишқаланиш қаршилигида босимни йўқотилиши қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$\Delta P_{\text{мк}} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad (1.20)$$

Ишқаланиш коэффициентини λ нинг сон қийматлари маълум параметрлар асосида 1.1 ва 1.2-расмлардан ёки пастда келтирилган формулалар ёрдамида аниқланади:

Ламинар режимда

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} \quad (1.21)$$

Турбулент режимда эса

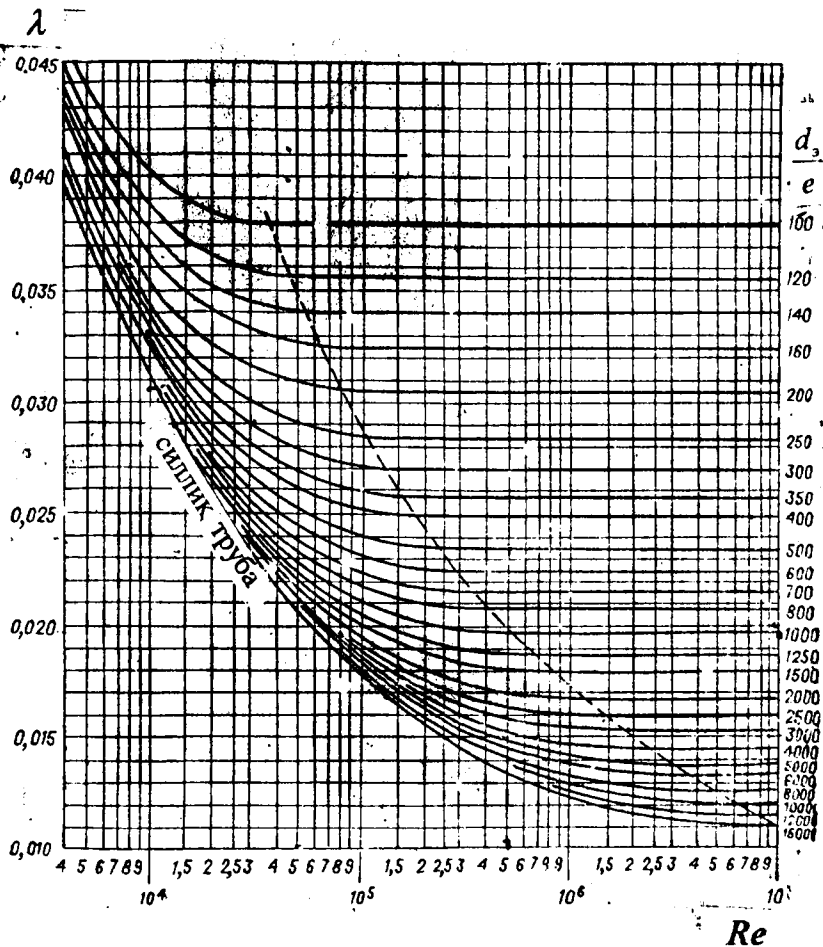
$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \quad (1.22)$$

Тармоқдаги маҳаллий қаршилиқларда босимнинг йўқотилиши қуйидаги тенглама ёрдамида топилади

$$\Delta P = \sum \zeta_{\text{мк}} \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad (1.23)$$

Ички ишқаланиш ва маҳаллий қаршилиқлар туфайли босимни йўқотилиши ушбу тенгламадан ҳисоблаб топилади

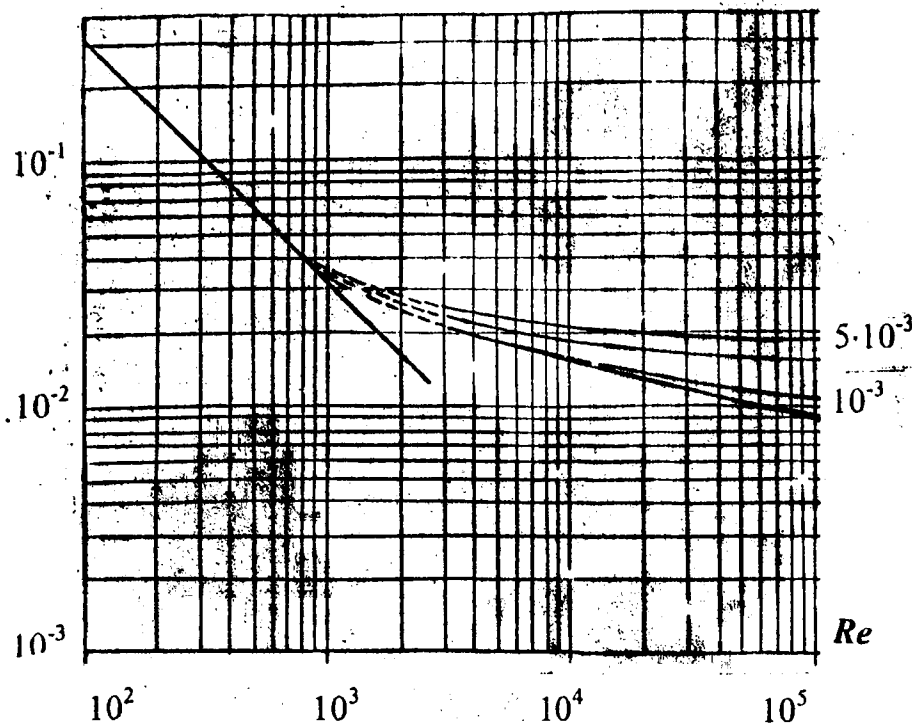
$$\Delta P = \left(1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h_{\text{юш}} + (P_2 - P_1) \quad (1.24)$$



1.1-расм. Ишқаланиш коэффициенти λ нинг Рейнольдс критерийси Re ва гадир-будурлик даражаси d_3/e га боғлиқлиги.
 d_3 -эквивалент диаметр, м; e -труба ички юзасидаги гадир-будурлик дўнглигининг ўртача баландлиги, м.

$$Eu/\Gamma = \lambda/2$$

$$e/d_3$$



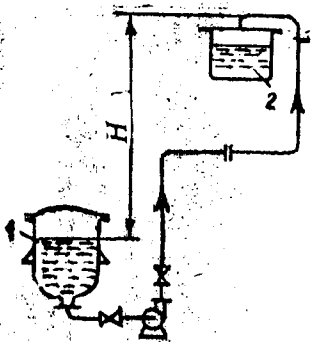
1.2-расм. $Eu/\Gamma = \lambda/2$ нисбатнинг Рейнольдс критерийси Re ва нисбий гадир-будурлик e/d_3 га боғлиқлиги.

Груба кувурларини ҳисоблаш.

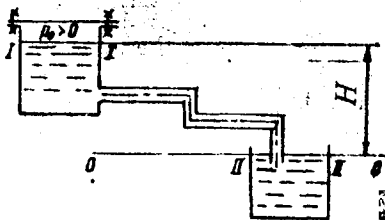
Бунинг учун масала асосан 3 параметрга нисбатан ечилади:

1. Суюқлик сарфини аниқлаш V_c , m^3/c ;
2. Суюқлик энергиясини аниқлаш Γ , m ;
3. Труба кувурининг диаметрини аниқлаш d , m .

1-1. Реактор 1 дан босим идиши 2 га (1.3-расм) насос ёрдамида 45°C ли хлорбензол 10 т/соат массавий сарфда узатиляпти. Босим идишида атмосфера босими, реактордаги суюқлик сатҳи устида эса 200 мм.с.м.уст. (26,6 кПа), труба қувур узунлиги 26,6 м, озгина емирилишга дучор бўлган диаметри 76×4 мм ли пўлат труба-балардан ясалган. Труба тармоғида 2 та кран, диафрагма ($\sigma=48$ мм), 5-та тўғри бурчак остида трубанинг бирдан бурилиши ($r/d=3$). Хлорбензол $H=15$ м баландликка кўтарилмоқда.



1.3-расм. 1-1 масалага оид шарҳия схема



1.4-расм. 1-3 масалага оид оддий труба қувурининг схемаси.

Қурилманинг ф.и.к.=0,7 деб қабул қилиб, насос истеъмол қилаётган қуввати топилсин.

Бошланғич маълумотлар жадвали:

Берилган: $G = 10$ т/соат = 10000/3600 кг/с;

$t = 45^{\circ}\text{C}$;

$P = 735 \text{ мм.сим.уст.};$
 $P = (P_a - 200) \cdot 133,3 \text{ Па};$
 $\Phi. \eta. \kappa. = 0,7;$
 $P = 9,81 \times 10^4 \text{ Па};$
 $d = 68 \text{ мм};$
 $H = 15 \text{ м};$
 $L = 26,6 \text{ м};$
 $h = 15 \text{ м}.$

Маҳаллий қаршилиқлар:

кранлар	2	$2 \times 2 = 4$
диафрагма	1	$1 \times 4 = 4$
туғри бурчакли бурилиш	5	$0,13 \times 5 = 0,65$
		$\alpha = 90^\circ$
кириш	1	$0,5 \times 1 = 0,5$
чиқиш	1	$\Sigma \zeta = 9,95$

Насоснинг қуввати N ни топинг.

Е ч и ш:

Масалани ечиш схемасини тузамиз.

1. Масаланинг бош формуласи:

$$N = \frac{\Delta P \cdot Q}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт}$$

Секундли ҳажмий сарф Q .

$$Q = \frac{G}{\rho}, \text{ м}^3/\text{с}$$

бу ерда $\rho = 1080 \text{ кг/м}^3$ – суюқлик зичлиги;

$$Q = \frac{10000}{3600 \cdot 1080} = 0,0025 \text{ м}^3/\text{с}$$

Оқимнинг ўртага теълиги секундли сарф тенгламадан топилади:

$$w = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,0025}{3,14 \cdot 0,068^2} = 0,69 \text{ м/с}$$

Оқим ҳаракат ғежи ми Re критерийси ёрдамида ифодаланади:

$$Re = \frac{0,69 \cdot 0,068 \cdot 1080}{0,00066} = 76634$$

Re > 10000 бўлгани учун ҳаракат режими тургун турбулент режим. Шунинг учун, муҳитнинг қаршилиқ коэффициенти:

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{76634}} = 0,019$$

Формуласи орқали ҳисобланади.

Маҳаллий қаршилиқлар йиғиндиси 9,95 тенг. Босим йўқотилишини аниқлаймиз.

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{с}} &= \left(1 + \lambda \cdot \frac{1}{d} + \sum \zeta \right) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h_{\text{хш}} + (P_2 - P_1) = \\ &= \left(1 + 0,019 \frac{26,6}{0,68} + 9,95 \right) \cdot \frac{0,69^2 \cdot 9,81}{2} + 1080 \cdot 9,81 \cdot 15 + \\ &+ [9,8 \cdot 10^4 - (735 - 200) \cdot 133,3] = 185734 \text{ Па} \end{aligned}$$

Насосга керакли қувватни аниқлаймиз.

$$N = \frac{185734 \cdot 0,0025}{1000 \cdot 0,7} = 0,663 \text{ кВт}$$

1-2. 120 кг/м³ массавий сарфда водородни узатиш учун труба қувурининг диаметри ҳисоблансин. Труба қувурининг узунлиги 1000 м. Рухсат этилган босимнинг йўқотилиши $\Delta p = 110$ мм. сув уст. (1080 Па). Водороднинг зичлиги 0,0825 кг/м³. Ишқаланин коэффициенти $\lambda = 0,03$.

Е ч и ш:

Узун, магистрал газ қувурларида босим асосан ишқаланиш қаршилигини енгиш учун сарф бўлади. Шунинг учун босимнинг йўқотилиши $\Delta p = \Delta p_{\text{шк}}$ га тенг деса бўлади.

Оқимнинг тезлиги:

$$w = \frac{V}{0,785 \cdot d^2}$$

Унда

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L^2}{d} \cdot \frac{V^2 \cdot \rho}{2 \cdot 0,785^2 \cdot d^4}$$

Ушбу тенгламани диаметрга нисбатан ечсак,

$$d = C \cdot \sqrt[5]{\frac{L \cdot V^2 \cdot \rho}{\Delta p}}$$

трубанинг диаметрини топамиз. Бизнинг масала учун коэф-фициент C қуйдаги қийматга тенг бўлади:

$$C = \sqrt[5]{\frac{\lambda}{0,785^2 \cdot 2}} = \sqrt[5]{\frac{0,03}{0,785^2 \cdot 2}} = 0,48$$

Водороднинг секундли ҳажмий сарфи:

$$V = \frac{120}{0,0825 \cdot 3600} = 0,405 \text{ м}^3/\text{с}$$

$\Delta p = 110 \cdot 9,81 = 1080$ Па эканлигини ҳисобга олсак, унда

$$d = 0,48 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,0825 \cdot 0,405^2 \cdot 1000}{1080}} = 0,2 \text{ м}$$

1-3. Температураси 50°C , зичлиги 900 кг/м^3 бўлган какао ёғи бир идишдан иккинчисига трубалар орқали узатилмоқда (1.4 - расм). Агарда трубанинг гадир-будурлиги $e=0,8$ мм, узунлиги $l=150$ м, $H = 6$ м, $p_0=220$ кПа ва ёғнинг сарфи $V_c=0,0005 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлса, трубанинг диаметри аниқлансин.

Е ч и ш:

Масалани ечиш қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади.

1) Ш-Ш ва П-П кўндаланг кесимлар учун Бернулли тенглама-
си ёзилади.

$$H + \frac{P_0}{\rho \cdot g} = \left[\zeta_{\text{кир}} + 3 \cdot \zeta_{90^\circ} + \lambda \cdot \frac{l}{d} + \zeta_{\text{чик}} \right] \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g} = f(d)$$

2) Суяқлик ҳаракати зоналарини инobatга олиб $f(d)$ ҳисобланади. Бунинг учун $d_{\text{дев}}$ нинг бир неча қийматини ихтиёрий олинади ва натижаларни 1-1 жавалга тартиб билан ёзилади ва улар асосида график қурилади.

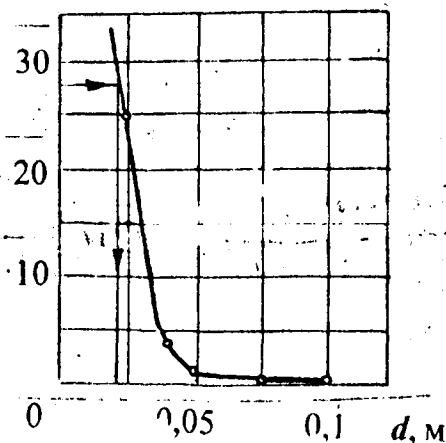
Бу ерда

$$w = \frac{4 \cdot V_{\text{с}}}{\pi \cdot d^2}; \quad \text{Re} = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$$

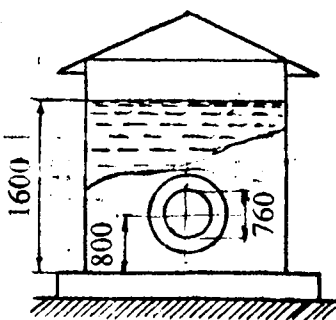
$\mu = 0,0278$ Па·с — 30-жадвалдан олинади.

$\zeta_{\text{кир}}=0,5$; $\zeta_{90^\circ}=1,1$; $\zeta_{\text{чик}}=1,0$ — иловадаги 53-жадвалдан танланади.

$f(d)$, м



1.5-расм. 1-3 масалага тегишли боғлиқлик.



1.6-расм. 1-4 масалага оид шартли схема

Ордината ўқига $A=H+p_0/\rho \cdot g$ қўйилиб, трубади керакли ди- метри топилади (1.5-расм). Унинг сон қиймати $d_{\text{дев}}=0,022$ м га тенг бўлади. Ушбу қиймат асосида стандарт ўлчамли диаметрғача яхлитлаймиз, яъни $d_{\text{дев}}=0,025$ м.

Труба қувури диаметри керагидан катта бўлгани учун ундан оқиб ўтаётган суюқлик миқдори ҳам кўп бўлади. Демак, қувурдаги сарфни ростлаш учун вентил (ёки задвижка) ўрнатилиши лозимдир. Бу ўрнатилган вентил қаршилиқ коэффи- циенти Бернулли тенгламаси орқали топилади:

$$H + \frac{P_0}{\rho \cdot g} = \left[\zeta_{\text{кыр}} + 3 \cdot \zeta_{90^\circ} + \lambda \cdot \frac{l}{d} + \zeta_{\text{чик}} + \zeta_{\text{вен}} \right] \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g}$$

$$28,45 = f(0,025) + \zeta_{\text{вен}} \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g}$$

Ҳисоблаш натижасида $\zeta_{\text{вен}}=63,1$ эканлиги аниқланди. Бу эса, вентилнинг қисман очқлиги ҳолатига тўғри келади.

1-1 жадвал

$d_{\text{дев}}, \text{ м}$	0,1	0,075	0,05	0,04	0,025	0,015
$w^2, \text{ м}^2/\text{с}$	0,067	0,113	0,255	0,3988	1,02	2,883
Re	216,6	274,4	413,0	515,4	825,5	1374,3
λ	0,295	0,233	0,155	0,124	0,078	0,047
$f(d), \text{ м}$	0,098	0,305	1,560	3,790	25,10	194,1
$H + \frac{P_0}{\rho \cdot g}, \text{ м}$	28,45	28,45	28,45	28,45	28,45	28,45

1-4. Сут биринчи қаватда ўрнатилган резервуардан иккинчи қаватга кўтарилаётган бўлса, ушбу резервуарда қандай миқдорда вакуум ҳосил қилиш керак? Умумий сўриш баландлиги 5 м (гид- ровлик қаршилиқларни инобатга олмаса ҳам бўлади). Сутнинг нисбий зичлиги 1,03.

Е ч и ш:

Маълум баландликка суюқликни кўтариш учун зарур вакуум миқдори ушбу формуладан топилади:

$$p_b = \rho \cdot g \cdot (10 - H_c) = 1030 \cdot 9,81 \cdot (10 - 5) = 49500 \text{ Па}$$

КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

1.1. Пахта ёғининг нисбий зичлиги 0,92, қанд эритмасиники 1,23, узум шарбатиники эса 0,7. Халқаро бирлик системаси (СИ) да уларнинг зичлиги қанча бўлади?

1.2. Сульфат кислота ишлаб чиқувчи заводнинг қуритиш минорасидаги U - симон ўлчагичда сийракланиш қиймати 3 см ни кўрсатаяпти. U-симон манометрга зичлиги 1800 кг/м^3 бўлган H_2SO_4 тўлдирилган. Агарда барометрик босим 750 мм.сим.уст. бўлса, минорадаги абсолют босим (Па) қиймати ҳисоблансин.

1.3. Суюқлик билан тўлдирилган қувурдаги манометр 0,18 кг-к/см² босимни кўрсатаяпти. Труба ичида сув ёки CCl_4 бўлганда, очиқ пьезометрдаги суюқлик манометр уланган сатҳдан қандай баландлик h га кўтарилади?

1.4. Мазутнинг идишдаги баландлиги 7,6 м (1.6-расм). Мазутнинг нисбий зичлиги 0,96. Резервуарнинг тубидан 800 мм баландликда диаметри 760 мм бўлган тешик қопқоқ жойлаштирилган. У 10 мм ли болтлар билан қотирилган. Болтлар учун узилишга рухсат этилган кучлаи нш 700 кг-к/см^2 бўлса, зарур бўлган болтлар сонини аниқланг. Ундан ташқари, мазутнинг резервуар остига кўрсатаётган босимини ҳам топинг.

1.5. Қўл гидравлик прессиинг диаметри 40 мм ли кичик поршенига таъсир этаётган куч миқдори 589 Н. Агар катта поршен диаметри 300 мм бўлса, кучлар йўқотилишини ҳисобга олинмаса, прессланаётган кунгабоқар маъзига таъсир этаётган куч аниқлачсин.

1.6. Температураси 30°C ли оливка ёғининг динамик қовушоқлик коэффициентини 80 мПа·с га ва нисбий зичлиги 0,91 тенг. Кинематик қовушоқлик коэффициентини топилсин.

1.7. Совитгич диаметри 20x2 мм ли 19 та трубадан иборат. Совитгичнинг труба-лараро бўшлиғи диаметри 57x3,5 мм трубадан ясалган бўлиб, ундан 1,4 м/с тезликда қанд қиёми оқиб ўтмоқда. Қанд қиёми пастдан юқорига қараб ҳаракат қилганда, совитгич труба-лари ичидаги тезлиги аниқлансин.

1.8. Диаметри 16x1,5 мм ли 379 та трубадан иборат иссиқлик алмашилиш қўрилмасидан 6400 м³/соат миқдорида, P=3 кг-к/см² босим остида азот ўтмоқда (0°C да ва 760 мм.сим.уст. деб ҳисоблаб). Азот иссиқлик алмашилиш қўрилмасига 120°C да кириб 30°C да чиқиб кетмоқда. Азотнинг иссиқлик алмашилиш

трубаларига кириш ва улардан чиқиш тезликларини аниқлаш керак.

1.9. Халқа, квадрат, тўғри тўртбурчак, тенг ёнли учбурчак кўндаланг кесимли қувурлар учун умумий кўринишда гидравлик радиусини аниқланг.

1.10. Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси трубалараро бўшлиғининг эквивалент диаметрини аниқлаш керак. Қурилма диаметри 38x2,5 мм. ли 61 та трубалардан ташкил топган. Кобиф (кожух) нинг ички диаметри 625 мм.

1.11. "Труба ичида труба" иссиқлик алмашиниш қурилман: нг трубаси ичида оқатган этил спиртининг ҳаракат режимини аниқлаш керак. Қурилманинг ички трубасининг диаметри 57x3 мм ва ташқи труба диаметри 96x3,5 мм, этил спирти сарфи 3,6 м³/соат, температураси 20°С.

1.12. Диаметри 64x3 мм ли зангламайдиған юқори сифатли Х18Н10Г пўлатдан ясалған трубадан 32 т/соат массавий сарф билан азот кислотаси ҳайдалмоқда. Суюқлик йўналишида трубада нормал вентил, тусик, 110° бурчак остида 2 та тирсак ва 90° бурчакли 2 та тирсак ўрнатилған. Трубанинг 64 м ли узунлиқдан бўлагида босимнинг йўқотилиши ҳисоблансин.

1.13. 150 м ли трубада суюқлик ҳаракатланишида босимнинг йўқотилиши ҳисоблансин. Труба ичида ҳаракат қилаётган суюқлик йўлида диаметри 68x4 мм дан 52x3 мм гача тўсатдан тарайиш, сўнг 2 та жумрак ва 2 та 90° ли тирсак қаршилиқлар мавжуддир. Трубадан 60°С температурада 1,4 м/с тезликда хлорбензол ҳаракат қилмоқда.

1.14. Насос қурилмаси 5 м³/соат сарфда концентрацияси 25% ли кальций хлор (ССL₄) ни 32 м баландлиқда жойлашған резервуарга узатмоқда. Труба диаметри 50x2,5 мм, узунлиги 74 м, тезлиги 1,8 м/с га тенг. Аралашма зичлиги 1200 кг/м³, қовушоқлик коэффициентини 1,8 сП. Суюқлик йўлида 3 тирсак (90° бурчак остида R₀/d=4) ва 2 та вентил бор. Агарда ф.и.к.= 0,65 га тенг бўлса, қувватнинг сарфи ҳисоблансин.

1.15. Насос қурилмаси соатига 35 м³ сувни диаметри 60x2,5 мм ли трубадан 44 м баландлиққа узатиб бермоқда. Труба тармоғида 3 та силлиқ тирсак ва 2 та вентил бор. Трубанинг узунлиги 95 м. Агарда насоснинг ф.и.к.= 0,6 га тенг бўлса, сарф бўлаётган қувват аниқлансин.

1.16. Диаметри 50x2,5 мм бўлған трубадан температураси 40°С ли аммиак (26%) 5 т/соат массавий сарф билан оқиб ўтаётганда,

труба ўқидаги маҳаллий тезлик аниқлансин. Ҳамма ҳисоблар ўртача тезлик учун ҳам бажарилсин ва ҳаракат режими топилсин.

1.17. 50% ли глицерин 65x3 мм ли трубадан 22 т/соат миқдорда оқиб ўтмоқда. Сууюқлик температураси 80°C бўлганда оқимнинг ҳаракат режими ва ўртача тезлигини топинг. Ундан ташқари, труба марказида (ўқида)ги маҳаллий тезлик ҳам аниқлансин.

1.18. Температураси 60°C булган 18 т/соат миқдорда оқиб ўтаётган CCl_4 сууюқлигининг ўртача тезлиги ва ҳаракат режими топилсин. Труба ўқидаги маҳаллий тезлик ҳам аниқлансин. Трубанинг диаметри 62x2 мм.

1.19. Температураси 80°C ва ўртача тезлиги 2,1 м/с бўлган метил спирти "труба ичидаги труба" типдаги иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ички трубаси ичида ҳаракатланмоқда. Агар труба диаметри 50x2,5 мм лиги маълум бўлса, сууюқликнинг сарфи ва труба ичидаги маҳаллий тезлик аниқлансин.

1.20. Температураси 75°C ва тезлиги 1,3 м/с бўлган бензол диаметри 65x2,5 мм ли тўғри труба орқали ҳаракатлангандаги босимнинг йўқотилиши аниқлансин. Трубанинг умумий узунлиги 42 м ва сууюқлик йўлида 2 та оддий венти́ллар жойлашган.

1.21. Умумий узунлиги 115 м ли трубада 1 та нормал венти́л, 1 та задвижка, тешиги 10 мм ва қалинлиги 5 мм ли диафрагма, ҳамда 90° мм ли 2 та тирсак жойлашган. Труба диаметри 57x3,5 мм Трубадан соатига 25 тонна 80% ли глицерин оқиб ўтаётганда, босим йўқотилиши аниқлансин.

1.22. Диаметри 60x3 мм ли труба орқали тезлиги 1,8 м/с ва температураси 40°C бўлган сирка кислотаси ҳаракатланса, унинг ички ишқаланишидаги босим йўқотилиши аниқлансин. Бу ҳисоблар труба узунлиги 10 м ва 100 м бўлганда кўриб чиқилсин.

1.23. 70% ли сирка кислотасини 14 т/соат массавий сарфда насос орқали узатилмоқда. Трубанинг ўлчамлари: диаметри 53x2,5 мм га, узунлиги эса 88 м. Умумий босимнинг йўқотилиш қиймати 77 м га тенг. Агарда сууюқлик 18 м баландликка кўтариб берилиши лозим бўлса, қурилманинг ф.и.к. = 0,7 га тенг бўлса, сарфланадиган қувват миқдори ҳисоблаб топилсин.

1.24. Трубадан нисбий зичлиги 0,9 ва температураси 60°C бўлган какао ёғи узатилмоқда. Трубанинг ғадир-бу.урлиги $e = 0,9$ мм, узунлиги $l = 200$ м, б: тандлиги $H = 8$ м, сууюқлик сарфи $V_c = 0,001$ м³/с ва босими 250 кПа бўлса, унинг диаметри ҳисоблаб топилсин.

1.25. Диаметри 38x3 мм ли трубадан соатига 20°C ли 5 т

узум сўслоси оқиб ўтмоқда. Суюқлик тезлиги ва оқиш режими а: иқлансин.

1.26. Нисбий зичлиги 1,31 тенг қанд қиёми очиқ цилиндрик идишга қуйиб қўйилган. Унинг маълум бир нуқтасига ўрнатилган манометр $p_{орт} = 0,4 \text{ кг-к/см}^2$ ни кўрсатаётган бўлса, шакар қиёмининг сатҳи ушбу манометр ўрнатилган нуқтадан қандай баландликда бўлади?

1.27. 2 м/с тезликда «Олмалиқ» пивоси змеевикда: оқиб ўтаётган пайтидаги босимнинг йўқотилиши аниқлансин. Змеевик диаметри 43x3 мм ли трубадан ясалган ва унинг ўрама с.нинг диаметри 1,5 м .а ўрамалар сони 6 та. Пивонинг ўртача температураси 20°C.

1.28. Зичлиги $1032,5 \text{ кг/м}^3$ ва динамик қовушоқлик коэффициентини $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Па-с}$ бўлган сут ўзгармас сатҳли идишдан реакторга табиий ҳолда оқиб тушмоқда. Идишдаги сутнинг сатҳи реакторга қираётган жойидан 5 м юқоридир. Оқиб тушаётган труба диаметри 57 мм, узунлиги 18 м, труба қувурида 4 та тирсак ва кранлар ўрнатилган. Идиш ва реактордаги босим атмосфера босимига тенг. Юқорида қайд этилган шарт-шароитларда, илчшдан реакторга энг кўп с :иб тушадиган сут миқдори топилсин.

1.29. Температураси 5°C, .ажмий сарфи $18 \text{ м}^3/\text{соат}$ бўлган миқдордаги сут корхона цехидан омбордаги резервуарга юборилмоқда. Труба қувурининг узунлиги 25 м. Унда 90°ли ($R_{бур} = 50 \text{ см}$) 5 та тирсак бор. Труба қувурининг диаметри ва гидравлик қаршилиги аниқлансин.

1.30. Сут биринчи қаватда ўрнатилган резервуардан иккинчи қаватга узатилаётган бўлса, ушбу резервуарда қандай миқдорда вакуум ҳосил қилиш керак? Умумий сўриш баландлиги 8 м (гидравлик қаршиликларни инobatга олмаса ҳам бўлади). Сутнинг нисбий зичлиги 1,032.

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N1

Температураси $t = A^\circ\text{C}$ ва босими $p = B \text{ кг-к/см}^2$ бўлганда В модданинг зичлиги Халқаро бирлик системаси (СИ)да аниқлансин. Атмосфера босими 760 мм.смм.уст. деб олинсин.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A	°C	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150
B	кг·к, э ²	5	20	4	8	10	15	50	30	12	2

Параметр	Шифрнинг охиридан олдинги рақами бўйича вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
B	N ₂	Ag	H ₂	H ₂ O	NO ₂	SO ₂	CO ₂	O ₂	CH ₄	C ₂ H ₆

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №2

Диаметри 38x3 мм ли трубадан соатига G тонна ва температураси t°C бўлган N суюқлик эқиб ўтмоқда. Суюқликнинг оқим режими ва ўртача ҳаракат тезлигини аниқланг.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G	T	0,54	0,9	1,08	1,8	3,6	1,44	1,08	0,72	0,36	0,18
t	°C	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70
N	пахта ёғи, вино, сут, пиво, этил спирти, қанд қиёми, нефть, бензин, мазут, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , симос, HCl, глицерин, то'шол										

СУЮҚЛИКЛАРНИ УЗАТИШ ВА СИҚИШ

Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида барча тармоқларида суюқликлар горизонтал ва вертикал трубалар орқали узатилади. Сув, нефть, бензин, ёғ-мойлар, сут, вино, пиво ва бошқа суюқликларни узатиш учун мўлжалланган машиналар насослар дейилади. Электр двигателнинг механик энергиясини суюқликнинг узатилиш энергиясига айлантирувчи ва унинг босимини оширувчи ва гидравлик машиналар насослар деб аталади. Трубаларнинг бошланғич ва охириги нуқталаридаги босимлар фарқи трубалардан суюқликнинг оқиши учун ҳаракатлантирувчи куч ҳисобланади.

Насослар асосан икки турга: динамик ва ҳажмий насосларга бўлинади. Динамик насосларда суюқлик ташқи куч таъсирида ҳаракатга келтирилади. Насос ичидаги суюқлик насосга кириш ва чиқиш трубалари билан узлуксиз боғланган бўлади. Суюқликка таъсир қиладиган кучнинг турига кўра, динамик насослар парракли ва ишқаланиш кучи ёрдамида ишлайдиган насосларга бўлинади. Саноатда суюқликларни сиқилган газ (ёки ҳаво) ёрдамида узатиш учун газлифтлар ва монтежюлар ҳам ишлатилади.

Насоснинг асосий параметрлари

Насоснинг вақт бирлиги ичида узатиб берадиган суюқликнинг миқдорига иш унумдорлиги (ёки сарфи) дейилади Q , (m^3/c).

1. Вақт бирлигида сўрилган суюқлик ҳажми Q ни насоснинг сарфи деб аталади. Сўриш m^3/c , л/с ва бошқа birlikлардаўлчанади.

Марказдан қочма насосларнинг сарфи қуйидагича ҳисобланади:

$$Q = w_1 \cdot (\pi \cdot d_1 - \delta \cdot z) \cdot b_1 \cdot \sin \beta_1 \quad (2.1)$$

ёки

$$Q = w_2 \cdot (\pi \cdot d_2 - \delta \cdot z) \cdot b_2 \cdot \sin \beta_2$$

w_1, w_2 - иш билдирагига кириш ва чиқишдаги нисбий тезликлар;

d_1, d_2 - насос гилдирагининг ички ва ташқи диаметрлари;

δ - насос куракларининг қалинлиги;

z - кураklar сони;

b_1, b_2 - куракларнинг кириш ва чиқишдаги эни;

β_1, β_2 - куракларнинг кириш ва чиқишдаги эгрилик бурчаклари.

Энг содда поршенли насоснинг сарфи ушбуга тенг:

$$Q = F \cdot L \cdot \frac{n}{60} \quad (2.2)$$

бу ерда F - поршен кўндаланг кесимининг юзаси; L - поршеннинг юриши (бир бориб келишда бир томонга юрган йўлининг узунлиги); n - поршеннинг бир минутда бориб келиш сони (ёки кривошип-шатунли механизмнинг айланиш сони).

Кўп йўлли поршен насосининг сарфи

$$Q = F \cdot L \cdot \frac{n}{60} \cdot i \quad (2.3)$$

бу ерда i - насос цилиндрларининг сони.

Икки йўлли бир поршенли насоснинг сарфи:

$$Q = (2 \cdot F - f) \cdot L \cdot \frac{n}{60} \quad (2.4)$$

бу ерда f - шток кўндаланг кесимининг юзаси, m^2 .

2. Насосдан ўтаётган суюқлик оқими олган солиштирма энергияси насоснинг босими деб аталади ва суюқлик устунининг меърлари ҳисобида ўлчанади.

$$H = H_r + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + h_{ум} \quad (2.5)$$

$h_{ум} = h_c + h_x$ - трубаининг умумий гидравлик қаршилиги;

$H_r = H_c + H_x$ - геометрик баландлик.

3. Насоснинг вақт бирлигида бажарган иши унинг қуввати дейилади. Қувватнинг ўлчов бирлиги [Вт] ва қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$N_{\phi} = \gamma \cdot Q \cdot H = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \quad (2.6)$$

Насоснинг ўқидаги қуввати фойдали қувватдан каттароқ бўлади, яъни:

$$N_e = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot F}{\eta_H} \quad (2.7)$$

Марказдан қочма насосларнинг ҳосил қилган босими ишчи филдиракларнинг айланиш тезлигига боғлиқ бўлади. Насос ишга туширилишидан илгари сўриш трубаи, иш филдираги ва қобиқ узатилаётган суюқлик билан тўлдирилади. Агар иш филдираги билан қобиқ ораларида бўшлиқ бўлса, ишчи филдирагининг айланиши натижасида етарли сийракланиш ҳосил бўлмайди.

Насоснинг иш унумдорлиги, напори, истеъмол қиладиган қуввати иш филдиракларининг айланиш частотасининг ўзгаришига боғлиқ бўлади, яъни: айланишлар частотаси n_1 дан n_2 га ортса, унинг иш унумдорлиги, напори ва истеъмол қиладиган қуввати қуйидагича ўзгаради:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3; \quad (2.8)$$

Ишчилдиракларининг айланишлар частотаси n ўзгармас бўлганда насос иш унумдорлиги Q нинг напори H насоснинг ўз қуввати N ва фойдали иш коэффициентини η_H билан ўзаро график усулидаги боғлиқлиги насосларнинг хarakterистикаси деб юритилади.

Газларни сиқиш ва узатиш учун компрессор машиналардан фойдаланилади. Худди суюқликлар каби, газлар ҳам босимлар фарқи бўлганидагина узатилади. Сиқилган газ босими P_2 нинг сиқилмаган газ босими P_1 га нисбати сиқиш даражаси дейилади.

1. Вентиляторларда $P_2/P_1 < 1,1$ — кўп миқдордаги газларни узатиш учун фойдаланилади.

2. Газодувкалар $1,1 < P_2/P_1 < 3$ — газ трубаларида катта қаршилиқ бўлганида ишлатилади.

3. Компрессорлар $P_2/P_1 > 3$ — юқори босим ҳосил қилиш учун ишлатилади.

4. Вакуум насослар босими атмосфера босимидан паст бўлган газларни сўриш учун ишлатилади. Ишлаш принципига кўра компрессорлар ҳажмий ва парракли бўлади. Газнинг ҳажми, босими ва температураси ўртасидаги боғланиш

$$\left(P + \frac{a}{b^2}\right) \cdot (v - b) = R \cdot T \quad (2.9)$$

P - газнинг босими, Н/м^2 ; v - газнинг золиштирма ҳажми $\text{м}^3/\text{кг}$; $R = 8314/\text{М}$ - газларнинг универсал константаси, $\text{Ж/кг}\cdot\text{с}$; М - молекуляр масса, кг/кмоль ; T - температура, К .

a ва b коэффициентларнинг миқдори қўлланмаларда берил-
маса, у критик температура $T_{\text{кр}}$, ва босим $P_{\text{кр}}$ орқали қуйидагича
топилади:

$$a = \frac{27 \cdot R^2 \cdot T_{\text{кр}}^2}{64 \cdot P_{\text{кр}}} \quad (2.9a)$$

$$b = \frac{R \cdot T}{8 \cdot P_{\text{кр}}}$$

Вентиляторлар. Газни паст босимда узатиш учун мўлжалланган
машиналар вентиляторлар дейилади. Марказдан қочма вентиля-
торларнинг характерисликалар худди марказдан қочма насослар-
никига ўхшаш бўлади. Шунинг учун вентиляторлар насослар ка-
би пропорционаллик қонунига бўйсунди.

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_{\text{в}}} = \frac{Q \cdot \Delta P}{\eta_{\text{в}}} \quad (2.10)$$

бу ерда $\eta_{\text{в}}$ - вентиляторнинг фойдали иш коэффициенти, уза-
тиш йўлидаги барча сарфларни ҳисобга олади; ΔP - босимлар
фарқи.

Вентиляторларнинг ҳажмий самарадорлиги юқори бўлганлиги
учун унинг ўлчамлари ҳам катта бўлади. Вентилятор ўқидаги
қувват қуйидаги тенглама орқали ҳисобланади.

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000 \cdot \eta} \quad (2.11)$$

Q - иш унумдорлиги, $\text{м}^3/\text{с}$; H - напор, м ; ρ - газ зичлиги кг/м^3 ;
 $\eta_{\text{в}}$ - ф.и.к. (вентиляторнинг аэродинамик хусусиятига кўра танла-

нади).

Бу олинган қувват формулалари насоснинг суюқликка берган энергиясини ифодаловчи фойдали қувватни беради. Амалда эса двигателнинг ўқни (вални) айлантиришга сарфлаган қуввати бу қийматга кўра кўп бўлади.

4. Фойдали қувватнинг валга берган қувватга нисбати насоснинг фойдали иш коэффициенти ф.и.к. деб аталади.

$$\eta = \frac{N_{\phi}}{N} \quad (2.12)$$

Буни назарга олганда, суюқликни сўриш учун ишлатилган умумий қувват двигателга сарфланган қувватга тенг.

Умумий қувват қуйидаги формуладан топилади:

$$N_{\text{ов}} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_H \cdot \eta_{yt} \cdot \eta_{\text{ов}}} \quad (2.13)$$

Насос қурилмаларини ўрнатиш учун зарур бўлган қувват қуйидагича аниқланади:

$$N_{\sigma} = \beta \cdot N_{\text{ов}}$$

бу ерда β - қувватнинг заҳира коэффициенти ва унинг қийматлари 2.1-жадвалда келтирилган

2.1-жадвал

$N_{\text{дв}}$, кВт	< 1	1-5	5-50	> 50
β	< 2-1,5	1,5-1,2	1,2-1,15	1,1

Бир погонали компрессорда 1 кг газни адиабатик сиқиш пайтидаги назарий иш L (Ж/кг) миқдори қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланиши мумкин:

$$L_{\text{на}} = \frac{1}{k-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \frac{1}{k-1} \cdot RT_1 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (2.14)$$

$$L_{ad} = i_2 - i_1 \quad (2.15)$$

Адиабатик сиқиш жараёни охиридаги газнинг температураси ушбу тенгламадан топилади:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (2.16)$$

(2.14-2.16) формулаларда:

- k - адиабата кўрсаткичи;
- P_1 ва P_2 - газнинг бошланғич ва охириги босими, Па;
- V - газнинг бошланғич шароитидаги солиш-сирма ҳажми, яъни P_1 ва T_1 бўлганда, m^3/kg ;
- i_1 ва i_2 - газнинг бошланғич ва охириги энтальпиялари, J/kg ;

$R = 8310/M$ - газ константаси, $J/kg \cdot K$;

M - газнинг моляр массаси.

$G = 1$ кг газни бошланғич P_1 босимдан охириги P_2 босимга бир поғонада сиқиш пайтида компрессорнинг двигатели истеъмол қиладиган қувват N (кВт) ушбу тенгламада ҳисобланади:

$$N = \frac{G \cdot L}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta} = \frac{G \cdot (i_1 \cdot i_2)}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta} \quad (2.17)$$

η - компрессор қурилмасининг ф.и.к.

Оддий поршенли компрессор иш унумдорлиги C (m^3/c) ушбу тенгламадан топилади:

$$Q = \lambda \cdot \frac{F \cdot S \cdot n}{60} \quad (2.18)$$

бу ерда λ - ўлчамсиз узатиш коэфф.ициенти;

F - поршен юзаси, m^2 ;

S - поршен ҳарак.гининг узунлиги, m ;

n - айланиш частотаси, айл/мин.

Узатиш коэффициенти:

$$\lambda = (0,8 - 0,95) \cdot \lambda_0 \quad (2.19)$$

Формуладиги λ_0 - компрессорнинг ҳажмий ф.и.к. ва у қуйидагича аниқланади:

$$\lambda_0 = 1 - \varepsilon_0 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right] \quad (2.20)$$

бу ерда ε_0 - цилиндрнинг зарарли ҳажмининг поршен ҳаракат ҳажмига нисбати.

m - зарарли бўшлиқда қолиб кетган газ кенгайишининг политрона кўрсаткичи.

Кўп поғонали компрессорда 1 кг газни сиқиш пайтида теъдорий иш L (Ж/кг) миқдори қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$L_{\infty} = n \cdot P_1 \cdot V_1 \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = n \cdot R \cdot T_1 \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (2.21)$$

ёки

$$L_{\infty} = \Delta i_1 + \Delta i_2 + \dots + \Delta i_n \quad (2.22)$$

бу ерда n - сиқиш поғоналари сони;

$\Delta i_1, \Delta i_2, \dots - 1, 2, \dots$ поғоналар учун газнинг энтальпияларининг фарқи.

Кўп поғонали компрессор истеъмол қиладиган қувват (2.17) формула орқали ҳисобланади. Айрим ҳолларда, ҳавони сиқиш компрессорларининг қувватини аниқлаш учун ушбу формуладан ҳам фойдаланилади:

$$N = \frac{1,68 \cdot G \cdot L_{opt}}{3600 \cdot 1000} = \frac{1,68 \cdot R \cdot T_1 \ln \frac{P_{ox}}{P_1}}{3600 \cdot 1000} \quad (2.23)$$

1,68 - амалий йўл билан аниқланган коэффициент ва у

ҳақиқий ва изотермик сиқишдаги фарқни ҳисобга олади.

Кўп поғонали поршенли компрессор иш унумдорлиги, 1-поғонасининг иш унумдорлиги орқали аниқланади.

Поғоналар орасида босимнинг йўқотилиши ҳисобга олинмаса, сиқиш поғоналарининг сони ушбу тенглама орқали ҳисобланса бўлади:

$$x^n = \frac{P_{ox}}{P_1} \quad (2.24)$$

унда

$$n = \frac{\lg P_{ox} - \lg P_1}{\lg x} \quad (2.25)$$

бу ерда x - бир поғонада сиқиш даражаси.

➔ МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

2-1. Шестернали насос шестернасининг 12 та тиши бўлиб, унинг эни 42 мм. Ҳар бир тишнинг кўндаланг кесимининг юзаси қўшни шестернанинг ташқи айланаси билан чегараланган бўлиб 980 мм^2 тенгдир. Насоснинг иш унумдорлиги $0,312 \text{ м}^3/\text{мин}$ бўлса, насоснинг узатиш коэффиценти аниқлансин.

Э ч и ш:

Шестернали насоснинг иш унумдорлиги ушбу формула орқали ҳисоблаб топилади:

$$Q = \eta_v \cdot \frac{2 \cdot f \cdot b \cdot z \cdot n}{60}$$

Назарий узатилган суюқлик миқдори:

$$Q = 2 \cdot f \cdot b \cdot z \cdot n / 60 = 2 \cdot 0,00096 \cdot 0,042 \cdot 12 \cdot 440 / 60 = 0,00708 \text{ м}^3/\text{с}$$

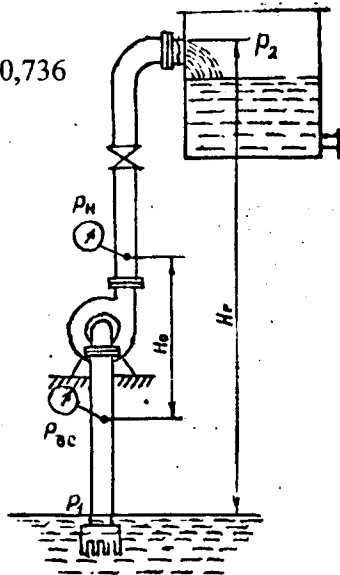
Ҳақиқий узатилган суюқлик миқдори:

$$Q = 0,312 / 60 = 0,0052 \text{ м}^3/\text{с}$$

Бунда, узатиш коэффиценти қуйидагиг тенг бўлади:

$$\eta_b = \frac{Q}{Q} = \frac{0,0052}{0,00708} = 0,736$$

2-2. Ҳайдаш трубасига қўйилган манометр кўрсаткичи $3,8 \text{ кгк/см}^2$ ($0,38 \text{ МПа}$) га тенг. Насос суюқлик (сувни) $8,4 \text{ м}^3$ ҳажмида 1 минутда ҳайдамоқда. Сўриш трубасида жойлашган вакуумметр эса сийракланиш қиймати 21 мм.сим.уст. (28 кПа) (2.1-расм). Манометр ва вакуумметрлар ўрнатилган нуқталар орасидаги масофа 410 мм га тенг. Сўриш трубасининг диаметри 350 мм , ҳайдаш трубасининг диаметри эса 300 мм га тенг. Насос ҳосил қилаётган напор топилсин.



2.1-расм. Марказдан қочма типдаги насос қурилмасининг схемаси (2-2 масалага оид)

Е ч и ш:

Сўриш трубасидаги сувнинг тезлиги

$$w_{суп} = \frac{84}{84 \cdot 0,785 \cdot 0,35^2} = 1,45 \text{ м/с}$$

Ҳайдаш трубасидаги сувнинг тезлиги

$$w_{хай} = \frac{84}{60 \cdot 0,785 \cdot 0,3^2} = 1,98 \text{ м/с}$$

Ҳайдаш трубасидаги босим атмосфера босимига тенг $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ экин 760 мм.сим.уст.

$$P = (3,8 + 1,013) \cdot 91 \cdot 10^4 = 474000 \text{ Па}$$

Сўриш трубасидаги босим

$$P_{\text{суп}} = (0,76 - 0,21) \cdot 133,33 \cdot 1000 = 73300 \text{ Па.}$$

Насос ҳосил қилаётган босим

$$H = \frac{474000 - 73300}{1000 \cdot 9,81} + 0,41 + \frac{1,98^2 + 1,45^2}{2 \cdot 9,81} = 41,3 \text{ м. сув. уст.}$$

2-3. 1200 айл/мин. айланиш частотасига эга бўлган марказдан
очма насос тажриба вақтида қуйидагича кўрсаткичга эга бўлган:

Q, л/с	10,80;	21,2
H, м	25,80;	25,4
N, кВт	7,87;	10,1

Ҳайдалаётган суюқликнинг солиштирма зичлиги 1,12 га тенг.
Насоснинг ф.и.к. ҳисоблансин.

Е ч и ш:

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000 \cdot \eta}$$

формуладан

$$\eta = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000 \cdot N}$$

Суюқлик зичлиги $\rho = 1120 \text{ кг/м}^3$.

$$\eta_1 = \frac{1120 \cdot 9,81 \cdot 25,80 \cdot 0,01}{1000 \cdot 7,8} = 0,36$$

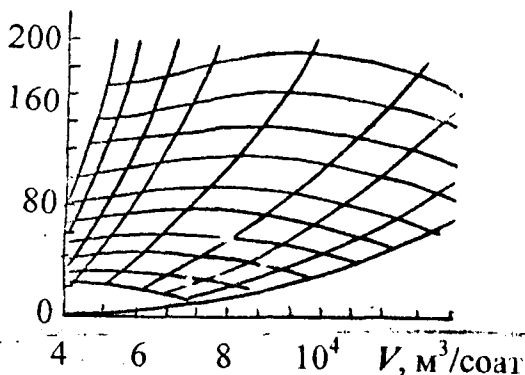
$$\eta_2 = \frac{1120 \cdot 9,81 \cdot 25,40 \cdot 0,02}{1000 \cdot 10,1} = 0,55$$

Насоснинг характеристикалари 2.2-расмда келтирилган.

H , мм. сув уст.

2-3. Агарда вентиляторнинг иш унумдорлиги 10000 м³/соатдан 6600 м³/соатгача камайtirилса, марказдан қочма вентиляторнинг дросселлаш натижасида истеъмол қилаётган қуввати ҳисоблаб топилсин.

Вентиляторнинг айланиш частотаси $\omega = 145$ рад/с, фойдали иш коэффициенти $\eta = 0,4$, ва $\Delta p = 1000$ Н/м².



2.2-расм. Марказдан қочма типдаги вентиляторнинг характеристикаси

Е ч и ш:

Бойланғич берилган асосан истеъмол қилаётган қувват қиймати

$$N = \frac{Q \cdot \Delta p}{1000 \cdot \eta} = \frac{10000 \cdot 1000}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,4} = 6,8 \text{ кВт}$$

Ўзгартириш туфайли бурчак тезлиги доимий бўлган ҳолда, яъни

$$\eta_1 = 0,5, \Delta p_1 = 1300 \text{ Н/м}^2, L_1 = 6600 \text{ м}^3/\text{соат.}$$

$$N = \frac{6600 \cdot 1300}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,5} = 4,7 \text{ кВт}$$

Иш унумдорлиги 6600 м³/соат бўлганда,

$$\omega = 145 \cdot \frac{6600}{10000} = 95 \text{ рад/с}$$

Бу қийматга $\Delta p_2 = 450$ Н/м², ф.и.к. = const = 0,4. Бу ҳолда ис-

$$N_2 = \frac{6600 \cdot 450}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,4} = 2,0 \text{ кВт}$$

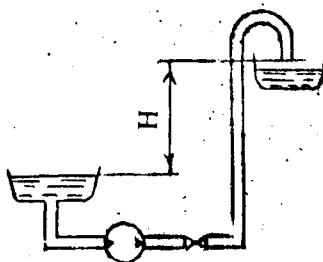
Бу қиймат эса аввалгилан бирмунча кичик қийматни ташкил этади.

2-5. Ҳажмий сарфи $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, температураси 50°C бўлган томат пастаси труба қувури орқали узатилмоқда. Труба қувурининг узунлиги 60 м, диаметри 0,1 м, $R_{\text{бур}}/d = 3$, кўтарилиш баландлиги $h_r = 5 \text{ м}$, зичлиги $\rho = 1070 \text{ кг/м}^3$ (2.3-расм). Ушбу миқдордаги томат пастани узатиш учун насос қандай босим бериши керак?

Е ч и ш:

Масалани ишлаш қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

1) I-I ва II-II кесимлар учун насос бераётган H напорни ҳисобга олган ҳолда Бернулли тенгламаси ёзилди (2.3-расм):



2.3-расм. Томат пастасини узатиш схемаси (2-5 масалага оид)

$$H = \left(\zeta_{\text{кпр}} + 2 \cdot \zeta_{90^\circ} + \zeta_{180^\circ} + \alpha \right) \frac{w^2}{2 \cdot g} + \frac{\Delta p}{l} \cdot \frac{l}{\rho \cdot g} + h_r =$$

$$h_r + \frac{\Delta p}{l} \cdot \frac{l_2}{\rho \cdot g}$$

2) Труба қувурининг узунлиги бўйича маҳаллий қаршиликлар мавжудлиги сабабли, яъни 2 та вентил қаршилиги учун 0,2 м, 180° ли бурилиш учун 3 м га, 90° ли тирсак учун 1,5 м га узайтирилиши керак. Бунда, қувурнинг эквивалент узунлиги

$$l_2 = 60 + 21,5 + 3,0 + 0,2 = 66,2 \text{ м}$$

61 - жалвалга асосан, чизикчи интерполяциядан фойдаланиб,
 $\Delta p/l = 8 \text{ кПа/м}$ лигини аниқлай лиз.

3) Топилган маълумотларни Бернулли тенгламасига қўйиб,
 қўйидаги натижани оламиз:

$$H = 5 + 8,0 \cdot \frac{66,2}{1070 \cdot 9,8} \cdot 10^3 = 5 + 50,5 = 55,5 \text{ м}$$

2-6. Айланиш частотаси 23 с^{-1} , тўлик напори 22 м, ҳажмий сарфи $5 \text{ м}^3/\text{соат}$ бўлган насоснинг кавитация ва тез юрувчанлик коэффициентларини, ҳамда истеъмол қилаётган қуввати ҳисоблаб чиқилсин. Суюқлик зичлиги $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Ечми:

Истеъмол қилинаётган қувват ушбу йўл билан топилади:

$$N = \frac{5 \cdot 22 \cdot 1030 \cdot 9,81}{3600 \cdot 10^3 \cdot 0,7} = 1 \text{ кВт}$$

Тез юрувчанлик коэффициенти эса қўйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$\eta_{\text{тюз}} = \frac{13140 \cdot n \cdot \sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}} = \frac{13140 \cdot 23 \cdot \sqrt{0,00138}}{\sqrt[4]{22^3}} = 1092,7$$

Кавитация коэффициетини эса ушбу тенгламадан топиш мумкин:

$$\begin{aligned} \sigma &= 0,00123 \cdot \frac{(3600 \cdot n^2 \cdot Q)^{0,66}}{H} = \\ &= 0,00123 \cdot \frac{(3600 \cdot 23^2 \cdot 0,00138)^{0,66}}{22} = 0,011 \text{ м} \end{aligned}$$

Ҳисоблаб топилган N , $\eta_{\text{тюз}}$ ва σ параметрларнинг сон қийматлари шуни кўрсатадики, насоснинг ишлаш режими санат миқёсида қўллаш учун ҳафсиздир.

2-7. Ҳаво қувурлари орқали 12 м/с тезликда ҳаво утмоқда. Ҳавонинг ушбу тезликда ҳаракат қилиши учун керакли напор миқдори аниқлансин.

Е ч и ш:

$$\Delta p = \frac{\rho \cdot w^2}{2 \cdot g}$$

Унда

$$\Delta p = \frac{1,29 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,81} = 9,5 \text{ мм.сув.уст.}$$

2-8. Ҳаво қувури орқали вентилятор ёрдамида $w=15$ м/с тезликда $Q=2,5$ м³/с ҳажмий сарфда ҳаво узатилмоқда.

Ҳаво қувурининг диаметри ва зарур напор миқдорлари топилсин. Қувурдаги 2та тирсак $R/D=2$ нисбатда тайёрланган.

Е ч и ш:

Ҳаво қувурининг диаметри ушбу формуладан аниқланади:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 15}} = 0,47 \text{ м}$$

Ҳаво оқимининг ҳаракат режимини ҳисоблаймиз:

$$Re = \frac{w \cdot D \cdot \rho}{\mu} = \frac{15 \cdot 0,47 \cdot 1,29}{18,3 \cdot 10^{-6}} = 5,05 \cdot 10^6$$

Демак ҳаво ҳаракати турбулент оқиш режимига тўғри келади. $Re > 10^5$ бўлгани учун, ишқаланиш коэффиценти ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{Re^{0,237}} = 0,0032 + \frac{0,221}{505000^{0,237}} = 0,013$$

Берилган миқдордаги ҳавони узатиш учун зарур умумий напор

қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\Delta p = \frac{\rho \cdot w^2}{2 \cdot g} \cdot \left(1 + \lambda \cdot \frac{1}{D} + \sum \zeta \right) + \rho \cdot H$$

бу ерда $L=4+6+3=13\text{м}$ – труба қувурининг узунли. и.

$$\sum \zeta = 2 \cdot 0,15 = 0,3$$

$$\Delta p = \frac{1,29 \cdot 15^2}{2 \cdot 9,8} \left(1 + 0,013 \cdot \frac{13}{0,47} + 0,3 \right) + 1,29 \cdot 6 = 32 \text{ мм.сுவ.уст.}$$

2-9. Вентилятор ўқи $n=500$ айлмин бўлганда $0,8 \text{ м}^3/\text{с}$ миқдорда ҳаво оқиб ўтмоқда. Ҳаво қувурида ҳосил бўлган босим $\Delta p=32 \text{ мм.сுவ.уст.}$ тенг. Агарда, вентилятор ўқининг айланиши 700 айлмин гача ортса, унинг ҳажмий сарфи ва зарур қувватлаги топилсин.

Е ч и ш:

Айланиш сони $n=500$ айлмин бўлса, сарфланаётган қувват миқдори қуйидаги формуладан аниқланади:

$$N = \frac{Q \cdot \Delta p}{102} = \frac{0,8 \cdot 32}{102 \cdot 0,5} = 0,5$$

бу ерда $\eta = 0,5$ – вентилятор ф.и.к.

Вентилятор ўқининг айланиши $n_2 = 700$ айл/мин.гача кўпайса, унинг иш унумдорлиги қуйидагича ўзгаради:

$$Q_2 = Q_1 \frac{n_2}{n_1} = 0,8 \cdot \frac{700}{500} = 11,2 \text{ м}^3/\text{с}$$

Бу айланиш сонига мос қувват миқдори эса,

$$N_2 = N_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 = 0,5 \cdot \left(\frac{700}{500} \right)^3 = 2,2 \text{ кВт}$$

НАСОС ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

1. Иш режимлари маълум системаларнинг конструктив ўлчамларини, насосларни ва насосларнинг турларини танлаш;
2. Труба қувури учун ишлаётган насоснинг режим параметрларини ҳисоблаш;
3. Насосни ўрнатиш жойини аниқлаш;
4. Насос-труба қувури системасининг иш параметрларини ростлаш.

Юқсарида қайд қилинган ишларнинг самарадорлиги аниқ билиш учун насоснинг қуйидаги параметрларини ҳисоблаш зарур:

- а) насоснинг тўлиқ напори H ни аниқлаш;
- б) Бернулли тенгламаси ёрдамида труба қувури учун зарур напор $H_{\text{зар}}$ ҳисоблаб топилади;
- в) насоснинг фойдали қуввати $N_{\text{ф}}$ аниқланади;
- г) насоснинг фойдали иш коэффициенти $\eta_{\text{н}}$ ҳисобланади;
- д) сўриш баландлиги $h_{\text{сур}}$ ҳисобланади;
- е) берилган иш унумдорлиги ва зарур напор $H_{\text{зар}}$ га қараб насос танланади. Насоснинг характеристикаси ва $H_{\text{зар}}=H$ (ишчи нуқта) системанинг кесилиш нуқтаси максимал ф.и.к. дан юқоридаги қийматларига тўғри келиши керак;
- ж) кавитация ҳолати бошланадиган критик сўриш баландлиги, бошланғич сўриш пайти $v_{\text{сур}}=0$ учун ҳисобланади.

КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

2.1. Насос 30% ли сульфат кислотани бир жойдан иккинчи жойга узатиб бермоқда. Узатиш трубасидаги манометр кўрсаткичи $1,8 \text{ кгк/см}^2$ ($0,18 \text{ МПа}$), сўриш трубасидаги вакуумметр кўрсаткичи 29 мм.сим.уст. Манометр вакуумметрдан $0,5 \text{ м}$ баландда жойлашган. Сўриш ва узатиш трубаларининг диаметрлари бир хил. Насос ҳосил қилаётган напорни аниқланг.

2.2. Насос атмосфера босими остидаги резервуардан, 37 кгк/см^2 ($\sim 3,7 \text{ МПа}$) босимга эга, нисбий зичлиги $0,79$ бўлган этил спирти қурилмага узатилмоқда. Кўтарилиш баландлиги 16 м . Сўриш ва узатиш трубаларининг умумий қаршилиги $65,6 \text{ м}$. Насос ҳосил қилаётган умумий напор топилсин.

2.3. Насос нисбий зичлиги $0,91$ га тенг бўлган писта ёриги: $380 \text{ дм}^3/\text{мин.}$ ҳажмий сарф билан узатмоқда. Насос двигатели истеъмол қилаётган қуввати $2,5 \text{ кВт}$. Умумий напор $30,8 \text{ м}$. Насос қурилмасининг фойдали иш коэффициентини аниқланг.

2.4. Нисбий зичлиги $1,16$ га тенг бўлган суюқликни насос $14 \text{ дм}^3/\text{с}$ миқдордаги сарф билан узатмоқда. Умумий напор 58 м . Насоснинг ф.и.к. = $0,64$, узатишнинг ф.и.к. = $0,97$, электродвигателнинг ф.и.к. = $0,95$. Ўрнатилиши керак бўлган двигател қуввати қандай бўлади?

2.5. Денгиз сатҳидан 300 м баландликда жойлашган заводда поршенли насос ўрнатилган бўлиб, умумий суриш баландлиги бўйича йўқотилган напор қиймати $5,5 \text{ м.сув.уст.ни}$ ташкил этади. Геометрик сўриш баландлик $3,6 \text{ м}$ га тенг. Сувнинг қайси максимал температурасида, суюқликни сўрилиши мумкин бўлмайди?

2.6. Плунжер босиб ўтадиган масофа 480 мм , айланишлар сони минутига 60 га тенг. Узатиш коэффициенти эса $0,85$. Плунжерли насоснинг поғонаси плунжернинг ҳар бир томонига узатаётган суюқлик миқдорини ва дифференциал поршенли насоснинг иш унумдорлигини (сарфини) куйидаги шарҳлар бўйича аниқланг. Поғонали плунжер, катта диаметри 340 мм , кичиги эса 240 мм га тенг.

2.7. Икки томонлама ишлайдиган поршенли насос, диаметри 3 м ва баландлиги $2,6 \text{ м}$ бўлган идишни $26,5$ минутда тўлдирмоқда. Насос плунжерининг диаметри 180 мм , штокнинг диаметри 50 мм , кривошип радиуси эса 145 мм . Айланишлар частотаси минутига 55 га тенг. Насоснинг узатиш коэффициенти

тини топинг.

2.8. Бир минутда айланиш частотаси 1800 бўлган марказдан қочма насос температураси 30°C бўлган сувни соатига 140 м^3 миқдорда узатиб бериши керак. Насос ўрнатилган жойдаги ўртача атмосфера босими $745 \text{ мм.сим.уст.ни}$ ташкил этади. Сўриш тармоғидаги тўла йўқотилган напор миқдори $4,2 \text{ м}$ га тенг. Рухсат этилган назарий сўриш баландлигини аниқланг.

2.9. Умумий напори 854 Па (85 мм. сув уст.) га тенг бўлган, иш унумдорлиги минутига 110 м^3 бўлган вентиляторга қандай қувватли электродвигател ўрнатиш керак бўлади. Вентилятор ф.и.к. = $0,47$ га тенг.

2.10. Айланиш частотаси минутига 960 га тенг бўлган марказдан қочма вентилятор, соатига 3200 м^3 миқдорда ҳаво узатиш пайтида истеъмол қилаётган қуввати $0,8 \text{ кВт}$ га тенг. Вентилятор ҳосил қилаётган босим 44 м.сув уст. ни ташкил этмоқда. Айланиш частотаси минутига 1250 гача кўпайтирилса, иш унумдорлиги, босим ва истеъмол қилаётган қувват миқдори қандай бўлади. Ундан ташқари, вентиляторнинг ф.и.к. ҳам аниқлансин.

2.11. Газ аралашмасининг массавий концентрацияси $\mu = 0,2$. Тоза ҳаво сарфи $V = 5500 \text{ м}^3/\text{соат}$ ва трубалар тармоғидаги босим йўқотилиш $P_{\text{ҳаво}} = 1250 \text{ Н/м}^2$ бўлганда, вентилятор қуввати ҳисоблаб топилсин.

2.12. Водородни бир ва чикки поғонали сиқиш пайтида босим $1,5$ дан 17 атм. (абсолют) гача кўтариш учун назарий иш миқдори ҳисоблансин. Водороднинг бошланғич температураси 20°C га тенг.

2.13. $4,5 \text{ атм.}$ босимда сиқилган ҳаво узатилиши лозим. Массавий сарфи 80 кг/соатга тенг. Агарда цилиндр диаметри 180 мм , поршен йўлининг узунлиги $l = 200 \text{ мм}$ ва айланиш частотаси 240 айл/мин бўлса, бир поғонали компрессордан шу шароитда ишлатиш мумкинми. Цилиндрнинг зарарли, бўш ҳажми 5% ни ташкил этади. Ҳажмий кенгайиш коэффициентининг қиймати $1,25$ тенг.

2.14. Труба қувурининг узунлиги 80 м , диаметри $0,15 \text{ м}$, $R_{\text{суп}}/d = 3$, кўтарилиш баландлиги $h_1 = 6 \text{ м}$. Зичлиги $\rho = 1070 \text{ кг/м}^3$, массавий сарфи $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ ва температураси $t = 55^{\circ}\text{C}$ бўлган томат паста узатиш учун насос труба қувурининг бошида қандай напор бериши керак?

2.15. Узунлиги 30 м ва диаметри $0,15 \text{ м}$ бўлган труба қувури орқали конфет массаси узатишмоқда. Унинг сарфи $0,35 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$,

$\gamma = 7,0 \text{ л/с}$, $\mu = 110 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\tau_0 = 630 \text{ Па}$. Агарда труба қувури горизонтал бўлса, насоснинг напори қандай бўлиши керак?

2.16. Роторли насос $0,8 \text{ МПа}$ ортиқча босимда ўсимлик ёғини бир хил сатҳли идишдан 2 та юқорида турган идишга узатмоқда. Идишлардаги суюқлик сатҳларининг фарқи 16 м га тенг. Агарда, ёғнинг қовушоқлик коэфф.иенти $\mu = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$, зичлиги $\rho = 910 \text{ кг/м}^3$, насоснинг ф.и.к. $\eta_n = 0,80$, сўриш трубасининг узунлиги $l_{сўр} = 3 \text{ м}$, узатиш трубасиники эса $l_{узат} = 5 \text{ м}$ бўлса, ёғни $V_c = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ ҳажмий сарфда узатиш учун насоснинг напори ва қуввати қанча бўлиши керак?

2.17. Икки томонлама ишлайдиган плунжерли насос соатига 20 м^3 сутни узатмоқда. Плунжер диаметри 125 мм , штокининг диаметри эса 40 мм , кривошип радиуси 130 мм ва насоснинг кривошип-шатун механизмининг частотаси 70 айл/мин . Ушбу насоснинг узатиш коэффиценти аниқлансин.

2.18. Ҳажмий сарфи $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, температураси 30°C бўлган олма пюреси труба орқали узатилмоқда. Труба қувурининг узунлиги 25 м , диаметри $0,205 \text{ м}$, $R_{бур}/d = 4$, кўтарилиш бадандлиги $h_r = 3 \text{ м}$, зичлиги $\rho = 1100 \text{ кг/м}^3$.

Юқорида қайд этилган ҳажмий сарфдаги пюрени узатиш учун насос қандай босим бериши керак?

2.19. Ф.и.к. $\eta_n = 0,5$, тўлиқ напори 16 м га тенг оддий, горизонтал насос соатига 12 тонна оқ мускат виносини узатмоқда. Ушбу насос двигателининг қувватини ҳисоблаб топинг.

2.20. Марказдан қочма типдаги насоснинг ишчи филдирати $0,12 \text{ м}$ ва унинг частотаси 2880 айл/мин . Ушбу насос ҳосил қилаётган напор қийматини топинг. Напор коэффиценти $\varphi = 0,7$, гидравлик ф.и.к. $\eta_h = 0,65$ га тенг деб қабул қилиш мумкин.

2.21. Агарда, марказдан қочма типдаги насоснинг айланишлар сони 2950 дан 2500 айл/мин гача камайтирилса, унинг қуввати қанчага пасаяди. Ўзгартириш киритилгунга қадар, ишлаётган насос қуввати 3 кВт эди.

2.22. Айланиш частотаси 23 с^{-1} , тўлиқ напори 22 м ва ҳажмий сарфи $5 \text{ м}^3/\text{соат}$ бўлган насоснинг гавитация ва тез юривчанлик коэффицентларини, ҳамда истеъмол қилинаётган қуввати ҳисоблаб топилин. Суюқлик зичлиги $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Сувни узатиш учун мўлжалланган маркадан қочма типдаги насос қўйидаги техник характеристикаларга эга: $Q_1 = 45 \text{ м}^3/\text{соат}$; $H_1 = 36 \text{ м}$; $N_1 = 58 \text{ кВт}$; $n_1 = 760 \text{ айл/мин}$. Агар, ушбу насоснинг айланишлар сони n_2 га ўзгартирилса, унинг иш унумдорлиги, напори ва қуввати қанчага ортади? Насоснинг ф.и.к. ҳам ҳисоблаб чиқилсин.

Параметр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
N_2	айл/мин	1400	1440	2880	3600	2500	2900	1200	1260	3200	960

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №4

Газнинг температураси t_1 , босими P_1 бўлган D газни адиабатик сиқиш натижасида унинг босими P_2 гача кўтарилди. 1 кг газни адиабатик сиқишга сарфланган иш ва унинг температураси t_2 , ҳисоблаб топилсин.

Параметр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
t_1	°C	20	0	10	15	30	5	35	40	0	10
P_1	кгк/см ²	0,5	1,0	1,5	2,0	1,8	1,4	0,6	0,2	0,8	1,3
P_2	кгк/см ²	2	3	10	15	3,5	4,5	2,5	20	30	40

Параметр	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D	Ar	NH ₃	N ₂	ҳаво	O ₂	H ₂	NO ₂	CO ₂	CH ₄	C ₄ H ₁₀

ЧЎКТИРИШ. ФИЛЬТРАШ. ЦЕНТРИФУГАЛАШ.
 МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИНИНГ ГИДРОДИНАМИКАСИ.
 АРАЛАШТИРИШ.
 ЧЎКТИРИШ

Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар.

а) Оғирлик кучи таъсирида чўктириш.

1. Тинч ҳолатдаги чегараланмаган муҳитда шарсимон заррачаларни чўктириш жараёнини критериал шаклда изоҳлаш учун қуйидаги ўхшашлик критерийлари қўлланилиши мумкин: Архимед Ar , Лященко Lu ва Рейнольдс Re .

Критериал боғлиқликнинг энг қулай ва тўғри кўриниши $Lu=f(Ar)$ дир.

2. Агар критерийлар қиймати $Ar < 3,6$; $Lu < 2 \cdot 10^{-3}$; $Re < 0,2$, бўлса, яъни чўктириш ламинар режимда олиб борилганда Стокс томонидан шарсимон заррачаларнинг чўктириш тезлиги w_c (м/с) қуйидаги назарий формула тақлиф этилади:

$$w_c = \frac{g \cdot d^2 \cdot (\rho_k - \rho)}{18 \cdot \mu} \quad (3.1)$$

Газли муҳитда зарраларни чўктириш учун (3.1) формула қуйидагича соддалашган кўринишга эга.

$$w_c = \frac{g \cdot d^2 \cdot \rho_k}{18 \cdot \mu} \quad (3.2)$$

бунда $\rho \ll \rho_k$ бўлгани учун ρ ни ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

d - шарсимон заррача диаметри, м; ρ_k - заррача зичлиги, кг/м^3 ; ρ - муҳит зичлиги, кг/м^3 ; μ - муҳитнинг динамик қовушоқлик коэффиценти, Па·с; яъни Н·с/м², ёки кг/(м·с) .

Стокс формуласини Ar ва Lu критерийларининг сон қийматлари катта бўлганда ҳам қўллаш мумкин.

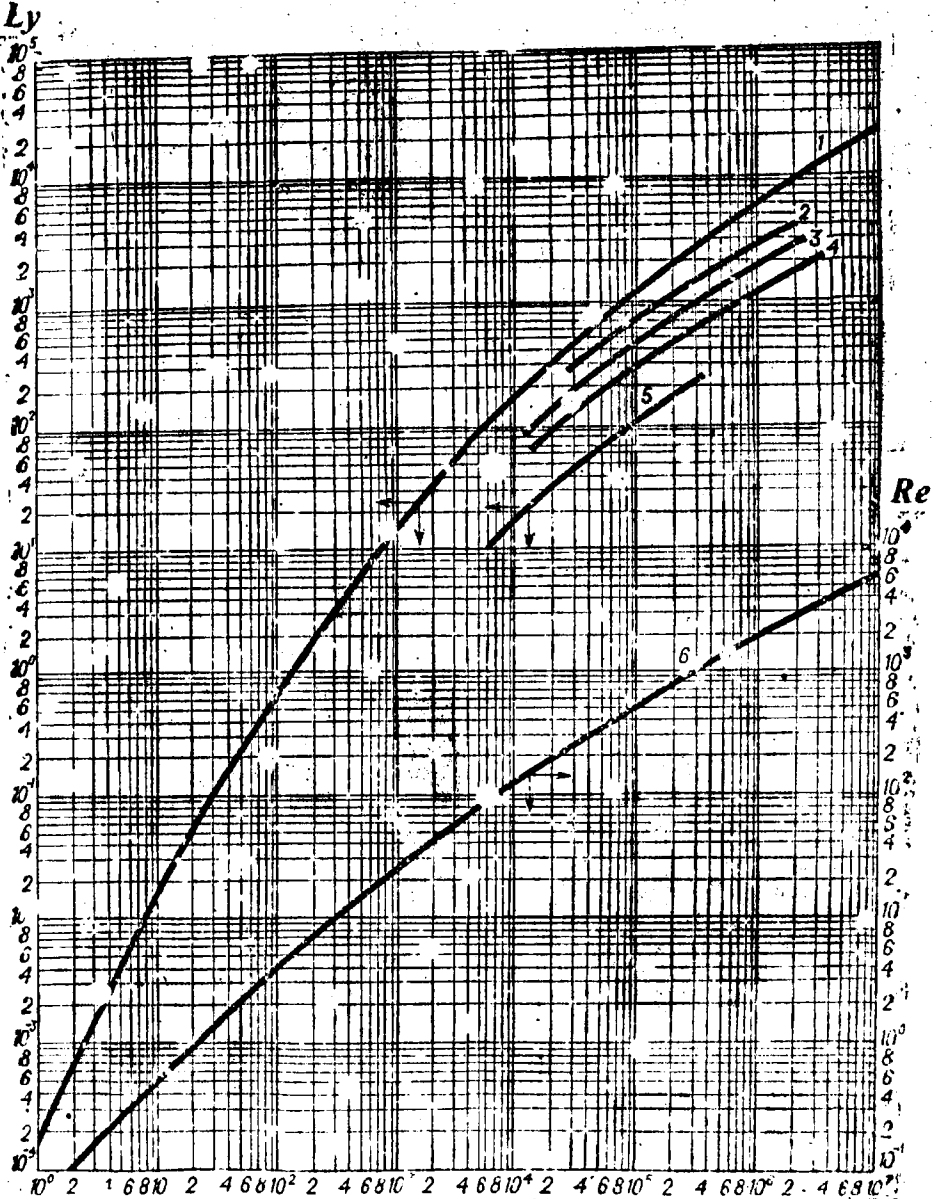
3. Умумийлаштирилган ҳолатда тинч чегараланмаган муҳитда шарсимон заррачаларни чўктириш қуйидагича булади.

Архимед критерийси қуйидаги формуладан аниқланилади:

$$Ar = Ga \cdot \frac{\Delta p}{\rho} = \frac{Re^2}{Fr} \cdot \frac{\rho_k - \rho}{\rho} = \frac{g \cdot d^3 (\rho_k - \rho)}{\mu^2} \quad (3.3)$$

Галллей критерийси: Газли муҳитда чўктириш учун:

$$Ga = \frac{Re^2}{Fr} \quad Ar = \frac{g \cdot d^3 \cdot \rho_k \cdot \rho}{\mu^2}$$



3.1-расм. Кузгалмас қатламда қаттиқ заррачаниң чүкиш ҳоли учун Re ва Ly критерийларининг Ag критерий сизга боллиқлиги. 1,6-шарсимон заррачалар; 2-ду-маток; 3-бурчаксимон; 4-чүзинчок; 5-пластинасимон

Аниқланган Ar критерияси бўйича Re ва Ly критерийлари аниқланади (3.1 расм):

$$Ly = \frac{Re^2}{Ar} = \frac{Re \cdot Fr \cdot \rho}{\rho_k - \rho} = \frac{w_k^3 \cdot \rho^2}{\mu \cdot (\rho_k - \rho) \cdot g} \quad (3.4)$$

ёки

$$Ly = \frac{w_k^2 \cdot \rho}{g \cdot \rho_k \cdot \mu}$$

Кейин эса чўктириш тезлиги ҳисобланади

$$w = \frac{Re \cdot \mu}{\rho \cdot d} \quad (3.5)$$

4. Чўктириш тезлиги маълум бўлса, шарсимон заррача диаметри тескари йўл билан аниқланади, яъни Лященко критерийси орқали ҳисобланади.

$$w_v = \frac{w_k^3 \cdot \rho}{\mu \cdot g \cdot (\rho_k - \rho)} \quad (3.6)$$

Ундан сўнг Архимед критерийси 3'-расмдан аниқланади.

6. Чанг ўтказиш камераси ёки суспензия (аралашма) учун тиндиргичнинг чўктириш юзаси F қуйидаги формуладан аниқланади:

$$F_v = \frac{V}{w_v} \quad (3.7)$$

V - қурилма чўктириш юзасига параллел ҳолда утаётган суюқликнинг ҳажмий сарфи, m^3/s ; w_v - заррачанинг ўртача ҳисобий чўктириш тезлиги, m/s .

