

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

Олий ўқув юрглари учун

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

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

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

т. ф. л., проф. Нурмуҳамедов Ҳ.С. таҳририяти остида

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

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

Ўзлашишлари учун ўқув қўлланма сифатида руҳсат берилган.

**Тошкент – 1999**

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

Ушбу ўқув қўлланмага гидромеханик жараёнлар, гидравлика асослари, насослар, вентиляторлар, компрессорлар, центрифугалаш, филтрлаш, мавҳум қайнаш гидродинамикаси, аралаштириш, иссиқлик алмашилиш жараёнлари, буғлатиш, конденсациялаш, модда алмашилиш жараёнлари, абсорбция, ҳайдаш, ректификация, экстракциялаш, қуритиш, 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 юрлари талабалари учун мўлжалланган.

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

Тақризчилар: -Абв Райхон Бервний номидаги Тошкент давлат техника университетининг "СОВИТИШ КОМПРЕССОР МАШИНАЛАРИ ВА УСКУНАЛАРИ" кафедраси (кафедра мудир, 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 Институти, 1999 йил

	бет
<b>КИРИШ</b> .....	7
<b>АСОСИЙ ШАРТЛИ БЕЛГИЛАР ВА ҲЛЧОВ БИРЛИКЛАРИ</b> .....	10
<b>БИРЛИКЛАР ОРАСИДАГИ НИСБАТЛАР</b> .....	12
<b>ОЛД ҚЎШИМЧАЛАР ВА УЛАРНИНГ ҚЎПАЙТУВЧИЛАРИ</b> .....	14
<b>КИРИШ УСЎБИЙ КЎРСАТМАЛАРИ</b> .....	15
<b>1 боб АМАЛИЙ ГИДРАВЛИКА АСОСЛАРИ</b> .....	18
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар .....	18
Мисолларни ишлаш намунаси .....	25
Контрол масалалар .....	31
Контрол топшириқлар N1 ва N2 .....	34
<b>2 боб СУЮҚЛИКЛАРНИ ҲЗАТИШ ВА СИҚИШ</b> .....	36
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар .....	36
Мисолларни ишлаш намунаси .....	43
Насос қурилмаларини ҳисоблаш .....	51
Контрол масалалар .....	52
Контрол топшириқлар N3 ва N4 .....	55
<b>3 боб ЧЎҚТИРИШ, ФИЛЬТРАШ, ЦЕНТРИФУГАЛАШ, МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИНИНГ ГИДРОДИНАМИ- КАСИ, АРАЛАШТИРИШ</b> .....	56
ЧЎҚТИРИШ .....	56
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар .....	56
ФИЛЬТРАШ .....	60
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар .....	60
ЦЕНТРИФУГАЛАШ .....	64
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар .....	64
МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИНИНГ ГИДРОДИНАМИ- КАСИ .....	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
<b>4 боб ИССИҚЛИК АЛМАШТИРИШ ЖАРАЁНЛАРИ</b> .....	93
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар .....	93
Мисолларни ишлаш намунаси .....	104
Кожух-трубаги иссиқлик алмаштиниш қурилмаларини ҳисоблаш .....	109
Контрол масалалар .....	131

Контрол топшириқлар N10, N11 .....	136
<b>5 боб. БУҒЛАТИШ .....</b>	<b>138</b>
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар .....	138
Мисолларни ишлаш намунаси .....	145
Уч корпусли буғлатиш қурилмасини ҳисоблаш намунаси .....	145
Контрол масалалар .....	155
Контрол топшириқ N12 .....	158
<b>6 боб. МОДДА АЛМАШИНИШИ АСОСЛАРИ. АБСОРБЦИЯ .....</b>	<b>159</b>
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар .....	159
Мисолларни ишлаш намунаси .....	165
Насадкали абсорберларни ҳисоблаш .....	168
Контрол масалалар .....	172
Контрол топшириқлар N13, N14 .....	174
<b>7 боб. СУЮҚЛИКЛАРНИ ХАЙДАШ .....</b>	<b>175</b>
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар .....	175
Мисолларни ишлаш намунаси .....	181
Тарелкали ректификацион колоннани ҳисоблаш намунаси .....	186
Контрол масалалар .....	196
Контрол топшириқлар N15, N16 .....	199
<b>8 боб. ЭКСТРАКЦИЯЛАШ .....</b>	<b>201</b>
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар .....	201
Мисолларни ишлаш намунаси .....	210
Узлуксиз ишлайдиган экстракторларнинг гидродинамик ҳисоби .....	212
Контрол масалалар .....	216
Контрол топшириқлар N17, N18 .....	219
<b>9 боб. АДСОРБЦИЯ .....</b>	<b>220</b>
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар .....	220
Мисолларни ишлаш намунаси .....	228
Адсорберларни ҳисоблаш .....	230
Контрол масалалар .....	236
Контрол топшириқ N19 .....	238
<b>10 боб. ҚУРИГИШ .....</b>	<b>239</b>
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар .....	239
Мисолларни ишлаш намунаси .....	245
А.авҳум қайнаш қатламли қуригичларни ҳисоблаш .....	256
Контрол масалалар .....	266
Контрол топшириқлар N20, N21 .....	269

II боб. <b>СОВИТИШ</b> .....	271
<b>Ҳисоблаш формудалари ва асосий боғлиқликлар</b> .....	271
<b>Мисолларни ишлаш намунаси</b> .....	275
<b>Контрол масалалар</b> .....	279
<b>Контрол топшириқ N22</b> .....	281
<b>АДАБИҲТЛАР</b> .....	282
<b>ИЛОВАЛАР</b> .....	285

## К И Р И Ш

Ўзбекистон мустақил миллий демократик давлат сифатида ривожланиш йўлини танлагандан сўнг, дастлабки йилларлабоқ юрт олдига юксак маданият ва маънавиятга, ҳамда жаҳон андозалари даражасидаги таълим ва тарбияга эришни вазифалари қўйилди. Бу вазифалар маълумки, босқичма-босқич, ислохотлар йўли билан амалга оширилмоқда. Ислохотлар тақдиринда юқори малакали мутахассисларнинг ҳал қилувчи ролини инобатга 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 миттвий дастури»нинг жорий қилиниш бўлди.

Ватанимиз Президенти И.А.Каримовнинг «Таълим-тарбия ва кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан ислоҳ 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 таъминлашдир. Президентимиз шу масала бўйича Олий Мажлисдаги нутқларида [1] қайд қилишларича «... таълим дарсликдан бошланади, ...» ва «дарсликларда миллат фикринини, тафаккури ва миллат мафкурасининг энг илгор намуналари акс этиши керак» деб таъкидладилар.

Мустақил Ўзбекистон Республикасимизнинг 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 ҳиманселарни қайта ишлашда хилма-хил технологик жараёнлардан фойдаланади. Шунинг учун юқорида қайд этилган саноат мутахассислари жараёнларнинг физик-кимёвий асосларини, қурилмалар тузилишини, ишлаш принципларининг алоҳида ҳолатини 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 олдида келтириш;
2. Масаланинг асосий мазмунига жавоб берадиган қурилмани лойиҳа схемасини тузиш;
3. Берилган бошланғич маълумотларни жадвал ҳолига келтириб ёзиш;
4. Масалани ечиш учун бош мақсадни, яъни нимани топши 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. Нурмухамедов Х.С., 7,8 боблари ЎзР ФА мухбир аъзоси Юсуфбеков Н.Р., 3,9 боблари проф. Исматуллаев П.Р.лар томонидан ёзилган. 1,10 бобларни доц. Фуломова Н.У., 3,6,11 бобларни доц. Ниғмаджонов 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. Ниғмаджонов С.К. томонидан қилинган. Қўлезмани компьютерда 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	t	с, соат
5.	Диаметр	D, d	м
6.	Ҳажм	v	м <sup>3</sup> , дм <sup>3</sup> , л
7.	Ҳажм, нисбий	v	м <sup>3</sup> /кг
8.	Ҳажмий кенгайиш коэффициенти	β	К <sup>-1</sup>
9.	Баландлик	H, h	м
10.	Қувват	N	Вт
11.	Периметр	П	м
12.	Зичлик	ρ	кг/м <sup>3</sup>
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 <sup>3</sup> /с
17.	Сўрф коэффициенти	α	-
18.	Юза	F	м <sup>2</sup>
19.	Фойдали иш коэффициенти	η	-
20.	Фовақлик	ε	-
21.	Иш унумдорлик (насос, вентилятор)	Q	м <sup>3</sup> /с, м <sup>3</sup> /соат
22.	Кўндаланг кесим юзаси	f, S	м <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup> /с
25.	Температура	T, t, θ	°C
26.	Температура ўтказувчанлик коэффициенти	a	м <sup>2</sup> /с
27.	Иссиқлик миқдори, иш	Q	Ж
28.	Солиштирма иссиқлик сизими	c	Ж/кг·К

29.	Солиштирма иссиқлик юклама	$q$	$Вт/м^2$
30.	Иссиқлик бериш коэффициенти	$\alpha$	$Вт/м^2 \cdot К$
31.	Иссиқлик ўтказиш коэффициенти	$K$	$Вт/(м^2 \cdot К)$
32.	Солиштирма буғланиш иссиқлиги	$r$	$Ж/кг$
33.	Ишқаланиш коэффициенти	$\lambda$	—
34.	Маҳаллий қаршилиқ коэффициенти	$\xi$	—
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	$\beta_x, \beta_y$	$кг/[м^2 \cdot с(х.к.к.б.)]$ $кмоль/[м^2 \cdot с(х.к.к.б.)]$
40.	Модда ўтказиш коэффициенти	$K_x, K_y$	$кг/[м^2 \cdot с(х.к.к.б.)]$ $кмоль/[м^2 \cdot с(х.к.к.б.)]$
41.	Солиштирма энтропия	$S, s$	$Ж/(кг \cdot К)$
42.	Солиштирма энтальпия	$I, i$	$Ж/кг$
43.	Ҳавонинг нам сақлаши	$x$	$кг/кг$
44.	Ҳавонинг нисбий намлиги	$\varphi$	—
45.	Материалнинг намлиги	$u, u'$	$кг/кг$
46.	Диланиш частотаси	$n$	$айл/с, с^{-1}$

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

## БИРЛИКЛАР ЎРТАСИДАГИ НИСБАТЛАР

Катталиклар номи	СИ га биноан бирлиги	СИ бирликларига ўтказиш коэффициентлари
Узунлик	м	$1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$ $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ $1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ м}$ $1 \text{ in} = 25,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
Масса	кг	$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$ $1 \text{ ц} = 100 \text{ кг}$ $1 \text{ lb} = 0,454 \text{ кг}$
Температура	К	$t^{\circ}\text{C} = (273,15+t)\text{К}$ $t^{\circ}\text{F} = \left[ \frac{5}{9}(t-32) + 273,15 \right] \text{К}$
Ясси бурчак	рад	$1^{\circ} = \frac{\pi}{180} \text{ рад}$ $1^{\circ} = \frac{\pi}{10800} \text{ рад}$ $1 \text{ айл.} = 2\pi \text{ рад} = 6,28 \text{ рад}$
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 <sup>3</sup>	$1 \text{ кгк/м}^3 = 1,163 \text{ Н/м}^3$
Қовушоқлик коэффициентлари : 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 <sup>2</sup> /с	$1 \text{ Ст} = 1 \text{ см}^2/\text{с} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$
Босим	Па	$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$ $1 \text{ мбар} = 100 \text{ Па}$ $1 \text{ дин/см}^2 = 1 \text{ мбар} = 0,1 \text{ Па}$

		$1 \text{ кгк/см}^2 = 1 \text{ ат} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па}$ $\approx 735 \text{ мм.снм.уст.}$ $1 \text{ кгк/м}^2 = 9,81 \text{ Па}$ $1 \text{ мм.суб.уст.} = 9,81 \text{ Па}$ $1 \text{ мм.снм.уст.} = 133,3 \text{ Па}$
Диффузия коэффициенти	$\text{м}^2/\text{с}$	$1 \text{ ф}^2/\text{с} = 0,0929 \text{ м}^2/\text{с}$
Кувват	Вт	$1 \text{ кгк}\cdot\text{м}/\text{с} = 9,81 \text{ Вт}$ $1 \text{ эрг}/\text{с} = 10^{-7} \text{ Вт}$ $1 \text{ ккал}/\text{соат} = 1,163 \text{ Вт}$ $1 \text{ лbf}\cdot\text{ф}/\text{с} = 1,356 \text{ Вт}$
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	$\text{м}^3$	$1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3 = 1 \text{ дм}^3$ $1 \text{ ф}^3 = 28,3 \text{ дм}^3 =$ $= 2,83 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ $1 \text{ ин}^3 = 16,387 \text{ см}^3 =$ $= 16,39 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$
Зичлик	$\text{кг}/\text{м}^3$	$1 \text{ т}/\text{м}^3 = 1 \text{ кг}/\text{дм}^3 = 1 \text{ г}/\text{см}^3$ $= 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ $1 \text{ кгк}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4 = 9,81 \text{ кг}/\text{м}^3$ $1 \text{ лн}/\text{ф}^3 \approx 16,02 \text{ кг}/\text{м}^3$ $1 \text{ лb}/\text{ин}^3 \approx 27,68 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$
Юза	$\text{м}^2$	$1 \text{ ф}^2 = 0,0929 \text{ м}^2$ $1 \text{ ин}^2 = 6,451 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
Иш, энергия, иссиқлик миқдори	Ж	$1 \text{ кгк}\cdot\text{м} = 9,81 \text{ Ж}$ $1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Ж}$ $1 \text{ кВт}\cdot\text{соат} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ж}$ $1 \text{ ккал} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ Ж} =$ $= 4,19 \text{ кЖ}$ $1 \text{ лbf}\cdot\text{ф} = 1,356 \text{ Ж}$ $1 \text{ лbf}\cdot\text{ин} = 0,113 \text{ Ж}$ $1 \text{ ВГУ} = 1056,1 \text{ Ж}$
Массавий сарф	$\text{кг}/\text{с}$	$1 \text{ лb}/\text{с} = 0,454 \text{ кг}/\text{с}$ $1 \text{ лb}/\text{h} = 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/\text{с}$
Ҳажмий сарф	$\text{м}^3/\text{с}$	$1 \text{ л}/\text{мин} = 16,67 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$
Чизиқли тезлик	$\text{м}/\text{с}$	$1 \text{ ф}/\text{с} = 0,3048 \text{ м}/\text{с}$

Бурчак тезлиги	рад/с	$1 \text{ айл/мин} = \frac{\pi}{30} \text{ рад/с}$
Солиштирма иссиқлик сизими	Ж/кг·К	$1 \text{ ккал}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})=4,19 \text{ Ж}/\text{кг}\cdot\text{К}$ $1 \text{ эрг}/(\text{г}\cdot\text{К})=10^{-4} \text{ Ж}/\text{кг}\cdot\text{К}$ $1 \text{ BTU}/(\text{lb}\cdot\text{degF})=4,19 \text{ Ж}/\text{кг}\cdot\text{К}$
Иссиқлик бериш ва ўтказиш коэффициентлари	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$1 \text{ ккал}/(\text{м}^2\cdot\text{соат}\cdot^\circ\text{C})=1,163 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ $1 \text{ BTU}/(\text{ft}\cdot\text{h}\cdot\text{degF})=5,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$
Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти	Вт/(м·К)	$1 \text{ ккал}/(\text{м}\cdot\text{соат}\cdot^\circ\text{C})=1,163 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ $1 \text{ BTU}/(\text{ft}\cdot\text{h}\cdot\text{degF})=1,73 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$
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 ҚЎШИМЧАЛАР ВА УЛАРНИНГ КЎПАЙТУВЧИЛАРИ

	Номи	Халқаро	Ўзбекча
$1000000000000000000 = 10^{18}$	экса	Е	Э
$100000000000000000 = 10^{15}$	пэта	Р	П
$10000000000000000 = 10^{12}$	тера	Т	Т
$10000000000 = 10^9$	гига	Г	Г
$1000000 = 10^6$	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
$0,01 = 10^{-2}$	сант	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 КЎРСАГМАЛАРИ

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	-	стерадиан (ср).

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

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 соҳиланғич 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 машғулоти пайтида улар асосий кўшимча адабиётлардан фойдаланишни ўрганиши керак. Аудиторияда ўтказиладиган машғулотлардан мақсад, талабалар техник ҳисоблашлар олиб боришни мукамал эгаллашдир.

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

Мисол ва масаларни ечиш кетма-кетлигини аниқ, систематик ва баъзи 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:

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

бу ерда  $\mu$  - динамик қовушоқлик коэффициенти;

$F$  - ишқаланиш юзаси;

$dw/dy$  - тезлик градиенти.

Ушбу тенгламани  $\mu$  га нисбатан ечилса,  $\mu$  параметр учун қуйидаги ўлчов бирлиги келиб чиқади:

$$[\mu] = \left[ \frac{P \cdot dy}{F \cdot dw} \right] = \frac{N \cdot c \cdot m}{m^2 \cdot m} = \frac{N \cdot c}{m^2} = Pa \cdot c = \frac{kg \cdot m \cdot c}{c^2 \cdot m^2} = \frac{kg}{m \cdot c}$$

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  $\lambda$  — иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини;  $\delta$  — девор қалинлиги;  $F$  — иссиқлик ўтаётган юза;  $\Delta t$  — температуралар фарқи.