7. Узлуксиз ишлайдиган тиндиргич учун (3.7) формула

қуйидаги қўринишга эгадир:

$$F_v = \frac{G_6 \cdot \left(1 - \frac{c_6}{c_0}\right)}{\rho \cdot w_v} \quad (3.8)$$

F - тиндиргичнинг чўктириш юзаси, m^2 ;

G_6 - бошланғич концентрацияли суспензиянинг массавий сарфи, $кг/с$;

c_6 - бошланғич суспензия таркибидаги қаттиқ фаза концентрацияси $кг/кг$;

c_0 - қуюқлаштирилган суспензия таркибидаги қаттиқ фазанинг массавий концентрацияси, $кг/кг$;

ρ - тозаланган суюқлик зичлиги, $кг/м^3$;

$w_v = 0,5 \cdot w_q$ - чўқиш тезлиги, $м/с$;

Чўктириш қурилмаларининг иш унумдорлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Pi = \frac{F \cdot h}{\tau} = F \cdot w \quad (3.9)$$

бу ерда F - чўқиш юзаси ёки резервуарнинг кўндаланг кесими, m^2 ; h - суюқлик устунининг баландлиги, $м$; τ - чўктириш вақти, $с$.

Шарсимон шаклга эга бўлмаган заррачаларнинг чўқиш тезлиги, шарсимон заррачаларникига қараганда камроқ бўлади. Шунинг учун, бу ҳилдаги заррачаларнинг чўқиш тезлиги ушбу тенгламадан топилади:

$$w_v = \varphi \cdot w_q \quad (3.10)$$

ϕ - заррача шаклига боғлиқ тузатиш коэффициенти.

3.1 - жадвал

Заррача шакли	ϕ
Думалоқсимон	0,77
Бурчакли	0,66
Чўзинчс	0,58
Пластинкасимон	0,43

Нотўғри шаклли заррачалар одатда эквивалент диаметр орқали ифодаланadi:

$$d_s = 1,24 \cdot \sqrt[3]{\frac{M}{\rho}} \quad (3.11)$$

M - заррача массаси, кг; ρ - зичлик, кг/м³.

Қаттиқ жисм фаза миқдори 10% дан кўп бўлган турли жинсли системаларни сиқилган ҳолатдаги чўкиш тезлигини ушбу формуладан топиш мумкин:

$$w_{cv} = w_v \cdot \left[\sqrt{20,25 \cdot c_0 \cdot (1 - c_0)^3} - 4,5 \cdot c_0 \right] \quad (3.12)$$

w_v - (3.1) формула орқали ҳисоблаб топилади; c_0 - суспензия таркибидаги заррачаларнинг ҳажмий концентрацияси.

ФИЛЬТРАШ

Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар.

t вақтида 1 м² филтрлаш юзаси орқали $\Delta p = \text{const}$ бўлганда.

V — фильтрлаш ҳажми ва фильтрлаш жараёнининг давомийлиги билан боғлиқлиги тенглиги ушбу кўринишга эга:

$$V^2 + 2 \cdot V \cdot C = K \cdot \tau \quad (3.13)$$

бу ерда C — фильтр тўсиқнинг гидравлик қаршилигини тавсиф қилувчи фильтрлаш доимийси, $\text{м}^3/\text{м}^2$; K — чўкма ва суюқликни физик-кимёвий хоссаларини ва фильтрлаш жараёни режимини ҳисобга олувчи фильтрлаш доимийси, $\text{м}^2/\text{с}$; τ — фильтрлаш давомийлиги, с.

K ва C доимийлар таж, иба йўли билан аниқланади.

13. Берилган ҳолатдаги фильтрлаш тезлиги ушбу тенглама орқали аниқланади:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{K}{2 \cdot (V + C)} \quad (3.14)$$

ёки (3.14) тенгламани қуйидаги бошқа кўринишда ифода этса бўлади:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{2 \cdot V}{K} + \frac{2 \cdot C}{K} \quad (3.15)$$

$d\tau/dV$ ва V катталаклар орасидаги боғлиқлик тўғри чизиги орқали K ва C доимийликлар таж, иба йўли билан аниқланади. Ўлчанган V_1, V_2 , катталикларни абсцисса ўқига, ордината ўқига эса $\Delta\tau_1/V_1, \Delta\tau_2/V_2$ қийматлари қўйилади. Бу олинган нуқталар орқали ўтган тўғри чиз қўрдамида K ва C лар қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{2}{K}; \quad m = \frac{2 \cdot C}{K} \quad (3.16)$$

14. $\Delta\eta = \text{const}$ бўлганда 1 м^2 фильтрлаш юзасига нисбатан олинган фильтрлаш доимийси K чўкма солиштира қаршилиги қуйидагича боғлиқликда бўлади:

$$K = \frac{2 \cdot \Delta p}{\mu \cdot c \cdot r} \quad (3.17)$$

бу ерда Δp -филтрлаш жарэнидаги бссимлар фарқи, Па; μ -филтратнинг динамик қосушоқлик коэффициенти, Па·с; r -чўкманинг сол.штирма қаршилиги (чўкма таркибидаги 1 кг қаттиқ, қуруқ моддалар ҳисобида), м/кг; c - филтрлаш юзаси орқали 1 м³ филтрат утганда ҳосил бўлган қуруқ, қаттиқ модда массаси, кг/м³.

15. 3.17 формуладаги c параметр суспензиянинг концентрацияси x орқали ифодланиши мумкин:

$$c = \frac{\rho \cdot x}{1 - m \cdot x} \quad (3.18)$$

x - суспензиядаги қаттиқ фазанинг массавий концентрацияси, кг/кг; m - 1 кг қуруқ модда ҳисобида олинган чўкманинг намлиги, кг/кг.

18. Чўкмадаги қуруқ модда миқдори G (кг) йиғиб олинган филтрат миқдори V , унинг зичлиги ρ , чўкманинг намлиги m , суспензиядаги қаттиқ заррачалар массавий қисми x боғлиқлик бўлиб, қуйидаги формула ёрдамида ифодаланади:

$$G = V_c = V \cdot \frac{\rho \cdot x}{1 - m \cdot x} \quad (3.19)$$

19. Суспензия таркибидаги қаттиқ фаза концентрацияси x унинг зичлиги ρ_c га боғлиқ бўлиб, ушбу формула орқали топилади:

$$x = \frac{(\rho_c - \rho) \cdot \rho_k}{(\rho_k - \rho) \cdot \rho} \quad (3.20)$$

20. Суспензия зичлиги эса:

$$\rho = \frac{n+1}{\frac{1}{\rho_k} + \frac{1}{\rho}} = \frac{\rho \cdot (1+n) \cdot \rho_k}{\rho + \rho_k^2} \quad (3.21)$$

x - суспензия таркибидаги қаттиқ фазанинг массавий концентрацияси, кг/кг; ρ_c - суспензия зичлиги, кг/м³; ρ - суюқ фаза зичлиги, кг/м³; ρ_k - қаттиқ фаза зичлиги, кг/м³; n - суспензиядаги бир қисм қаттиқ фаза оғирлигига тўғри келадиган суюқ фаза оғирлиги (К:С=1:n).

Узлукли ишлайдиган фильтрларнинг иш унумдорлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$\Pi = \frac{V}{\sum \tau} \quad (3.22)$$

V - фильтрат ҳажми, м³; τ - фильтрлаш жараёни бир циклининг вақти, с.

$$\sum \tau = \tau_{\phi} + \tau_{\text{срд}} \quad (3.23)$$

τ_{ϕ} - фильтрлаш вақти, с, $\tau_{\text{срд}}$ - фильтрни жараёнга тайёрлаш ва тўлдириш вақти, с.

Агарда, фильтрлаш тезлиги w маълум бўлса, фильтр қурилмасининг иш унумдорлиги

$$\Pi = F \cdot w \quad (3.24)$$

F - фильтрлаш юзаси, м²; w - фильтрлаш тезлиги, м³/м²·с (винолар учун $w = 0,00007 - 0,00025$ м³/м²·с).

Керакли фильтрлаш пластиналар сони n ушбу формуладан аниқланади:

$$n = \frac{F}{f_0} \quad (3.25)$$

f_0 - битта пластина юзаси, м².

$$f_0 = (a - 2 \cdot b)^2 \quad (3.26)$$

бу ерда a - квадрат плита томони, м; b - плита эни, м.

Зарур филтрлар сони z пастда келтирилган тенгликдан ҳисоблаб топилади:

$$z = \frac{n}{n_0} \quad (3.27)$$

n_0 - битта филтрлаги пластинкалар сони.

Суюқлик томонидан пластинкага тушаётган босим кучи p ушбу тенгликдан аниқланади:

$$p_n = h \cdot F_{эф} \quad (3.28)$$

p_n - филтрлаш жараёнининг босими, Па; $F_{эф}$ - плиталарга суюқлик таъсир қилаётган юза, м².

ЦЕНТРИФУГАЛАШ

Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

21. Центрифугалаш пайтида ҳосил бўладиган марказдан қочма куч G (Н) қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$G = \frac{M \cdot n^2}{R} = M \cdot \omega^2 \cdot R = 40 \cdot M \cdot n^2 \cdot R = 20 \cdot M \cdot n^2 \cdot D \quad (3.29)$$

бу ерда M - центрифуга барабанидаги чўкма ва суюқлик массаси, кг; ω - бурчак тезлиги, с⁻¹; $D = 2 \cdot R$ - барабан диаметри, м; n - центрифуга айланиш частотаси, с⁻¹.

Центрифугалаш пайтида филтрлаш босими қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\Delta p_{\mu} = 20 \cdot \rho_c \cdot n^2 \cdot (R_2^2 - R_1^2) = 5 \cdot \rho_c \cdot n^2 \cdot (D_2^2 - D_1^2) \quad (3.30)$$

бу ерда ρ_c - сусуспензия зичлиги, кг/м^3 ; $D_1 = 2R_1$ - суюқлик ички қатламнинг диаметри, м; $D_2 = 2R_2$ - барабаннынг ички диаметри, м; n - центрифуганинг частотаси, с^{-1} .

Центрифугага ҳосил бўлаётган марказдан қочма кучлар миқдорининг оғирлик кучи тезланишдан неча марта кўплигини кўрсатувчи катталик ажратиш коэффициенти дейилади:

$$k_a = \frac{\omega^2}{R \cdot g} \approx 20 \cdot Fr_v \quad (3.31)$$

R - барабан радиуси, м; ω - айланаётган барабаннынг бурчак тезлиги, с^{-1} .

Центрифуга барабанининг ва уни юргизиш пайтида юклаш инерциясига са; τ бўладиган қувват N (Вт), ушбу тенгламадан топилади:

$$N_1 = \frac{T_1 + T_2}{\tau} \quad (3.32)$$

τ - юргизиш пайти давомилиги, с; T_1 ва T_2 - барабан ва юклаш инерцияси енгил учун сарф бўладиган иш, Ж.

Валнинг подшипникда ишқаланиши учун сарф бўладиган қувват N_2 (Вт) қуйидагича аниқланади:

$$N_2 = \lambda \cdot M \cdot w_b \cdot g \quad (3.33)$$

бу ерда λ - ишқаланиш коэффициенти, 0,07-0,1 ораликда бўлатчи; M - айланишда иштарок этувчи материаллар оғирлиги, кг; w_b - вал цапфасининг айланиш тезлиги, м/с.

Барабан деворининг ҳавога ишқаланишида сарф бўладиган қувват N_3 ушбу формуладан ҳисобланади:

$$N_3 = 2,94 \cdot 10^{-3} \cdot \beta \cdot R_2^2 \cdot w_2^3 \cdot \rho_x \quad (3.34)$$

ρ_x - ҳаво зичлиги, кг/м^3 ; β - қаршилик коэффициенти, ўртача қиймати 2,3 га тенг.

Центрифугани юргизиш пайтидаги тулиқ қуввати:

$$N_r = N_1 + N_2 + N_3 \quad (3.35)$$

узатиш қурилмасининг ф.и.к. η_y ҳисобга олинса, унда

$$N = \frac{N_f}{\eta_y} \quad (3.36)$$

Центрифугаларни ўрнатиллиш қуввати зарур бўлган қувватдан 10-20 % кўп қ қилиб белгиланади.

Чўктирувчи центрифуга иш унумдорлиги қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$V_v = 25,3 \cdot \eta \cdot L \cdot n^2 R_0^2 \cdot w_v \cdot k \quad (3.37)$$

НОГП типдаги центрифуганинг суспензия бўйича иш унумдорлиги V ушбу формуладан топилади:

$$V = \frac{3,5 \cdot [D_T^2 \cdot L_T (\rho_k - \rho) \cdot d^2 \cdot n^2]}{\mu} \quad (3.38)$$

D_T ва L_T - ϕ гатни чиқариш цилиндрининг диаметри ва узунлиги, м; d - чўкаётган энг кичик заррачалар диаметри, м; n - роторнинг айланиш частотаси, айл/мин; μ - муҳитнинг динамик қорушоқлик коэффициенти, Па·с.

Трубасимон, юқори самарали, центрифуга иш унумдорлиги қуйидаги кўринишдаги тенгламадан топилади:

$$V \leq \frac{w \cdot V_c}{h} \quad (3.39)$$

w - заррачаларнинг марказдан қочма куч майдонида чўкиш тезлиги, м/с; $V_c = 0,785 \cdot (\Gamma^2 - D_0^2) \cdot L$ - барабандаги суюқлик ҳажми, м; h - барабандаги оқим чуқурлиги, м; D - барабаниннг ички диаметри, м; D_0 - фугатни чиқариш трубасининг диаметри, м.

МАВХУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИНИНГ ГИДРОДИНАМИКАСИ:

Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

Қаттиқ жисмлардан иборат кўзгалмас қатлам ғоваклиги,

қаттиқ жисмлар эгалламаган бұш ҳажм улушига тенгдир:

$$\varepsilon_0 = \frac{V_k - V}{V_k} \quad (3.40)$$

Агарда қаттиқ заррачалар орасидаги бұшлиқни тўлдириб турган муҳитнинг зичлиги қаттиқ жисмдан жуда кам бўлса, (3.40), тенглама куйидаги кўринишга олади.

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{\rho_k}{\rho} \quad (3.41)$$

Бу ерда V , V_k - заррачалар ва қатлам ҳажмлари, m^3 ; ρ , ρ_k - заррача ва қатлам зичлиги, kg/m^3 .

Бундай хил диаметрли шарсимон заррачалардан иборат қўзғалмас қатламнинг амалий ғоваклиги 0,38-0,42 оралиқда бўлади. Ҳисоблаш учун ўртача қиймати 0,4 га тенг деб қабул қилиш мумкин.

Мавҳум қайнаш жараёнида қаттиқ жисмлардан иборат қатламнинг ғоваклиги ушбу тенгламадан топилади:

$$\varepsilon = \frac{V_{кат} - V}{V_{кат}} \quad (3.42)$$

бу ерда $V_{кат}$ - мавҳум қайнаш қатламининг ҳажми, m^3 .

Мавҳум қайнаш қатлами гидродинамикасининг асосий хара-
теристикаси — $\Delta p_{кат}$ ўзгармаслигидир:

$$\Delta p_{кат} = \frac{C_{кат}}{F} = const \quad (3.43)$$

$G_{кат}$ - қатламдаги материал сирлиги, kg ; F - кўндаланг кесим юзаси, m^2 .

Мавҳум қайнаш қатламининг гидравлик қаршилиги куйидагича аниқланади:

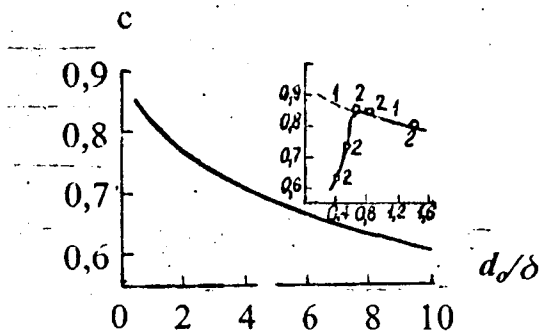
$$\Delta p = g \cdot (\rho_M - \rho) \cdot (1 - \varepsilon) \cdot h = g \cdot (\rho_M - \rho) \cdot (1 - \varepsilon_0) \cdot h \quad (3.44)$$

h ва h_0 - мавҳум қайнаш ва қўзғалмас қатлам баландликлари, m ;
 ρ_M ва ρ - материал ва муҳит зичлиги, kg/m^3 .

Газ тарқатувчи түр. АНГ гидравлик қаршилиги қуйидаги тенглама орқали тапилади:

$$\Delta p_r = \frac{0,503 \cdot w_0^2 \cdot \rho \cdot (1 - \varphi^2)}{C^2} \quad (3.45)$$

бу ерда - $\varphi = 0,010-0,05$ - газ тарқатувчи түр тегиликларининг улуши; $w_0 = w/\varphi$ - тешиклар орқали ўтаётган газнинг тезлиги; w - қурилма кўндаланг кесим юзасига нисбатан ҳисобланган оқим тезлиги, м/с; C - түрнинг қаршилиқ коэффициентини, d_0/δ нисбатга боғлиқ (3.2 - расмдан топилади); d_0 - түр тешигининг диаметри, м; δ - түрнинг қалинлиги, м.



3.2-расм. Түр пардаларнинг қаршилиқ коэффициентини [7]
1 Г.Хьюмарк ва Х.О. Коунел маълумотлари;
2-Д.И.Орочко ва бошқалар маълумотлари.

Шарсимон, бир жинсли заррачалар учун биринчи критик тезлик (маехум қайнаш бошланиш тезлиги) проф. О.М.Годес формуласидан топилади.

$$Re_{кр} = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} \quad (3.46)$$

Ушбу тенглама қўзғалмас қатламнинг ғоваклиги $\epsilon_0 = 0,4$ учун келтириб чиқарилган ва $\pm 20\%$ хағоликка эга.

$$\text{Re}_{\text{мк}} = \frac{w_{\text{мк}} \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (3.47)$$

$$\text{Ar} = \frac{g \cdot d^3 \cdot (\rho_n - \rho)}{\mu^2}$$

Газлар учун $\rho \ll \rho_k$, унда Архимед критерийси куйидагича ёзилади:

$$\text{Ar} = \frac{g \cdot d^3 \cdot \rho_k}{\rho \cdot v^2}$$

Донасимон-тукли (пахта чигити ва ҳоказолар) ва бошқа қийин сочилиувчан материаллар учун мавҳум қайнаш тезлиги проф. Ҳ.С.Нурмухамедов формуласи орқали аниқланади:

$$\text{Re}_{\text{мк}} = 0,456 \cdot \left(\frac{\text{Ar}}{10^6} \right)^{3,63} \quad (3.48)$$

ёки

$$\text{Re}_{\text{мк}} = \frac{\eta \cdot \text{Ar}}{1400 + 5,2 \sqrt{\text{Ar}}}$$

бу ерда η туклилик коэффициенти ва у куйидаги формула ёрдамида топилади:

$$\eta = 1 + 0,43 \cdot 0_n^{0,44} \quad (3.49)$$

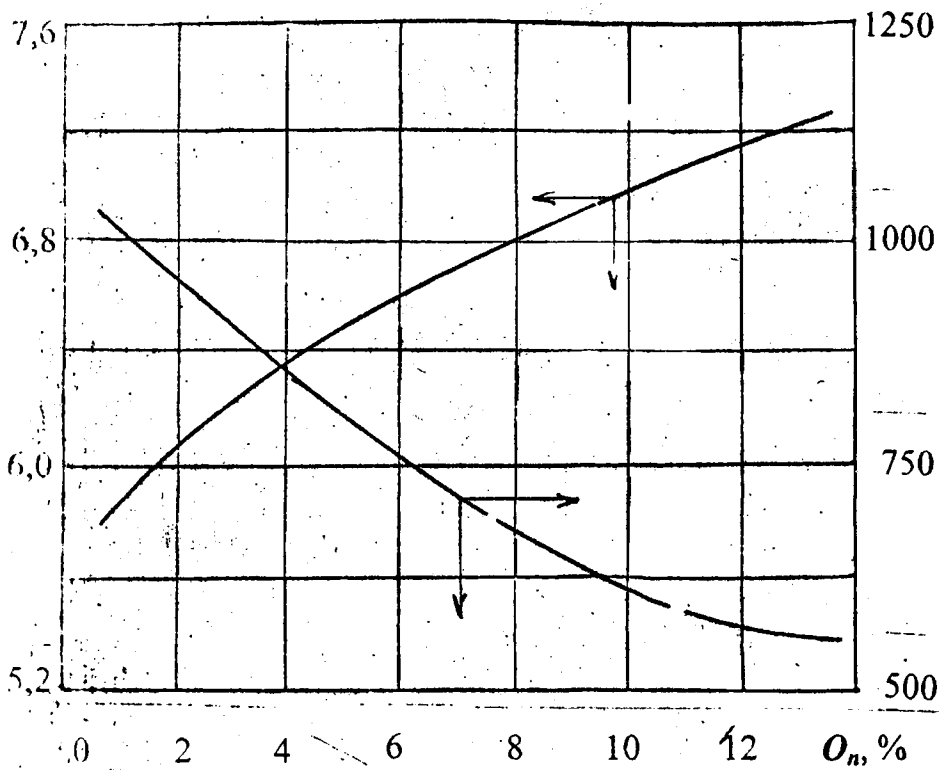
Донасимон-тукли материалларнинг учиб чиқиш тезлиги ҳам, проф. Ҳ.С.Нурмухамедов тенгласи ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$\text{Re}_{\text{жв}} = \frac{\eta^{-0,422} \cdot \text{Ar}}{20,16 + 0,68 \sqrt{\text{Ar}}} \quad (3.50)$$

Донасимон-туқли материалларнинг эквивалент диаметлари ва зичликлари 3.3-расмдан олинади.

d_e , мм

ρ , кг/м³



3.3-рәсм. Пахта чигитининг эквивалент диаметри ва зичлигининг унинг ташқи юзасининг туклилигига боғлиқлиги [30].

Шарсимон бўлмаган заррачаларнинг шаклини белгиловчи катталик Φ ҳисобга олган формула ушбу кўринишга эга:

Ушбу заррачалан эквивалент диаметри эса:

$$d_s = \Phi \cdot d, \quad (3.52)$$

бу ерда $d_{ш}$ - шар диаметри. Ушбу шарнинг ҳажми заррача ҳажмига тенгдир.

Турли диаметрли заррачалардан ташкил топган т.э.лидисперс қатлам заррачаларининг эквивалент диаметрлари ушбу формуладан топилади:

$$d_s = \frac{1}{\sum_1^n \frac{x_i}{d_i}} \quad (3.53)$$

Мавхум қайнаш қатламининг фоаклети қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\varepsilon = \left(\frac{18 \cdot Re + 0,36 \cdot Re^2}{Ar} \right)^{0,21} \quad (3.54)$$

Мавхум қайнаш жараёни, мавхум қайнаш сони K_w проф. Н.А.Шахова формуласидан топилади.

$$K_w = \frac{w}{w_{ук}} \quad (3.55)$$

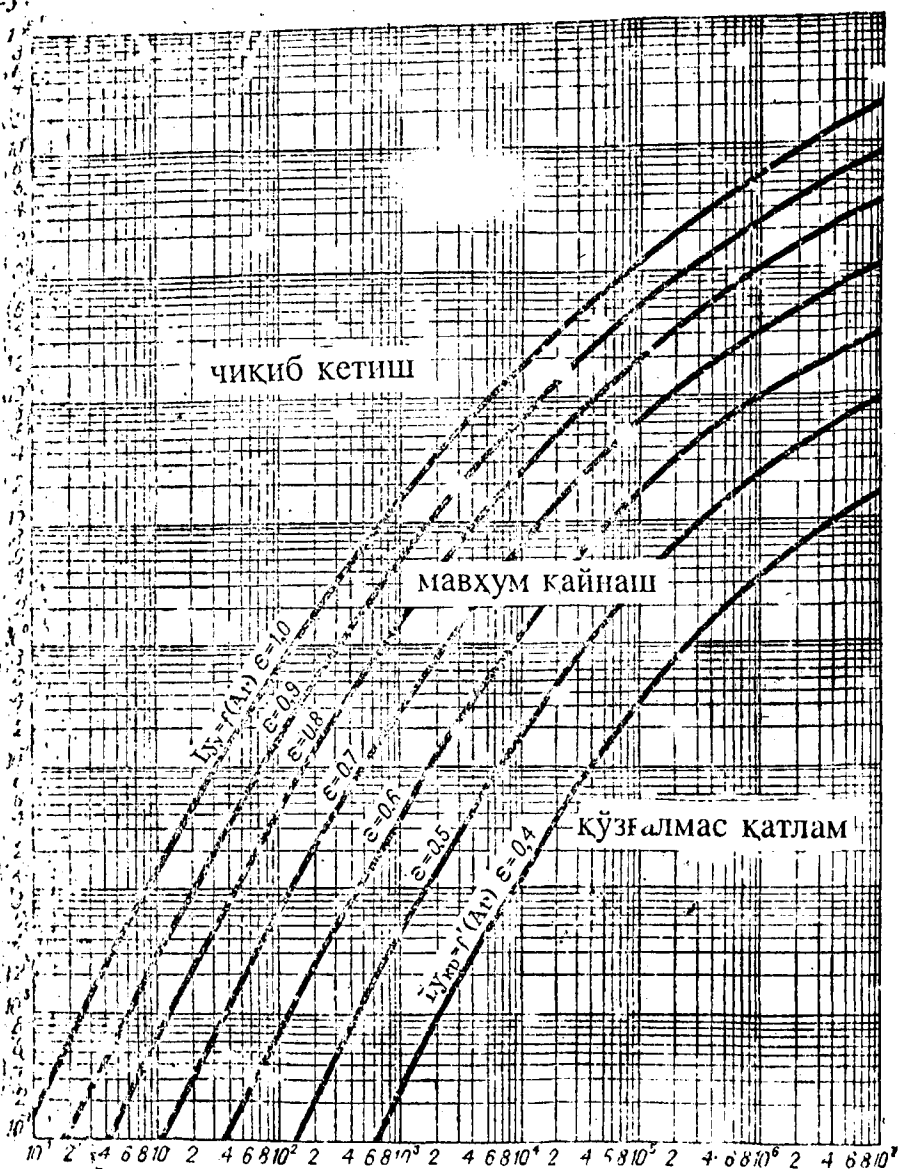
w - оқимнинг ишчи тезлиги, м/с. Ушбу сон заррачаларнинг қатламдаги аралашуш интенсивлигини кўрсатади.

Оқимнинг ҳақиқий тезлиги қуйидаги тенглама билан ифодланади.

$$v_x = \frac{w}{\varepsilon} \quad (3.56)$$

Қа.тиқ заррачаларнинг газ ёки суюқлик оқими билан чиқиб кетиш тезлигининг формуласи ҳам проф. О.М.Тодес томонидан келтириб чиқарилган.

$$Re_{lv} = \frac{Ar}{18 + 0.61\sqrt{Ar}} \quad (3.57)$$



3.4-расм. Lu критерийсининг A_1 критерийси ва қатлам ларнинг ғовақлиги ϵ га бўлиқлиги.

3.4 - расмда $Ly = f(Ar)$ боғлиқлик графигидан ғоваклиги $\epsilon = 0,4$ дан $\epsilon = 1,0$ гача бўлган мавҳум қаънаш қатлами учун келтирилган. Ушбу график ёрдамида диаметри маълум бўлган заррачалардан иборат қатламда керакли ғовакликни олиш учун оқим тезлигини топиш керак.

Заррачаларнинг қатламда ўртача бўлиш вақти τ :

$$\tau_0 = \frac{M}{G} \quad (3.58)$$

бу ерда M - қатламдаги материал массаси, кг; G - қаттиқ материал сарфи, кг/с.

СУЮҚЛИКЛАРНИ АРАЛАШТИРИШ

Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

Аралаштириш жараёни учун гидродинамик ўхшашлик критерийлари қуйидаги кўриништа эга:

$$Re_{\text{мкоч}} = \frac{\rho \cdot n \cdot d^2}{\mu} \quad (3.59)$$

Кувват критерийси:

$$K_N = \frac{N}{\rho \cdot n^3 \cdot d^5} \quad (3.60)$$

Фруд критерийси (марказдан қочма)

$$Fr_{\text{мкоч}} = \frac{n^2 \cdot d}{g} \quad (3.61)$$

Бу критерийларда: N - аралаштиргич истеъмол қиладиган кувват, Вт; ρ - суюқлик ёки аралашма зичлиги, кг/м³; n - ара-

лаштиргичнинг айланмиш частотаси, c^{-1} ; d - аралаштирувчи қурилма диаметри, м. Узлукли ишлайдиган аралаштиргичларнинг иш ун. мдорлиги қуйидагича формула орқали топилади:

$$P = \frac{G}{\tau} \quad (3.62)$$

Узлуксиз ишлайдиган аралаштиргичларнинг иш унумдорлиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$P = \frac{G_u}{\tau_\delta} \quad (3.63)$$

G_u - аралаштиргичга солинган маҳсулот миқдори, кг (m^3); τ_δ - аралаштириш цикли вақти, с;

Турғун режимда аралаштириш учун зарур бўлган қувват N_1 қуйидагича аниқланади:

$$N_1 = K_N \cdot \rho \cdot n^2 \cdot d^5 \quad (3.64)$$

Сальникдаги ишқаланиш кучларини енгиш учун зарур қувват N_2 қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$N_2 = 1,48 \cdot f \cdot n \cdot d^2 \cdot l \cdot p \quad (3.65)$$

f - ўқнинг сальникга ишқаланиш коэффициенти ($f=0,2$); l - сальник узунлиги, м; d - аралаштиргич ўқи нинг диаметри, м; p - қурилмадаги ишчи босим, Па.

Электродвигател ўқидаги номинал қувват,

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta} \quad (3.66)$$

бу ерда η - узатма ф.и.к. ($\eta = 0,9-0,95$).

Муҳитдан аралаштиргич паррақларига тушаётган қаршилик кучи

$$p = \frac{r_0 \cdot z}{r_0 \cdot z} \quad (3.67)$$

формула билан ҳисоблаб топилади. Бу ерда Майл. - айлангириш momenti, Н·м; r_0 - ўқнинг ўртасидан парракнинг учиға бўлган масофа, м; z - парраклар сони.

$$M_{\text{айл}} = \frac{0,163 \cdot N_1}{n} \quad (3.68)$$

Аралаштиргич ўқининг диаметри қуйидагича формуладан топилади:

$$d = 1,71 \cdot \sqrt{\frac{M_{\text{айл}}}{\sigma_p}} + c \quad (3.69)$$

σ_p - ўқнинг айланиши учун рухсат этилган кучланиш, Па;
 c - коррозия ва эрозияни ҳисобга олувчи коэффициент, м.

МИСОЛЛАНИ ИЧШЛАШ НАМУНАСИ

3-1. Олҳўри ювилганда, зичлиги 1750 кг/м^3 ва ўлчами $0,4 \text{ мм}$. бўлган қатғиқ заррачалар $0,4 \text{ м}$ қалинликдаги сув қатламидан ўтиб, идиш тубига чўкиши учун чўктириш қурилмасининг узунлигини қандай бўлиши керак? Сувнинг температураси 20°C , оқимнинг тезлиги 10 м/с .

Е ч и ш :

Чўктириш тезлиги (3') формуладан аниқланади:

$$w_v = \frac{9,1 \cdot (0,4 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (1750 - 1000)}{18 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0,065 \text{ м/с}$$

Заррачаларнинг чўкиши учун керакли вақт эса.

$$w_v = \frac{h}{\tau}; \quad \tau = \frac{h}{w_v} = \frac{0,4}{0,065} = 6,15 \text{ с}$$

Чўктириш қурилмасининг узунлиги 1 қуйидаги формуладан ҳисобланадиган топилди:

$$l = w_v \cdot \tau = 0,065 \cdot 6,15 = 0,4 \text{ м}$$

3-2. Чўкманинг қалинлиги 50 мм ва фильтрпресснинг юзаси $F=0,1 \text{ м}^2$ бўлганда, температураси 20°С ли таркибида 13,9% кальций карбонат сэр сувли суспензияни филтратида олинган маълумотлар қуйидаги келтирилган жадвалда берилган:

Атмосфера босимидан юқори босимда		Олинган филтрат,	Таъриба бошидан ўтган вақт
Па	кг-к/см ²	дм ³	с
3,43·10 ⁴	0,35	2,92	146
		7,80	888
10,3·10 ⁴	1,05	2,45	50
		9,80	660

Филтрлаш жарасининг K ($\text{м}^2/\text{соат}$) ва C ($\text{м}^3/\text{м}^2$) константаларини аниқланг.

Е ч и ш:

Филтрлаш жараёни константалари сон қийматларини топиш учун (3.9) формуладан фойдаланилади:

$$V^2 + 2 \cdot V \cdot C = K \cdot \tau$$

Агарда, босим $3,43 \cdot 10^4$ Па ($0,35$ кг-к/см²) бўлса, таърибалар қуйидаги натижалар берилди:

$$V_1 = \frac{2,92}{1000 \cdot 0,1} = 2,92 \cdot 10^{-2} \frac{м^3}{м^2}; \quad \tau_1 = \frac{146}{3600} = 0,0405 \text{ соат},$$

$$V_2 = \frac{7,8}{1000 \cdot 0,1} = 7,80 \cdot 10^{-2} \frac{м^3}{м^2}; \quad \tau_2 = \frac{888}{3600} = 0,246 \text{ соат},$$

Олинган параметрларининг сон қийматларини (3.9) тенгламага қўйиб натижаларга эга бўламиз:

$$(2,92 \cdot 10^{-2})^2 + 2 \cdot 2,92 \cdot 10^{-2} \cdot C = K \cdot 0,0405$$

$$(7,80 \cdot 10^{-2})^2 + 2 \cdot 7,80 \cdot 10^{-2} \cdot C = K \cdot 0,246$$

Тенгламалар системасини ечиб, $K=278 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{соат}$ га $C=4,7 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ тенглигини топамиз. Худди шу йўл билан босим $10,3 \cdot 10^4 \text{ Па}$ ($1,05 \text{ кгк/см}^2$) учун филтрлаш жараёни константалари K ва C ҳисобланади. Чунончи, бу босим учун $K=560 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{соат}$ ва $C=3,78 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ га тенгдир.

3-3. Магний гидроксид сувли суспензиясининг температураси 30°C , ундаги заррачаларнинг зичлиги $\rho=2525 \text{ кг/м}^3$ ва энг кичик заррача диаметри 3 мкм . АОТ-800 маркали чўктирувчи автоматик центрифуга қуйидаги кўрсаткичларга эга: барабан диаметри 800 мм , ён деворининг устки қисми 570 мм ва узунлиги 400 мм . Айланиш частотаси 1200 айл/мин . Центрифуга ишлаш цикли 20 мин , шундан 18 мин - суспензия узатишга, 2 мин эса чўкмани олиб ташлашга сарфланади.

Юқорида қайд этилган шароитда, центрифуганинг иш унумдорлиги ҳисоблансин.

Е ч и ш :

Иш унумдорлиги (3.37) формула ёрдамида аниқланади:

$$V_v = 25,3 \cdot \eta \cdot L \cdot n^2 R_j^2 \cdot w \cdot k.$$

Заррачалар чўкмиш тезлигини Стокс формуласидан опиш мумкин:

$$w_v = \frac{g \cdot d^2 \cdot (\rho_k - \rho)}{18 \cdot \mu} = \frac{9,1 \cdot (5 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (2625 - 1000)}{18 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3}} = 0,35 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

30°C темпер. гурад^о сув динамик қовушқоқлигининг коэффициенти $\mu = 0,8 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

Марказдан қочма куч таъсиридаги чўкиш тезлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$w = w_v \cdot \frac{R_0 \cdot n^2}{900} = 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,285 \cdot 1200^2}{900} = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Чўкиш режимини текширамиз:

$$Re = \frac{4,26 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3}{0,8 \cdot 10^{-3}} = 1,6 \cdot 10^{-2}$$

яъни, $Re = 1,6 \cdot 10^{-2}$, ламинар режимга тўғри келади.

Сўнгра, k ни аниқлаймиз:

$$k = \frac{18}{20} = 0,9$$

Ф.и.к. $\eta = 0,45$ лигини ҳисобга олсак, центрифуганинг иш унумдорлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$V_c = 25,3 \cdot 0,45 \cdot 0,4 \cdot 1200^2 \cdot 0,285^2 \cdot 0,935 \cdot 10^{-5} \cdot 0,9 = 4,46 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

3-4. Қурилмадаги силикагелдан иборат мавҳум қайнаш қатлами, қуйидаги гранулометриқ таққибга эга:

Фракция, мм	2,0 ÷ 1,5	1,5 ÷ 1,0	1,0 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,25
Таркиби, %	43	28	17	12

Силикагел зичлиги $\rho = 1100 \text{ кг/м}^3$, тўйлам зичлиги эса $\rho_{\text{тўп}} = 650 \text{ кг/м}^3$. Ҳаво температураси 150°C. Мавҳум қайнаш сони $K_v = 1,6$.

Ҳавонинг критик, ҳақиқий ва ишчи тезликларини аниқланг.

Е ч и ш :

Архимед критерийси - Аг ҳисобланади ва 3.4 - расмдан фойдаланиб, $Ly_{кр}$ нинг сон қиймати топилади.

Бунинг учун силикагелнинг эквивалент диаметри аниқланади.

Ҳалвирдан ўтгаг фракцияларнинг ўртача диаметрлари:

$$d_1 = \frac{2,0 + 1,5}{2} = 1,75; \quad d_2 = \frac{1,5 + 1,0}{2} = 1,25 \text{ мм};$$

$$d_3 = \frac{1,0 + 0,5}{2} = 0,75; \quad d_4 = \frac{0,5 + 0,25}{2} = 0,375 \text{ мм};$$

бўлса, эквивалент диаметрини (3.53) формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$d_s = \frac{1}{\frac{0,43}{1,75} + \frac{0,28}{1,25} + \frac{0,17}{0,75} + \frac{0,12}{0,375}} = 1 \text{ мм}$$

Ҳавонинг 150°C даги динамик қовушоқлик коэффиценти аниқланади $\mu = 0,024 \cdot 10^{-3}$ Па·с (Иловадаги "4 - расм).

150°C температурадаги ҳавонинг зичлиги,

$$\rho = 1,299 \cdot \frac{273}{273 + 150} = 0, 35 \text{ м/с}$$

Архимед критерийси қуйидагига тенг бўлади:

$$A_r = \frac{g \cdot d_s^3 \cdot \rho_k \cdot \rho}{\mu^2} = \frac{9,81 \cdot 1^3 \cdot 10^{-9} \cdot 1,1 \cdot 10^3 \cdot 0,835}{2,4^2 \cdot 10^{-10}} = 1,555 \cdot 10^4$$

Аг $= 1,565 \cdot 10^4$ қийматга Ляшенко критерийсининг $Ly_{кр} = 3 \cdot 10^{-2}$ қиймати тўғри келди. Бундан,

$$w_{кр} = \sqrt[3]{\frac{Ly_{кр} \cdot \mu_{кр} \cdot \rho \cdot g}{\rho^2}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,024 \cdot 10^{-3} \cdot 1,1 \cdot 10^3 \cdot 9,8}{0,835^2}} = 0,224 \text{ м/с}$$

Ҳавонинг ишчи тезлигини аниқлаймиз

$$w = K_w \cdot w_{кр} = 1,6 \cdot 0,224 = 0,358 \text{ м/с}$$

Мавхум қайнаш қатламининг $K_w=1,6$ даги ғоваклигини то-
нализ :

$$Ly = K_w^3 \cdot Ly_{кр} = 1,6^3 \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 1,23 \cdot 10^{-1}$$

3.4- расмдан $Ly=1,23 \cdot 10^{-1}$ ва $Ag = 1,565 \cdot 10^4$ бўлганда қатлам
ғоваклиги $\varepsilon = 0,47$.

Қатламнинг бўш ўндаланг кесимида эвонинг ҳақиқий тез-
лиги ушбу формуладан топилади:

$$w_x = \frac{w}{\varepsilon} = \frac{0,358}{0,47} = 0,762 \text{ м/с}$$

3-5. Агарда, ёғсизлантирилган сут таркиби 0,05% ёғ, сутда 3,2%
ёғ, қаймоқда эса 40% миқдорда ёғ бўлса, ёғ йўқотилишининг
кўрсаткичи аниқлансин:

Е ч и ш:

Сут ва ёғсизлантирилган сутнинг миқдорий нисбатлари мод-
дий баланс тенгласидан топиш мумкин:

$$\frac{O}{M} = \frac{O \cdot Ж_o}{M \cdot Ж_m}$$

бу ерда M — сепарация қилинган сут, кг; O —
ёғсизлантирилган сут, кг; $Ж_m$, $Ж_o$ — сутда ва ёғсизлантирилган
сутларда ёғ миқдори, %.

Демак,

$$P_x = 0,92 \cdot \frac{0,05}{3,2} = 0,0143$$

3-6. Барабanning максимал диаметри 390 мм ва баландлиги
400 мм бўлган сепаратор қуйидаги техник характеристикаларга
эга: иш унумдорлиги $M=13,9 \cdot 10^{-7}$ л³/с; тарелкалар сони $z=110$
та; тарелкалар баландлиги $H=138$ мм; $R_{ка}=140$ мм; $\alpha=55^\circ$; бара-
бanning айланиш частотаси $n=100$ с⁻¹. Тарелкалар орасидагима-
софа $h=0,5$ мм. Сепарация жараёнида температура $t=140^\circ\text{C}$.

Сепараторнинг ажратиш коэффициенти k ни, биринчи ва ик-
кинчи ҳаракат босқичлари учун ёғ шарчаларининг энг катта диа-

метрини аниқланг. Ундан ташқари, сепаратор истеъмол қилаётган қувват миқдори топилсин.

Е ч и ш:

Сепарация жараёни инг биринчи босқичи ҳаракат пайтида ҳосил бўлаётган ёғ шартчаларининг энг катта ўлчами ушбу формула орқали топиш мумкин;

$$d_1 = \sqrt{\frac{M \cdot \mu \cdot 10^6}{4,598 \cdot \beta \cdot z \cdot n^2 \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot (R_{ка}^3 - R_{ку}^3) \cdot \text{tg} \alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{13,9 \cdot 10^{-7} \cdot 10^6}{4,598 \cdot 0,57 \cdot 110 \cdot \left(\frac{600}{60}\right)^2 \cdot 1,43 \cdot [(4 \cdot 10^{-2})^3 - (14 \cdot 10^{-2})^3]} \cdot 2900 \cdot 40}$$

$$= 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$d_2 = \frac{M \cdot \mu \cdot 10^6}{5,55 \cdot n^2 \cdot R_{ка}^2 \cdot h^2 \cdot z \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot \cos \alpha} =$$

$$= \frac{13,9 \cdot 10^{-7} \cdot 10^6}{5,55 \cdot 10^4 \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 110 \cdot 0,57 \cdot 2900 \cdot 40} = 7 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Сепараторнинг ажратиш фактори қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$k = \frac{z \cdot (R_{ка}^2 - R_{ку}^2) \cdot \Pi \cdot H \cdot \omega^2}{4,6 \cdot \lg \frac{R_{ка}}{R_{ку}}}$$

$$= \frac{110 \cdot (0,14^2 - 0,05^2) \cdot 3,14 \cdot 0,138 \cdot \left(2 \cdot 3,14 \cdot \frac{6000}{60}\right)^2}{4,6 \cdot 13,9 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{0,14}{0,05}} = 49300$$

Сепаратор истеъмол қилаётган қувват ушбу формуладан

аниқланади:

$$N = K \cdot H_{ка} \cdot n^3 \cdot R^4 = 0,016 \cdot 0,4 \cdot \left(\frac{6000}{60}\right)^3 \cdot 0,19^4 = 2,5 \text{ кВт}$$

3-7. Сепараторнинг иш ҳумдорлиги 1000 л/соат ёки $2,78 \cdot 10^{-7}$ м³/с. Тарелкалар сони 50 та ва улар орасидаги масофа 0,4 м. Барабаннынг айланиш частотаси 8500 айл/мин. Тарелкалар радиуси $R_{ки} = 5 \cdot 10^{-2}$ м, $R_{кв} = 10^{-1}$ м. Сепарация жараёнининг температураси 45°C.

$R_{ка}$ ва $R_{ки}$ лар учун ёғ шарчаларининг қатлам ичидан сузиб чиқиш тезликлари ва суюқлик оқимининг теълиги ҳисоблаб топилсин.

Е ч и ш:

Ёғ шарчаларининг суюқлик ичидан сузиб чиқиш теълиги ушбу формуладан топса бўлади.

$R_{ка}$ учун

$$\omega_{cm} = \frac{2}{9} \cdot \pi^2 \cdot n^3 \cdot R \cdot d^2 \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} = 2900 \cdot t$$

$$\omega_{cm} = \frac{2}{9} \cdot 3,14^2 \cdot \left(\frac{8500}{60}\right)^2 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot (2,3 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 2900 \cdot 45 = 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

$R_{ки}$ учун

$$\omega_{cm} = 3,288 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Суюқлик оқимининг теълиги эса, ушбу формуладан аниқланади:

$$\omega_{\eta} = \frac{M}{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot h \cdot z}$$

$R_{ки}$ учун

$$w_{\eta} = \frac{2,78 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 50} = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

$R_{ка}$ учун

$$w_{cm} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

3-8. Температураси 30°C бўлган илгирчи сувида 8 соат мобайнида юзаси $F=35 \text{ м}^2$ ли филтрпрессдан ўтказилаётган бўлса; филтрланган ёғ миқдори топилсин.

Е ч и ш:

Филтрпресснинг иш унумдорлиги ушбу формуладан ҳисобланади:

$$V = k \cdot F \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot \tau}{\mu}}$$

бу ерда $k=0,00015$ – филтрлаш коэффициенти; $\mu=0,0212$ Па·с.
Унда,

$$V = 0,00015 \cdot 35 \cdot \sqrt{\frac{58860}{0,0212}} \cdot 8 = 25 \text{ м}^3$$

Ёғнинг зичлиги $\rho=904 \text{ кг/м}^3$ эканлигини ҳисобга олсак,

$$M = V \cdot \rho = 25 \cdot 904 = 22,600 \text{ кг}$$

3-9. Аралаштиргич ичига бурама труба (эмеевик) ўрнатилган бўлиб, бакнинг диаметри $D=1,7 \text{ м}$. Ундаги ёғнинг баландлиги $H=2,0 \text{ м}$. Бакнинг ичига диаметри $d=1,0 \text{ м}$ бўлган пропеллерли аралаштиргич ўрнатилган бўлиб, 30 айл/мин билан ҳаракат қилмоқда. Ёғнинг температураси $t=37^\circ\text{C}$. Ушбу аралаштиргичга ўрнатилиши керак бўлган двигателнинг қуввати ҳисоблансин.

Е ч и ш:

Ёғнинг зичлиги $\rho_{37}=909 \text{ кг/м}^3$; қовушоқлик коэффициенти $\mu=0,00273 \text{ кгк/м}^2$.

$$Re = \frac{n \cdot d^2 \cdot \rho}{60 \cdot g \cdot \mu} = \frac{30 \cdot 1^2 \cdot 909}{60 \cdot 9,81 \cdot 0,00272} = 17000$$

бўлса, суюқлик оқиши турбулент режимга туғри келади ($Re=100$).

Аралаштириш жараёнининг Эйлер критерийси сон қийматини

аниқлаймиз:

$$Eu = 0,845 \cdot Re^{-0,05} = 0,845 \cdot 17000^{-0,05} = 0,52$$

Ўнгра, аралаштириш учун зарур ишчи қувватни топамиз:

$$N_p = Eu \cdot \frac{\rho}{g} \cdot \left[\frac{n}{60} \right]^3 \cdot d^5 = 0,52 \cdot \frac{909}{9,81} \cdot \left[\frac{30}{60} \right]^3 \cdot 1^5 = 6,02 \frac{\text{кгм}}{\text{соат}}$$

Қабул қилинган аралаштиргич ўлчамлари, геометрик ўхшашлик шартларига мос келмаганлиги учун, қуйидаги берилаётган тенгламадан тузатиш коэффициентини аниқлаймиз:

$$k = \left[\frac{D}{3 \cdot d} \right]^{1,1} \cdot \left[\frac{H}{D} \right]^{0,6} \cdot \left[\frac{4h}{d} \right]^{0,2} = \left[\frac{1,7}{3,1} \right]^{1,1} \cdot \left[\frac{2,05}{1,7} \right]^{0,6} \cdot \left[\frac{4 \cdot 0,2}{1} \right]^{0,2} = 0,56$$

Демак, ҳақиқий ишчи қувват

$$N_p = 6 \cdot 0,56 = 3,37 \text{ кВт}$$

Агарда, қурилма ичида эмеевик ўрнаилган бўлса, ҳақиқий қувват миқдори 2-3 бар-бар ортиб кетади:

$$N_p = 2,5 \cdot N_p = 8,43$$

Аралаштириш учун биринчи бор юргизиш учун зарур қувват:

$$N_n = \left(\frac{a}{Eu} + 1 \right) \cdot N_p = \left(\frac{0,725}{0,52} + 1 \right) \cdot 3,37 = 8,07$$

Формуладаги a нинг қиймати l ушбу йўл билан топилди мумкин:

$$a = 3,87 \cdot \frac{h}{d} = 3,87 \cdot \frac{0,2}{1} = 0,725$$

Демак,

$$N_n = \frac{\left(\frac{0,725}{Eu} + 1\right) \cdot N_p}{102} = 0,079 \text{ кВт}$$

Узатманинг ф.и.к. $\eta = 0,5$ ва қувват бўйича захираси 50% бўлса, двигателнинг қуввати қуйидагига тенглр:

$$N_{\text{дв}} = 1,5 \cdot \frac{N}{0,5} = 0,24 \text{ кВт}$$

КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

3.1. Бир хил тезликда чўктириляётган т.рли зичликка эга қўрғошин ($\rho=7800 \text{ кг/м}^3$) ва кварц ($\rho=2600 \text{ кг/м}^3$) заррачалар диаметрларининг нисбатларини қуйидаги ҳолатлар учун аниқланг: а) ҳавода; б) сувда. Чўктириш $Re < 0,2$ бўлган шароитда олиб борилмоқда дес ҳисоблансин.

3.2. а) Сувнинг температураси 15°C ; б) Ҳаётнинг температураси 15° ва 500°C бўлганда, диаметри 10 мкм бўлган шарсимон кварц заррачалар ($\rho=2600 \text{ кг/м}^3$) қандай тезликда чўктирилади.

3.3. Таркибида 10% (массавий) қаттиқ фаза бўлган сувли суспензиянинг зичлиги аниқлансин. Қаттиқ фазанинг нисбий зичлиги 3 га тенг.

3.4. Таркибида 20% (массавий) қаттиқ фазали, нисбий солиштирма оғирлиги 1,2 га тенг бўлган 10 м^3 суспензия филтрлангандан сўнг, филтлда қанча миқдорда хў чўкма йиғилади? Чўманинг намлиги 25%.

3.5. Таркибида 20% қаттиқ фаза бор сувли суспензия филтрлангандан сўнг 15 м^3 филтрат йиғиб олинди. Чўкманинг намлиги 30%. Ҳуруқ модда таркибида қанча чўкма олинди ҳисоблансин.

3.6 3-8 намунада ечиб кўрсатилган масала шартлари асосида

ишлаётган фильтрпрессда фильтрлаш жараёни 25°C температураси олиб борилганда иш унумдорлиги қанчага ўзгаради?

3.7. Температураси 40°C бўлган 20 м³ пахта ёғи бор. Ушбу миқдордаги ёғни 29430 Па босимда 4 соат мобайнида фильтрлаш учун неча донга типиги: фильтрпресслар керак?

3.8. 30°C температура ва 14750 Па босимда зиғир ёғи фильтрлаш юзаси 5 м² бўлган лаборатория фильтрпрессда фильтрланмоқда. Фильтрпресс 30 минут ишлаганда 480 л ёғ олинди. Жараённинг фильтрлаш коэффициентти аниқлансин.

3.9. 50°C температура ва 26000 Па босимда пахта ёғи фильтрлаш юзаси 7,6 м² бўлган фильтрпрессда фильтрланмоқда. Агарда, 90 мин вақт ичида 3 м³ ёғни фильтрлаш зарур бўлса, жараённинг босими қанча бўлиши керак?

3.10. Центрифуга барабанининг ички диаметри 1 м га, айланиш частотаси эса, минутига 500 га тенгдир. Сууюқлик қатламининг қалинлиги 10 см бўлганда, барабан деворига кўрсатилаётган солиштирма босимни ҳисобланг. Сууюқлик зичлиги 1100 кг/м³ га тенг.

3.11. Центрифуга барабани 0,5 м бўлганда, айланишлар частотаси (1 минутдаги айланишлар с ни) ни аниқлаш керак. Барабан деворларига кўрсатилади ан босим 5 кгк/см² (0,5 МПа)га тенг бўлиши керак. Ажратиш учун центрифугага 400 кг суспензия солинган.

3.12. Қуйидаги шартлар ёрдамида грануланган алюмосиликагел заррачалари маълум қайнаш қатлами ҳолатига ўтказиш учун талаб қилинадиган ҳаво тезлигини аниқланг: ҳаво температураси 100°C, алюмосиликагелнинг зичлиги 968 кг/м³, заррача диаметри 1,2 мм. Қўзғалмас қатлам баландлиги 400 мм бўлганда, унинг гидравлик қаршилиги қандай бўлади?

3.13. Аввалги масала шартларидан фойдаланиб ҳаво тезлиги критик тезликдан 1,7 баробар кўп бўлган хол учун, мавҳум қайнаш қатламининг ғовақлилигини ва баландлигини аниқлаг.

3.14. Курилмада ҳаво оқимининг тезлиги 0,2 м/с бўлганда, мавҳум қайнаш ҳолатига ўтаётган грануланган кўмир заррачаларининг энг катта диаметрини топинг. Ҳавонинг температураси 180°C. Агарда ҳаво тезлиги 0,4 м/с гача оширилса, заррачаларининг хажмий концентрациясини ҳам аниқланг. Кўмирнинг зичлиги 660 кг/м³.

3.15. Агарда, резервуар баландлиги 2400 мм, 18°C

температурали суслодаги зичлиги $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$ бўлса, диаметри 0,2 мм ли органик заррачалар қанча вақт ичида чўкади?

3.16. Резервуар баландлиги 2,4 м ва диаметри 1200 мм. Заррачаларининг диаметри 0,3 мкм бўлган қаттиқ jismlar 20°C ли спиртда 14 соатда чўкса, бундай заррачаларининг зичлиги қанча бўлади?

3.17. Агарда, 3 та циклда 42 м³ вино тозаланса, пластинали фильтрнинг ўртача иш унумдорлигини аниқланг. Ҳар бир цикл фильтрлаш вақти (3 соат) ва фильтрни тозалаш ва ишга тайёрлаш вақти (1 соат) лардан ташқил топган.

3.18. Агар, фильтрлаш жараёнининг тезлиги $w = 0,00012 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ бўлса, фильтрнинг иш унумдорлиги 4 м³/соат бўлиши учун 0,4x0,4 м ўлчамли пластинкалардан неча дана керак бўлади?

3.19. Узлукли ишлайдиган центрифуганинг диаметри 0,8 м ва баландлиги 0,4 м барабани 1700 айл/мин частота билан айланиб суспензия центрифугаланмоқда. Урилмага 15 кг суспензия берилмоқда. Унинг зичлиги 1480 кг/м³. Юқоридаги шарт-шароитларда центрифуганинг ажратиш коэффициенти ва фильтрлаш босимини аниқланг.

3.20. Фильтрловчи центрифуга барабанининг диаметри 0,45 м ва баландлиги 0,3 м. Барабани минутага 2000 айланиш қилмоқда ва натижада ҳосил булётган суюқлик ҳалқасининг диаметри 0,32 м. Суспензия зичлиги 1380 кг/м³, уни қайта ишлаш циклининг вақти 10 мин. Фильтрловчи центрифуганинг ажратиш коэффициенти ва ўртача иш унумдорлиги ҳисоблаб топилсин.

3.21. Қуйидаги маълумотларга асосланиб НИИ*ОГАЗ типидаги циклон танлансин: чанг ҳаво сарфи 5100 м³/соат (0°C ва 760 мм.сим.уст.), температураси 50°C, зичлиги 1200 кг/м³ ва энг кичик заррачалар диаметри 15 мкм. Циклоннинг гидравлик қаршилиги ҳам аниқлансин.

3.22. Ювиш интенсивлиги 10 дм³/(м²мин); чўкма қатлам қалинлиги 25 мм; ювиш суви фильтратидаги тузнинг бошланғич концентрацияси 40 г/дм³; фильтрлаш вақти 1 соат 10 минут бўлса, ювиш тезлиги константани аниқланг.

3.23. Ўқдаги қувват 7 кВт бўлган, умумий ўққа ўрнатилган 2 та икк. парралли аралаштиргични мустақкамлиги ҳисоблансин. Парраklar diam. тори 1,6 м, эн. 0,16 м ва ўқнинг айланиш сони 48 айл/мин. Аралаштиргич Ст.3 материалдан тайёрланган ва ўқнинг диаметри 0,16 м.

3.24. Цилиндрик идиш диаметри 0,9 м ва баландлиги 1,1 м ва 75% пахта ёғи ($\rho=930 \text{ кг/м}^3$) билан тўлдирилган бўлиб, унга уч парракли аралаштиргич ўрнатилган. Ушбу аралаштиргич 180 айл/мин частотада айланиш: учун қандай қувватли электр двигател ўрнатилиши керак?

3.25. Техник глишеринни ($\rho=1200 \text{ кг/м}^3$, $\mu=1.6 \text{ Па}\cdot\text{с}$) интенсив аралаштириш учун уч парракли аралаштиргичнинг диаметри қандай бўлиши керак? Цилиндрик идиш диаметри 1,75м паррак айланиш сони 500 айл/мин ва сарфланаётган қувват миқдори 17 кВт.

3.26. Уч парракли пропеллегли аралаштиргич минутига 900 марта айланиб винони аралаштириши учун қандай қувватли двигател зарур? Вино солинган резервуар диаметри 0,12 м., баландлиги 1,5 м, идишдаги суюқлик баландлиги 1,2 м, пропеллер диаметри 0,3 м, ўқ диаметри 0,05 м, вино температураси 15°C .

3.27. Сутдаги ёғ (жир) миқдори ўзгармас, ёғсизлантирилган сут таркибида эса 0,02%; 0,05%; 0,08% бўлса, ёғ йўқотиш кўрсаткичи аниқлансин.

Сут ва ёғсизлантирилган сутларнинг миқдор нисбатлари 10:9 деб қабул қилинсин.

3.28. Шарсимон ё. заррачаларининг диаметри 2 мкм, $R_{ки}=4\text{см}$ ва $R_{ка}=11\text{см}$. Тарелкалар орасидаги масофа $h=0.5 \text{ мм}$ ва уларнинг сони 70 та. Сепараторнинг иш унумдорлиги 2000 л/соат. Барабаннинг айланиш частотаси 150 с^{-1} . Тарелкалар оғиш бурчаги 45° . Жараён температураси 40°C бўлса, оқимнинг тезлиги ва ёғ шарларининг суюқлик ичидан сузиб чиқиш тезлигини аниқланг.

3.29. Аввалги масала маълумотлари асосида, сепараторнинг ажратиш фактори k ни ҳисоблаб чиқинг.

3.30. Аралаштиргич ичига бурама труба ўрнатилган бўлиб, бакнинг диаметри $D = 2,0 \text{ м}$. Ундаги ёғнинг баландлиги $H=2,4\text{м}$. Бакнинг ичидаги диаметри $d=1,5 \text{ м}$ бўлган пропеллерли аралаштиргич ўрнатилган бўлиб, 45 айл/мин билан ҳаракат қилмоқда. Ёғнинг температураси $t=25^\circ\text{C}$. Ушбу аралаштиргичга ўрнатилиши керак бўлган двигателнинг қуввати аниқлансин.

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №5

Пахта чигити ядросининг зичлиги ρ бўлган, диаметри d ли шарсимон заррачалари пахта ёғида чуқтирилмоқда. Агарда, ёғнинг температураси t бўлса, чуқиш тезлиги аниқлансин.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ρ	кг/м ³	1040	1045	1050	1042	1040	1050	1040	1045	1050	1040
D	мм	0,8	0,5	0,3	0,1	0,05	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Таметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охиридан олдинги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
T	°C	40	20	50	70	30	60	80	100	90	10

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №6

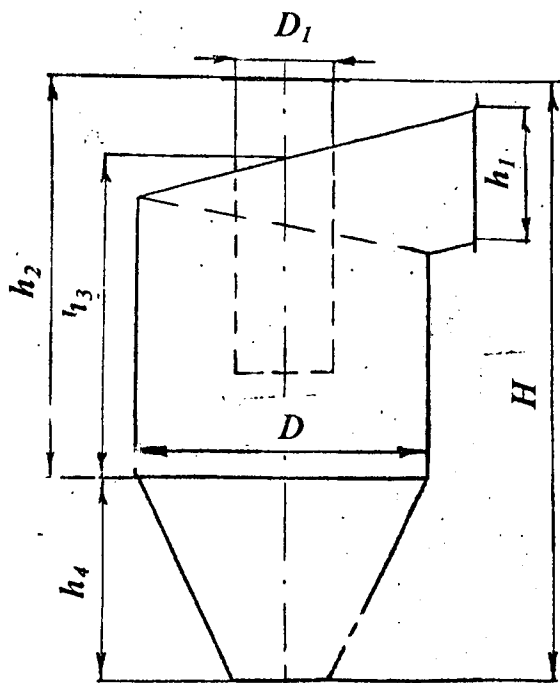
Циклоннинг қаршилик коэффициенти ζ , массавий сарфи G ва температура t , заррачалар диаметри d ва босим фарқининг зичликка нисбати бўлганда, пурқичли қуритгичдан чиқаётган ҳаводан тоза, туруқ материали ажратиш учун циклон ҳисоблансин (3.5-расм).

Бунинг учун қуйидагилар аниқлансин:

- циклоннинг цилиндрик қисмида ўтаётган газнинг шаргли тезлиги - $w_{ш}$, м/с;
- циклон диаметри - D , м;
- циклоннинг гидравлик қаршилиги - ζ , мм.с.ув уст.;
- циклоннинг H, h_1, h_2, h_3, h_4, D параметрлари

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G	кг/соат	2100	2200	2500	2400	2600	2300	2700	1800	1500	3000
d	мкм	20	40	50	70	100	80	90	60	30	80

Пара-метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охиридан олдинги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ξ	—	100	70	50	80	90	110	60	40	120	30
$\Delta p / P_x$	—	720	740	700	730	710	715	750	725	700	705
t	°C	100	110	120	100	110	120	100	110	120	100



3.5-расм. Ҳавони тозалаш циклонининг схемаси.

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №7

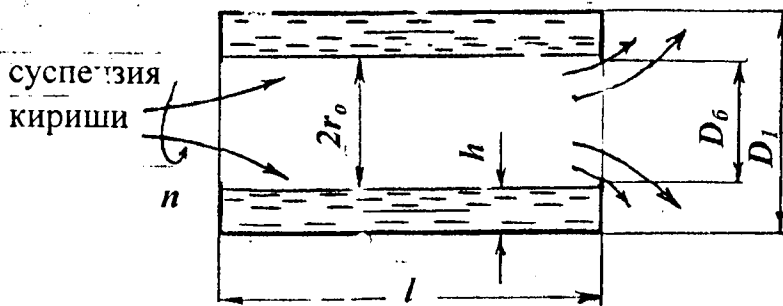
CaCl_2 ning сувли эритмаси кристаллизогорга юборилмоқда. Кристаллизаторда ҳосил бўлаётган суспензия горизонтал автоматик центрифугага туширилмоқда. Центрифуга ф.и.к. $\eta=0,5$ деб қабул қилинсин. CaCl_2 заррачаларнинг зичлиги $\rho_k=2500$ кг/м^3 , муҳитники эса $\rho=1200$ кг/м^3 , суспензиянинг температураси 45°C ва динамик қовушоқлик коэффициенти $\mu=3,3 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

Центрифуга барабинининг диаметри D , бортининг диаметри D_6 , узунлиги l , айланиш сони n ва чўктирилаётган заррачанинг энг кичик диаметри d_0 (3.6-расм). Агарда, фугат ўз хоссалари бўйича сувга яқин деб ҳисобласак, центрифуганинг иш унумдорлиги аниқла.син.

Ла рама-тер	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири ва рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D	м	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,1	1,3	1,4
l	м	0,6	0,5	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	0,7	0,6	0,5
D_6	м	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	0,4	0,6	0,7

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охиридан олдинги ва рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
n	айл./мин	700	750	730	740	800	820	930	850	700	750
d	мкм	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	2,5

фугат чиқиши



3.6-расм. Горизонтал чўктирувчи центрифуганинг схемаси.

КОНТРОЛ ТӨПШИРИҚ №8

Туклилиги O_p бўлган пахта чигитини температураси : ҳаво ўздамида мавҳум қайнаш ҳолатига келтирилмоқда. Мавҳум қайнаш қурилмасидаги босим - атмосфера босимига тенг.

Пахта чигитини мавҳум қайнашининг бошланиш тезлиги ва заррачаларнинг қурилмадан чиқиб кетиш тезликлари аниқлансин.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
O_p	%	12	5	0	2	10	9	11	8	7	4
T	°C	20	0	-10	10	30	40	50	-5	60	80

КОНТРОЛ ТӨПШИРИҚ №9

Дастлабки фильтрлаш жараёнида 1 м^2 филтрдан олинган филтрат миқдори, филтрлаш бошлангандан t_1 минутдан сўнг V_1 ҳажмда, t_2 минутдан кейин эса V_2 ҳажмда филтрат олинди. Фильтр юзаси 1 м^2 бўлса, V миқдордаги суюқликни фильтрлаш қанча вақт зарур бўлади.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
t_1	мин	2	4	20	15	6	16	12	18	14	8
V_1	дм ³	1	2	8	5	3	8	6	9	7	4
t_2	мин	15	25	100	50	30	50	60	100	90	55
V_2	дм ³	3	6	24	15	10	20	18	27	21	12
V	дм ³	10	20	100	50	30	80	60	90	70	40

ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИ

Кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноатларда материалларни иссиқлик ёрдамида ишлов бериш жуда кенг тарқалган жараёнлардан биридир. Технолгик жараённинг мақсади ва характерига қараб материалнинг температураси бир меъёردа ушлаб турилади, иситиладиган, совутилади ёки музлатилади, булар конденсацияланади. Бу жараёнларнинг ифодаловчи муҳим кўрсаткич бўлиб иссиқлик ўтказиш коэффициенти ҳисобланади ва у қурилмаларнинг лойиҳалашда унинг ўлчамларини ва жараённинг интенсивлигини аниқлашга ёрдам беради.

Ҳисоблаш формулалари ва яқини боғлиқликлар

1. Иссиқлик ўтказишнинг яқини тенгламаси,

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{\text{ур}} \quad (4.1)$$

бу ерда Q — иссиқлик миқдори, Вт; K — иссиқлик ўтказиш коэффициенти, Вт/(м²·К); F — муҳитларни ажратувчи девор юзаси, м²; $\Delta t_{\text{ур}}$ — иссиқ ва совуқ муҳитлар температураларни ўртасидаги фарқи, °С.

2. Иссиқлик алмашинини қурилмасининг иссиқлик баланси.

2.1. Иссиқлик ташувчи агентларнинг агрегат ҳолати ўзгаришида:

$$Q = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1'' - t_1') = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_2'' - t_2') + Q_{\text{исх}} \quad (4.2)$$

2.2. Иссиқлик ташувчи муҳитларнинг бирортасининг агрегат ҳолати ўзгаришида:

$$Q = D \cdot r + D \cdot c_{\text{конд}} \cdot (t_0 - \theta_{\text{конд}}) = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_2'' - t_2') + Q_{\text{исх}} \quad (4.3)$$

бу ерда G_1 ва G_2 — иссиқ ва совуқ агентларнинг сарфи, кг/с; c_1 , c_2 ва $c_{\text{конд}}$ — иссиқ, совуқ ва иситувчи буғ конденсациянинг иссиқлик сифими, Ж/(кг·К); t_1' , t_1'' , t_2' , t_2'' , — иссиқ (индекс "1") ва

совуқ (индекс "2") агентларни эг бошланғич ва охири температуралари; D - иситувчи буғ сарфи, кг/с; γ - буғ ҳосил бўлиш иссиқлиги, Ж/кг; θ - қурилмадан чиқаётган конденсат температураси, °С;

Агарда қурилмадан чиқаётган конденсат температураси t_6 бўлса, $\theta_{\text{конд}}=t_6$; $Q_{\text{йук}}$ - иссиқликнинг атроф муҳитга йўқотилиш сарфи; иссиқлик қопламаси бор қурилмалар учун $Q_{\text{йук}}=0,05 \cdot Q$.

3. Иссиқлик ўтказиш коэффициенти, K , Вт/(м²·К).

3.1. Текис ва цилиндрсимон ($d_{\text{ич}}/d_{\text{Т}} > 2,5$ бўлганда) деворлар учун:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum r_{\text{д}} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (4.4)$$

$$r_{\text{д}} = \frac{\delta_{\text{д}}}{\lambda_{\text{д}}} + r_{\text{и1}} + r_{\text{и2}} \quad (4.5)$$

3.2. Агарда, труба ўлчамлари $d_{\text{ич}}/d_{\text{Т}} < 0,5$ бўлса, цилиндрсимо деворли юзанинг 1 м узунлиги учун K қуйидагича ҳисобланади:

$$K = \frac{1 \pi}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot d_1} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{\text{д}}} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_2} + \sum r_{\text{и}} \pi} \quad (4.6)$$

K_1 ва K_2 лар ўртасида қуйидаги боғлиқлик бор.

$$K = \frac{K_1}{\pi \cdot d_{\text{ур}}} \quad (4.6a)$$

(4.4)-(4.6) формулаларда α_1 - иссиқлик ташувчи муҳитдан девор юзасига иссиқлик бериш коэффициенти, Вт/м²·К; α_2 - девор юзасидан совуқ муҳитга иссиқлик бериш коэффициенти, Вт/м²·К; $\delta_{\text{д}}$ - иссиқлик ўтказиш деворнинг қалинлиги, м; $\lambda_{\text{д}}$ - деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м²·К); d_1 ва d_2 - трубанинг ички ва ташқи диаметрлари, м; $\sum r_{\text{и}}$ - девор ва ундаги инфосилкларнинг термик қаршиликлар йиғиндисин; $r_{\text{и1}}$

ва $\gamma_{и2}$ - трубанинг ички ва ташқи деворларидаги ифлосликларнинг термик қаршилиги, $m^2 \cdot K / Bt$.

Бағ'и бир иссиқлик ташувчи агентларнинг γ тахминий қийматлари 4.1-жадвалда келтирилган.

4.1-жадвал

Иссиқлик ташувчи агент	$R_{ифл}$, $m^2 \cdot K / Bt$
Ифлосланган сув	$(7,19-5,3 \cdot 10^{-4})$
Ўртача ифлосланган сув	$(5,3-3,4 \cdot 10^{-4})$
Тозаланган сув	$(3,47-1,72 \cdot 10^{-4})$
Мой	$3,4 \cdot 10^{-4}$
Органик суюқлик	$1,7 \cdot 10^{-4}$
Сув буғи	$1,7 \cdot 10^{-4}$
Органик суюқликлар буғи	$8,7 \cdot 10^{-4}$
Халло	$3,5 \cdot 10^{-4}$

Иссиқлик ташувчи муҳитларнинг ўртача температуралар фарқи ушбу тенгламадан топилади:

$$\Delta t_{ур} = \frac{\Delta t_{ка} - \Delta t_{ки}}{2,31g \frac{L_{и,ка}}{\Delta t_{и}}} \quad (4.7)$$

Агар $\frac{\Delta t_{ка}}{\Delta t_{ки}} < 2$ бўлса, $\Delta t_{ур}$

$$\Delta t_{ур} = \frac{\Delta t_{ка} + \Delta t_{ки}}{2} \quad (4.8)$$

бу ерда $\Delta t_{ка}$ ва $\Delta t_{ки}$ - катта ва кичик температуралар фарқи.

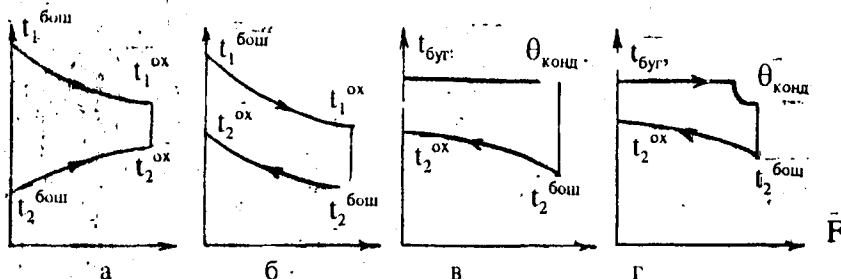
4.1. Иссиқлик ташувчи муҳитларнинг агрегат ҳолати ўзгарганда (4.1а,б-расмлар) $\Delta t_{ка}$ ва $\Delta t_{ки}$ қуйидагича аниқланади.

бир хил йўналиш учун

$$\Delta t_{ка} = t_1' - t_2', \quad \Delta t_{ки} = t_1'' - t_2'' \quad (4.9)$$

қарама-қарши йўналиш учун

$$\Delta t_{ка} = t_1'' - t_2', \quad \Delta t_{ки} = t_1' - t_2''$$



4.1-расм. Иссиқлик алмашиниш жараёнида температураларнинг ўғариш графиклари. а-бир хил йўлли, агентларнинг агрегат ҳоли ўзгармайди; б-қарама-қарши, агентларнинг агрегат ҳоли ўзгармайди; в-қарама қарши агентларнинг агрегат ҳоли ўзгаради. $\theta_{конд} = t_6$; г-худди в/в дагидек, фақат $\theta_{конд} < t_6$.

4.2. Иссиқлик ташуви муҳитлардан бирининг агрегат ҳолати ўзгарганда (4.1в,г-расмлар) $\Delta t_{ка}$ ва $\Delta t_{ки}$ қуйидагича аниқланади:

$$\Delta t_{ка} = \theta_{конд} - t_2', \quad \Delta t_{ки} = t_6 - t_2'' \quad (4.10)$$

5. Иссиқлик бериш коэффициенти α критериял тенгламаларда топилди.

Конвектив иссиқлик алмашинишнинг критериял тенгламаси умумий ҳолда қуйидаги кўриниши эга

$$Nu = f(Re, Gr, Pr, Fo, \dots) \quad (4.11)$$

Бу ердаги, асосий ўхшашлик критерийлари ушбу формулаларда топилди:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda} \quad (4.12)$$

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda} \quad (4.13)$$

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad (4.14)$$

$$Ga = \frac{Re^2}{Fr} = \frac{g \cdot d^3}{\nu^2} \quad (4.15)$$

$$Cr = \frac{g \cdot d^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t \quad (4.16)$$

$$Fo = \frac{a \cdot \tau}{l^2} \quad (4.17)$$

Фазовий ўзгариш критерийсини қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$Ku = \frac{r}{c \cdot \Delta t_{\text{бк}}} \quad (4.18)$$

(4.11-4.18) формулаларга кирувчи параметрлар:

d — аниқловчи геометрик ўлчам, м; λ — иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти, Вт/(м·К); c — солиштирма иссиқлик кигими, Ж/(кг·К); μ — динамик қовушоқлик коэффиценти, Па·с; ν — кинематик қовушоқлик коэффиценти, м²/с; g — эркин тушиш тезлаши, м/с²; w — иссиқлик ташувчи муҳит тезлиги, м/с; β — ҳажмий кенгайиш коэффиценти, 1/К; Δt — иссиқлик бериш юзаси ва муҳит орасидаги (ёки тескариси) температуралар фарқи, °С; $\Delta t_{\text{бк}}$ — иссиқлик бериш юзаси ва буғ орасидаги температура фарқи, °С.

Ушбу катталиклар ҳар бир зуюқлик учун ўртача температурада топилади:

$$\Delta t_{\text{ур}} = \frac{t' - t''}{2} \quad (4.19)$$

Температуралар фарқи оқатда тегишли ҳисоблар ўтказиш учун олдиндан бериллади ва ундан сўнг кетма-кет яқинлашиш усули ёрдамида аниқроқ қиймати топилади. Δt ва t_d катталиклари солishtирма иссиқлик оқимларнинг баланси тенгламасидан ҳисобланиб топилади:

$$\alpha_1 \cdot (t_{ypr} - t_d) = \frac{b_d}{\lambda_d} \cdot (t_{d1} - t_{d2}) = \alpha_2 \cdot (t_{d2} - t_{yp}) = K \cdot \Delta t_{yp} \quad (4.20)$$

бу ерда Δt_{yp1} ва t_{yp2} — иссиқ ва совуқ муҳитларнинг ўртача температураси; буғли иссиқлик алмашиниш қурилмалари учун $t_{yp1} = t_6$; t_{d1} ва t_{d2} — иссиқ ва совуқ муҳит ҳомонидаги девор юзларининг температураси.

(4.12), (4.14-4.16) формулалардаги аниқловчи геометрик дўшам эквивалент диаметрга тенг деб қабул қилинади:

$$d_3 = \frac{4 \cdot S}{\Pi} \quad (4.21)$$

S — оқимнинг кўндаланг кесим юзаси, m^2 ;

Π — оқим кесимининг тўла периметри, m

Думалоқ кўндаланг кесимли труба ичидаги оқим учун $d_3 = d_{ич2}$.

5.1. Иссиқлик тапсувчи муҳитларнинг агрегат ҳолати ўзгармаганда иссиқлик беришнинг критериял тенгмалари.

а) тўғри труба ва каналларда иссиқлик бериш ($Re > 10000$).

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_d} \right)^{0,25} \cdot \epsilon_1 \quad (4.22)$$

б) Ўтиш соҳаси, яъни $2320 < Re < 10000$ бўлганда, иссиқлик бериш ушбу формуладан аниқланади:

$$Nu = 0,008 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,43} \quad (4.23)$$

Иссиқлик бериш коэффициентни α t қуйидагича ҳисоблаш

мумкин

$$\alpha_{ym} = \alpha_m \cdot \varepsilon_{ym} \quad (4.23a)$$

α_T - турбулент режим учун иссиқлик бериш коэффициент (4.22)дан Δt_{yp} учун топилади;

ε_{yt} - Утиш соҳаси учун Re га боғлиқ гузатиш коэффициентини 4-2 жадвалдан олинади.

4-2 жадвал

Re	2500	3000	4000	5000	6000	8000	10000
ε_{yt}	0,4	0,57	0,72	0,81	0,88	0,96	1,0

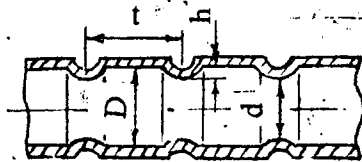
Тўғри труба ва каналларда ламинар режимда ($Re < 2320$) иссиқлик бериш қуйидаги ҳисоблаш тенгламасидан аниқланади:

$$Nu = 0,15 \cdot \underline{Re}^{0,8} \cdot \underline{Pr}^{0,43} \cdot \underline{Gr}^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_1 \quad (4.24)$$

ёки

$$Nu = 0,7 \cdot (Re \cdot Pr)^{0,1} \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,1} \quad (4.25)$$

6. Иссиқлик алмашиниш жараёнини интенсивлашнинг энг самарадор усулларидан бири, бу трубаларга дискрет жойлашган кўндаланг каналлар қилишдир (4.2 – расм).