Бу тенгламани  $\lambda$  га нисбатан ечилса, қуйидаги натижани оламиз:

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

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

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

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

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

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

## 1 - боб. АМАЛИЙ ГИДРАВЛИКА АСОСЛАРИ

### Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

1. Солиштирма оғирлик  $\gamma$  ва зичлик  $\rho$  ўртасида ўзаро боғланиш қуйидаги тенглик билан ифодаланadi:

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

2. Нисбий зичлик  $\Delta$  деб модда зичлигининг  $\rho$  (солиштирма оғирлик  $\gamma$ ) сув зичлиги  $\rho_c$  (солиштирма оғирлик  $\gamma_c$ ) нисбатига ай-тилади ва у қуйидагича ёзилади:

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

3. Суyoқлик 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,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

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

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

5. Ҳар қандай газнинг иситилган 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 шароитда ( $0^\circ\text{C}$  ва  $760$  мм.с.м.уст.) газнинг зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$M$  - моляр масса,  $\text{кг}$ ;  $T$  - температура,  $\text{К}$ .

6. Газ аралашмасининг зичлиги эса қуйидаги тенгламадан топилади;

$$\rho_{\text{ар}} = y_1 \cdot \rho_1 + y_2 \cdot \rho_2 \quad (1.6)$$

7. Қурилмадаги абсолют босим қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$P = P_{\text{атм}} + P_{\text{ман}} \quad (1.7)$$

ёки

$$P = P_{\text{атм}} - P_{\text{вак}} \quad (1.8)$$

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

8. Балансдиги  $h$  ва зичлиги  $\rho$  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:

$$\text{мм.с.м.уст.} = \rho \cdot g \cdot h = 13600 \cdot 9,81 \cdot 0,76 = 1,013 \cdot 10^5 \quad \text{Па} = 1,03 \cdot 10^4$$

$$\text{мм.с.м.уст.} = 1,03 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{к}/\text{м}^2 = 1,03 \text{ г} \cdot \text{к}/\text{см}^2.$$

9. Гидростатиканинг асосий тенгламаси ушбу кўринишга эга:

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

10. Динамик қовушоқлик коэффициентини  $\mu$  шу суюқлик зичлигига нисбати кинематик қовушоқлик дейилган ва  $\mu$  билан белгиланади:

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

11. Суюқликларнинг секундга ҳажмий сарф  $V$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) тенгламаси қуйидаги кўринишга 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 кўринишига 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 кўндаланг кесим юзасидан оқётган 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:

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

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

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

турбулент режимдан  $w_{yp}=(0,8-0,9) \cdot w_{max}$ .

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

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

$\alpha$  - нормал диафрагманинг сарф коэффициенти (55-адвалдан олинади);  $k$  - девор гадир-будурлигини ҳисобга олувчи тузатиш коэффициенти; гидравлик силлиқ трубалар учун  $k=1$ ;  $f_{\rho}=0,785 \cdot d^2$  - диафрагма тешигининг юзаси;  $d_0$  - диафрагмага уланган дифманометрдаги суюқлик сатҳларининг фарқи;  $\rho_m$  - дифманометрдаги суюқлик зичлиги;  $\rho$  - трубада оқатган суюқлик зичлиги.

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

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

Агар ламинар режим бўл э,  
Турбулент режимда эса

$$w_{yp}=0,5 \cdot w_{max}$$

$$w_{yp}=(0,8-0,9) \cdot w_{max}$$

$$V=w \cdot f$$

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  $\Delta P$  - тармоқнинг тўлиқ гидравлик қаршилиги ва у қуйидагича топилди:

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_{\text{ин}} + \Delta P_{\text{тк}} + \Delta P_{\text{эл}} + \Delta P_{\text{аитт}} \quad (1.19)$$

$\Delta P_m$  – тезлик босими.

Ишқаланиш қаршилигида босимни йўқотилиши қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

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

Ишқаланиш коэффициентини  $\lambda$  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

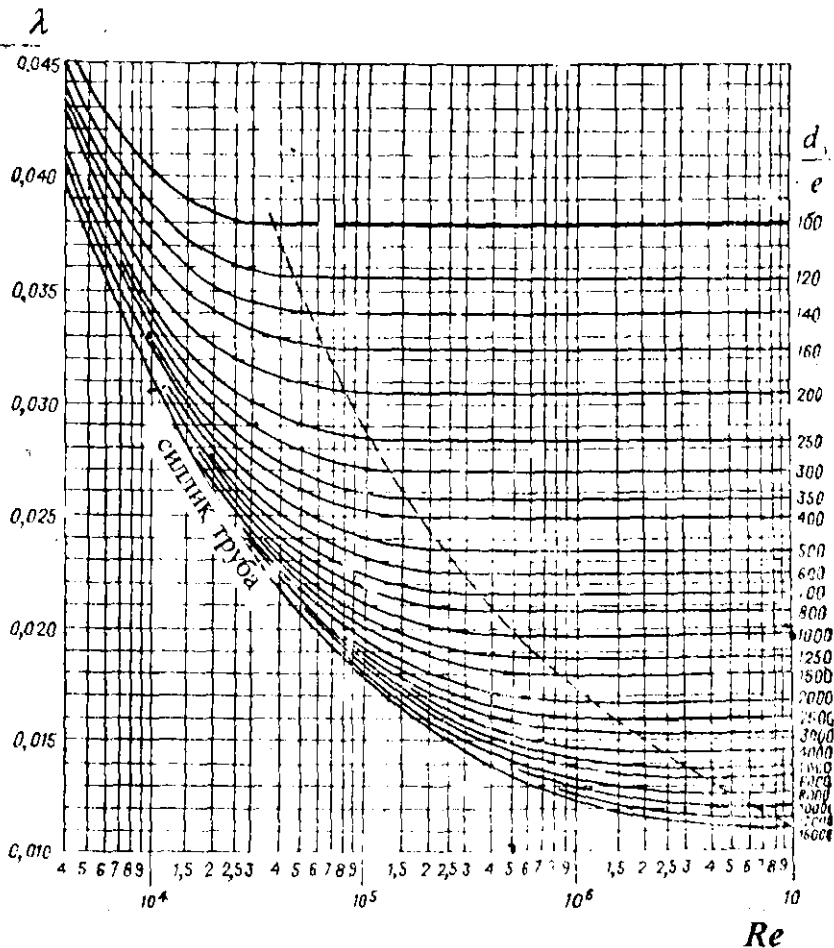
$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \quad (1.22)$$

Тармоқдаги маҳаллий қаршилиқларда босимнинг йўқотилиши қуйидаги тенглама ёрдамида топилади

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

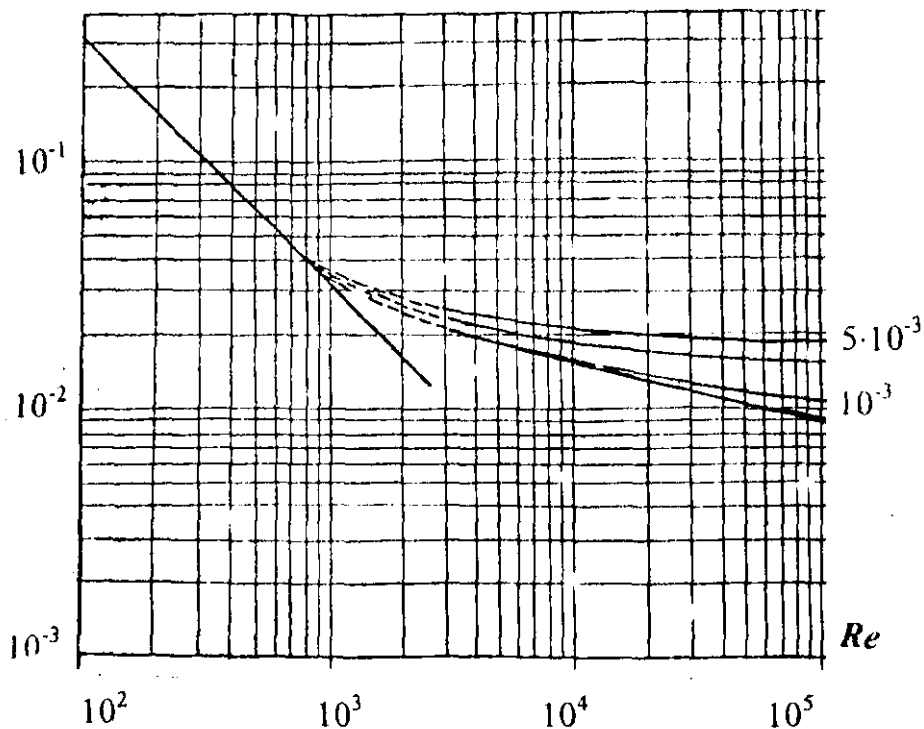
Ички ишқаланиш ва маҳаллий қаршилиқлар туфайли босимни йўқотилиши ушбу тенгламадан ҳисоблаб топилади

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



11-рәс. Ишқалыныш коэффициенті  $\lambda$  пен Рейнольдс критерийі  $Re$  ва галыр будурлик даражасы  $d_e/e$  га бөлүктүгү.  
 $d_e$ -эквивалент диаметр, м;  $e$ -труба ички юзүндөгү галыр-будурлик дүңлигинини ўртача баландыгы, м.

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

 $e/d,$ 

1.2-расм.  $Eu/\Gamma = \lambda/2$  нисбатининг Рейнольдс критерийиси  $Re$  ва нисбий гадир-будурлик  $e/d$ , га боғлиқлиги.

Труба қувурларини ҳисоблаш.

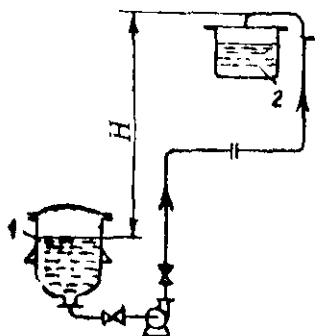
Бунинг учун масала асосан 3 параметрга нисбатан ечилади:

1. Суюқлик сарфини аниқлаш  $V_c$ ,  $m^3/c$ ;
2. Суюқлик энергиясини аниқлаш  $\Gamma$ ,  $m$ ;
3. Труба қувурининг диаметрини аниқлаш  $d$ ,  $m$ .

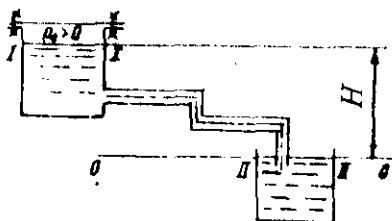


## МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

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



1.3-расм. 1-1 масалага оид шартли 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:  $G = 10 \text{ т/соат} = 10000/3600 \text{ кг/с}$ ;

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

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

Маҳаллий қаршилиқлар:

кранлар 2	$2 \times 2 = 4$
диафрагма 1	$1 \times 4 = 4$
тўғри 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:

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

Секундлик 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 тегиши секундлик 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 режими 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 қаршилик коэффициентини:

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

формуласи орқали ҳисобланади.

Маҳаллий қаршиликлар йиғиндисини 9,95 тенг. Босим йўқотилишини аниқлаймиз.

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

Насосга кераклик қувватни аниқлаймиз.

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

1-2. 120 кг/м<sup>3</sup> массавий сарфда водородни узатиш учун труба қувурининг диаметри ҳисоблансин. Труба қувурининг узунлиги 1000 м. Рухсат этилган босимнинг йўқотилиши  $\Delta p = 110$  мм. с.у.в. (1080 Па). Водороднинг зичлиги 0,0825 кг/м<sup>3</sup>. Ишқаланиш коэффициенти  $\lambda = 0,03$ .

**Е ч и ш:**

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

$$d = C \cdot \sqrt[3]{\frac{L \cdot V^2 \cdot \rho}{\Delta p}}$$

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

$$C = \sqrt[3]{\frac{\lambda}{0,785^2 \cdot 2}} = \sqrt[3]{\frac{0,03}{0,785^2 \cdot 2}} = 0,48$$

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

$$d = 0,48 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0825 \cdot 0,405^2 \cdot 1000}{1080}} = 0,2 \text{ м}$$

1-3. Температураси  $50^\circ\text{C}$ , зичлиги  $900 \text{ кг/м}^3$  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 қўндаланг кесимлар учун Бернулли тенглама-и 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) Суюқлик ҳаракати зоналарини инobatга олиб  $f(d)$  ҳисобланади. Бунинг учун  $d_{\text{дев}}$  нинг бир неча қийматини ихтиёр-ий олинади ва натижаларни 1-1 жалвалга тартиб билан ёзилади ва улар асосида график қурилади.

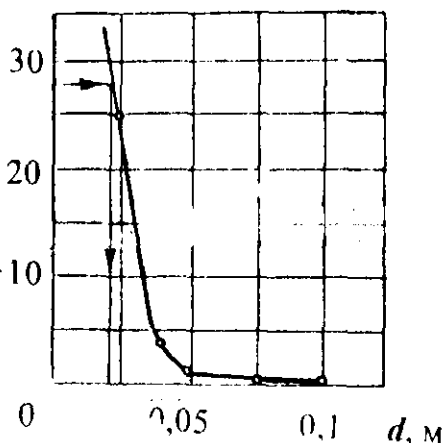
Бу ерда

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

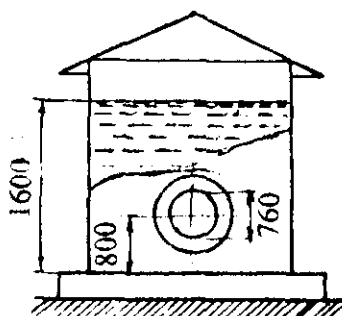
$\mu = 0,0278$  Па·с — 30-жадвалдан олинади.

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

$f(d)$ , м



1.5-рasm. 1-3 масалага тегишли боғлиқлик.



1.6-рasm. 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  $d_{\text{деп}}=0,022$  м га тенг бўлади. Ушбу қиймат асосида стандарт ўлчамли диаметрغا яхлитлаймиз, яъни  $d_{\text{деп}}=0,025$  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 қаршилик коэффи- циенти Бернулли тенгламаси орқали топилади:

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

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

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

1-1 жадвал

$d_{\text{деп}}, \text{ м}$	0,1	0,075	0,05	0,04	0,025	0,015
$w^2, \text{ м}^2/\text{с}^2$	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
$\lambda$	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 (гидравлик қаршиликларни инобатга олмаса ҳам бўлади). Сутнинг нисбий зичлиги 1,03.

**Е ч и ш:**

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

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

## 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 минорасадаги U - симон ўлчагичда сийракланиш қиймати 3 см ни кўрсатапти. U-симон манометрга зичлиги  $1800 \text{ кг/м}^3$  бўлган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  тўлдирилган. Агарда барометрик босим 750 мм.с.м.уст. бўлса, минорадаги абсолют босим (Па) қиймати ҳисоблансин.

1.3. Суюқлик билан тўлдирилган қувурдаги манометр 0,18  $\text{кг·к/см}^2$  босимни кўрсатапти. Труба ичида сув ёки  $\text{CCl}_4$  бўлганда, очик 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 узлишга рухсат этилган кучлаи иш  $700 \text{ кг·к/см}^2$  бўлса, зарур бўлган болтлар сонини аниқланг. Ундан ташқари, мазутнинг резервуар остига кўрсатаётган босимини ҳам топинг.

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

1.6. Температураси  $30^\circ\text{C}$  ли оливка ёғининг динамик қовушоқлик коэффиценти 80 мПа·с га ва нисбий зичлиги 0,91 тенг. Кинематик қовушоқлик коэффиценти топилсин.

1.7. Совитгич диаметри 20x2 мм ли 19 та трубадан иборат. Совутгичнинг трубалараро бўшлиги диаметри 57x3,5 мм трубадан ясалган бўлиб, ундан 1,4 м/с тезликда қанд қиёми оқиб ўтмоқда. Қанд қиёми пастдан юқорига қараб ҳаракат қилганда, совутгич трубалари ичидаги тезлиги аниқлансин.

1.8. Диаметри 16x1,5 мм ли 379 та трубадан иборат иссиқлик алмашиниш қурилмасидан  $6400 \text{ м}^3/\text{соат}$  миқдоридида,  $P=3 \text{ кг·к/см}^2$  босим остида азот ўтмоқда ( $0^\circ\text{C}$  да ва 760 мм.с.м.уст. деб ҳисоблаб). Азот иссиқлик алмашиниш қурилмасига  $120^\circ\text{C}$  да кириб  $30^\circ\text{C}$  да чиқиб кетмоқда. Азотнинг иссиқлик алмашиниш

трубаларига кириш ва улардан чиқиш тезликларини аниқлаш керак.