4.2 расм. Юқори самарадор иссиқлик алмашиниш юзаси.
/накатка қилинган труба/.

Газларни совитиш ва иситиш жараёнида иссиқлик алмашиниш интенсивлиги қуйидаги формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

$t/d=0,25-0,8$, $d/D=0,88-0,98$ ва $Re=10^4-4 \cdot 10^5$ бўлганда,

$$\frac{Nu}{Nu_{\text{мех}}} = \left(1 + \frac{\lg Re - 4,6}{35}\right) \cdot \left\{ 3 - 2 \cdot \exp\left(\frac{-18,2 \cdot \left(1 - \frac{d}{D}\right)^{1,13}}{(t/D)^{0,326}}\right) \right\} \quad (4.26)$$

$t/D=0,5$ ва $d/D=0,9-0,97$ бўлганда эса,

$$\frac{Nu}{Nu_{\text{мех}}} = \left(1 + \frac{\lg Re - 4,6}{35}\right) \cdot \left(\frac{1,14 - 0,2 \cdot \sqrt{1 - d/D}}{1,1}\right) \cdot \exp\left(\frac{9 \cdot (1 - d/D)}{(t/D)^{0,56}}\right) \quad (4.27)$$

Газларни иситиш пайтида,

$$Nu_{\text{мех}} = 0,0207 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \quad (4.28)$$

Газларни совитиш пайтида

$$Nu_{\text{мех}} = 0,0192 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \quad (4.29)$$

Суюқликлар учун ψ_1 таърифа иссиқлик алмашиниш коэффициентининг интенсивлиги ($t/D=0,5$ ва $d/D=0,94$)

$$\frac{Nu}{Nu_{\text{мех}}} = \left[100 \left(1 - \frac{d}{D}\right)\right]^{0,445} \quad (4.30)$$

бу ерда

$$Nu_{\text{мех}} = 0,0216 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,445} \quad (4.31)$$

7. Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг (1.3-расм) иссиқлик ўтказиш юзаси ушбу формула орқали топилади:

$$\Gamma = n \cdot d_{\text{сп}} \cdot l \cdot n \quad (4.32)$$

бу ерда - n - трубалар сони, m ; l - труба узунлиги, m .

8. Суюқлик сарфи тенгламаси.

8.1. Ҳажмий сарф V_c қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$V_c = w \cdot S \quad (4.33)$$

Бу ерда S - трубанинг қўндаланг кесими ва у ушбу тенглама ёрдамида ҳисобланади:

$$S = \frac{n \cdot d_2^2 \cdot \pi}{4 \cdot m} \quad (4.34)$$

формуладаги m - кожух трубаи қурилманинг қўллар сони.

8.2. Массевий сарф қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$G = V_c \cdot \rho = w \cdot S \cdot \rho = w \cdot \frac{n \cdot d_2^2 \cdot \pi}{4 \cdot m} \cdot \rho \quad (4.35)$$

бу ерда ρ - иссиқлик ташувчи муҳитнинг зичлиги, kg/m^3 .

9. Иссиқлик ўтказувчанлик.

9.1. Бир қаватли текис девордан ўтаётган иссиқлик оқимининг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламаси қуйидагичадир:

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{t_n - t_c}{r} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_n - t_c) \quad (4.36)$$

бу ерда q - иссиқлик оқимининг зичлиги, Wt/m^2 ; Q - иссиқлик оқими, Wt ; F - девор юзаси, m^2 ; t_n ва t_c - иссиқ ва совуқ деворлар юзасининг температураси, $^{\circ}C$; $r = \delta/\lambda$ - деворнинг термик қаршилиги, $m^2 \cdot K/Wt$; δ - девор қалинлиги, m ; δ/λ - иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини, $Wt/m \cdot K$.

9.2. Кўп қаватли текис девор орқали ўтган иссиқлик миқдори эса қуйидагича ҳисобланади:

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{t_u - t_c}{\sum r} = \frac{t_u - t_c}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}} \quad (4.37)$$

9.3. Цилиндрсимон де: орнинг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламаси

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_u - t_c) \cdot F_{yp} = \frac{2 \cdot n \cdot \lambda \cdot (t_u - t_c) \cdot L}{2,3 \cdot \lg(d_2/a_1)} \quad (4.38)$$

Бу ерда $\delta = (d_2 - d_1)/2$. Цилиндрсимон деворнинг ўртача юзаси қуйидаги формуладан топилади:

$$F_{yp} = \pi \cdot d_{yp} \cdot L = \frac{n \cdot (t_u - t_c) \cdot L}{2,3 \cdot \lg(d_2/d_1)} \quad (4.39)$$

d_1 ва d_2 - трубаинг ички ва ташқ. диаметрлари, м; L - труба узунлиги, м. Агарда $d_2/d_1 < 2$ бўлса, F_{yp} ни (4.3) формуладан эмас, балки юқори аниқликка эга ушбу формуладан топса бўлади:

$$F_{yp} = \frac{\pi \cdot (d_1 + d_2) \cdot L}{2} \quad (4.40)$$

9.4. Кўп қаватли цилиндрсимон девордан ўтаётган иссиқлик миқдори қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (t_u - t_c)}{\sum \frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (t_u - t_c)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots} \quad (4.41)$$

9.5. Температура 30°C агрофида бўлганда, тажрибавий маълумотлар йўқ бўлса, суюқликларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ушбу формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$\lambda_{ур} = A \cdot c \cdot \rho^3 \sqrt{\frac{\rho}{M}} \quad (4.42)$$

c — сууюқликнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К); ρ — сууюқлик зичлиги, кг/м³; M — сууюқлик моляр массаси, кг/кмоль; A — сууюқликнинг ассоциацияланиш даражасига боғлиқ коэффициент, м³·кмоль^{-0,33}·с⁻¹ (сув учун $A=3,5 \cdot 10^{-6}$, бензол учун $A=4,22 \cdot 10^{-6}$).

Исталган t температурадаги сууюқликнинг иссиқлик ўтказувчанлиги қуйидаги формулада топилди:

$$\lambda_t = \lambda_{30} \cdot [1 - \varepsilon \cdot (t - 30)] \quad (4.43)$$

бу ерда ε — температуравий коэффициент.

Ғъзи сууюқликлар учун $\varepsilon \cdot 10^3$ (°С⁻¹) қийматлари:

Анилин	- 1,4	Проп. л спирти	- 1,4
Ацетон	- 2,2	Уксус кислотаси	- 1,2
Бензол	- 1,8	Хлор бензол	- 1,5
Гексан	- 2,0	Хлороформ	- 1,8
Мет.спирти	- 1,2	Этилацетат	- 2,1
Нитробензол	- 1,0	Этил спирти	- 1,4

Сувли эритмаларнинг t температурадаги иссиқлик ўтказувчанлиги:

$$\lambda_{э} = \lambda_{330} \frac{\lambda_{с1}}{\lambda_{с30}} \quad (4.44)$$

бу ерда $\lambda_{э}$ ва $\lambda_{с}$ — эритма ва сувнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари.

9.6. Газларнинг паст Ҳосиллардаги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини ушбу формулада ҳисоблаш мумкин:

$$\lambda = B \cdot c_0 \cdot \mu \quad (4.45)$$

бу ерда μ — газнинг динамик қовушоқлиги, Па·с; $B=0,25 \cdot (9k-5)$, $k=c_p/c_v$ — адиабата кўрсаткичи; c_p ва c_v — газнинг ўзгармас босим

ва ҳажмдаги солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К); Бир атом-
ли газлар учун $V=2,5$, икки атомликлар учун $V=1,9$ ва уч атом-
ликлар учун $V=1,72$.

МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

4-1. Сув спиртининг 75%ли буғи ректифик шия колоннаси-
нинг конденсаторида конденсацияланмоқда. Совигувчи сув 10°C
температура қурилмага келиб, 50°C га исқмоқда. Конденсатор-
нинг диаметри $35 \times 1,5$ мм ва узунлиги 1,3 бўлган 121 та трубадан
йигилган. Қурилманинг иссиқлик ўтказиш коэффициенти 400
 $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Конденсацияланаётган буғнинг сарфи топилсин.

Е ч и ш:

Ҳисоблаш қуйидаги тартибда олиб борилади:

1. Иссиқлик ўтказиш юзаси (4.32) формула ёрдамида
ҳисобланади:

$$F = 3,14 \cdot \frac{0,032 + 0,035}{2} \cdot 1,3 \cdot 121 = 16,5 \text{ м}^2$$

2. Буғнинг параметрлари 22-жадвалдан топилади. Буғнинг
концентрацияси 75% бўлганда конденсацияланиш темпера. ураси
 $t = 82,8^{\circ}\text{C}$, буғланиш иссиқлиги $r = 1210$ кЖ/кг, зичлиги эса $\rho =$
 $1,145$ кг/м³.

3. Уртача температуралар фарқи қуйидагича аниқланади:

$$82,8 \Rightarrow 82,8$$

$$10 \Rightarrow 50$$

Дастлаб

$$\Delta t_{\text{ка}} = 82,8 - 10 = 72,8^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{ки}} = 82,8 - 50 = 32,8^{\circ}\text{C}$$

$\Delta t_{\text{ка}} / \Delta t_{\text{ки}} > 2$ бўлгани учун, $\Delta t_{\text{ур}}$ (4.7) формула орқали
ҳисобланади:

$$\Delta t_{\text{ур}} = \frac{72,8 - 32,8}{\ln 72,8 / 32,8} = 50,6^{\circ}\text{C}$$

4. Конденсаторнинг иссиқлик юкласи (4.1) формула ёрдамида аниқланади:

$$Q = 400 \cdot 16,5 \cdot 50,6 = 334177,2 \text{ Вт}$$

5. $\theta_{\text{конд}} = t_6$ деб қабул қилиб, конденсацияланаётган буғнинг массавий сарфи (4.3) формуладан топилади:

$$D = \frac{Q}{r} = \frac{334177,2}{1210000} = 0,276 \text{ кг/с} = 994 \text{ кг/соат}$$

6. Буғнинг ҳажмий сарфи эса (4.35) тенгламадан топилади:

$$V = \frac{G}{\rho} = \frac{994}{1,145} = 868,12 \text{ м}^3/\text{соат}$$

4-2. Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг диаметри $d=25 \times 2 \text{ мм}$ ли, 13 та трубадан ясалган. Кожухнинг ички диаметри 273 мм. Қурилмада соатига 10 т сув 10° дан 70°С га ча иситилмоқда. Сув труба ичидан ва трубалараро бўшлиқдан ўтаётган пайтидаги иссиқлик эриш коэффициентини топилади.

Е ч и ш:

Ҳисоблаш қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

1. Илс задаги 4-жадвалдан $t_{\text{гр}} = 40^\circ\text{С}$ да сувнинг физик характеристикалари аниқланади:

$\rho_2 = 992 \text{ кг/м}^3$; $c_2 = 4,18 \text{ кЖ/кг}$; $\lambda_2 = 0,634 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$; $\mu = 657 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$;
Прандтл критерийи $\text{Pr} = 4,31$.

2. Труба ичида оқётган сувнинг тезлиги ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$w = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot d_{\text{ув}}^2 \cdot n \cdot 3600 \cdot \rho} = \frac{4 \cdot 10000}{3,14 \cdot 0,021^2 \cdot 13 \cdot 992 \cdot 3600} = 0,62 \text{ м/с}$$

3. Рейнольдс критерийиси (4.14) формуладан топилади:

$$\text{Re} = \frac{0,62 \cdot 0,021 \cdot 992}{657 \cdot 10^{-6}} = 19658,8$$

5. $Re > 10000$ бўлгани учун, $\epsilon_1 = 1$ ва $(Pr/Pr_d) = 1$ деб қабул қилиб, Нуссельт Nu қиймати (4.22) тенглама орқали аниқланади:

$$Nu = 0,021 \cdot 19568,8^{0,6} \cdot 31^{0,43} = 107,12$$

унда иссиқлик бериш коэффициентини қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\alpha_2 = \frac{107,12 \cdot 0,634}{0,021} = 3234 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

6. Сувнинг трубаларларо бўшлиқдаги тезлиги (4.29) формуладан топилади:

$$w = \frac{10000}{0,052 \cdot 992 \cdot 3600} = 0,054 \text{ м/с}$$

бу ерда $S = 0,052 \text{ м}^2$ - труслараро бўшлиқнинг кўндаланг кесим юзаси:

$$S = 0,785 \cdot (d_{\text{ич}}^2 - d_{\text{м}}^2)$$

$d_{\text{ич}}$ ва $d_{\text{т}}$ - трубанинг ички ва ташқи диаметрлари, м.

8. Трубалараро бўшлиқнинг эквивалент диаметрини (4.21) формуладан топиш мумкин:

$$d_s = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot (0,273^2 - 13 \cdot 0,025^2)}{4 \cdot 3,14 \cdot (0,273^2 + 13 \cdot 0,025^2)} = 0,11 \text{ м/с}$$

9. Рейнольдс критерийси эса (4.14) формула бўйича ҳисобланади:

$$Re = \frac{0,054 \cdot 0,11 \cdot 992}{657 \cdot 10^{-6}} = 8968,7$$

10. Рейнольдс сони $2300 < Re < 10000$ бўлгани учун Nu (4.2?) формула ёрдамида аниқланади:

$$Nu = 0,008 \cdot 968,7^{0,9} \cdot 4,31^{0,43} = 54,12$$

иссиқлик бериш коэффициентини эса,

$$\alpha = \frac{54,12 \cdot 0,634}{0,0978} = 350,8 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

11. $\epsilon_1 = 1$ ва $(Pr/Pr_g) = 1$ инobatга олиб, турбулент ҳаракат режими учун (4.2?) ва (4.23a) формулалар ёрдамида, иссиқлик бериш коэффициентини ҳисобланади.

$$Nu = 0,021 \cdot 8968,7^{0,8} \cdot 4,31^{0,43} = 57,1$$

$$\alpha_{2T} = 370,6 \cdot 0,975 = 361,3 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

12. Агар $Re = 8968,7$ бўлса, $\epsilon_1 = 0,975$ (10-жадвалга қаралсин), унда ўтиш соҳаси учун иссиқлик бериш коэффициентини қуйидагича топилади:

$$\alpha_{2T} = \frac{57,1 \cdot 0,634}{0,0978} = 370,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Улар оралигидаги фарқ 2,9% ни ташкил этади.

4-3. Диаметри 1,8 м ва баландлиги 2,6 м ўлчамларга эга бўлган цилиндрик резервуарнинг 80% қувватланган вино билан тўлдирилган. Ушбу винони 15°C дан 57°C гача иситиш учун қанча иссиқлик миқдори сарф бўлади? Иссиқликнинг атроф муҳитга сарф бўлиши ҳисобга олинмасин.

Е ч и ш:

Резервуарнинг тўла ҳажмини ушбу формулада ҳисоблаш мумкин:

$$V = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot H \cdot$$

Резервуардаги вино ҳажми,

$$V_a = \varphi \cdot V$$

формуладан аниқланади. Унинг миқдори эса,

$$M = V_a \cdot \rho$$

бу ерда $\rho = 1010 \text{ кг/м}^3$. Унда,

$$M = \varphi \cdot \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot H \cdot \rho = 0,8 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} \right) \cdot 2,6 \cdot 1010 = 5346 \text{ кг}$$

Иситиш учун зарур иссиқлик миқдори

$$Q = M \cdot c_B \cdot \Delta t_B = 5346 \cdot 3700 \cdot 42 = 830750 \text{ кЖ}$$

$$\Delta t_B = t_{2B} - t_{1B} = 57 - 17 = 42^\circ \text{C}$$

КОЖУХ-ТРУБАЛИ ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ҚҮРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Ректификацион колоннадан чиқаётган $G_1 = 6,0$ кг/с миқдордан куб қолдиги $t_{100} = 102,5^\circ\text{C}$ дан $t_{10} = 30^\circ\text{C}$ гача совитиш учун кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаси (4.3-расм) ҳисоблангани ва нормаллашган қурилма танлансин. Куб қолдиги коррозияга актив органик суюқлик бўлиб, ўргача $t_1 = 0,5 \cdot (t_{16_{\text{сш}}} + t_{10x}) = 66^\circ\text{C}$ да қуйидаги физик-кимёвий характери-стикаларга эга:

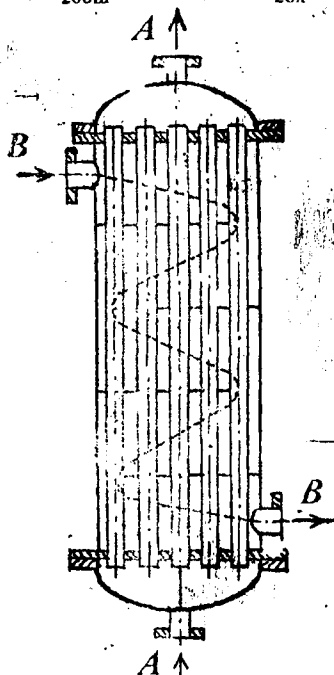
$$\rho_1 = 906 \text{ кг/м}^3;$$

$$\mu_1 = 0,00054 \text{ Па}\cdot\text{с};$$

$$\lambda_1 = 0,662 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

$$\beta_1 = 0,00048 \text{ К}^{-1}.$$

Совитиш сув ёрдамида амалга оширилмоқда ва унинг температура-си $t_{260\text{ш}} = 20^\circ\text{C}$ дан $t_{20x} = 40^\circ\text{C}$ гача кўтарилмоқда.



4.3-расм. Сегмига шаклдаги қўйдаланган түсикли кожух - трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаси

Иссиқлик алмашилиш қурилмасини ҳисоблаш қуйидаги блок-схемада келтирилган кетма-кетликда олиб борилади (4.4 - расм).

1) Қурилманинг иссиқлик алмашилиш юлلامасини топартиш:

$$Q = G_1 \cdot c_1 (t_{1\text{бош}} - t_{1\text{ох}}) = 0,6 \cdot 4180 \cdot (102,5 - 30) = 1820000 \text{ Вт}$$

2) Иссиқлик баланси тенгламасидан сувнинг сарфлини аниқлаймиз:

$$G_2 = \frac{Q}{c_2 \cdot (t_{2\text{ох}} - t_{2\text{бош}})} = \frac{1820000}{4180 \cdot (40 - 20)} = 21,8 \text{ кг/с}$$

бу ерда $c_2 = 4180 \text{ Ж/кг}\cdot\text{К}$ - сувнинг $t_2 = 0,5 \cdot (t_{2\text{бош}} + t_{2\text{ох}}) = 30^\circ\text{C}$ температурадаги солиштирма иссиқлик сифими. $t_2 = 30^\circ\text{C}$ температурадаги сувнинг бошқа физик характеристикалари қуйида келтирилган:

$$\rho_2 = 996 \text{ кг/м}^3; \quad \lambda_2 = 0,618 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}; \quad \mu_2 = 0,000804 \text{ Па}\cdot\text{с}.$$

3) Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ўрта логарифмик температуралар фарқи ушбу йўл билан ҳисоблаб топилади:

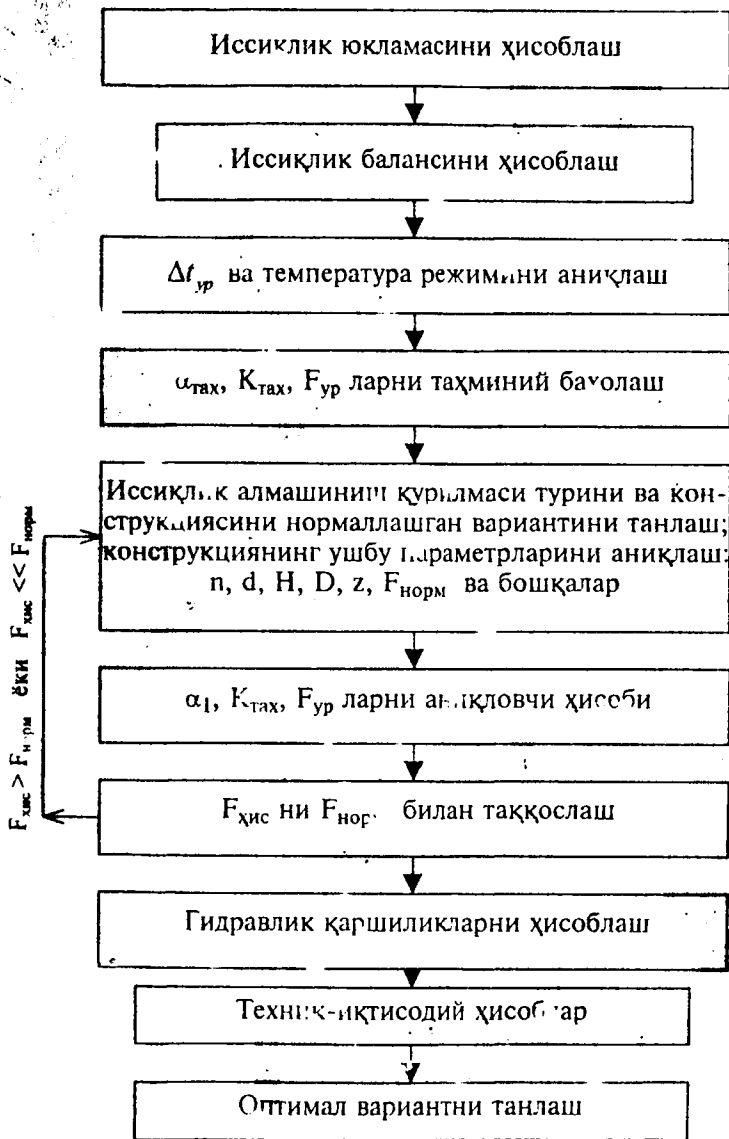
$$\Delta t_{\text{ор}} = \frac{(t_{1\text{бош}} - t_{2\text{ох}}) - (t_{1\text{ох}} - t_{2\text{бош}})}{\ln \frac{t_{1\text{бош}} - t_{2\text{ох}}}{t_2 - t_{2\text{бош}}}} = \frac{(102,5 - 40) - (30 - 20)}{\ln \frac{62,5}{10}} = 28,6^\circ\text{C}$$

4) Иссиқлик алмашиниш қурилмасини тахминий танлаш.

Иссиқлик ташувчи агентларнинг қайси бирини труба ичига, қайси бирини трубалараро бўшлиққа йўналтириш, унинг босими, эрозия фаоллиги, труба юзасини ифлослаш қобилияти ва бошқаларга боғлиқдир. Бизнинг масчатада, куб қолдиғи - коррозия фаол муҳит бўлгани учун уни труба ичига йўналтирамиз, сувни эса трубалараро бўшлиққа юборамиз.

Труба ичидаги суюқликнинг оқиши турғун, турбулент режим ва унга тегишли Рейнольдс сонини тахминан $Re_{\text{тах}} = 15000$ деб қабул қиламиз. Суюқликнинг бундай оқиш режими диаметр $d = 20 \times 2 \text{ мм}$, трубалар сони n та бўлган бир йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмасида мумкиндир.

$$\frac{n}{z} = \frac{4 \cdot G_1}{n^2 \cdot d \cdot Re_{\text{тах}} \cdot \mu_1} = \frac{4 \cdot 6,0}{n \cdot 0,016 \cdot 15000 \cdot 0,00054} = 59$$



4.4-расм. Иссиқлик алмашинини қурилмасини ҳисоблаш схемаси

$d = 25 \times 2$ мм ли трубалар учун

$$\frac{n}{z} = \frac{4 \cdot 6.0}{n \cdot 0.021 \cdot 15000 \cdot 0.00054} = 45$$

Суюқликларни турбулент режимда оқишига тегишли иссиқлик ўтказиш коэффициентининг тахминий минимал сон қиймати қуйидагига тенг бўлади: $K_{\text{тах}} = 800$ Вт/(м²·К) (4-3 жадвал).

4-3 жадвал

Иссиқлик ўтказиш коэффициенти K нинг тахминий қийматлари (Вт/м²·К)

Иссиқлик алмашиниш тури	Мажбурий ҳаракат учун	Эркин ҳаракат учун
Газдан газга	10 – 40	4 – 12
Газдан суюқликга	10 – 60	6 – 20
Конденсацияланаётган буғдан газга	10 – 60	6 – 12
Суюқликдан суюқликка:		
сув учун	800 – 1700	140 – 340
углеводород, мойлар учун	120 – 270	30 – 60
Конденсацияланаётган сув буғидан сувга	800 – 3500	300 – 1200
Конденсацияланаётган сув буғидан органик суюқликга	120 – 340	60 – 170
Конденсацияланаётган органик суюқлик буғидан сувга	300 – 800	230 – 460
Конденсацияланаётган сув буғидан қайнаётган сувга	-	300 – 2500

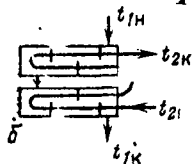
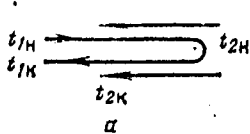
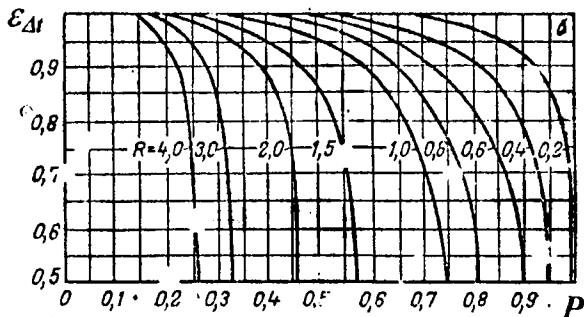
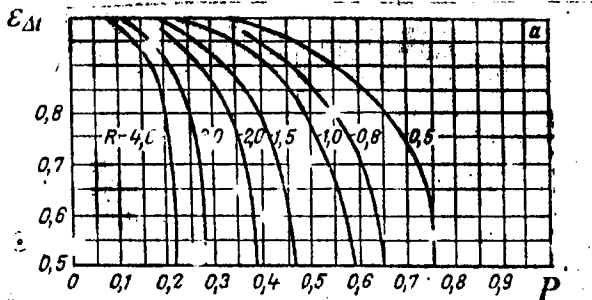
Шунда, иссиқлик алмашиниш юзасининг тахминий сон қиймати қуйидагига тенг бўлади:

$$F = \frac{Q}{\Delta t_{\text{ср}} \cdot K} = 79,5 \text{ м}^2$$

6 жадвалдан кўриниб турибдики, ушбу юзали иссиқлик ал-

машиниш қурилмаси кожухининг диаметри 600-800 мм дйр. Шунга аҳамият бериш керакки, фағ т йўллр сони $z = 4$ ва 6 бўлган кўп йўлли қурилмалардагин: n/z нисбати 50 га яқин.

Маълумки, кўп йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаларида ўртача ҳаракатга келтирувчи куч бир йўлли қурилмаларникидан бирмунча камроқ бўлади. Бунга сабаб, иссиқлик ташувчи агентларнинг ўзаро аралаш йўналишларда ҳаракат ҳосил бўлишидир.



$$P = \frac{t_{2k} - t_{2n}}{t_{1n} - t_{2n}}; \quad R = \frac{t_{1n} - t_{1k}}{t_{2k} - t_{2n}}$$

4.5-расм. Иссиқлик ташувчи агентларнинг ўзаро мураккаб ҳаракатлари учун $\epsilon_{\Delta t}$ тузатмани аниқлаш.

4.5 - расмдан ўртача температуралар фарқи учун тегишли тузатиш қийматини топамиз:

$$P = \frac{t_{2ox} - t_{2бощ}}{t_{1бощ} - t_{2бощ}} = \frac{40 - 20}{102,5 - 20} = 0,24$$

$$R = \frac{t_{1бощ} - t_{2ox}}{t_{2ox} - t_{2бощ}} = \frac{102,5 - 30}{40 - 20} = 3,6$$

$$\varepsilon_{\Delta t} = 0,77 \quad \text{ва} \quad \Delta t_{yp} = 28,6 \cdot 0,77 = 22^\circ \text{C}$$

Олинган тузатиш коэффициентини ҳисобга олсак, тахминий иссиқлик алмашиниш юзаси қуйидагига тенг бўлади:

$$F_{max} = \frac{Q}{\Delta t_{yp} \cdot K} = \frac{1820000}{22 \cdot 80^{\wedge}} = 103,5 \quad \text{м}^2$$

Энди, қуйидаги вариантлар учун аниқловчи ҳисоблаш ўтказиш мақсадга мувофиқ бўлади:

$$\text{Iк } D = 600 \text{ мм, } d_T = 25 \times 2 \text{ мм, } z = 4, \quad \frac{n}{z} = \frac{206}{4} = 51,5;$$

$$\text{IIк } D = 600 \text{ мм, } d_T = 20 \times 2 \text{ мм, } z = 6, \quad \frac{n}{z} = \frac{316}{6} = 52,7;$$

$$\text{IIIк } D = 800 \text{ мм, } d_T = 25 \times 2 \text{ мм, } z = 6, \quad \frac{n}{z} = \frac{384}{6} = 64,0;$$

5) Иссиқлик ўтказиш юзасини аниқловчи ҳисоби:

Вариант Iк

$$Re_1 = \frac{4 \cdot G}{n \cdot d \cdot \left(\frac{n}{z}\right) \cdot \mu_1} = \frac{4 \cdot 6,0}{n \cdot 0,021 \cdot 51,5 \cdot 0,00054} = 13100$$

$$Pr_1 = \frac{c_1 \cdot \mu_1}{\lambda_1} = \frac{4190 \cdot 0,0054}{0,662} = 3,4$$

Труба ичида турбулент режимда оқётган суюқликнинг иссиқлик алмашиниш коэффициенти қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_{дев}} \right)^{0,25}$$

t_1 ва $t_{идев}$ температуралар фарқи кичик бўлгани учун ($\Delta t_{ур} = 28,6^\circ\text{C}$ дан кам) $(Pr/Pr_{дев})^{0,25}$ тузатма ҳисобга олинмаса ҳам бўлади.

Унда,

$$\alpha_1 = \frac{0,662}{0,621} \cdot 0,023 \cdot 13100^{0,8} \cdot 3,4^{0,4} = 2360 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Трубалараро бўшлиқдаги оқимнинг минимал кўндаланг кесим юзаси $S_{траб} = 0,040 \text{ м}^2$ ва унда,

$$Re = \frac{G_2 \cdot d_T}{S \cdot \mu_2} = \frac{21,8 \cdot 0,025}{0,040 \cdot 0,000804} = 16960$$

$$Pr_2 = \frac{c_2 \cdot \mu_2}{\lambda_2} = \frac{4180 \cdot 0,000804}{0,618} = 5,43$$

Девордан сувга иссиқлик гиш пайтидаги иссиқлик алмашиш коэффициенти қуйидагича топилади:

$$Nu = 0,23 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_{дев}} \right)^{0,25}$$

$$\alpha_2 = \frac{0,618}{0,025} \cdot 0,24 \cdot 16960^{0,6} \cdot 3,4^{0,36} = 3785 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Куб қолдиғи органик суюқлик бўлгани учун 4-4 жадвалга биноан трубада ҳосил бўлган ифлосликларнинг термик қаршилиғи $\Gamma_{ифл1} = \Gamma_{ифл2} = 1/5800 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Ундан ташқари, куб қолдиғи коррозия фаоллиғи сабабли, трубалар материалли зангламайдиган пўлатдан танланган. Бу пўлатнинг иссиқлик ўтказиш коэффициенти $\sigma_{пўлат} = 17,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Иссиқлик ташувчи агенти	$\frac{1}{r_{ифт}}$
Суюқ ифлосланган	1400 - 1860
Ўртача сифатли	1860 - 2900
Яхши сифатли	2900 - 5800
Дистилланган	11600
Ҳаво	2800
Нефт маҳсулотлари, мой, сс- витувчи агент буғи	2900
Нефт хом ашёси	1160
Органик суюқлик, суюқ сову- тувчи агентлар	5800
Таркибида мой бор сув буғи	5800
Органик суюқлик буғлари	11600

Девор ва ифлосликларнинг термик қаршиликларининг йиғиндиси қуйидагига тенг:

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,002}{17,5} + \frac{1}{5800} + \frac{1}{5800} = 0,0004588 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

Иссиқлик ўтказиш коэффициенти эса,

$$K = \frac{1}{\frac{1}{2360} + \frac{1}{3785} + 0,0004588} = 874 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

Зарур иссиқлик алмашилиш юзаси эса,

$$F = \frac{1820000}{22,0 \cdot 874} = 94,6 \text{ м}^2$$

64-жадвалдан, келтирилган масала учун $F = 94,6 \text{ м}^2$ бўлгани учун трубаларнинг узунлиги $L = 6,0 \text{ м}$ ва номинал юзаси $F_{\text{ин}} = 97 \text{ м}^2$ ли иссиқлик алмашиниш қурилмаси тўғри келади.

Демак, юза бўйича захира

$$\Delta = \frac{97 - 94,6}{94,6} \cdot 100 = 2,54\%$$

ни ташкил этади.

Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг массаси $M = 3130 \text{ кг}$ (65 - жадвал).

6) Қурилманинг конструктив ўлчамларини аниқлаш.

Бўлиниги учун керакли бошланғич маълумотлар — иссиқлик алмашиниш юзаси F ва трубанинг узунлиги L .

Т пиниш кирак: трубалар сони - n , уларнинг жойлашishi, қурилма корпусининг диаметри - D , труба ва трубалараро бўшлиқдаги йуллар сонларини, ҳамда штуцерларнинг геометрик ўлчамларини.

Трубалар сони ушбу тенглама орқали топилади:

$$n = \frac{F}{\pi \cdot d_{\text{тр}} \cdot l}$$

бу ерда $d_{\text{тр}}$ - трубанинг ҳисобий диаметри, агарда α_1 ва α_2 бир-бирига яқинроқ сон қиймаларга эга бўлса,

$$d_{\text{тр}} = \frac{d_{\text{max}} + d_{\text{min}}}{2}$$

агарча $\alpha_1 \gg \alpha_2$ ёки $\alpha_1 < \alpha_2$ бўлса, унда $d_{\text{тр}}$ сон қиймати суяқлик билан ювилаётган трубаининг α си томондаги диаметрига $d_{\text{тр}}$ тенг бўлади.

Одатда, трубалар труба тўрлашига тўғри олтибурчак қирралари, квадрат томонлари, ҳамда концентрик айланалар бўйлаб жойлаштирилади.

Тўғри олтибурчак қирралари бўйлаб жойлаштирилганда

$$n = 3 \cdot a \cdot (a + 1) + 1$$

бу ерда a - айлана марказидан бошлаб ҳисобланганда, олтибурчакнинг тартиб рақами.

Энг катта олтибурчак диагоналидаги трубалар сонини b ни ушбу формуладан топиш мумкин.

$$b = 2 \cdot a + 1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{n-1}{3} + 0,25}$$

Труба қаторларининг сони m эса,

$$m = \sqrt{\frac{n-1}{3} + 0,25} \approx \sqrt{\frac{n}{3}}$$

Труба ўқлари орасидаги масофа ёки қадами t трубанинг ташқи диаметрига боғлиқ ва ушбу тенгликдан аниқлаш мумкин:

$$t = (1,2 + 1,4) \cdot d_{\text{таш}}$$

Лекин, ҳар қандай шароитда ҳам

$$t = d_{\text{таш}} + 6 \text{ мм}$$

дан кам бўлмаслиги керак. Шуни назарда тутиш керакки, b ва a параметрлар бутун сон бўлиши шарт.

Қурилма корпусининг ички диаметри қуйидаги формула билан аниқланади:

бир йўлли бўлганда

$$D_{\text{ич}} = t \cdot (b-1) + 4 \cdot d_{\text{таш}}$$

ёки

$$D_{\text{ич}} = 1,1 \cdot t \cdot \sqrt{n}$$

кўп йўлли бўлганда эса,

$$D_{\text{ув}} = 1,1 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{n}{\eta}}$$

бу ерда $\eta = 0,6-0,8$ - труба түрини трубалар билан тўлдирилиш коэффициенти ва u ҳисоблаш бўли топилади. $D_{\text{ув}}$ нинг сон қиймати стандарт ёки нормаллардаги бутун сон қийматларигача яхлитланади.

Труба түрлари орасидаги масофа, яъни трубаларнинг ишчи узунлиги l_1 қуйидаги ҳисоблаш формуласидан топиш мумкин:

$$l_1 = \frac{F}{\pi \cdot d_{\text{ур}} \cdot n \cdot z}$$

бу ерда z — йўллар сони; n - бир йўлдаги трубалар сони.

Иссиқлик алмашилиш қурилмасининг ишчи узунликлар қуйидагиларга тенг қилиб олиш тавсия этилади:

$$l_1 = 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 6000; 9000$$

Кўп йўлли иссиқлик алмашилиш қурилмаси йўллар сони ҳар доим жуфт бўлиши тавсия қилинади. Агарда, кўп йўлли қурилма трубалари узунликлари рухсат этилганидан ортиқ бўлса, йўллар сони 7 ўзгартрилиши мумкин.

Кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмасининг умумий баландлиги труба узунлиги l_1 ва 2 та тақсимловчи камералар баландликлари h ларнинг йиғиндисига тенг, яъни:

$$H = l_1 + 2 \cdot h$$

бу ерда $h = 200-400$ мм.

Бошқа турдаги иссиқлик алмашилиш қурилмалари учун конструктив ҳисоблашлар қўшимча адабиётларда келтирилган [5,16,31].

Шгуцерларнинг шартли диаметри кожух диаметри ва йўллар сонига боғлиқ бўли 5, 66 - жадвалдан танланади.

Сегментли түсиқлар сони иссиқлик алмашилиш қурилмасининг узунлиги ва диаметрига боғлиқ. Нормалдан

кесиллик алмашиши қурилмаси лнинг сегментлар сони 67 - жадвалда берилган.

7) Гидравлик қаршиликни ҳисоблаш.

Трубада босимнинг йуқотилиши ушбу формула ёрдамида ишқаланиди:

$$\Delta p = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \zeta_{\text{лок}} \right) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}$$

бу ерда суюқликнинг ҳаракат йўли $L \cdot z$ бўлади.

Труба ичида оқётган суюқлик тезлиги қуйидаги формулада ҳисобланади:

$$w_{\text{ур}} = \frac{4 \cdot G_{\text{мп}} \cdot z}{\pi \cdot d^2 \cdot n \cdot \rho_{\text{мп}}}$$

Ишқаланиш коэффиценти λ оқимнинг ҳаракат режими ва шир-будурлигига боғлиқдир.

Ламинар режимда

$$\lambda = \frac{A}{\text{Re}}$$

бу ерда A - коэффиценти, труба қувурининг кўндаланг кесилсининг шаклига боғлиқ.

Қуйида баъзи бир кўндаланг кесиллар учун коэффицент A ва эквивалент диаметр d_e ларнинг қийматлари келтирилган.

Суюқлик турбулент режимда оқиш пайтида учта зона мавжуд бўлиб, улар учун турли формулалар қўлланилади.

Текис ишқаланиш зонаси учун ($2320 < \text{Re} < 10 \frac{1}{e}$)

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\text{Re}}}$$

Кундаланг кесим шекли	A	d_3
D диаметрли ай- лана	64	d
A томонли квад- рат	57	a
A энли халқа	96	2a
Баландлиги a, эни b бўлган тўғри тўртбурчак		
$B \gg a$	96	2a
$B/a = 10$	85	1,81a
$B/a = 4$	73	1,6a
$B/a = 2$	52	1,3a

бу ерда $e = \Delta/d_3$ - трубаaning нисбий ғадир-будурлиги; Δ - трубаaning абсолют ғадир-будурлиги (ҳисоблар учун $\Delta = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м деб қабул қилинса бўлади).

Грубаларнинг ғадир-будурлиги Δ ning тахминий сон қийматлари 4-6 жадвалда келтирилган.

4-6 жадвал

Трубалар	Δ , мм
Янги, пўлат	0,06 - 0,1
Озгина коррозияга учраган пўлат труба	0,1 - 0,2
Ифлосланган, эски труба	0,5 - 2
Янги чўян, керамик трубалар	0,35 - 1
Ишлатилган, чўян труба	1,4
Текис алюминий трубалар	0,015 - 0,06
Латунь, мис, кўрғошин ва шиша трубалар	0,0015 - 0,01
Тўйинган буғ учун	0,2
Буғ учун, узлукли ишлайди- ган трубалар	0,5
Конденсация учун узлукли ишлайдиган трубалар	1,0

Аралаш ишқаланиш соҳаси учун $(10 \frac{1}{e} < Re < 560 \frac{1}{e})$

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$$

Re га нисбатан автомодел зона учун $(Re > 560 \frac{1}{e})$

$$\lambda = 0,11 \cdot e^{0,25}$$

Агарда, $Re_{тр} > 2300$ бўлса, ишқаланиш коэффициенти ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\lambda = 0,25 \cdot \left\{ \lg \left[\frac{e}{0,37} + \left(\frac{6,81}{Re_{тр}} \right)^{0,9} \right] \right\}^{-2}$$

Труба ичида суюқлик оқиши пайтидаги маҳаллий қаршиликлар:

$\zeta_{тр} = 1,5$ - камерага кириш ва чиқиш;

$\zeta_{тр} = 2,5$ - йўллар орасидаги бурилиш;

$\zeta_{тр} = 1,0$ - трубага кириш ва ундан чиқиш.

Тақсимловчи камерага кириш ва ундан чиқиш пайтидаги маҳаллий қаршиликлар шгуцерлардаги тезлик орқали ҳисобланади.

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршилик қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta p_{тр} = \sum \zeta_{тр} \left(\frac{\rho \cdot w_{тр}^2}{2} \right)$$

Трубалараро бўшлиқдаги суюқлик тезлигини қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$w_{\text{траб}} = \frac{G_{\text{траб}}}{S_{\text{траб}}}$$

Трубалараро бўшлиқта суюқлик оқиши пайтидаги маҳаллий қаршиликлар:

$\zeta_{\text{траб1}} = 1,5$ - суюқликнинг кириши ва чиқиши;

$\zeta_{\text{траб2}} = 1,5$ - сегмент тўсиқ орқали бурилиш;

$\zeta_{\text{траб}} = \frac{3 \cdot m}{\text{Re}_{\text{траб}}^{0,2}}$ - трубалар пакетининг қаршилиги.

бу ерда m - труба қаторларининг сони.

$$\text{Re}_{\text{траб}} = \frac{G_{\text{траб}} \cdot d_m}{S_{\text{траб}} \cdot \mu}$$

Шундай қилиб, трубалар ичидаги гидравлик қаршиликни ҳисоблаш қуйидаги формула ёрдамида олиб борилади:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{тр}} &= \lambda \cdot \frac{L \cdot z}{d} \cdot \frac{w_{\text{мп}}^2 \cdot \rho_{\text{мп}}}{2} + [2,5 \cdot (z-1) + 2 \cdot z] \cdot \frac{w_{\text{мп}}^2 \cdot \rho_{\text{мп}}}{2} \\ &+ 3 \cdot \frac{w_{\text{мп}}^2 \cdot \rho_{\text{мп}}}{2} = 0,422 \cdot \frac{0,4}{0,021} \cdot \frac{986 \cdot 0,338^2}{2} + [2,5 \cdot (4-1) + 2 \cdot 4] \cdot \\ &\cdot \frac{986 \cdot 0,338^2}{2} + 3 \cdot \frac{986 \cdot 0,338^2}{2} = 2720 + 873 + 175 = 3768 \text{ Па} \end{aligned}$$

Труба қаторларининг сони ушбуга тенг:

$$m = \sqrt{\frac{276}{3}} = 8,27$$

яхлитлангандан сўнг $m = 9$.

Сегмент тўсиқлар сони $x = 18$ (67-жадвал).

Кожухдаги штуцерлар диаметри $d_{\text{трубш}} = 0,2$ м бўлса, ундаги сувнинг тезлиги эса,

$$w_{\text{трубш}} = \frac{21,8}{n \cdot 0,2^{0,2} \cdot 996} = 0,696 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

га тенг бўлади.

Трубалараро бўшлиқда қуйидаги маҳаллий қаршиликлар бор: штуцерлар орқали кириш ва чиқиш, сегментлар орқали ўтиш пайтида 18 та ($x - 1$) ва трубалар пакетини сузиб ўтиш вақтида 19 ($x + 1$) та бурилгиш.

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршиликлар эса, ушбу тенгламадан топилади:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{труб}} &= \frac{3 \cdot m \cdot (x + 1)}{Re_{\text{труб}}^2} \cdot \frac{\rho_{\text{труб}} \cdot w_{\text{труб}}^2}{2} + x \cdot 1,5 \cdot \frac{\rho_{\text{труб}} \cdot w_{\text{труб}}^2}{2} + \\ &+ \frac{\rho_{\text{труб}} \cdot w_{\text{трубш}}^2}{2} = \frac{3 \cdot 9 \cdot (18 + 1)}{(16960)^{0,2}} \cdot \frac{996 \cdot 0,546^2}{2} + 18 \cdot 1,5 \cdot \frac{996 \cdot 0,546^2}{2} + \\ &+ 3 \cdot \frac{996 \cdot 0,546^2}{2} = 9720 + 4010 + 725 = 11455 \text{ Па} \end{aligned}$$

бу ерда x - сегмент тўсиқлар сони.

Гидравлик қаршиликларни енгиш учун сарф бўлаётган қувват миқдор: қуйидаги формуладан аниқланади:

$$N = \frac{V \cdot \Delta p}{1000 \cdot \eta}$$

бу ерда V - насос қлик ташувчи агент сарфи, $\text{м}^3/\text{с}$; Δp - напорнинг тўлиқ йўқотилиши, Па; η - насоснинг ф.и.к.

8) Иссиқлик алмашириш қурилмаларини механик ҳисоблаш.

Бу ҳисоблаш, қурилманинг детал, қисм ва бўлақларини мустақамликка текширишдан иборатдир.

9) Цилиндрик обечайкани ҳисоблаш.

Ички босим остида ишлайдиган қурилмалар обечайкасининг

мустаҳкамлиги ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$S = \frac{P_{\text{ҳис}} \cdot D_{\text{ич}}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{\text{рз}}] - P_{\text{ҳис}}} + C + C_1$$

бу ерда s - обечайка деворининг қалинлиги м; $P_{\text{ҳис}}$ - ҳисобланадиган босим, МПа; $D_{\text{ич}}$ - қурилманинг ички диаметри м; φ - пайвандлаш чокининг мустаҳкамлиги; C - коррозияга ҳисобга олган қўшимча қалинлик, м; C_1 - технологик, монтажларни ҳисобга олувчи яхлитланган қўшимча қалинлик, м.

$\sigma_{\text{рз}}$ - материалнинг руҳсат этилган кучланиши. Баъзи материаллар учун 4.6 - расмда $\sigma_{\text{рз}}$ - сон қийматлари келтирилган.

$\varphi = 1,0$ - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш беради;

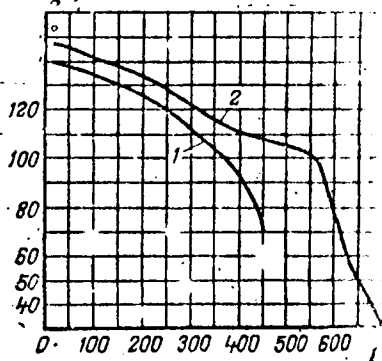
$\varphi = 0,95$ - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама қўлда пайвандлаш беради;

$\varphi = 0,9$ - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни бир томонлама пайвандлаш беради;

$\varphi = 0,8$ - бундай мустаҳкамликни устма-уст ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш беради;

$\sigma_{\text{рз}}, \text{МН/м}^2$

Ҳисобланган қалинликка берилдиган қўшимча қалинликнинг миқдори коррозия тезлиги ва қурилманинг ишлатиш давомийлигига боғлиқдир. Масалан: 10 йил мобайнида ишлатиладиган қурилмада коррозия тезлиги 0,1 мм/йил бўлса, $C = 1$ мм га тенг бўлади.



4.6-расм. Ст 3 (1) ва X18F10T (2) пўлатлар учун $\sigma_{\text{рз}}$

Агрессив муҳитнинг коррозия таъсири туфайли бериладиган материалга қўшимча қалинлик ушбу формула билан аниқланади:

$$C = \Pi \cdot \tau_a$$

Π - коррозия тезлиги, мм/йил; τ_a - амортизация муддати, йил.

Мустақамланмаган тешик ва пайвандлаш доклари туфайли обечайка мустақамлигининг камайишини φ коэффициенти ҳисобга олади.

Тешик сабабли обечайкани мустақамлигининг камайишини эса, ушбу формуладан топиш мумкин:

$$\varphi_0 = \frac{D_{уч} - d_2}{D_{уч}}$$

Рухсат этилган босим қуйида келтирилган формуладан аниқланади:

$$P_m = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p2}] \cdot (S - C)}{D + S - C}$$

Юқорида берилган S ва σ_{p2} формулалар ушбу шарт бажарилганидагина қўлланилади:

$$\frac{S - C}{D} \leq 0,1$$

10) Қопқоқларни ҳисоблаш.

Эллиптик шаклдаги қопқоқ деворининг қалинлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$s_1 = \frac{P_{хис} \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p2}] - 0,5 \cdot p_{хис}} + C + C_1$$

Ушбу ерда $R = D^2/4H$. Стандарт қопқоқлар учун $H = 0,25 \cdot D$ бўлганда $R = D_{ич}$.

Рухсат этилган босим эса,

$$P_{p3} = \frac{2 \cdot (s_1 - C) \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p3}]}{R + 0,5 \cdot (s_1 - C)}$$

Юқорида берилган s_1 ва P_{p3} формулалар ушбу шарт bajarилгандагина қўлланилади:

$$\frac{s_1 - C}{\mu} \leq 0,1 \quad \text{ва} \quad H \geq 0,2 \cdot D_{\mu}$$

Конусли қопқоқнинг $l_{\text{кон}}$

$$l_{\text{кон}} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{D_{\mu} \cdot (s_1 - C)}{\cos \alpha}}$$

масофадаги қалинлиги s_1 мана шу тенгламадан топиш мумкин:

$$s_1 = \frac{P_{\text{хис}}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p3}] - P_{\text{хис}}} \cdot \frac{D_{\mu}}{\cos \alpha} + C + C_1$$

Цилиндрик қисмнинг l_{μ}

$$l_{\mu} = 0,5 \cdot \sqrt{D_{\mu} \cdot (s_1 - C)}$$

масофадаги қалинлиги s_1 эса ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \frac{P_{\text{хис}} \cdot D_{\mu} \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p3}]} + C + C_1$$

Юқорида келтирилган, конус ва цилиндрик қисмларининг қалинликларини тегишли формулаларда ҳисоблаб чиқилган s_1 ларнинг энг каттаси қабул қилинади, лекин s_1 обечайқоннинг қалинлиги s дан кам бўлиши мумкин эмас, яъни ($s_1 > s$).

Думалоқ, текис қопқоқлар қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \left(\frac{K}{K_o} \right) \cdot D_{uv} \cdot \sqrt{\frac{P_{хис}}{\sigma_{рз}}} + C + C_1$$

бу ерда K - қопқоқ конструкциясига боғлиқ ва у жадвалдан ашланади [34].

11) Энергетик сарфларни ҳисоблаш.

а) Қурилма ва усқуналарга хизмат қилаётган электродвигател-лар бир соатлик қуввати қуйидагига тенг:

$$N_{соат} = N_1 + N_2 + \dots + N_n, \quad [\text{кВт}]$$

Бир суткасига эса,

$$N_{сут} = N \cdot \tau$$

б) Қурилма ва усқуналарга ишлатилаётган буғ сарфи:

$$D_{соат} = D_1 + D_2 + \dots + D_n, \quad [\text{кг/соат}]$$

Бир суткасига эса,

$$D_{сут} = D \cdot \tau$$

в) Қурилма ва усқуналардаги суғ сарфи:

$$W_{соат} = W_1 + W_2 + \dots + W_n, \quad [\text{кг/сс т, м}^3]$$

Бир суткасига эса,

$$W_{сут} = W \cdot \tau$$

12) Фланецли бирикмаларни ҳисоблаш.

Ушбу ҳисоблашда болтлар (ёки шпилькалар) диаметри, уларнинг сонини ва фланец элементларининг ўлчамларини аниқлашдан иборатдир.

Ишчи шароитда болтларга таъсир этаётган чўзувчи кучларнинг миқдори қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$P_6 = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \cdot p + P_n$$

D_n - қистирманинг ўртача диаметри, м; P_n - зичлаштириш юзасига тушаётган куч, МН; p - ишчи босим, МПа.

Тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимли қистирманинг зичлаш учун зарур сиқилиш кучи ушбу тенгламадан топилади:

$$P_n = \pi \cdot D_n \cdot b \cdot k \cdot p$$

b - қистирманинг эффектив эни, м; k - қистирманинг материал ва шаклига боғлиқ коэффициент (текис резина учун $k=1,0$; фторопласт, паронит, чарм учун $k=2,5$).

Фланецдаги болт учун тешиклар айланасининг диаметрини куйидаги формула билан таъинлаш мумкин:

$$D_6 = (1,1 + 1,2) \cdot D_{\text{ичф}}^{0,933}$$

$D_{\text{ичф}}$ - фланецнинг ички диаметри, одатда у қурилманинг ташқи диаметрига тенг бўлади.

Болтларнинг диаметри ушбу

$$d_6 = \frac{D_6 - D_7}{2} - 0,006$$

формуладан топилади ва кам сон қиймат томонига яхлитланади. Бу ерда D_7 - фланец пайвандлаш чокининг диаметри, м.

Болтлар сони ушбу формуладан аниқланади:

$$z = \frac{P_6}{p \cdot F_6}$$

бу ерда F_6 - болт резьбасининг ички диаметри бўйича аниқланган кўндаланг кесим кўлиси, м²; σ_{p6} - болтлар чузилишига рухсат этилган кучланиш.

Ҳисоблаб топилган болтлар сони яқинидаги бутун сонгача яхлитланади. Бу сон 4 карра бўлиши керак.

Фланец ташқи диаметри эса, ушбу тинглама орқали ҳисобланади:

$$D_{\phi} = D_{\delta} + (1,8 \div 2,5) \cdot d_{\delta}$$

Текис фланецнинг баландлигини топиш учун дастлаб қуйидаги қийматлар аниқланади:

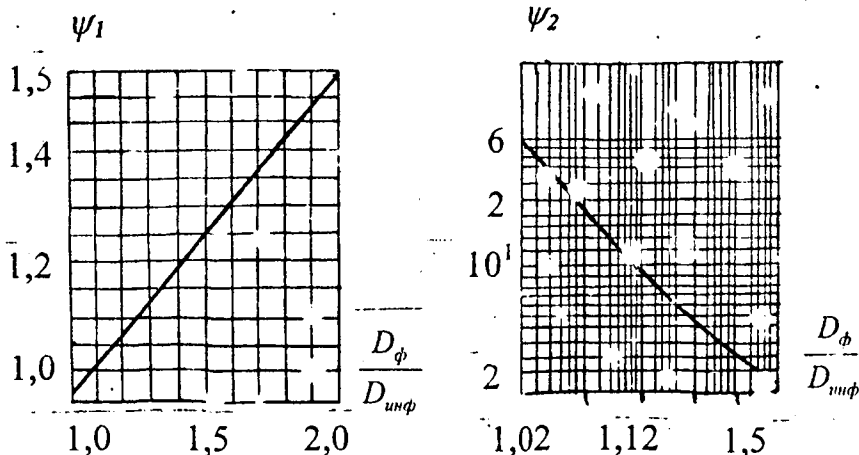
ишчи шароитда фланецга тушаётган юклама

$$P = \frac{D_{\phi}}{D_{\phi} - D_{инф}} \left[P_{\delta} \frac{D_{инф}}{D_{\delta}} \cdot \left(\frac{D_{\delta}}{D_n} - 1 \right) + \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \cdot p \cdot \left(1 - \frac{D_{\delta}}{D_n} \right) \right], [MH]$$

$$\Phi = \left(\frac{P}{\sigma_T} \right) \cdot \psi_1, [M^2]$$

$$A = 2 \cdot \psi_2 \cdot \delta^2, [M^3]$$

σ_T - ишчи температурада фланец материалнинг оқ эчанлик чегараси, MH/M^2 ; δ - фланец билан бирлаштирилган обечайканинг қалинлиги, м; ψ_1, ψ_2 - коэффициентлар, 4.7 - расмдан топилади.



4.7-расм. ψ_1 ва ψ_2 коэффициентларини аниқлаш учун графикалар.

4-1. Кўндаланг кесими квадрат, томони $a=10$ мм, узунлиги $l=1600$ мм бўлган квадрат кўндаланг кесимдан $w = 4$ м/с тезликда сув оқаяпти. Канал юзасининг температураси 90°C , сувнинг ўртача температураси 40°C бўлганда девор юзасидан сувга иссиқлик бериш коэффициентини α аниқлансин.

4-2. "Труба ичидаги труба" иссиқлик алмашилиш қурилмасининг трубалараро бўшлиғида ўртача теги температура 40°C ва $w = 3$ м/с тезликда сув ўтмоқда. Агарда ички трубанинг ташқи юзаси 70°C бўлса, иссиқлик алмашилиш қурилмасининг иссиқлик бериш коэффициентини ва иссиқлик қуввати топилинсин. Ички трубанинг диаметри $d = 26 \times 3$ мм, узунлиги $l = 1,4$ м.

4-3. Симоб $w = 2,5$ м/с тезликда диаметри $d = 14$ мм ва узунлиги $l = 900$ мм бўлган трубадан оқиб ўтмоқда. Симобнинг ўртача температураси $t_{\text{ур}} = 250^{\circ}\text{C}$. деворнинг ўртача температураси $t_{\text{с}} = 220^{\circ}\text{C}$ бўлганда, симобнинг деворга иссиқлик бериш коэффициентини, иссиқлик ўтказиш коэффициентини, иссиқлик оқимининг зичлигини ва вақт бирлиги ичида узатилаётган иссиқлик миқдори топилинсин.

4.4. Агарда деворнинг усти $0,5$ мм қалинликда эмал билан қопланган бўлса, диаметри $38 \times 2,5$ мм ли пўлат змеєвик деворининг термик қаршилиги неча баробар ортади. Девор текис деб ҳисоблансин. Эмалнинг иссиқлик ўтказувчанлиги $1,05$ Вт/(м·К) га тенг.

4.5. Узунлиги 40 м диаметри $51 \times 2,5$ мм ли буғ узатувчи труба 30 мм ли қалинликда ташқи муҳитдан қоплама билан ажратилган (изоляция), қопламанинг ташқи томонидаги температураси $t = 45^{\circ}\text{C}$, ички томонида эса, $t = 175^{\circ}\text{C}$. Буғ ўтказувчи (узатувчи) трубанинг 1 соатда атрофга йўқотилган иссиқлик миқдори аниқлансин. Қопламанинг иссиқлик ўтказувчанлиги $0,116$ Вт/(м·К) га тенг қабул қилинсин.

4.6. Диаметр 60×3 мм ли пўлат труба қалинлиги 30 мм ли пўлак ва унинг устидан 40 мм ли қалинликда совелит (85% магний + 15% асбест)ли қатлам билан қопланган. Труба деворининг температураси 110°C , қоплам ташқи деворининг температураси 10°C . Трубанинг 1 м узунлигида 1 соат мобайнида йўқотилаётган иссиқлик миқдорини аниқланг.

4.7. Қурилма фиштли қоплама билан қопланган бўлиб, улар-

нинг туташган жойидаги қоплама юзасидаги температураси аниқлансин. Қоплама ташқи юзасининг температураси 35°C . Ғишт қоплама қалинлиги 260 мм. Қопламанинг ташқи юзасидан 50 мм чуқурликда ўрнатилган термометр 70°C ни кўрсатмоқда.

4.8. Буғлантирувчи қурилмадан чиқаётган қуюқлаштирилган (конденсирланган) эритма температураси 106°C бўлиб, у суюлтирилган совуқ эритмани 50°C гача иситиш учун фойдаланилмоқда. Совуғтувчи агентнинг (бошланғич) дастлабки температураси 20°C . Қуюқлаштирилган эритма 60°C гача совутилмоқда. Оқим йўналишлари тўғри ва қарама-қарши бўлган ҳолатлар учун ўртача температуралар фарқини аниқланг.

4.9. Юзаси 6 м^2 бўлган қарама-қарши йўналишли иссиқлик алмашилиш қурилмада 1930 кг/соат сарф билан ўтаётган бутил спиртини 90°C дан 50°C гача совитиш керак. Иссиқ мухит температураси 18°C бўлган сув билан совутилмоқда. Иссиқлик алмашилиш қурилмасидаги иссиқлик ўтказиш коэффициентининг қиймати $230\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$; Δt ўртача арифметик ҳолда ҳисоблансин. Иссиқлик алмашилиш қурилмаси орқали 1 соатда неча метр куб сув оқиб ўтгани керак?

4.10. Узунлиги 1,2 м диаметри 18x2 мм ли 19 та латун трубадан тайёрланган кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилма асбоб-ускуна (жиҳоз)лар омборида сақланмоқда. Сувнинг бошланғич температураси 15°C ва охиригиси 35°C бўлса, иссиқлик ўтказиш коэффициенти $700\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ га тенг бўлганда, соатига 350 кг тўйинган этил спирти бўғини конденсациялаш (суюқликка айлантириш) учун қурилманинг юзаси етарли бўладими? Суюлтирилган спирт қурилмадан конденсацияланиш температурасида чиқазиб олинмоқда, жараён эса атмосфера босими остида олиб борилмоқда.

4.11. Спиралсимон иссиқлик алмашилиш қурилмаси бўйича қуйидаги маълумотлар аниқ бўлса иссиқлик ўтказиш коэффициенти топилсин: иссиқлик алмашилиш юзаси 48 м^2 ; соатига 85,5 тонна сув 77°C дан 95°C гача иситилмоқда. Иситиш жараёни тўйинган буғ ёрдамида олиб борилмоқда ва унинг босими $P = 23\text{ кПа}$.

4.12. Соатига 3700 кг сарф билан ўтиш вақтида метил спирти 10°C дан 50°C гача иситилмоқда. Иссиқлик алмашилиш қурилмаси диаметри 16x2 мм ли 19 та трубалардан иборат ва унинг трубалари ичидан суюқлик ҳаракати қилмоқда. Агарда девор температураси 60°C деб қабул қилинса, иссиқлик бериш коэфф.

қисинини аниқланг.

4.13. Қожух-трубалі қурилманинг 46x3 мм диаметри трубаларидан 3,7 м/с тезликда сув ўтиб иситилмоқда. Агарда сувга тегиб турган деворнинг ўртача температураси 90°C, сувнинг ўртача температура 46°C бўлса, иссиқлик бериш коэффициентини аниқланг.

4.14. Олтингургурт (II)-улародининг сарфи 0,85 м³/соат бўлиб, атмосфера босими остида қайнаш температурасида 22°C гача совутилганда қарама-қарши йўналишли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг юзасини аниқланг. Совутувчи сув 14 дан 25°C гача иситилмоқда; $\alpha_1=270$ Вт/(м²·К); $\alpha_2=720$ Вт/(м²·К). Труба деворининг қалинлиги 3 мм. Деворнинг ифлосланиши, зангланиши ва чўкма қопламаси қалинлигини ҳисобга олган ҳолда $\Gamma_{\text{иф}}=0,00069$ (м²·К/Вт) қабул қилиб, сувнинг сарфини ҳам топинг.

4.15. "Труба ичидаги труба" иссиқлик алмашиниш қурилмаси 10 секциядан ташкил топган. Ҳар бир секция узунлиги 5 м, ички трубалар диаметри $d = 38 \times 2$ мм. Қурилмада 40°C пахта ёғи 10°C гача сув ёрдамида совутилмоқда. Бунда сувнинг температураси 5°C дан 25°C гача исияпти. Пахта ёғидан труба деворига иссиқлик бериш коэффициенти $\alpha_1=1400$ Вт/(м²·К), труба деворидан сувга эса, $\alpha_2=800$ Вт/(м²·К). Пахта ёғи оқётган ифлосланган деворнинг термик қаршилиги $R_1=2 \cdot 10^{-4}$ м²·К/Вт бўлса, сув оқаётган трубаники эса $R_2=4 \cdot 10^{-4}$ м²·К/Вт. Трубалар материали зангламайдиган 1x18H10Т пўлатдан ясалган. Сувнинг массавий сарфи аниқлансин.

4.16. "Труба ичидаги труба" иссиқлик алмашиниш қурилмасида иссиқлик ташувчи муҳитлар қарама-қарши ҳаракат қилиб, совуткич селфатида ишлатилмоқда. Қурилма 6 та секциядан иборат бўлиб, ҳар бир секция узунлиги 5 м ва 45x2,5 трубалардан ясалган. Агар, артезиан суви 4°C да қурилмага кириб, 70°C гача иситилса, қанча миқдорда "Лаззат" пивосини 90°C дан 10°C гача совитиш мумкин.

Иссиқлик ўтказиш коэффициенти 400 Вт/(м²·К) деб қабул қилинсин.

4.17. Ректификацион колонна конденсаторида 80% ли (масс) сув-спирт буги конденсацияланмоқда. Конденсаторга юборилаётган сувуқ сув 10°C дан 60°C гача иситилмоқда. Конденсатор диаметри 35x1,5 мм, узунлиги 1,3 м бўлган 121 та трубадан ташкил топган. Қурилманинг иссиқлик ўтказиш коэффициенти 400 Вт/(м²·К). Конденсациялаётган буг сарфи топилинсин.

4.18. Қожух-трубалі иссиқлик алмашиниш қурилмаси диамет-

ри 25x2 мм ли 13 та трубадан иборат. Кожухнинг ички диа метри 273 мм. Қурилмадан 10000 кг/соат сарф билан оқаетган сув 10°C дан 60°C гача исимоқда. Агарда сув труба ичида ва трубалараро бўшлиқдан ўтаётган пайтда труба девори юзасидан сувга бўлган иссиқлик бериш коэффициентини аниқлансин.

4.19. Иссиқлик ишлов берилган 360° л/соат қувватланган вино температураси 57°C дан 25°C гача совутилиши керак. Совутувчи агент-сувнинг бошланғич температураси 8°C, охиригиси эса - 20°C. Совутгичдаги иссиқлик ўтказиш коэффициенти 810 Вт/(м²·К) деб қабул қилинса бўлади. Иссиқлик ташувчи агентларнинг йуналиши қарама-қарши бўлган ҳол учун иссиқлик алмаштиниш юзаси ва сувнинг сарфи аниқлансин.

4.20. Винога ишлов бериш қуйидаги жараёнлардан иборат: иссиқ сув ёрдамида пастеризация қилиш, "етилтигич", рекуперация секцияларида совитиш ва сув ёрдамида зарур температурагача совутилмоқда. Пластинали совитиш қурилмасининг, 2150 л/соат миқдордаги нордон винога ишлов бериш учун қурилманинг яроқлигини аниқланг.

Ҳисоблаш учун маълумотлар: винонинг бошланғич температураси 15°C, охириги температураси - 20°C, пастеризация температураси - 70°C, иссиқ сувнинг бошланғич температураси - 87°C, совуқ сувники эса - 10°C. Иссиқликни регенерация қилиш коэффициенти - 0.8. Пластиналарнинг ишчи юзаси: рекуперация секциясида - 5,4 м², пастеризация секциясида - 2,2 м², ва совитиш секциясида - 2,2 м².

Иссиқ ва совуқ сув миқдорини, виноникига қараганда 3 марта кўп деб қабул қилинсин. Иссиқлик ўтказиш коэффициентлари:

- рекуперация секциясида - $K = 1700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
- пастеризация секциясида - $K = 265 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
- совитиш секциясида - $K = 1400 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

4.21. Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг труба диаметри 25x2 мм, этил спиртининг массавий сарфи 168 кг/с, ўртача температураси 37°C. Қурилманинг трубалараро бўшлиғида спирт ламинар режимида оқиб ўтётган бўлса, иссиқлик бериш коэффициентининг қиймати аниқлансин.

4.22. Температураси 60°C бўлган вино ёрдамида мева-резавор виноси иссиқ сув ёрдамида 15°C дан 50°C гача иситилмоқда. Вино сарфи 5 м³/соат, иссиқлик ўтказиш коэффициенти 400 Вт/(м²·К). Иситувчи агентларнинг ҳаракат йуналиши бир хил ва қарама-қарши бўлган ҳолда учун иссиқлик алмашиниш қурилмасининг

юзаси ҳисоблаб топилсин.

4.23. Диаметри 38x3 мм ли 6 та трубадан 8000 кг/соат сарф бўлган иссиқлик алмашилиш қурилмасида узум шарбати иситилмоқда. Узум шарбатининг зичлиги 1075 кг/м³. Юқорида кўрсатилган иш унумдорлигини ушлаб тувиш учун шарбатнинг тезлиги қанча бўлиши зарур.

4.24. "Труба ичидаги труба" типидagi қарам-қарши йўналишли иссиқлик алмашилиш қурилмасининг узунлиги 5 м ли 6 та секциядан иборат бўлиб, диаметри 45x2,5 мм ли трубалардан ясалган. Совитувчи агент - артезиан суви қурилмага киришда 4°C ва чиқишда 20°C температурали бўлса, қанча миқдорда 70°C ли "Олмалиқ" пивосини 10°C гача совитиш мумкин. Иссиқлик ўтказиш коэффициентини $K=460 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ деС қабул қилинсин.

4.25. "Труба ичидаги труба" типидagi иссиқлик алмашилиш қурилмаси 10 та секциядан иборат. Ҳар секциянинг узунлиги 5 м, ички труба диаметри 38x3 мм. Қурилмада 40°C дан 10°C гача пиво совитилмоқда. Совитувчи агент сувнинг температураси 5°C дан 25°C гача кўтарилмоқда. Пиводан иситувчи юзага бўлган иссиқлик бериш коэффициенти 2000 Вт/(м²·К), иситиш юзасидан сувга эса - 800 Вт/(м²·К). Труба ичиге термик қаршилиги: пиво оқиб ўтаётган томонда $r_6=2\cdot 10^{-4} \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, сув ҳаракат қилаётган томонда - $r_6=4\cdot 10^{-4} \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$. Трубалар занглармадиган Х18Н10Т пўлатдан ясалган. Юқоридаги шарт-шароитлар учун сувнинг сарфи ҳисоблаб топилсин.

4.26. Вертикал кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаси диаметри 25x2 мм, узунлиги 1,2 м ли мис трубалардан ясалган. Трубалараро бўшлиқда 300 м³/соат миқдорда 80% ли (ҳажмий) сув-спирт буғлари конденсацияланмоқда. Труба ичидан 0,4 м/с тезликда сув оқиб ўтмоқда. Сувнинг бошланғич температураси 10°C, охиригиси - 60°C. Трубага ёпишган ифлосликларнинг термик қаршилиги $r_{\text{иф}} = 7,17\cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{Вт}\cdot\text{К}$. Қурилмадаги трубалар сонини аниқлансин.

4.27. Вертикал кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмасида 350 л писта ёғи 45 минут давомида 6°C дан 40°C гача буғ қандамиде иситилмоқда. Тўйинган буғнинг босими 0,105 МПа, унинг конденсацияланиши натижасида температураси 77°C бўлган 29,2 л конденсат ҳосил бўлади.

Қурилма қуйидаги характеристикага эга: йуллар сони - 1 та; трубалар сони - 6 та; трубалар диаметри - 22x2 мм; узунлиги - 0,85 м; Қурилманинг иссиқлик ўтказиш коэффициенти аниқлансин.

4.28. Иш унумдорлиги 500 л/сат бўлган ювилиб турувчи иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ички диаметри 35 мм ли трубалардан ясалган ва унинг юзаси 2,53 м². Сутнинг бошланғич температураси 80°С, охириги эса – 13°С. Ушбу қурилманинг иссиқлик ўтказиш коэффициентини ҳисоблаб чиқилсин.

4.29. Бошланғич температураси 85°С бўлган сут 750 л/соат масавий сарфда 25°С гача ювилиб турувчи иссиқлик алмашиниш қурилмасида совутилмоқда. Жараён пайтида сув 1°С дан 37°С гача иссиқмоқда. Иссиқлик алмашиниш юзаси 4,2 м², сув секциясида иссиқлик алмашиниш коэффициентини 1745 Вт/(м²·К). Сувнинг сочиб берувчи тарновдаги сарфи 15 см. Социб берувчи 2 мм ли тешиклардан неча дона бўлиши керак?

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N10

Қуйидаги келтирилган бошланғич маълумотларга эга лар йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмасида N суюқлик иситилмоқда:

Иситилган сув миқдори	— G;
суюқликнинг бошланғич температураси	— t ₆ ;
суюқликнинг охириги температураси	— t ₀ ;
иситувчи буғ босими	— p;
иссиқликнинг атроф-муҳитга йўқотилиши	— Q _{йўқ} ;
труба узунлиги	— l;
труба диаметри	— d.

Ушбу қурилманинг иссиқлик алмашиниш юзаси F, трубалар сони n ва иситувчи буғ сарфи D лар топилсин. Ундан ташқари қурилманинг схемаси иссиқлик ташувчи агентлар йўналишлари кўрсатилган ҳолда чиқилсин.

Пара метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G	кг/соат	5000	7000	8000	7000	4000	5000	6000	9000	6000	5000
t ₆	°С	20	22	10	15	17	18	20	25	20	15
t ₀	°С	70	40	50	45	75	55	70	80	60	65
P	атм	2	3	4	5	6	6	5	4	3	2
K	Вт/м ² ·К	650	700	750	500	400	450	600	500	550	400

Пара метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Q _{авк}	%	2	3	4	5	6	4	5	7	8	3
l	м	1,5	2,0	2,5	1,0	3,0	2,5	,0	3,0	1,5	1,0
d	м	25	20	32	20	38	25	20	38	25	38
N		Сув, ацетон, бензол, этил спирти, гахта ёғи, вино, сут глицерин, симоб, пиво, пыла ёғи.									

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N11

Агарда, деворнинг усти 3 мм қалинликда Х материал билан қопланган бўлса, диаметри D мм ли У материалдан ясалган деворнинг термик қаршилиги неча баробар ортади?

Пара метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
δ	мм	0,1	0,3	0,2	0,5	1,0	0,6	0,8	1,1	1,5	1,4
D	мм	25x2	38x3	20x2	14x1	76x4	32x2	57x3	20x2	14x1	108x5
У	-	Al	Si	Ст4 5	Брон	Ag	Al	Чуян	Ti	Si	лат.
X		Асбест, эмал, торфплита, сов. лит, пенопласт, винипласт, фторопласт, фаолит, пўкак									

Б У Ф Л А Т И Ш

Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар.

1. Буғлатиш жараёнининг моддий баланс тенгламаси:

$$G_{\text{бош}} = G_{\text{ох}} + W \quad (5.1)$$

$$G_{\text{бош}} \cdot x_{\text{бош}} = G_{\text{ох}} \cdot x_{\text{ох}} \quad (5.2)$$

бу ерда $G_{\text{бош}}$, $G_{\text{ох}}$ - эритманинг (дастлабки) бошланғич ва охири (буғлатилган) моддий сарфи, кг/с. $x_{\text{бош}}$, $x_{\text{ох}}$ - эритманинг бошланғич ва охири эритилган моддадаги моддий у. дш. ри, W - буғлатилаётган сувнинг моддий сарфи, кг/с

$$W = G_{\text{бош}} \cdot \left(1 - \frac{x_{\text{бош}}}{x_{\text{ох}}} \right) \quad (5.3)$$

2. Буғлатиш қурилмасининг иссиқлик баланс тенгламаси:

$$Q + G_{\text{бош}} \cdot c_{\text{бош}} \cdot t_{\text{бош}} + G_{\text{ох}} \cdot c_{\text{ох}} \cdot t_{\text{ох}} + W \cdot i_{\text{ох}} + Q_{\text{уқ}} + Q_{\text{дег}} \quad (5.4)$$

бу ерда Q - буғлатишга сарфланган иссиқлик миқдори, Вт;
 $c_{\text{бош}}$, $c_{\text{ох}}$ - бошланғич (дастлабки) ва охири (буғлатилган) эритмаларнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К);
 $t_{\text{бош}}$, $t_{\text{ох}}$ - бошланғич эритманинг қурилмага киришидаги ва охири эритманинг қурилмадан чиқишдаги ҳароратлари, °С;
 $i_{\text{икк}}$ - иккиламчи буғнинг қурилмадан чиқаётгандаги солиштирма энтальпияси, Ж/кг;
 $Q_{\text{уқ}}$ - атроф муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдори қ. Ҳаймати
 Вт

$Q_{\text{дег}}$ - дегидратация иссиқлиги, Вт.

3. Буғлатишга сарфланган иссиқлик миқдорини аниқлаш.

(5.4) тенгламадан қуйидаги ҳолдаги кўринишни ҳосил қиламиз:

$$Q \cong G_{\text{бош}} \cdot c_{\text{бош}} \cdot (t_{\text{ох}} - t_{\text{бош}}) + W \cdot c_{\text{жкк}} - c_c \cdot t_{\text{т}} + Q_{\text{йук}} \quad (5.5)$$

бу ерда: $t_{\text{ох}}$ — га мос келган сувнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К).

Агар эритма буғлатиш қурилмасига қиздирилган ҳолатда, яни ($t_{\text{бош}} > t_{\text{ох}}$) бўлса, у ҳолда $Q = G_{\text{бош}} \cdot c_{\text{бош}} \cdot (t_{\text{ох}} - t_{\text{бош}})$ бўлиб, манфий ишорага эга бўлади ва бу ерда маълум қисм сув эритмани совиши туфайли буғланади. $G_{\text{бош}} \cdot c_{\text{бош}} \cdot (t_{\text{ох}} - t_{\text{бош}})$ қиймат ўз-ўзини буғлатиш қиймати деб номланади.

Атроф муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдорини ҳисоблаш учун буғлатиш қурилмасининг $Q_{\text{исит}} + Q_{\text{бвт}}$ йиғиндисининг 3-5% ни олсак, ҳато қилмаган бўламиз. $Q_{\text{йук}}$ қийматини қуйидагича ҳам ҳисоблаш мумкин:

$$Q_{\text{йук}} = \alpha \cdot F_{\text{зол}} \cdot (t_{\text{изол}} - t_{\text{х}}) \quad (5.6)$$

Бу ерда, $\alpha = \alpha_{\text{нур}} + \alpha_{\text{конв}}$ — нурланиш ва конвекция иссиқлик бериш коэффициентларининг йиғиндиси, Вт/(м²·К); $F_{\text{изол}}$ — қурилманинг қоплама қилинган юзас, м²; $t_{\text{изол}}$ қоплама ташқи юзасининг температураси, °С ёки К; $t_{\text{х}}$ — ҳаво температураси °С ёки К.

4. Буғлатиш қурилмасидаги иситувчи буғ сарфи G_1 :

$$G_{\text{и6}} = \frac{Q}{(i'' - i) \cdot x} = \frac{Q}{r_{\text{и6}} \cdot x} \quad (5.7)$$

бу ерда i'' — тўйинган қуруқ буғнинг солиқ тирма энтальпияси, Ж/кг; i — конденсацияланиш температурадаги конденсатнинг солиштирма энтальпияси Ж/кг; x — қизитил буғнинг намлик даражаси (қуруқлик даражаси); $r_{\text{и6}}$ — қиздириш буғи солиштирма конденсацияланиш иссиқлиги, Ж/кг.

Иситувчи буғ сарфи $G_{\text{и6}}$ нинг буғланаётган сув сарфи W нисбатига буғлатиш учун кетган буғнинг солиштирма сарфи дейилади:

$$d = \frac{G_{уб}}{W} \quad (5.8)$$

5. Эритманинг иссиқлик сифими. Эритманинг солиштирма иссиқлик сифими қуйидаги тенгламадан аниқлан ди:

$$c = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + c_3 \cdot x_3 + \dots \quad (5.9)$$

$c_1, c_2, c_3 \dots$ - ташкил этувчи компонентларнинг солиштирма иссиқлик сифими; $x_1, x_2, x_3 \dots$ - ташкил этувчи компонентларнинг миқдорий улуши.

Икки компонентли суюлтирилган, сувли эритмалар (сув + эритилган модда) нинг солиштирма иссиқлик сифимини ҳисоблаш учун қуйидаги тахминий формуладан фойдаланилади ($x < 0,2$):

$$c = 4190 \cdot (1 - x) \quad (5.10)$$

бу ерда $4190 \text{ Ж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ - сувнинг солиштирма иссиқлик сифими; x - эритилган модда концентрацияси, массавий улуши.

Қуюқлаштирилган икки компонентли сувли эритма учун ($x > 0,2$) ҳисоблаш қуйидаги формула ёрдамида олиб борилади.

$$c = 4190 \cdot (1 - x) + c_1 \cdot x \quad (5.11)$$

c_1 - сувсиз эритилган модданинг солиштирма иссиқлик сифими $\text{Ж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

Агар тажриба маълумотлари йўқ бўлиб, кимёвий бирикманинг солиштирма иссиқлик сифимини аниқлаш керак бўлса, қуйидаги тенгламадан тахминий қийматини топиш мумкин:

$$M \cdot c = n_1 \cdot C_1 + n_2 \cdot C_2 + n_3 \cdot C_3 + \dots \quad (5.12)$$

бу ерда M - кимёвий бирикманинг моляр массаси;
 c - кимёвий бирикманинг массавий солиштирма иссиқлик сифими, $\text{Ж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

n_1, n_2, n_3, \dots - бирикмадаги элементлар атом сонини;

C_1, C_2, C_3, \dots - атом иссиқлик сифими, $\text{Ж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

(5.12) формула ёрдамида бирикмаларнинг солиштирма иссиқлик к сифимини ҳисоблаш учун 5-1 жадвалдаги атом иссиқлик сифимлақ дан фойдаланиш керак бўлади.

5-1 жадвал

Элемент	Атом иссиқлик сифими, кЖ/(кг·К)		Элемент	Атом иссиқлик сифими кЖ/(кг·К)	
	қаттиқ ҳолда	суяқ ҳолда		қаттиқ ҳолда	суяқ ҳолда
C	7,5	11,7	F	20,95	29,9
Ч	9,6	18,0	P	22,6	31,0
B	11,8	19,7	S	22,6	31,0
Si	15,9	24,3	Қолганлари	26,0	33,6
O	16,8	25,1			

6. Эритмаларнинг қайнаш температурасини ҳисоблаш ($P \geq P_{\text{атм}}$).

1 усул. Агарда эритманинг маълум босимда 2 та қайнаш температураси маълум бўлс қуйида 1 тенгламалан

$$\frac{\lg P_{A_1} - \lg P_{A_2}}{\lg P_{B_1} - \lg P_{B_2}} = C \quad (5.13)$$

ёки И7-расмдаги номограммадан фойдаланса бўлади. Бу ерда P_{A_1} ва P_{B_1} - бир хил t_1 температурадаги 2 суяқликнинг тўйинган буғларининг босими; P_{A_2} ва P_{B_2} - бир хил t_2 температурадаги 2 суяқликнинг тўйинган буғлари; C - ўзгармас константа.

2 - усул. Агарда, эритманинг фақат маълум бир босимда битта қайнаш температураси аниқ бўлс, бошқа босимдаги қайнаш температураси Бабо қондасидан фойдаланиб топилиши мумкин.

$$\left(\frac{P}{P_0} \right) = \text{const} \quad (5.14)$$

бу ерда p - эритма буғининг босими; p_0 - ўша температурал

тоза эритувчининг тўйинган буғ босими.

Концентрланган сувли эритм. лар учун (5.14) формула проф. В.И. Стабников топган коэффициентларни (5-2 жадвал) инобатга олган ҳолда ҳисоблаш керак.

5-2 жадвал

p/p ₀ нисбати							Тузатиш коэффици- енти ±Δt, К
0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	
Босим p, мм.с.м.уст.							
100	200	400	450	500	550	650	0,9
—	—	200	350	450	500	550	1,8
—	—	100	275	300	350	400	2,6
—	—	—	150	200	250	300	3,6

Агарда, эриш иссиқлиги мусбат бўлса (эритиш пайтида иссиқлик ажралиб чиқса) тузатиш коэффициенти қўшилади манфий бўлса - айрилади.

7. $t_{кал}$ - бу труба ичида эритманин. ўртача қайнаш температураси.

$$t_{кал} = t_{кон} + \Delta t_{г.эф} \quad (5.15)$$

бу ерда $t_{г.эф}$ - гидростатик депрессия, ёки гидростатик босим ҳисобига эритманин. қайнаш температурасини ортиши (гидростатик эффект).

Буелатиш қурилма трубаларининг баландлиги бўйича эритманин. қайнаш температураси ўзгаради. Шунинг учун, гидростатик босимни ҳисобга олган ҳолда эритманин. труба баландлиги бўйича ўртача қайнаш температураси аниқланади.

Буелатиётган эритманин. ўрта қатламидаги босим ушбу формула ёрдамида топилади:

$$p_{ур} = p_1 + 0,5 \cdot \rho_p \cdot g \cdot H_{ур} - p_1 + \Delta p_{г.эф} \quad (5.16)$$

гидростатик депрессия $\Delta p_{г.эф}$ бевосита $\Delta p_{г.эф}$ билан боғлиқдир ва $H_{ур}$ эритма баландлиги сатҳи ва зичлигига боғлиқ. Оптимал баландлик сатҳи, қуйидаги формула билан ҳисоблаб топилади:

$$H_{\text{отн}} = [0,26 + 0,0014 \cdot (\rho_p + \rho_e)] \cdot H_{\text{ур}} \quad (5.17)$$

Агар, $t_{\text{кай}}$ бўйича маълумотлар бўлмаса,

$$(\rho_p + \rho_e)_{t_{\text{кай}}} \approx (\rho_p + \rho_e)_{t=20^\circ\text{C}} \quad (5.18)$$

деб олса бўлади.

Гидротатик депрессия $\Delta t_{\text{г.эф.}}$ қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\Delta t_{\text{г.эф.}} = t_{\text{ур}} - t_1 \quad (5.19)$$

бу ерда $\Delta t_{\text{ур}}$ - $\Delta p_{\text{ур}}$ босимд^г сурнинг қайнаш температураси.

Эритманинг ўртача қайнаш температураси қуйидаги тенглама орқали ҳисобланади:

$$t_{\text{кай}} = t_{\text{кон}} + \Delta t_{\text{г.эф.}} = t_0 + \Delta t_{\text{г.с.}} + \Delta t_{\text{ур}} + \Delta t_{\text{г.эф.}} = t_0 + \sum \Delta t_{\text{аух}} \quad (5.20)$$

8. Умумий ва фойдали темпер. уралар фарқи. Иситувчи буғ конденсацияланиш температураси $t_{\text{ноб}}$ ва иккиламчи буғ конденсацияланиш температуралари t_0 орасидаги фарқга умумий температуралар фарқи дейилади.

$$\Delta t_{\text{ум}} = t_{\text{ноб}} + t_0 \quad (5.21)$$

Иситувчи буғ конденсацияланиш температураси $t_{\text{ноб}}$ ва эритма қайнаш температура $t_{\text{кай}}$ орасидаги фарқга - фойдали температуралар фарқи дейилади:

$$\Delta t_{\text{фой}} = t_{\text{ноб}} - t_{\text{кай}} = \Delta t_{\text{ум}} - \sum \Delta t_{\text{аух}} \quad (5.22)$$

Бўғлатиш қуролмасининг иссиқлик ўтказиш юзаси ушбу формула ёрдамида аниқланади:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{ур}} = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{фой}} \quad (5.23)$$

9. Кристаллизаторда ҳосил бўлган кристаллар массаси $G_{кр}$ моддий баланс тенгласидан топилади.

$$G_{кр} = \frac{G_1 \cdot (x_2 - x_1) - W \cdot x_2}{x_2 - x_{кр}} \quad (5.24)$$

бу ерда G_1 - эритма миқдори, кг; x_1 - бошланғич эритма концентрацияси, %; x_2 - кристаллизациядан кейинги эритманинг концентрацияси, % ёки массавий улуш; W - буғлатилган эритманинг миқдори, кг; $x_{кр} = M/M_{кр}$.

Агарда, модда сувсиз шаклда кристалланса, $x_{кр} = 1$.

10. Маълум p босимда суюқликнинг буғ ҳосил қилиш солиштирма иссиқлиги куйидаги тенгламадан топилади:

$$r = r_{эт} \cdot \frac{M_{эт}}{M} \cdot \left(\frac{T}{\theta} \right)^2 \cdot \frac{d\theta}{dT} \quad (5.25)$$

бу ерда r ва $r_{эт}$ - p босимда изланаётган ва эталон суюқликларнинг буғ ҳосил қилиш солиштирма иссиқлиги, Ж/кг; M ва $M_{эт}$ - суюқликларнинг моль массаси, кг/моль; T ва θ - p босимдаги суюқликларнинг қайнаш температураси, К; $d\theta/dT$ - изланаётган ва эталон суюқликларнинг қайнаш температура нинг дифференциали.

Поляр бўлмаган суюқликларнинг буғ ҳосил қилиш солиштирма иссиқлик Кистяковский формуласи ёрдамида топилади:

$$r = 19,2 \cdot 10^3 \cdot \frac{T}{M} \cdot (1,91 + \lg T) \quad (5.26)$$

бу ерда T - қайнаш температураси, К; M - суюқлик моль массаси, кг/моль.

МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ ЧАМУНАСИ

Бошланғич натрий гидрооксид эри масининг 1 литрида 79 г сув бор. Буғлатилган эритманинг 30 С даги зичлиги $1,555 \text{ г/см}^3$ тенг, концентрацияси эса 840 г/л, 1 т бошланғич эритма учун буғлатилган сув миқдорини аниқланг

Е ч и ш:

бошланғич эритмада эриган модданинг масс вий улуши куйидагича топилади:

$$x_{\text{бош}} = \frac{79}{1000 + 79} = 0,0733$$

охирги эритмадаги эса,

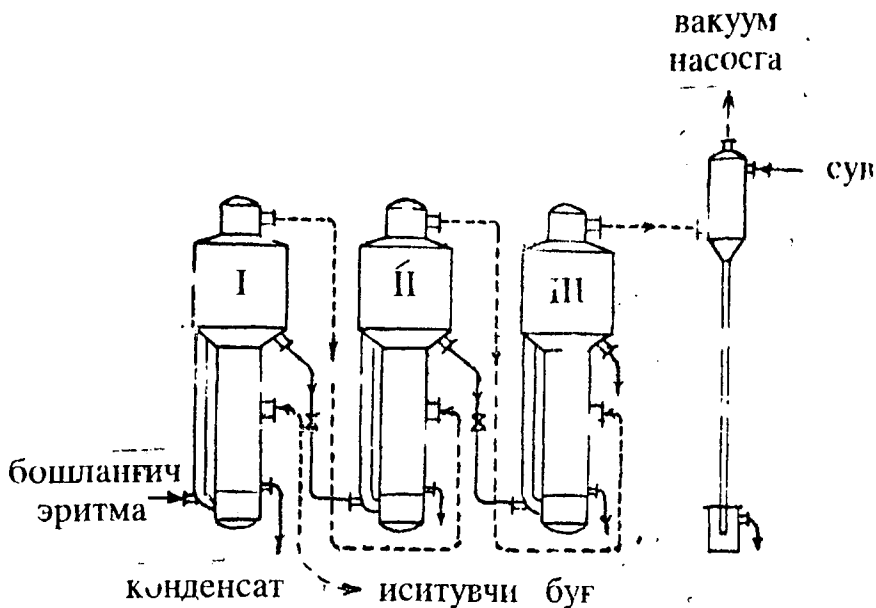
$$x_{\text{ох}} = \frac{840}{1555} = 0,54$$

1 т бошланғич эритмадан буғлатилган сув миқдори ушбу формулалар ҳисобланади:

$$W = G_{\text{бош}} \cdot \left(1 - \frac{x_{\text{бош}}}{x_{\text{ох}}}\right) = 1000 \cdot \left(1 - \frac{0,0733}{0,54}\right) = 865 \text{ кг}$$

УЧ КОРПУСЛИ БУҒЛАТИШ ҚУРИЛМАСИНИ ҲИСОБЛАШ НАМУНАСИ.

NaNO_3 нинг 12% ли сувли эритмасини 5 т/соат сарфда концентрациялаш учун уч корпусли табиий циркуляция қурилмаси ҳисоблаб чиқилсин (расм.5.1). Эритманинг охирги концентрацияси 40% (масс.). Буғлатиш қурилмасида қайнаш температураси иситилган эритма буғлатиш учун узатилади. Туйинган иситувчи сув буғининг абсолют босими 4 кг/см^2 . Иситувчи трубалар узунлиги 4 м. Барометрик конденсатордаги вакуум $0,8 \text{ т.к/см}^2$ га тенгдир.



5.1 расм. Уч корпусли буғлатиш қурилмасынинг схемасы

Е ч и ш :

1) Учала қурилмаларда буланаётган эритувчининг умумий миқдори:

$$W = G \cdot \left(1 - \frac{X_{\text{сон}}}{X_{\text{ок}}} \right) = \frac{5000}{3600} \cdot \left(1 - \frac{12}{40} \right) = 3500 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 0,97 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2) Ҳар бир корпусга юқламани тақдимлаш.

Назарий таҳлил ва саноатдаги қўп йиллик натижалар асосида, ҳар бир корпусдаги иккиламчи буғнинг миқдорини аниқлаймиз.

$$W_1 : W_2 : W_3 = 1,0 : 1,1 : 1,2$$

Ҳар бир корпусда ҳосил бўлган иккиламчи буғ миқдорини то-
памиз:

$$1\text{-корпусда} \quad W_1 = \frac{3500 \cdot 1}{3600 \cdot (1+1,1+1,2)} = 0,295 \text{ кг/с}$$

$$2\text{-корпусда} \quad W_2 = \frac{3500 \cdot 1,1}{3600 \cdot (1+1,1+1,2)} = 0,324 \text{ кг/с}$$

$$3\text{-корпусда} \quad W_3 = \frac{3500 \cdot 1,2}{3600 \cdot (1+1,1+1,2)} = 0,351 \text{ кг/с}$$

Жами: $W = 0,97 \text{ кг/с}$

3) Корпуслар бўйича эритманинг концен. рациясини ҳисоблаш
эритманинг бошланғич концентрацияси $x_{\text{бош}}$. Биринчи корпусдан
иккинчисига қараётган эритманинги миқдори:

$$G_1 = G_{\text{бош}} - W_1 = \frac{5000}{3600} - 0,295 = 1,09 \text{ кг/с}$$

концентрац. си эса,

$$x_1 = \frac{G_{\text{бош}} \cdot x_{\text{бош}}}{G_{\text{бош}} - x_{\text{бош}}} = \frac{1,39 \cdot 12}{1,39 - 0,295} = 15,2\%$$

Иккинчи корпусдан учинчисига қараётган эритма миқдори:

$$G_2 = G_{\text{бош}} - W_1 - W_2 = 1,39 - 0,295 - 0,324 = 0,77 \text{ кг/с}$$

концентрацияси эса,

$$x_1 = \frac{G_{\text{бош}} \cdot x_{\text{бош}}}{G_{\text{ш}} - x_{\text{бош}}} = \frac{1,39 \cdot 12}{1,39 - 0,295} = 15,2\%$$

Учинчи корпусдан чиқаётган эритма миқдори,

$$G_2 = G_{\text{сум}} - W_1 - W_2 = 1,39 - 0,295 - 0,321 = 0,77 \text{ кг/с}$$

концентрацияси эса

$$x_2 = \frac{1,39 \cdot 12}{0,77} = 21,6\%$$

4) Корпуслар бўйича иситувчи буғ босимининг тақсимланиши.
Биринчи корпус ва барометрик конденсаторлардаги иситувчи буғ босимларининг фарқи.

$$\Delta p = 4,0 - 0,2 = 3,8 \text{ кгк/см}^2$$

Дастлаб, ушбу босимлар фарқини корпуслар ўртасида баробар тақсимлаймиз, яъни

$$\Delta p = \frac{3,8}{3} = 1,27 \text{ кгк/см}^2$$

Бунда, корпуслардаги абсолют босим қуйидагича бўлади:

3-корпусда $p_3 = 0,2 \text{ кгк/см}^2$ (барилган)

2-корпусда $p_2 = 0,2 + 1,27 = 1,47 \text{ кгк/см}^2$

1-корпусда $p_1 = 1,47 + 1,27 = 2,74 \text{ кгк/см}^2$

Иситувчи буғ босими:

$$p = 2,74 + 1,27 = 4 \text{ кгк/см}^2$$

Жадваллардан, корпусларда қабул қилинган босимлар учун сувнинг тўйинган буғи температуралари ва солиштирма буғ ҳосил қилиш иссиқликларини топаёمиз.

Корпуслар	Тўйинган буғ температураси °С	Солиштирма буғ ҳосил қилиш иссиқлиги
1-корпусда	129,4	2179
2 корпусда	110,1	2234
3-корпусда	59,7	2357
Иситувчи буғ	148	2241

Ушбу температура нар, корпуслар буйича иккиламчи буглар конденсацияланиш температуралари бўлади.

5. Кор улар буйича температуранинг пасайишини ҳисоблаш.
а) температур депрессиясидан.

36-жадвалдан атмосфера босимида эритмаларни қайнаш температураси топилади.

Корпуслар	NaNO ₃ Концентрланган	Қайнаш темпе- ратураси, °C	Депрессия, °C ёки K
1-корпусда	15,2	102	2,0
2-корпусда	21,6	103	3,0
3-корпусда	40,0	107	7,0

Уч корпус буйича депрессия

$$\Delta t_{\text{депр}} = 2 + 3 + 7 = 12^\circ \text{C}$$

б) Гидростатик эффект депрессияси

20°C температурада NaNO₃ эритманинг зичлиги танланади [22]:

NaNO ₃ концентрацияси, %	15,2	21,6	40,0
Зичлик, кг/м ³	1098	1156	1317

Грубалардаги эритмаларнинг оптимал сатҳда қайнашини ҳисоблаймиз:

1 - корпусда

$$H_{\text{сн}} = [0,026 + 0,0014 \cdot (\rho_{\text{сп}} - \rho_{\text{сн}})] \cdot H_{\text{тп}} =$$

$$= [0,26 + 0,0014 \cdot (1098 - 1000)] \cdot 4 = 1,589 \text{ м}$$

$$\rho_{\text{сп}} = \rho + 0,5 \cdot \rho_{\text{сп}} \cdot g \cdot H_{\text{инт}} = 274 + \frac{0,5 \cdot 1098 \cdot 9,8 \cdot 1,589}{9 \cdot 10^4} =$$

$$= 2,827 \text{ кгк/см}^2$$

$$\rho_1 = 2,14 \text{ кгк/см}^2 \text{ да} \quad t_{\text{ин}} = 129,4^\circ \text{C}$$

$$\rho_{\text{сп}} = 2,827 \text{ кгк/см}^2 \text{ да} \quad t_{\text{сн}} = 130,6^\circ \text{C}$$

$$t_{\text{депр}} = 130,6 - 129,4 = 1,2^\circ \text{C}$$

2 - корпусда

$$H_{онт} = [0,026 + 0,0014 \cdot (1156 - 1000)] \cdot 4 = 1,91 \text{ м}$$

$$p_{ур} = 1,47 + \frac{0,5 \cdot 1156 \cdot 9,8 \cdot 1,91}{9 \cdot 10^4} = 1,580 \text{ кгк/см}^2$$

$$p_1 = 1,47 \text{ кгк/см}^2 \text{ да } t_{кай} = 59,7^\circ \text{C}$$

$$p_{ур} = 1,580 \text{ кгк/см}^2 \text{ да } t_{кай} = 112,3^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_{г.эф} = 112,3 - 110,1 = 2,2^\circ \text{C}$$

3 - корпусда

$$H_{онт} = [0,026 + 0,0014 \cdot (1317 - 1000)] \cdot 4 = 2,81 \text{ м}$$

$$p_{ур} = 0,20 + \frac{0,5 \cdot 1317 \cdot 9,8 \cdot 2,81}{9 \cdot 10^4} = 0,385 \text{ кгк/см}^2$$

$$p_1 = 0,20 \text{ кгк/см}^2 \text{ да } t_{кай} = 59,7^\circ \text{C}$$

$$p_{ур} = 0,385 \text{ кгк/см}^2 \text{ да } t_{кай} = 74,4^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_{г.эф} = 74,4 - 59,7 = 14,7^\circ \text{C}$$

$$\text{Жами: } \sum \Delta t_{г.эф} = 1,2 + 2,2 + 14,7 = 18,1^\circ \text{C}$$

в) Гидравл қаршилик депрессияси

Ҳар бир корпус оралиғида температуралар пасайишини 1К деб қабул қиламиз. Оралиқлар ҳаммаси булиб 3 (1-2, 2-3, 3-конденсатор). Демак,

$$\Delta t_{г.к} = 1 \cdot 3 = 3 \text{ К}$$

Бутун қурилма учун температуралар йўқотилишининг йиғиндис:

$$\sum \Delta t_{йук} = 1 + 18,1 + 3 = 33,1 \text{ К}$$

6 Температураларнинг фойдали фарқи.

температураларнинг умумий фарқи:

$$143 - 59,7 = 83,3^\circ \text{C}$$

Демак, темир турбачарнинг фойдали фарқи

$$M_{\text{фойд}} = 83,3 - 33,69 = 50,2^\circ\text{C}$$

7. Корпусларда қайнаш температураларини аниқлаймиз

3 - корпусда

$$t_3 = 59,7 + 1 + 7 + 14,69 = 82,4^\circ\text{C}$$

2 - корпусда

$$t_2 = 110,1 + 1 + 3 + 2,2 = 116,3^\circ\text{C}$$

1 - корпусда

$$t_1 = 129,4 + 1 + 2 + 1,2 = 133,6^\circ\text{C}$$

8. Ҳар бир корпус учун иссиқлик ўтказиш коэффициентини аниқлаймиз

Қурилмадаги эритмаларнинг қайнаш температураси ва концентрацияси: қараб махсус адабиётлардан эритманинг физик хоссалари (зичлик, қовушқоқлиқ, иссиқлик ўтказувчанлик, иссиқлик-сигими ва шу кабилар) аниқланади. Иситиш трубаларининг турига қараб қабул қилинади. Сўнгра, конденсацияланаётган буғ ва қайнаётган эритма учун тегишли критериял тенгламалар ёрдамида иссиқлик бериш коэффициентларида иссиқлик ўтказиш коэффициентини топилади.

Ҳисоблаш пайтида трубаларда қайнаш натижасида ҳосил бўлган қоплама қалинлигини ($\delta = 0,5$ мм) инобатга олиш керак.

Дастлабки ҳисоблар: осида қуйидаги қийматларни қабул қиламиз.

$$1 - \text{корпус учун} \quad K_1 = 1700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$2 - \text{корпус учун} \quad K_2 = 990 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$3 - \text{корпус учун} \quad K_3 = 570 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Тузнинг сувли эритмаларини буғлатиш жараёнида корпуслар буйича иссиқлик ўтказиш коэффициентларининг тахминий нисбати қуйидагича:

$$K_1 : K_2 : K_3 = 1 : 0,58 : 0,34$$

9. Корпуслар буйича иссиқлик балансларини тузамиз.

Таҳминий ҳисобларни соддалаштириш мақсадида иссиқлик балансларини иссиқлик йўқотилишини ҳисобга олмаган ҳолда тузамиз ва бир корпусдан иккинчисига эритма ўртача қайнаш температурасида ўтади деб қабул қиламиз.

Шартга биноан 1 - корпусга буғлатиш учун эритмани қайнаш температурасигача қиздирилган ҳолда улатилади.

1 - корпусда иссиқлик сарфининг миқдори,

$$Q_1 = W_1 \cdot r_1 = 0.295 \cdot 2179 \cdot 10^3 = 643000 \text{ Вт}$$

2 - корпусга эритма ўта қиздирилган ҳолда берилади ва ўрта иссиқлик сарфининг миқдори:

$$Q_2 = W_2 \cdot r_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_2) =$$

$$0,324 \cdot 2234 \cdot 10^3 - 1,09 \cdot 4190 \cdot 0,848 \cdot (133,6 - 116,3) = 657000 \text{ Вт}$$

1 - корпусдан чиқаётган иккиламчи буғ берадиган иссиқлик миқдори $W_1 \cdot r_1 = 643000$ Вт. Иссиқлик кириши ва сарф бўлишининг фарқи 1%.

3 - корпусдаги иссиқлик миқдорининг сарфи

$$Q_3 = W_3 \cdot r_3 - G_3 \cdot c_3 \cdot (t_2 - t_3) =$$

$$0,351 \cdot 2357 \cdot 10^3 - 0,77 \cdot 4190 \cdot 0,784 \cdot (116,3 - 82,7) = 743000 \text{ Вт}$$

10. 1 - корпусда иситувчи буғ сарфи

$$G_{ub} = \frac{643000}{2141 \cdot 10^3} = 0,3 \text{ кг/с}$$

Бугнинг солиштирма сарфи:

$$d = \frac{G_{ub}}{W} = \frac{0,3}{0,97} = 0,31 \text{ кг/с}$$

11. Фойдали температуралар фарқининг корпуслар бўйича тақсимланиши. Бу 2 усул ёрдамида қилиш мумкин: ҳамма қурилмаларнинг иситиш юзаси бир хил бўлган шароитда ва умумий иситиш юзаси энг кам бўлган шароитларда, топиш мумкин,

я.ни Q/K га ва $\sqrt{Q/K}$ га пропорционаллик шартидан.

Пропорционаллик факторларини топамиз:

Нисбат	$\frac{Q}{K}$	$\sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot 10^3$
1 – корпус	$\frac{643000}{17000} = 378$	615
2 – корпус	$\frac{657000}{990} = 664$	815
3 – корпус	$\frac{743000}{580} = 1280$	1131

$$\sum \frac{Q}{K} = 2322 \qquad \sum \sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot 10^3 = 2561$$

Фойдали температуралар фарқи корпуслар бўйича қунидагича
 чиқланади: ○

корпусларнинг иситиш
 юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси
 энг кам вариант

$$\Delta t_1 = \frac{\frac{Q_1}{K_1} \cdot \Delta t}{\sum \frac{Q}{K}} = \frac{50,21 \cdot 378}{2322} = 8,174; \Delta t_1 = \frac{\sum \sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot \Delta t}{\sum \sqrt{\frac{Q}{K}}}$$

$$\frac{50,21 \cdot 615}{2561} = 12,057$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 664}{2322} = 14,358;$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 815}{2561} = 15,978;$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 1280}{2322} = 27,682$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 1131}{2561} = 22,174;$$

12. Ҳар бир корпуснинг иситувчи юзаси топлади

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси энг кам вариант

$$F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 8,174} = 46,27; \quad F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 12,757} = 31,27$$

$$F_2 = \frac{657000}{990 \cdot 14,358} = 46,22; \quad F_2 = \frac{557000}{990 \cdot 15,978} = 41,58$$

$$F_3 = \frac{743000}{580 \cdot 27,682} = 46,28; \quad F_3 = \frac{743000}{990 \cdot 27,682} = 57,77;$$

$$\sum F = 138,8 \text{ м}^2 \quad \sum F = 138,8 \text{ м}^2$$

Демак, корпусларнинг бир хил иссиқлик алмашилиши юзалари бўлганда, умумий иситиш юзаси атиги 6% га кўндир. Шунинг учун, корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант қабул қилинади, чунки бу вариант қурилмаларнинг бир хиллигини таъминлайди.

Корпуслар бўйича босим ва иккиламчи буг температурасини текшираемиз.

Корпус	Қайнаш температураси $\Delta t_{\text{кай}} = t_{\text{с.м.}} - \Delta_{\text{фойи}}$	Иккиламчи буг конденсатининг температураси, °С $t_c = t_{\text{кай}} - \sum \Delta_{\text{инк}}$	Босим, $P_{\text{абс}}$ к.к/см ²
1	143,0 - 10,1 = 132,9	132,9 - 3,79 = 129,3	2,7
2	129,3 - 17,6 = 111,7	111,7 - 4,96 = 106,7	1,31
3	106,7 - 33,4 = 73,3	73,3 - 13,32 = 60,0	0,2

Шундан сўنра, атроф муҳитга иссиқлик йўқотилишини ва температурани, босимларнинг корпуслар бўйича тақсимланишини бир-мунча ўзгарганини ҳисобга олиб, корпусларнинг иситиш юзаси топилгани тўғрисида қурилманинг аниқ ҳисоби ўтказилади.

КОНТРОЛ МАСАЛЛАЛАР

5.1. Атмосфера босими остида ва сийракланиш ҳолатида, яъни $P_{в} = 0,8 \text{ кгк/см}^2$ бўлганда, сувни буғлатиш учун қуруқ тўйинган сув буғининг солиштирма сарфи ҳисоблансин. Сув буғининг иккала ҳолатдаги абсолют босими $P_{абс} = 2 \text{ кгк/см}^2$ Сувни буғлатиш учун 2 хил ҳолатда: а) температураси 15°C да; б) қайнаш ҳолатига борганда ҳисоблансин.

5.2. Буғлатиш қурилма унумдорлиги дастлабки ҳолатдаги эритма бўйича 2650 кг/соат бўлиб, эритма концентрацияси 1 литр сувда 50 г тузни ташкил қилади. Буғлатилгандан сўнг, эритманинг концентрацияси 1 литр эритмада 295 г тузни ташкил қилади. Буғлатилган эритманинг зичлиги 1189 кг/м^3 ни ташкил этади. Қурилманинг буғлатилган эритма бўйича унумдорлиги топилсин.

5.3. 1500 кг ҳорли калий эритмасининг қуюқлигини 8% дан 30% (массавий) гача ўзгартирилса қанча сув буғлатилади?

5.4. 1 м^3 сульфат кислота зичлиги 1560 кг/м^3 дан {65,2% (массасивий)} 1840 кг/м^3 зичликгача {98,7% (массасивий)} бориши учун қанча сув буғлатилиши керак? Қуюқлаштирилган кислота қандай ҳажмни эгаллайди?

5.5. Охириги қуюқлиги 32% (массавий) бўлган атмосфера босими остиде буғлатиладиган бошланғич қуюқлиги 9% бўлган эритма $1,4 \text{ т/соат}$ сарф билан қурилмага келиб тушмоқда. Суюлтирилган эритма 18°C температура билан буғлатишга киририлмоқда. Буғлатилгандан сўнг, эритма 105°C температура билан қурилмадан чиқмоқда. Суюлтирилган эритманинг солиштирма иссиқлик сифими 3800 Ж/(кг·K) . Ортиқча босими $P_{орт} = 2 \text{ кгк/см}^2$ га тенг бўлган иситувчи буғининг сарфи 1450 кг/соат , бўлиб, унинг намлиги 4,5% ни ташкил этади. Атроф муҳитга йўқотиладиган иссиқлик миқдори топилсин.

5.6. Тарқибда 2 л сув, 8 кг муз ва 5 кг ош тузидан ҳосил бўлган совутувчи аралашмани солиштирма иссиқлик сифими аниқлансин.

5.7. Эритма тарқибда $0,7 \text{ м}^3$ 100% - ли сульфат кислота, 400 кг мис купроси ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ва $1,4 \text{ м}^3$ сув бор. а) Эритманинг иссиқлик сифими; б) Эритмани 12°C дан 58°C гача иситиш учун керак бўладиган абсолют босими 2 кгк/см^2 бўлган тўйинган қуруқ

сўв буғининг (сарф) миқдорини аниқланг. Эр тмани иситиш да-
ломда қурилманинг ташқи муҳитга йўқотган иссиқлик миқдори
25100 к.Ж ни ташкил этади. Сульфат кислота ва мис купороси-
нинг солиштирма иссиқлик сифмини (5.12) формула ёрдамида
аниқланг.

5.8. 7% ли сувли эритма атмосфера босимида 2,69 т/соат сарф
билан буғлатиш қурилмасида буғлатилмоқда. Эритманинг бош-
ланғич температураси 95°C охириги 103°C да. Қурилмадаги
ўртача қайиш температура 105°C. Иситувчи тўйинган буғнинг
ортиқча босими 2 кгк/см². Қурилманинг иссиқлик алмашилиш
юзаси 52 м², иссиқлик ўтказиш коэффициентини 1060 Вт/(м²·К).
Атроф муҳитга йўқотиладиган иссиқлик миқдори 110000 Вт га
тенг.

а) Эритманинг охириги қуюқчилигини (концентрациясини)

б) Намлиги 5% бўлган иситувчи буғнинг сарфини аниқланг.

5.9. Атмосфера босими остида 255°C температура бўла дифе-
нил (C₆H₅)₂ қайнамоқда. Суяқ дифенилнинг солиштирма
буғлатиш иссиқлиги ва солиштирма сифтини ҳисоблаб топинг.

5.10. Атмосфера босимида ишлайдиган иссиқлик алмашилиш
юзаси 30 м² бўлган буғлатиш қурилмасида хлорли калий эритма-
си 9,5% дан 26,6% гача узлуксиз равишда қуюқлаштирилмоқда.
Эритманинг бошланғич температураси 18°C тўйинган иситувчи
сўв буғининг ортиқча босими 2 кгк/см². Қурилманинг дастлабки
1 л унумдорлиги (сарфи суяқ эритма бўйича) 900 кг/соат, лекин
маълум вақтдан сўнг, кўрсаткич деворлар ифлосланиши туфайли
500 кг/соат гача пасайди. Атроф муҳитга йўқотиладиган иссиқлик
миқдорини ҳисобга олманган ҳолда ҳосил бўлган қоқлама (накипъ)
қатламнинг қалинлигини аниқланг. Қопламанинг $\lambda=1,4$
Вт/(м²·К) га тенг.

Гидростатик эффектни ҳисобга олманг.

5.11. Концентрацияси 15 дан 70% гача ортиши учун 1000 кг
қанд эритмасининг қанча сўвни буғлатиш керак?

5.12. 15% ли қанд эритмасининг солиштирма иссиқлик
сифтини ҳисобланг.

5.13. 70% ли қанд эритмасининг солиштирма иссиқлик
сифтини топинг.

5.14 Қанд эритмаси $x_{\text{бош}} = 15\%$ (қуруқ модда ҳисобида) дан
 $x_{\text{ох}} = 65\%$ гача атмосфера босимида буғлатиш қурилмасида
қуюқлаштирилмоқда.

Қурилманинг иситиш юзаси $F = 65 \text{ м}^2$, қайнатилиш трубасининг

узунлиги 3,5 м, иситиш ва буглатиш даврлари учун иссиқлик ўтказиш коэффициенти $K = 1100 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Иситувчи агент сифатида температураси 140°С бўлган тўйинган сув буғи ишлатилмоқда.

Буглатиш қурилмасига эритма

а) $t_0 = 20^\circ\text{С}$;

б) $t_0 = t_{\text{вр}}$;

в) қайнаш температураси 20°С дан ошган бўлган уч вариантга қараб бўлса, бошланғич эритма ҳисобида қурилманинг иш унумдорлиги ҳисоблансин.

5.15. Бошланғич эритма ҳисобида $2650 \text{ кг}/\text{соат}$ миқдордаги иш унумдорликка эга буглатиш қурилмасида ёғизлантирилган сут буглатилмоқда. Бошланғич маҳсулот концентрацияси 5% (қуқ қ модд ҳисобида), суюлтирилганиники эса - $23,5\%$ (қуқук модда ҳисобида, КМ).

Тайёр маҳсулот бўйича қурилманинг иш унумдорлиги ҳисоблансин.

5.16. Температураси 15°С ва бошланғич концентрацияси 7% (КМ) бўлган $2,59 \text{ т}/\text{соат}$ томат шарбати атмосфера босимида буглатиш қурилмасида қуюқлаштирилмоқда. Шарбатнинг қайнаш температураси 103°С , иситувчи буғ босими $p_{\text{абс}} = 295 \text{ кПа}$, қурилманинг иссиқлик алмашини юзаси 57 м^2 , иссиқлик ўтказиш коэффициенти $974,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Атроф муҳитга иссиқликнинг йўқотилиши $12,2 \text{ кВт}$.

Эритманинг охириги концентрациясини топинг.

5.17. Қанд эритмаси 15 дан 65% (КМ) қуюқлаштириш учун циркуляцион кўп корпусли буглатиш қурилмасида неча доға корпус бўлиши керак.

Биринчи корпусда иситувчи буғ босим $p_{\text{абс}} = 323 \text{ кПа}$, конденсатордаги қолдик босим $19,6 \text{ кПа}$. Хамма корпуслардаги температуралар йўқотилишининг йиғиндиси $\sum \Delta t_{\text{йўқ}} = 41^\circ\text{С}$ деб қабул қилинсин. Ҳар бир корпусдаги рўқсат этилган температура фарқи 8°С дан юқори.

5.18. Бошланғич концентрация 10% (КМ) $100 \text{ кг}/\text{соат}$ сарфда эритма 2-корпусли буглатиш қурилмасида қуюқлаштирилмоқда. 1-корпусда эритманинг охириги концентрацияси 15% (КМ), 2-корпусда эса - 30% (КМ) 1-корпусда қайнаш температураси 100°С , 2-га эса - 95°С

2-корпусда буглатилган сув миқдори аниқлансин.

5.19. Бир йўналишли схема бўйича ишловчи икки корпусли буғлатиш қурилмасига 1000 кг/соат миқдорда суюлтирилган глюкоза эритмаси берилмоқда. Эритманинг бошланғич конценрацияси 8% (КМ), охиригиси эса - 30% (КМ).

1-корпусда буғлатиш $p=98,1$ кПа, $t=105^{\circ}\text{C}$ да, 2-корпусда эса - $p=29,4$ кПа ва $t=80^{\circ}\text{C}$ да олиб ёришмоқда.

1-корпусда 400 кг/соат миқдорда иккиламчи буғ ҳосил бўлмоқда, шундан бир қисми четга (экстра буғ), бошқа зарурият учун олинмоқда.

Четга олинаётган экстра буғ миқдори аниқлансин.

5.20. Қанд шарбати эритмаси 15 ва 65% (КМ) гача бир йўлли уч корпусли буғлатиш қурилмасида буғлатилмоқда. Бошланғич эритма сарфи 5500 кг/соат ва у буғлатиш қурилмасига қайнаш температураси киритилмоқда. Иситувчи буғ босими (1-корпус) $p_{\text{абс}}=343$ кПа, охири корпусдаги иккиламчи буғ босими $p_{\text{абс}}=108$ кПа. Ҳамма корпусларнинг иссиқлик алмашилиш юзаси тенг бўлиши керак. Ушбу жараён учун табиий, ички циркуляцияли буғлатиш қурилмалари қўлланилсин.

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №12

Натрий гидроксидининг бошланғич эритмаси таркибида А миқдорда сув бор. 30°C температурада буғлатилган эритманинг ичлиги В. Бу эритманинг В конценрациясига туғри келади. 1 ге на бошланғич эритма ҳисобига буғлатилган сув миқдорини аниқланг.

Пара-метр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А	г/л	75	70	70	50	50	90	100	30	85	65
Б	г/см ³	1,55	1,40	1,56	1,60	1,35	1,70	2,05	1,30	1,65	1,45
В	г/л	800	700	750	840	630	890	920	550	870	755

МОДДА АЦМАШИНИШ АСОСЛАРИ. АБСОРБЦИЯ

Ҳисоблаш формуллари ва асосий белгиликлар

1. Суюқлик-газ (буғ) икки компонентли системаларнинг таркибини ёфода этиш усуллари 6-1 жадвалда келтирилган.

6-1 жадвал

№ т/б	Концентрация	1-компонент концентрациясининг белгила- шиши	
		суюқ фазада	газ фазада
1.	Моль улуши, кмоль А/кмоль (А + Б)	x	y
2.	Массавий улуши, кг А/кг (А + Б)	X	Y
3.	Нисбий моль концентрация	A	\bar{Y}
4.	Нисбий массавий концентрация улуши, кг А/т Б	C_x	C_y
5.	Ҳажмий моль концентрация, кмоль А/м ³ (А + Б)	C_x	C_y
6.	Ҳажмий массавий концентрация, кг А/м ³ (А + Б)		

2. Газ фазадаги компонент концентрацияси унинг парциал босими о, қали ифодаланиши мумкин. Клапейрон ва Дальтон тенгламасига биноан идеал газ аралашмасининг исталган компоненти учун массавий (ҳажмий) улуши қуйидагича топилади:

$$y = \frac{p}{P} \quad (6.1)$$

бу ерда p - газ аралашмаси компонентининг парциал босими;

$P = p_A + p_B + p_C + \dots$ - газ ёки буғлар аралашмасининг умумий босими бўлиб, ҳамма компонентларнинг умумий босими.

3. Идеал эритмалар учун фазалараро мувозанат қонуни.

а) Генри қонуни:

$$p^* = E \cdot x \quad (6.2)$$

p^* - газ аралашма компонентининг парциал босими; x - суюқликдаги компонентнинг моль улуши; E - Генри коэффициент, суюқлик ва газнинг температураси ва хоссаларига боғлиқ. Унинг сон қийматлари илованинг 74 - жадвалида келтирилган.

Агар (6.2) тенгламага (6.1) нинг $p^* = y^* \cdot \Pi$ кўринишини қўйсак, қуйидаги тенгламан... оламиз:

$$y^* = m \cdot x \quad (6.3)$$

бу ерда y^* - суюқлик билан мувозанатдаги газ фазадаги компонентнинг моль улуши $m = E/\Pi$ - ўлчамсиз коэффициент, $t = const$ ва $\Pi = const$ бўлганда газ-суюқлик... системаси учун ўзгармасдир.

б) Рауль қонуни:

$$p^* = P \cdot x \quad (6.4)$$

бу ерда p^* - суюқлик устидаги мувозанат шароитидаги буғ-газ аралашмаси компонентининг парциал босими; P - тоза компонент тўйинган буғнинг босими t - температурага бевосита боғлиқдир; x - суюқликдаги компонентнинг моль улуши.

Агарда, $p^* = y^* \cdot \Pi$ ни (6.4) тенгламага қўйсак қуйидаги кўринишга эга бўламиз:

$$y^* = \frac{P}{\Pi} \cdot x \quad (6.5)$$

бу ерда y^* - суюқлик билан мувозанатдаги буғ фазадаги компонентнинг моль улуши.

6. Фазаларни ажратувчи юза бўйлаб ҳаракат қилганда, уларнинг концентрациялари ўзгаради. Натижада жараёни ҳаракатга келтирувчи кучи ҳам ўзгаради. Шу сабабли, модда ўтказишининг асосий тенгласига ўртача ҳаракатлантирувчи куч тушунчаси $\Delta x_{ур}$ ва $\Delta u_{ур}$ киритилади:

$$M = K_y \cdot F \cdot \Delta u_{ур}$$

$$M = K_x \cdot F \cdot \Delta x_{yp} \quad (6.6)$$

бу ерда M – тарқалган модда массаси, кг; A – фазаларни ажратувчи юзаси, m^2 ; Δx_{yp} ёки Δy_{yp} – модда алмашиниш жараёнининг ўртача ҳаракатлантирувчи кучи.

$$\Delta x_{yp} = \frac{\Delta x_{ka} - \Delta x_{ki}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta x_{ka}}{\Delta x_{ki}}} \quad (6.7)$$

$$\Delta y_{yp} = \frac{\Delta y_{ka} - \Delta y_{ki}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta y_{ka}}{\Delta y_{ki}}} \quad (6.8)$$

бу ерда Δy_{ka} – қурилманинг биринчи (ёки иккинчи) чеккасидаги концентрацияларнинг катта фарқи; Δy_{ki} – қурилманинг иккинчи (ёки биринчи) чеккасидаги концентрацияларнинг кичик фарқи.

Агарда, $\Delta y_{ka} / \Delta y_{ki} < 2$ бўлса, техникавий ҳисоблар учун модда ўтказишнинг ҳаракатлантирувчи кучи ўртача арифметик қиймат орқали ҳисобланади:

$$\Delta x_{yp} = \frac{\Delta x_{ka} + \Delta x_{ki}}{2} \quad (6.9)$$

$$\Delta y_{yp} = \frac{\Delta y_{ka} + \Delta y_{ki}}{2} \quad (6.10)$$

7. Модда ўтказиш ва бериш коэффициентлари ўртасидаги боғлиқликни аниқлаш учун фазаларни ажратиш турувчи юзада мувозанат ҳолати ўрнатилган деб фараз қилинади. Бу ҳол фазаларни ажратувчи юзанин модданинг ўтишига қаршilik йўқ деган маънони билдиради. Натижада фазавий қаршиликларнинг аддитивлик қоидаси келиб чиқади. Асосан K ва β ўртасида куйидаги боғлиқликлар бор:

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x} \quad (6.11)$$

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y \cdot m} \quad (6.12)$$

бу ерда K_x , K_y - газ ёки суюқлик концентрациялари орқали ифодаланган модда ўтказиш коэффициентлари; β_x , β_y - модда бериш коэффициентлари.

Бу тенгламаларнинг чап томонлари модданинг бир фазадан иккинчи фазага ў.лиши учун умумий қаршилиқни, ўнг томонлари эса фазалардаги модда бериш жараёнининг қаршилиқлари ўйғундиси билдиради.

Агарда, асосий диффузия қаршилиги газ фазادا, яъни

$$\frac{m}{\beta_x} \ll \frac{1}{\beta_y} \quad (6.13)$$

бўлса,

$$K_y \approx \beta_y \quad \text{бўлади.} \quad (6.14)$$

Агарда, асосий диффузия қаршилиги суюқлик фазادا, яъни

$$\frac{1}{\beta_y \cdot m} \ll \frac{1}{\beta_x} \quad (6.15)$$

бўлса,

$$K_x \approx \beta_x \quad \text{бўлади.} \quad (6.16)$$

Олинган натижаларни ва (6.11) - (6.12) формулалар таҳлил қилинса, қуйидаги кўринишдаги тенглама келиб чиқади:

$$K_y = \frac{K_x}{m} \quad (6.17)$$

8. Тургун модда алмашинуши жараёнларининг асосий ўхшашлик диффузион критерийлари.

Нуссулт диффузия критерийси қуйидаги кўринишга эга:

$$Nu = \frac{\beta \cdot l}{D} \quad (6.18)$$

Пекле диффузия критерийси эса:

$$Pe' = \frac{w \cdot l}{D} \quad (6.19)$$

Прандтл диффузия критерийси эса:

$$Pr = \frac{Pe'}{Re'} = \frac{\nu}{D} = \frac{\mu}{\rho \cdot D} \quad (6.20)$$

бу ерда ν - кинематик қовушоклик коэффициентини, m^2/s ; D - молекуляр диффузия коэффициентини, m^2/s .

Агарда, бирор А газнинг В газда (ёки В газнинг А газдаги) молекуляр диффузия коэффициентларининг тажрибавий натижалари йўқ бўлса, унинг коэффициентини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$D_2 = \frac{4,3 \cdot 10^{-7} \cdot T^{1,5}}{\rho \cdot (v_A^{0,33} + v_B^{0,33})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (6.21)$$

бу ерда D_2 - диффузия коэффициентини, m^2/s ; T - температура, К; ρ - босим (абсолют), kg/cm^2 ; M_A , M_B - А ва В газларнинг моль массаси; v_A , v_B - А ва В газларнинг моль ҳажми.

Бирор T_1 температура ва босим p_1 да диффузия коэффициентини D_1 маълум бўлса, T_2 ва p_2 даги диффузия коэффициентини D_2 қуйидаги формула ёрдамида топилиши мумкин:

$$D_2 = D_1 \cdot \frac{p_1}{p_2} \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{1,5} \quad (6.22)$$

Температураси 20°C суюқликдаги диффузия коэффициентини ушбу формула орқали тахминин ҳисоблаш мумкин:

$$D_c = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{A \cdot B \cdot \sqrt{\mu} \cdot (v_A^{0,33} + v_B^{0,33})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (6.23)$$

бу ерда μ - динамик қовушоқлик коэффициентини.

Сувда эриган баъзи моддалар учун А коэффициентининг сон қийматлари:

Газлар учун	A = 1,0
Этил спирти учун	A = 1,24
Метил спирти учун	A = 1,0
Сирка кислотаси учун	A = 1,27

В коэффициентининг сон қийматлари:

Сув учун	B = 4,7
Этил спирти учун	B = 2,0
Метил спирти учун	B = 2,0
Ацетон учун	B = 1,15
Ассоц. ацияланмаган суюқликлар учун	B = 1,0

Маълум бир t температурада суюқликда эриган газнинг диффузия коэффициентини D нинг диффузия коэффициентини D_{20} (20°C температурада) билан боғлиқлиги ушбу тахмининг формула орқали ифодаланadi:

$$D_t = D_{20} \cdot [1 + b \cdot (t - 20)] \quad (6.24)$$

бу ерда b - температура коэффициентини ва ушбу эмпирик тенглама ёрдамида аниқланиши мумкин.

$$b = \frac{0,2 \cdot \sqrt{\mu}}{\sqrt{\mu}} \quad (6.25)$$

μ - 20°C температурада суюқликнинг динамик қовушоқлик

коэффициенти, мПа·с,

Сувда триган айрим газларнинг диффузия коэффициентлари
73 - жадвалда келтирилган.

МЫСОЛЛАРИНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

6-1. Суюق аралашма таркиби 58,3% (моль) толуол ва 41,2% (моль) CCl_4 дан иборат. Тол, элнинг нисбий массавий концентрацияси ва \bar{X} $\left(\frac{\text{кг толуол}}{\text{кг } CCl_4} \text{ да} \right)$ ва унинг ҳажмий массавий концентрацияси C_x (кг/м³) аниқлансин.

Е ч и ш :

Толуолнинг нисбий массавий концентрацияси қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\bar{X} = \frac{M_{\text{мол}} \cdot x}{M_{CCl_4} \cdot (1 - x)}$$

бу ерда $M_{\text{мол}} = 92$ кг/кмоль - толуолнинг моль массаси;
 $M_{CCl_4} = 154$ кг/кмоль; x - толуолнинг моль улуши.

Сон қийматларни формулага қуйиб, қуйидаги натижани оламиз:

$$\bar{X} = \frac{92 \cdot 0,588}{154 \cdot 0,412} = 0,853 \frac{\text{кг толуол}}{\text{кг } CCl_4}$$

Толуолнинг ҳажмий массавий концентрацияси \bar{C}_x ни ҳисоблаш учун аралашманинг зичлиги $\rho_{\text{ар}}$ ни билиш зарур. Буни учун, аввал толуолнинг массавий улуши \bar{X} ни аниқлаш керак.

К.Ф.Павлов ва бошқалар китобидаги [7] 6.2 - жадвалдан формула танлаб, сўни ҳисобланади:

$$\bar{x} = \frac{X}{1 + \bar{X}} = \frac{0,853}{1,853} = 0,461$$

Иккала фазаларнинг зичлиги 28-жадвалдан топилади:

толуол учун

CCl_4 учун

$$\rho_{\text{тола}} = 870 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho = 1630 \text{ кг/м}^3;$$

Аралаштириш пайтида ҳажм ўзгармайди деб ҳисоблаб, 1 кг аралашманинг ҳажмини аниқлаймиз:

$$\frac{0,461}{870} = \frac{0,539}{1630} = 0,862 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Аралашманинг зичлиги эса,

$$\rho_{\text{ар}} = \frac{1}{0,862 \cdot 10^{-3}} = 1160 \text{ кг/м}^3$$

Аралашма зичлигини бошқа усул билан ҳам топса бўлади:

$$\rho_{\text{ар}} = \frac{1 - \bar{X}}{\frac{1}{\rho_{\text{CCl}_4}} + \frac{1}{\rho_{\text{тола}}}} = \frac{1 + 0,853}{\frac{1}{1630} + \frac{1}{870}} = 1160 \text{ кг/м}^3$$

Толуолнинг ҳажмий массавий концентрацияси қуйидагига тенг бўлади:

$$\bar{C} = \rho \cdot \bar{x} = 1160 \cdot 0,461 = 535 \text{ кг/м}^3$$

6-2. 1000 м³/соат миқдордаги газ аралашмасидан бутан ва пропани тўлиқ ажратиб олиш учун моль массаси 224 кг/кмоль суюқ ютувчининг назарий минимал сарфи аниқлансин. Газ аралашмаси таркибида 15% (ҳажмий) пропан ва 10% (ҳажмий) бутан бор. Абсорбер ичидаги босим 3 кгк/см², температура эса 30°C. Пропан ва бутанинг ютувчида эриши Рауль қонуни

Ечиш:
 Скруббердан оқиб чиқаётган ютувчи таркибидаги пропаннинг
 максимал концентрацияси (6.5) формулада топилади:

$$y_p^* = \frac{P}{P_p} \cdot y_p = \frac{294}{981} \cdot 0,15 = 0,045$$

бу ерда $p_p = 981 \text{ kPa}$ (10 кгк/см^2) — 30°C температурадаги
 пропаннинг туйинган буғи босими.

Газ аралашмадан ютилиши кера бўлган пропан миқдори уш-
 бу тенгламадан аниқланади:

$$G_p = \frac{V \cdot y_p}{22,4} = \frac{1000 \cdot 0,15}{22,4} = 6,7 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Пропанни ютиш учун ютувчининг минимал сарфи ушбу тен-
 ламадан топилади:

$$\frac{L_{\text{min}} \cdot x_p^*}{1 - x_p^*} = G_p$$

Ундан

$$L_{\text{min}} = \frac{G_p \cdot (1 - x_p^*)}{x_p^*} = \frac{6,7 \cdot 0,955}{0,045} = 142 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

ёки $142 \cdot 224 = 31800 \text{ кг/соат}$

Скруббернинг пастки қисми дан оқиб чиқаётган ютувчи тарки-
 бидаги энг кўп бўлиши мумкин бўлган бутан концентрацияси
 куй тағича ҳисобланади:

$$x_b^* = \frac{P}{P_b} \cdot y_b = \frac{294}{265} \cdot 0,10 = 0,11$$

бу ерда $p_6 = 265 \text{ кПа}$ - 30°C температурадаги бутаннинг қўйилган буғи босими.

Ютилаётган бутан миқдори

$$G_6 = \frac{V \cdot \rho_6}{22,4} = \frac{1000 \cdot 0,10}{22,4} = 4,47 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Бутанни ютиш учун ютувчининг минимал сарфи ушбу тенгламадан топилади:

$$L_{\min} = \frac{G_6 \cdot (1 - x_6^*)}{x_6^*} = \frac{4,47 \cdot 0,09}{0,11} = 36,1 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Пропан учун	Бутан учун
$L_{\min} = 142 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$	$L_{\min} = 36,1 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$

Бутанни тўлиқ ютиши учун зарур ютувчининг минимал сарфи, пропанни ютишга керагидан анча кам бўлади.

Демак, $L_{\min} = 142 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$ миқдордаги ютувчила бутан тўлиқ ютилади.

НАСАДКАЛИ АБСОРБЕРЛАРНИ ҲИСОБЛАШ [6].

Абсорбердан газ ўтганда напорнинг йўқотилиши содир бўлади. Унинг миқдори насадканинг ҳарактерига газнинг тезлиги, намлиги зичлигига боғлиқ. Қуруқ насадкадаги напорнинг йўқотилиши ёки қуруқ насадканинг қаршилиги қуйидагича аниқланади:

$$\Delta p_k = \lambda \cdot \frac{H}{d_s} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad (6.26)$$

бу ерда H - насадка қатламнинг баландлиги, м; $d_s = 4 \cdot \varepsilon / a$

-насадка элементлари ташки қиёдан каналларнинг эквивалент диаметри, м; $w = w_0/\varepsilon$ - насадка қатламидаги газнинг ҳа ҳий тезлиги, м/с; ε - насадкалар орасидаги бўшлиқ; a - насадкаларнинг солиштирма юзаси, м²/м³; λ - ишқалиниш ва маҳаллий қаршиликларни ениш учун кетган босимнинг йўқолишини ҳисобга олувчи қаршилик коэффициенти.

Қаршилик коэффициенти λ нинг қиймати Re критерийсига боғлиқ. У насадканинг турли элементлари учун газнинг ҳаракат режимига боғлиқ бўлиб, асосан эмпирик тенгламалар билан аниқланади:

Агарда $Re < 40$, яъни ламинар режим бўлса,

$$\lambda = \frac{140}{Re} \quad (6.27)$$

Турбулент режимдаги газнинг ҳаракати учун, яъни $Re > 40$ бўлса,

$$\lambda = \frac{140}{Re^{0.2}} \quad (6.28)$$

Кологада тартибсиз жойлаштирилган халқали насадкалар учун

$$\lambda = \frac{140}{Re^{0.375}} \quad (6.29)$$

Намланган насадкалар гидравлик қаршилиги Δp_x қуруқ насадкага нисбатан катта, чунки суюқлик маълум миқдори насадканинг ҳўлланиши натижасида унинг юзасида ва унинг тор каналларида ушланиб қолади. Ҳўлланган насадканинг гидравлик қаршилиги Δp_x ушбу тахминий эмпирик формула орқали топилади:

$$\Delta p_x = 10^{bv} \cdot \Delta p_x \quad (6.30)$$

Бу ерда v - намлаш зичлиги, м³/м²; b -- насадканинг катталиги ва қамлигига қараб тажриба орқали аниқланидиган коэф-

фидиентг.

Намланган тўза a_n нинг ҳамма насадка элементларининг солиштирма юзасининг a га нисбети насадканинг намлаш коэффициентиги ψ ни Беради:

$$\psi = \frac{a_n}{a} \quad (6.31)$$

Насадканинг намлониш коэффициентини қуйидаги тенглама билан аниқлашни ҳам мумкин:

$$\psi = 1 - \Phi \cdot e^{-m} \quad (6.32)$$

Даража кўрсаткичи m нинг қиймати:

$$m = c \cdot \text{Re}_c^n = c \cdot \left(\frac{4 \cdot u \cdot \rho}{a \cdot \mu} \right) \quad (6.33)$$

Насадканинг турига қараб A ; c , ва n ларнинг миқдори махсус адабиётлардан топилади. Масалан, Рашид аҳлиқаси учун $A = 1,02$; $c = 0,16$; $n = 0,4$ [7].

Абсорбернинг диаметри қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$d = \frac{L_0}{0,785 \cdot L^2} \quad (6.34)$$

бу ерда L - абсорбердаги ҳажмий сарф, м³/с.

Абсорбернинг тўғриш бала длиги насадкаларнинг ҳажмига қараб аниқланади. Насадканинг ҳажми эса, ўз навбатида худди шу насадка учун унинг молда ўтказиш юзасига боғлиқ. Бу ҳолда насадканинг ҳажми:

$$V_{нас} = H \cdot S = \frac{F}{a \cdot \psi} \quad (6.35)$$

бу ерда S - колоннанинг қўндаланг кесим юзаси м²;
Молда ўтказиш юзаси эса, молда ўтказишнинг асосий тенгла-

масидан аниқланади F нинг қийматини (6.35) тенгламага қўйиб, абсорбернинг баландлигини аниқлаш мумкин.

$$H = \frac{V_{\text{нас}}}{S} = \frac{F}{S \cdot a \cdot \psi} = \frac{\Lambda_1}{S \cdot a \cdot \psi \cdot K_y \cdot \Delta y_{\text{ср}}} \quad (6.36)$$

Модда ўтказиш коэффициентлари K_x , K_y ларни ҳисоблашда, газ фазасидаги модда бериш коэффициенти β_2 тартибсиз ўрнатилган насадкалар учун қуйидаги критериял тенгламалардан аниқланади:

$$Nu'_2 = C_1 \cdot 10^7 \cdot \Gamma \cdot \epsilon_2^{0,665} \cdot (Pr')^{0,33} \quad (6.36)$$

Газ фазаси учун баландлик бирлигидан ўтаётган газ фазасидаги ўтказиш коэффициентнинг баландлиги қуйидагича:

$$h_2 = 0,615 \cdot a_3 \cdot Re_2^{0,345} \cdot (Pr')^{0,66} \quad (6.37)$$

Тартибли жойлаштирилган насадкалар учун:

$$Nu'_2 = 0,167407 \cdot Re_2^{0,74} \cdot (Pr')^{0,33} \cdot \left(\frac{l}{d_3}\right)^{0,47} \quad (6.38)$$

ёки

$$h_2 = 1,5 \cdot d_3 \cdot Re_2^{0,26} \cdot (Pr')^{0,67} \cdot \left(\frac{l}{a_3}\right)^{0,47} \quad (6.39)$$

бу ерда l - насадканинг баландлиги.

(6.36), (6.39) тенгламаларда топилган $Nu_2 = \beta_2 \cdot d_3 \cdot D$ ва $Re_2 = w_0 \cdot d_3 \cdot \rho_2 / \epsilon \cdot \mu_2$ критерийларда аниқловчи геометрия катталиқ сифатида насадканинг эквивалент диаметри олинади ($d_3 = 4 \cdot \epsilon / a$). Халқасимон насадкалар учун суюқлик фазасидаги модда бериш коэффициентларининг бирлик юзасига бўлган нисбати қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$Nu'_c = 0,0021 \cdot Re_c^{0,75} \cdot (Pr')^{0,5} \quad (6.40)$$

бу ерда

$$Nu_c = \frac{f_c \cdot \delta_k}{D_c}$$

бу ерда Nu_c - Нуссельт критериси ҳосил бўлган юққа қатлам қалинлиги учун ҳисобланган.

Сууюқ фазадаги ўтказиш сонининг баландлиги эса:

$$h_s = 119 \cdot c_k \cdot Re_c^{0,25} \cdot (Pr'_c)^{0,5} \quad (6.41)$$

К О Н Т Р О Л М А С А Л А Л А Р

6.1. Ўзаро ҳажмлари тенг бўлган бензол ва нитробензол сууюқликлари аралаштирилган. Аралашманинг ҳажми ташкил этувчи компонентлар ҳажмлари йиғиндисига тенг деб олиб, аралашманинг зичлигини, нитробензолнинг \bar{X} солиштирма массавий концентрациясини ва унинг ҳажмий моляр концен. лациясини C_x ни аниқланг.

6.2. Сууюқ аралашманинг таркиби куйидагилардан иборат: 20% хлороформ, 40% ацетон ва 40% олтингугурт углерод. Ҳоизлар молекуляр ҳолатда ҳисобланган. Компонентларни бири-бирига аралаштириш натижасида ҳажмлари ўзгармайди деб ҳисоблаб, аралашманинг зичлиги ни ҳисоблаб топинг.

6.3. Ҳаво этил спиртининг буғи билан тўйинтирилган. Бу ҳаво-буғ аралашмасининг умумий босими 600 мм.с.м.уст., температураси 60°C. Иккала ташкил этувчилар идеал газ деб ҳисобланиб, аралашмадаги этил спиртининг нисбий массавий концентрацияси Y ва аралашма зичлигини аниқланг.

6.4. Таркибида 26% водород 60% метан ва 14% этилен газлари бўлган аралашма босими $P_{абс} = 30$ кг/см² ва температураси 20°C (% моляр ҳолатда ҳисобланган). Аралашма газларини идеал ҳисоблаб, уларнинг ҳажмий массавий концентрацияларини C_y (кг/м³) аниқланг.

6.5. Атмосфера босими остида бинар аралашма буғлари таркибида 50% хлороформ ва 50% бензол бўлган, таркибида 44% хлороформ ва 56% (% моляр ҳолатда ҳисобланган) бензоли

бўлган суюқлик билан тўқнашмоқ а.

а) Хлороформ ва Бензол қайси аралашмадан қайсинисида томон ҳаракат қилишини;

б) Буг ва суюқлик фазалари бўйича бугнинг суюқликка кичиришида модда ўтказиш жараёнини ҳаракатга келтирувчи кўрсаткич (моляр улушда) аниқланг.

Мувозанат таркиби бўйича маълумотлар 62 - жадвалда берилган.

6.6. CCl_4 бу модда билан абсолют (симн) 10 кг/см^2 гача с қилиб, тропали солутичда сув билан совутилмоқда. 40°C да CCl_4 нинг конденсацияланиши бошланади.

а) Бошланғич аралашмада CCl_4 нинг массавий фазини аниқланг.

б) 27°C гача совутилгандан сўнг газ аралашмасидан ажратиш кўрсаткич аниқланг.

CCl_4 нинг тўйинган буғи босими И7 ёки И8 - расмларда олинади.

6.7. Таркибида 0,8% (% хажмий) октан бўлган газ аралашма компрессор ёрдамида $p_{\text{абс}} = 5 \text{ кг/см}^2$ гача сиқилиб, сўнг эса 25°C гача совутилмоқда. Окτανнинг ажратиш кўрсаткич аниқланг. Агар сиқилган газ аралашма совутувчи агент ёрдамида 0°C гача температураси пасайтирилса, унинг ажратиш кўрсаткичи қанчага ўзгаради? Окτανнинг тўйинган буғининг босими И7 расм, 31 нуқтадан аниқланади.

6.8. а) Температураси 100°C бўлганда бензол буғининг толуол буғидаги; б) Температура 92°C бўлганда этил спирт буғининг сув буғидаги молекуллар диффузия коэффициентларини атмосфера босимига тегишли босим учун аниқланг.

6.9. Агарда, абсорберда сув пуркалиб берилётган пайтдаги $\beta_y = 2,76 \cdot 10^{-3}$ кмоль/(м² соат·кПа) ва $\beta_x = 1,17 \cdot 10^{-4}$ м²/с бўлса, модда ўтказиш коэффициентини аниқланг. Қурилмадаги босим $p_{\text{абс}} = 1,67 \text{ кг/с}^2$ га тенг. Мувозанат чиқиқ тенгламаси моль улушда бўлиб, қўйидаги кўринишга эга $y^* = 102 \cdot x$.

6.10. Температураси 20°C бўлган углевод диоксиди абсорберда сувда ютиляётган пайтда, суюқ фазадаги модда бериш коэффициентини ҳисоблаб топинг. Суюқлик пуркаш силлиги $60 \text{ м}^3/\text{соат}$. Қурамик халқалар ўлчами $35 \times 35 \times 4 \text{ мм}$ бўлиб, улар қурилмага тартибсиз жўланган. Насадканиннг ҳўлланиш коэффициени $\psi = 0,86$.

КОНТРОЛ ТОПШИРИК №13

Температура t бўлганда, A модданинг суздаги диффузия коэффициентини ҳисоблаб топилсин.

Пара-метр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
t	°C	4	20	30	50	15	60	25	35	45	55

Пара-метр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A		NO	SO	H ₂ S	CO ₂	COS	NH ₃	NO ₂	Br ₂	CO	Cl ₂

КОНТРОЛ ТОПШИРИК №14

Абсолют босим P остида ишлаётган модда алмашишни қурilmаси қуйидаги модда бериш коэфф. шитларига эга:

$V = 1,1$ кмоль/м²·соат; $C = 25$ кмоль/м²·сс.т.

Газ ва суюқлик фазаларининг мувозанат таркиби Генри қонуни билан ифодаланган $p_0 = 0,08 \cdot 10^6$ х.

Юқоридаги маълумотларга таяниб, қуйидаги параметрлар ҳисоблансин.

- 1) K_v ва K_c модда ўтказиш коэфф. шитлари;
- 2) суюқ фазанинг диффузион қаршилиги, газ фазанинг диффузион қаршилигидан неча марта фарқ қилиши.

Пара-метр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P	кгк/см ²	2,5	3,1	3,5	5,0	1,5	2,8	4,0	4,5	6,0	1,5
V	кмоль/м ² ·соат	1,1	1,5	1,5	1,2	1,6	1,3	1,9	1,7	2,0	2,5
C	кмоль/м ² ·соат	25	20	35	30	40	35	50	45	80	100

СҮЮҚЛИКЛАРНИ ҲАЙДАНИ

Ҳисоблаш формулалар ва асосий боғлиқликлар

1. Оддий ҳайдаш тенгламаси:

$$\ln \frac{F \cdot x_p}{W \cdot x_w} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{y^x - x} \quad (7.1)$$

бу ерда F - ҳайдалган аралашманинг бошланғич миқдори; W - ҳайлаш жараёнидан сўнг кубда қолган суюқлик миқдори, y ва x - буг ва суюқликдаги енгил учувчи компонентнинг мувозанат концентрациялари; x_p - бошланғич аралашмадаги енгил учувчи компонент миқдори; x_w - ҳайдаш жараёнидан сўнг ҳосил бўлган қолдиқда енгил учувчи компонент миқдори.

Ҳайдалган суюқликнинг ўрта таркиби қуйидаги формула орқали топилади:

$$x_d = \frac{F \cdot x_p - W \cdot x_w}{F - W} \quad (7.2)$$

2. Сувда эримай қолган суюқликларни буг ёрдамида ҳайдаш пайтидаги бугнинг сарфи ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$G_B = G \frac{M_B \cdot (p - p^*)}{M \cdot P \cdot \varphi} \quad (7.3)$$

бу ерда G_B - ҳайдалган суюқлик билан кетаётган сув буги миқдори, кг; G - ҳайдалаётган суюқлик миқдори, кг; M ва M_B - сув ва ҳайдалган аралашманинг моль массаси; P - ҳайдаш температурасидаги ҳайдалаётган суюқлик тўйинган бугининг босими; p - аралашма буғларининг умумий босими; φ - 0,7-0,8.

Икки компонентли A ва B фазаларнинг таркиби моль фозенти ($\%$ мол.) ва чуштарча:

$$x_{\text{мол}} = \frac{\text{кмоль } A}{\text{кмоль } (A + B)} \cdot 100 \quad (7.4)$$

масъавий фоз (% мас) ва улушларда:

$$x_{\text{мас}} = \frac{\kappa\text{г } A}{\kappa\text{г } (A + B)} \cdot 100 \quad (7.5)$$

ҳажмий фоз (% ҳажм) ва улушларда:

$$x_{\text{ҳажм}} = \frac{M^3 \cdot A}{M^3 \cdot (A + B)} \cdot 100 \quad (7.6)$$

ифодалянини мумкин. Бу ерда x — суюқ фазадаги енгил учувчан A компонентнинг концентрацияси.

Концентрациялар ўргасидаги нисбатлар қуйидаги кўринишда бўлади:

$$x_{\text{ҳажм}} = \frac{x_{\text{ҳажм}} \cdot \rho_D}{\rho_{\text{ҳажм}}} \quad (7.7)$$

$$x_{\text{ҳажм}} = \frac{x_{\text{мас}} \cdot \rho_{A\text{ҳажм}}}{\rho_A} \quad (7.8)$$

бу ерда - 20°C температурада тоза компонент A нинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$ (24-жадвалдан топилади); $\rho_{A\text{ҳажм}}$ - 20°C ҳажмий концентрацияда A компонентнинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$ (23-жадвалдан аниқланади).

$$x_{\text{мас}} = \frac{\frac{x_A}{M_A} \cdot 100}{\frac{x_{\text{мас}}}{M_A} + \frac{100 - x_{\text{мас}}}{M_B}} \quad (7.9)$$

$$x_{\text{мас}} = \frac{x_{\text{ҳажм}} \cdot M_A \cdot 100}{x_{\text{ҳажм}} \cdot M_A + (100 - x_{\text{ҳажм}}) \cdot M_B} \quad (7.10)$$

M_A ва M_B - A ва B тоза компонентларнинг мол масса-си, $\text{г}/\text{кмоль}$ (20-жадвалдан олинади).

Сув спирт аралашмаси учун массавий фойздан моль фойзга ўтиш ушбу формула ёрдамида амалга оширилиши мумкин:

$$x_{\text{гал}} = \frac{x_{\text{мас}}}{256 - 1,58 \cdot x_{\text{мас}}} \quad (7.11)$$

Бинар аралашмалар моль массаси (кг/кмоль) кўидаги формуладан топилади:

$$M = \frac{100}{\frac{x_{\text{мас}}}{M_A} + \frac{100 - x_{\text{мас}}}{M_B}} \quad (7.12)$$

3. Узлуксиз ишлайдиган ректификация колоннасининг моддий баланс тенгламаси кўидаги кўринишга эга:

$$G_{\text{бош}} = G_D + G_K \quad (7.13)$$

$$G_{\text{бош}} \cdot x_{\text{бош}} = G_D x_D + G_K x_K \quad (7.14)$$

бу ерда $G_{\text{бош}}$, G_D , G_K - аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларининг массавий ёки моль сарфи; $x_{\text{бош}}$, x_D , x_K - аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларида энгил учувчан компонентнинг массавий ёки моль миқдори.

4. Иш чизиқ тенгламалари:

а) Колоннанинг юқориги буг таркибини оширувчи қисми учун иш чизиғи кўидагича аниқланади.

$$Y = \frac{R_{\phi}}{R_{\phi} + 1} \cdot x + \frac{R_{\phi}}{R_{\phi} + 1} \quad (7.15)$$

б) колоннанинг энг пастки қисми учун иш чизиғи тенгламаси ушбу кўринишга эга:

$$Y = \frac{R + F}{R + 1} \cdot x - \frac{F - 1}{R + 1} \cdot x_y \quad (7.16)$$

Ректификацион колонналарда, назарий таҳлиллар асосида,

унинг бутун баландлиги бўйича суюқлик ва буғнинг моль сарфлаг : ўзгармас деб : бўл қилинади.

Агарда, нисбий моль сарфлар қўлланилса, (7.13) ва (7.14) тенгламадан қуйидаги кўринишга эга бўлади.

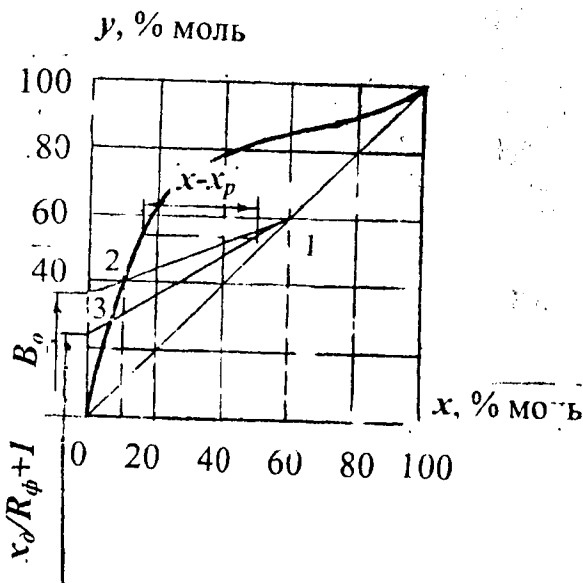
$$F = 1 + W \quad (7.17)$$

$$F \cdot x_F = x_D + W \cdot x_W \quad (7.18)$$

бу ерда

$$W = \frac{C_W}{C_D} = \frac{x_D - x_W}{x_F - x_W}$$

5. Мувозанат эгри чизигиде синиш нуқталари бўлмаганда, узлуксиз ишлайдиган ректификацион колоннанинг минимал флегма сони R_{\min} қуйидаги тенгламадан топилади. (7.1-расм):



7.1-расм. Минимал ва оптимал флегма сонини аниқловчи $x - y$ диаграмма

$$R_{\min} = \frac{x_D^x - y_p^x}{y_p^x - x_p} \quad (7.19)$$

бу ерда x_D - енгил учувчан компонентнинг дистиллятдаги моль улуши, x_F - худди шу, фақат колоннанинг бошланғич суюқлигида; y_F - худди шу, фақат бошланғич суюқликнинг мувозанат буғида.

Минимал флегма сони:

$$R_{\min} = \frac{x_D - B_0}{B_0} \quad (7.19a)$$

формула ёрдамида ҳам ҳисобласа бўлади. B_0 - 7.1 - расмдан, мувозанат чизигининг ордината ўқидаги кесмасининг қиймати.

Ҳақиқий флегма сони тахминий усул билан ушбу тенгликдан топилади яъни,

$$R = \varphi \cdot R_{\min} \quad (7.20)$$

бу ерда $\varphi > 1$ - флегманинг кўпроқ олинishiни ҳисобга олувчи коэффициент, одатда $\varphi = 1,04-1,05$.

Ректификацион колонналарни ҳисоблашда флегманинг ҳақиқий сони қандаги формула ёрдамида аниқланади:

6. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колонна учун қуйидаги иссиқлик балансини тузиш мумкин:

$$Q_K + G_F \cdot i_F = Q_D + G_D \cdot i_D + G_W \cdot i_W + Q_{\text{ўук}} \quad (7.21)$$

бу ерда Q_K - қайнаётган суюқликка иситувчи буғдан ўтаётган иссиқлик миқдори, Вт; Q_D - дефлегматорда конденсацияланётган буғлардан совитувчи сув ёрдамида олинаётган иссиқлик миқдори, Вт; $Q_{\text{ўук}}$ - атроф муҳитга иссиқликнинг йўқотилиши, Вт; i_F , i_D , i_W - бошланғич суюқлик, дистиллят ва куб қолдиги энтальпиялари.

Олинган (7.21) тенгламадан Q_K ни топиш мумкин:

$$Q_K = Q_D + G_D \cdot i_D + G_W \cdot i_W + G_F \cdot i_F + Q_{\text{ўук}} \quad (7.22)$$

бу ерда c_d , c_F , c_W ўртача солиштирма сифимлар, Ж/(кг·К); t_d , t_F , t_W - тегишли температуралар, °С.

Дефлегматорда совитувчи сувга ўтган иссиқлик сарфи ушбу формулада ҳисобланади:

$$Q_d = J_d \cdot (1 + R) \cdot r_d \quad (7.23)$$

R - флегма сони; r_d - дефлегматорда буларнинг конденсациялаш солиштирма иссиқлиги, Ж/кг.

7. Тарелкали ректификацион колоннанинг диаметри қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}} \quad (7.24)$$

бу ерда V - колоннадан ўтган буғ сарфи, м/с; w - буғ тезлиги, м/с.