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

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

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

1.12. Диаметри 64x3 мм ли зангламайдиган юқори сифатли Х18Н10Г пулатдан ўсалган 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 ўрнатилган. Трубанинг 64 м ли узунлиқдан бўлагиде 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 тораиш, 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 м<sup>3</sup>/соат сарфда концентрацияси 25% ли кальций хлор (ССL<sub>4</sub>) ни 32 м баландликда жойлашган резервуарга узатмоқда. Труба диаметри 50x2,5 мм, узунлиги 74 м, тезлиги 1,8 м/с га тенг. Аралашма зичлиги 1200 кг/м<sup>3</sup>, қовушоқлик коэффиценти 1,8 сП. Суюқлик йўлида 3 тирсак (90° бурчак остида R<sub>0</sub>/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 м<sup>3</sup> сувни диаметри 60x2,5 мм ли трубадан 44 м баландликка 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 бўлган 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. Суюқлик 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  $CCl_4$  суюқлигининг ўртача тезлиги ва ҳаракат режими топилсин. Труба ўқидаги маҳаллий тезлик ҳам аниқлансин. Труба-нинг диаметри 62x2 мм.

1.19. Температураси 80°C ва ўртача тезлиги 2,1 м/с бўлган метил спирти "труба ичидаги труба" типидagi иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ички трубаси ичида ҳаракатланмоқда. Агар труба диаметри 50x2,5 мм лиги маълум бўлса, суюқликнинг 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. Труба-нинг умумий узунлиги 42 м ва суюқлик 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 узатишмоқда. Труба-нинг ўлчамлари: диаметри 53x2,5 мм га, узунлиги эса 88 м. Умумий босимнинг йўқотилиш қиймати 77 м га тенг. Агарда суюқлик 18 м баландликка кўтариб берилиши лозим бўлса, қурилманинг ф.и.к. = 0,7 га тенг бўлса, сарфлачадиган қувват миқдори ҳисоблаб топилсин.

1.24. Трубадан нисбий зичлиги 0,9 ва температураси 60°C бўлган какао ёғи узатишмоқда. Труба-нинг гадир-бу...урлиги  $e = 0,9$  мм, узунлиги  $l = 200$  м, б...андлиги  $H = 8$  м, суюқлик сарфи  $V_c = 0,001$  м<sup>3</sup>/с ва босими 250 кПа бўлса, унинг диаметри ҳисоблаб топилсин.

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

узун суюсласи оқиб ўтмоқда. Суюқлик тезлиги ва оқиш режими аниқлансин.

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

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

1.28. Зичлиги  $1032,5 \text{ кг/м}^3$  ва динамик қовушоқлик коэффициентини  $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$  бўлган сут ўзгармас сатҳли идишдан реакторга табиий ҳолда оқиб тушмоқда. Идишдаги сутнинг сатҳи реакторга кираётган 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, идишдан реакторга энг кўп сиб тушадиган сут миқдори топилсин.

1.29. Температураси 5°C, дажмий сарфи 18 м<sup>3</sup>/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 қандаи миқдорда вакуум ҳосил қилиш керак? Умумий сўриш баландлиги 8 м (гидравлик қаршиликларни инобатга олмаса ҳам бўлади). Сутнинг нисбий зичлиги 1,032.

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №1

Температураси  $t = A^\circ\text{C}$  ва босими  $p = B \text{ кг/см}^2$  бўлганда  $P$  модданиннг зичлиги Халқаро бирлик системаси (СИ)да аниқлансин. Атмосфера босими 760 мм.с.и.м.уст. деб олинсин.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги 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, с <sup>2</sup>	3	20	4	8	10	15	30	30	12	2

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

### КОНТРОЛ ТОНШИРИҚ N2

Диаметри 38x3 мм ли трубадан соатига G тонна ва температураси t°С 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, қанда қиёми, нефть, бензин, мазут, HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , симос, HCl, глицерин, то: ол										

## СУЮҚЛИКЛАРНИ УЗАТИШ ВА СИҚИШ

### Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида барча тармоқларида суюқликлар горизонтал ва вертикал трубалар орқали узагилади. 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 охири 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 birlikларда ўлчанади.

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 йилдирагига кириш ва чиқишдаги нисбий тезликлар;

$d_1, d_2$  - насос гидрагининг ички ва ташқи диаметрлари;  
 $\delta$  - насос куракларининг қалинлиги;  
 $z$  - кураклар сони;  
 $b_1, b_2$  - куракларининг кириш ва чиқишдаги эни;  
 $\beta_1, \beta_2$  - куракларининг 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 оқим олган солиштирма энергияси насоснинг босими деб аталади ва суюқлик устунининг метрлари ҳисобида ўлчанади.

$$H = H_r + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h_{ум} \quad (2.5)$$

$h_{ум} = h_c + h_x$  - трубанинг 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 ўқидagi қуввати фойдали қувватдан катгароқ бўлади, яъни:

$$N_v = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_H} \quad (2.7)$$

Марказдан қочма насосларнинг ҳосил қилган босими ишчи ғилдирақларнинг айланиш тезлигига боғлиқ бўлади. Насос ишга туширилишидан илгари сўриш трубаси, иш ғилдирағи ва қобик узатилаётган суюқлик билан тўлдирилади. Агар иш ғилдирағи билан қобик ораларида бўшлиқ бўлса, ишчи ғилдирағининг айланиш натижасида етарли сийрақланиш ҳосил бўлмайди.

Насоснинг иш унумдорлиги, напор, истеъмол қиладиган қуввати иш ғилдирақларининг 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:

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

Иш ғилдирақларининг айланишлар частотаси  $n$  ўзгармас бўлганда насос иш унумдорлиги  $Q$  нинг напори  $H$  насоснинг ўз қуввати  $N$  ва фойдали иш коэффициенти  $\eta_H$  билан ўзаро график усулидаги боғлиқлиги насосларнинг хар. ктеристикаси деб юрисилади.

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 қаршилик 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 принципага кўра компрессорлар ҳажмий ва паррақли 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,  $\text{Н/м}^2$ ;  $v$  - газнинг золиштирма ҳажми  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;  $R = 8314/M$  - газларнинг универсал константаси,  $\text{Ж/кг} \cdot \text{с}$ ;  $M$  - молекуляр масса,  $\text{кг/кмоль}$ ;  $T$  - температура,  $\text{К}$ .

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

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

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

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

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

бу ерда  $\eta_B$  - вентиляторнинг фойдали иш коэффициенти, узатиш  
йўлидаги барча сарфларни ҳисобга олади;  $\Delta P$  - босимлар  
фарқи.

Вентиляторларнинг ҳажмий самаралорлиги юқори бўлганлиги  
учун унинг ўлчамлари ҳам катта бўлади. Вентилятор ўқидаги  
куват 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,  $\text{м}$ ;  $\rho$  - газ зичлиги  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $\eta$  - ф.и.к. (вентиляторнинг аэродинамик хусусиятига кўра танла-

нади).

Бу олинган қувват формулалари насоснинг суyoқликка 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 коэффициентини ф.и.к. деб аталади.

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

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

Умумий қувват қуйидаги формуладан топилади:

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

Насос қурилмаларини ўрнатиш учун зарур бўлган қувват қуйидагича аниқланади:

$$N_{\text{в}} = \beta \cdot N_{\text{ум}}$$

бу ерда  $\beta$  - қувватнинг заҳира коэффициентини ва унинг қийматлари 2.1-жадвалда келтирилган

2.1-жадвал

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

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

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



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

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 ёшланғич шароитидаги солиш-ирма 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:

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

$\eta$  - 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  $\lambda$  - ўлчамсиз узатиш коэффициентини;

$F$  - поршен юзаси,  $m^2$ ;

$S$  - поршен ҳаракатининг узунлиги,  $m$ ;

$n$  - айланиш частотаси, айл/мин.

Узатиш коэффициентини:

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

Формуладиги  $\lambda_0$  - 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  $\varepsilon_0$  - цилиндрнинг зарарли ҳажмининг поршен ҳаракат ҳажмига нисбати.

$m$  - зарарли бўшлиқда қолиб кетган газ кенгайишининг по-литрона кўрсаткичи.