Қўп қўлланиладиган буғнинг тезлиги эса, ушбу формуладан топилади:

$$w = C \cdot \sqrt{\frac{p_c - p_b}{p_b}} \quad (7.25)$$

агарда $p_c \gg p_b$ бўлса,

$$w = C \cdot \sqrt{\frac{p_c}{p_b}} \quad (7.26)$$

8. Ректификацион колонна баландлиги қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$H_T = (n - 1) \cdot h \quad (7.27)$$

n - тарелкалар сони, h - тарелкалар орасидаги масофа.

Тахминий ҳисоблар учун тарелкалар сонини уларнинг ўртача ф.и.к. орқали аниқлаш мумкин:

$$n = \frac{n_T}{\eta}$$

n_T - тарелкаларнинг назарий сони.

МИСОҚЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

7-1. Бензол 40% (моль) ва толуолдан 60% (моль) ташкил топган 60°C ли суюқ аралашма учун буғ фазасининг мувозанат таркиби ҳисоблансин. Аралашма Рауль қонун. билан характерланган. Атмосфера босими 760 мм.с.м.у.ст. ва температура 90°C да қайғ йидиган, бензол ва толуолнинг суюқ аралашмасининг таркиби аниқлансин.

Е ч и ш :

И8-расмдан 60°C учун бензол ва толуолнинг тўйинган буғларининг босимини топамиз: бензол учун - $P_6 = 385$ мм.с.м.у.ст. ва толуол учун - $P_T = 140$ мм.с.м.у.ст.

Бензол ва толуол учун парциал босимлар ушбу формуладан аниқланади:

$$P_6 = P_6 \cdot x_6 = 385 \cdot 0,4 = 154 \text{ мм.с.м.у.ст.}$$

$$P_T = P_T \cdot x_T = P_T \cdot (1 - x_6) = 140 \cdot (1 - 0,4) = 84 \text{ мм.с.м.у.ст.}$$

Умумий босим эса,

$$P = p_6 + p_T = 154 + 84 = 238 \text{ мм.с.м.у.ст.}$$

Буғ фазасининг таркиби ушбу тенглама орқали аниқланади:

$$y_6 = p_6 / P = 154/238 = 0,648$$

Демак, мувозанатдаги буг таркибиде 64,8% (моль) бензол ва 35,2% (моль) толуол бор.

Атмосфера босими 760 мм.сим.уст. ва температура 90° С да қайнайдиган, бензол ва толуолнинг сууқ аралашмасининг таркиби аниқлаш учун ушбу те гламани ёзамиз:

$$P = P_6 \cdot x_6 + P_T \cdot x_T$$

ёки

$$760 = 1013 \cdot x_6 + 40 \cdot (1 - x_6)$$

ундан $x_6 = 58,3 \%$; $x_T = 41,7 \%$

Бу ерда: 1013 ва 408 (мм.сим.уст.) - тоза бензол ва толуолнинг 90°С даги тўйинган буғларининг босими.

7-2. Аралашма Раул қонуни билан характерланади. Атмосфера босимида бензол-толуол аралашмаси учун $t - x$, y ва y^* $- x$ координатларида мувозанат диаграммасини қуринг ва фазаларнинг мувозанат таркибини ҳисобланг.

Е ч и ш :

Фазаларнинг мувозанат таркиби қуйидагича аниқланади:

$$p_6 = P_6 \cdot x; \quad p_T = P_T \cdot (1 - x)$$

Дальтон қонунига биноан

$$P = p_6 + p_T = P_6 \cdot x + P_T \cdot (1 - x)$$

Бундан

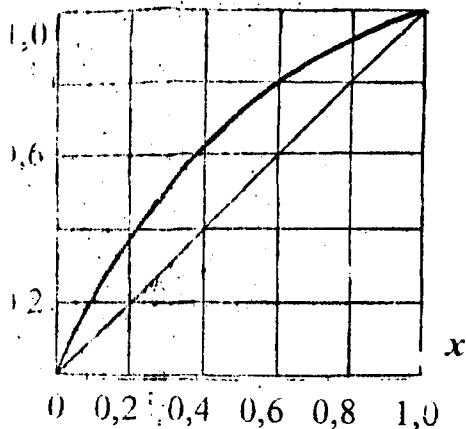
$$x = \frac{P - P_T}{P_6 - P_T}$$

(6.5) формулага биноан

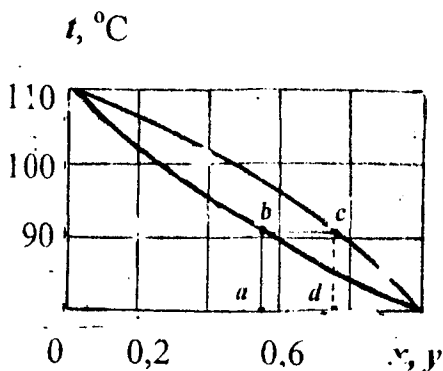
$$y^* = \frac{P_6}{\Pi} \cdot x$$

Олинган нагизжалар 7.1 - жадвалда келтирилган ва 7.2, 7.3 расмларда график ҳолида таъвирланган.

t, °C	P _с мм. симоб устуни	P _т мм. симоб устуни	Π мм. симоб устуни	$x = \frac{\Pi - P_T}{P_6 - P_T}$	$y^* = \frac{P_6}{\Pi} \cdot x$
80	760	300,0	780	1	1
84	852	333,0	760	$\frac{760 - 333}{852 - 333} = 0,823$	$\frac{852}{760} \cdot 0,823 = 0,922$
88	957	379,5	760	$\frac{760 - 379,5}{957 - 379,5} = 0,659$	$\frac{957}{760} \cdot 0,659 = 0,830$
92	1078	432,0	760	$\frac{760 - 432}{1078 - 432} = 0,508$	$\frac{1078}{760} \cdot 0,508 = 0,720$
96	1204	492,5	760	$\frac{760 - 492,5}{1204 - 492,5} = 0,376$	$\frac{1204}{760} \cdot 0,376 = 0,596$
100	1344	559,0	760	$\frac{760 - 559}{1344 - 559} = 0,256$	$\frac{1344}{760} \cdot 0,256 = 0,453$
104	1495	625,5	760	$\frac{760 - 625,5}{1495 - 625,5} = 0,155$	$\frac{1495}{760} \cdot 0,155 = 0,304$
108	1659	704,5	760	$\frac{760 - 704,5}{1659 - 704,5} = 0,058$	$\frac{1659}{760} \cdot 0,058 = 0,128$
110	1748	760,0	780	0	0



7.2-расм. у - x диаграмма.



7.3-расм. t - x, y диаграмма.
(7.15 - масалага ҳам оид.)

7-3. Конденсатордан чиқётган дистиллят концентрацияси $x_d = 71,2\%$ (ҳажмий), флегма сони $R_{\min} = 1,9$ бўлса, дефлегматорга киритилган буғ концентрацияси ва флегмадаги этил спирт концентрацияси аниқлансин.

Ҳал:

Ҳисоблаш кетма-кетлиги қуйидагича бўлади:

1. (7.7) ва (7.8) формулалар орқали % (ҳажмий) концентрацияси, % (мас) ва % (моль) ларга қайта ҳисобланади.

$$x_d = 71,2\% \text{ (ҳажмий)} = 63,5\% \text{ (мас)} = 40,8\% \text{ (моль)}$$

2. 27-жадвал маълумотлари асосида t - x, y диаграмма тузилади (7.3-расм). Ушбу диаграммадан, дистиллят концентрацияси $x_d = 40,8\%$ (моль) учун флегма концентрацияси $x_f = 8,0\%$ (моль) топамиз.

3. $a + b = (40,8 - 8,0) = 32,8\%$ (моль) кесманинг қиймати топилади.

Флегма сони.

$$R_f = 1,9 = a/b \text{ да}$$

$$a/1,9 + a = 32,8 \%$$

Демак, $a = 21,5 \%$

4. Кесма a нинг 1,9 ити нуқта 1 нинг ўрнини аниқлашга ёрдам беради ва унга қараб бугнинг концентрацияси $y_6 = 19,6 \%$ (моль) ёки $38,2 \%$ (мас) топилади.

7-4. Аввалги, 7-3 масаланинг берилган шароитлари бўйича, конденсатордан чиқаётган дистиллят миқдори $G_d = 155$ кг/соат бўлса, флегма миқдори G_f аниқлансин.

Е ч и ш :

1. (7.12) формула ёрдамида буг ва дистиллятнинг моль массаси ҳисобланади:

$$M_d = \frac{100}{63,8 / 46,07 + (100 - 53,8) / 18,02} = 29,2 \text{ кг / кмоль}$$

$$M_6 = \frac{100}{38,2 / 46,07 + (100 - 38,2) / 18,02} = 23,5 \text{ кг / кмоль}$$

2. Куйидаги формула орқали эса дефлегмагорга кираётган бугнинг миқдори аниқланади:

$$G_6 = 155 \cdot (1,9 + 1) / 23,5 = 19,12 \text{ кмоль/соат}$$

3. $M_d = 29,2$ кг/кмоль эканлигини ҳисобга олиб, дистиллят миқдорини кг/соат дан кмоль/соат бирлигига ўтказамиз.

$$G_d = \frac{155}{29,2} = 5,31 \text{ кмоль / соат}$$

4. Дефлегматорнинг моддий балансиан, флегма миқдорини аниқлаймиз:

$$G_n = 19,12 - 5,31 = 13,89 \text{ кмоль/ват}$$

5. (7.12) формула ёрламида, $x_f = 8,0\%$ (моль) = $18,2\%$ (мг) бўлганда, флегманинг моль массаси ҳисоблаб топилади:

$$M_d = \frac{100}{13,2 / 46,07 + (100 - 18,2) / 18,02} = 20,3 \text{ кг / кмоль}$$

Бўлса, флегманинг миқдори қуйи ағига тенг бўлади:

$$13,89 \cdot 20,3 = 281,9 \text{ кг/соат}$$

ТАРЕЛКАЛИ РЕКТИФИКАЦИОН КОЛОННАНИ ҲИСОБЛАШ ПАРАМЕТРАСИ

Унумдорлиги $\eta_d = 155$ кг/соат спирт ишлаб чиқарадиган брагоректификацион колоннани ҳисобланг (7.4 - расм).

Ҳисоблаш учун маълумотлар:

- бошланғич аралашма таркибида спирт миқдори $x_{\text{бош}} = 10\%$ (ҳажмий), куб қолдиғи - $x_k = 0,0064\%$ (ҳажм), дистиллят эса - $x_d = 69,3\%$ (ҳажм);

- флегманинг кўпроқ олинishiни ҳисобга олганда коэффициент $\beta = 3,1$;

- колонна $p = 0,22$ МПа босимда буг билан иситилмоқда;

- колоннанинг юқори қисмидаги ишчи босим $p = 0,12$ МПа;

- аралашма тарелкага $t_{\text{бош}} = 85^\circ\text{C}$ да киритилмоқда;

- колонналаги тарелкалар орасидаги масофа $h = 250$ мм.

Колоннанинг диаметри, баландлиги, тарелкалар сони ва иситувчи буг сарфи ҳисоблаб топилсин.

Ечиш:

Ҳисоблаш ушбу кетма - кетликда олиб борилади.

Бошлан. ич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларнинг концентрациялари ҳажмий фоиздан (ҳажм), массавий фоизга (масс) (7.7) формула ёрдамида, сўнгра э.з (7.9) формула ёрдамида массавий фоиздан (масс) ҳажмий фоизга (ҳажм) қайта ҳисобланади:

Натижада бошланғич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларининг концентрациялари туйида сон қийматларига эга бўлади:

$$x_{\text{бош}} = 10 \% \text{ ҳажм} = 8,01 \% \text{ масс} = 3,34 \% \text{ моль.}$$

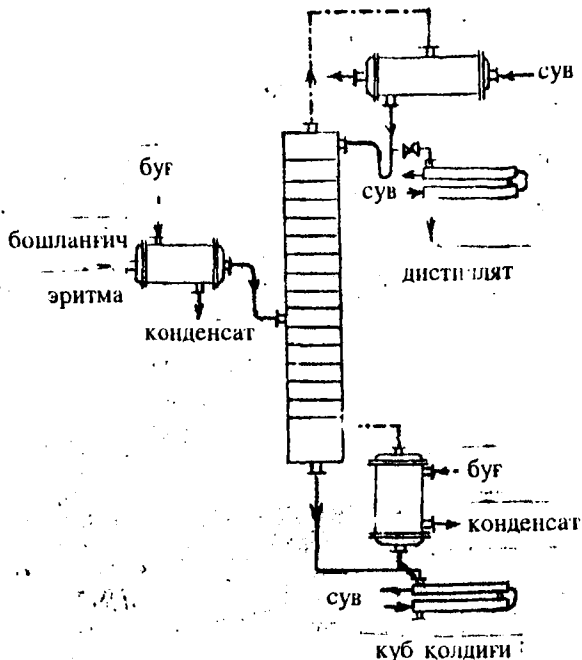
$$x_{\text{бош}} = 69,3 \% \text{ ҳажм} = 61,6 \% \text{ масс} = 38,5 \% \text{ моль.}$$

$$x_{\text{к}} = 0,0064 \% \text{ ҳажм} = 0,005 \% \text{ масс} = 0,002 \% \text{ моль.}$$

2. (7.19а) формула ёрдамида минимал флегма сони аниқланади.

2.1. 27 - жадвалдаги маълумотлар асосида $x - y$ мувозанат чизиғи кўрилади (7.5-рasm).

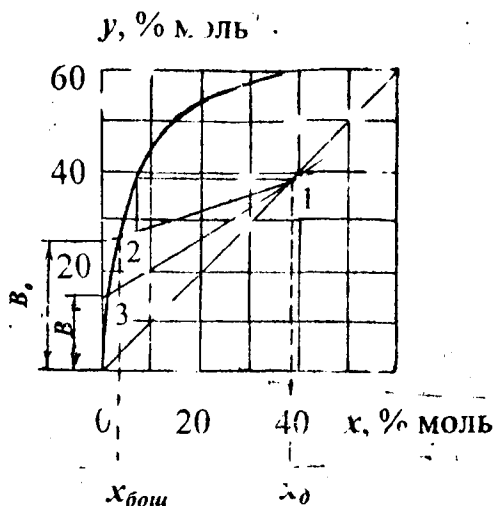
2.2. Абсцисса ўқидаги $x_r = 38,5$ мольга тааллуқли нуқтадан диагонал чизиғи билан нуқтада қесишгунча вертикал чизиқ ўтказилади.



7.4-рasm. Ректификация қурилмасининг схемаси

2.3. Абсцисса ўқидаги $x_{сбш} = 3,34$ моль га тааллуқли нуқтадан мувознат чизиғи билан нуқта 2 да кесишгунча вертикал чизиқ ўтказилади.

2.4. Нуқталар 1 ва 2 ўзаро бирлаштирилади ва ордината ўқи билан кесишгунча давом эттирилади ва $V_0 = 26,5$ моль қиймат топилади.



7.5-расм. Сув-спирт аралашмасининг минимал флегма ва қолсанинг теңори қисмидаги назарий тарелкалар сонларини аниқлаш учун x - y диаграмми

Минимал флегма сонининг қиймати

$$R_{\min} = \frac{38,5 - 26,5}{26,5} = 0,453$$

ушбу йўл билан ҳисобланади.

3. Ҳақиқий флегма сони (7.20) формуладан топилади:

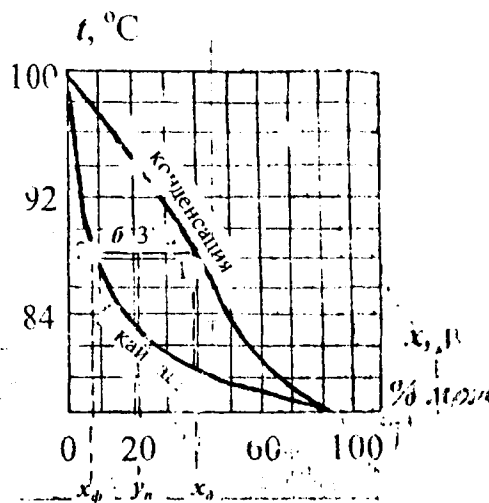
$$R_{\phi} = 0,453 \cdot 3,1 = 1,4$$

4. 27 - жағрадаги маълумотлар асосида диафрагма қўрилади ва кейинги ҳисобларда зарур флегма таркиби, дефлегматорга бериладиган буг таркиби ва температуралар аниқланади (7.6-расм).

4.1. Дистиллятнинг концентрацияси $x_d = 38,5\%$ мольга қараб флегма таркиби $x_f = 6,8\%$ моль = $15,9\%$ масс, ҳамда бугнинг конденсациялаш шининг бошланғи температураси $t_k = 88,5^\circ\text{C}$ белгилаб олинди.

4.2. Кесмалар нисбати $a/b = R_f = 1,4$ га қараб нуқта 3 топилади. Бу нуқта, дефлегматорга кираётган буг концентрациясини характерлади: $y_6 = 21\%$ моль = $46,3\%$ масс.

5. Колоннадан дефлегматорга кираётган буг миқдори ушбу тенгиқдан аниқланади:



7.6-расм. Сув-спирт аралашмаси бугнинг конденсацияси ва флегма сонини аниқлаш учун $t-x, y$ диаграммаси

$$G_6 = \frac{G_6 \cdot (R_f + 1)}{M_6} = \frac{155 \cdot (1,4 + 1)}{23,8} = 12,9 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

ёки

$$G_6 = 12,9 \cdot 23,9 = 308,3 \text{ кг/соат}$$

Дистиллят M нинг моль массаси (7.12) формула орқали аниқланади:

$$M_7 = \frac{100}{\frac{61,6}{47,07} + \frac{100 - 61,6}{18,02}} = 28,8 \text{ кг/кмоль}$$

Худди шу ўл билан бугнинг моль массаси ҳисобланади

$$M_6 = 23,9 \text{ кг/моль}$$

Дистиллят ҳосил бўлиши учун сарф бўлган буғ миқдори

$$\frac{155}{28,8} = 5,38 \text{ кмоль / соат}$$

б. Флегма миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_b = G_\psi + G_d = G_d \cdot (R_\psi + 1)$$

$$G_\psi = G_b - G_d = 12,9 - 5,3 = 7,52 \text{ кмоль/соат}$$

ёқин

$$G_\psi = 7,52 \cdot 20 = 150,4 \text{ кг/соат}$$

Флегманинг моль массаси (7.12) формуладан топилади:

$$M_\psi = \frac{100}{\frac{15,9}{46,07} + \frac{100 - 15,9}{18,02}} = 20,0 \text{ г / кмоль}$$

(7.13) ва (7.14) формулалардан фойдаланиб бошлангич ара-
лшма миқдори $G_{\text{бош}}$ ва куб қолдиги $G_{\text{ох}}$ аниқ алади:

$$\begin{cases} G_{\text{бош}} = 155 + G_k \\ \frac{G_{\text{бош}} \cdot 8,01}{100} = \frac{155 \cdot 61,6}{100} + \frac{G_k \cdot 0,005}{100} \end{cases}$$

Бу тенгламаларда

$$G_k = 1037,5 \text{ кг/соат}$$

$$G_{\text{бош}} = 1192,65 \text{ кг/соат}$$

8. Иқтидовчи буғ сарфини билиш учун колоннанинг иссиқлик
балансін тузилади.

Иссиқлик кириши:

8.1. Да глабки аралашма билан

$$Q_1 = 1192,65 \cdot 4,27 \cdot 85 = 432872,3 \text{ кЖ/соат}$$

Температураси ва концентрацияси маълум бўлган бошланғич аралашманинг солиштирма иссиқлик сифими 15 - жадвалдан топилади ($c_{\text{бош}} = 4,27 \text{ кДж/(кгК)}$).

8.2. Флегма билан

$$Q_2 = 150,4 \cdot 4,31 \cdot 88,5 = 57367,8 \text{ кЖ/соат.}$$

Флегманинг солиштирма иссиқлик сифими $c_{\text{ф}} = 4,31 \text{ кЖ/(кгК)}$ (15 - жадвалдан)

8.3. Иситги да иситувчи буғ билан

$$Q_3 = D \cdot 2711,3$$

Иситувчи буғнинг солиштирма энтальпияси унинг босимига қараб 38 - жадвалдан танланади.

Иссиқлик сарфи:

8.4. Колоннадан дефлегматорга ўтаётган буғлар билан

$$Q_4 = 308,3 \cdot 2086,8 = 643360,4 \text{ кЖ/соат}$$

Спирт буғи концентрациясига қараб 22 - жадвалдан унинг солиштирма энтальпияси топилади ва $i = 2086,8 \text{ кЖ/кг}$.

8.5. Қолдиқ билан

$$Q_5 = 1037,5 \cdot 4,27 \cdot 100,5 = 445227,5 \text{ кЖ/соат}$$

Қолдиқ га концентрацияга қараб, 15 - жадвалдан унинг солиштирма иссиқлик сифими аниқланади: $c_{\text{к}} = 4,27 \text{ кЖ/(кгК)}$.

8.6. Иситувчи буғ сарфи ушбу формуладан топилади.

$$D = \frac{643360,4 + 445227,5 - 43272,3 - 57367,8}{2711,3 - 516,25} = 272,5 \text{ кг / соат}$$

Агроф муҳитга йўқотишлар билан ($Q_{йук} = 5\%$).

$$D = 1,05 \cdot 272,5 = 286,2 \text{ кг/соат}$$

9. Истивучи буғнинг солиштирма сарфи ушбу D билан топилади.

$$d_6 = \frac{286,2 \cdot 100}{156 \cdot 61,6} = 2,99 \text{ кг / кг}$$

10. Колоннанинг тарелкалари сонини аниқлаш.

10.1. Бунинг учун 7.15 формула асосида колоннанинг юқори қисми учун ишчи чизик тенгласи ёзилади:

$$y = \frac{38,5}{1,4 + 1} + \frac{1,4}{1,4 + 1} \cdot x$$

$$y = 16 + 0,5^{\circ}4 \cdot x$$

Ушбу тенгламага биноан, 7.3 расмнинг ордината ўқига 0-3 кесмаси қўйилади ($B = 16$ моль). Сўнг нуқталар 1 ва 3 бирлаштирилади ва ҳосил бўлган 1-3 чизик колоннанинг юқори қисмининг ишчи чизигини ифодалайди. Нуқта 1 дан бошлаб, мувофиқат ва ишчи чизиклар орасидан, $x_{\text{бош}}$ гача вертикал ва горизонтал чизиклар ўтказилади. Ҳосил бўлган зиналар сон назарий тарелкалар сонини $n_n^p = 1,8$ кўрсатади.

10.2. Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар сони. Бунинг учун

$$y = \frac{G}{G_6} \cdot (x) + \left[1 - \frac{G_c}{G_6} \right] \cdot x_n$$

формула ёрдамида колоннанинг пастки қисми учун ишчи чизик тенгласи ёзилади.

Колоннадаги суюқлик оқимининг миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_c = \frac{G_{\text{бош}}}{M_{\text{бош}}} + \frac{G_{\phi}}{M_{\phi}} = \frac{1192,65}{18,96} + 7,52 = 70,41 \text{ кмоль / соат}$$

Бошланғич аралашма мол массаси (7.12) тенгламадан аниқланади:

$$I_{\text{бош}} = \frac{100}{\frac{8,01}{46,07} + \frac{100 - 8,01}{18,02}} = 18,96 \text{ кг / кмоль}$$

Колоннадаги (сув - спирт буғлари) буғ оқимининг миқдори асосида аниқлаш мумкин:

$$G_6 = \frac{G_d \cdot (R+1)}{M_6} = \frac{D}{M_c} = \frac{272,5}{18,02} = 15,1 \text{ кмоль / соат}$$

бу ерда M_{ϕ} , $M_{\text{бош}}$, M_c - флегма, бошланғич аралашма ва ўвнинг моль массалари

Унда,

$$y = \frac{70,41}{15,1} \cdot x + \left[1 - \frac{70,41}{15,1} \right] \cdot 0,002$$

ёки

$$y = 4,66 \cdot x - 0,0073$$

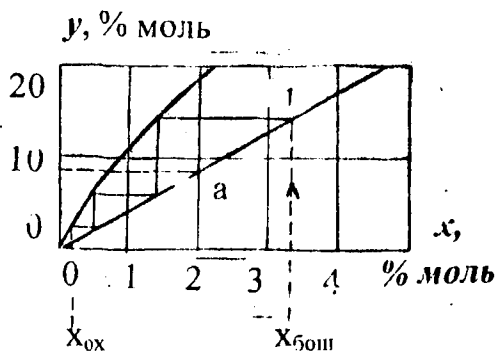
Сўнгра, мувозанат чизиғи кўриладиган (7.7 расм).

Бунинг учун қуйидагилар топилади: $x = 0$ бўлганда O нуқтада $y = -0,0073$; $x = 2$ бўлганда, a нуқтада $y = 9,3$ O ва a нуқталар бирлаштирилса, колоннанинг пастги қисми y тун ишчи чизиғи ҳосил бўлади.

Агар, нуқта 1 д... мувозанат чизиғи билан кесишгунча горизонтал ва вертикал чизиқлар ўтказсак, дистилляция жараёни учун назарий тарелкалар сони чиқади.

$$n_{\text{н}} = 2,9$$

Бошланғич аралашмани концентрациясини 0,2 % моль дан 0,002 % моль га пайсайтириш учун зарур тарелкалар сони ушбу формулада ҳисобланади:



7. -расм. Сув-спирт аралашмасы учун колоннанинг настьки қисмидаги "назар" тарелкалар сони аниқлаш учун $x - y$ диаграмма.

$$n_{n2}^n = \frac{4,34 \cdot \ln \left[1 + \frac{x_{\text{бoш}}}{x_{\text{ox}}} \cdot \left(\frac{G_6 \cdot k_u}{G_c} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{G_6 \cdot k_u}{G_c}} - 1 =$$

$$\frac{4,34 \cdot \ln \left[1 + \frac{0,2}{0,002} \cdot \left(\frac{15,1 \cdot 13}{70,41} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{15,1 \cdot 13}{70,41}} - 1 = 4,0$$

10.3. Колоннанинг умумий назарий тарелкалар сони куйида ича аниқланади:

$$n_n = n_n^o + n_{n1}^n + n_{n2}^n = 1,8 + 2,9 + 4,0 = 8,7$$

10.4. Ҳақиқий тарелкалар сонини билиш учун, 49 - жадвалдан уларнинг ф.и.к. топилади:

Колоннанинг юқори қисми, қалпоқчалар тарелкалар учун $\eta = 0,5$.

$$n_x^0 = \frac{2,9}{\eta} = \frac{2,9}{0,5} = 5,8 \approx 6 \text{ дона тарелка}$$

Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар учун $\eta = 0,5$,

$$n_x^n = \frac{2,9 + 4,0}{0,5} = 13,8 \approx 14 \text{ дона тарелка}$$

11. Колоннанинг модда алмашинуши қисмининг баландлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$h_{\text{кол}} = (n_x - 1) \cdot h = 0,25 \cdot (4 + 14 - 1) = 4,25 \text{ м}$$

12. Колонна пастки қисми диаметри (7.24) формула ёрдамида топилади.

12.1. Буғ ҳажми ушбу формулада ҳисобланади:

$$V = \frac{G_6 \cdot i_{6, \text{н}}}{p_6 \cdot i_6 \cdot 3600} = \frac{286,2 \cdot 2711,3}{3600 \cdot 0,632 \cdot 2568} = 0,14 \text{ м}^3/\text{с} = 478, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{с}$$

Бошланғич аралашма тарелкаларга кираётган пайтда $u_6 = x_{\text{бош}} = 8,0$ % масс, $p_6 = 0,632 \text{ кг/м}^3$ ва $i_6 = 2568 \text{ Дж/кг}$ параметрларга эга булган ҳол учун p_6 ва i_6 лар 22 - жадвалдан танланади.

12.2. Зарботаж чуқурлиги $z = 30 \text{ мм}$ қабул қилиб, колоннанинг бўши кундалиг w келими учун буғнинг тезлиги

$$w = \frac{0,30 \cdot h}{60 + 0,05 \cdot h} - 0,012 \cdot z$$

$$w = \frac{0,305 \cdot 250}{60 + 0,05 \cdot 250} - 0,012 \cdot 30 = 0,69 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Колонна диаметри эса

$$d_k = \sqrt{\frac{0,14}{0,785 \cdot 0,69}} \approx 0,52 \text{ м}$$

Каталог ёрдамида юқори ва пастки қисмларда қалпоқчали (ТСК ') тарелкалар диаметри 600 мм тенг колонна танланади [3].

К О Н Т Р О Л М А С А Л А Л А Ф

7.1. Крезол ($\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$) сув буғи ёрдамида а) атмосфера босими остида; б) 300 мм.с.м.уст. остида ҳайдалмоқда. Ушундайларни аниқлаш керак: ҳайдаш температурасини; олинаётган аралашманинг массавий таркибини; Крезолнинг буғдаги ҳажмий фоизи (%)ни ва унинг парциал босимини, $\phi = 0,8$ деб қабул қилинсин. Крезолнинг тўйинган буғи босимини И7 расмдан (м-крезол) олинсин.

7.2. Бензол ва толуол аралашмаси 760 мм.с.м.уст. босими остида ва 95°C температурада қайнамоқда. 9. °C температурада бензолнинг тўйинган буғи босими 480 мм.с.м.уст. нига тенг. Аралашма Раул қонуни бўйича характерланадиган деб ҳисоблаб, қайнаётган суюқликнинг таркибини аниқланг.

Агарда суюқликдаги толуол миқори 2 баробар кам бўлса, шу температурада суюқлик қандай босимда қайноши мумкин?

7.3. 50°C температурада метил спирти-сув аралашмаси учун суюқлик ва буғ мувозанат ҳолат таркибларини қуйидаги 2 шарҳ бўйича аниқланг: а) 300 мм.с.м.уст. босими остида ва б) 500 мм.с.м.уст. босими остида бўлганда аниқланг. Аралашма Раул

қонуни бўйича характерланади деб олинсин.

б) Ҳолат бўйича олинган маълумот умот изоҳлаб берилсин.

7.4. Раул қонунини қўллаш мумкин деб ҳисоблаб, гексан-гептан аралашмаси учун умумий босим 2 кг/см^2 бўлганда $x \cdot y^*$ мувозанат ҳолат эгри чизигини кўринг. Ташкил этувчиларнинг алоҳида олинган тўйинган буглар, босимларини номограммадан олинг (И7-расм).

7.5. Суюқ аралашма 10% (моль) сув ва 50% (моль) сирка кислотаси ва 40% (моль) ацетондан ташкил топган, бўлиб, температураси 8°C га тенг. Аралашмани ташкил этувчи компонентлар Раул қонунига бўйсингани учун, суюқ аралашма юқорисидан ҳосил бўладиган мувозанат ҳолатдаги бугнинг таркибини аниқлаб беринг.

7.6. 1000 кг ли 2 компонентли аралашма, бензол ва толуолдан иборат бўлиб, унинг 30% (масс) ни бензол ташкил этади. Бу аралашма атмосфера босими остида оддий ҳайдалмоқда. Агар қолдиқ йиғинда бензол миқдори 18% (масс) ни ташкил этса, дистиллятнинг таркиби ва миқдорини 7.1-жадвал маълумотларидан фойдаланиб аниқланг.

7.7. 2600 кг ли сув ва сирка кислота аралашмаси атмосфера босими остида оддий ҳайдалиб ёрдамида ажратилмоқда. Дастлаб аралашма таркибида сирка кислотаси 10% (моль) ни ташкил этган бўлса, ҳайдалган дан сўнг, қолдиқдаги миқдори 50% (моль) ни ташкил этади.

Қолдиқ ва дистиллят миқдорлари ва дистиллятнинг таркибинини аниқланг. Ташкил этувчиларнинг мувозанат ҳолати ҳақидаги маълумотни 62-жадвалдан олинг.

7.8. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колоннага этил учувчан 24% (моль) ли сув қилиб келиб тушмоқда. Дистиллятнинг концентрацияси (қуюқчилиги) 95% (моль), қайнатгичдаги қолдиқ этил учувчан компонентнинг (куб) миқдори 3% (моль) ни ташкил этади. Соатига 850 кмоль миқдордаги буг дефлегматорга тушади ва дефлегматордан 670 кмоль/соат миқдорида флегма колоннага қайтиб келади. Қайнатгич (куб)даги қолдиқ миқдори қанча бўлишини аниқланг.

7.9. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колонна ёрдамида этил спирти ва сув аралашмаси ҳайдаб ажратилмоқда. Колонна пастки қисми ишчи чизиги тегиламаси: $y = 1,28 \cdot x - 0,0143$. Қайнатгич (куб) даги спирт қолдиғининг массавий % миқдори аниқлансин. Колонна дуруқ (глухой) буг билан ишлайди.

7.10. Узлуксиз ишлайдиган колоннага бензол ва хлорформ аралашмаси қайта ишланмоқда. Ректификация қилингандан сўнг дистиллят таркибида енгил учувчан модда компонентдан 95% (масс) ҳосил бўлмоқда. Ютувчи (таъминловчи) суюқлик таркибида ушбу компонентдан 40% бор. Флегмани иш қиймаги минимал қиймагдан икки баробар катти. Бу иш маълум бўлса, колонна юқори қисми икки чизигининг оғиш бурчаги таңгенсини аниқлаб беринг. Ташкил этувчиларнинг мувозанат ҳолатлари маълумотлари 62-жадвалдан олинг.

7.11. Дексан ва сувдан ташкил топган 65°C температурали суюқ аралашма учун буғ фазасининг мувозанат таркиби ҳисоблансин. Ниқалда суюқлик ўзаро эримайди деб тахмин қилинсин.

7.12. Сув ва бензолдан иборат суюқ аралашма учун атмосфера босимида қайнаш температураси аниқлансин. Улар бир бирига эримаслиги ҳисобга олинсин.

7.14. Атмосфера босимида Рауль қонуни билан ҳарактерланган бензол-толуол аралашмаси учун $t-x$ ва y^*-x координатларида мувозанат диаграммаси ва фазаларнинг мувозанат таркиби ҳисоблансин.

7.15. $t-x, y$ диаграммаси (7.5 расм) ёрдамида 55% (моль) бензол ва 45% (моль) толуолдан иборат суюқ аралашманинг қайнаш температураси ва буғнинг мувозанат таркиби аниқлансин.

7.16. Суюқлик таркибида спирт миқдори 6,1% (ҳажмий) бўлганда, буғланиш коэффициентини аниқланг.

7.17. Конденсатордан чиқётган дистиллят концентрацияси $x = 75,2\%$ (ҳажмий), флегма сони $R_{\min} = 1,6$ бўлса, дефлегматорга кираётган буғ концентрацияси ва флегмадаги метил спирти концентрациялари аниқлансин.

7.18. Конденсатордан $G = 155$ кг/соат сарфда дистиллят чққса, 7.17 масала шарглари бўлган жарасн учун флегма миқдори G_f ҳисоблансин.

7.19. Сув-спирт аралашмада спирт концентрацияси $x = 8,0\%$ (ҳажмий) дистилляда эса $x_d = 69,5\%$ (ҳажмий) бўлганда минимал флегма сонини аниқланг.

7.20. Буғдаги спиртниң концентрацияси 35,0%, 55,0%, 93,5% (ҳажмий), қайнаётган сув-этил спирт аралашмада эса - 4,0%, 10,0%, 91,8% (ҳажм). Буғланиш коэффициенти чиқлансин.

7.21. Конденсаторда $G_d = 1200$ кг/соат сарф билан ацетон-этил-спирт конденсацияланмоқда. Дистиллят таркибида ацетон концентрацияси 50%, конденсацияланаётган буғда эса - 43% (моль).

Флегма сони ва унинг миқдори топилсин.

7.22. Концентрацияси $x_{\text{бoш}} = 0\%$ бўлган 800 л миқдордаги, таркибида спирт бор суюқлик ҳайдалмоқда. Ҳайдаш жараёни тузатилган сўнг концентрацияси $x_{\text{д}} = 24\%$ (ҳажм) бўлган 270 л суюқлик олинди. Қолдиқдаги спирт концентрацияси $x_{\text{к}} = 0,1\%$ (ҳажмий). Ҳайдаш учун юзорилаётган аралашнинг температураси $t = 60^\circ\text{C}$, иситувчи буғ босими $p = 0,15 \text{ МПа}$ га тенг.

7.23. Сув-ацетон аралашмаси фазаларга ажратилиши керак. Бошланғич аралашмани таркибидаги ацетон концентрацияси 10% (масс), дистиллятдаги эса - 92,5% (масс).

Минимал флегма сони ҳисоблансин.

7.24. Концентрацияси 60% (ҳажмий) бўлган 300 кг/соат сарфда аралашма брага ҳайдаш қурилмасига юборилмоқда. Флегма сони 2,0 га тенг. Колонадаги буғнинг тезлиги 0,5 м/с, босим эса 1,2-1,05 Па. Колона юқори қисмининг диаметри аниқлансин.

7.25. Концентрацияси 8% (ҳажмий) бўлган сув-спирт аралашма 1200 кг/соат миқдорда брага ҳайдаш қурилмасига киритилмоқда. Концентрацияси 30% (ҳажмий) бўлган флегма миқдори 200 кг/соатни ташкил этади. Қолдиқдаги спирт миқдори - 0,01% (ҳажмий). Флегма сони 2,0.

Колонанинг пастки қисмидаги назарий тарелкалар сони топилсин.

КОНТРОЛ ТОНУВИШИ N15

A % (ҳажм) концентрацияли дистиллят B кг/соат массавий сарфда конденсатордан оқиб чиқмоқда. Флегма сони C га тенг. Оқиб чиқадиган флегмада этил спиртининг концентрацияси ва унинг миқдори аниқлансин.

вари- етр	Ўлчов барлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A	%(ҳажм)	70	73	65	75	68	80	58	55	85	83
B	кг/соат	130	135	120	140	128	150	110	100	170	160
C		1,8	1,5	1,2	1,9	1,4	2,5	1,1	1,0	2,6	2,6

КОНТРОЛ ТОПИШРИҚ НИС

Ректификацион колоннанинг тарелкалари орасидаги масофа L ва қурилмадан V ҳажмий сарфда буғ ўтмоқда. Нормал шароитда буғнинг zichлиги $1,25 \text{ кг/м}^3$, суюқликники эса 430 кг/м^3 . Колоннадаги абсолют босим P ўрта а температура t . Колоннанинг диаметри қанча бўлиши керак?

вари- етр	Ўлчов барлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	мм	25	40	50	30	35	27	32	57	45	47
P	кгк/см ²	1,2	1,5	1,8	1,2	1,3	1,18	2,2	1,4	1,6	1,7

ЭКСТРАКЦИЯЛАШ

Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

Экстракциялаш, эб шундай жараё га айчиладики, аралашмани таркибидан қаттиқ ёки суюқ ҳолатдаги бир ёки бир неча компонентни эритувчи (экстрагент) ёрдамида бошқа компонентга ҳисбатан эритиб ажратиб олишга айтилади. Ҳосил бўлган аралашма таркибидан эса, керакли компонентни буглатиш ёки ректификациялаш ёрдамида ажратиб олинади.

Қаттиқ жисмлардан эрийдиган моддаларни экстракция қилиш жараёнлари шакар, усимлик, крғ мал, патока, шарбатлар, витаминлар, фармацевтика, нефтни қайта ичилаш, нодир ва камёб элементларни олиш, чиқинди сувларни тозалаш, ишқор, кислотота ва гузларни олиш технологияларида, ҳамда озиқ-овқат маҳсулоларини ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади.

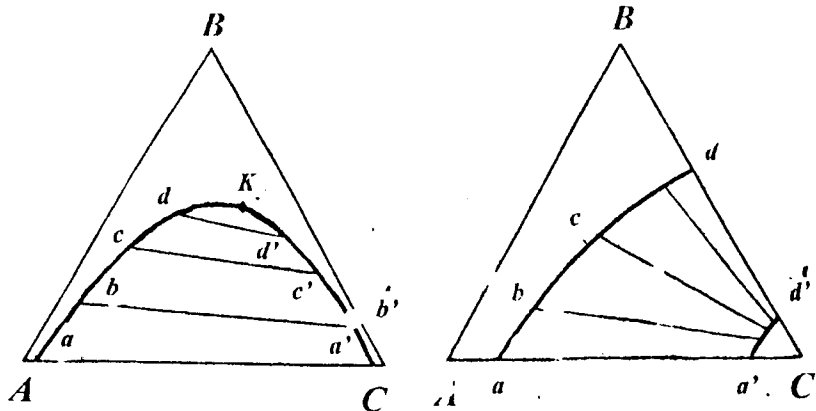
Сууюқлик экстракциясини қўллашдан мақсад:

1) ректификация ёрдамида аралашмадан ажраладиган азеотроп аралашма ҳосил бўлиши, компонентларни термик чидамсизлиги таъчиб чиқа олмаслиги туфайли;

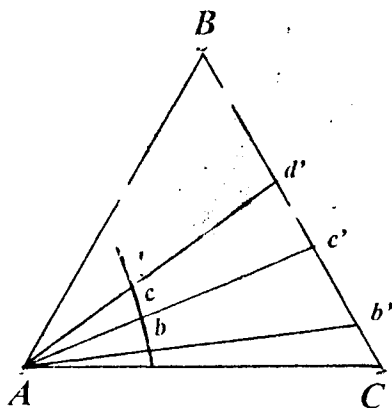
2) ташкил этувчи компонентларни қайнаш температуралари бир - бирига яқин бўлиб, ёки концентрацияси кам бўлса, ёки бошқа сабаблар билан ректификация усули экстракцияга нисбатан иқтисодий сарф ҳаражат катта бўлганда.

8.1- расм: $abcdKd''c''b''a''$ - чегаравий чизик (бинода); ушбу эгри чизик ичига жойлашган майдон б; 2 та ташкил этувчи фаза жойлашган ажратувчи аралашма майдони бўлиб, унинг ташкил этувчиларнинг қийматлари шу эгри чиз қдаги нуқталар билан ифодаланад; эгри чизик таниқарисида жойлашган майдон эса, бу а аралашмадан эритмалар майдони қилиб белгиланади.

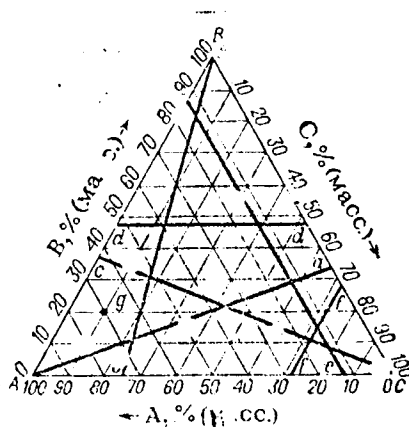
К нуқта - критик нуқта ҳисобланади; чегаравий эгри чизикнинг эли қисми - рафинациянинг шохобчаси (бирламчи эритувчининг қолдиги шу қолдигдан экстракцияланган моддадан олингандан сўнгги ҳолати); эгри чизик чегарани ўнг - экстрактлар шохобчаси; bb' , cc' , dd' ўлшаш фазаларни бирлаштурувчи нуқталар - яъни мувозанат бўлаклари;



8.1-расм. $t = \text{const}$ бўлганда, бир (а) ва икки (б) бир-бирида қисм-н эрийдиган компонентли «суюқлик-суюқлик» системаси.



8.2-расм. $t = \text{const}$ бўлганда «қаттиқ жисм-суюқлик» системаси



8.3-расм. Муволазатнинг учбурчакли диаграммаси

8.2- расмда abcde - чегаравий эгри чизик бўлиб, унинг чап томони уч компонентли гетероген аралашма майдони; ўнг томон эса қатлам-арга ажралиш майдони.

Учбурчакнинг ВС томони оқимнинг (қатламнинг) юқори қисmini ҳарактерлайди (экс-рақияланаётган модданинг эри-

тувчидаги эритма қисми) чегаравий эри. чизик эса, пастки оқим (қатлам)нинг таркибини характерлайди: bb', cc', dd', мувозанат бўлаклари бўлиб ҳисобланади. Учбурчакнинг А чўққиси орқали давоми бўлиб ҳисобланади.

Статик экстракцияга бағишланган масалалар асосан график усулда, яъни учбурчак ёки тўртбурчак диаграммалар ёрдамида ечиллади.

1. Учбурчак диаграмманинг хусусиятлари:

а) Учбурчак чўққилари тоза, соф компонент А, В ва С га томонлари АВ, ВС ва АС лар икки компонентли А ва В, В ва С, А ва С аралашмага, учбурчак ичидаги нуқталар эса - уч компонентли аралашмани ифодалайди. Масалан, 8.3-расмдаги g нуқта аралашманинг куйидаги таркибини кўрсатади: 70% (масс) А, 20% (масс) В, 10% (масс) С.

б) Учбурчак чўққисидан чиқарилган Аа, Вв, Сс нурлар бошқа икки компонентдан ташкил топган, бир хил ўзгармас x_B/x_C , x_A/x_C , x_A/x_B нуқталарнинг геометрик ўрнини кўрсатади.

в) dd', ee', ff чизиклар, учбурчакнинг АС, ВС, АВ томонларига параллел бўлиб, ўзгармас В/А, С компонентли аралашмаларнинг геометрик ўрнини кўрсатади.

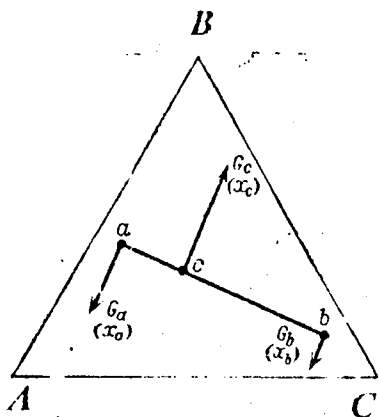
2) Посонги қондаси (оғирлик кучи маркази қондасининг хусусий ҳоли). Исталган 2 та эритма қўшилганда, уларнинг таркиби диаграммада "а" ва "б" нуқталар билан берилган бўлсин. Аралашманинг умумий таркиби ab тўғри чизикда ётган "с" нуқта орқали ифодаланган. ac ва bc кесмалар олинган эритмалар миқдорига тескари пропорционалдор (8.4- расм):

$$G_a + G_b = G_c \quad (8.1)$$

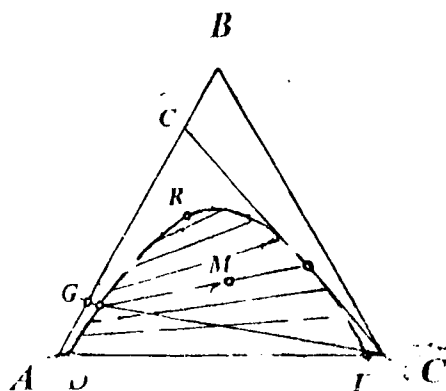
бунда $x_a + x_b + x_c$ унга

$$\left. \begin{aligned} G_a \cdot \overline{ac} &= G_b \cdot \overline{bc}; & G_a / \overline{bc} &= G_b / \overline{ac}; \\ G_c \cdot \overline{ac} &= G_c \cdot \overline{ab}; \\ G_c \cdot \overline{bc} &= G_c \cdot \overline{ab}; & G_c / \overline{ab} &= G_b / \overline{ac} = G_a / \overline{bc} \end{aligned} \right\} (8.2)$$

бу ер а G_a , G_b , G_c - аралашмадаги а, b ва с компонентлар массаси, кг; x_a , x_b , x_c - исталган (А, В ва С) компонентнинг а, b ва с аралашмадаги миқдори, % (масса).



8.4-расм. Төсөңги қонуни



8.5-расм. Экстракция жараёнышын үбурчакли диаграммаларга тасвири

3. Үбурчак диаграмма ёрдамида экстракторда юз бераётган жараёнарни ифодалаш мумкич (8.5-расм). Даствлабки аралашманын таркиби E нүктә, экстрактнинг таркиби эса, D нүктә билан белгиленсин. D нүктәга мос келган аралашманын миқдори G_D , E нүктәга мос келган экстрагентнинг миқдори G_E га тенг.

Даствлабки аралашма ва эритувчини аралаштириши натижасида ҳосил бўлган суюқлик аралашмасы M нүктә билан белгиланади:

Бунда

$$\frac{G_D}{G_E} = \frac{ME}{MD} \quad (3.3)$$

M нүктәга тўғри келган аралашма экстракт ва рафинатга ажралади. Шундай қилыб, даствлабки аралашманын эритувчи билан бир марта тўқнашуви орқали 2 та қиза (экстракт ва рафинат) ҳосил бўлади.

Экстракт B компонент билан бойитилган бўлса, рафинатнинг таркибида B компонент жуда оз миқдорда бўлади. Экстракт ва рафинат миқдори қуйидаги ифода ёрдамида топилаётган:

$$\frac{G_R}{G_L} = \frac{M_L}{M_R} \quad (8.4)$$

4. Экстракция қилинётган компонент В нинг экстракт ва рафинат фазалари ўртасида т. қсимлаш коэффициентини қуйидаги нисбатдан топилади:

$$k = \frac{y_B}{x_B}; \quad \begin{cases} k < 1 \\ k > 1 \end{cases} \quad (8.5)$$

бу ерда y_B - экстракт таркибидаги В компонент миқдори, % (масса);

x_B - рафинат фазасидаги В компонентининг мувозанат миқдори, % (масса).

Одатда тақсимлашнинг коэф. коэффициентини концентрацияга боғлиқ бўлади. Шунинг учун аналитик ҳисоблар фақат тахминий натижалар беради.

5. Тўғри тўртбурчак диаграммалари.

Агар да бирламчи А ва иккиламчи В эритмаларнинг ўзаро эришгичи ҳисобга олинмаса, график усулда ҳисоблаш учун тўғри тўртбурчак диаграммадан фойдаланилади. Б, нинг учун $x^I = y^I$ координатларидаги диаграмма жуда қўлайдир.

унда

$$x_B^I = \frac{x_B}{100 - x_B} \left\{ \frac{\text{кг-экстракция шувчи компонент}}{\text{кг-бирламчи эритма}} \text{ раф. ф. азда} \right\} \quad (8.6)$$

$$y_B^I = \frac{y_B}{100 - y_B} \left\{ \frac{\text{кг-экстракция шувчи компонент}}{\text{кг-бирламчи эритма}} \text{ экстр. фазада} \right\}$$

6. Эритмани қисман алмаштириш усули билан қаттиқ жисмдан экстракция қилиш, n-пос элэти экстракциянинг умумий моддий баланси қуйидаги кўринишга эга:

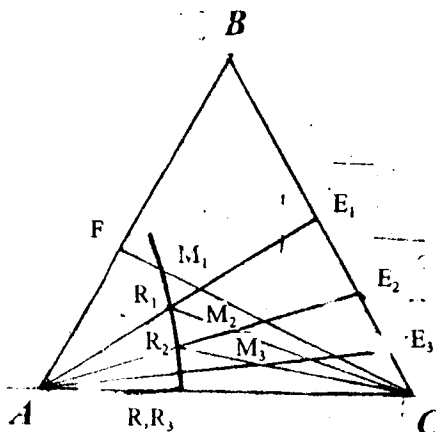
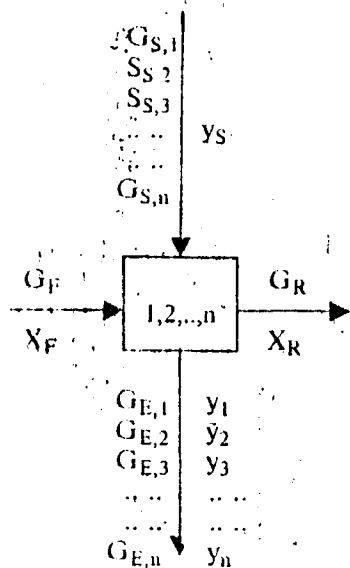
$$G_{R,n} + G_{S,n} = G_{R,n} + G_{E,n} \quad (8.7)$$

Экстракция қилинётган компонент бўйича n-пос элэти умумий моддий баланси ушбу формула орқали топилади:

$$G_{R,n-1} \cdot x_{n-1} + G_{S,n} \cdot y_s = G_{R,n} \cdot x_n + G_{E,n} \cdot y_n \quad (8.8)$$

7. Қаттиқ жисмларни тўғри йўналишли экстракциялаш.

Моддий баланс тенгамаси худди қарама-қарши йўналишли суюқлик экстракцияси тенгамаси кабир, яъни 8.6-рasm, ва ушбу тенгамалар орқали топилади.



8.6-рasm. Эритувчини вақти-вақтида алмаштириш усулида қаттиқ жисмдан экстракция қилини.

M- пайвонли экстракторнинг умумий моддий баланси тенгамаси.

$$G_F + G_S = G_R + G_E$$

Экстракция қилинаётган компонент бўйича моддий баланс тенгамаси ушбу кўринишга эга:

$$G_F \cdot x_F + G_S \cdot x_s = G_R \cdot x_R + G_E \cdot x_E$$

Агар биринчи поғонадан ташқари ҳамма поғоналар учун оқимлар нисбати ўзгармас бўлса, яъни $a_2 = a_3 = \dots = a_1 = \text{const}$, экстракциялашаётган компонентнинг кам ажратиладиган поғонаси қуйидаги тенглама ёрдамида аниқла ади:

$$\varphi = \frac{I}{I + a_1 \cdot (1 + a + a^2 + \dots + a^{n-1}) - \frac{G_s \cdot y_s}{G_{R,n} \cdot x_n} [1 + a_1 \cdot (1 + a + a^2 + \dots + a^{n-2})]} \quad (8.9)$$

Тоza эритувчини қўлласак, $y_s = 0$ бўл и ва (8.9) кўриниши қуйидагича бўлади:

$$\varphi = \frac{I}{I + a_1 \cdot (1 + a + a^2 + \dots + a^{n-1})} \quad (8.10)$$

Бундан ташқари, киритилаётг н қаттиқ м. да миқдори эритма миқдорига тенг бўлса ва худди поғоналар орасидек бўлса, яъни $a_1 = a$ бўлса, у ҳолда

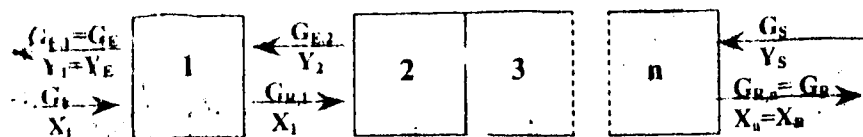
$$\varphi = \frac{I}{I + a + a^2 + \dots + a^n} \quad (8.11)$$

Экстракциялашнинг назарий поғоналар сони n м аниқлаш учун, оқимлар нисбати $a_2 = a_3 = \dots = a_n = \text{const}$ ўзгармас бўлганда қуйи дагича аниқланади:

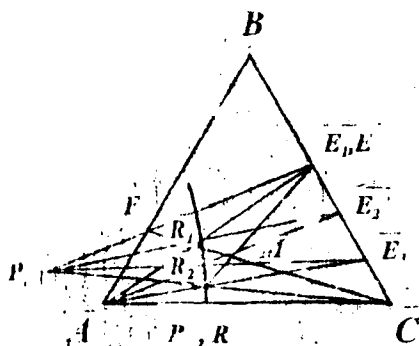
$$n_c - 1 = \frac{\lg \frac{x_R - y_s}{x_1 - y_2}}{\lg \frac{y_2 - y_s}{x_1 - x_R}} = \frac{\lg \frac{x_1 - y_2}{x_R - y_s}}{\lg \frac{x_1 - x_R}{y_2 - y_s}} \quad (8.12)$$

Юқоридаги сонни график ёрдамида аниқлаш мумкин, худди бинар системаларини аниқлагандек. $y - x'$ тўғри координатачи диагра. мада, $x' = x_3 / 1 - x_A$; яъни эримайлиган қаттиқ жисм мас. саси ҳисобда иштирок этади.

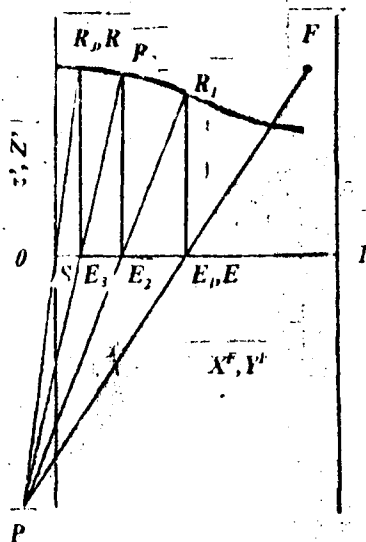
Мувозанат чиз.қ тенгламаси ушбу ҳолатда $y^* = x'$; иш чизиги тенгламаларини моддий баланс тенгламаларидан чиқариш мумкин.



б)



в)



8.7-расм. Каттик жисмдан қарама-қарши йўналишли экстракция қилиш жараёни.

Каттик жисмларни экстракция қилиш жараёнида молекуляр-диффузия йўли билан ажратиб олинган модданинг миқдори сўйицати формула ёрдамида аниқланади:

$$G = \frac{D_{12}}{l} \cdot (c_1 - c_2) \cdot F \cdot \tau \quad (8.13)$$

$D_{\text{и}}$ - молекуляр ички диффузия коэффициенти, $\text{м}^2/\text{соат}$; δ - қаттиқ жисмнинг геометрик ўлчами, м ; τ - экстракциялаш вақти, соат; F - жисм юзаси, м^2 ; c_1 - қаттиқ жисмдан ажратиб олинаётган модданинг ўртача концентрацияси, $\text{кг}/\text{м}^3$; c_2 - ажратиб олинаётган модданинг экстрактдаги концентрацияси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Конвектив диффузия йўли билан экстрактга ўтган модданинг миқдори ушбу формула орқали топилди:

$$G = \frac{D_T}{S} \cdot (c_1 - c_2) \cdot F \cdot \tau \quad (8.14)$$

бу ерда D_T - конвектив (ташқи) диффузия коэффициенти, $\text{м}^2/\text{соат}$; δ - чегаравий қатлам қалинлиги, м ; $\text{м}^2/\text{соат}$; c_2 - ажратиб олинаётган модданинг эритмадаги концентрацияси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

"Газ - газ" ва "газ - суюқлик" системаларида диффузия коэффициенти аниқлаш. Газ А нинг В газдаги диффузия коэффициенти (ёки В нинг А даги) қуйидаги тенглама ёрдамида топиш мумкин:

$$D = \frac{0,00435 \cdot 10^{-4} \cdot T^{1,5}}{p \cdot [V_A^{0,33} + V_B^{0,33}]} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (8.15)$$

$T = 2/3,16 + t$ абсолют температура, К ; p - босим, МПа 10^{-1} ; V_A , V_B - газларнинг молчр ҳажмлари $\text{см}^3/\text{мол}$; M_A , M_B - газларнинг молекуляр массалари.

Агарда газлар учу T , температура ва p_0 босимдаги диффузия коэффициенти маълум бўлса, унда T температура ва p босимдаги диффузия коэффициенти ушбу формуладан ҳисоблаб топилади.

$$D = D_0 \cdot \frac{p_0}{p} \cdot \left[\frac{T}{T_0} \right]^{1,5} \quad (8.16)$$

20°C температурада, суюқликда эриган газнинг диффузия коэффициенти эса қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$D_{20} = \frac{10^{-6}}{AB \cdot \sqrt{\mu_{20}} \cdot [V_A^{0,33} + V_B^{0,33}]} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (8.17)$$

Агарда 20°C температура учун D маълум бўлса, бошқа температураларга тегишли диффузия коэф.ф.циенти ушбу формула орқали ҳисоблаб топилади:

$$D = D_0 \cdot [1 + b \cdot (t - 20)] \quad (8.18)$$

$$b = \frac{0,2 \cdot \sqrt{\mu_{20}}}{\sqrt[3]{\mu}}$$

бу ерда b - коэффициент; ρ - суюқликни. г ҳажмий массаси, кг/м³.

Температура 20-90°C оралиқда сахарозанинг сувда эриган концентрацияси $s = 5-30$ % бўлса, диффузия коэф.ф.циенти ушбу формуладан топилади:

$$D = 0,422 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,015 \cdot s} \cdot e^{-\frac{2700}{T}} \quad (8.19)$$

МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

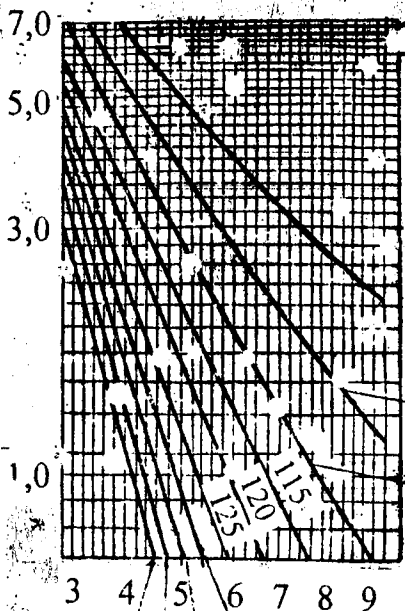
8-1. Лавлаги таркибидаги бўшликнинг миқдори 17,5%, диффузия коэф.ф.циенти $D = 69,2$ м²/с, жараён температураси 63°C, 100 г паррак узунлиги $l = 20$ м, батарея айланиш вақти $\tau = 70$ мин, экстракт саралаб олишанда $a = 175$ % бўлса, 14 қимли диффузион батареяда қайта ишланаётган лавлаги парракларидан қанд миқдори C микдансин.

Самарали диффузия вақти:

$$\tau = \frac{\tau_0 \cdot (m - 4)}{14}$$

бу ерда m - диффузион батареялар сони; 4 - яраёнда иштирок этмаётган диффузорлар сони [20].

100 қл.м қандга X-нинг йүקותилиши



$d=105$

$d=110$

$\gamma = AID\tau$

$d=145$
 $d=140$
 $d=135$
 $d=130$

$t^{\circ}\text{C}$	Д
60	63,0
62	67,1
64	71,7
66	75,3
68	79,4
70	83,5
72	87,6
74	91,7

8.8-расм. Диффузион коэффициентларни ҳисоблаш учун номограмма

$$\tau = \frac{70 \cdot (14 - i)}{14}$$

8-1 жадвал

Диффузорлар сони	12	14	16
Коэффициент А	$6,5 \cdot 10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-5}$

Коеффициент А диффузион багареялар тартибдаги блокларга боғлиқ бўлиб, 8-1 шартдан таълифланади.

$$\gamma = A \cdot D \cdot I \cdot \tau = 5,7 \cdot 10^{-5} \cdot 69,2 \cdot 20 \cdot 50 = 3,94$$

Агар, $\alpha = 125\%$ ва $\gamma = 3,94$ аниқланганидан сўнг, номограммалар (8.8-расм) жом билан йўқотилинаётган қанд миқдори топилади, яъни 100 қисм қанд ҳисобига $X = 2,65\%$.

Агар, бошланғич лавлаги паррақларида қанд миқдори 17,5% бўлса, қалғи ишланган жом тартибдаги қанд миқдори қуйидагига тенг бўлади:

$$c_1 = \frac{X \cdot 17,5}{100} = \frac{2,65 \cdot 17,5}{100} = 0,46 \%$$

8-2. Концентрацияси 20% ва температураси 70°C бўлган сахарозанинг сувдаги диффузия коеффициенти аниқланг.

Ечиш:

Жараён температураси $T = 273 + 70 = 343$ К га тенг бўлади. Диффузия коеффициенти (8.19) формула орқали топилади

$$D = 0,422 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,015 \cdot c} \cdot e^{-\frac{2700}{T}} = 0,422 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,015 \cdot 20} \cdot e^{-\frac{2700}{343}} = 0,422 \cdot 0,7408 \cdot 0,3882 \cdot 10^{-8} = 1,195 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$$

УЗЛУКСИЗ ИШЛАЙДИГАН ЭКСТРАКТОРЛАРНИНГ ГИДРОДИНАМИК ҲИСОБИ [6,10]

Одатда, тарелкалардаги тешиклар диаметри $d_0 = 3-6$ мм, тенг томонли учбурчак шакллари бўйича жойлаштириш қадами $\Delta = 12-20$ мм. Кўпкина тажрибалар шунга кўрсатдики, ушбу тешикларда дисперс фазанинг тезлиги 0,15-0,30 м/с бўлиши оптималь режимга тўғри келади.

Саноатда галвирсимон тарелкали экстракторлар анча кўп ишлатилади, шу сабабли мисол тариқасида шу қурилмаларнинг ҳисоблаш тартиби билан танишиб чиқамиз.

Дисперс (ёки томчи) фазанинг сарфи буйича тарелканинг перфорация қилинган қисмининг (яъни тешикларининг) юзаси ҳисобланади:

$$F_1 = \frac{G}{3600 \cdot \rho_d \cdot \varepsilon \cdot w_o} \quad (8.21)$$

бу ерда ρ_d - дисперс фазанинг зичлиги, кг/м^3 ; w_o - томчининг нисбий тезлиги. $W_o = 0,15 - 0,30$ м/с; ε - тарелканинг перфорацияланган қисми, эркин кесимининг коэффиценти. Бу коэффицент тешиклари учбурчак учлари буйича бойлаштирилганда қуйидагига топилади:

$$\varepsilon = 0,507 \cdot \frac{d_o^2}{t^2} \quad (8.21)$$

бу ерда t - тешиклар орасидаги масофа.

Яхлит фазанинг сарфи L буйича тарелкадаги қуйилиш трубкасининг юзаси топилади:

$$F_2 = \frac{G}{3600 \cdot \rho_c \cdot w_b} \quad (8.22)$$

бу ерда ρ_c - яхлит юза зичлиги, кг/м^2 ; w_b - бу фазанинг патрубкаидаги тезлиги, м/с.

Қуйилиш патрубкаидаги яхлит фаза оқими орқали олиб кетилаётган майда томчиларнинг диаметри ёрдамида w_b нинг қийматичи аниқлаш мумки:

$$w_b = \frac{\Delta \gamma \cdot d_{17}^2}{18 \cdot \mu_c} \quad (8.23)$$

бу ерда μ_c - яхлит фазанинг динамик қовушқуқлик коэффиценти Па·с; $\Delta \gamma$ - дисперс ва яхлит фазаларнинг соялтирма массалари орасидаги фарк, Н/м^3 .

Тарелкани қуролма корпусига бирлаштириш ва қуйилиш қурилмаларини йиғиш учун F_1 ва F_2 юзалар йиғиндисининг 10% га тенг бўлган ҳолатини кесимли майда қолдирилади:

10% ига тенг булган халқасимон кесимләр майдон қолдирилади:

$$F_3 = 0,1 \cdot (F_1 + F_2) \quad (8.24)$$

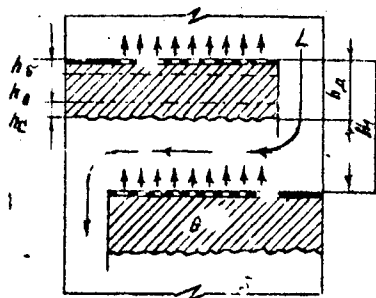
Бунда экстракторнинг чики диаметри қуйидагича аниқланади:

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} (F_1 + F_2 + F_3)} \quad (8.25)$$

Ҳар бир тарелка остидаги (ёки устидаги) томчиланган суюқлик тиргович қатламининг баландлиги (8.9-расм) қуйидегидеги тенг:

$$h_D = h_s + h_o + h_{II} \quad (8.26)$$

(8.26) тенгламадаги фазаларнинг ўзаро кучини енгизиш учун зарур булган томчиланган суюқлик қатламининг баландлиги h_s қуйидаги тенгламадан топилади:



8.9-расм. Тиргович баландлигини ва тарелкалар орасидаги масофани ҳисоблаш

$$h_s = \frac{4 \cdot S}{d_{MT} \cdot \Delta \gamma} \quad (8.27)$$

бу ерда d_{MT} - суюқликни томчиларга ажратувчи қурилма тешикларининг диаметри, м, S - фазалар орасидаги таранглик кучи, Н/м.

Тешиклардаги иш тезлиги w_o ни ҳосил қилиш учун керак булган томчиланган суюқлик қатламининг баландлиги h_o қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma = \zeta_0 \cdot \frac{w_0 \cdot \Delta \rho}{2 \cdot g \cdot \Delta y} \quad (8.28)$$

бу ерда σ_D - дисперс фазанинг солиштирма массаси, Н/м^2 ;
 $\zeta_0 = 1,82$ - тешикларнинг қаршиллик коэффициенти.

Қуйилиш патрубккаларида яхлит фазанинг w_n тезлик билан ҳаракатланиши ушун зарур бўлган томчиланган суюқлик қатламичини баландлиги h_n қуйидаги ифодадан топилади:

$$h_n = \zeta_n \cdot \frac{w_n^2 \cdot \gamma_c}{2 \cdot g \cdot \gamma} \quad (8.29)$$

ζ_n - яхлит фазанинг солиштирма массаси, Н/м^2 , $\zeta_n = 4,5$ қуйилиш патрубккасининг қаршиллик коэффициенти.

Тарелкалар орасидаги масофа H_T дисперс ва яхлит фазалар қатламлари баландликлари h_D ва h_c нинг йиғиндисига тенг (8.7-расм).

$$H_T = h_D + h_c \quad (8.30)$$

Тажриба натижаларига кўра, яхлит фаза қатламининг баландлиги $h_c = 0,2$ м бўлганда модда ўтказиш жараёни анча тез боради. Тарелкалар орасидаги масофа $0,25 - 0,6$ м қилиб олинadi. Катта ўлчамдаги колонналар учун $H_T = 0,4 - 0,6$ м, шунда тарелкаларни вақт-вақти билан дозалаб туриш учун тарелкалар орасига люклар ўрнатилиши керак.

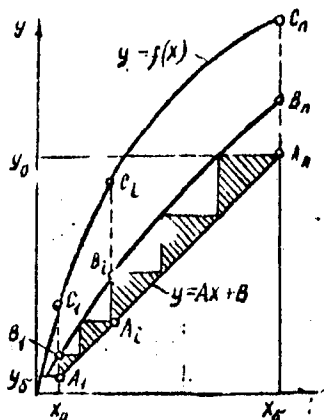
Тарелкалар юзасига нисбатан олинган модда ўтказиш коэффициенти K_{UT} ни билган ҳолда тарелканинг ўтказиш бирлиги сонни топилади:

$$n_{UT} = \frac{K_{UT} \cdot G}{G} \quad (8.31)$$

$x - y$ - диаграммасига мувозанат чизиғи $y_M = f(x)$ ва экстракциялашнинг ишчи чизиғи $y = A \cdot x + B$ ни жолаштириш орқали жарённинг кинси ишчи чизиғини ҳам чизиш мумкин (8.10-расм). Бунинг учун мувозанат ва ишчи чизиқлари орасидаги масофалар қуйидаги нибатлар бўйича бўлиadi:

$$\frac{A_1 C_1}{B_1 C_1} = \frac{A_2 C_2}{B_2 C_2} = \dots = \frac{A_i C_i}{B_i C_i} = \dots = \frac{A_n C_n}{B_n C_n} = L_{\text{норм}} \quad (8.32)$$

$L_{\text{норм}}$ нинг қийматларини билиш орқали $B_1, B_2, \dots, B_i, \dots, B_n$ нуқталарни аниқлаймиз. Сўнг, бу нуқталарни ўзаро бирлаштириб кинетик эгри чизигини ҳосил қиламиз. $y - x$ диаграммада топилган кинетик эгри чизиқ ишчи чизиги орасида ва берилган концентрациялар x_6, x_0 ёки y_6, y_0 чегараларида тузилган погоналарнинг соли қолади ва тарелкалар сони n ни беради:



8.10-расм. Қарама - қарши ўналганли экстракторларда тарелкалар сони аниқ таш.

Шундай қилиб, экстракторларнинг ишчи баландлиги куйидагича аниқланади:

$$H_{\text{иш}} = H_r \cdot n \quad (8.33)$$

КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

8.1. Температураси 25°C бўлганда сув-сирка кислотта - этил эфири (84°C -8,8%-7,2%)схемаси учун учбурчакли мувозанат диаграммасини кўринг.

8.2. 10 кг сув, 5 кг этил эфири ва 5 кг сирка кислотани қатламларга ажралатилган аралашманинг таркиби ва фазалар миқдорини аниқлаб беринг. Қанча миқдорда этил эфири чиқиб

8.3. 25°С температурада таркибида 1,5% (масс) сувли эритмадан сирка кислотаси экстракцияланмоқда. Аралашманинг дастлабки массаси 1200 кг. Агарда экстракция қарама-қарши йўналишда тоза эфир ёрдамида олиб бориладиган бўлса, эритувчини ҳайдаб бўлгандан сўнг, ҳосил бўладиган маҳсулот миқдори ва таркибини аниқлаб беринг. Жараён, эритувчининг массасининг ишлов берилаётган аралашмасига нисбати 1,5 баробар катта бўлганда 2 та поғона ёрдамида олиб борилмоқда.

8.4. Таркибида 20% (масс) сирка кислотаси бўлган сувли эритмадан экстракция ёрдамида, этил эфири оқими қарама-қарши йўналганда сирка кислота ажратиб олинмоқда. Агарда экстракт миқдорига 60% (масс), рафинатда эса 2% кислота қолиши керак бўлса, (эритувчи ҳайдалгандан сўнг) дастлабки эритма миқдори 1000 кг/соат учун зарур бўладиган эритувчининг миқдори ва экстракциялаш учун назарий поғоналар сонини аниқлаб беринг.

8.5. 1 м³ сув таркибида 1,5 кг бензой кислотаси бор сувли эритма экстракцияланмоқда. Сўнгра, бу маҳсулот кетма-кет 1 м³ бензолда 0,2 кг бензой кислотаси билан эритма билан ювилмоқда. Сув ва бензол ҳажмларининг нисбати $V_g / V_s = 4$ га тенг. Сувдаги бензой миқдори 0,2 кг/м³ га етгунча неча марта ювиш кераклигини аниқланг (яъни неча поғона). Ҳосил бўладиган экстрактнинг таркибини ҳам аниқлаб беринг. Ишчи температурасида мувозанат ҳолатдаги маълумотлар куйидагича:

Бензой кислотасининг сувдаги концентрацияси, кг/м³:
0,104; 0,456; 0,707; 1,32; 1,56;

Бензой кислотасининг бензолдаги концентрацияси кг/м³:
0,182; 2,45; 6,12; 18,2; 44,5;

8.6. Бензолнинг 25% ли сувдаги эритмасида 0,5% (масс) 1,2-диоксан бўлиб, у қарама-қарши оқимли экстракторда экстракцияланмоқда. Диоксаннинг сувдаги охириги миқдори 2% (масс) ташкил этмоқда.

1) 100 кг дастлабки аралашмага тўғри келадиган эритувчиларнинг минимал миқдори;

2) Экстракциялаш учун керакли назарий поғоналар сонини;

3) Эритувчининг миқдорини минимал миқдоридан 1,5 баробар кўп бўлганда экстракт таркибини аниқланг.

25°С даги мувозанат ҳолатдаги маълумотлар куйидагича:

Диоксаннинг сувдаги миқдори кг/м³: 0,0537; 0,233; 0,337;

Диоксаннинг бензолдаги миқдори кг/м³: 0,0548; 0,291; 0,471;

8.11. Экстракт ва рафинаднинг бир қисми қайта келинчи билан экстракция қурилмасида 25°C да метилциклогексан гептандаги 10% эритмасидан ан.лин ёрдамида экстракцияланмоқда. Экстракт таркибида метилциклогексан миқдори 98%, рафинит таркибида эса 1% (эритувчидан ташқари) ташкил этади. Қайтувчи экстракт миқдорини - экстракт-маҳсулот миқдorigа нисбатини минимал қийматида 1,615 баробар қўп деб олиш керак. Дастлабки аралашма миқдори 100 кг/соат бўлганда, экстракциялаш погоналар сонини, рафинит ва экстракт таркибини, рафинит ва экстрактнинг, қайтувчиларнинг ва эритувчининг миқдорлари аниқлансин.

8.12. Ҳар бири 7 м³ ҳақмага эга бўлган қарама-қарши оқимли 3 та тиндиргич батареясига, СаСО₃ чўкмаси 1 м³ сувда 2 т NaOH эритма киритилмоқда ва буғлатиш учун эса 6 м³ плавитдан концентрланган эритма олинмоқда. Бошқа томондан эса, эритувчи сифатида батареяга 2000 кг NaOH га мос равишда 6 м³ тоза сув киритилмоқда. СаСО₃ чўкмаси погонадан поғонага ўтишда ва батареядан чиқариб ташлаётган пайтида 1 м³ эритмани ушлаб қолмоқда.

Юқоридаги шароитларда қуйида иларни аниқланг:

- а) шламдаги NaOH миқдорини;
- б) NaOH ажратиб олинишини;
- в) буғлатишга юборилаётган эритмадаги NaOH неча фоизни ташкил қилади.

8.13. NaOHнинг чиқариб олиш даражаси 0,98 га тенг бўлганда, 8.12 масала шarti бўйича экстракциялаш поғона сонини аниқлаб беринг.

8.14. Агар экстрактда СиСl₂ миқдори 9% бўлиб (масс) ва мисни чиқариб олиниш даражаси 92% ташкил этса, 8.13 масала шarti бўйича экстракциялаш жараёнининг погоналар сонини аниқлаш керак.

8.15. Температура 20°C ва босим 1·10⁵ Па бўлганда, аммиакни сувдаги диффузия коэффициентини аниқлашсин.

8.16. Температура 20, 50, 100°C бўлганда аммиакни сувдаги диффузия коэффициентини ҳисоблаб чиқилсин.

8.17. Температураси 60°C ва концентрацияси 25% бўлганда сахарозани сувдаги диффузия коэффициенти топилсин.

8.18. Босим 2·10⁵ Па ва температураси 70°C бўлганда, углерод диоксидининг ҳаводаги диффузия коэффициенти аниқлашсин.

8.19. Жом таркибида шакар миқдори 0,4% бўлиши учун 16

қисми батареядан экстракт (қанд лавлаги массасига % ҳисобида) олиниши қандай бўлиши керак? Қанд лавлаги таркибида шакар миқдори 19%. 100 г қанд лавлаги паррагининг узунлиги 20 м Жараён температураси 70° С ($D = 79,4 \text{ м}^2/\text{с}$). Батарея тўлиқ айла- ниши $\tau = 80$ мин.

8.20. Жом таркибида шакар миқдори 0,4% (лавлаги массасига олинганда) бўлиши учун узлуксиз ишлайдиган колонна диффузи- он: қурилмада экс.ракция жараёни қанча вақт τ бўлишини ҳисобланг. Қанд лавлаги таркибидagi шакар миқдори 18%, жара- ён температураси 75°С, $D = 83,5 \text{ м}^2/\text{с}$, экстракт олиниши $a = 120\%$ (қанд лавлаги массасига), 100 г қанд лавлаги парраги узун- лиги $l = 10$ м, $A = 6 \cdot 10^{-5}$.

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N17

Концентрацияси x в. температураси t бўлганда, сахароза- нинг сувдаги диффузия коэффициентини ҳисоблаб чиқилсин.