Кўп поғонали компрессорда 1 кг газни сиқиб пайтида иш қили-рий иш  $L$  (Ж/кг) миқдори қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

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

ёки

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

бу ерда  $n$  - сиқиб поғоналари сони;

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

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

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

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<sup>2</sup> тенгдир. Насоснинг иш унумдорлиги 0,312 м<sup>3</sup>/мин бўлса, насоснинг узатиш коэффициентини 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:

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

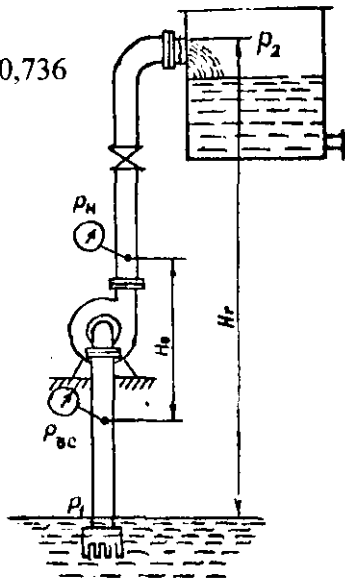
Ҳақиқий узатилган суюқлик миқдори:

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

Бунда, узатиш коэффициенти қуйидагига 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  $21 \text{ мм.сим.уст.}$  ( $28 \text{ кПа}$ ) (2.1-расм). Манометр ва вакуумметрлар ўрнатилган нуқталар орасидаги масофа  $410 \text{ мм}$  га тенг. Сўриш трубасининг диаметри  $350 \text{ мм}$ , ҳайдаш трубасининг диаметри эса  $300 \text{ мм}$  га тенг. Насос ҳосил қилаётган напор топилсин.



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

**Е ч я 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

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

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

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

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  $\rho = 1120 \text{ кг/м}^3$ .

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

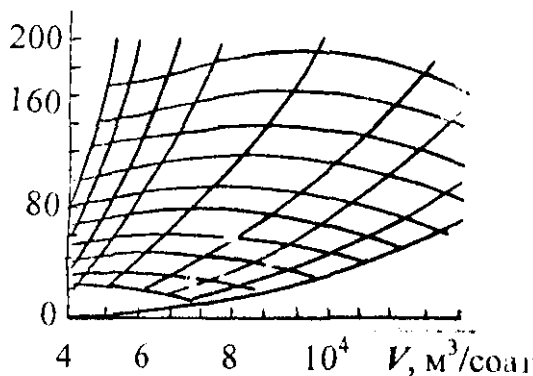
$$\eta_2 = \frac{1120 \cdot 9,81 \cdot 25,40 \cdot 0,02}{1000 \cdot 10,1} = 0,55$$

Насоснинг характеристикалари 2.2-расмда келтирилган.

$H$ , мм. сув уст.

2-3. Агарда вентиляторнинг иш унумдорлиги 10000 м<sup>3</sup>/соатдан 6600 м<sup>3</sup>/соатгача камайтиришса, марказдан қочма вентиляторнинг дроселлаш натижасида истеъмол қилаётган қуввати несиқаб топилсин.

Вентиляторнинг айланиш суръати  $\omega = 145$  рад/с, фойдалан иш коэффициенти  $\eta = 0,4$ , ва  $\Delta p = 1000$  Н/м<sup>2</sup>.



2.2-расм. Марказдан қочма типидagi вентиляторнинг характеристикаси

**Е ч и ш:**

Бойланғич берилган асосан истеъмол қилаётган қувват қиймати

$$N = \frac{Q \cdot \Delta p}{1000 \cdot \eta} = \frac{10000 \cdot 1000}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,4} = 5,8 \text{ кВт}$$

Ўзгартириш туфайли бурчак тезлиги доимий бўлган ҳолда,

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

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

Иш унумдорлиги 6600 м<sup>3</sup>/соат бўлганда,

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

Бу қийматга  $\Delta p_2 = 450$  Н/м<sup>2</sup>, ф.и.к. = const = 0,4. Бу ҳолда ис-

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

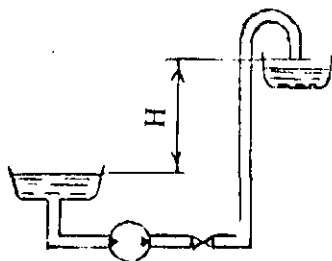
Бу қиймат эса анвалгилан бирмунча кичик қийматни ташкил этади.

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

Е ч ч ш:

Масалани ишлаш кўйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

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



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

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

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

2) Труба қувирининг узунлиги бўйича маҳаллий қаршиликлар мавжудлиги сабабли, яъни 2 та вентил қаршилиги учун 0,2 м, 90° ли бурилиш учун 3 м га, 90° ли тирсак учун 1,5 м га узати-  
лиши керак. Бунда, қувирининг эквивалент узунлиги

$$l_1 = 60 + 2 \cdot 1,5 + 3,0 + 0,2 = 66,2 \text{ м}$$

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

3) Топилган маълумотларни Бернулли тенгласига 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  $23 \text{ с}^{-1}$ , тўлик напори 22 м, ҳажмий сарфи  $5 \text{ м}^3/\text{соат}$  бўлган насоснинг кавитация ва тез юривчанлик коэффициентларини, ҳамда истеъмол қилаётган қуввати ҳисоблаб чиқилсин. Суюқлик зичлиги  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

Ечили:

Истеъмол қилинаётган қувват ушбу йул билан топилади:

$$N = \frac{5 \cdot 22 \cdot 1030 \cdot 9,81}{3600 \cdot 10^3 \cdot 0,2} = 1 \text{ кВт}$$

Тез юривчанлик 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 коэффициентини эса ушбу тенгламадан топиш мумкин:

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

Ҳисоблаб топилган  $N$ ,  $\eta_{\text{тюз}}$  ва  $v$  параметрларнинг сон қиймаглари шуни кўрсатадики, насоснинг ишлаш режими sanoat анқиссида қўллаш учун ҳафси лиз.



2-7. Ҳаво қувурлари орқали 12 м/с тезликда ҳаво ўтмоқда. 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

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

2-8. Ҳаво қувури орқали вентилятор ёрдамида  $w=15$  м/с тезликда  $Q=2,5$  м<sup>3</sup>/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:

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

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 нисбат

қуйидаги тенгламадан аниқланади:

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

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

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

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

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

Юқорида 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 коэффициентини  $\eta_{\text{и}}$  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 пайғи  $v_{\text{сур}}=0$  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.с.м.уст. Манометр вакуумметрдан 0,5 м баландда жойлашган. Сўриш ва узатиш трубаларининг диаметрилари бир хил. Насос ҳосил қилаётган напорни аниқланг.

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

2.3. Насос нисбий зичлиги 0,91 га тенг бўлган ниста ёғини  $380 \text{ дм}^3/\text{мин.}$  ҳажмий сарф билан узатмоқда. Насос двигатели ностеъмол қилаётган қуввати 2,5 кВт. Умумий напор 30,8 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 м.с.в.уст.ни ташкил этади. Геометрик сўриш баландлик 3,6 м га тенг. Сувнинг қайси максимал температурасида, суюқликни сўрилиши мумкин бўлмайди?

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

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

тини тошинг.

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

2.9. Умумий напори  $85,4 \text{ Па}$  ( $85 \text{ мм. сув уст.}$ ) га тенг бўлган, иш унумдорлиги минутига  $110 \text{ м}^3$  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  $3200 \text{ м}^3$  миқдорда ҳаво узатиш пайтида истеъмол қилаётган қуввати  $0,8 \text{ кВт}$  га тенг. Вентилятор ҳосил қилаётган босим  $44 \text{ м.с.ув уст. ни}$  ташкил этмоқда. Айланиш частотаси минутига  $1250$  гача кўнайтирилса, 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 икки поғонали сиқил пайтида босим  $1,5$  дан  $17 \text{ атм.}$  (абсолют) гача кўтариш учун назарий иш миқдори ҳисоблансин. Водороднинг бошланғич температураси  $20^{\circ}\text{C}$  га тенг.

2.13.  $4,5 \text{ атм.}$  босимда сиқилган ҳаво узатилиши лозим. Массавий сарфи  $80 \text{ кг/соат}$ га тенг. Агарда цилиндр диаметри  $180 \text{ мм.}$  поршен йўлининг узунлиги  $l = 200 \text{ мм}$  ва айланиш частотаси  $240 \text{ айл/мин}$  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  $80 \text{ м.}$  диаметри  $0,15 \text{ м.}$   $R_{\text{свр}}/d = 3$ , кўтарилиш баландлиги  $h_f = 6 \text{ м.}$  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  $30 \text{ м}$  ва диаметри  $0,15 \text{ м}$  бўлган труба қувури орқали конфет массаси уланмоқда. 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  $16 \text{ м}$  га тенг. Агарда, ёғиннинг қовушқоқлик коэффи.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  $l_{\text{сўр}} = 3 \text{ м}$ , узатиш трубасиники эса  $l_{\text{узаг}} = 5 \text{ м}$  бўлса, ёғини  $Q_c = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$  ҳажмий сарфда узатиш учун насоснинг напори ва қуввати қанча бўлиши керак?