Пара- метр	Ўлчов бир- лиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
x	%	70	50	40	60	30	20	10	50	80	40
t	°С	50	20	30	60	40	80	60	35	25	90

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N18

Узгармас концентрацияли ва температураси t бўлган Z мод- данини сувдаги диффузия коэффициентини ҳисоблаб топилсин. Ко- эффициент $\beta = 0,02$.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
t	°С	100	30	90	120	200	60	50	150	300	70
Z	-	N_2	NH_3	H_2	O_2	Cl	CO	NO	H_2S	CH_3	SO_2

АДСОРБЦИЯ

Газ ёки суюқ фаза таркибидаги бир ёки бир неча компонентларни қаттиқ жисм ёрдамида ютилиш жараёни адсорбция деб аталади.

Адсорбция пайтида ютилатган модда адсорбтив деб юритилади.

Адсорбция жараёни саноатда газларни тозалаш ва қуритиш, эритмаларни тозалаш ва тиндириш, ҳамда газ ва буғ аралашмаларини ажратиш учун ишлатилади. Масалан, ҳаво ва бошқа газ аралашмаларидан учувчан эритувчиларни ажратиш, аммиакни тозалаш, табиий газни қуритиш, кокс газидан ароматик углеводородларни ажратиш, глицерин ва синтетик каучук ишлаб чиқаришда, нефтни қайта ишлаш атижасида ҳосил бўлган газ аралашмаларидан водород ва этилenni, бензин фракцияларидан ароматик углеводородларни ажратиш олишда, ёғларни, вино маҳсулотларини ҳар хил мела-сабзавот шартларини тозалашда адсорбция жараёни кенг ишлатилади.

Саноат газларини SO_2 , NO_2 , CS_2 , NO ва бошқа шу каби бирикмалардан адсорбентлар ёрдамида тозалаш, атроф муҳитни муҳофаза қилишда ишлатилади.

Қаттиқ жисмнинг юзасига таъсир қиладиган кучларнинг табиатига қараб адсорбция 2 хил бўлади: физик адсорбция ва хемосорбция.

Физик адсорбция молекуляр кучларнинг ўзаро таъсир натижасида асосланган. Хемосорбция эса, кимевий кучларнинг ўзаро таъсирланиши натижасида юз беради.

Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқлар

Адсорбциядаги мувозанат концентрациялари ўртасидаги боғлиқлик қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$x^* = f(\bar{y}, T) \quad (9.1)$$

Агарда температура ўзгармас бўлса,

$$x^* = f(\bar{y}) \quad (9.2)$$

бу ерда x^* - газ ёки суюқлик фазасидаги адсорбтивнинг концентрациясига тенг бўлган адсорбтивнинг адсорбентдаги нисбий концентрацияси;

\bar{y} - ютилетган газ ёки суюқлик аралашмаларидан адсорбтивнинг нисбий концентрацияси;

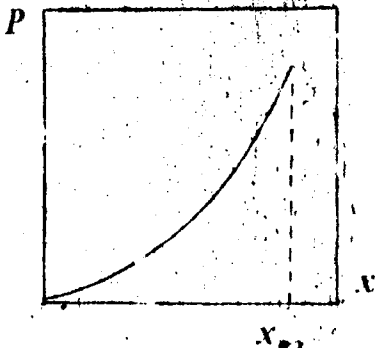
Хусусий ҳолатларда буғ-газ аралашмаларидан ютилетган модданинг концентрацияси унинг нормал босими билан алмаштирилиши мумкин.

$$x^* = f(P) \quad (9.3)$$

Умуман олганда $x^* = f(\bar{y})$ ва $x^* = f(P)$ боғлиқликлар адсорбция пайтидаги мувозанат чизиқлари ёки адсорбция изотермаларини ифода қилади.

Изотерманинг аниқ шакли адсорбент ва ютилетган модданинг хоссаларига ва улар ўртасидаги ўзаро таъсир қилиш кучларига боғлиқ бўлади.

Агар, адсорбция изотермасини P - x координаталарида ифода этилса, эгри чизиқни бошланғич қисмида P ва x ларнинг таъминан тўғри пропорционалтиги борлиги, охири қисмида эса, эгри чизиқ асимптотик ҳолати адсорбтивнинг қаттиқ фазадаги чегара концентрацияси x га интилишини кўрамиз.



9.1-расм. Адсорбция жарённ изотермаси

9.1-расмдаги эгри чизиқнинг ўрта қисми Фрейдлихнинг эмпирик тенгламаси орқали ифодаланadi.

$$P = K \cdot \bar{x}^n \quad \text{ёки} \quad \bar{x} = K \cdot P^{1/n}$$

бу ерда K ва n тажриба йўли билан топилган константалар.

Физик адсорбция жарённ: Лангмюр тенгламаси билан ифода қилинади:

$$x = \frac{a \cdot b \cdot p}{1 + e^{\gamma}} \quad (9.4)$$

бу ерда a, b - температурага боғлиқ ва тажриба йўли билан, топилган коэффициентлар.

Стандарт модда буғининг T_1 температурадаги адсорбция изотермасига кўра бошқа модда буғининг T_2 температурадаги адсорбция изотермасичи ҳисоблаш мумкин.

Адсорбция пайтида ютилган модданинг миқдорини аниқлаш учун қуйидаги тенгламадан фойдаланилади:

$$a_2^* = a_1^* \cdot \frac{V_1}{V_2} \quad (9.5)$$

бу ерда a_1^* - стандарт модда адсорбция изотермасининг ординатаси, кг/кг; a_2^* - аниқланаётган изотерманинг ординатаси, кг/кг; V_1, V_2 - стандарт ва текширилаётган модданинг моль ҳажмлари, м³/кмоль.

Жараён узвуксиз равишда олиб борилганда, адсорбция жараёнининг моддий балансини қуйидагича топиш мумкин:

$$L \cdot (a - a_0) = G \cdot (c_0 - c_0) \quad (9.6)$$

бу ерда L - адсорбентнинг сарфи, кг/с; a_0, a_0 - ютилаётган модданинг адсорбентдаги бошланғич ва охири таркиби; G - ташувчи газнинг сарфи, кг/с; c_0, c_0 - ютилаётган модданинг адсорбция пайтида чиқаётган газлардаги ўлгача таркиби; c_0 - адсорбтивнинг ташувчи газдаги таркиби.

Адсорбция жараёни иссиқлик ажралиб чиқиши билан боғлиқ. Шу сабабли, саноатда ажралиб чиққан иссиқликни фойдали сарфлайдиган қурилмадан фойдаланилади.

Адсорбция жараёнида ажралиб чиққан иссиқлик яширин буғланиш иссиқлиги дейилади ва у ютилган буғ миқдorigа боғлиқ бўлиб қуйидаги формуладан аниқланади:

$$q = m \cdot a^n$$

бу ерда a - ютилган буғ миқдори, дм³/кг·кўмир; m ва n - константалар, уларнинг сон қийматлари 9-2 жадвалда келтирилган.

Модда	Формула	N	$m \cdot 10^{-2}$
1. Бензол	C_6H_6	0,959	3,24
2. Бромли этил	C_2H_5Br	0,900	3,77
3. Диэтил эфир	$(C_2H_5)_2O$	0,915	3,84
4. Йодли этил	C_2H_5I	0,956	3,10
5. Метил спирт	CH_3OH	0,978	3,11
6. Олтингугурт	CS_2	0,920	3,15
7. Хлорли этил	C_2H_5Cl	0,915	3,06
8. Хлороформ	$CHCl_3$	0,935	3,47
9. Тўрт хлорли углерод	CCl_4	0,930	3,74
10. Этил спирти	C_2H_5OH	0,928	3,65
11. Этил формиат	$HCOOC_2H_5$	0,9075	3,96

Адсорбция жараёнининг кинетикаси

Адсорбция жараёнида модда ўтказиш 2 босқичдан иборат бўлади:

- ташқи диффузия;
- ички диффузия.

Ташқи диффузиянинг тезлиги асосан жараёнининг гидродинамик ҳолати билан, ички диффузиянинг тезлиги эса, адсорбентнинг тузилиши ва адсорбцион системанинг физик-кимёвий хоссалари билан ҳарактерланади.

Тақрибий диффузияда модда ўтишининг тезлиги қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$\frac{da}{a \tau} = \beta_y \cdot (\bar{C} - \bar{C}_0) \quad (9.7)$$

бу ерда a - ютилган модданинг миқдори; τ - вақт, с; \bar{C} - ютиляётган компонентнинг буғ, газ, аралашмаси ҳажмига концентрацияси, kg/m^3 ; инерт газ; \bar{C}_0 - ютиляётган компонентнинг юзасидаги концентрацияси, kg/m^3 ; инерт газ; β_y - модда бериш коэффициенти, s^{-1} .

Ички диффузияда пайванд модда ютишининг тезлиги

молекуляр диффузия тенгламаси билан ифодаланади:

$$\frac{dc}{d\tau} = D_3 \cdot \left(\frac{d^2c}{dx^2} + \frac{d^2c}{dy^2} + \frac{d^2c}{dz^2} \right) \quad (9.8)$$

бу ерда D_3 - диффузиянинг эффектив коэффициенти. Жараён давомида D нинг қиймати ўзгармас деъллинади.

Адсорбция кинетикасини ифодалайдиган критериял тенглама Nu' ни аниқлаш мумкин:

$$Nu' = A \cdot Re^m \cdot (Pr')^n \quad (9.9)$$

бу ерда Nu' - Нуссельт диффузия критерийси; Pr' - Прандтл диффузия критерийси; Re - Рейнольдс критерийси; A, m, n - тажриба йўли билан аниқланадиган доимий қийматлар.

Масалан, писта кўмир учун ($d_3 = 1,7-2,2$ мм, $w_1 = 0,3-2$ м/с) критериял тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Nu' = A \cdot Re^{0,54} \quad (9.10)$$

бу ерда

$$Nu' = \frac{\beta \cdot d_3^2}{D}; \quad Re = \frac{w_1 \cdot d_3}{\nu_{г,г}}$$

D - диффузия коэффициенти, м²/с; d_3 - адсорбент иррачаларининг ўртача диаметри, м; w_1 - буғ-газ ариқашмасининг тезлиги, м/с; $\nu_{г,г}$ - газнинг кинематик қовушоқлик коэффициенти, м²/с.

Юқоридаги тенгламадан β топилади:

$$\beta = \frac{1,6 \cdot D \cdot w_1^{0,54}}{\nu^{0,54} \cdot d_3^{0,46}} \quad (9.11)$$

Исталган температура ва босим учун диффузия коэффициенти D қуйидагича топилади:

$$D = D_0 \cdot \left(\frac{P_0}{P} \right) \cdot \left(\frac{T}{T_0} \right)^{1.5} \quad (9.12)$$

Ютувчи сорбент қатламининг ҳимоя ҳаракати вақти Н.А.Шиллов тенгләмаси ёрдамида ҳисобланади:

$$\tau = K \cdot (H - h)$$

бу ерда $\tau_0 = K \cdot h$

Демак, $\tau = K \cdot H - \tau_0$

K - сорбент қатламининг ҳимоя ҳаракати коэффициентини; H - сорбент қатламининг баландлиги, м; h - динамик тажриба шароитида сорбент қатламининг ишлатилмаган баландлиги, м; τ_0 - сорбент қатламининг ҳимоя ҳаракат вақтининг йўқотилиши ёки кинетик коэффициент, с.

Сорбент қатламининг ҳимоя ҳаракати коэффициентини қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$K = \frac{a_0'}{w \cdot C_0} \quad (9.14)$$

бу ерда a_0' - мувозанат абсорбцион ҳажм, кг/м³; w - тезлик, м/с; C_0 - га аралашмасидаги ютиладиган модданинг бошланғич концентрацияси, кг/м³.

Узлукли адсорбция жараёнининг давомийлиги ютилган модда баланс, адсорбция кинетикаси ва изотермаси тенгламалари системасини ечиш орқали аниқланади.

Адсорбция изотерма 3 қисмга бўлинади:

а) Бу ҳисманда адсорбция изотермаси тўғри чизиқли ва тахминан Генри қонуни билан софдаланади.

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\frac{a_0'}{w \cdot C_0}} \cdot \sqrt{H} - b \cdot \sqrt{\frac{a_0'}{w \cdot C_0}} \quad (9.15)$$

τ - адсорбция жараёны давомийчиги, с, w - бҮҒ - газ оқимининг тезлиги, м/с; H - писта кўмир қатлам баландлиги, м; C_o - бҮҒ - газ оқимида ютиладиган моддан инг бошланғич концентрацияси, кг/м³; a_o^* - оқим концентрацияси C_o билан мувозанатдаги ютилган модда миқдори, кг/м³; β - модда алмашилиш коэффициенти, с⁻¹.

b - коэффициент. қиймати 9-3 жадвалдан қараб танланади.

9-3 жадвал.

$\frac{\bar{C}}{\bar{C}_o}$	b	$\frac{\bar{C}}{\bar{C}_o}$	b	$\frac{\bar{C}}{\bar{C}_o}$	B
0,05	1,54	0,2	0,63	0,7	- 0,27
0,01	1,67	0,3	0,42	0,8	- 0,4
0,03	1,35	0,4	0,23	0,9	- 0,68
0,05	1,19	0,5	0,09		
0,1	0,94	0,6	- 0,10		

б) Адсорбция изотермасининг иккинчи қисми учун τ ни аниқлашда ушбу тенгламада: фойдаланилади.

$$\tau = \frac{a_o^*}{w \cdot \bar{C}_o} \cdot \left\{ H - \frac{w}{\beta_y} \cdot \left[\frac{1}{P} \cdot \ln \left(\frac{\bar{C}_o}{\bar{C}} - 1 \right) + \ln \frac{\bar{C}_o}{\bar{C}} - 1 \right] \right\} \quad (9.16)$$

в) Адсорбция изотермасининг учинчи қисми учун τ ни топиш учун қуйидаги тенглама тўғри келади.

$$\tau = \frac{a_o^*}{w \cdot \bar{C}_o} \cdot \left[H - \frac{w}{\beta_y} \cdot \ln \left(\frac{\bar{C}_o}{\bar{C}} - 1 \right) \right] \quad (9.17)$$

Модда ўтказиш зонасининг баландлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$h_o = H \cdot \frac{\tau_{\text{му}} - \tau_{\text{ск}}}{\tau_{\text{му}} - (1 - f) \cdot (\tau_{\text{му}} - \tau_{\text{ск}})} \quad (9.18)$$

бу ерда $\tau_{\text{му}}$ - мувозанатли тўйинишсиз кетган вақт; $\tau_{\text{ск}}$

вақти; f - сорбентнинг шунга қаратадиган мувозанат адсорбцион ҳажми.

Қатламнинг ҳар бир тезлиги u ушбу формула орқали ҳисобланади.

$$u = \frac{1}{K} = (\bar{C}_o - \bar{C}_{ox}) \cdot \frac{w}{a_o} \quad (9.19)$$

Қурилмадаги қатламнинг ишчи баландлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$H_o = \gamma \cdot h_o \quad (9.20)$$

h_o - қўзғалмас қатламнинг эдда ўтказиш зонасининг баландлиги, м; $\gamma = 1,4$ - узгармас коэффициент.

Ўтказиш бирлигининг сочи концентрациялар ўзгарганда, ҳар поғона учун алоҳида ҳисобланади:

$$m_o = \frac{2 \cdot (\bar{C}_{бош} - \bar{C}_{ox})}{\bar{C}_{бош} - \bar{C}_{ox}^*} \quad (9.21)$$

Изотерманинг тўғри чизиқли қисмида, қатлам баландлиги ушбу формуладан топилади:

$$H = h_o \cdot \sum_1^n m_o \quad (9.22)$$

Ундан ташқари H ни тўғрида ушбу формуладан фойдаланиш ҳам бўлади:

$$H = \frac{G}{S \cdot \beta_y \cdot \Delta \bar{C}_{yp}} \quad (9.23)$$

G - вақт бирлигида ютилатган модда миқдори; $\Delta \bar{C}_{yp}$ - адсорбция жараёнини ўртача ҳаракатга келтирувчи куч:

$$\Delta \bar{C}_{yp} = \frac{\Delta \bar{C}_o - \Delta \bar{C}_1}{\ln \frac{\Delta \bar{C}_o}{\Delta \bar{C}_1}} \quad (9.24)$$

$\Delta C_0 = (\Delta C_0 - \Delta C_0^*)$ - қатлам охиридаги қатта ҳаракатга келтирувчи куч.

$\Delta \bar{C}_1 = (\Delta \bar{C}_1 - \Delta \bar{C}_1^*)$ - бошқа қатлам охиридаги кичик ҳаракатга келтирувчи куч.

МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

9-1. Бу - ҳаво аралашмасининг сарфи $3450 \text{ м}^3/\text{соат}$. Бензиннинг бошланғич концентрацияси $C = 0,02 \text{ кг}/\text{м}^3$. Писта кўмирнинг зичлиги $\rho = 500 \text{ кг}/\text{м}^3$, десорбциядан сун қолдиқ активлиги $0, \%$ (масс), бензинга нисбатан кўмирнинг динамик активлиги 7% (масс) ва қурилманинг тўлиқ кўндалан қисмига ҳисобланган буғ - ҳаво аралашманинг тезлиги $= 0,23 \text{ м}/\text{с}$. Адсорбентни десорбция, қуришти ва соьитиш вақти $1 \text{ соат } 45 \text{ минут}$.

Бензин буғи ва ҳаво аралашмадан бензин буғини ютиш учун узлукли адсорбернинг диаметри, адсорбент қатламининг баландлиги ва писта кўмирнинг зарур миқдори аниқлансин.

Е ч и ш:

$1 \text{ соат } 45 \text{ минут}$ вақт ичида бензинни ютиш учун адсорбент миқдори:

$$G = \frac{V \cdot \tau \cdot C_1}{C_2 - C_1} = \frac{3450 \cdot 1,45 \cdot 0,02}{0,07 - 0,008} = 1612 \text{ кг}$$

Буғ - ҳаво аралашмасининг тезлиги $0,23 \text{ м}/\text{с}$ ва сарфи $3450 \text{ м}^3/\text{соат}$ бўлганда, адсорбер диаметри қуйидагига тенг булади:

$$D = \sqrt{\frac{3450}{3600 \cdot 0,785 \cdot 0,23}} = 2,3 \text{ м}$$

Адсорбент қатламининг баландлиги эса:

$$H = \frac{1612}{500 \cdot 0,785 \cdot 2,3^2} = 0,8 \text{ м}$$

баланслиги $H = 1,0$ м. Этил спирти буғи ва ҳаво аралашмасининг тезлиги $w = 25$ м/мин; бошланғич концентрацияси $\bar{C}_0 = 0,029$ кг/м³; адсорбердан чиқётган аралашма концентрацияси $\bar{C}_1 = 0,0002$ кг/м³; қатламнинг сочилган ҳолдаги зичлиги $\rho_{с.х} = 500$ кг/м³.

Бир давр ичда ($\tau = 133$ мин) этил спирти буғлари нисба кўмир билан ютилиши пайтида ажралиб чиқётган иссиқлик миқдори аниқлансин.

Е ч и ш:

Курилманинг кўндаланг кесим юзаси:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 3,14 \text{ м}^2$$

Бу давр ичда адсорбердан ўтаётган буғ ҳаво аралашмасининг миқдори:

$$V = w \cdot S \cdot \tau = 25 \cdot 3,14 \cdot 133 = 10400 \text{ м}^3$$

Ютилаётган этил спирти буғларининг миқдори:

$$G_{ст} = \frac{10400 \cdot (29 - 0,2)}{1000} = 300 \text{ кг}$$

ёки

$$G_{ст} = \frac{300}{46} = 6,52 \text{ кмоль}$$

Адсорберга солинадиган нисба кўмир массаси:

$$S \cdot H \cdot \rho_{нас} = 3,14 \cdot 1,0 \cdot 500 = 1570 \text{ кг}$$

бу эса

$$\frac{1570}{652} = 2406,3 \frac{\text{кг} \cdot \text{кум.р}}{\text{кмоль}}$$

ни ташкил этади.

Адсорбция жараёнида ажралиб чиқаёган иссиқлик миқдори ушбу формуладан топилади:

$$q = m \cdot a^n$$

1 кг писта кўмирغا ютилган бу a нинг миқдори қуйидагини ташкил этади:

$$a = \frac{6,52 \cdot 22,4 \cdot 1000}{1570} = 93 \text{ л/кг}$$

Бу ерда m ва n ларнинг сэн қийматлари 9-2 жадвалдан олинди: $m = 3,65 \cdot 10^3$, $n = 0,928$. Формулага биноан 1 кг писта кўмирға тўғри келадиган иссиқлик миқдори

$$q = 3,65 \cdot 10^3 \cdot 93^{0,928} = 245 \text{ кЖ/кг}$$

Битта давр мобайнида ажраб чиққан иссиқлик миқдори,

$$q_1 = 245 \cdot 1570 = 385000 \text{ кЖ}$$

Ушбу иссиқлик писта кўмирни ва қурилмани иситишга, атроф муҳитга йўқотилишга ва кўп қисми буғ - газ аралашмани қиздиришга сарф бўлади.

Агарда, ҳамма ажраб чиққан иссиқлик буғ - газ аралашмани қиздиришга сарфланмоқда деб тахмин қилсак ва унинг солиштира иссиқлик сифimini ва зичлигини ҳавоникидек деб ҳисобланса, аралашманинг температураси қуйидаги қийматга кўтарилади:

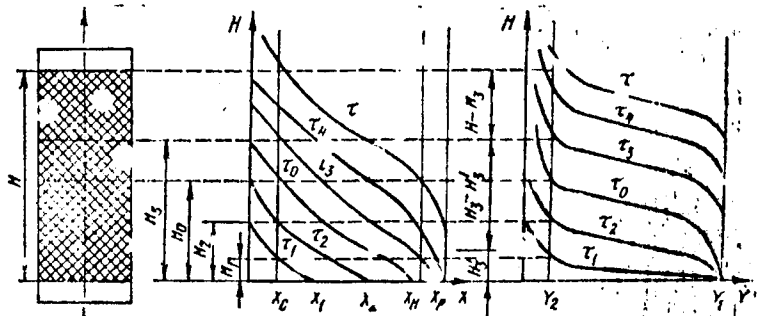
$$\Delta t = \frac{385000 \cdot 10^3}{10400 \cdot 1,2 \cdot 1,01 \cdot 10^3} = 30,5 \text{ К}$$

АДСОРБЕРЛАРНИ ҲИСОБЛАШ [6,10].

Ўзгармас қатламни адсорберни ҳисоблаш. Адсорбция жараёнининг давом этиш вақтин адсорбент қатламини таҳлил

қилиш йўли билан топилади. Ютиладиган модданинг адсорбентдаги миқдори x қатлам баландлиги ва вақт бўйича ўзгаради (9.2 - расм). x_c — адсорбентдаги модданинг y_2 га тўғри келган концентрацияси. x_c бирор вақтдан сўнг, адсорбентнинг H баландлигида ҳосил бўлади. Шу сабабли H баландликда амалий жиҳатдан ютилиши керак бўлган модда адсорбентга тўла ютилган бўлади.

τ_0 — вақтнинг бошланишида адсорбентни модданинг концентрацияси x_n бўлади, x_p эса y_1 билан мувозанатда бўлган концентрациялар.



9.2-расм. Адсорбция жараёнида қўзғолмас адсорбент қатламининг концентрациялар орайдони [10].

Адсорбция вақти Н.А. Шитов тенгламасидан аниқланади:

$$\tau = \tau_0 + k \cdot (H - H_0) \quad (9.26)$$

k — қатламнинг ютиш қобилиятини ҳарактерловчи коэффициент, с/м.

Бу коэффициент 1 м адсорбент қатламининг тўйиниш вақтини характерлайди ва қуйидаги моддий баланс тенгламаси орқали топилади:

$$S \cdot \rho_a \cdot x_n = G \cdot y_1 \cdot k \quad (9.26)$$

бундан

$$k = \frac{S \cdot \rho_a \cdot x_n}{G \cdot y_1} \quad (9.27)$$

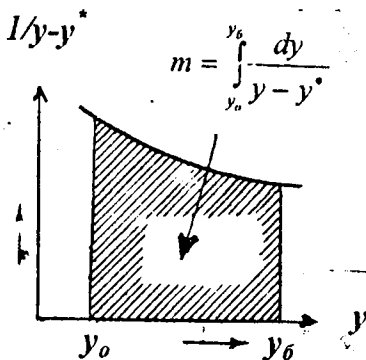
бу ерда S — адсорбернинг кўндаланг кесим юзаси, m^2 ; ρ_a — адсорбентнинг зичлиги, kg/m^3 ; G — газнинг сарфи, kg/c .

τ_0 - нинг қиймати қуйидаги ифода о, қали аниқланади:

$$\tau_0 = \frac{\rho_a}{\kappa \cdot f} \cdot \int_0^{x_n} \frac{dx}{y_1 - y_2} \quad (9.28)$$

бу ерда, K - модда ўтказиш коэффициентини, $\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}$ - адсорбентнинг солиштирма юзаси; $y_1 - y_2$ - жараёнинг ҳаракатга келтирувчи куч.

Интегралнинг ўнг томони график усулда топилади. Унинг қиймати $I/y_1 - y_2$ координаталарида чизилган эгри чизиқнинг юзасига тенг (9.3 - расм). Мсда ўтказиш коэффициентини K_y қуйидаги тенгламалар орқали аниқланади:



9.3-расм. Жараёнинг ҳаракатлантирувчи кучини интеграллаб, ўтказиш бирлигини аниқлаш [6].

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}} \quad (9.29)$$

$Re = 2 \div 30$ бўлганда,

$$Nu' = 0,725 \cdot Re^{0,47} \cdot (Pr')^{0,33} \quad (9.30)$$

Ho нинг қиймати қуйидагича топилади:

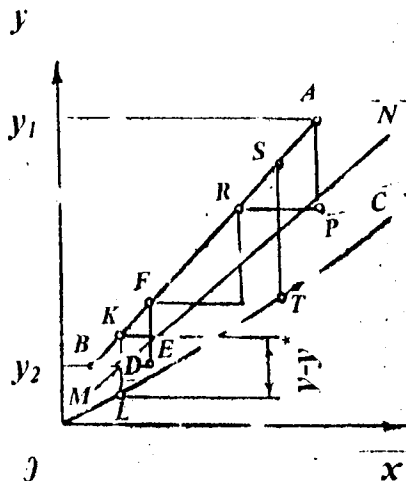
$$Ho = n \cdot h \quad (9.31)$$

бу ерда h - ўтказиш бирлигининг баландлиги, м; n - ўтказиш

бирлигининг сони.

n — нинг миқдори график усул билан топилади (9.4 - расм). AB — иш чизиғи; OC — мувозанат чизиғи; M — A ва OC чизиқларни ўртасидан тенг бўлувчи чизиқ; K — биринчи бўлақдаги жараёни ҳаракатга келтирувчи кучни ифодалайди.

Ўтказиш бирлиги сонини топиш учун B нуқтадан горизонтал чизиқ ўтказамиз. $BF = 2BD$ деб оламиз. Сўنгра E нуқтада AB билан кесишгунча вертикал чизиқ ўтқаиб, E нуқтани ҳосил қиламиз. BEF учбурчак битта ўтказиш бирлигига тенг бўлади ва унинг ўртача ҳаракатлантирувчи кучи KL га тенг. Худди шу усул билан F нуқтадан A нуқтагача учбурчакликлар чизамиз. Учбурчакларнинг сони ўтказиш бирлигининг сонини белгилайди. Ўтказиш бирлигининг сони:



9.4-расм. Ўтказиш бирлиги сони график усулда аниқлаш. OC —мувозанат чизиғи; AB —иш чизиғи; M —мувозанат чизиғи билан иш чизиқларининг ордината қисмини тенг иккига бўлувчи

$$n = \frac{y_1 - y_2}{\Delta y_y} \quad (9.32)$$

Δy_y — ўртача ҳаракатлантирувчи куч. Ўтказиш бирлигининг баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$h = \frac{G}{K \cdot S \cdot f} \quad (9.33)$$

бу ерда S — аппарат кўндал. ик кесимининг юзаси; m^2 .

K — сорбент кесимининг юзаси қуйидаги тенглама билан

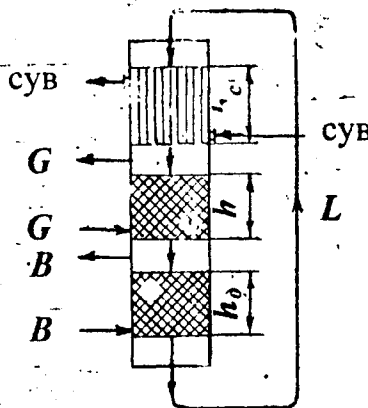
топилади:

$$S = \frac{G}{w_0 \cdot \rho_1} \quad (9.34)$$

бу ерда G - газ сарфи, кг/с; w_0 - газнинг мавҳум (қурилма тўла кесимига нисбатан олинган) тезлиги, м/с; ρ_1 - газнинг зичлиги кг/м³. Одатда $w = 0,08 \div 0,25$ м/с қилиб олинади.

Ўзгарувчан қатламли узлусиз ишлайдиган адсорберларни ҳисоблаш.

Бу қурилмаларда донатор қатламли адсорбент юқоридан пастга томон спиралсимон ҳаракат қилиб, кетма - кет равишда баландликдаги совитиш, баландликдаги десорбция ва иситиш соҳаларидан ўтади (9.5 - расм). Қурилманинг умумий иш баландлиги эса учала баландликнинг йиғиндисига тенг:



9.5-расм. Қурилманинг умумий баландлигини аниқлаш [10].

$$H = h_c + h + h_d \quad (9.35)$$

фазаларнинг бир-бирига тегиб турган юзаси олда ўтказишнинг асосий тенгламаларидан аниқланади:

$$F = \frac{M_2}{K \cdot \Delta y_{yp}} \quad (9.36)$$

бу ерда

$$\Delta y_{yp} = \frac{\bar{y}_b - \bar{y}_o}{y_o - y_m} \quad (9.37)$$

M - адсорбция қилинган модданинг миқдори; K - модда ўтказиш коэфф.иенти; y_b - газ аралашмасидаги ютилатган модданинг бошлагич концентрацияси; y_o - газ аралашмасидаги ютилатган модданинг охириги концентрацияси; y_m - муъозанат концентрацияси.

Ўзгарувчан қатламдаги донатор қатламли адсорбентнинг кўндаланг кесим юзаси сарф тенгласидан аниқланади:

$$S = \frac{V_c}{w} \quad (9.38)$$

бу ерда V_c - қурилмадаги газ аралашмасининг са.фи, m^3/c , w - газ оқимиинг тезлиги, m/c .

Адсорбция зонасининг баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$h = \frac{F}{S \cdot f} \quad (9.39)$$

бу ерда f - адсорбентнинг солиштирма юзаси, m^2/m^3 .

Қурилманинг қолган иш қисмиинг баландликлар. қуйидаги нисбатлар орқали аниқланади:

$$\frac{h}{h_c} = \frac{\tau}{\tau_c} \quad \text{ва} \quad \frac{h}{h_d} = \frac{\tau}{\tau_d} \quad (9.40)$$

ёки

$$h_c = h \cdot \frac{\tau_c}{\tau} \quad \text{ва} \quad h_d = h \cdot \frac{\tau_d}{\tau} \quad (9.41)$$

бу ерда, τ , τ_c , τ_d , - адсорбция, соьитиш ва десорбция учун кетган вақтни кўрсатади.

Адсорбция учун кетган вақт қуйидагича аниқланади:

$$\tau = \frac{S \cdot h}{L_c} \quad (9.42)$$

бу ерда L_c - адсорбентнинг сарфи, м/с.

Адсорбентнинг сарфи эса материал баланс тенгласидан аниқланади.

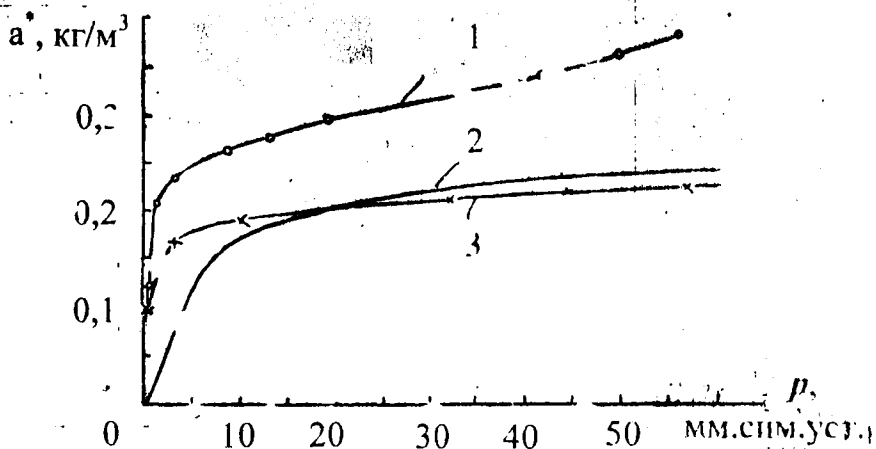
КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР.

9.1. Октан буғларининг бошл. иғич концентрациясининг миқдори $C_0 = 0,012$ кг/м³, тезлиги 20 м/мин, кўмирнинг бензолга кўрсатадиган активлиги %, кўмирнинг тўкиб уйиб қўйилгандаги зичлиги 350 кг/м³, абсорбер ичидаги кўмирнинг қатламининг баландлиги $H = 0,8$ м бўлган ҳолда, абсорбер диаметри ва ҳаво билан аралашган 100 кг октан буғининг ютилиш даври давомийлигини юқоридаги маълумотлар ёрдамида аниқлаб беринг.

9.2. Углерод заррачалардан иборат қатламининг баландлиги $H = 0,1$ м бўлганда CCl_4 буғлари адсорбцияланиши учун - нинг сакрагунча бўлган ютилиш давомийлигини ва τ_0 ҳимоя ҳаракати вақтининг йўқотилишини аниқлаш керак. Газ-буғ аралашманинг тезлиги 5 м/мин, кўмир заррачаларининг диаметри $d = 2,75$ мм, динамик коэффициентлар қиймати P_1

$=14500$, $R_2 = 529$.

9.3. 20°C даги бензол адсорбцияси изотермаси ёрдамида (9.6-расм) 25°C этил спирти буғи адсорбцияси изотермаси чизилгани куринг.



9.6-расм. 20°C температурада адсорбция изотермалари [7].

9.4. 9.6 - расмдаги бензол адсорбцияси изотермаси ёрдамида бошланғич концентрацияси $\bar{C}_0 = 0,11$ кг/м³ бўлган, газ-буғ аралашмани узлуксиз адсорбциялангандаги тезлигини ва кўмир қатлами баландлигини аниқлаш керак. Аралашманинг ўтиш тезлиги $w = 20$ м/т ин, модга бериш коэффициенти, $\beta_y = 4$ с⁻¹. Кўмир ўзининг статик фаоллигида адсорбцияланган жараёнда 80% гача тўйинади. Кўмирнинг десорбциялангандаги сўнг, бошланғич статик фаоллигига нисбатан қолдиқ фаоллиги 14,5% ни ташкил этади. Газ-буғ аралашма концентрация миқдори $\bar{C}_0 = 0,01$ кг/м³ дан ошмаган қийматгача тозаланиши керак.

9.5. Диаметри 3 м бўлган вертикал адсорберга, диаметри 0,35 м бўлган пўлат қувурдан 170 м³/мин миқдорда газ-буғ аралашма кирмоқда. Газ-буғ аралашмадаги этил спиртининг бошланғич концентрацияни миқдори $\bar{C}_0 = 0,02$ кг/м³. Этил спиртининг адсорбердан чиқиб кетаётган газдаги концентрацияси $C_1 = 0,0002$ кг/м³, адсорбердаги кўмир қатламининг баландлиги $H = 1,5$ м,

қумирнинг тўкиб уйилиш зичлиги 500 кг/м^3 . Бир этиш даврининг вақти 4 соат 37 мин. Биринчи давр учун адсорбердан ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорини аниқлаш керак.

9.6. Колоннали қурилмада ҳавони узоқ муддат қуригғанда қуйидаги маълумотлар олғичан:

$$\bar{C}_a = 0,01 \text{ кг/м}^3, \bar{C}_{\text{кел}} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3, d_a = 0,002 \text{ м}; a_0 = 170 \text{ кг/м}^3$$

NaA типдаги цеолитнинг минимал тезлик ҳаракатини аниқлаш. Қурилманинг кўндаланг кесими бўйича газ оқими тезлиги $0,5 \text{ м/с}$.

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №19

Қўзғалмас қатлам баландлиги H , $C_0 = 0,01 \text{ кг/м}^3$, қурилманинг тўлиқ кўндаланг кесими юзасига ҳисобланган буғ-ҳаво аралашмаси оқимининг тезлиги $w = 0,5 \text{ м/с}$, $\tau = x \text{ мин}$, $\tau_{\text{кел}} = y \text{ мин}$.

Юқорида қайд этилган шароитлар учун газларни туқур қуриштиш ($C_{\text{кел}} = 2,34 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$) жараёнининг колонналик қурилманинг ишчи баландлиги ва *NaA* ($d_s = 0,002 \text{ м}$) типдаги цеолит қўзғалмас қатламининг модда ўтказиш соҳасининг узунлиги аниқлансин.

Пара метр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\tau_{\text{кел}}$	мин	200	150	160	190	170	120	100	250	230	300
$\tau_{\text{кел}}$	мин	115	80	90	110	100	70	60	150	140	190

Параметр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
H	м	0,4	0,3	0,5	0,1	0,2	0,15	0,25	0,6	0,45	0,7

ҚУРИТИШ

Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

1. Нам модда намлик миқдори унинг умумий массасига нисбатан (u) фой ҳисобида, ёки қуруқ модда массасига нисбатан (u') ифодалани мумкин. u ва u' катталиклари қуйидагича боғлиқликка эга:

$$u' = \frac{100 \cdot u}{100 - u}; \quad u = \frac{100 \cdot u'}{100 + u'}; \quad (10.1)$$

2. Қуритиш жараёнида модда намлиги $u_{\text{бош}}$ дан $u_{\text{ох}}$ ўзгаргандаги намлик миқдори W қиймати қуйидагича аниқланади:

$$W = G_{\text{бош}} \cdot \frac{u_{\text{бош}} - u_{\text{ох}}}{100 - u_{\text{ох}}} \quad W = G_{\text{ох}} \cdot \frac{u_{\text{бош}} - u_{\text{ох}}}{100 + u_{\text{бош}}} \quad (10.2)$$

Бу ерда, $G_{\text{бош}}$ — бошланғич масса, кг; $u_{\text{бош}}$ — бошланғич намлик, %; $G_{\text{ох}}$ — охириги масса, кг; $u_{\text{ох}}$ — охириги намлик, %.

Агарда, модданинг n л сақлаш миқдори қуруқ модда массасига нисбатан фоизда (u') берилган бўлса, у ҳолда

$$W = G_{\text{кур}} \cdot \frac{u'_{\text{бош}} - u'_{\text{ох}}}{100}$$

$G_{\text{кур}}$ — абсолют қуруқ моддага нисбатан қуришнинг маҳсулдорлиги, кг/с.

3. Б, r -ҳаво аралашмасида буғ миқдори x (кг-буғ/кг-қуруқ газ);

$$x = \frac{M_{\text{б}}}{M_{\text{г}}} \cdot \frac{P_{\text{б}}}{P - P_{\text{б}}} \quad (10.4)$$

M_6 ва M_7 - буг ва ҳавонинг моляр массаси; Π - буг-ҳаво аралашмасининг умумий босим.; P_6 - бунинг парциал босими.

Буг ва ҳаводан иборат аралашманинг нам сақлаш миқдори x кг-сув буги/кг-қуруқ ҳаво):

$$x = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\text{буғ}}}{\Pi - \varphi \cdot P_{\text{буғ}}} \quad (10.5)$$

бу ерда 0,622 - сув буғи ва ҳавонинг моляр массалари нисбати; φ - ҳавонинг нисбий намлиги:

$$\varphi = \frac{P_n}{P_{\text{буғ}}} \quad (10.6)$$

P_n - сув бугининг ҳаводаги парциал босими. (қуруқ термометр температураси бўйича).

$P_{\text{буғ}}$ - шу температурадаги тўйинган сув бугининг босими (иловадаги 34-жадвал).

4. Нам ҳавонинг энтальпияси I (кЖ/кг-қуруқ ҳаво)

$$I = (c_x + c_6 \cdot x) \cdot t + r_0 \cdot x = (1,01 + 1,97 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot x \quad (10.7)$$

бу ерда $c_x = 1,01$ кЖ/(кг·К) - қуруқ ҳавонинг ўртача солиштирма иссиқлик сифими (босим ўзгармас бўлганда) $c_6 = 1,97$ кЖ/(кг·К) - сув бугининг ўртача солиштирма иссиқлик сифими.

x - ҳавонинг нам сақлаши, кг-буг/кг-қуруқ ҳаво;

t - ҳаво ҳарорати (қуруқ термометр бўйича), °С;

$r_0 = 2493$ кЖ/кг - сувнинг 0°С да бугга айланиш солиштирма иссиқлик миқдори.

Қуригиш жараёнининг потенциали қуйидаги формула бўйича чиқланади:

$$\varepsilon = t_k - t_n'$$

бу ерда t_k - қуруқ термометр бўйича ҳавонинг температураси;

t_n' - нам термометр бўйича ҳавонинг температураси;

t_n' - ҳақиқий термометрнинг ҳақиқий температураси

$$t_n = t_n - \frac{\Delta \cdot (t_k - t_n)}{100}$$

Δ - ҳўл термометр кўрсаткичига киритиладиган тузатиш, %.

5. Нам ҳавонинг параметрлари x , t , φ , Γ орасидаги боғлиқликлар Рамзиннинг $l - x$ диаграммаси оқ қали осон аниқланади (10-1 расм) ва унинг ёрдамида нам материални конвектив қуришти масалалари ечилади.

6. Босим Π , температураси Γ бўлган нам ҳавонинг з. члиги қуйидагича аниқланади:

$$\rho_{нх} = \rho_{кх} + \rho_6 \quad (10.8)$$

бу ерда $\rho_{нх}$ - қуруқ ҳаво зичлиги; ρ_6 - с, в буғининг зичлиги, ўз парциал босими ёрдамида аниқланган:

$$\rho_{нх} = \frac{M_x \cdot T_0 \cdot (n \cdot \varphi \cdot P_{мыу})}{22,4 \cdot T \cdot n_0} \quad (10.9)$$

$$\rho_6 = \frac{M_0 \cdot T_0 \cdot \varphi \cdot P_{мыу}}{22,4 \cdot T \cdot \Pi_0} \quad (10.10)$$

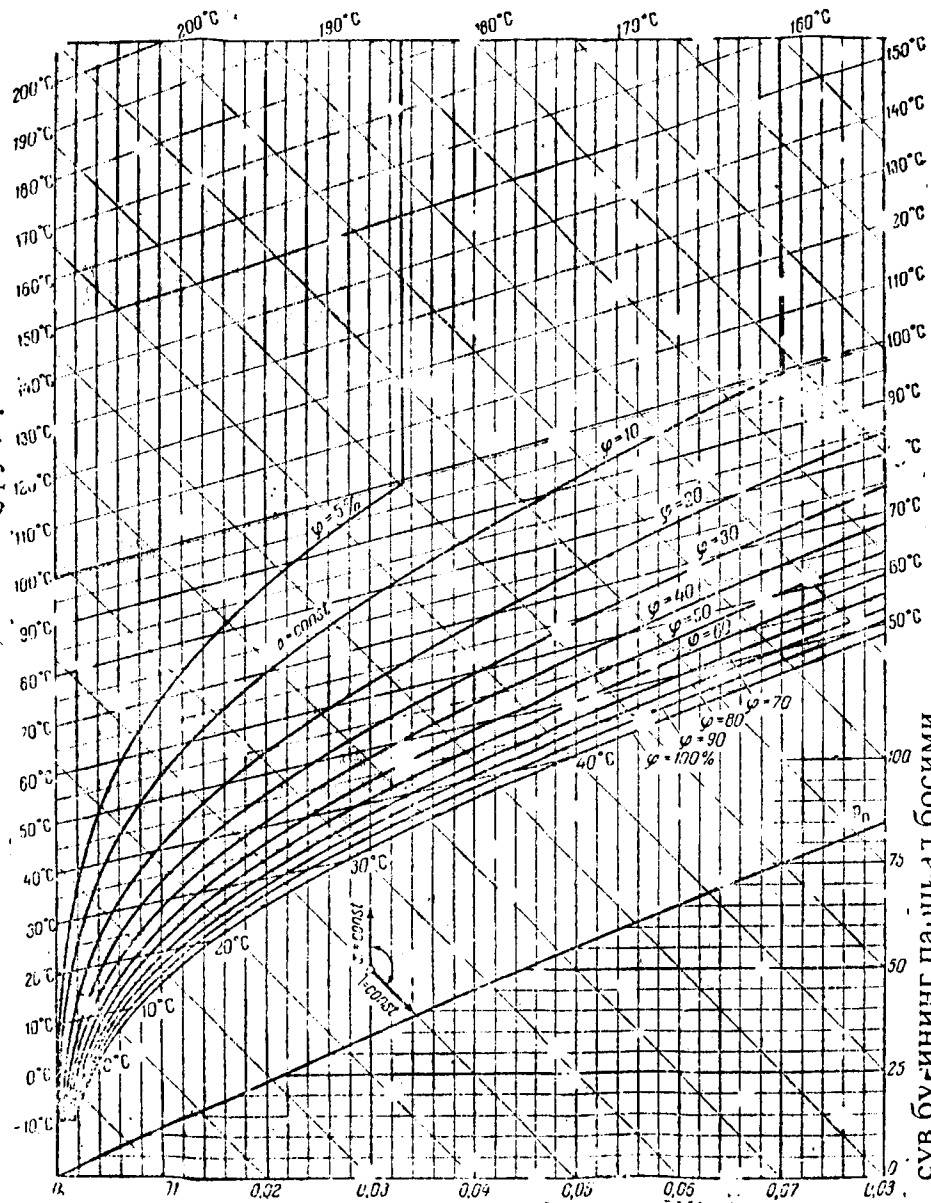
яъни Π - буғ-ҳаво аралашмасининг умумий босими,

Π_0 - нормал босим (0,1013 МПа ёки 1 атм)

(10.8)-(10.10) - формулаларни қўшиб қуйидаги формулани ҳосил қиламиз:

$$\begin{aligned} \rho_{нх} &= \frac{M_x \cdot T_0 \cdot \Pi}{22,4 \cdot T \cdot \Pi_0} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{M_0}{M_x} \right) \cdot \frac{\varphi \cdot P_{мыу}}{\Gamma} \right] = \\ &= 1,293 \cdot \frac{273 \cdot \Pi}{T \cdot 101300} \cdot \left(1 - 0,378 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{мыу}}{\Pi} \right) = \\ &= \frac{3,48 \cdot 10^{-3}}{T} \cdot (\Pi - 0,378 \cdot \varphi \cdot P_{мыу}) \end{aligned} \quad (10.11)$$

Энтальпия I, кЖ/кг қуруқ ҳаво



сув буғининг парцлал босими

Нам сақлаш x, кг/кг қуруқ ҳаво

10.1-расм. Нам ҳавонинг I-x диаграммаси.

8. Қуритгич орқал ўтадиган қуруқ ҳаво сарфи L (кг/с, ушбу тенгламадаг аниқланади:

$$L = W/l \quad (10.12)$$

бу ерда W - қуритгичнинг буғлатилаётган (моддадан ажралаётган) намлик бўйича унумдорлиги, кг/с; l - қуруқ ҳаво солишгирма сарфи, кг/кг буғланаётган намлик.

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (10.13)$$

x_0 ва x_2 - қуритгичга кираётган ва ундан чиқаётган ҳавонинг нам сақлаши.

9. Қуритиш жараёни нормал шароитда олиб борилганда, калорифердаги иссиқлик сарфи Q (Вт),

$$Q = L \cdot (I_1 - I_0) \quad (10.14)$$

бу ерда I_1 ва I_2 - ҳавонинг калориферга кириш ва ундан чиқишдаги энтальпиялари, Ж/кг қуруқ ҳаво.

Қуритгичда жараён нормал қуритиш шароитида олиб борилганда иссиқлик баланси ушбу кўринишга эга:

$$Q = L \cdot (I_2 - I_0) + \sum Q \quad (10.15)$$

I_2 - қуритгичдан чиқаётган ҳаво энтальпияси;

$\sum Q$ - материални қиздириш учун сарф бўлган иссиқлик, транспорт қўрилмасини иситиш учун ва а.роф муҳитга йўқотилган иссиқликлар йиғиндисига тенг.

$L \cdot (I_2 - I_0)$ намликни буғлатиши, ҳаво ва буғчи иситишга сарф бўлган асосий иссиқлик миқдorigа нисбатан $\sum Q$ жуда кичик бўлгани учун ҳисобга олмаймиз. Унда, назарий қуритгич учун тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Q_{\text{наз}} = L \cdot (I_2 - I_0) \quad (10.16)$$

10. Ҳақиқий қуритгичдаги солиштирма иссиқлик сарфи q (Ж/кг буғланаётган намлик) ушбу формула ёрдамида топилади:

$$q = \frac{Q}{W} = \frac{I_1 - I_0}{x_2 - x_0} = l \cdot (I_1 - I_0) \quad (10.17)$$

назарий қуритгичда ҳавонинг охириги ҳолати бўйича

$$q_{\text{наз}} = \frac{I_2 - I_0}{x_2 - x_0} \quad (10.18)$$

Ҳақиқий ва назарий қуритгичларнинг солиштирма иссиқлик сарфларининг фарқи:

$$q - q_{\text{наз}} = \frac{I_2 - I_0}{x_2 - x_0} - \Delta \quad (10.19)$$

агарда, қуритгич камерасида қўшимча иситкич бўлиб, унда:

$$\Delta = \frac{\sum Q}{W} = q_{\text{мат}} + q_{\text{тр}} + q_{\text{йук}} - c \cdot \theta_6 \quad (10.20)$$

Бу ерда

$$q_{\text{мат}} = \frac{G_6}{W} \cdot c_{\text{ох}} \cdot (\theta_{\text{ох}} - \theta_6); \quad q_{\text{тр}} = \frac{G_{\text{тр}}}{W} \cdot c_{\text{ох}} \cdot (\theta_{\text{тр}} - \theta_6);$$

$$q_{\text{йук}} = \frac{Q_{\text{йук}}}{W}$$

бу ерда $c_{\text{ох}}$, $c_{\text{тр}}$, c - қуритилган материалнинг, транспорт қурилмаси, сувнинг солиштирма иссиқлик сифимлари; θ_6 , $\theta_{\text{ох}}$ - бошланғич (нам материалнинг қуритгичга кирётганидаги) ва охириги (қуритилган материалнинг қуритгичдан чиққандаги) температуралари, °С.

11. Қуритгичнинг иссиқлик ф.и.к.

$$\eta = \frac{r}{q}$$

(10.21)

бу ерда r - материални қуритиш айтидаги температура бүйича аниқланадиган (хўл термометр температураси бүйича), сувнинг бугга айланиш солиштирма иссиқлиги, Ж/кг; q - қуритгичдаги иссиқликнинг солиштирма сарфи, Ж/кг.

Ўзгармас бир хил шароитда қуритиш жараёнининг дозимийлиги қуйидаги тахминий формулалар ёрдамида топиш мумкин:

а) ўзгармас тезлик даври (I-давр) учун

$$\tau_1 = \frac{1}{N} \cdot (u'_{\text{бош}} - u'_{\text{кр}}) \quad (10.22)$$

б) камаювчи тезлик даври (II-давр) учун

$$\tau_2 = \frac{u'_{\text{кр}} - u'_m}{N} \cdot 2,3 \cdot \lg \frac{u'_{\text{кр}} - u'_m}{u'_{\text{ох}} - u'_m} \quad (10.23)$$

бу ерда N - I-давр қуритиш тезлиги; $u'_{\text{бош}}$, $u'_{\text{кр}}$, $u'_{\text{ох}}$, u'_m жараённинг бошланғич, критик, сирридаги ва мувозанат ҳолатидаги материал намлиги.

Умумий қуритиш вақти

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 \quad (10.24)$$

Ўртача ҳаракатлантирувчи куч ушбу формулалар орқали аниқланади:

$$\Delta x_{\text{ур}} = \frac{\Delta x_1 - \Delta x_2}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}} \quad (10.25)$$

бу ерда

$$\Delta x_1 = x_{m_{y\dot{u}}} - x_1$$

$$\Delta x_1 = x_{m_{y\dot{u}}} - x_2$$

I-давр қуритиш тезлиги N тажриба ўтказиш йўли билан ёки модда бериш коэффициентини орқали аниқланиши мумкин.

Нам материал юзасидан бўғлатилган намлик миқдори

$$W = \beta \cdot F \cdot \Delta x_{yp} \quad (10.26)$$

булса, қуритиш тезлиги N ушбу ифода ёрдамида топилади:

$$N = \frac{W}{G_k} = \frac{\beta \cdot F \cdot \Delta x_{yp}}{G_k} = j \cdot f \cdot \Delta x_{yp} \quad (10.27)$$

бу ерда, β - газ фазасидаги модда бериш коэффициентини, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кг}/\text{кг})$; F - бўғланиш юзаси, м^2 ; $f = F/G_{kyp}$ - солиш норма юза, $\text{м}^2/\text{кг}$; Δx - ўртача ҳаракатга келтирувчи куч, $\text{кг} \cdot \text{буғ}/\text{кг} \cdot \text{қуруқ} \cdot \text{ҳаво}$.

Модда бериш коэффициентини β ушбу критериял тенгламадан топилади:

$$Nu' = A \cdot Re_r^n \cdot (Pr_r')^{0,33} \cdot Gu^{0,136} \quad (10.28)$$

бу ерда $Nu' = \frac{\beta \cdot l}{D}$; $Re_r = \frac{w \cdot l}{\nu}$; $Pr_r' = \frac{\nu}{D}$

Гухман критерийси:

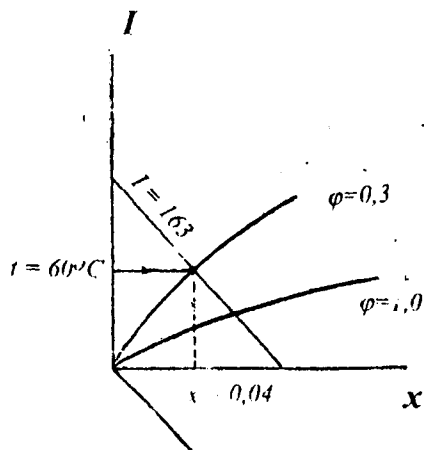
$$Gu = \frac{T_k - T_n}{T_k} \quad (10.29)$$

МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

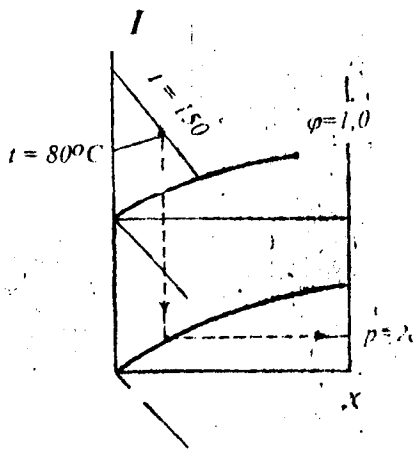
10-1. Илбтий намлиги $\phi = 0,3$ ва температураси 60°C бўлган ҳавонинг энтальпияси ва нам сақлаши Рамзиннинг I - x диаграммасидан тоғинг.

Е ч и ш :

10.2-расмда кўрсатиладек, энтальпия $I = 163$ кЖ/кг-қуруқ ҳаво нам сақлаши $x = 0,04$ кг/кг-қуруқ ҳаво.



1 2-расм. 10-1 масалага оид



10.3-расм. 10-2 масалага оид

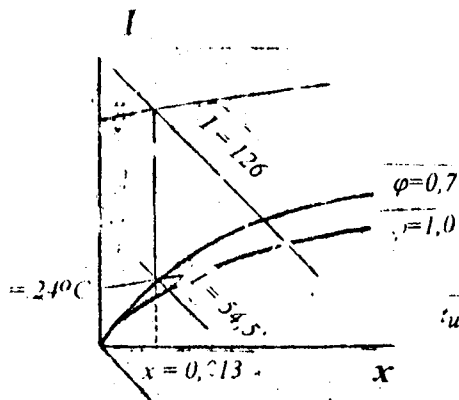
10-2. Температураси 80°C ва энтальпияси $I = 150$ кЖ/кг-қуруқ ҳаво бўлган буғ-ҳаво аралашмасидаги сув бугининг парциал босими аниқлансин.

Е ч и ш :

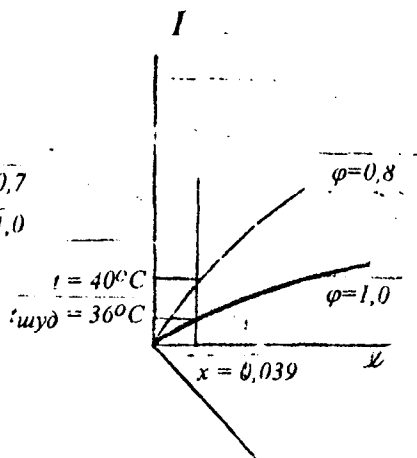
Рамлиннинг I - x (10.1-расм) диаграммасидан 80°C ли изотерма ва $I = 150$ кЖ/кг-қуруқ ҳаво чизиқларининг кесилиши нуқтасини топиб, уни сув бугининг парциал босими чизиғига туширилади, сўнг эса абсцисса ўқига параллел ҳолда ординатага чўзиб олинб борами.

Демак, $t = 80^{\circ}\text{C}$ ва $I = 150$ кЖ/кг-қуруқ ҳаво ушун парциал босим $p_n = 28$ мм.с.и.м.уст.га тенг. Ечилишнинг график схемаси 10.3-расмда келтирилган.

10-3. Температураси 24°C ва $\varphi = 0,7$ бўлган ҳаво калорифердан 90°C гача иситилмоқда. Калорифердан чиқаётган ҳавонинг энгальпияси ва нам сақлаши топилсин.



10.4-рasm, 10-3 масалага оид



10.5-рasm, 10-4 масалага оид

Е ч и ш :

1-x диаграммада ҳавонинг бошланғич ҳолати $t = 24^{\circ}\text{C}$ ли изотерманинг $\varphi = 0,7$ чизиги билан кесишган нуқтасига ўғри келади (10.4-рasm).

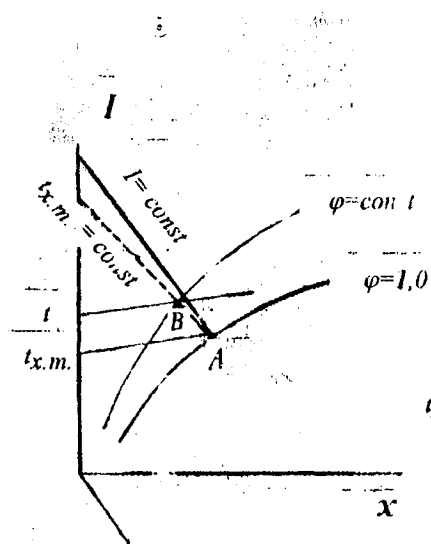
Ушбу нуқтага $x = 0,013$ кг/кг-қуруқ ҳаво ва $I = 54,5$ кЖ/кг-қуруқ ҳаво тўри келади. Иситиш пайтида ҳавонини нам сақлаши ўзгармайди, шу сабабли ҳавони иситиш жараёни $x = \text{const}$ чизиги билан ифодаланади. Демак, ҳавонинг охириги ҳолати $x=0,013$ чизиги $t=90^{\circ}\text{C}$ ли изотерма билан туташган нуқтаси билан характерланади. Бу нуқтага энгальпиянинг $I = 126$ кЖ/кг-қуруқ ҳаво сон қиймати тўғри келади.

10-4. Агар ҳавонинг температураси $t = 40^{\circ}\text{C}$ ва нисбий намлиги $\varphi = 0,8$ бўлса, унинг шудринг нуқтаси топилсин

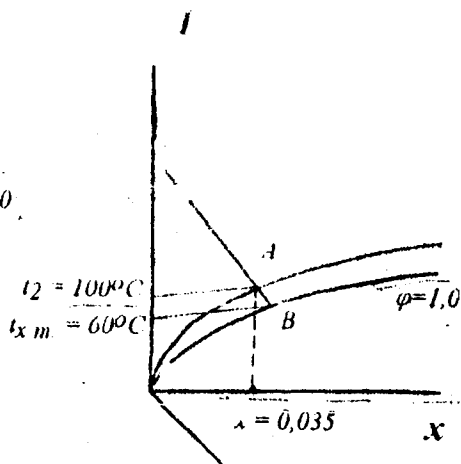
Е ч и ш:

Нам ҳаво совитишчиборилса, маъlum температурага эгач, намлик шудринг сифатида ажрати бошлайди. Намликнинг бундай ҳолатда ажратилишига тўғри келадиган температурага шудринг нуқтаси деб аталади. Бу нуқтани топшиш учун I-x диаграмманинг ордината ўқидаги 40°C га тегишли нуқтадан изотерма чизигини $\varphi = 0,8$ билан кесингунча давом эттираимиз. Туташган ушбу A нуқтадан $x = \text{const}$ чизиқ бўйлаб пасга $\varphi = 1,0$, яъни тўйинини чизиғи билан кесингунча тушираимиз (10.5-расм). Берилган параметрларга тўғри келган нам сақлаши $x = 0,039$ кг/кг ва шудринг нуқтаси $t = 36^\circ\text{C}$.

10-5. Пенхронметро кўрсаткичи қуйидагича: куруқ термометр $t_k = 40^\circ\text{C}$, ҳўл термометр эса $t_x = 36^\circ\text{C}$. I-x диаграммадан ҳавонинг намлиғи намлиғи аниқлансин.



10.6-расм. 10-5 масалага оид



10.7-расм. 10-6 масалага оид

$t_x = 35^\circ\text{C}$ изотермани $\varphi = 100\%$ билан кесі шгунча чўзиб борамиз ва А нуқтани топамиз (10.6-расм). Ушбу нуқтадан изотерма бўйича ($t_x = \text{const}$) ҳаракат этиб В нуқтада t температура изотерма билан кесишгунча чўзамиз ва бу нуқтага оид φ ни аниқлаймиз.

Бизнинг мисолимиз учун $t_x = 40^\circ\text{C}$ ва $t_x = 35^\circ\text{C}$ бўлганда $I = \text{const}$ чизиги бўйича $\varphi = 70\%$ лгини топамиз.

10-6. Қуритгичдан чиқаётган ҳаво температураси $t_2 = 100^\circ\text{C}$ ва нам сақлаши $x_2 = 0,0135$ кг/кг ва материалнинг намлиги критик намлик юқори бўлса, материалнинг температураси топилсин.

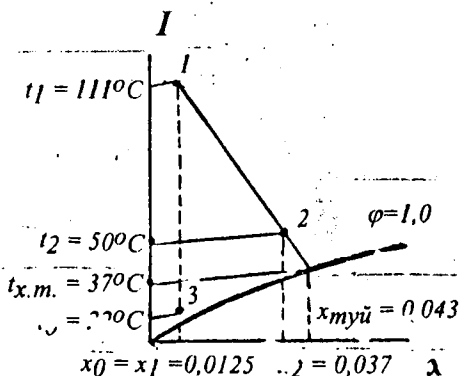
Е ч и ш:

Қуритиш жараёнининг I-даврича нам материалнинг температураси ҳўл термометрнинг температураси t_x га тенг бўлади.

Бу температурани топиш учун А нуқтада. $I = \text{const}$

чизигини $\varphi = 1$ билан В нуқтада туташгунча давом эттирамиз (10.7-расм). Ушбу нуқтадан $t_1 = 60^\circ\text{C}$ изотерма ўтади.

10-7. Соатига 550 кг, намлиги 23% гча қуритилган мармелад ишлаб чиқариш учун қуритиш қуролмасига намлиги 30% бўлган мармеладдан қанча миқдорда киритиш керак.



10.8-расм. 10-7 масалага оид

Е ч и ш:

Нам материал бўйича қуритгичнинг нумдорлигини ҳисоблаш учун (10.2) формуладан фойдаланамиз:

$$G = 550 \cdot \frac{100 - 23}{100 - 30} = 605 \text{ кг/соат}$$

10-8. Ушбу шаронглар: $t_0 = 22^\circ\text{C}$ $t_2 = 50^\circ\text{C}$, $\varphi_0 = 0,75$,

$\varphi_2=0,45$ учун назарий қуритгичнинг ҳаракатга келтирувчи кучлари $\Delta x_{ур}$ ва $\Delta y_{ур}$ ларни ҳисоблаб топинг.

Е ч и ш:

I-х диаграммаси (10.8-расм) дан $x_1 = 0,0125$ кг/кг; $x_2=0,037$ кг/кг; $x_{г,н} = 0,043$ кг/кг; $\theta = 37^\circ\text{C}$ ларни топамиз.

Демак,

$$\Delta x_{ур} = \frac{\Delta x_1 - \Delta x_2}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}} = \frac{(0,043 - 0,0125) - (0,043 - 0,037)}{2,3 \cdot \lg \frac{0,043 - 0,0125}{0,043 - 0,037}} = 0,0152 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

$$\Delta y_{ур} = \frac{x_1 - x_2}{2,3 \cdot \lg \frac{x_1}{x_2}} = \frac{(111 - 37) - (50 - 37)}{2,3 \cdot \lg \frac{111 - 37}{50 - 37}} = 35^\circ\text{C} = 35\text{K}$$

10-9. Нормал қуритиш шароитида ишлаётган узлуксиз қуритгич учун ҳаво сарфи иситувчи буғнинг зарур босими ва сарфи ҳам аниқлансин:

- нам материал бўйича қуритгичнинг иш унумдорлиги
 - материалнинг бошланғич намлиги
 - материалнинг охириги намлиги
 - материалнинг бошланғич температураси
 - қуритгичдан чиқаётган ҳаво температураси
 - ҳавонинг ҳолат характеристикалари
 - элорифергача бўлган
 - қуритгичда чиққандаги
 - қуритилган материалнинг солиштирма иссиқлик сифими
 - транспортёр массаси
 - атроф муҳитга иссиқликнинг йўқотилиши
 - иситувчи буғ намлиги
- $G_K = 350$ кг/соат;
 - $u_{бор} = 42\%$;
 - $u_{ох} = 11\%$;
 - $\theta_1 = 18^\circ\text{C}$;
 - $\theta_2 = 47^\circ\text{C}$;
 - $t_0 = 15^\circ\text{C}$; $\varphi_0 = 70\%$;
 - $t_2 = 45^\circ\text{C}$; $\varphi_2 = 60\%$;
 - $c_{ох} = 2350$ Ж, т·К;
 - $G_{тр} = 600$ кг;
 - $Q_{йук} = 12\%$;
 - 6%.

Е ч и ш :

Қуритгичда буеланган намлик (ёки материалдан чиқарилган сувнинг) миқдорини қуйидаги тенглам орқали топилади:

$$W = G_{\text{бон}} \cdot \frac{u_{\text{бон}} - u_{\text{ох}}}{100 - u_{\text{ох}}} = 350 \cdot \frac{42 - 11}{100 - 11} = 122 \text{ кг/ соат}$$

Сўнгра, $x_0 = 0,0777$, $x_2 = 0,038$, $I_0 = 35 \text{ кЖ/кг}$, $I_2 = 145 \text{ кЖ/кг}$ ларни аниқлаймиз.

Калориферга киришдан олдин 1-1 қуритгичдан чиққан пайтдаги ҳавонинг нам сқлашини ва энтальпиясини 1-х диаграммалдан аниқлаймиз.

W (кг/соат) миқдордаги сувни (намликни) бузлатиш учун ҳавонинг сарфи (қуруқ ҳаво ҳисобида) ушбу формуладан топиш мўмкин:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{122}{0,3 - 0,0077} = 4030 \frac{\text{кг}}{\text{соат}} = 1,12 \text{ кг/ с}$$

Назарий қуритгичда иссиқликнинг сарфи

$$Q_n = L \cdot (I_2 - I_0) = 1,12 \cdot (145 \cdot 10^3 - 35 \cdot 10^3) = 123000 \text{ Вт}$$

Ҳақиқий қуритгичда материални иситиш учун қўшимча иссиқлик сарфланади:

$$G_{\text{ох}} \cdot c_{\text{ох}} \cdot (\theta_1 - \theta_2) = \frac{350 - 122}{3600} \cdot 2,35 \cdot 10^3 \cdot (47 - 1^\circ) = 4300 \text{ Вт}$$

Транспортёрни қиздириш учун кетган иссиқлик

$$G_{\text{тр}} \cdot c_{\text{тр}} \cdot (\theta_1 - \theta_2) = \frac{500 \cdot 0,5 \cdot 10^3 \cdot (47 - 18)}{3600} = 2420 \text{ Вт}$$

га тенг бўлади. Бу ерда $0,5 \cdot 10^3$ - пўлатнинг солиштирма иссиқлик сизими, $\text{кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ (иловадаги 42-градусда танланади).

Материал билан киратган иссиқлик миқдорини айнириб ташлаш керак ва унинг сон миқдори ушбу йўл билан топилади:

$$W \cdot \theta_1 = c_e \cdot \frac{122}{3600} \cdot 18 \cdot 4,19 \cdot 10^3 = 2560 \text{ Вт}$$

Атроф муҳитг. йўқотилишни ҳисобга олсак, умумий иссиқлик миқдори куйидагига тенг бўлади:

$$Q = (123000 + 4300 + 2420 - 2560) \cdot 1,12 = 142500 \text{ Вт}$$

Назарий ва ҳақиқий дритгичлардаги иссиқлик сарф миқдорларини солиштирсак, ҳақиқий дритгичдаги иссиқлик сарфи 15% юқорилиги кўринади, чунки $12300 < 14250$ дан.

$$Q = L \cdot (I_1 - I_0) = 142500 \text{ Вт}$$

унда

$$I_1 - I_0 = \frac{Q}{L} = \frac{142500 \cdot 3600}{4000} = 127500 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{курук хаво}}$$

Демак,

$$I_1 = 127,5 + I_0 = 127,5 + 35 \cdot 162,5 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{курук хаво}}$$

$I_1 = 162,5$ - калорифердан чиқаётган ҳавонинг энтальпиясига I - x диаграммада $t_1 \approx 138^\circ\text{C}$ тўғри келади.

Калорифердан чиқаётган ҳавонинг ва иситувчи буғ температураларининг фарқи

$$\Delta t = t_{\text{уб}} - t_1 = 10^\circ\text{C} = 10\text{K}$$

га тенг бўлади. Унда, $t_{\text{уб}} = 138 + 10 = 148^\circ\text{C}$

Бу температурага $p_{\text{абс}} \approx 0,461$ МПа ёки $4,7 \text{ кгк/см}^2$ тўғри келади (34 - жалвал).

Иситувчи буг сарфи қуйидагича аниқланади:

$$G_{уб} = \frac{Q}{r \cdot x'} = \frac{142500}{2122 \cdot 10^3 \cdot 0,94} = 0,0715 \text{ кг/с} = 257 \text{ кг/соат}$$

бу ерда $r = 2122 \text{ кЖ/кг} - 148^\circ\text{С}$ температурадаги иситувчи бугнинг солиштирма конденсацияланиш иссиқлиги.

Иситувчи бугнинг солиштирма сарфи

$$d = \frac{G_{уб}}{W} = \frac{257}{122} = 2,1 \frac{\text{кг. иситувчи буг}}{\text{кг. буғлатилган су}}$$

10-10. Барабанли қуритгичда 500 кг/соат сарфда узум турпи 65% бошланғич намликдан 8% гача қуритилмоқда. Жараён қарама-қарши йўналишда ташкил этилган қуритгичга кирётган иссиқ ҳаво температураси 120°С , чиқётганники эса 60°С . Атроф муҳитдаги ҳавонинг параметрлари: $t = 20^\circ\text{С}$, намлиги 50%, барометрик босим 0,1 МПа. Барабанли қуритгичдан чиқётган ҳаво намлиги 18%. Материалга берилаётган иссиқлик миқдори, иссиқ ҳавонинг сарфи ва унинг солиштирма сарфи аниқлансин.

Е ч и ш :

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0}$$

$$W = G_1 \cdot \frac{u_1 - u_2}{100 - u_2} = 500 \cdot \frac{65 - 8}{100 - 8} = 309,8 \text{ кг/соат} = 0,086 \text{ кг/с}$$

қуритгичга кираётган ҳавонинг нам сақлаши:

$$x_1 = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\text{туғи}}}{P - \varphi \cdot P_{\text{туғи}}} = 0,622 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,00238}{0,1 - 0,6 \cdot 0,00238} = 0,009 \text{ кг/кг}$$

Ҳудуди шундай, қуритгичдан чиқётган ҳавонинг нам сақлашини аниқлаймиз:

$$x_2 = 0,622 \cdot \frac{c \cdot 18 \cdot 0,02031}{0,1 - 0,18 \cdot 0,02031} = 0,0236 \text{ кг/кг}$$

Қуритгичга кыраётган нам ҳавонинг энтальпияси:

$$I_1 = (1000 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot 10^3 \cdot t = \\ = (1000 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot 0,009) \cdot 60 + 2493 \cdot 10^3 \cdot 0,009 = 14,56 \cdot 10^4 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}}$$

$$I_2 = (1000 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot 0,0236) \cdot 60 + 2493 \cdot 10^3 \cdot 0,0236 = 12,26 \cdot 10^4 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}}$$

Унда

$$L = \frac{c,086}{0,0236 - 0,009} = 5,89 \text{ кг/с} = 7 \cdot 205 \text{ кг/соат}$$

Ҳавонинг солиштирма сарфи

$$l = \frac{L}{W} = \frac{5,89}{0,086} = 68,5 \text{ кг/соат}$$

Материалга ҳаво билан берилган иссиқлик миқдори

$$Q = \frac{L \cdot (I_1 - I_2)}{0,5} = \frac{5,89 \cdot (14,56 - 12,26) \cdot 10^4}{0,5} = 27,1 \cdot 10^4 \text{ Ъл} = 271 \text{ кВт}$$

МАВХУМ ҚАЙЧАШ ҚАТЛАМЛИ ҚУРИТГИЧЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

Иш унумдорлиги

(қуритиладиган материал бўйича) $-G_{ox} = 0,556 \text{ кг/с}$
 материал қуйидаги таркибдаги фракцияла дан иборат
 диаметри 2,0 дан 1,5 мм гача $- 25\%$
 диаметри 1,5 дан 1,0 мм гача $- 75\%$

Грануланган кунжара намлиги:

Бойланғич $u_{бош} = 12\%$
 охиргиси $u_{ox} = 0,5\%$

Нам материалнинг температураси $\theta_1 = 18^\circ\text{C}$

Тоза ҳаво параметрлари:

температураси $t_0 = 18^\circ\text{C}$
 нисбий намлиги $\varphi_0 = 72\%$

Қуритгичдаги босим $p_0 = 1 \text{ атм.}$

Калорифердан чиқаятган ҳаво температураси $t_1 = 130^\circ\text{C}$

1 кг сувни буғлатиш учун атроф муҳитга солиштирма
 иссиқликнинг йўқотилиши $q_{сув} = 22,6 \text{ кЖ/кг}$

Буғланган намликнинг (ёки материалдан чиқарилган сувнинг)
 миқдори қуйидаги тенглама орқали топиш мумкин:

$$W = G \cdot \frac{u_{бош} - u_{ox}}{100 - u_{ox}} = 0,556 \cdot \frac{12 - 0,5}{100 - 12} = 0,0726 \text{ кг/с}$$

Қуритгичдан чиқаятган нам ҳавонинг температурасини 60°C деб қабул қилиб, унинг асосий параметрларини аниқлаймиз. Одатда, мавҳум қайнаш қатламли қуритгичдаги материал температурасини чиқиб кетаятган иссиқ ҳавонинг температурасидан $1-2^\circ\text{C}$ пастроқ деб ҳисобланади. Демак, қатламдаги материал температураси 58°C тенг бўлади, яъни $\theta_2 = 58^\circ\text{C}$.

Қуритгичнинг ички иссиқлик балансини ушбу тенглама орқали ҳисоблайми

$$\frac{0,556 \cdot 0,88 \cdot (58 - 18)}{0,0726} - 22,6 = -192 \text{ кЖ/кг намлик}$$

Рамзиннинг $I - x$ диаграммасидан, маълум $t_1 = 18^\circ\text{C}$ ва $\varphi_0 = 72\%$ x_0 , I_0 н^о топамиз:

$$x_0 = 0,0092 \text{ кг-намлик/кг-курук хаво};$$

$$I_0 = 41,9 \text{ кЖ/кг-курук хаво}.$$

Ҳаво $t_1 = 130^\circ\text{C}$ гача иситилганда, уни энтальпияси $I_1 = 157$ кЖ/кг гача ортади, чунки жараён $x_c = x_1$ шароитда олиб борилади. Сўнг, қуритгидан чиқаётган иссиқ ҳавонинг бошқа параметрларини топиш учун ихтиёрчй $x = 0,04$ нам сақлаш миқдорини танлаб, қуйидаги формула орқали унинг энтальпиясини топамиз:

$$\text{Кейин, } I_1 = x_0 = 0,0092 \text{ кг/кг, } I_1 = 157 \text{ кЖ/кг}$$

$$\text{ва } x = 0,04 \text{ кг/кг, } I = 151 \text{ кЖ/кг}$$

нуқталари орқали $t_2 = 60^\circ\text{C}$ мос келадиган нуқта билан туташгунча чизиқ ўтказилади.

Қуритиш чизиғи ва 60°C ли изотерма^{нинг} кесилиш нуқта^{си} тасида қуритгидан чиқаётган ҳавонинг охириги нам сақлаши $x_2 = 0,035$ кг/кг аниқланади.