2.17. Икки томонлама ишлайдиган плунжерли насос соатига  $20 \text{ м}^3$  сутини узатмоқда. Плунжер диаметри  $125 \text{ мм}$ , штокининг диаметри эса  $40 \text{ мм}$ , кривошип радиуси  $130 \text{ мм}$  ва насоснинг кривошип-шатун механизмининг частотаси  $70 \text{ айл/мин}$ . Ушбу насоснинг узатиш коэффи.иенти аниқлансин.

2.18. Ҳажмий сарфи  $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , температураси  $30^\circ\text{C}$  бўлган олма пюреси труба орқали узатилмоқда. Труба қувурининг узунлиги  $25 \text{ м}$ , диаметри  $0,205 \text{ м}$ ,  $R_{\text{бур}}/d = 4$ , кўтарилыш баландлиги  $l_c = 3 \text{ м}$ , 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  $16 \text{ м}$  га тенг оддий, горизонтал насос соатига  $12 \text{ тонна}$  оқ мускат виносини узатмоқда. Ушбу насос двигателининг қуввагини ҳисоблаб топинг.

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

2.21. Агарда, марказдан қочма типдаги насоснинг айланышлар сопи  $2950$  дан  $2500 \text{ айл/мин}$  гача камайтырилса, унинг қуввати қанчага насаяди. Ўзгартириш киритилгунга қадар, ишлаётган насос қуввати  $3 \text{ кВт}$  эди.

2.22. Айланыш частотаси  $23 \text{ с}^{-1}$ , тўлиқ напори  $22 \text{ м}$  ва ҳажмий сарфи  $5 \text{ м}^3/\text{соат}$  бўлган насоснинг кавитация ва тез юривчанлик коэффи.иентларини, ҳамла истеъмол қилинаётган қуввати ҳисоблаб топилсин. Суюқлик зичлиги  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

### КОНТРОЛ ТӨШНИРИК №3

Сувни узатиш учун мўлжалланган маркадан қочма типдаги насос қуйидаги техник характеристикаларга эга:  $Q_1 = 45 \text{ м}^3/\text{соат}$ ;  $H_1 = 36 \text{ м}$ ;  $N_1 = 38 \text{ кВт}$ ;  $n_1 = 760 \text{ айл/мин}$ . Агар, ушбу насоснинг айланишлар сони  $n_2$  га ўзгартирилса, унинг иш унумдорлиги, напори ва қуввати қанчага ортади? Насоснинг ф.и.к. ҳам ҳисоблаб чиқилсин.

Пара-метр	Ўлчов 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 ТӨШНИРИК №4

Давлатдаги температураси  $t_1$ , босими  $P_1$  бўлган D газни адиабатик сиқини натижасида унинг босими  $P_2$  гача кўтарилди. 1 кг газни адиабатик сиқинида сарфланган иш ва унинг температураси  $t_2$  ҳисоблаб топилсин.

Пара-метр	Ўлчов 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 <sup>2</sup>	0,5	1,0	1,5	2,0	1,8	1,4	0,6	0,2	0,8	1,3
$P_2$	кгк/см <sup>2</sup>	2	3	10	15	3,5	4,5	2,5	20	30	40

Пара-метр	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D	Ar	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	ҳаво	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>

ЧЎКТИРИШ, ФИЛЬТРАШ, ЦЕНТРИФУГАЛАШ,  
 МАВХУМ 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  $Ly$  ва Рейнольдс  $Re$ .

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

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

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

Гази 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  $\rho$  ни ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

$d$  - шарсимон заррача диаметри, м;  $\rho_k$  - заррача зичлиги  $\text{кг/м}^3$ ;  $\rho$  - муҳит зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\mu$  - муҳитнинг динамик қовушоқлик коэффициенти, Па·с; яъни  $\text{Н·с/м}^2$ , ёки  $\text{кг/(м·с)}$

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

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

Архимед критерийси қуйидаги формуладан аниқланылади

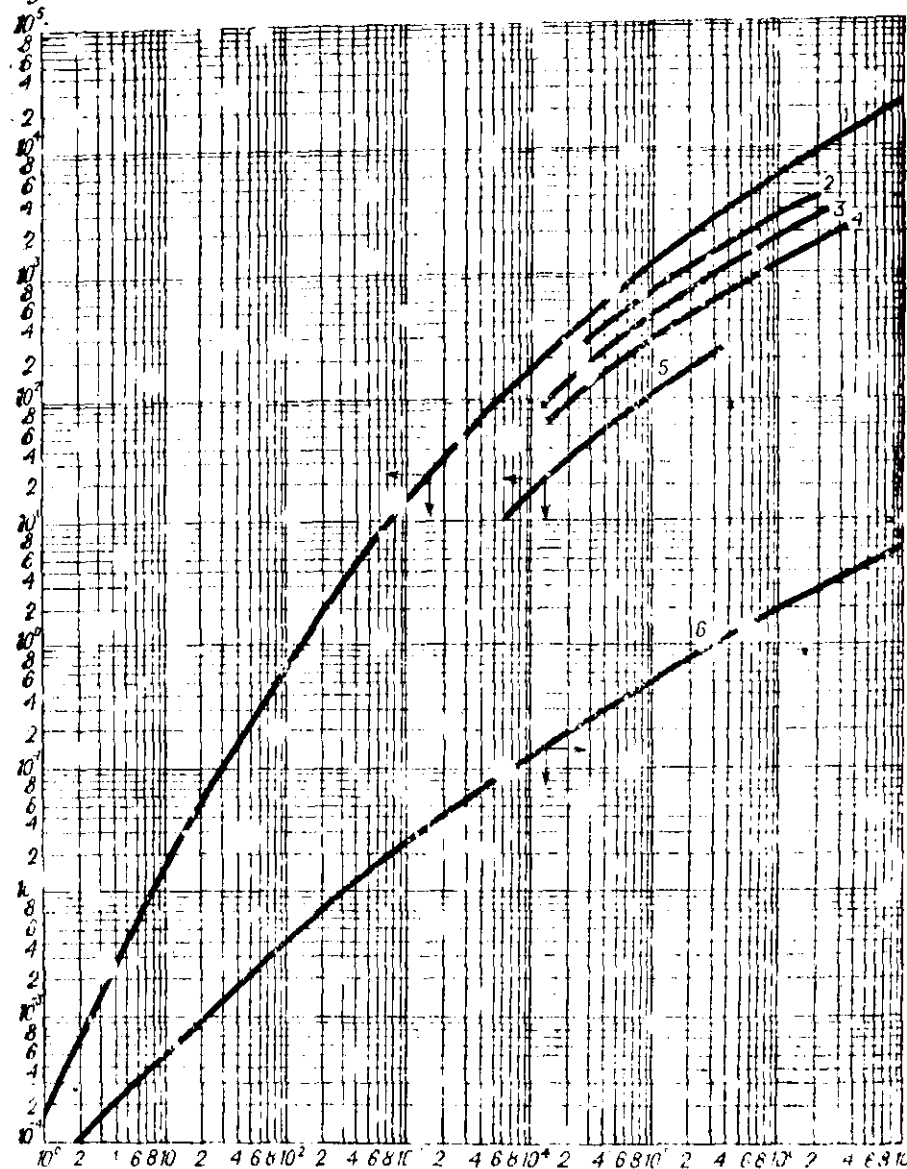
$$Ar = Ga \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{Re^2}{Fr} \cdot \frac{\rho_k - \rho}{\rho} = \frac{g \cdot d^3 (\rho_k - \rho)}{\mu^2} \quad (3.3)$$

Ҳаллеей критерийси: Гази муҳитда чўктириш учун:

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



$L_y$



3.1-расм. Қуналмас қағламда қаттық заррачалардың жүкшіс хәлі үчүн  $L_y$  ва  $A_g$  критерийларының  $A_g$  критерийына бәйләүсү. 1,6-тарсымлы заррачалар; 2-ду-ма тоқ; 3-бүрәкәсимән; 4-чүшүмчөк; 5-пластинәсимән

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.

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

Ундан сўнг Архимед критерийси 3'-расмдан аниқланади.

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

$$F_q = \frac{V}{w_q} \quad (3.7)$$

$V$  - қурилма чўктириш юзасига параллел ҳолда утаётган суюқликнинг ажмий сарфи,  $m^3/c$ ;  $w_q$  - заррачанинг ўртача ҳисобий чўктириш тезлиги,  $m/c$ .