Қуруқ ҳавонинг сарфи L ушбу тенгламадан топилади:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{0,0726}{0,035 - 0,0092} = 2,81 \text{ кг/с}$$

Қуритгичдаги иссиқ ҳавонинг ўртача температураси $t_{ур}$ куйидаги формуладан аниқлаш мумкин;

$$t_{ур} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{130 + 60}{2} = 95^\circ \text{C}$$

Бу иссиқ ҳавонинг ўртача нам сақлаш $x_{ур}$ эса,

$$x_{ур} = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{0,0092 + 0,035}{2} = 0,0221 \frac{\text{кг} \cdot \text{намлик}}{\text{кг} \cdot \text{қуруқ ҳаво}}$$

Ҳавонинг $\rho_{ур}$ ва сув буғининг ρ_c ўртача з.ликлари куйидагига тенг:

$$\rho_{ур} = \frac{M}{v_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{ур}} = \frac{29}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0,26 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_c = \frac{18}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0,596 \text{ кг/м}^3$$

Ҳаво буйича ўрта ҳажмий V шунингдек V ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$V = \frac{r}{\rho_{ур}} = \frac{x_{ур} \cdot L}{\rho_c} = \frac{2,81}{0,06} \cdot \frac{0,0221 \cdot 2,81}{0,536} = 3,04 \text{ м}^3/\text{с}$$

Қатламнинг маъхум қайнашининг бошланғич тезлиги $w_{мк}$ куйидагича топилади:

$$w_{мк} = \frac{Re \cdot \mu_{ур}}{\rho_{ур} \cdot d}$$

$$Re_{\text{мк}} = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}}$$

$$Ar = \frac{g \cdot d_s^3 \cdot \rho \cdot \rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}}^2}$$

Полидисперс материал заррачаларининг эквивалент диаметри ушбу формула ёрдамида хисобланади:

$$d_s = \frac{1}{\sum_i \frac{m_i}{d_i}} = \frac{1}{\frac{0,25}{\left(\frac{2,0-1,5}{2}\right) \cdot 10^{-3}} + \frac{0,25}{\left(\frac{2,0+1,5}{2}\right) \cdot 10^{-3}}} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Архимед критерийси эса

$$Ar = \frac{(1,35 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 0,96 \cdot 9,8 \cdot 1500}{(2,2 \cdot 10^{-5})^2} = 7,17 \cdot 10^4$$

Рейнольдс критерийси

$$Re_{\text{мк}} = \frac{7,17 \cdot 10^4}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{7,17 \cdot 10^4}} = 25,6$$

$$v_{\text{мк}} = \frac{25,6 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3}} = 0,435 \text{ м/с}$$

Мавҳум қайнаш қатламининг энг юқори чегараси чиқиб кетиш тезлиги билан белгиланади.

Энг кичик заррачанинг диаметри 1 мм бўлса, унга мос Архимед критерийси қуйидагига тенгдир:

$$Ar = \frac{(10^{-3})^3 \cdot 0,96 \cdot 9,8 \cdot 1500}{(2,2 \cdot 10^{-5})^2} = 2,91 \cdot 10^4$$

Чиқиб кетиш тезлиги эса,

$$w_{уч} = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 10^{-3}} \cdot \left(\frac{2,91 \cdot 10^4}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{2,91 \cdot 10^4}} \right) = 5,75 \text{ м/с}$$

Иситувчи агентнинг ишчи тезлиги $w_{МК}$ ва $w_{ур}$ оралиғида бўлади.

Агар

$$K_{кел} = \frac{w_{уч}}{w_{МК}} = 40 \div 50 \text{ булса,} \quad K_y = \frac{w}{w_{МК}} = 3 \div 7$$

агарда

$$K_{кел} \leq 20 \div 30 \text{ булса,} \quad K_y = 1,5 \div 3$$

Бизнинг шароит учун $K_y = 2,3$ деб қабул қиламиз. Унда, иситувчи агентнинг ишчи тезлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$v = k_y \cdot w_{МК} = 2,3 \cdot 0,435 = 1,0 \text{ м/с}$$

Қуритгичнинг диаметри d ушбу формуладан топилади:

$$d = \sqrt{\frac{3,04}{F \cdot w}} = \sqrt{\frac{3,04}{0,785 \cdot 1^2}} = 1,97 \approx 2 \text{ м/с}$$

Қуритилаётган материал учун мавҳум қайнаш қатлами-нинг баландлигини аниқлаш.

Мавҳум қайнаш қатламининг баландлигини иссиқлик ва модда алмашининг кинетикаси асосида аниқлаш мумкин.

Модда бериш ва моҳдий баланс формулаларини тенглаштириб, қуйидаги тенгламани оламиз:

$$dM = w \cdot \rho_{yp} \cdot S \cdot dx = \beta_y \cdot (x^* - x) \cdot dF$$

M - буғлатилган намлик ҳисобида қуритгичнинг иш унумдорлиги, кг/с; S - қуритгичнинг кўндаланг кесими юзаси, м²; x, x^* - ҳавонинг ишчи ва мувозанат нам сақлаши, кг намлик/кг қуруқ ҳаво; F - материал юзаси, м²; ρ_{yx} - қуритгичдаги қуруқ ҳавонинг ўртача температурадаги зичлиги кг/м³.

Шарсимон заррачаларнинг юзаси

$$dF = \left[\frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_s} \right] \cdot S \cdot dh$$

бу ерда h — мавҳум қайнаш қатламининг баландлиги, м.

Ўзгаришчи параметрларни бўлиб, интегралласак ва қатлам баландлиги бўйича заррачаларнинг температураси ўзгармас деб ҳисобласак, қуйидаги кўринишдаги тенгламани оламиз:

$$\frac{x^* - x_2}{x^* - x_0} = \exp \left[- \frac{\beta_y}{w \cdot \rho_{yp}} \cdot \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_s} \cdot h \right]$$

Иситувчи агентнинг мувозанат нам сўқлаши x^* ни $I - x$ диаграммадан ишчи қуритиш чизигини $\varphi = 100\%$ чизиги билан кесилиш нуқтасининг абсцисса миқдори олинади, яъни $x^* = 0,0438$ кг/кг га тенг эканлигини топамиз.

(А) Тенгламанинг чап т. мони қуйидаги миқдорга тенгдир:

$$\frac{x^* - x_2}{x^* - x_0} = \frac{0,0438 - 0,035}{0,0438 - 0,0092} = 0,254$$

Қатламнинг юзаклиги ε ушбу формуладан аниқланади:

$$\varepsilon = \left(\frac{18 \cdot Re + 0,36 \cdot Re^2}{Ar} \right)^{0,21}$$

Рейнольдс критерийси

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho_{yp}}{\mu_{yp}} = \frac{1,0 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,96}{2,2 \cdot 10^{-3}} = 58,9$$

$$\varepsilon = \left(\frac{18 \cdot 58,9 + 0,36 \cdot 58,9^2}{7,16 \cdot 10^{-4}} \right)^{0,21} = 0,4886 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Материал юзаситан намлик буғланаётган пайтидаги модда бериш коэффициенти β_y ушбу критериял тенгламадан топилади:

$$Nu' = 2 + 0,51 \cdot Pr^{0,52} \cdot Pr_y^{0,33}$$

Куритгичдаги җратма температура сув бугларининг ҳаводан диффузия коэффициентини:

$$D = D_{20} \cdot \left(\frac{T_0 + t_{yp}}{T_0} \right)^{1,5}$$

бу ерда $D_{20} = 21,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Унда,

$$D = 21,9 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{273 + 96}{273} \right)^{1,5} = 3,44 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$$

$$Pr'_y = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 3,4 \cdot 10^{-5}} = 0,67$$

Модели бериш коэффициентини ушбу формула орқали аниқланади:

$$\beta_y = \frac{D}{d_s} \cdot \left(2 + 0,51 \cdot Re^{0,52} \cdot Pr_y^{0,33} \right) = \frac{3,44 \cdot 10^{-5}}{1,35 \cdot 10^{-3}} \cdot \left(2 + 0,51 \cdot 58,9^{0,52} \cdot 0,67^{0,33} \right) = 0,145 \text{ м/с}$$

Курит қлаётган материалларнинг таъхум қайнаш баландлиги

$$0,2 \leq h = \exp \left[- \frac{0,145 \cdot 6 \cdot (1 - 0,48)}{1 \cdot 0,96 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3}} \right] \cdot h$$

бу тенглама h га нисбатан ечилса, қуйидаги натижани оламиз:

$$h = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларни кимё ва бошқа саноат корхоналарида кўп йиллик ишлатиш шуни кўрсатдики, қуритилманинг баландлиги

$$H \cong 4 \cdot H_{cm}$$

бўлиши керак экан. Бу ерда H_{cm} - қатламнинг гидродинамик розгаги соҳасининг баландлиги.

$$H = \delta \cdot d_0$$

бу ерда d_0 - тўр парда тешикларининг диаметри. Диаметрлар ушбу стандарт ўлчамлар қаторидан танланади:

d_0 , мм	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6
------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Агарда, $d_0 = 2,5$ мм ни танласак, мавҳум қайнаш қатлами баландлиги

$$H = 80 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,2 \text{ м}$$

Газ тақсимловчи тўр пардадаги тешиклар сонини n қуйидагича танланади:

$$n = \frac{4 \cdot S \cdot F_{mn}}{\pi \cdot d_0^2} = \frac{d^2 \cdot F_{mn}}{d_0^2}$$

S - тўр парда кўндаланг кесимининг сон қиймати қуритгич кўндаланг кесимига тенг; F_{mn} - тўр парда тешиклари юзасининг қисми, бу ерда $F_{mn} = 0,02-0,1$.

Агарда $F_{mn} = 0,05$ деб қабул қилсак, тўр пардадаги тешиклар сонини

$$n = \frac{2^2 \cdot 0,05}{0,0025^2} = 32000$$

Қуритгичнинг ҳар бир қатламида
қатлам баландлигидан 4 - 6 маротаба катта қилиб қабул
қилинади.

$$H_c = 5 \cdot H = 5 \cdot 0,2 = 1 \text{ м}$$

Қуритгичнинг гидравлик қаршилиги

Қуритгичнинг асосий гидравлик қаршилиги мавҳум қайнаш қатлами ΔP_{mk} ва тўр парда ΔP_{mn} ларнинг қаршилиқларининг йиғиндисига тенг

$$\Delta P = \Delta P_{mk} + \Delta P_{mn}$$

ΔP_{mk} қиймати эса, ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\Delta P_{mk} = \rho_k \cdot (1 - \varepsilon) \cdot g \cdot H = 1500 \cdot (1 - 0,486) \cdot 9,8 \cdot 0,2 = 1511 \text{ П}$$

Тўр парданинг минимал гидравлик қаршилиги қуйидагича топилиши мумкин:

$\Delta P_{mn \text{ min}}$

$$\Delta P_{mn \text{ min}} = \Delta P_{mk} \cdot \frac{K_w^2 \cdot (\varepsilon - \varepsilon_0)}{(K_w^2 - 1) \cdot (1 - \varepsilon_0)} = 1511 \cdot$$

$$\frac{2,3^2}{(2,3^2 - 1)} \cdot \left(\frac{0,486 - 0,4}{1 - 0,486} \right) = 0,2 \text{ Па}$$

Таъланган түр парданинг гидравлик қаршилиги ушбу тенгламадан аниқланади:

$$\Delta P_{mn} = r \cdot \left(\frac{w}{F_{mn}} \right)^2 \cdot \frac{\rho_{ур}}{2}$$

бу ерда $r = 1,5$.

Унда

$$\Delta P_{mn} = 1,75 \cdot \left(\frac{1}{0,05} \right)^2 \cdot \frac{0,96}{2} = 336 \text{ П}$$

$\Delta P_{mn} = 336 > \Delta P_{mn \text{ min}} = 312$. Қуритгичнинг умумий гидравлик қаршилиги.

$$\Delta P = \Delta P_{mk} + \Delta P_{mn} = 1511 + 336 = 1847 \text{ Па}$$

га тенглигини аниқлаб, ҳамда газ тозалаш қурилмаларини (циклон, скруббер, фильтр ва ҳоказолар) билган ҳолда вентилятор ва турбогазодувкалар танланади.

К О Н Т Р О Л М А С А Л А Л А Р

10.1. 1 кг нам материалдан 50% дан 25% гача қуритганда, 1 кг нам материални 2% дан 1% гача қуритилганга қараганда неча баробар қўл намлик чиқарилади (умумий массага нисбатан ҳисобланганда).

10.2. Қуритгичдан чиқаётган ҳавонинг температураси $t = 50^\circ\text{C}$ ва нисбий намлиги $\phi = 0,7$ бўлганда уни қандай қилиб қуллаш, энтальпияси, ҳўл термометр температураси ва шудринг нуқталарини аниқлаш.

10.3. Ҳавонинг қуруқ термометрдаги ҳарорати 50°C ва ҳўл термометрдаги температураси 3°C бўлганда, ҳавонинг қол н

ҳамма характерловчи параметрларини аниқлаб беринг.

10.4. Сув буғининг ҳаво билан аралашмасидаги парциал босими $0,1 \text{ кгс/см}^2$ лиги маълум бўлганда, 50°C температурда бу аралашманинг нисбий намлиги ва нам сақлашини аниқлаб беринг.

10.5. Сув буғининг а) ҳаво билан; б) водород билан ва с) этан билан аралашмасидаги температуралар $t = 35^\circ\text{C}$ да ва нисбий намлиги $\varphi = 0,45$ даги миқдорини аниқланг (газларнинг миқдорини 1 кг деб олинсин). Умумий абсолют босим $P = 1,033 \text{ кгк/см}^2$.

10.6. Агарда, қуритгичдан чиқаётган ҳавонинг температураси $t_2 = 40^\circ\text{C}$ ва нисбий намлиги $\varphi_2 = 0,6$ бўлса, ёз ва қиш фазалари (Тошкент шаҳри шароити) учун ҳавонинг солиштирма сарфи ва иситкичлик миқдори аниқлансин. Назарий қуритгичда нормал қуритиш жараёни ташкил этилган.

10.7. Ҳаво-буғ аралашмаси температураси 150°C да ва нисбий намлиги $\varphi = 0,5$ га тенг бўлганда умумий (абсолют) босим миқдори $745 \text{ мм.с.м.уст.ни}$ ташкил этади. Сув буғи ва ҳавонинг парциал босимини ва ҳавонинг нам сақлашини топинг.

10.8. Нам ҳаво температураси 130°C , нисбий намлиги $\varphi = 0,3$ ва абсолют босими 7 кгк/см^2 ($0,7 \text{ МПа}$) га тенг. Ҳавонинг парциал босимини, зичлиги ва нам сақлашини аниқлаб беринг.

10.9. Қуритгичга кираётган ҳаво миқдорининг соатига 200 кг (абсолют қуруқ ҳаво деб ҳисобланганда) бўлиб, унинг температураси $t_1 = 95^\circ\text{C}$ ва $\varphi_1 = 5\%$ ни ташкил этади. Қуритгичдан чиқаётганда $t = 50^\circ\text{C}$ ва $\varphi = 60\%$ бўлса, қуритгичдаги материалдан чиқаётган намлик миқдори қанча? Ҳавонинг солиштирма сарфи ҳам аниқлансин.

10.10. Соатига 800 кг намлиги 32% тастилани қуритиш жараёнида 144 кг/соат миқдордаги намлик буғлантилган бўлса, олинган пастининг неча фоиз намликда бўлади?

10.11. Қуритгичдаги шароитларда, яъни $t_0 = 15^\circ\text{C}$, $\varphi_0 = 0,8$, $t_2 = 45^\circ\text{C}$, $\varphi_2 = 0,6$; $P = 1/50 \text{ мм.с.м.уст.}$ да қуритилаётган материаллардан соатига 100 кг намлик ажралаётган бўлса, вентиляторнинг иш суръатини аниқланг.

10.12. Ҳаво қуритгичга киришдан олдин калориферда 113°C гача иситилади. Қуритгичдан чиқаётганда ҳаво температураси 70°C ва нисбий намлиги $0,3$. Калориферга кираётган ҳавонинг шудринг нуқтасини аниқлаб беринг. Қуритиш $I = \text{сонс}$ қизиги

бўйлаб бормоқда деб ҳисоблансин.

10.13. Нон маҳсулотларини қуёшни жароёнида чиқиб кетаётган иссиқ ҳавонинг бир қимини қуритгичга қайтариш шартлигида ишламоқда:

Ҳавонинг параметрлари қуйидагича: $t_0 = 30^\circ\text{C}$, $\varphi_0 = 19\%$;

Ишлатиб бўлинган иссиқ ҳаво параметрлари: $t_2 = 52^\circ\text{C}$, $\varphi_2 = 55\%$;

Аралаштириш даражаси: $n = 2$;

Калорифердан чиқётган ҳаво температураси $t_{\text{арал}} = 93^\circ\text{C}$.

Ушбу жароёнлар учун қуйидагилар аниқлансин: ҳавонинг солиштирма энтальпияси ва намлиги; ишлатиб бўлинган иссиқ ҳавонинг солиштирма намлиги, энтальпияси, температураси ва нисбий намлиги; қуритгичга киришдаги ҳавонинг солиштирма намлиги, энтальпияси, температураси ва нисбий намлиги. Ҳисоблар аналитик ва график (I-x диаграммаси ёрдамда) қилинсин ва бир-бирига таққослансин.

10.14. Иш ўнумдорлиги $G_1 = 1600$ кг/соат бўлган қуритгич нонни нормал қуритиш жароёнида қуритмоқда. Ноннинг намлиги $u_1 = 52\%$, қуритилгандан кейин эса, $u_2 = 9\%$

Қурилма ўрнатилган цех ичидаги ҳавонинг температураси $t_0 = 23^\circ\text{C}$, калорифердан чиқётган ишлатилиб бўлинган иссиқ ҳаво параметрлари қуйидагича: $t_2 = 40^\circ\text{C}$, $\varphi_2 = 45\%$. Қуритиш жароёнини ўтказиш учун калорифердан чиқётган, ишлатиб бўлинган иссиқ ҳаво ҳажмлари ва калориферда сарфланётган иссиқлик миқдори аниқлансин.

10.15. Намлиги 52% (умумий массага нисбатан) нон 1600 кг/соат сарфда тоннелли қурилмада қуритилмоқда. Қуритилган нон намлиги 9%. Қуритилган нондаги абсолют қуруқ модданинг солиштирма иссиқлик сизими $c_{\text{км}} = 1,42$ кЖ/к. К.

Қурилма ўрнатилган бино ичидаги ҳавонинг температураси 22°C , калорифердан чиқётганники эса - 105°C , қуритгичда ишлатиб бўлинган ҳавониники эса - 55°C .

Ҳаво ва материаллар қуритиш камерасидаги ҳаракати 2 хил йўналишда, яъни:

- тўғри йўлли;

- қарама-қарши йўлли бўлганда, материални иситиш учун сарф бўладиган иссиқлик миқдори ҳисоблансин.

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №20

Температураси t ва нисбий намлиги φ бўлган ҳавонинг нам сақлаши, ненталыныяси, параллел босими, ҳўл ва қуруқ термометр, ҳамда шудринг нуқтасига мос температураларини t - x диаграмма ёрдамида аниқланг.

ар г р	Ўлч. з бирлиги	Цифрнинг охири рақ. ни буйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
T	°C	10	15	20	90	80	70	60	50	40	30
φ	-	0,7	0,5	0,3	0,05	0,1	0,2	0,5	0,6	0,8	1,0

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №21

Нормал қуритиш жараёнида ишлаётган узлуксиз қуриттиш ушбу маълумотлар асосида ҳисоблаб чиқилсин.

1. Нам материал ҳисобида қуритгичнинг иш улуғдорлиги - G
2. Материалнинг босилган намлиги - U_1
3. Материалнинг охириги намлиги - U_2
4. Қуритилган материалнинг иссиқлик сифими - Q_1
5. Транспорт қурилмасининг массаси - $G_{тр}$
6. Транспорт қурилмасининг солиштирилган иссиқлик сифими - $Q_{тр}$
7. Қуритгичга кираётган материал температураси - θ_1
8. Калориферга кираётган ҳавонинг нисбий намлиги - φ_{01}
9. Қуритгичдан чиқаётган ҳавонинг температураси - θ_2
10. Калорифердан чиқаётган ҳавонинг температураси - θ_1
11. Қуритгичга кираётган транспорт қурилмасининг температураси - $t_{баш}$
12. Қуритгичдан чиқаётган транспорт қурилмасининг температураси - $t_{ох}$
13. Атроф муҳитга йўқотилаётган иссиқлик миқдори - $Q_{ох}$
14. Атроф муҳит температураси - t_{0}

Юқорида келтирилган маълумотлар асосида ҳавонинг ва иссиқлик сарфи, ҳамда иситувчи бугнинг сарфлари аниқлансин. Назарий ва ҳақиқий қуритиш жараёни Рамзиннинг I - x диаграммасида тасвирлансин.

ара стр	лчо ирл ги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G	г/с	1000	3000	2500	4000	1500	3500	5000	4500	2000	3000
U ₁	оат	30	34	31	33	35	32	30	34	31	30
U ₂	%	10	11	9	10	11	10	9	10	10	11
c _н	%	2,14	2,25	2,18	2,22	2,37	2,20	2,12	2,26	2,19	2,15
G _{тпр}	Ж/	700	2000	1000	3100	1100	2000	4000	3700	1000	2100
c _{тпр}	кг-К	1,57	1,58	1,55	1,65	1,62	1,68	1,59	1,50	1,5	1,60
t _{бик}	г/с	20	18	22	19	21	23	17	21	24	16
t _{ох}	оат	60	55	57	58	50	53	62	56	54	59
q _{дух}	Ж/	10	12	11	11	13	12	15	16	9	7
θ ₁	кг-К	20	18	22	19	21	23	17	21	24	16
θ ₂	°С	60	55	57	58	50	53	62	56	54	59
	°С										
	%										
	°С										

ара стр	лчо ирл ги	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
φ _а		68	60	65	69	57	65	70	78	55	60
t ₁	°С	110	115	100	95	105	120	112	100	117	99
t _а	°С	20	22	18	20	19	21	20	18	22	20

С О В И Т И Ш

Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

1. Икки изотермик ва икки изоэнтропик жараёнларда ташкил тўлан Каҷ юнинг совитиш цикли учун коэффициентни қуйидагича аниқлангиз:

$$\varepsilon_k = \frac{Q_o}{L} = \frac{Q_o}{L_k - L_d} = \frac{Q_o}{Q - Q_o} = \frac{T_o}{T - T_o} \quad (11.1)$$

Q_o - совитишнинг T_o температурада совитилаётган муҳитдан олган иссиқлик миқдори сарфи, Вт; Q - совитишдан T температурада сувга бераётган иссиқлик миқдори сарфи, Вт; L_k - компрессорда ишчи муҳит буғлини сиқиш пайтида сарфланган қуввати, Вт; L_d - детандерда совитишни изоэнтропик кенгайиши пайти а олаётган қувват миқдори, Вт; $L = L_k - L_d = \dots$; $Q = Q_o$ - циклда сарфланаётган назарий қувват, Вт.

Юқорида келтирилган (11.1) формуладан аниқлаб турибдикин, назарий қўлатдан ε_k фақат T ва T_o температураларга боғлиқдир лекин совитишнинг физик-кимёвий хоссаларига боғлиқ эмас.

2. Ҳақиқий нам цикли бўғ компрессион совитиш қурилмаси учун совитиш коэффициенти қуйидагича топилади:

$$\varepsilon_k = \frac{Q_o}{L} = \frac{Q_o}{Q - Q_o} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_3}{i_2 - i_1} \quad (11.2)$$

L - совитувчи агентни компрессорда иккинчи пайтида сарфланаётган қувват, Вт; i_1, i_2, i_3, i_4 - циклниң 1, 2, 3 ва 4 нуқталаридаги совитувчи агентнинг энтальпияси.

3. Қўруқ цикли бир босқичли бўғ компрессион совитиш қурилмаси учун (11.1 расм).

а) суюқ совитувчи агентни ута совитилмаган (1-2-3-4-4') ҳол учун

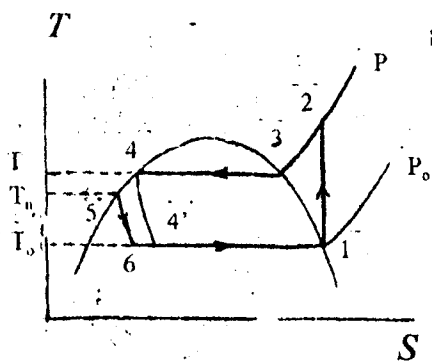
$$\varepsilon = \frac{Q_0}{L} = \frac{i - i'_4}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} \quad (11.3)$$

б) суюқ совитувчи агентни ўта совитилмаган (1-2-3-4-5-6) ҳоли учун

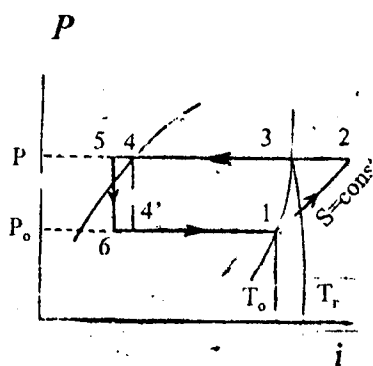
$$\varepsilon = \frac{Q_0}{L} = \frac{i_1 - i_0}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_3}{i_2 - i_1} \quad (11.4)$$

бу ерда, (11.4) формулада: ε - совитилиш коэффициенти; $Q_0 = G_1 \cdot (i_1 - i_3)$ - совуқ ишлаб чиқариш қобилияти, Г; $L = Q - Q_0 = G \cdot (i_2 - i_1)$ - компрессор сарфлаётган назарий қувват Вт; $Q = G \cdot (i_2 - i_3)$ - конденсатордаги сувга совитувчи агентдан берилаётган иссиқлик сарфи, кг/с; i_1, i_2, \dots - совитувчи агентнинг тегишли нуқталардаги солиштирма энтальпиялари, Ж/кг.

11.2-расмда қуруқ, бир поғонали компрессион қурилманинг қуруқ цикли $p - i$ координатларда тасвирланган.



11.1-расм. Қуруқ цикл.



11.2-расм. $p - i$ координаталарда қуруқ цикл тасвири

Бир поғонали компрессион совитиш қурилмасининг ҳақиқий қуввати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$N = \frac{L}{1000 \cdot \eta} \quad (11.5)$$

бу ерда η - умумий фойдали иш коэффициентини ва у пастда элтирилган тегиликдан топилди:

$$\eta = \eta_i \cdot \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{уз}} \cdot \eta_{\text{дв}} \quad (11.6)$$

η_i - компрессорнинг индикатор ф.и.к.; $\eta_{\text{мех}}$ - компрессорнинг механик ф.и.к. ишқаланишга сарфланаётган қўқотилишни ҳисобга олади (11.3 расм); $\eta_{\text{уз}}$ - узатиш механизми ф.и.к.; $\eta_{\text{дв}}$ - компрессор электродвигалининг ф.и.к.

Таҳминий ҳисоблар учун $\eta_{\text{мех}} = 0,8 - 0,9$, $\eta_{\text{уз}} = \eta_{\text{дв}} = 0,95$.

5. Компрессорнинг совуқлик ишлаб чиқариш қобилияти Q (Вт) ушбу формуладан ҳисоблаб чиқарилади:

$$Q_a = \lambda \cdot V_v \cdot q_v \quad (11.7)$$

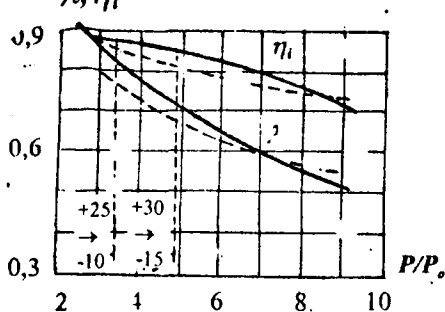
бу ерда λ - компрессорнинг узатиш коэффициенти (11.3 - расмдан топилган мумкин); q_v - совуқлик агентнинг ҳажмий совуқлик ишлаб чиқариш коэффициенти ва у:

$$q_v = \rho_1 \cdot (i_1 - i_5) \quad (11.8)$$

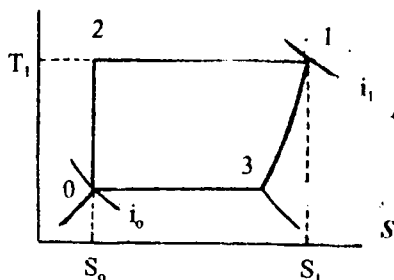
формула ёрдамида аниқланади. i_1 ва i_5 - буғлатгичга кириш ва чиқиш пайтида совуқлик агентнинг солишгирма энтальпиялари, Ж/кг; ρ_1 - компрессор сўриб олаётган буғ зичлиги, кг/м³.

6. Компрессорнинг совуқлик ишлаб чиқариш қобилияти Q_0 (айланиш сони $n = \text{const}$) ни бошқа Q'_0 паровит учун ушбу формуладан фойдаланилади:

$$\frac{Q_0}{Q'_0} = \frac{q_v \cdot \lambda}{q'_v \cdot \lambda'} \quad (11.9)$$



11.3-расм. Тўғри йўлли вертикал ва икки босқичли горизонтал ам. акли ком. ессорлари учун (—) ва (----) коэффициентларнинг қийматлари.



11.4-расм. Газларни суюлтиришнинг идеал жараёни

Бугуниш температураси - 10°C , конденсацияланиш температураси - 25°C , ўта совитилган суюқ агентнинг температураси - 15°C .и параметрлар бир босқичли буғ ком. ессорли совитиш қурилмалари учун нормал иш шароити деб ҳисобланади.

7. Идеал суюлтириш жараёнида, 1 кг газни суюлтириш учун сарфланадиган минимал и.ш (11.4-расм):

$$L_{\min} = T_1 \cdot (S_1 - S_0) \cdot (i_1 - i_0) \quad (11.10)$$

бу ерда T_1 , S_1 ва i_1 - газнинг бошланғич (1 нукта) ҳолатдаги температураси, солиштирма энтропияси ва эн. альпиялари; S_0 , i_0 - 0 нуктадаги суюқликнинг солиштирма энтропия ва эн. альпиялари.

Идеал суюлтириш жараёни ҳаёнда амалга ошириб бўлмаганига қарамасдан, L_{\min} ни аниқлаш катта аҳамиятга эга, чунки идеал шароитдаги L_{\min} реал цикллар учун олинган L_{\min} аниқлашда масшаб вазифасини ўтади.

10. Совуқликнинг йўқотилиши ишбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$Q_{\text{сувқ}} = q_{\text{рб}} + q_{\text{итиш}} \quad (11.11)$$

Рекуперация бўлмаганлиги сабабли совуқликни йўқотилиши

ушбу формуладан топилади.

$$c_{об} = c_p \cdot \Delta t \quad (11.12)$$

Бу ерда c_p - газнинг иссиқлик алмашиниш қурилмасидан чиққан пайтдаги температурага мос солиштира иссиқлик сизими, Ж/(кг·К); Δt - иссиқлик алмашиниш қурилмасига кирган ва ундан чиққан сиқилан газ температураларининг фарқи, К.

Нормал шароитда 1 м^3 ҳаво қайта ишланганда атроф муҳитга қоплама орқали йўқотилаётган совуқлик миқдори $Q_{атм} = 4 + 12$ кЖни ташкил этади.

МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

11-1. Карно циклида ишлайдиган компрессион совитиш қурилмасининг совитиш коэффициентини топинг.

Е ч и ш :

(11.1) формула орқали талаб қилинаётган коэффициент ҳисоблаб топилади:

$$\epsilon_0 = \frac{T_0}{T - T_0} = \frac{273 - 23}{(273 + 27) - (273 - 23)} = 5$$

11-2. -19°C температурада 174 Дж иссиқлик олаётган ва Карно циклида ишлайдиган совитиш қурилмасига сарфланаётган назарий қувват миқдори аниқлансин. Конденсацияланиш температураси 15°C .

Е ч и ш :

Совитиш коэффициенти ушбу формуладан топилади:

$$\varepsilon_0 = \frac{T_0}{T - T_0} = \frac{254}{263 - 254} = 7,5$$

Назари, қувват эса,

$$N_n = \frac{L}{1000} = \frac{Q}{\varepsilon_{ax} \cdot 10^3} = \frac{17400}{7,5 \cdot 10^3} = 2,32 \text{ кВт}$$

11-3. Ҳар бир картон қутичага 500 г ан олхўри солинган бўлса, 400 кг олхўрини музлатиш учун қанча миқдорда совуқлик сарфлаш зарур. Олхўрининг бошланғич температураси $t_{бош} = 19^\circ\text{C}$, жараён тугатгандан кейинги картон қутичада ва олхўрининг охириги температураларининг ўртача қийматлари $t_{ох.ур} = -18^\circ\text{C}$.

Е ч и ш : Маҳсулотни совитиш учун (музлатиш бошлангунга қадар) совуқлик миқдорининг сарфи ушбу тенглача орқали юқори аниқликда топилади:

$$Q_1 = G \cdot c \cdot (t_1 - t_{кр}) = 400 \cdot 3,352 \cdot [19 - (-2)] = 28156,8 \text{ кВт}$$

бу ерда $t_{кр} = -2^\circ\text{C}$ олхўрининг криоскопик температураси 11-1 жадвалдан олинди; $c = 3,352 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$ олхўрининг солиштирма иссиқлик сифими.

11-1 жадвал

Маҳсулот	Криоскопик температура, $t_{кр}, ^\circ\text{C}$	Маҳсулот	Криоскопик температура, $t_{кр}, ^\circ\text{C}$
Узум	-2,2 ÷ -5	Қисмда и мев	-5 ÷ 7
Олча	-2,4 ÷ -3,5	Балиқ (денгизники)	
Нок	-2,0	Балиқ (дёрёники)	-0,8 ÷ -2
Кўк нўхат	-1,1	Олхўри	
Пиёз	-1,1	Томат	-0,5 ÷ -1
Малина	-0,9	Олма	-2,0
Гушт	-0,6 ÷ 1,2		-0,9
Ёнғоқ	-6 ÷ 7		-2,0

2. Олхўри таркибидаги сувни музлатиш учун зарур совуқлик миқдори ушбу формуладан аниқланади:

$$Q_2 = G \cdot W \cdot \omega \cdot r_{\text{мв}}$$

бу ерда $W = 0,812$ кг/кг, 1 кг олхўри таркибидаги сувнинг миқдори, 11-2 жадвалдан топилади.

11-2 жадвал

Маҳсулот	Нисбий сув миқдори, кг/кг	Маҳсулот	Нисбий сув миқдори, кг/кг
Ёғич қўй гўшти	0,533	Сабзи	0,868
Узум	0,782	Шафтоли	0,000
Олча	0,798	Олхўри	0,812
Ёғлик мол гўшти	0,530	Зариф ёғ	0,136
Ёғсиз мол гўшти	0,764	Ёғлик чўчқа гўшти	0,474
Нок	0,830	Ёғсиз чўчқа гўшти	0,725
Камбала	0,840	Стородина	0,784
Карам	0,900	Треска	0,815
Сут (си ир)	0,872	Чўгон балиқ	0,796
Нъматак	0,876	Тухум (ловук)	0,736
Лосъ	0,515	Олма	0,848
Пиёз	0,860	Гилос	0,735
Ўрик	0,850	Беҳи	0,825

ω - музлатилган сув миқдорининг 1 кг олхўри таркибидаги сув миқдорига нисбати ва у ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\omega = \frac{110,5}{1 + \frac{0,31}{lg[r_{\text{ср}} + (1 + t_{\text{в}})]}} = \frac{110,5}{1 + \frac{0,31}{lg[18 + (1 + 2)]}} = 88\% = 0,88$$

$r_{\text{ср}} = 325,2$ к.К, лг сувнинг музлаш иссиқлиги.

$$Q_2 = 400 \cdot 0,812 \cdot 0,88 \cdot 325,2 = 94400 \text{ кВт}$$

3. Маҳсулот таркибидаги қуғуқ моддалар, муз ва музлам ган сувларни криоскопик нуқтадан пастки температурагача совиштиш учун сарф булаётган совуқлик миқдори ушбу теңламадан топиш мумкин:

$$Q_3 = G \cdot c_m \cdot (t_{кр} - t_{охур})$$

бу ерда c_m - музлатилган маҳсулотнинг солиштирма иссиқлик сифими. Уни қуйидаги формулада аниқласа бўлади:

$$\begin{aligned} c_m &= (1 - W) \cdot c_{суп} + w \cdot W \cdot c_{сж} + (1 - w) \cdot c_{сж} = \\ &+ (1 - 0,812) \cdot 1,257 + 0,88 \cdot 0,812 \cdot 2,095 + (1 - 0,88) \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 4,19 = \\ &= 0,236 + 1,497 + 0,408 = 2,141 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К} \end{aligned}$$

Олинган c_m ning сон қийматини Q_3 формуласига қўйиб ҳисобланса, ушбу қийматни олиш мумкин:

$$Q_3 = 400 \cdot 2,141 \cdot [-2 - (-18)] = 13702,4 \text{ кВт}$$

4. Картон қутилари совиштиш учун сарф булган иссиқлик миқдори:

$$Q_4 = G_k \cdot c_k \cdot (t_{дош} - t_{охур})$$

бу ерда

$$G_k = \frac{400}{0,5} \cdot 0,03 = 24 \text{ кг}$$

Битта картон қутининг массаси - 0,03 кг; c_k - картоннинг солиштирма иссиқлик сифими $c_k = 1,341 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$.

$$Q_4 = 24 \cdot 1,341 \cdot [(19 - (-18))] = 1190,8 \text{ кВт}$$

5. Зарур бўлган совуқликнинг умумий сарфи қуйидагича ҳисобланади:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = \\ = 28156,8 + 94400 + 13702,4 + 1190,8 = 137450 \text{ кВт}$$

К О Н Т Р О Л : М А С А Л А Л А Р

11.1. -10°C температурада буғлатувчи совитиш бўйича унумдорлиги 6400 Вт бўлган Карно циклида ишловчи совитиш қўрилмасининг талаб этувчи қуввати ва совитиш коэффициентини ҳисоблаб топинг. Конденсацияланиш температураси 22°C .

11.2. 0°C температурага эг бўлган, сувдан соатига 100 кг муз (ях) ишлаб берувчи конденсаторда сарфланувчи сувни ва (Карно цикли бўйича) минимал ажарилган ишнинг миқдорини топинг. Совуқлик ташувчи (агент) -5°C да буғланиб, 25°C да конденсацияланади. Конденсаторга сув 17°C да киритилиб, 20°C да чиқарилиб юборилади. Сувнинг солиштира музланиш иссиқлиги 335 кЖ/кг .

11.3. а) аммиак; б) углерод диоксида; в) дифтордихлорметан CF_2Cl_2 ларнинг цикллари учун совитиш коэффициентини ва совуқлик ташувчи агентларнинг солиштира совитиш унумдорлигини аниқлаб беринг. Агар буғланиш температураси -15°C , конденсацияланиш температураси 30°C бўлса, циклни қуруқ ҳисоблаб, дросселлашдан олдин суяқлик қайта совитилмайди. (Совитувчи агент керагидан ортиқча совитилмайди).

11.4. Агар конденсацияланиш температураси 20°C ва буғланиш температураси -40°C бўлганда, углекислотали совитиш қўрилмасининг назарий совитиш коэффициентини ҳисоблаб топинг. Цикл қуруқ бўлиб, суяқлик дросселланишдан олдин керагидан ортиқча совитилмайди.

11.5. Буғланиш температураси -20°C ва конденсацияланиш температураси 30°C да ишловчи аммиакли компрессия совитувчи қўрилманинг қуйидаги бир нечта цикллари бўйича назарий

совитиш коэффициентларини солиштириб кўринг: а) Карно цикли бўйича; б) реал нам цикли бўйича; в) суюқ аммиакни керагидан ортиқча совутилмаган қуруқ цикл бўйича; г) суюқ аммиакни конденсациядан сўнг 25°C гача совитилганда қуруқ цикл бўйича.

11.7. Соатига 20 м^3 совутилмаган аммиакли қурилма конденсаторида сув 6 Кг гача совутилди. Компрессор сарфлайдиган назарий қувват $23,5 \text{ кВт}$. Қурилманинг совуқлик бўйича унумдорлиги ва совутиш коэффициентини аниқланг.

11.8. Совуқлик унумдорлиги $58,10 \text{ кВт}$ бўлган, конденсацияланиш температураси 25°C , совитилмайдигач, буғланиш температураси -15°C , қуруқ циклда ишловчи қурилманинг компрессорга келадиган аммиакнинг бир соатдаги ҳажмий сарфини аниқланг.

11.9. Соатига 1000 кг сарфланувчи этил спирги 20°C дан -15°C гача совутиш керак. -25°C да қайнайдиган аммиак ёрдамида совутилмоқда. Компрессор сарфлаётган назарий қувватни миқдорини аниқлаш керак. 25°C температурада конденсацияланмоқда. Цикл қуруқ бўлиб, дросселлашлан олдин суюқлик керагидан ортиқча совитилмайди (ўта совитилмайди).

11.10. Буғланиш температураси -15°C ва конденсацияланиш температураси 25°C бўлган (горизонтал, ГД типидagi аммиакли компрессор совутиш бўйича самарадорлиги 697800 Вт ни ташкил этади. Агарда буғланиш температураси -5°C ва конденсацияланиш температураси 30°C бўлса, ушбу компрессорнинг совуқлик бўйича самарадорлигини аниқланг.

11.11. Углекислотали совитиш қурилмасининг самарадорлиги 116300 Вт бўлиб, -15°C да буғланиш температураси ада ишлайди. Конденсаторнинг абсолют босими 75 кгк/см^2 ва 25°C гача ўта совутилади (қайта совутилади) компрессор иш йўли қуруқ цикл. Совитиш коэффициенти ва назарий талаб этиладиган қувватни аниқлаш керак.

11.12. Соатига 1000 л узум шарбати 30°C дан 0°C гача совитиш машинасида совутилмоқда. Буғлатгичда совутивчи агент -12°C да қайнамоқда ва конденсаторда 30°C да конденсацияланмоқда. Совитиш машинаси Карно циклида ишлайди. Конденсаторда сув 20 дан 25°C гача исийди. Назарий энергия сарфи N ва совутивчи сув сарфи G аниқлашсин.

11-13. Кондитер маҳсулотларини совитиш учун температураси $t_2 = 5^{\circ}\text{C}$ бўлган соатига 5000 м^3 /соатига ҳаво керак. Бунинг учун

атроф муҳитдан ҳаво $t_1 = 15^\circ\text{C}$, $\phi_1 = 70\%$ вентилятор ёрламида трубали ҳаво совитгичга юборилади ва у ерда қайнаётган фреон ҳисобига, зарур температурагача пасайтирилади. Совитгич трубасининг ташқариси қовурғачи юза қилиб ясалган. Қайнаётган фреон ва ҳав. орасидаги температуралар фарқи 8°C ни ташкил этади.

Ҳаво совитгич трубаларининг юзаси F ва заводан конденсацияланаётган буғнинг миқдори топилисин.

КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №22

Ҳар бир картон қутичага M_1 миқдорда ҳўл мева солинган бўлса, M_2 маҳсулотни музлатиш учун қанча миқдорда совуқлик сарфланган керак. Ҳўл меванинг бошланғич температураси $t_{\text{бош}}$ жараён тугагандан кейинги карто. қутичалар ва ҳўл меванинг охириги температураларининг ўрта қийматлари $t_{\text{ох.ур}}$ аниқлансин.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
M_1	кг	0,8	0,3	0,7	0,1	0,2	0,4	0,9	1,0	0,6	2,0
M_2	кг	960	750	840	700	400	800	900	500	300	600
$t_{\text{бош}}$	$^\circ\text{C}$	15	20	17	14	22	16	18	19	21	24
$t_{\text{ох.ур}}$	$^\circ\text{C}$	-18	15	-20	-24	-17	-19	-21	-22	-30	-27

Пара метр	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўй. ча вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ҳўл мева	олча	гилса	узум	олма	олхўри	ўрик	малина	нок		

1. Каримов И.А. Баркамол авлеч - Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. - Тошкент: Шарк, 1997. - 636.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1973. - 750 с.
3. Плановский А.И., Рамм В.М. Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1967. - 847 с.
4. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1981. - кн.1-2. - 847 с.
5. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1995. - кн.1-2. - 768 с.
6. Салимов З., Тўйчиев И.С. Кичёвий технология процесслари ва аппаратлари. - Т.: Ўқитувчи, 1987. - 4.8 б.
7. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1981. - 576 с.
8. Основные процессы и аппараты химической технологии / Под ред. Ю.И.Дытнерского. - М.: Химия, 1991. - 494 с.
9. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк Э.М., Курочкина М.И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии. - СПб.: Химия, 1987. - 540 с.
10. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. - М.: Химия, 1987. - 540 с.
11. Руководство к практическим занятиям в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии. / Под рук. П.Г.Романкова. - Л.: Химия, 1979. - 256 с.
12. Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. - М.: Химия, 1980. - 248 с.
13. Сажин Б.С. Основы техники сушки. - М.: Химия, 1984. - 319 с.
14. Липатов Н.Н. Руководство к лабораторным и практическим занятиям по курсу оборудования предприятий молочной промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1978. - 287 с.

15. Козулин Н.А., Соколов В.Н., Шапиро А.Э. Примеры и задачи по курсу оборудования заводов химической промышленности. - М.-Л.: 1963. - 484 с.

16. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств / С.М.Гребенюк, Н.С.Михеева, Ю.П.Грачев и др. - М.: Агропромиздат, 1987. - 304 с.

17. Зайчик Ц.Р. Сборник задач по расчетам оборудования винодельческого производства. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 200 с.

17. Твердохлеб Г.В., Дилалян Э.Х. и др. Технологии молока и молочных продуктов. - М.: Агропромиздат, 1991. - 463 с.

19. Белобородов В.В. Методы расчета процесса экстракции растительных масел. - М.: Пищепромиздат, 1960. - 116 с.

20. Силин П.М. Технология сахара. - М.: Пишпром, 1967. - 624 с.

21. Чубик И.А., Маслов А.М. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 120 с.

22. Николаев А.И. Процессы и аппараты пищевых производств. Примеры и задачи. - Киев, Высшая школа, 1992. - 232 с.

23. Инихов Г.С. Химия молока и молочных продуктов. - М.: Пищепромиздат, 1951. - 207 с.

24. Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировом производстве / Под ред. Ржехина В.П., Сергеева А.Г. - Л.: ВНИИЖ, 1969. - т.V. - 502 с.

25. Гинзбург А.С., Громов А.А. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и плодов. - М.: Агропромиздат, 1987. - 272 с.

26. Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок к пищевой промышленности. - М.: Агропромиздат, 1985. - 336 с.

27. Расчеты и аппараты кипящего слоя: Справочник / Под ред. И.П.Муленова, Б.С.Сажина, В.Ф.Фролова. - Л.: Химия, 1986. - 352 с.

28. Процессы и аппараты пищевых производств. Примеры и задачи / А.П.Николаев, А.С.Марценюк, Л.В.Зоткина. - Киев: Высшая школа, 1992. - 232 с.

29. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селиверстов В.М. Справочник по теплообменным аппаратам. - М.: Машиностроение, 1989. - 366 с.

30. Нурмухамедов Х.С. Научные основы разработки процессов и аппаратов для сушки и гранулирования зернисто-волоконистых материалов. Дисс...д-т.техн.наук, Ташкент, ТашХТИ, 1993. - 440 с.

31. Кувшинский М.Н., Соболева А.П. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической промышленности. - М.: Высшая школа, 1980. - 223 с.

32. Стахеев И.В. Пособие по курсовому проектированию процессов и аппаратов пищевых производств. - Минск, Высшая школа, 1975. - 288 с.

33. Масликов В.А. Примеры расчетов оборудования производства растительных масел. - М.: Пищепромиздат, 1954. - 226 с.

И Л О В А Л А Р

**БАЪЗИ КИМӨВІЙ ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ
АТОМ ОҒИРЛИГИ**

Номи	Белгиси	АТОМ ОҒИРЛИГИ
Азот	N	14,007
Алюминий	Al	26,982
Аргон	Ar	39,94
Барий	Ba	137,33
Бериллий	Be	9,012
Бор	B	10,81
Бром	Br	79,904
Ванадий	V	50,941
Висмут	Pb	208,980
Водород	H	1,008
Гелий	He	4,003
Темир	Fe	55,84
Олтин	Au	196,967
Йод	I	126,905
Кадмий	Cd	112,41
Калий	K	39,098
Кальций	Ca	40,08
Кислород	O	15,999
Кобальт	Co	58,933
Кремний	Si	28,085
Криптон	Kr	83,80
Ксенон	Xe	131,30
Литий	Li	6,94
Магний	Mg	24,305

Номи	Белгиси	АТОМ ОҒИРЛИГИ
Марганец	Mn	54,938
Мис	Cu	63,54
Молибден	Mo	95,94
Мышь	As	74,922
Натрий	Na	22,990
Никель	Ni	58,70
Қалай	Sn	118,69
Платина	Pt	195,0
Радий	Ra	226,025
Симоб	Hg	200,5
Күрғошин	Pb	207,2
Кумуш	Ag	107,868
Олтингургурт	S	32,06
Стронций	Sr	87,62
Сурьма	Sb	121,7
Титан	Ti	47,90
Углерод	C	12,011
Уран	U	238,02
Фосфор	P	30,974
Фтор	F	18,998
Хлор	Cl	35,453
Хром	Cr	51,996
Цинк	Zn	65,38

**АЙРИМ МОДДАЛАРНИНГ АТОМ ВА МОЛЬ ҲАЖМИ,
ҲАМДА МОЛЬ МАССАСИ**

Модда	том ёки моль ҳажми, см ³ /моль	Моль масса	Модда	том ёки моль ҳажми, см ³ /моль	Моль масса
Углерод	14,8	12	Азот	31,2	28
Хлор	24,6	35	Углерод диоксид	34	44
Водород (атомар)	3,7	1	Аммиак	25,8	17
Водород	14,3	2	Сув	18,8	18
Ҳаво	29,9	29	Бром	53,2	100
Кислород	25,6	32			
Кислород (иккит тўйинган боғ билан)	7,4	16			

3-жадвал

Атом ҳажми, см ³ /атом		Моль ҳажми, см ³ /моль	
B	27,0	H ₂	14,3
C	14,8	C ₂	25,6
Cl	24,6	N ₂	31,2
H	3,7	Ҳаво	29,9
N бирламчи аминда	10,5	CO	30,7
N иккиламчи аминда	12,0	CO ₂	34,0
O 2 та тўйинган боғ	7,4	SO ₂	44,8
O альдегидларда	7,4	NO	23,6
O мурак аб эфирда	9,1	N ₂ O	36,4
O кислоталарда	12,0	NH ₃	25,8
S	25,6	H ₂ O	18,9
I	37,0	COS	51,5
Cl ₂	48,4	I ₂	71,5
Br ₂	53,2	H ₂ S	32,9
Таркибий константалар			
Бензол халқаси - 15			
Нафталин халқаси - 30			
Антрацен халқаси - 47,5			

ҚАТТИҚ ЖИСМАЛАРНИНГ ЗИЧЛИГИ

Материал	Зичлиги кг/м ³	Сочилувч ан ҳолдаги зичлиги, кг/м ³	Материал	Зичлиги кг/м ³	Сочил, в чан ҳолдаги зичлиги, кг/м ³
Алебастр	2500	-	Бетон	2300	-
Антрацит	1800	-	Рчинпласт	1380	-
Апатит	3190	1850	Гипс	2240	1300
Асбест	2600	-	Сода	1450	800
Курук лой	-	1380	Туз	2350	1020
Гранит	2700	-	Қалай	500	-
Кул	2200	680	Шинша	2500	-
Курук ер	1800	1300	Текстолит	1380	-
Каолин	2200	-	Писта кўмир	1450	200
Каучук	930	-	Тог кўмир	1350	800
Кварц	2600	1500	Фаолит	1730	-
Сопол оддий	1500	-	Фосфорит	-	1600
Кекс	1300	500	Цемент	2900	-
Колчедан (кул ранг)	5000	3300	Эмаль	2350	-
Чарм	860	-	М Е Т А Л Л А Р		
Мел	2200	1300	Пўлат	7850	-
Мармар	2600	-	Чугун	7250	-
Парафин	900	-	Мис	8000	-
Паронит	1200	-	Л тунь	8500	-
Қум	1500	1200	Алюминий	2700	-
Поташ	2260	-	Кўрғошин	11400	-
Пўкак	240	-	О Л О З Б А Р Д О Ш Л А Р		
Резина	1500	-	Динас	1900	-
Селитра (пегрийли)	2260	1260	Магнезит	2900	-
			Шамот	1900	-

**БАЪЗИ ЁИР СУЮҚЛИКЛАРНИНГ 0-20°C
ТЕМПЕРАТУРАДАГИ ЗИЧЛИГИ**

<i>Суюқлик.</i>	<i>З. члик, кг/м³</i>	<i>Суюқлик</i>	<i>Зичлик, кг/м³</i>
Азот кислотаси, 92%	1500	Сульфат кислотаси, 30%	1220
Аммиак, 26%	910	Х эрид кислотаси, (тутайдиган)	1210
Бензин	760	Сирка кислотаси, 70%	1070
Глицерин, 100%	1270	Хлороформ	1530
Изтил эфири	710	Карбон IV хлорид	1630
Керосин	850	Этилен хлориди	1280
Мазут	890-950	Этил спирти, 10%	790
Мэтил спирти, 90%	820	70%	850
30%	950	10%	920
Нафталин (эритиласи)	790-950	Симоб	13600
Нефть			

6 - жадвал

**СУВ-СПИРТ АРАЛАШМАЛАРИНИНГ ЗИЧЛИГИ,
ҲАЖМИЙ ВА МАССАВИЙ % ЛАР НИСБАТИ.**

<i>% ҳажм</i>	<i>% масс.</i>	<i>Зичлик кг/м³</i>	<i>% ҳажм</i>	<i>% масс.</i>	<i>Зичлик кг/м³</i>	<i>% ҳажм</i>	<i>% масс.</i>	<i>Зичлик кг/м³</i>
0	0,00	998	10	8,01	985	20	16,21	973
1	0,79	996	11	8,83	983	21	17,04	972
2	1,59	995	12	9,64	982	22	17,88	971
3	2,38	993	13	10,46	981	23	18,71	970
4	3,1°	992	14	11,27	980	24	19,54	969
5	3,98	991	15	12,09	978	25	20,37	968
6	4,78	990	16	12,91	977	26	21,22	966
7	5,59	988	17	13,74	976	27	22,06	965
8	6,40	987	18	14,56	975	28	22,91	964
9	7,20	986	19	15,37	974	29	23,76	963

Модда	Температура, °С				
	-20	0	40	70	120
Ацетон	835	813	761	719	665
Дихлорэтан	1310	1282	1244	1163	1102
Этил спирти концентрацияси, %мас. 100	823	806	772	735	683
	-	904	878	849	820
60	-	977	957	934	910
20	-	1000	992	972	943
Сув					

8 - жад. ш.

СУВ БУҒИ ТҮЙИНГАН ҲОЛДА (босим бўйича)

$P \cdot 10^3$, Па	t , °С	i , кЖ/кг	r , кЖ/кг	i' , кЖ/кг
10	45,83	2584,4	2392,6	191,84
20	60,09	2609,6	2351,1	251,46
30	70,12	2625,3	2336,0	269,81
40	75,89	2636,8	2319,2	317,65
50	81,35	2646,0	2305,4	340,57
60	85,95	2653,6	2293,7	359,93
100	99,53	2675,7	2258,2	417,51
150	111,7	2693,9	2226,8	467,13
200	120,23	2706,9	2202,2	504,7
250	127,43	2717,2	2181,0	535,4
300	133,54	2725	2164,1	561,4
350	138,88	2732,5	2148,2	584,3
400	143,62	2738,5	2137,8	604,7
450	147,92	2743,8	2120,6	623,2
470	149,93	2745,8	2115,7	630,1

ПИСАНИНГ ҲАЖМИЙ МАССАСИ ВА ЗИЧЛИГИ [24]

Навнинг номи	Уртача ҳажмий масса, кг/м ³	Уртача зичлик, кг/м ³
ВНИИМК - 1646	404	-
- 8931	423	-
- 6540	407	-
Передовик	422	-
Армавирский 3497	438	-
Смена	425	708,5
Стенняк	433	676,9
Зеленка	423	678,7
завод аралашмаси:		
Краснодар ЕМК	405	749,8
Хволинск ЕМК	380	656,0
Россоли ЕМК	396	705,0
Николаев ЕМК	418	712,1
турли жойларники	392-462	

10 - жадвал

ПАҲТА ЧИГИТИ, ЯДРОСИ ВА ШУЛҲАСИНИНГ ЗИЧЛИГИ [24]

Матернал номи	Зичлик, кг/м ³	
	Зохрий	Ҳақиқий
Пахта чигити:		
108-ф нави	1,05 - 1,06	1,11 - 1,16
153-ф нави	1,03 - 1,06	1,11 - 1,13
5904-и интичга толали	1,06 - 1,07	1,11 - 1,12
Ядро	-	1,04 - 1,05
Шулҳа	-	1,34 - 1,36

ТАРҚЫБИДА ЁҒ БОР УРУҒЛАРНИНГ
ФИЗИК-МЕХАНИК ХОССАЛАРИ

Номч	Ҳажмий масса кг/м ³	Зичлиги, кг/м ³	Шакли
Ер ёнғок	430-450	-	-
Тарвуз	460-470	-	-
Бук ёнғоғи	460-470	-	учбурчак
Узум данағи	446-558	1041-1060	-
Горчица	666-712	1040-1160	-
Жўт	680-690	1000-1350	учбурчак
Кедр ёнғоғи	520-560	-	-
Крамбе	230-350	1030	шарсимон
Кунжут (U=4,5%)	598-616	1250	-
Мак (U = 5,5%)	732	1140	эллипс
Рапе	636	1134-1143	-
Тамаки	709	-	эллипс
Хурмо	680-690	-	чўзинчок
Писта	457	730	чўзинчок
Соя	700	1240	шарсимон

12 - жадвал

С.ЛИРТНИНГ ТУРЛИ ТЕМПЕРАТУРА ВА КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРДА
УВ-СПИРТ АРАЛАШМАСИНИНГ СОЛИШТИРМА ИССИКЛИК
СИФИМИ (кЖ/кг·К).

спирт Конц, %	Температура, °С							
	40	50	60	70	80	90	100	110
5	4,23	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27
10	4,27	4,27	4,31	4,31	4,31	4,31	4,35	4,31
20	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31
30	4,27	4,29	4,38	4,48	4,52	4,56	4,60	4,65
40	4,10	4,19	4,20	4,35	4,39	4,4	4,48	4,52
50	3,89	4,02	4,10	4,23	4,31	4,40	4,48	4,56
60	3,60	3,64	3,93	4,10	4,23	4,35	4,48	4,60
70	3,39	3,68	3,77	3,93	4,10	4,27	4,43	4,60
80	3,14	3,22	3,43	3,64	3,85	4,06	4,27	4,48
90	2,85	2,93	3,14	3,34	3,56	3,77	3,98	4,19
100	2,59	2,72	2,85	2,97	3,10	3,26	3,43	3,60

$t, ^\circ\text{C}$	20	30	40	50	60	70	80
<i>Пахта ёғи</i>							
$\mu \cdot 10^3, \text{Па}\cdot\text{с}$	140	100	75	56	42	32	25
$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	850	840	835	830	825	820	815
<i>Пилга ёғи</i>							
$\mu \cdot 10^3, \text{Па}\cdot\text{с}$	73,4	5	56,	47	39	30	21
$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	920	910	905	900	895	890	885

14 - жағал

КАНД ҚИЁМИНИНГ ЗИЧЛИГИ ВА ҚОВУШОҚЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Соғиштирама иссиқлик сифими $C = 2514 \text{ Ж}/\text{кг}\cdot\text{К}$

$t, ^\circ\text{C}$	30	40	50	60	70	80	90
$\mu \cdot 10^3, \text{Па}\cdot\text{с}$	90	53,2	34,0	21,0	14,0	10,5	7,8
$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	1310	1205	1299	1293	1288	1282	1276

15 - жағал

УЗУМ СУСЛОСИНИНГ КЎРСАТКИЧЛАРИ [17]

Умумий экстракци дорин, %	Зичлик			Олиштirma иссиқлик сифими $\text{КЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини $\text{Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$		Қимматлик қовушқоқлик коэффициентини 10^3 м^2		
	10	30	50		20	60	10	30	50
10	1038	1034	1027	3,92	0,570	0,648	1,83	1,5009	0,78
15	1058	1054	1049	3,8	0,546	0,615	2,10	1,36	0,68
20	1080	1075	1070	3,72	0,535	0,592	2,44	1,46	1,01
25	1102	1099	1093	3,64	0,522	0,582	2,84	1,65	1,14
30	1125	1123	1116	3,50	0,500	0,570	3,14	1,87	1,20

УЗУМ ВА МЕВАЛАР ВИНОЛАРИНИНГ
БАЎЗИ БИР КҮИ САТКИЧЛАРИ [17,

Вино тури	Параметр	Ўртача кўрсаткичлар			
		0	20	40	60
Шардон	ρ	978	973	966	955
	σ	3843	3765	3712	3787
	λ	0,422	0,493	0,538	0,557
	$\mu \cdot 10^4$	29,7	15,2	10,3	8,84
	$\mu \cdot 10^6$	3,01	1,52	1,04	0,90
Кувватланган	ρ	1014	1005	994	982
	σ	3682	3730	3730	3730
	λ	0,366	0,407	0,418	0,421
	$\mu \cdot 10^4$	54,3	23,6	13,0	10,3
	$\mu \cdot 10^6$	5,26	2,30	1,29	1,03
Мева-резавор	ρ	998	992	983	973
	σ	4060	4100	4100	4100
	λ	0,336	0,383	0,429	0,465
	$\mu \cdot 10^4$	46,6	20,8	12,1	9,3
	$\mu \cdot 10^6$	4,58	2,04	1,20	1,04
Ок мускат	ρ	1072	1066	1057	1045
	σ	3600	3610	3610	3610
	λ	0,354	0,390	0,429	0,473
	$\mu \cdot 10^4$	72,5	31,3	17,6	13,4
	$\mu \cdot 10^6$	6,75	2,88	1,64	1,26

**БУҒЛАТИШ ЖАРАЁНИДАН КЕЙИНГИ
ҚУЮҚЛАШТИРИЛГАН МАХСУЛОТНИҢ ФИЗИК
КЎРСАТКИЧЛАРИ**

<i>Қурук моддаларының моль улуши</i>	<i>Қовушоқлик мПа·с</i>	<i>Зичлик кг/м³</i>
<i>Нормал аралашма</i>		
1,8	2,3	1027
<i>Сут-шак аралашмасы (30 минут бұғлатылғандан сўнг)</i>		
20,9	4,0	1054
57,3	436,0	1231
<i>Сут-ш кар аралашмасы бұғлатылгандан чыккандан пайт %</i>		
63,5	530,0	1281
88,4	1090,0	1276
<i>Қуюқлаштирилган махсулот сс уттичга берилгандан анвал</i>		
70,5	3320,0	1283

18 - жады

СУТ ЁҒЛИҚЛИГИНИНГ ЗИЧЛИККА ТАЪСИРИ

<i>Сутнинг ёғлиқлиги, %</i>	<i>20°С даги зичлик, кг/м³</i>	<i>Сутнинг ёғлиқлиги, %</i>	<i>20°С даги зичлик, кг/м³</i>
0,0 5	1034	6,0	1027
1,0	1033	7,0	1026
2,0	1032	8,0	1025
3,0	1030,5	9,0	1024
4,0	1029	10,0	1023
5,0	1028		
<i>Қовушоқлик коэффициенти - 0,02 пуаз.</i>			

ТЕМПЕРАТУРА 20°С БЎЛГАНДА
СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ҲАЖМИЙ КЕНГАЙИШ
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, (1/К)

Суюқлик	$\beta \cdot 10^6$	Суюқлик	$\beta \cdot 10^6$
Бензин	12,5	Пентан	159
Глицерин	53	CaCl ₂ эритмаси, 6%	25
Керосин	100	CaCl ₂ эритмаси, 41%	46
М-Ксилол	101	NaCl эритмаси, 26%	44
Оливка мойи	70		
Парафин мойи			

БАЗИ ПАСТЕРИЗАЦИЯ ҚИЛАНГАН
СУТЛАРНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Сут	Массавий улуш		Зичлик, кг/м ³
	ЛС	СОМ	
Табиий	3,2 - 3,5	8,1	1027
Кам ёғли	2,5	8,5	1027
Ёғликлиги			
Нормадан юкори	4,0	8,0	1025
	6,0	8,0	102
Оксилли	2,5	10,5	1036
	1,0	11,0	1037
Ёғизлантирилган	-	8,1	1030

СУЮҚ МОДДАЛАР ВА СУВЛИ ЭРИТМАЛАР
ЗИЧЛИКЛАРИНИНГ ТЕМПЕРАТУРАГА БОҒЛИҚЛИГИ

Модда	Зичлиги, кг/м ³					
	-20 °C	0 °C	20 °C	60 °C	100 °C	120 °C
Азот кислотаси, 100%	1582	1547	1513	1443	1373	1338
50	-	1334	1310	1263	1212	1186
Аммиак (суюқ)	665	639	610	545	462	390
Аммиакли сув, 25%	-	918	907	887	866	856
Анилин	1039	1022	987	952	933	-
Ацетон	835	813	791	746	693	665
Бензол	-	900	879	836	793	769
Бутил спирти	338	824	810	781	751	735
Сув	-	1000	998	983	958	943
Гексан	693	677	660	622	581	559
Глицерин, 50%	-	1136	1126	1106	996	986
Олтингурут диоксици (суюқ)	1484	1434	1483	1264	1111	1010
Дихлорэтан	1310	1282	1254	1194	1133	1102
Диэтил эфири	758	736	714	666	611	576
Изопропил спирти	817	801	785	752	718	700
Кальций хлорид, 25%	1248	1239	1230	1210	1190	1180
m-Ксилол	-	882	865	831	796	77
Метил спирти, 100%	828	810	792	756	714	-
40	-	946	935	913	891	880
Чумоли кислотаси	-	1244	1220	1171	1121	1096
Ишқорий натрий, 50%	-	1540	1525	1497	1469	1454
40	-	1443	1430	1403	1375	1360
30	-	1340	1328	1303	1276	261
20	-	1230	1219	1196	1170	1155
10	-	1117	1109	1089	1064	1049
Хлорли натрий, 20%	-	1157	1148	1130	1110	1100
Нитробензол	-	1223	1203	1163	1123	1103
Октан	734	718	702	669	635	617

Олеум, 20%	-	1922	1896	1844	1792	1766
Пропил спирт.	-	819	804	770	735	711
Сульфат кислотаси, 98%	-	1857	1837	1798	1761	1742
	2	1866	1824	1785	1744	1727
	75	1739	1689	1632	1597	1588
	60	1532	1515	1498	1466	1418
Олтингурут углерод	1323	1293	1263	1200	1125	1082
Хлорид кислотаси, 30%	1173	1161	1149	1126	1103	1090
Толуол	902	884	866	828	788	766
Сирка кислотаси, 100%	-	1072	1048	1004	958	922
	50	1074	1058	1026	994	978
Фенол суолтирилган	-	-	1075	1040	1005	987
Хлорбензол	1150	1128	1107	1065	1021	995
Хлороформ	1563	1526	1489	1411	1336	1280
Карбон IV хлорид	1677	1633	1594	1517	1454	1390
Этилацетат	947	924	902	851	797	768
Этил спирти, 100%	823	806	789	751	716	693
	80	-	857	843	813	768
	60	-	904	891	864	820
	40	-	947	935	910	872
	20	-	977	969	949	910

22-жадвал

УРУФ ВА УНИ ҚАЙТА ИШЛАШДА
 ХОСЧИ БЎЛАДИГАН МАХСУЛОТЛАРНИНГ
 ТЎКМА ЭФИДЛИГИ

Номи	γ, кг/м ³	Номи	γ, кг/м ³
Писта	400-440	Писта чақилмаси	328
Зигир	600-700	Писта пўчоғи	168
Наша	490-550	Писта я. илмаси	450
Канакунжут	450-550	Соя япроғи	418
Пахта чигити	500-515	Пахта чигити япроғи	380
Соя	600-700	Пахта чигити бирик уни	425
Ер ёнғок	240	Писта бирик уни	425

0°С ТЕМПЕРАТУРАДА
АБСОЛЮТ ҚУРҒҚ
УРУҒЛАРНИНГ
ИССИҚЛИК
СИҒИМИ

Номи	c , кЖ/кг·К
Писта	0,356
Зигир	0,300
Пахта	0,363
Канақунжу	0,434

УРУҒ ВА ЯНЧИМАЛАР
ТАРҚИБИЙ
ҚИСМАЛАРНИНГ
ИССИҚЛИК СИҒИМИ

Номи	C , кЖ/ кг·К
Ёғ	0,490
Клетчатка	0,320
Протеин ва азотсиз экстрактив моддалар	0,340

БАЪЗИ ЁҒЛАРНИНГ
МОЛЕКУЛЯР
ОҒИРЛИГИ

Ёғ номи	M
Писта	873
Пахта	863-905
Кастор	938
Зигир	875-902

БАЪЗИ СУЎҚЛАРНИНГ
ҲАЖМИЙ КЕНГАЙИШ
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Суюқлик номи	β
Ўсимлик ёғи	0,00070
Бензин	0,00085
Дихлорэтан	0,00142
Сув	0,00018

БАЪЗИ ЁГЛАРНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ [33]

Тем- пера- тура, °С	соли шти рма оғир лик, кг/м ³	Динам ик қовуш қлик коэфф ициент и, кг·с/м ² · 10 ⁴	Солиш тирма иссиқл ик си ғими ккал/ кг·°С	Иссиқл ик ўтказув чанлик ккал/м соат·°С	Соли штир -ма оғир лик, кг/м ³	Динам ик қовуш оқлик коэфф ициен ти кг·с/м ² · 10 ⁴	Соли штир а иссиқ- лик сигни- ми, ккал/ кг·°С	Иссиқ- лик ўтка- зув чанли к, ккал/ м·соат °С
Писта ёғи					Пахта ёғи			
25	921	0,474	0,430	0,142	-	-	-	-
30	919	0,387	0,435	0,143	919	0,455	0,425	0,143
35	914	0,303	0,440	0,142	-	-	-	-
40	909	0,272	0,445	0,141	912	0,366	0,435	0,141
45	908	0,231	0,450	0,140	-	-	-	-
50	904	0,212	0,455	0,140	904	0,218	0,445	0,140
55	901	0,179	0,460	0,140	-	-	-	-
60	898	0,156	0,465	0,140	898	0,162	0,455	0,140
65	894	-	0,470	0,139	-	-	-	-
70	891	0,116	0,475	0,138	891	0,123	0,465	0,138
75	887	-	0,480	0,137	-	-	-	-
80	884	0,870	0,485	0,137	884	0,950	0,475	0,137
85	881	-	0,490	0,136	-	-	-	-
90	878	0,740	0,495	0,135	871	0,770	0,485	0,135
95	874	-	0,500	0,135	-	-	-	-
100	871	0,600	0,505	0,134	871	0,610	0,495	0,134
110	864	0,520	0,515	0,133	864	0,510	0,505	0,133
120	857	0,420	0,525	0,132	857	0,440	0,515	0,132
130	850	0,360	0,535	0,131	850	0,370	0,525	0,131
140	845	0,310	0,545	0,130	843	0,320	0,535	0,130

СУВНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$I \cdot 10^3, \text{Ж/кг}$	$c \cdot 10^3, \text{/кг}\cdot\text{K}$	$\lambda \cdot 10^2, \text{Вт/м}\cdot\text{K}$	$\mu \cdot 10^6, \text{Па}\cdot\text{с}$	$\mu \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	$\beta \cdot 10, \text{1/K}$	$i\gamma$
0	1000	0	4,23	55,1	1790	1,70	-0,63	13,7
10	1000	41,9	4,19	57,5	1310	1,31	+0,70	9,52
20	998	83,8	4,19	59,9	1000	1,01	1,82	7,02
30	996	126	4,18	61,8	804	0,81	3,21	5,42
40	992	168	4,18	63,4	657	0,66	3,87	4,31
50	988	210	4,18	64,8	549	0,556	4,49	3,54
60	983	251	4,18	65,9	470	0,478	5,11	2,98
70	978	293	4,19	66,8	406	0,415	5,70	2,55
80	972	335	4,19	67,6	355	0,365	6,32	2,21
90	965	376	4,19	68,0	314	0,326	6,95	1,95
100	958	419	4,23	68,2	283	0,295	7,52	1,75
120	943	502	4,27	68,5	238	0,252	8,84	1,47
140	926	590	4,27	86,5	201	0,217	9,72	1,26

29 - жалгал

АЙРИМ СУЮҚЛИКЛАРИНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ

Модда	Моль массаси, кг/кмоль	20°C температурада тўйинган буғ босими		$p = 0,098$ МПа босимдаги кайнаш температура си, °C
		мм.с.и.м. усг	кПа	
Ацетон	58,08	186	24,73	56,6
Дихлорэтан	98,97	65	8,61	83,7
Этил спирти	46,07	44	5,85	78,3
Сув	18,02	17	2,33	99,0

БАЪЗИ БИР ГАЗЛАРНИНГ АСОСИЙ ФИЗИК ХОССАЛАРИ
СИ системасида: 1 : 1 см.уст.=133,3 Па; 1 кгк/см² =9,81·10⁴ Па.

Номи	Формула	θС ва 760 мм сим. уст. даги зичлик, кг/м ³	Молекуляр оғирлиги	20°С ва P _{атм} ≈ 0,1 МПа Ж/(кг·К)		k = c _p /c _v	760 мм сим. уст. даги айна температури °С	760 мм сим. уст. Буглашнинг сошиш температураси °С	Артик нуқталар	θС ва P _{атм} = 1 кгк/см ² даги қовушқоқлик	
				с	с					сигуратура, °С	осим(эб-олк.) кгк.см ²
Азот	N ₂	1,25	28	1,05	0,75	1,40	-195,8	1	33,39	17	114
Аммиак	NH ₃	0,77	17	2,22	1,68	1,29	-33,4	1374	+132	9,18	626
Аргон	Ar	1,78	39,9	0,53	0,33	1,66	-185,9	163	-122,4	20,9	142
Ацетилен	C ₂ H ₂	1,171	26,0	1,08	1,36	1,24	-83,7	830	+35,7	9,35	198
Е нзол	C ₆ H ₆	-	78,1	1,25	1,14	1,1	+80,2	304	+228	7,2	-
Бутан	C ₄ H ₁₀	2,673	58,1	1,92	1,80	1,08	-0,5	387	+152	8,1	377

Хаво		1,293	(29,0)	1,01	0,72	0,40	-195	197	-140,7	37,2	17,3	124
Водород	H ₂	0,0899	2,02	14,3	10,1	0,41	-252,8	35	239,9	12,80	8,42	73
Гелий	He	0,175	4,0	5,28	3,18	1,66	-69,9	19,5	-268,0	2,26	18,8	78
Азот диоксида	NO ₂		46,0	0,80	0,62	1,3	+21,2	712	+158	100,90	-	-
Оксиди азоту, рт												
Диоксида	SO ₂	2,93	64,1	0,53	0,30	1,25	-10,8	394	+158	7,78	11,7	396
Углевод												
Диоксида	CO ₂	1,98	44,0	0,84	0,65	1,30	-78,2	574,0	+31,1	7,29	13,7	254
Кислород	O ₂	1,429	32	0,91	0,65	1,40	-183,0	213	-118,8	19,71	20,3	131
Метан	CH ₄	0,72	16,0	2,23	1,70	1,31	-161,6	511	-82,15	45,6	10,3	107
Углерод оксиди	CO	1,25	28,0	1,05	0,75	1,40	-191,5	212	-140,2	34,53	16,6	100
Пентан	C ₅ H ₁₂		72,0	1,72	1,38	1,09	+36,1	360	197,1	33,0	8,74	-
Пропан	C ₃ H ₈	2,02	44,1	1,87	1,65	1,11	-421	427	95,6	43	7,95	278
Пропилен	C ₃ H ₆	1,91	42,1	1,63	1,44	1,17	-47,7	440	91,4	45,4	8,35	372
Водород	H ₂ S	1,54	34,1	1,06	0,80	1,30	-60,2	549	100,4	188,9	11,6	-
сульфид												
Хлор	Cl ₂	3,22	70,9	0,48	0,36	1,36	-33,8	306	144,0	76,1	12,9	351
Хлорид метил	CH ₃ Cl	2,3	50,5	0,4	0,38	1,20	-21,4	406	148	66,0	9,89	454
Этан	C ₂ H ₆	1,36	30,1	1,73	1,45	1,20	-88,50	486	32	48,45	8,5	287
Этилен	C ₂ H ₄	1,26	28,1	1,53	1,26	1,20	-103,7	482	9,7	50,2	9,85	241

**СУВ БУҒИНИНГ КОНДЕНСАЦИЯЛАНАЁТГАН ПАЙТИДАГИ
КОНДЕНСАТНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ
(ТҮЙНИНШ ЧИЗИҒИДА)**

P , кгк/ см ²	t , °C	ρ , кг/м ³	i , кЖ/ кг	c , кЖ/ кг·К	$\lambda \cdot 10^2$, Вт/ м·К	$a \cdot 10^7$, м ² /с	$\mu \cdot 10^8$, Па·с	$\nu \cdot 10^8$, м/с	$\beta \cdot 10^4$, К ⁻¹	$\sigma \cdot 10^4$, кг/с ²	P_f
1	0	1000	0	4,23	55,1	1,31	790	1,79	-0,63	756	13,7
1	10	1000	41,9	4,19	57,5	1,37	310	1,31	+0,7	762	9,52
1	20	998	83,8	4,19	59,9	1,43	000	1,01	1,82	727	7,02
1	20	996	126	4,18	61,8	1,49	804	0,81	3,21	712	5,42
1	40	992	168	4,18	63,4	1,53	657	0,66	3,87	697	4,31
1	50	988	210	4,18	64,8	1,57	549	0,56	4,49	677	3,54
1	60	983	251	4,18	65,9	1,61	470	0,48	5,11	662	2,98
1	70	978	293	4,19	66,8	1,63	406	0,42	5,70	643	2,55
1	80	972	335	4,19	67,5	1,66	355	0,37	6,32	626	2,21
1	90	965	377	4,19	68,0	1,68	315	0,33	6,95	607	1,95
1,03	100	958	419	4,23	68,3	1,69	282	0,30	7,5	589	1,75
1,46	110	951	461	4,23	68,5	1,69	256	0,27	8,0	569	1,58
2,02	120	943	503	4,23	68,6	1,72	231	0,24	8,6	549	1,43
2,75	130	935	545	4,27	68,6	1,72	212	0,23	9,2	529	1,32
3,68	140	926	587	4,27	68,5	1,72	196	0,22	9,7	507	1,23
4,85	150	917	629	4,32	68,4	1,72	185	0,20	10,3	487	1,17
6,30	160	907	671	4,36	68,3	1,72	174	0,19	10,8	466	1,10
8,08	170	897	713	4,40	67,9	1,72	163	0,18	11,5	444	1,05
10,2	180	887	755	4,44	67,5	1,72	153	0,17	12,2	424	1,01

ЭРИТМАЛАРНИНГ СИРТҲИЙ ТОРТИЛИШ КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Эритилган модда	Темпера- тура, °C	Турли концентрацияларда [масс % да] / $\sigma \cdot 10^4$ (Н/м) сон сийматлари			
		5	10	20	50
		Na ₂ SO ₄	18	73,8	75,2
NaNO ₃	30	72,1	72,8	74,4	79,8
KCl	18	73,6	74,8	77,3	-
KNO ₃	18	73,0	73,6	75,0	-
K ₂ CO ₃	19	75,8	77,0	79,2	106,4
NH ₄ OH	18	66,5	63,5	59,3	-
NH ₄ Cl	18	73,3	74,5	-	-
NH ₄ NO ₃	100	59,2	60,1	61,6	67,5
MgCl ₂	18	73,8	-	-	-

СУЎҚЛИК ВА СУВЛИ ЭРИТМАЛАРНИНГ СИРТГИЙ
ТОРТИЛИШИНИНГ ТЕМПЕРАТУРАГА БОЎЛИҚЛИ И

Модда		Сиртий тортилиши, $\sigma \cdot 10^6$ [Н/м]							
		-20 °C	0 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C	100° C	120 °C
Азот кислотиси,	100%	48,3	44,8	41,4	38,2	35,2	32,4	29,8	27,4
	50	-	68,2	65,5	62,2	58,8	55,2	51,5	47,
Аммиак (сув)		38	27	21,2	16,8	12,8	-	-	-
Аммиакли сув,	25	-	65,7	62,9	59,7	56,3	52,7	49	45
Ацетон		28,7	26,2	23,7	21,2	18,6	16,2	13,8	11,4
Бензол		-	31,7	29	26,3	23,7	21,3	18,8	16,4
Бутил спирти		28	26,2	24,6	22,9	21,2	19,5	17,8	16
Сув		-	75,6	72,8	69,6	66,2	62,6	58,9	54,9
Гексан		22,6	20,5	18,4	16,3	14,2	12,1	10	7,9
Глицерин,	50%	-	72,4	69,6	66,4	63	59,4	55,7	51,7
Диэтил эфири		22,	19,5	17	14,6	12,4	10,2	8	6,1
Дихлорэтан		37,8	35	32,2	29,5	26,7	24	21,3	18,6
Метил спирт,	100%	26,6	24,5	22,6	20,9	19,3	17,6	15,7	13,6
Чумоли кислотаси		-	39,8	37,6	35,5	33,3	31,2	29	26,8
Ишқорий натр,	50%	-	-	130	130	129	129	128	128
	30%	-	-	97	96,4	95,8	95,3	94,4	93,6
	10%	-	-	77,3	76,1	75	73	70,7	69
Нитробензол		-	46,4	43,9	41,4	39	36,7	34,4	32,2
Сульфат кислотаси,	98%	-	55,9	55,1	54,3	53,7	53,1	52,5	51,9
	75%	74,1	73,6	73,1	72,6	72,1	71,6	71,1	70,6
	60%	77,3	76,7	76,1	75,5	74,5	73,6	72,7	71,8
Водород хлорид	30%	-	72,6	69,8	66,6	63,2	59,6	55,9	51,9
Толуол		33	30,7	28,5	26,2	23,8	21,8	19,8	18
Сирка кислотаси,	100%	-	29,7	27,8	25,8	23,8	21,8	19,8	18
	50%	-	43	40	37	33	30	27	24
Фенол (эритилган)		-	43,1	40,9	38,8	36,6	34,4	32,2	30
Хлороформ		32,8	30	27,2	24,4	21,7	19	16,3	13,6
Этил спирти,	100%	25,7	24	22,3	20,6	19	17,3	15,5	13,4
	60%	-	28	27	25	23	22	20	18
	20%	-	40	38	36	33	31	29	27

ТУЙИНГАН СУВ Б'ТИНИНГ
ТЕМПЕРАТУРАГА БОҒЛИҚЛИГИ

СИ системаси бирлигига ҳисоблаш: $1 \text{ кгк/см}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па}$.

Температура, °C	Босим (абсолют) кгк/см ²	Солиш-тирма г/см ³	Зичлик, кг/м ³	Суюқликнинг олиштирма энthalпияси, кЖ/кг	Буғнинг олиштирма энthalпияси, кЖ/кг	олиштирма буғлиниш ссиклиги, кЖ/кг
0	0,0062	206,5	0,00484	0	2403,1	2493,1
10	0,0125	106,4	0,00940	41,90	2512,3	2470,4
20	0,0238	57,8	0,01729	83,80	2532,0	2448,2
30	0,0433	32,93	0,03036	125,70	2551,3	2425,6
40	0,0752	19,55	0,05114	167,60	2570,6	2403,0
50	0,1258	12,054	0,0830	209,50	2589,5	2330,0
60	0,2031	7,67	0,1301	251,40	2608,3	2356,7
70	0,3177	5,052	0,1979	293,30	2626,3	2333,0
80	0,483	3,414	0,2929	335,2	2644	2310
90	0,715	2,365	0,4229	377,1	2662	2285
100	1,033	1,675	0,5970	419,0	2679	2260
110	1,461	1,212	0,8254	461,3	2696	2234
120	2,025	0,893	1,1199	504,1	2711	2207
130	2,755	0,6693	1,474	546,8	2726	2179
140	3,685	0,5096	1,962	589,5	2740	2150
150	4,855	0,3933	2,543	632,7	2753	2120
200	15,85	0,1276	7,840	852,7	2798	1945
250	40,55	0,0499	20,01	1082	2792	1710
300	87,6	0,0213	47,93	1317	2710	1364
350	168,6	0,0088	113,2	1638	2519	881,2
37	225	0,00313	22,6	2100	2100	0

БАЪЗИ ЁҒЛАРНИНГ СОЛИШТИРМА ИССИҚЛИК СИҒИМИ РА
УТКАЗУВЧАНЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ [24]

Температура, °С	Солиштира иссиқлик сиғими кЖ/кг·К	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт·м·К
Писта ёғи		
15 - 25	1,76	0,169
15 - 50	1,80	0,166
15 - 100	1,93	0,163
50 - 100	2,01	0,159
50 - 150	2,10	0,156
50 - 200	2,2	0,152
50 - 250 ва 70 - 200	2,30	0,149
100 - 150	2,22	0,152
120 - 200	2,35	0,148
150 - 200	2,30	0,149
100 - 250	2,43	0,145
Пахта ёғи		
15 - 50	1,80	-
15 - 100	1,93	-
50 - 100	2,01	-
70 - 100	2,05	0,157
120 - 200	2,35	0,482

ГЛИЦЕРИННИНГ ДИНАМИК ҚОВУШОҚЛИК
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

температура °С	Динамик қовушқоқлик коэффициенти мПа·с (сП)	температура °С	Динамик қовушқоқлик коэффициен ти мПа·с(сП)	температура °С	Динамик қовушқоқлик коэффициенти мПа·с(сП)
0	12100	40	330	100	13
5	7000	50	180	120	5,2
10	3950	60	102	140	1,8
15	2350	70	59	160	1,0
20	1480	80	35	180	0,45
30	600	90	21	200	0,22

БАЪЗИ ЭРИТМАЛАР ДИНАМИК ҚОВУШОҚЛИК
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Эриган модда	Концен трация, % (масс)	Динамик қовушқлик коэффициенти, МПа·с (сП)				
		0°C	20°C	30°C	40°C	60°C
NaOH	5	-	1,3	1,05	0,85	-
	15	-	2,78	2,10	1,65	-
NaCl	5	1,86	1,07	0,8	0,71	0,51
	15	2,27	1,36	1,07	0,89	0,64
	25	3,31	1,89	-	-	-
NaNO ₃	10	-	1,07	0,88	0,72	0,54
	20	-	1,18	1,03	0,86	0,62
	30	-	1,33	1,3	1,0	0,79
Na ₂ CO ₃	10	-	1,74	1,38	1,1	-
	20	-	4,02	2,91	2,25	-
	10	-	1,23	1,0	0,83	-
KOH	20	-	1,63	1,3	1,11	-
	5	1,7	0,99	0,8	0,66	0,48
KCl	15	1,58	1,0	0,83	0,69	0,52
	20	-	1,02	0,85	0,72	0,54
	5	1,68	0,98	0,8	0,5	0,49
KNO ₃	15	-	0,98	0,8	0,69	0,51
	30	-	-	0,89	-	-
	10	1,58	0,96	0,66	0,5	-
NH ₄ NO ₃	30	1,51	1,0	0,84	0,73	0,57
	50	-	1,33	1,14	0,99	0,77
	10	2,8	1,5	-	-	-
MgCl ₂	20	5,3	2,7	-	-	-
	10	2,17	1,27	-	-	-
CaCl ₂	20	3,14	1,89	-	-	-
	35	8,9	5,1	-	-	-

40%	-	-	23	9,2	3,62	2,72	2,37
30%	-	-	9	4,6	2,16	1,82	1,51
20%	-	-	3,3	2	1,27	1,15	1,08
10%	-	-	1,45	0,98	0,7	0,65	0,6
Хлорли натрий	4,08	2,67	1,24	0,87	0,57	0,46	0,38
20% эритма	-	3,09	1,69	1,24	0,87	0,7	0,58
Нитробензол	0,829	0,703	0,479	0,76	0,29	0,245	0,208
Октан	-	95	28,8	12,8	5,3	-	-
Олеин	-	55	17,1	9,46	4,1	2,7	2
Сульфат кислота,	90	48	15,6	8,4	3,8	2,5	1,95
98%	50	30	10,6	5,9	2,3	1,9	1,45
92%	15	10,5	4,08	2,8	1,5	1,07	0,9
75%	0,488	0,433	0,319	0,27	0,21	0,19	0,17
60%	-	-	1,48	-	-	-	-
У1 ерод сульфид	0,9	0,768	0,522	0,2	0,319	0,27	0,231
Хлорид кислота,	-	-	1,04	0,79	0,56	0,46	0,37
Толуол	-	4,5	1,7	1,11	0,65	0,5	0,4
Сирка кислота,	-	-	7	3,43	1,5	1,05	0,78
100%	-	-	0,71	0,57	0,435	0,37	0,32
50%	1,24	1,06	0,51	0,426	0,33	0,29	0,26
Фенол (суюс)	0,79	0,7	0,84	0,65	0,472	0,387	0,323
Хлорбензол	1,68	1,35	0,4	0,326	0,248	0,21	0,178
Хлоро эрм	0,67	0,578	1,0	0,71	0,435	0,326	0,248
Карбон IV хлорид	2,23	1,78	1,53	0,97	0,57	0,52	0,43
Этилалетат	-	3,69	1,93	1,13	0,6	0,45	0,34
Этил спирти,	-	5,25	2,02	1,13	0,6	0,44	0,34
80%	-	7,14	1,55	0,91	0,51	0,38	0,3
50%	-	5,32	-	-	-	-	-
40%	-	-	-	-	-	-	-
20%	-	-	-	-	-	-	-

НОРДОН ВИНОЛАР ҚОВУШОҚЛЫҚ КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, [сНз]

Температура, °С	Спирт микдори, %					
	7	8	9	10	11	12
-6	-	-	-	-	4,12	4,3
0	2,62	2,75	2,88	3,00	3,16	3,3
6	2,10	2,19	2,27	2,40	2,51	2,62
12	1,72	1,7	1,86	1,94	2,03	2,11
18	1,44	1,49	1,54	1,61	1,67	1,73
24	1,24	1,26	1,30	1,34	1,39	1,45
30	1,07	1,08	1,10	1,14	1,18	1,22
36	0,92	0,93	0,95	0,98	1,01	1,05
42	0,79	0,81	0,83	0,86	0,88	0,91
48	0,70	0,72	0,73	0,75	0,77	0,8
54	0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,7
60	0,56	0,57	0,58	0,59	0,61	0,62

ТАРКИБИДА ШАКАРҒ БОР ВИНОЛАР ҚОВУШОҚЛИҒИ, [сНз]

Температура, °С	Спирт микдори, % (хажмий)					
	12		18		24	
	Шакар микдори, % (хажмий)					
	8	23	8	23	8	23
-10	-	13,47	-	15,75	-	17,90
0	4,45	8,40	5,2	9,80	5,70	11,80
10	2,96	5,33	3,39	6,31	3,65	7,28
20	2,57	3,7	2,35	4,00	2,50	4,62
30	1,53	2,52	1,69	2,76	1,75	3,13
40	1,16	1,87	1,25	2,06	1,30	2,3
50	0,91	1,43	0,97	1,56	1,02	1,67
60	0,73	1,12	0,77	1,20	0,81	1,30

БАЪЗИ СУЮҚЛИК ВА СУВЛИ
АРАЛАШИМЛАРИНИНГ СОЛИҚТИРМА
ИССИҚЛИК СЎФИИ, И, КЖ/КГ·К.

Модда	оши тра ция %	Температура, °С						
		-20	0	20	60	100	120	
Азот кислотаси	100	1,74	1,75	1,76	1,80	1,84	1,86	
	50	-	2,79	2,83	3,01	3,10	3,18	
Глицерин	50	-	3,56	3,56	3,52	-	-	
Метил спирти	100	2,38	2,47	2,57	2,76	2,96	3,07	
	40	-	3,52	3,56	3,6	3,86	3,72	
Этил спирти	100	2,12	2,29	2,48	2,96	3,5	3,80	
	80	-	2,68	2,83	3,22	3,64	3,90	
	60	-	3,06	3,14	3,48	3,77	3,98	
	40	-	3,44	3,51	3,69	3,94	4,02	
	20	-	3,81	3,85	3,93	4,06	4,10	
Натрий гидро- ксиди эритмаси	50	-	-	3,23	3,21	3,19	3,18	
	40	-	3,38	3,41	3,8	3,49	3,49	
	30	-	3,45	3,52	3,62	3,64	3,64	
	20	-	3,3	3,56	3,60	3,72	3,72	
	10	-	2,69	3,77	3,84	3,88	3,89	
Натрий хлориди эритмаси	20	-	3,94	3,92	3,9	3,86	3,86	
	Сульфат кислотаси	98	-	1,41	1,46	1,57	1,68	1,73
		92	1,47	1,53	1,58	1,67	1,78	1,83
		75	1,80	1,87	1,94	2,07	2,21	2,27
Хлорид к-таси	60	2,11	2,20	2,28	2,45	2,61	2,70	
Сирка кислотаси	30	-	2,3	2,47	2,80	3,18	3,35	
	100	-	1,88	1,99	1,21	2,42	2,53	
	50	-	3,06	3,10	3,18	3,30	3,45	

ТЕМПЕРАТУРА 0-100 °C да ҚАТТИҚ МАТЕРИАЛЛАРҢИҢ
ҮРТАЧ. СОЛИШТИ МА ИССИҚТИК СИҒИМИ, кЖ/(кг·К)

Материал номи	C	Материал номы	C
Алюминий	0,52	Таш күмир	1,30
Асбест	0,84	Кварц	0,80
Бетон	1,13	Фишт (сизил)	,92
Кумуш	0,385	Фишт (оловбардош)	0,88-1,01
Винипласт	1,76	Кокс	0,84
Лой	0,92	Латунь	0,394
Ёғоч (қарағай)	2,72	Муз	2,14
Темир	0,50	Куйма (тош)	0,84
Оҳак	0,92	Магнезия	0,92
Каолин	0,92	Мис	0,385
Пўлат	0,50	Шиша	0,42-0,84
Нафталин	1,30	Текстолит	1,47
Парафин	2,72	Целлюлоза	1,55
Пўкак	1,68	Чўян	0,50
Резина	1,68	Жун	1,63
Кўрғошин	0,13	Шлак	0,75

ЭТИЛ СПИРТИ-СУВ АРАЛАШМАСИНИҢ ҚАЙНАЦИ
ТЕМПЕРАТУРАСИ

Суюқлик эги спирт микдори		ағча ш температура-си, °C	Бұғдаги спирт мик. дори		Суюқликдаги спирт мик. дори		айна ш температура-си °C	Бұғдаги спирт микдори	
мас	% мол	°C	% мас	% мол	% мас	% мол	°C	% мас	% мол
0,01	0,004	99,9	0,13	0,053	25,00	11,53	85,7	68,6	6,08
0,50	0,19	99,3	6,1	2,48	31,00	14,95	84,5	71,7	49,77
1,00	0,39	98,75	10,75	4,51	36,00	18,03	83,7	73,5	57,04
5,00	2,01	94,96	37,0	18,68	40,00	20,68	83,1	74,6	53,46
10,00	4,16	91,3	52,2	29,92	45,00	24,25	82,45	75,9	55,82
15,00	6,46	89,0	60,0	36,98	50,00	28,12	81,9	77,7	56,71
20,00	8,92	87,0	65,0	42,6	55,00	32,34	81,4	78,2	58,39
60,00	36,98	81,0	79,5	60,20	78,00	58,11	79,65	84,9	68,76
65,00	42,09	80,6	80,8	62,22	83,00	65,64	79,2	87,2	72,71
70,00	47,72	80,2	82,1	64,21	87,00	74,15	78,65	90,1	78,00
75,00	54,00	79,75	82,8	66,93	93,00	83,87	78,27	92,4	4,70

СУТ ВА СУТ МАҲСУЛОТЛАРИНЕ ИН СОЛИШТИРМА
ИССИҚЛИК СИФИМЛАРИНИҲ ҚИМАТЛАРИ [18].

Сут ва сут Маҳсулолари	Температура, °С			
	0	15	40	60
Зардоб	0,978	0,976	0,974	0,972
Ёғсилантирилган сут	0,940	0,943	0,952	0,963
Ёғли сут	0,929	0,938	0,930	0,918
Қаймоқ 15 %	0,750	0,923	0,899	0,9
60%	0,560	1,053	0,721	0,737
Ёғ	0,512	0,527	0,556	0,580
Ёғ доначалари	0,445	0,407	0,500	0,530

45-жадвал

ГАЗЛАРИНИҲ МОЛЯР ИССИҚЛИК СИФИМИ

[кЖ/кмоль·К]

Босим $p = 1$ атм

Газ	Температура, °С			
	0	100	300	600
N, O, C оксиди	29,0	29,3	30,0	31,0
Аммиак	35,3	37,9	43,2	51
Водород	29,1	29,3	29,7	30,4
Сув буғи	35,0	35,5	36,7	39,3
C ва S диоксиди	38,6	41,1	47,7	54,33
Ме л	35,7	39,7	4,68	59,8
Олтингурут (H ₂)	34,3	35,8	38,8	43,3
Хлор	36,3	36,4	36,7	37,0

46-жадвал

МЕВАЛАРИНИҲ АБСОЛЮТ ҚУРУҚ МОДДАЛАРИНИҲ
СОЛИШТИРМА ИССИҚЛИК СИФИМИ [25].

Маҳсулот	ρ , кг/л	c , Ж/кг·К
Олма	804 - 889	1395
Беҳи	950 - 1092	1376
Нок	850 - 1130	1380
Олхўри	932 - 1089	1391
Ўчк	886 - 1109	1385
Шафтоли	933 - 1081	1397
Олча	970 - 1092	1390
Гилос	970 - 1050	1404
Узум	1036 - 1100	1412
Малчи	950 - 1050	1380
Рябина	960 - 1010	1380
Смородина	1000 - 1070	1375

ТЕМПЕРАТУРА 0-100°С да БАЪЗИ МАТЕРИАЛЛАРНИНГ
ИССИҚЛИК ҮТКАЗУВЧАНЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Материал	Зичлик, кг/м ³	Иссиqliк үтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м·К)
Асбест	600	0,151
Бетон	2500	1,28
Винипласт	1380	0,163
Войлок (жушли)	300	0,047
Қарағай (кўндаланг)	600	0,140-0,174
Қарағай (толалар буйлаб)	600	0,384
Оддий ғиштли девор	1700	0,698-0,814
ловбардош ғиштли девор	1800	0,605
Изоляциян ғиштли девор	600	0,116-0,209
Мойли бўёқ	-	0,233
Муз	920	2,33
Куйма (гошдан)	3300	0,698
Магнезия (85% кукунда)	216	0,070
Накип қатлами	-	0,163-3,49
Ё. эч қипиғи	230	0,070-0,93
Пенопласт	30	0,067
Курук қум	1500	0,349-0,814
Пўкак кукуни	160	0,047
Занг	-	1,16
Совелит	450	0,98
Шиша	2500	0,698-0,814
Шиша пахтаси	200	0,035-0,070
Текстолит	1380	0,244
Горфплиталари	220	0,064
Фаолит	1730	0,419
Шлак пахтаси	250	0,076
Эмаль	2350	0,872-1,163
Металлар		
Алюминий	2700	203,5
Бронза	7000	64,0
Латунь	8500	93,0
Мис	8800	384
Кўрғаштин	11400	34,9
Пўлат	7850	46,5
Зангламайдиған пўлат	7900	17,5
Чўян	7500	46,5-93,0

**ЭРИТМАЛАР ВА СУЎҚЛИКЛАРНИНГ
ИССИҚЛИК ҲТКАЗУВЧАНЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ**

<i>Модда</i>	<i>Концентрация, % (масс)</i>	<i>Температура, °С</i>	<i>Иссиқлик ўтказувчанлик, Вт/(м·К)</i>
BaCl ₂	21	32	0,58
KBr	40	32	0,50
KOH	21	32	0,58
	42	32	0,55
K ₂ SO ₄	10	32	0,60
KCl	15	32	0,58
	30	32	0,57
MgSO	22	32	0,59
MgCl ₂	11	32	0,58
	29	32	0,57
CuSO ₄	18	32	0,58
NaP ^r	20	32	0,57
	40	32	0,54
Na ₂ CO ₃	10	32	0,58
NaCl	12,5	32	0,58
H ₂ SO ₄	30	32	0,52
	70	32	0,35
HCl	12,5	32	0,52
	38	32	0,44
Аммиак (суюқ)	100	0	0,541
	100	100	0,314
Дихлорэтан	100	0	0,1396
Сирка	50	0	0,314
кислотаси	50	100	0,477
Хлорбензол	100	0	0,132
	100	100	0,1128
	100	0	0,142
Хлороформ	100	100	0,0919

БОСИМ $P_{абс}=1$ атм БЎЛГАДА ГАЗЛАРНИНГ
ИССИҚЛИК ЎТКАЗУВЧАНЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, Вт/(м·К)

Газ	Температура, С			
	0	50	100	200
Азот	0,0233	0,0267	0,0314	0,0384
Аммиак	0,0209	0,0256	0,0314	-
Водород	0,1628	0,1861	0,2210	0,0259
Сув буғи	0,0163	0,0198	0,0244	0,0326
Хал	0,0244	0,0279	0,0326	0,0395
Кислород	0,0244	0,0279	0,0326	0,0407
Метан	0,0302	0,0361	0,0465	-
Углерод оксиди	0,0221	0,0274	-	-
Углерод диоксиди	0,0140	0,0186	0,0233	0,0314
Этан	0,0174	0,0233	0,0314	-
Этилен	0,0163	0,0209	0,0267	-

ИФЛОСЛАНГАН ДЕВОРЛАРНИНГ ИССИҚЛИК
ЎТКАЗУВЧАНЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИНИНГ
ЎРТАГА ҚИЙМАТЛАРИ

Иссиқлик ташувчи агент	Ифлосланган деворларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги, Вт/(м·К)
Ифлосланган сув	1400-1860*
Ўртача сифатли сув	1860-2900*
Юқори сифатли сув	2900-5800*
Тоza ангаи сув	2900-5800*
Дистилланган сув	11600
Нефть маҳсулотлари, мой, совитувчи агент буғлачи	2900
Хом нефть маҳсулотлари	1160
Органик суюқликлар	5800
Сув буғи	5800
Органик суюқлик буғлачи	11600
Хаво	2800

АТМОСФЕРА БОСИМИНИНГ ДЕНГИЗ САТҲИ БАЛАНДЛИГИГА БОҒЛИҚЛИГИ

1 м.суб.уст. = 9810 Па

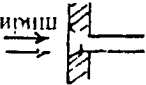

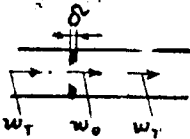
Денгиз сатҳидан баландлиги, м	-600	0	+100	200	300	400	500	600	800	1000	1500
Атмосфера босими А, мм.суб.уст.	11,3	0,3	10,2	10,1	10,0	9,8	9,7	9,6	9,4	9,2	8,6

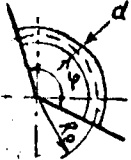
52-жадвал

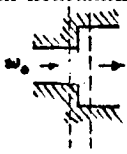
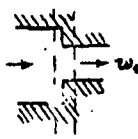
ТРУБА ДЕВОРИ ҒАДИР-БУДУРЛИКЛАРИНИНГ ЎРТАЧА ҚИЙМАТЛАРИ

Труба қувурлари	с, мм
Пўлатдан қалган қисман коррозияга учраган трубалар;	0,2
Эски занглаган трубалар.	0,67 ва юсори
Шаклга эга бўлган туңука трубалар.	0,125
Чўяндан ясалган, ишлатилган трубалар.	1,4
Алюминийдан тайёрланган силлик трубалар.	0,015 - 0,06
Латуьдан, мисдан, ургошингдан ясалган трубалар;	
Шишадан ясалган трубалар	0,0015 - 0,01
Бетондан ясалган, сирти жилвирланган трубалар.	0,2 - 0,8
Бетондан ясалган ғадир-будир сиртга эга бўлган трубалар.	3 - 9
Нефть узатувчи ўртача шариқта ишлатилган ва тўйинган бугни узатиб берувчи қувурлар.	0,2
Узукли ишлайдиган қувурлар.	0,5
Ҳаво узатиб берувчи қувурлар.	0,8
Конденсат узатувчи қувурлар, узукли ишловчи.	1,0

МАХАЛЛИЙ ҚАРШИЛК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Қаршиликлар тури	Маҳаллий қаршилик коэффициентларининг қиймагтары																												
Трубага қирғиш 	Ўткир қирғилли: $\zeta = 0,5$ силликланган қирғилли: $\zeta = 0,2$																												
Трубадан чиқиш 	1.49) формула ёрдамида D_r ҳисобланса шбу ζ қаршилик қиймати ҳисобга линамайди $\zeta = 1$																												
Тўғри трубада уткир қирғилли диафрагма  d - диафрагма тешиги, м; δ - диафрагма қаллиниги, м; w - оқимнинг тешиктаги ўртача тезлиги, м/с; w_0 - оқимнинг трубадаги ўртача тезлиги, м/с $m = (d_2/D)^2$; D труба диаметри, м.	$\frac{\delta}{d_0} = \nu - 0,015$ бўлганда, босимнинг йўқотилиши $\Delta p = \zeta \cdot \frac{\rho w^2}{2}$ га тенг бўлади. ζ нинг қиймати ушбу жиҳаддан ζ топилади.																												
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>0,2</td> <td>0,06</td> <td>0,1</td> <td>0,15</td> <td>0,18</td> <td>0,22</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>7000</td> <td>730</td> <td>245</td> <td>117</td> <td>65,5</td> <td>40,0</td> </tr> <tr> <td>m</td> <td>0,24</td> <td>0,2</td> <td>0,34</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>370</td> <td>22,3</td> <td>13,1</td> <td>4,00</td> <td>0,97</td> <td>0,15</td> </tr> </tbody> </table>	m	0,2	0,06	0,1	0,15	0,18	0,22	ζ	7000	730	245	117	65,5	40,0	m	0,24	0,2	0,34	0,5	0,7	0,9	ζ	370	22,3	13,1	4,00	0,97	0,15
m	0,2	0,06	0,1	0,15	0,18	0,22																							
ζ	7000	730	245	117	65,5	40,0																							
m	0,24	0,2	0,34	0,5	0,7	0,9																							
ζ	370	22,3	13,1	4,00	0,97	0,15																							

<p>Диалок ёки тўртбурча кўндаланг кесимли тирсак</p> 	<p>Қаршилик коэффициентлари куйидаги жадвалдан топилади</p> <p style="text-align: center;">$\zeta = AB$</p> <table border="1" data-bbox="508 219 995 338"> <tr> <td>Ф бурчаги градус</td> <td>20</td> <td>45</td> <td>90</td> <td>130</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0,31</td> <td>0,6</td> <td>1,0</td> <td>1,120</td> <td>1,40</td> </tr> </table>	Ф бурчаги градус	20	45	90	130	180	A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40								
Ф бурчаги градус	20	45	90	130	180																
A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40																
<p>d - трубаинг ички диаметри, м; R₀ - трубаинг буюкланиш радиуси</p>	<table border="1" data-bbox="508 397 995 476"> <tr> <td>R/d</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0,21</td> <td>0,15</td> <td>0,11</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> <td>0,04</td> <td>0,03</td> </tr> </table>	R/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50	B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03				
R/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50														
B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03														
<p>90° ли стандарт чўян тирсак</p>	<table border="1" data-bbox="508 546 995 654"> <tr> <td>Шартли ўтиш, мм</td> <td>12,5</td> <td>25</td> <td>37</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>2,2</td> <td>2</td> <td>1,6</td> <td>1,1</td> </tr> </table>	Шартли ўтиш, мм	12,5	25	37	50	ζ	2,2	2	1,6	1,1										
Шартли ўтиш, мм	12,5	25	37	50																	
ζ	2,2	2	1,6	1,1																	
<p>Нормал вентиль</p>	<p>Вентиль тўлик очик бўлганда қийматлари:</p> <table border="1" data-bbox="508 817 995 891"> <tr> <td>D, мм</td> <td>13</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>80</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10,8</td> <td>6,0</td> <td>4,9</td> <td>4,0</td> <td>4,1</td> <td>4,1</td> <td>4,7</td> <td>5,1</td> <td>5,5</td> </tr> </table>	D, мм	13	20	40	80	100	150	200	250	350		10,8	6,0	4,9	4,0	4,1	4,1	4,7	5,1	5,5
D, мм	13	20	40	80	100	150	200	250	350												
	10,8	6,0	4,9	4,0	4,1	4,1	4,7	5,1	5,5												
<p>Тўри йўлли</p>	<p>Re ≥ 3 · 10⁵ бўлганда ζ куйидаги жадвалдан аниқланади:</p> <table border="1" data-bbox="508 1055 995 1144"> <tr> <td>D, мм</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>76</td> <td>150</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>1,04</td> <td>0,79</td> <td>0,60</td> <td>0,42</td> <td>0,37</td> </tr> </table>	D, мм	25	50	76	150	250	ζ	1,04	0,79	0,60	0,42	0,37								
D, мм	25	50	76	150	250																
ζ	1,04	0,79	0,60	0,42	0,37																
	<p>Re < 3 · 10⁵ бўлганда, қаршилик коэффициент $\zeta = \zeta_1 \cdot K$ ζ қиймати Re > 3 · 10⁵ дагидек топилади, K қиймати эса ушбу жадвалда берилган:</p>																				

	Re	5000	20000	100000	300000		
	K	1,40	0,94	0,91	1		
Кран	Шартли ўтиш диаметри, мм	13	19	25	32	38	50 ва юқори
Задвижка	Шартли ўтиш Диаметри, мм	15-10	175-200	300	ва юқор		
	ζ		0,5	0,25	0,15		
Трубани г б'дан кенгайиш 	$Re = \frac{w_0 \cdot d_0}{\nu}$	F_0 / F_1					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
F_0 - кичик кўндаланг кесим юзаси, m^2 ; w - кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, m/s ; F_1 - катта кўндаланг кесим юзаси, m .	10	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
	100	1,70	1,40	1,20	1,10	0,90	0,80
	1000	2,0	1,60	1,30	1,05	0,90	0,60
	3000	1,00	0,70	0,60	0,40	0,30	0,20
	3500	0,81	0,64	0,50	0,36	0,25	0,16
ва ундан юқори							
Трубанини бирдан торайиши 	$Re = \frac{w_0 \cdot d_0}{\nu}$	F_0 / F_1					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
F_0 - кичик кўндаланг кесим юзаси, m^2 ; w - кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, m/s ; F_1 - катта кўндаланг кесим юзаси, m .	10	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	100	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80
	1000	0,64	1,60	1,4	1,35	0,30	0,24
	3000	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
	3500	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
ва ундан юқори							

**ЛАМИН. Р РЕЖИМДА ТҮРЛИ КҮНДАЛАНГ
КЕСИМЛАР УЧУН ЭКВИВАЛЕНТ ДИАМЕТР LA
A КОЭФФИЦИЕНТ ҚИЙМАТЛАРИ**

<i>Кўндаланг кесим 1 акли</i>	<i>d</i>	<i>A</i>
d – диаметрли айлана	d	64
a – томонли квадрат	a	57
a – томонли тенг ёнли учбурчак	0,58a	53
a – кенгликка эга халса	2a	96
a и b томонли тўғри тўртбурчак		
a/b=0	2a	96
a/b=0,1	1,81a	85
a/b=0,25	1,6a	73
a/b=0,5	1,3a	62
Эллипс (a - кичик ярим ўқ, b - катта ярим ўқ):		
a/b=0,1	155a ^c	73
a/b=0,3	1,4a	68
a/b=0,5	1,3a	78

55 -жадвал

**ДИАФРАГМАННИНГ САРФ
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИНИНГ ҚИЙМАТЛАР**

<i>Re</i>	<i>m=0,05</i>	<i>m=0,1</i>	<i>m=0,2</i>	<i>m=0,3</i>	<i>m=0,4</i>	<i>m=0,5</i>	<i>m=0,7</i>
5000	0,6032	0,6110	0,6341		-	-	-
10000	0,6026	0,6092	0,6261	0,6530	0,6890	0,7367	-
20000	0,5996	0,6050	0,6212	0,6454	0,6765	0,7186	0,8540
30000	0,5990	0,6038	0,6187	0,6403	0,6719	0,7124	0,8404
50000	0,5984	0,6032	0,6168	0,6384	0,6666	0,7047	0,8276
100000	0,5980	0,6026	0,6162	0,6359	0,6626	0,6992	0,8155
400000	0,5978	0,6020	0,6150	0,6340	0,6600	0,6950	0,8019

d - диафрагма тешигининг диаметри, м; $m = (d_0/d)^2$.

ТУЗАТИШ КОЭФФИЦИЕНТНИНГ ҚИЙМАТЛАРИ

Труба диаметри, м	$m=0,1$	$m=0,2$	$m=0,3$	$m=0,4$	$m=0,5$	$m=0,6$	$m=0,7$
0,05	1,0037	1,0063	1,0082	1,0118	1,0144	1,017	1,02
0,10	1,0024	1,0045	1,0064	1,0065	1,0108	1,013	1,014
0,20	1,0017	1,0023	1,0034	1,004	1,0052	1,006	1,007
0,30	1,0005	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001

$$m=(d_0/d)^2$$

БЎЛАК МАТЕРИАЛ ХАЛҚАЛАРИДАН ТАШКИЛ ТОЛГАН СКРУББЕР НАСАДКАЛАРИНИНГ ТАВСИФИ

Насадкалар тури	Насадка элементи нинг ўлчамлари, мм	1 м насадка ли ҳажм- даги эле- ментлар сони	Ўш ҳажми, м ³ /м ³	Солиш тирма юза, м ² /м ²	1 м ³ ҳажм даги на садка оғири ни, кг
Фарфор халқалар	8. 3x1,5	145000	0,64	570	600
Керамик халқалар	15x15x2	25000	0,70	330	690
" "	35x35x4	20200	0,78	140	505
" "	50x50x5	6000	0,785	87,5	530
Пулат халқалар	35x35x2,5	19000	0,83	147	-
" "	50x50x1	6000	0,95	110	430
Шағал (думалок)	42	14400	0,388	80,5	-
Андезит (бўлақлари)	43,2	12600	0,335	68	1200
Кокс (бўлақлари)	42,6	14000	0,56	77	455
" "	24,4	64800	0,532	20	1600
Аммиак синтези Катализаторлари	6,1	510000	0,465	90	2420
СО конверсияси ката- лизатор. таблеткада	d=11,5 h=6	1085000	0,38	460	1100

ПОРШЕНЛИ НАСОСЛАР ЁРДАМИДА
СУВНИ УЗАТИШ ДАВРИДАГИ СЎРИШ БАЛАНДЛИГИ

Насоснинг айлан- ниш частотаси, айл/мин	Сув температураси, °С						
	0	20	30	40	50	60	70
50	7	6,5	6	5,5	4	2,5	0
60	6,5	6	5,5	5	3,5	2	0
90	5,5	5	4,5	4	2,5	1	0
120	4,5	4	3,5	3	1,5	0,5	0
150	3,5	3	2,5	2	0,5	0	0
180	2,5	2	1,5	1	0	0	0

ТУРЛИ ХИЛДАГИ АРАЛАШТИРГИЧЛАР УЧУН
С ва т КОНСТАНТАЛАР ҚИЙМАТЛАРИ

Аралаштиргичла р туғи	Геометрик тавсифнома			Константала р сон қиймати		Эслатма
	H/d	D/d	h/d	c	t	
Икки парракли	2	2	0,36	111,0	1,0	Re < 20
"	3	3	0,33	11,35	0,31	Re=100÷5 · 10 ⁴
2 парракли, парра ги 45° остида	3	3	0,33	6,8	0,2	
4 парракли парраги 45° остида	3	3	0,33	3,52	0,2	
4 парракли, парра ги 60° остида	3	3	0,33	5,05	0,2	
Якорли 2 парракли	1,11	1,11	0,11	6,2	0,25	
Тўрт парракли	1,11	1,11	0,11	6,0	0,25	аррак шакли думалок
Пропеллерли уч парракли, 22,5°	3	3	0,33	0,98	0,15	
Пропеллерли, уч парракли	3,5	3,8	1	230	1,67	Re < 80
				4,63	0,35	Re < 5 · 10 ³
				1,19	0,15	Re < 3 · 10 ³
Турбинали уч пар- ракли	3	3	0,33	3,90	0,2	

СУЮКЛИКЛАР СИРТГИЙ ТОРТИЛИШ КОЭФФИЦИЕНТИ

Суюклик	Температура	Сиртий тортиллиш, $\sigma \cdot 10^3, \text{Н/м}$
Азот (суюк)	-196	8,5
Кислорс 7 (суюк)	-183	13,2
Оливка мойи	+20	32,0
Парафин мойи	+25	26,1
Скипидар	+15	27,3

61 - жадыз

ТРУБА ҚУВУРИНИНГ 1 М УЗУНЛИГИДА БОСҚИМНИНГ
НҮҚОТИЛИШИ, кПа/м

Ҳажмий сарф, м ³ /с	Трубалар диаметри, м.						
	0,032	0,04	0,05	0,08	0,100	0,150	0,200
<i>Томат - паста</i> <i>Температура 10°С</i>							
0,00139	69,0	50,0	35,6	16,6	11,6	6,34	4,40
0,00278	74,0	55,6	41,0	20,0	13,9	7,01	4,83
0,00444	80,0	58,0	33,0	22,3	15,5	7,65	5,00
<i>Температура 33°С</i>							
0,00139	52,0	38,0	26,4	11,0	8,03	3,56	2,06
0,00278	59,0	44,5	31,5	13,5	9,50	4,50	2,56
0,0044	64,0	48,0	34,0	15,3	0,41	5,25	3,00
<i>Температура 72°С</i>							
0,00139	36,2	26,6	18,2	6,90	4,65	2,00	1,20
0,00278	43,0	32,0	20,0	8,80	5,70	2,60	1,50
<i>Олма пюреси</i> <i>Температура -1°С</i>							
0,00139	-	6,65	4,20	1,60	1,09	-	-
0,00278	-	8,55	5,40	2,04	1,32	-	-
<i>Температура 30°С</i>							
0,00139	3,3	3,2	1,90	0,73	-	-	-
0,00279	7,3	4,3	2,60	0,90	-	-	-

БИНАР АРАЛАШМАЛАРНИНИГ СУЮҚЛИК ВА
БУЕЛАРИНИНИГ МУВОЗАНАТ ТАРКИБИ

$P_{\text{абс}} = 160 \text{ мм. с.т.}$

Метил спирт - сув			Хлороформ - бензол		
$t, ^\circ\text{C}$	% (мол) метил спирти		$t, ^\circ\text{C}$	% (мол) хлороформ	
	суюқликда	буғда		Суюқликда	буғда
100,0	0	0	80,6	0	0
96,4	2	13,4	79,7	8	10
93,5	4	23,0	79,0	15	20
87,7	10	41,8	77,3	29	40
81,7	20	51,9	76,4	36	50
78,0	30	65,5	75,3	44	60
73,1	50	77,9	71,9	66	80
64,5	100	100,0	61,4	100	100

Сув - сирка кислота			Азот - кислород		
$t, ^\circ\text{C}$	% (мол) сув		$t, ^\circ\text{C}$	% (мол) азот	
	суюқликда	буғда		суюқ. кла	буғда
118,1	0	0	90,1	0	0
115,4	5	9,2	89,5	3,5	13,0
113,8	10	16,7	89	6,2	20,2
110,1	20	30,2	88	11,1	30,4
107,5	30	42,5	87	17,1	39,7
105,8	40	53,0	86	22,2	47,8
104,4	50	62,2	85	27,7	55,7
103,2	60	71,6	84	33,8	63,1
101,3	80	86,4	82	47,8	76,4
100,0	100	100	77,3	100,0	100,0

СУВ-СПИРТ БУҒЛАРИНИНГ КОНДЕНСАЦИЯЛАНИШ
ТЕМПЕРАТУРАСИ ВА 10^5 Па БОСИМДАГИ ЭНТАЛПИЯСИ

Буғ арқибн аги спирт хажми, % мас.	ондент цияла- штем- ера, град ц, °С	Суюслик нтальпияс i, КЖ/кг	Буғ хосил қилиш иссиқлиги г, КЖ/кг	Буғнинг эн- тальпияси i, КЖ/кг	Буғнинг зичлиги, ρ, кг/м ³
0	100	418,70	2256,7	2675	0,589
	99,4	424,56	2185,6	2610	0,620
10	98,8	426,24	2114,0	2540	0,645
15	98,0	423,3	2045,0	2466,5	0,667
20	97,6	429,79	1972,1	2392,9	0,694
25	97,0	423,37	1902,9	2383,4	0,722
30	96,0	417,86	1833,9	2250,5	0,750
35	95,3	406,97	1762,7	2169,7	0,785
40	94,0	397,3	1690,5	2087,2	0,817
45	93,2	382,27	1624,5	2006,8	0,754
50	91,9	369,29	1553,0	1922,6	0,881
55	90,5	356,73	1484,3	1841,0	0,933
60	89,0	342,91	1415,2	1758,1	0,976
65	87,0	322,81	1334,0	1668,9	1,025
70	85,0	306,48	1277,0	1585,2	1,075
75	82,8	284,29	1210,0	1494,3	1,145
80	80,8	260,01	1143,0	1403,0	1,214
85	89,6	249,96	1071,8	1321,8	1,295
90	78,7	237,40	996,5	1233,9	1,380
95	78,2	222,74	925,3	1148,0	1,480
100	78,3	209,76	854,1	1063,9	1,598

Кожу диаме- три, мм	Труба инг намет ри, мм	Пул лар сон и	Т, дубал арнинг узунлиги соши	Трубалар узунлиги қўйлағича бўлганда, иссиқлик. алмашишиш юзаси, м ²								Трубалар ро бўшли оқимнинг энг тор қўйлағич кесим юзаси, м ²	Труба оғир лигининг қўйлағич кесим юзаси, м ²
				1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0			
159	20x2	1	19	1,0	2,0	2,5	3,5	-	-	-	-	0,003	0,004
273	25x2	1	13	1,0	1,56,0	2,0	3,0	-	-	-	-	0,004	0,005
	20x2	1	61	4,0	4,5	7,5	11,5	-	-	-	-	0,007	0,012
325	25x2	1	37	3,0	9,5	6,0	9	-	-	-	-	0,009	0,013
	20x2	1	100	-	8,5	12,5	19	25,0	-	-	-	0,011	0,020
	25x2	2	90	-	7,5	11,0	17	22,5	-	-	-	0,011	0,009
		1	62	-	7,5	10,0	14,5	19,5	-	-	-	0,013	0,021
400	20x2	2	56	-	-	9,0	13	17,5	-	-	-	0,013	0,010
		1	181	-	-	23,0	34	46,0	68	-	-	0,017	0,036
	25x2	2	166	-	-	21,0	31	42,0	63	-	-	0,017	0,017
		1	111	-	-	17,0	26	35,0	52	-	-	0,020	0,038
600	20x2	2	100	-	-	16,0	24	31,0	47	-	-	0,020	0,017
		1	389	-	-	49	77	98	147	-	-	0,041	0,078
	20x2	2	370	-	-	47	70	93	139	-	-	0,041	0,037
		4	334	-	-	42	63	34	126	-	-	0,041	0,016
	25x2	6	316	-	-	40	60	79	119	-	-	0,037	0,009
		1	257	-	-	40	61	81	121	-	-	0,040	0,089

800	20x2	2	240	-	-	38	57	75	113	-	0,040	0,042
		4	206	-	-	32	49	65	67	-	0,040	0,018
		6	196	-	-	31	46	61	91	-	0,037	0,011
		1	717	-	-	90	135	180	270	405	0,069	0,144
		2	690	-	-	87	130	173	260	390	0,069	0,069
		4	638	-	-	80	120	160	240	361	0,065	0,030
		6	603	-	-	78	116	155	233	349	0,065	0,020
	25x2	1	466	-	-	73	109	140	219	329	0,070	0,161
		2	442	-	-	69	104	139	208	312	0,070	0,077
		4	404	-	-	63	95	127	190	285	0,060	0,030
		6	386	-	-	60	90	121	181	270	0,065	0,022
1000	20x2	2	1173	-	-	-	221	295	442	663	0,101	0,236
		4	1138	-	-	-	214	266	420	643	0,101	0,114
		6	1072	-	-	-	202	269	404	606	0,101	0,051
		2	1044	-	-	-	197	262	393	590	0,096	0,034
	25x2	4	747	-	-	-	176	235	352	528	0,106	0,259
		6	718	-	-	-	169	226	338	507	0,106	0,124
		2	666	-	-	-	157	209	314	471	0,06	0,055
		4	642	-	-	-	151	202	302	454	0,102	0,036
1200	20x2	2	1701	-	-	-	-	427	641	961	0,145	0,342
		4	1658	-	-	-	-	417	625	937	0,145	0,165
		6	1580	-	-	-	-	397	595	893	0,145	0,079
		2	1544	-	-	-	-	388	582	873	0,131	0,049
	25x2	4	1080	-	-	-	-	340	510	766	0,164	0,375
		6	1048	-	-	-	-	329	469	740	0,164	0,179
		2	986	-	-	-	-	300	469	697	0,164	0,084
		4	958	-	-	-	-	301	451	677	0,142	0,052

Бо- сим, МПа	Кожух диаметри мм	Йўллар соғи	Диаметри 20x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
Кожух трубаги совутигичлар массаси, кг									
1,6	159	1	174	196	217	263	-	-	-
1,6	273	1	320	388	535	590	-	-	-
1,6	325	1	-	495	575	735	895	-	-
1,6	325	2	-	510	575	740	890	-	-
1,0	400	1	-	-	860	1130	1400	1850	-
1,0	400	2	-	-	870	1090	1370	1890	-
1,0	600	1	-	-	1540	1980	2480	3450	-
1,0	600	2,4,6	-	-	1650	2100	2500	3380	-
1,0	800	1	-	-	2560	3520	4150	5800	8000
1,0	800	2,4,6	-	-	2750	3550	4350	5950	8500
0,6	1000	1	-	-	-	5000	6520	9030	12000
0,6	1000	2,4,6	-	-	-	5450	6700	9250	12850
0,6	1200	1	-	-	-	-	9000	12800	18400
0,6	1200	2,4,6	-	-	-	-	9750	13000	18900

Босим, МПа	оюх дн А.этри, мм	Йүүлэр сонн	Диаметрн 25x2 мм элган трубалар эзүүлнги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
Кожух-трубали совутгичлар массаси, кг									
1,6	159	1	174	192	211	255	-	-	-
1,6	273	1	40+	465	527	649	-	-	-
1,6	325	1	-	485	540	680	-	820	-
1,6	325	2	-	485	550	650	-	820	-
1,0	400	1	-	-	780	1035	-	1290	1750
1,0	400	2	-	-	820	1040	-	1260	1600
1,0	600	1	-	-	1350	1810	-	2410	3150
1,0	600	2,4,6	-	-	1480	1890	-	2290	3130
1,0	800	1	-	-	2280	3130	-	3720	5360
1,0	800	2,4,6	-	-	2520	3230	-	3950	5360
0,6	1000	1	-	-	-	4500	-	5600	7850
0,6	1000	2,4,6	-	-	-	4850	-	6100	8100
0,6	1200	1	-	-	-	-	-	8000	11250
0,6	1200	2,4,6	-	-	-	-	-	8700	11850
									1400
									7488
									11200
									1400
									16000
									16550

Боси м, МПа	Кожух диамет- ри, г м	Йўллар сони	Диаметри 20x2 мм бўлган трубаалар узунлиги, м							
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	
Бўёқлиги ва қондеш-агорлар массаси, кг										
1,0	600	1	-	-	-	-	1970	2420	-	3320
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	2050	2510	-	3450
1,0	800	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	3600	4400	-	5900
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	3850	4500	-	6100
1,0	1000	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	5450	6700	-	9250
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	5750	7100	-	9700
1,0	1200	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	10100	-	13450
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	10400	-	13700
1,0	1400	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	18300
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	18790

Босн м, МПз	Кожух диамет- ри, мм	Йуула сонн	Диаметр 25x2 мм булган 1, уубалар узууллгн, м							
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	
Буелатгыч ва конденсатортор массачн, кг										
1,0	600	1	-	-	1340	-	1970	2420	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	-	3320	-
1,6		1	-	-	-	-	2050	2510	3450	-
1,6	800	2,4,6	-	-	-	-	-	4400	5900	-
1,0		1	-	-	-	-	3600	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	4500	6100	-
1,6		1	-	-	-	-	3850	-	-	-
1,6	1000	2,4,6	-	-	-	-	-	6700	9250	-
1,0		1	-	-	-	-	5450	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	7000	9700	-
1,6		1	-	-	-	-	5750	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	10000	13450	-
1,0	1200	1	-	-	-	-	-	10400	13700	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	1400	2,4,6	-	-	-	-	-	-	18390	-
1,0		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	-	18790	-

Кожух диаметри, мм	Труба бўшлиғи учун иттуцерларнинг шартли ўтиш диаметри, мм				Трубалараро бўшлиғи учун иттуцерларни. шартли ўтиш диаметрлари, мм
	Ўўлар сони				
	1	2	4	6	
159	80	-	-	-	80
273	100	-	-	-	100
325	150	100	-	-	100
400	150	150	-	-	150
600	200	200	150	100	200
800	250	250	200	150	250
1000	300	300	200	150	300
1200	350	350	250	200	350
1400	-	350	250	200	-

67-жадвал

Кожух диаметри, мм	Қўйдаги. трубаларнинг уз. оликларида (м) сегмент тўсиклап сони						
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
159	6	10	14	26	-	-	-
273	4	8	12	18	-	-	-
325	-	0	8	14(16)	18	36(38)	-
400	-	-	6	10	14	22(24)	(24)
600	-	-	4	8	10	18(16)	22(20)
800	-	-	4	6	8	14(12)	16(18)
1000	-	-	-	4	6	10	14(12)
1200	-	-	-	-	6	8	-

25X мм ЛН ТРУБАЛАРДАН ЯСАЛГАН КОЖУХ-ТРУБАЛИ
 КОНДЕНСАТОР ВА ИССИҚЛИКЛАРНИНГ ИССИҚЛИК
 АЛМАШТИРИШ ЮЗАСИ

Кожух ички қамет ри, мм	Труба диаметри		Труба uzunлиги, м				Қурит ма тури
	умумий	би. а йўл	2	3	4	6	
			Иссиқлик алмаш.нинг юзаси, м (ташки а бўйича)				
Бир йўлли							
600	216	261	40	61	81	-	Исти ғич ИИ, ИК
800	473	473	74	112	150	-	
1000	783	783	121	182	244	-	
1200	1125	1125	-	260	348	-	
1400	1549	1549	-	358	480	-	
Икки йўлли							
600	244	122	-	57	76	114	
800	450	225	-	106	142	212	
1000	754	377	-	175	234	353	
1200	1090	545	-	-	338	509	
1400	1508	254	-	-	-	706	
Тўрт йўлли							
600	210	52,5	-	49	65	98	КН, КК конденс аторлар
800	408	102	-	96	128	193	
1000	702	175,5	-	163	218	329	
1200	928	257	-	-	318	479	
1400	1434	58,5	-	-	-	672	
Олти йўлли							
600	198	33	-	46	62	93	
800	392	65,3	-	93	123	185	
1000	678	113	-	160	213	319	
1200	1000	166,6	-	-	314	471	
1400	1400	225,3	-	-	-	559	

АТМОСФЕРА БОСНИДА ҚАЙНАЙДИГАН БАЪЗИ СУВЛИ
ЭРИТМАЛАР КОНЦЕНТРАЦИЯСИ
масс. %

Эриган молда	Қ. таш температураси, °С.								
	101	102	103	104	105	107	110	115	120
	5,66	10,31	14,16	17,36	20,00	24,24	29,33	35,68	40,83
	4,49	8,51	11,97	24,82	17,01	20,88	25,65	31,97	36,51
	8,42	14,31	18,96	23,02	26,57	32,62	-	-	-
	10,31	18,31	24,24	27,57	32,24	37,69	43,97	50,86	56,04
	13,19	23,66	32,23	39,20	45,77	54,65	61,34	79,57	-
	4,67	8,42	11,66	14,31	16,59	20,32	24,41	29,48	33,07
	14,31	22,78	28,81	32,23	35,32	42,66	-	-	-
	4,12	7,40	10,15	12,51	14,53	18,32	23,08	26,21	33,77
	6,19	11,03	14,67	17,69	20,32	25,09	-	-	-
	8,26	15,61	21,87	27,53	32,43	40,47	49,87	60,94	68,94
	15,26	24,81	30,73	-	-	-	-	-	-
	9,42	17,22	23,72	29,18	33,86	-	-	-	-
	26,95	39,98	40,88	44,47	-	-	-	-	-
	20,00	31,77	37,89	42,92	46,15	-	-	-	-
	6,10	11,55	15,96	17,30	22,89	28,37	35,90	46,95	-
Эриган молда	Температура, °С								
	125	140	160	180	200	220	240	260	300
aCl ₂	45,80	57,89	68,94	75,8	-	-	-	-	-
C H	40,23	48,05	54,89	60,41	64,91	68,73	72,46	75,76	81,63
gCl ₂	36,02	38,61	-	-	-	-	-	-	-
aOH	37,68	48,32	60,13	69,97	77,53	84,03	88,89	93,02	98,47

ТУРЛИ ХИЛДАГИ ТАРЕЛКАЛАРНИНГ ЎРТАЧА Ф.И.К.

Қуралма	Тарелкалар хили	η
Брага хайдаш	Икки марта қайнатадиган	0,6
брага колоннаси	Бир марта қайнатадиган	0,5
спирт колоннаси	Икки марта қайнатадиган	0,5
лютер колоннаси	Икки марта қайнатадиган	0,6
Куб ректификацион	Кўп қалпоқчали	0,5
Брага ректификацион	Икки марта қайнатадиган,	0,5
брага колоннаси	Ғалвирсимон	
эпюрацион	кўп қалпоқчали	0,7
ректификацион	кўп қалпоқчали	0,5

БАЪЗИ ОРГАНИК МОДЛАРНИНГ СОЛИШТИРМА
АДСОРБЦИЯ ИССИҚЛИГИ

Модда	Формула	Адсорбция иссиқлиги	
		кЖ/ кмоль	кЖ/кг
Бензин		50280	628,5
Бензол	C_6H_6	61590	789,8
Бутил хлорид	$CH_3(CH_2)_3Cl$	65360	706,4
Бутил хлорид - қиламчи	$CH_3CHClC_2H_5$	60340	652,4
Бутил хлорид - учламчи	$(CH_3)_2CCl$	56980	615,9
Дихлорметан	CH_2Cl_2	51960	511,3
Изопропил хлорид	$CH_3CHClCH_3$	54890	699,3
Метан	CH_4	18860	1230
Метил хлорид	CH_3Cl	38550	165,4
Пропил хлорид	$CH_3(CH_2)_2Cl$	61170	779,3
Олтин турт углерод	CS_2	52380	689,3
Метил спирти	C_1H_3OH	54890	1715
Пропил спирти	C_3H_7OH	68720	1145
Этил спирти	C_2H_5OH	62850	1366
Турт хлорли углерод	CCl_4	64110	15,2
Хлороформ	$CHCl_3$	60760	508,2
Этил бромид	C_2H_5Br	58240	534,6
Этил йодид	C_2H_5I	58660	37,3
Этил хлорид	C_2H_5Cl	50280	79,3
Этилформиат	$HC(OOC_2H_5)$	60760	8820,8
Диэтил эфир	$(C_2H_5)_2O$	64950	877,8

АЙРИМ ГАЗЛАРНИНГ ДИФФУЗИЯ
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, м²/с.

Газ	$P=10^5$ Па, $t=0^{\circ}$ С да диффузия коэффициентлари D_r			$T=20^{\circ}$ С субдлаги диффузия коэффициенти $D_r \cdot 10^6$ да
	ҳавода	CO ₂ да	H ₂ да	
Алот	0,132	0,146	0,674	1,64
Азот оксиди	0,145	-	-	1,34
Азот диоксиди	0,119	-	-	-
Аммиак	0,198	-	0,745	1,76
Ацетон	0,082	-	-	1,03
Бензол	0,077	0,053	0,295	-
Сув (буғ)	0,220	0,139	0,752	-
Водород	0,611	0,550	-	5,13
Диэтил эффри	0,078	0,055	0,296	-
Кислород	0,178	-	0,697	1,8
Метан	0,223	0,153	0,625	2,06
Метанол	0,132	0,088	0,506	1,28
Олингурут ноксиди	0,122 0,094	- -	0,480 -	1,47 -
Толуол	0,07	-	-	-
Углерод диоксид	0,138	-	0,550	1,77
Углерод оксиди	0,202	0,137	0,051	1,19
Сирка кислотаси	0,106	0,072	0,416	0,88
Хлор	0,124	-	-	1,22
Хлорли водород	0,130	-	0,12	2,64
Этанол	0,102	0,068	0,375	1,00
Этилацетат	0,072	0,049	0,273	-
Этилен	0,152	-	0,18	1,59

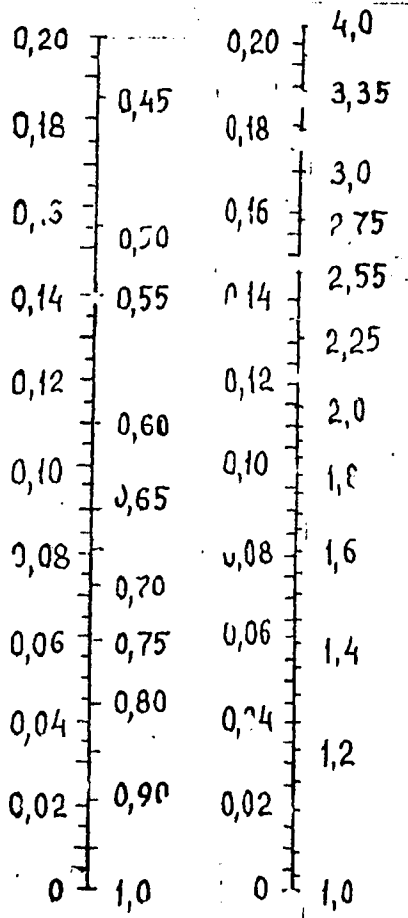
20°C ТЕМПЕРАТУРАДА СУВДА ЭРИЙДИГАН АЙРИМ
ГАЗЛАРНИНГ ДИФФУЗИЯ КООЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Газ	$D \cdot 10^9, \text{ м}^2/\text{с}$	$D \cdot 10^9, \text{ м}^2/\text{соат}$
Азот	1,9	6,9
Аммиак	1,8	6,6
Водород	5,3	19,1
Углерод диоксида, азот оксида	1,8	6,4
Кислород	2,1	7,5
Хлор, олтингурут водород	1,6	5,8
Хлорли водород	2,3	8,3

АЙРИМ ГАЗЛАРНИНГ СУВЛИ ЭРИТМАЛАРИ УЧУН ГЕНРИ
КОЭФФИЦИЕНТИ E НИНИГ СОН ҚИЙМАТЛАРИ
($E, 10^{-6} \text{ мм.с.м.уст}$)

Газ	0	10	20	40	80	100
Азот	40,52	50,8	61,1	79,2	95,9	95,4
Ацетилен	0,55	0,73	0,92	-	-	-
Бром	0,0162	0,02	0,045	0,191	0,307	-
Водород	44	48,3	51,9	57,1	57,4	56,6
Хаво	32,8	41,7	50,4	66,1	81,7	81,0
Кислород	19,3	24,9	30,4	40,7	52,2	53,3
М-тан	17	22,6	28,5	39,5	51,8	53,3
Углерод оксида	26,7	32,6	40,7	52,9	64,3	64,3
Олтингурут водор.	0,203	0,278	0,367	0,566	1,03	1,0
Хлор	0,204	0,297	0,402	0,6	0,73	-
Этан	9,55	14,4	20	32,2	50,2	52,6
Этилен	4,19	5,84	7,74	-	-	-

-y, мПа·с +y, мПа·с

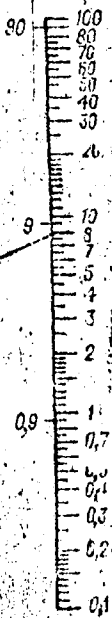
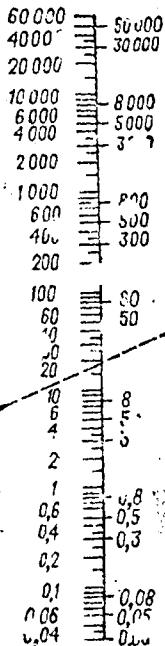
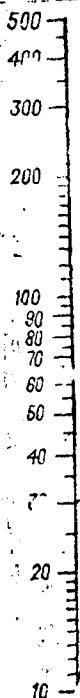


И1-рasm. Органик суюқликларнинг динамик қовушоқлик коэффициентини аниқлаш учун номогрaмма

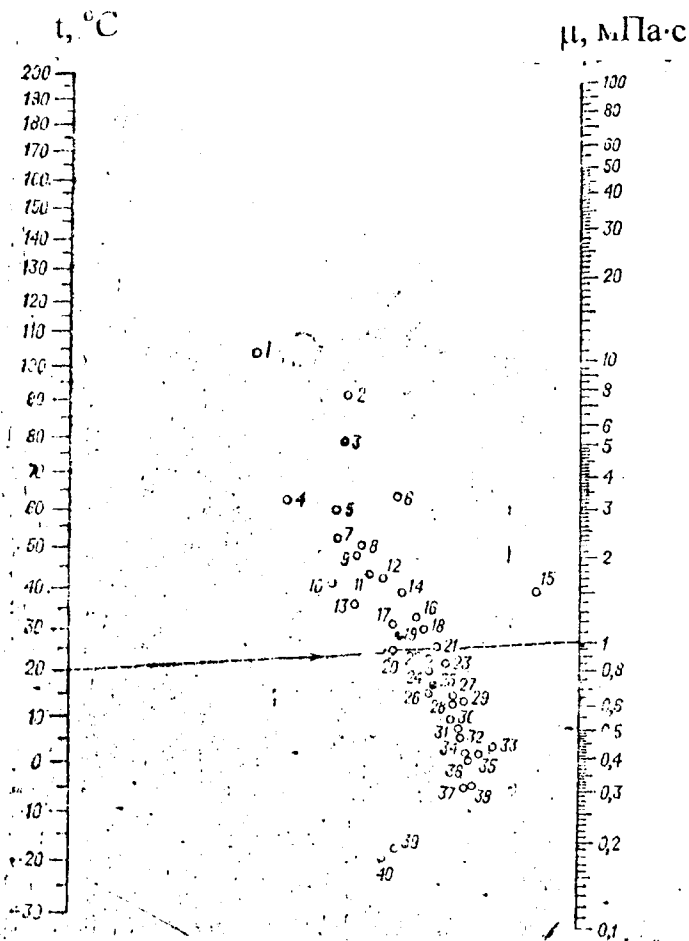
Диаметр d, мм

Сарф V,
м³/соат

Тезлик w,
м/с

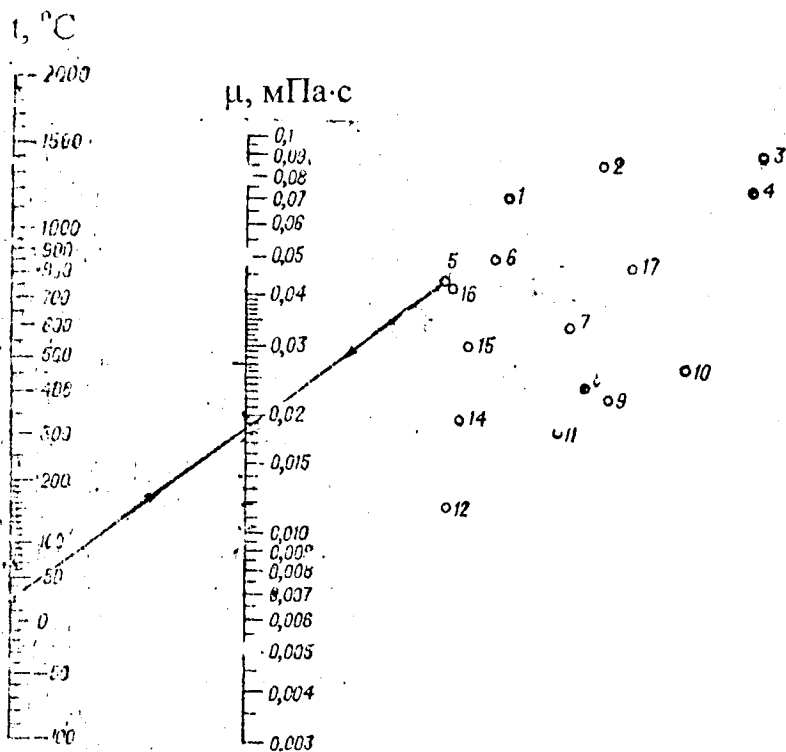


И2-расм. Думалоқ кўндаланг кесимли труба қувурларида суюқлик ёки газнинг сарфини аниқлаш учун немограмм



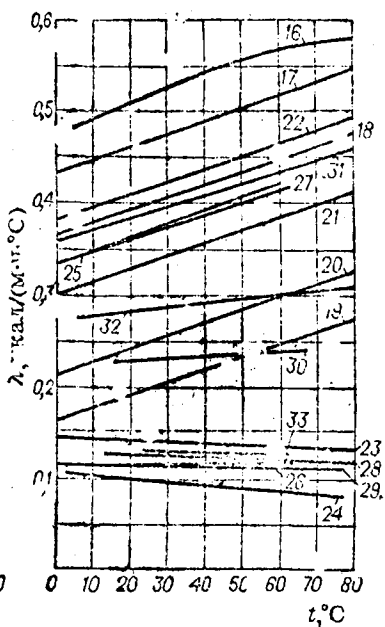
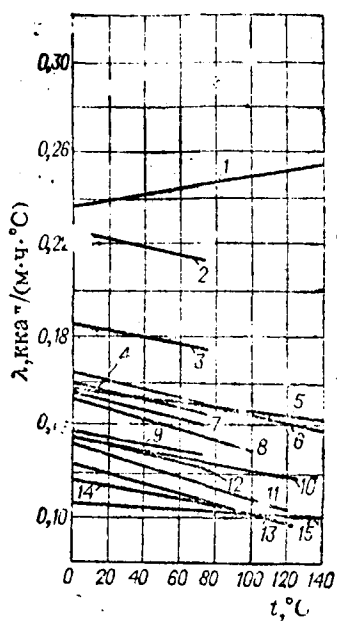
ИЗ-рaсм. Турли температураларда суюқликларнинг-динамик қовушоқлик коэффициентини аниқлаш учун номограмма

Сувқлик	Рақам
Аммиак	39
Ацетон	34
Бутил спирти	11
Сув	20
Глицерин 100%	1
60%	7
Углерод диоксид	40
Диэтил эфири	37
Метилацетат	32
Метил спирти 100%	26
Нафталин	5
Нитробензол	14
Этиленгликоль	4
Этил спирти 100%	19
пентан	38
Симаб	15
Сульфат кислота 100%	2
98%	3
60%	6
Олтингугурт углерод	33
Толуол	27
Сирка кислота 100%	18
70%	12
Фенол	5
Хлорбензол	22
Турт хлорли углерод	21
Этиленхлорид	23
Этил спирти 49%	10



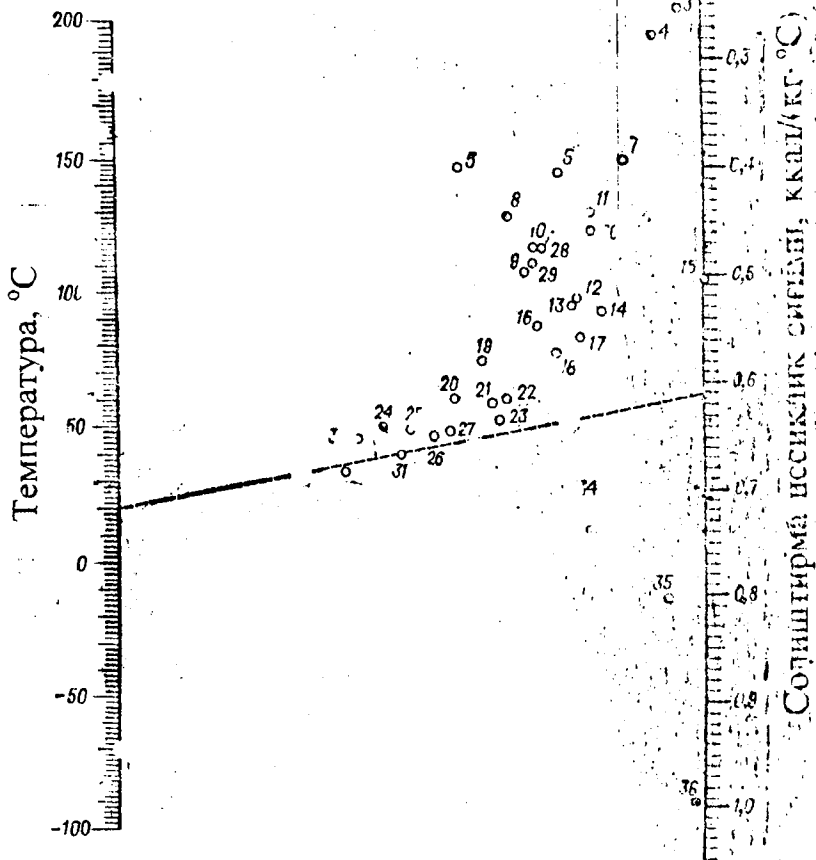
И4-расм. Босим $p = 1 \text{ атм}$ Җулганда газларнинг динамик қушоқлик коэффициентини аниқлаш учун номограмм.

1 - O_2	7 - SO_2	13 - C_6H_6
2 - NO	8 - CH_4	14 - $9\text{H}_2 + \text{N}_2$
3 - CO_2	9 - H_2O	15 - $3\text{H}_2 + \text{N}_2$
4 - HCl	10 - NH_3	16 - CO
5 - Ҳаво	11 - C_2H_6	17 - Cl_2
6 - N_2	12 - H_2	



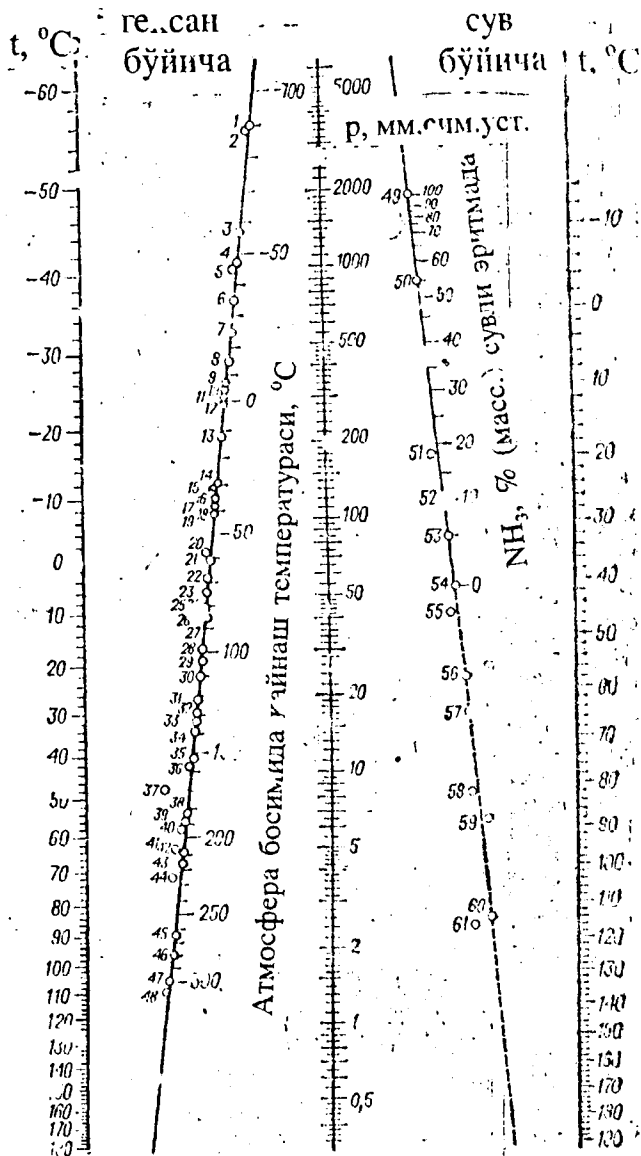
И5-расм. Айрим суюқликларнинг иссиқлик ўтказувчанлик
коэффициентлари

Модда	Чизик рақами	Модда	Чизик рақами
Аммиак 26%	31	Чумоли кислота	2
Анилин	6	Нитробензол	10
Ацетон	8	Экстол	3
Бензол	11	Сульфат кислота 98%	30
Бутил спирти	9	Стингугур углевод	25
Вазелин мойи	15	Водород хлорид 30%	27
Сув	16	Толуол	13
Гексан	26	Сирка кислота	7
Глицерин, сувсиз	1	Кальций хлориди 25%	17
Глицерин 50%	25	Натрий хлориди 25%	18
Диэтилэфир	29	Турт хлорли у. перод	24
Изопропил спирти	12	Этил спирти 100%	4
Кастор мойи	5	80%	19
Керосин	28	6%	20
Ксилол	14	40%	21
Метил спирти 100%	3	20%	22
40%	32		



Иб-расм. Су.оқликларнинг иссиқлик сифаџини аниқлаш учун номограмма

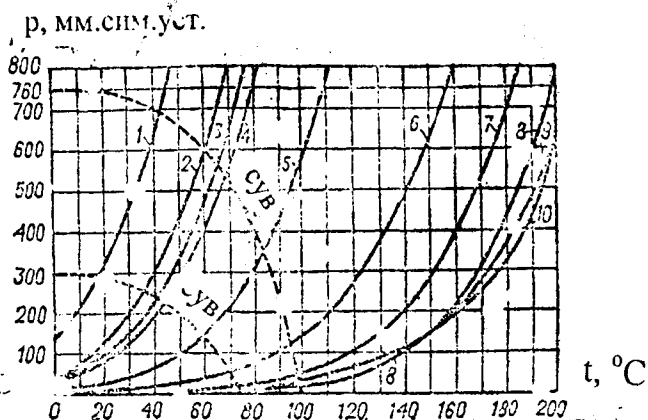
Модда	Нуқта рақами	Модда	Нуқта рақами
Амилацетат	12	Метил спирти	23
Анилин	14	Октан	15
Ацетон	18	Пропил спирти	25
Бензол	29	Сульфат кислота 100%	7
Этил бромид	1	Олтингугурт углерод	4
Бутил спирти	24	Водород хлорид 30%	26
Сув.	36	Толуол /-60 + 4°C/	28
Гептан	18	/40 + 100°C/	30
Глицерин	21	Сирка кислота 100%	16
Диэтил	8	Хлорбензол	6
Диэтил эфери	17	Кальций хлорид 25%	34
Изобутил спирти	32	Натрий хлориди 25%	35
Изопентан	20	Хлорли этил	11
Изопропил спирти	32	Хлороформ	3
Йодли этил	6	Тўрт хлорли углерод	2
о-ва м-Ксилол	9	Этилацетат	13
п-Ксилол	10	Этиленгликоль	22
Этил спирти	31		



И7-расм. Баъзи бир суюқликларнинг қайнаш температураси ва тўйинган буғи босимини аниқлаш учун номограмма.

Модда	Нуқта рақам	Модда	Нуқта рақам
Аллен	6	1,2-Дихлорэтан	76
Аммнак	49	Диэтил эфири	15
Анилин	40	Изопропан	14
Ацетилен	2	Йодбензол	39
Ацетон	51	m-Крезол	44
Бензол	24	o-Крезол	41
Бромбензол	35	л Кситол	34
Этилбромид	18	3-Моно-кислотаси	57
α-Бромнафталин	46	Метилмин	50
1,3-Бутадиен	10	Метилмоносилол	3
Бутадиен	11	Метил спирти	52
α-Бутилен	9	Метилформиат	16
β-Бутилен	12	Нафталин	43
Бутилглицоль	58	α-Нафтол	47
Сув	54	β-Нафтол	48
Гексан	22	Нитробензол	37
Гептан	28	Сканд	31
Глицерин	60		32
Декалин	38	Пентан	17
Декан	36	Пропан	5
Диоксан	29	Хлорли винил	8
Дифенил	45	метил	7
Пропилен	2	метилен	19
Пропион кислотаси	56	этил	13
Симоб	61	Хлороформ	21
Тетралин	42	Турт хлорли углерод	23
Толуол	30	Этан	1
Сирка кислота	55	Этилацетат	25
Фторбензол	27	Этиленгли ол	59
Хлорбензол	33	Этил спирти	53
Этилформиат	20		

СИ бирликлар системасида: 1 м.л.сим.уст. = 133,3 Па



И8-ра.м. Су билан аралашмайдиган, с ганик суюқликнинг тўйинган буғи босимининг температурага боғлиқлиги.

1-олтиг угучт углероди; 2-гексал;

3-тўрт хлорли углерод; 4-бензол;

5-толуол; с скинидар; 7-анилин;

8-крезол; 9-нитробензол,

10-нитротолуол.

СД бирлигига ўтказиш: 1 мм.с.и.м.у.ст. = 133,3 Па.

Юсулбеков Нодирбек Рустамбекович
Нурмух медов Хабибулла Саъдуллаевич
Исматуллаев Патхилла Рахматович

Кимё ва озик-овқат саноатларнинг
жараъилари ва қурилмалари фанидан
ҳисоблар ва мисоллар
(ўқув қўлланма)

Бадший-муҳаррир
Мусаҳҳих
Расмлар муҳаррирлари

Т.А.Отакўзиев
А.Х.Ўкубов
С.К.Нигмаджонов
А.Ш.А. Ёдуллаев

Босишга руҳсат этилди 15.12.1999. Бичими 60x84 1/16.
Типогра. қоғози №2. Юқори босма усулда босилди.
Шартли б.т. 22,0. Тиражи 1000 нусха. Буюртма 28.
Баҳоси: – келишилган нарх.

МЧЖ "Нисим". Тошкент, Марказ 5, Ш.Рашидов шох
кўчаси, кафе "Ширин" биноси, 1 қават. Шартнома 4+.

27 5

30 4