7. Узлуксиз ишлайдиган тиндиргич учун (3.7) формула

қуйидаги кўринишга эгадир:

$$F_v = \frac{G_0 \cdot \left(1 - \frac{c_0}{c_0}\right)}{\rho \cdot w_v} \quad (3.8)$$

$F$  - тиндиргичнинг чўктириш юзаси,  $m^2$ ;

$G_0$  - бошланғич концентрацияли суспензиянинг массавий сарфи,  $kg/s$ ;

$c_0$  - бошланғич суспензия таркибидаги қаттиқ фаза концентрацияси  $kg/kg$ ;

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

$\rho$  - тозаланган суюқлик зичлиги,  $kg/m^3$ ;

$w_v = 0,5 \cdot w_0$  - чўқиш тезлиги,  $m/s$ ;

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,  $m$ ;  $\tau$  - чўктириш вақти,  $s$ .

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

$$w_v = \varphi \cdot w_0 \quad (3.10)$$

$\phi$  - заррача шаклига боғлиқ тузатиш коэффициенти.

3.1 - жадвал

Заррача шакли	$\phi$
Думалоқсимон	0,77
Бурчакли	0,66
Чўзинчс	0,58
Пластинкасимон	0,43

Нотўғри шакли заррачалар одатда эквивалент диаметр орқали ифодаланади:

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

$M$  - заррача массаси, кг;  $\rho$  - зичлик, кг/м<sup>3</sup>.

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

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

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

## ФИЛЬТРАШ

*Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар.*

$t$  вақтида 1 м<sup>2</sup> филтрлаш юзаси орқали  $\Delta p = \text{const}$  бўлганда

$V$  — филтрлаш ҳажми ва филтрлаш жараёнининг давомийлиги билан боғлиқлигини тенглиги ушбу кўринишга эга:

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

бу ерда  $C$  — филтр тўсиқнининг гидрав. ёқ қаршилигини тавсиф қилувчи филтрлаш доимийси,  $\text{м}^3/\text{м}^2$ ;  $K$  — чўкма ва суюқликни физик-кимёвий хоссалар ни ва филтрлаш жараёни режимини ҳисобга олувчи филтрлаш доимийси,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\tau$  — филтрлаш давомийлиги, с.

$K$  ва  $C$  доимийлар таж, иба йўли билан аниқланади.

13. Берилган ҳолатдаги филтрлаш тезлиги ушбу тенглама орқали аниқланади:

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

ёки (3.14) тенгламани қўйидаги 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  $V$  катталар орасидаги боғлиқлик тўғри чизини орқали  $K$  ва  $C$  доимийликлар таж, иба йўли билан аниқланади. Ўлчанган  $V_1, V_2$ , катталарни абсцисса ўқиға, ордината ўқиға эса  $\Delta\tau_1/V_1, \Delta\tau_2/V_2$  қийматлари қўйилади. Бу олинган нуқталар орқали ўтган тўғри чиз қ ёрдамида  $K$  ва  $C$  лар куйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

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

14.  $\eta = \text{const}$  бўлганда  $1 \text{ м}^2$  филтрлаш юзасига нисбатан олинган филтрлаш доимийси  $K$  чўкма солиш норма қаршилиги куйидагича боғлиқликда бўлади:

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

бу ерда  $\Delta p$  - филтрлаш жараёнидаги бссимлар фарқи, Па;  $\mu$  - филтратнинг динамик қозушоқлик коэффициенти, Па·с;  $r$  - чўкманинг солиштирма қаршилиги (чўкма таркибидаги 1 кг қаттиқ, қуруқ моддалар ҳисобида), м/кг;  $c$  - филтрлаш юзаси орқали 1 м<sup>3</sup> филтрат утганда ҳосил бўлган қуруқ, қаттиқ модда массаси, кг/м<sup>3</sup>.

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  $\rho$ , чўкманинг намлиги  $m$ , суспензиядаги қаттиқ зарралар массавий қисми  $x$  боғлиқлик бўлиб, қуйидаги формула ёрдамида ифодаланadi:

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

19. Суспензия таркибидаги қаттиқ фаза конценурация  $x$  унинг зичлиги  $\rho_c$  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:

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

$\chi$  - суспензия таркибидagi қаттиқ фазанинг массавий концен-  
трацияси, кг/кг;  $\rho_c$  - суспензия зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho$  - суюқ фаза  
зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_k$  - қаттиқ фаза зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $n$  - суспензия-  
даги бир қисм қаттиқ фаза оғирлигига тўғри келадиган суюқ фаза  
оғирлиги ( $K:C=1:n$ ).

Узлукли ишлайдиган филтрларнинг иш унумдорлиги  
қуйидаги формуладан топилади:

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

$V$  - филтрат ҳажми, м<sup>3</sup>;  $\tau$  - филтрлаш жараёни бир цикли-  
нинг вақти, с.

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

$\tau_\phi$  - филтрлаш вақти, с;  $\tau_{\text{грл}}$  - филтрни жараёнга тайёрлаш ва  
тўлдириш вақти, с.

Агарда, филтрлаш тезлиги  $w$  маълум бўлса, филтр  
қурилмасининг иш унумдорлиги

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

$F$  - филтрлаш юзаси, м<sup>2</sup>;  $w$  - филтрлаш тезлиги, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с  
(винолар учун  $w = 0,00007 - 0,00025$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с).

Керакли филтрлаш пластиналар сони ушбу формуладан  
аниқланади:

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

$f_0$  - битта пластина юзаси, м<sup>2</sup>.

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

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 филтрдаги 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;  $F_{эф}$  - шилгаларга суюқлик таъсир қилаётган юза, м<sup>2</sup>.

## 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 барабани эги чўкма ва суюқлик массаси, кг;  $\omega$  - бурчак тезлиги, с<sup>-1</sup>;  $D = 2 \cdot R$  - барабан диаметри, м;  $n$  - центрифуга айланиш частотаси, с<sup>-1</sup>.

Центрифугалаш пайтида филтрлаш босими қуйидаги формуладан ҳисобланади:

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



бу ерда  $\rho_c$  - суспензия зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;  $D_1 = 2R_1$  - суюқлик ички қатламининг диаметри, м;  $D_2 = 2R_2$  - барабаннинг ички диаметри, м;  $n$  - центрифуганинг частотаси,  $\text{с}^{-1}$ .

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

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

$R$  - барабан радиуси, м;  $\omega$  - айланаётган барабаннинг бурчак тезлиги,  $\text{с}^{-1}$ .

Центрифуга барабанининг ва уни юргизиш пайтида юклаш инерциясига сақ бўладиган қувват  $N$  (Вт), ушбу тенгламадан топилади:

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

$\tau$  - юргизиш пайти давомийлиги, с;  $T_1$  ва  $T_2$  - барабан ва юклаш инерцияси енгилуш учун сарф бўладиган иш, Ж.

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

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

бу ерда  $\lambda$  - ишқаланиш коэффициентини, 0,07-0,1 ораликда бўлади;  $M$  - айланишда иштарок этувчи материаллар оғирлиги, кг;  $w_v$  - вал цапфасининг айланиш тезлиги, м/с.

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

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

$\rho_x$  - ҳаво зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\beta$  - қаршилик коэффициентини, ўртача қиймати 2,3 га тенг.

Центрифугани юргизиш пайтидаги тулик қуввати:

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

Узатиш қурилмасининг ф.и.к.  $\eta_y$  ҳисобга олинса, унда

$$N = \frac{N_r}{\eta_r} \quad (3.36)$$

Центрифугаларни ўрнатилган қуввати зарур бўлган қувватдан 10-20 % кўпга қўрилиб белгиланади.

Чўктирувчи центрифуга иш унумдорлиги қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

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

НОГШ 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  $L_T$  -  $\phi$  гатни чиқариш цилиндрининг диаметри ва узунлиги, м;  $d$  - чўкаётган энг кичик заррачалар диаметри, м;  $n$  - роторнинг айланиш частотаси, айл/мин;  $\mu$  - 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;  $V_c = 0,785 \cdot (\Omega^2 - D_0^2) \cdot L$  - барабандаги суюқлик ҳажми, м;  $h$  - барабандаги оқим чуқурлиги, м;  $D$  - барабаниннг ички диаметри, м;  $D_0$  - фугатни чиқариш трубасининг диаметри, м.

## МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИНИНГ ГИДРОДИНАМИКАСИ:

Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

Қаттиқ жисмлардан иборат кўзга келмас қатлам ғоваклиги.

қаттиқ жисмлар эгалламаган бўш ҳажм улушига тенгдир:

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

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

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

Бу ерда  $V$ ,  $V_k$  - заррачалар ва қатлам ҳажмлари,  $m^3$ ;  $\rho$ ,  $\rho_k$  - заррача ва қатлам зичлиги,  $kg/m^3$ .

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

Мавҳум қайнаш жараёнида қаттиқ жисмлардан иборат қатламининг ғоваклиги ушбу тенгламадан топىлади:

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

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

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

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

$C_{кат}$  - қатламдаги материал с.ирлиги,  $kg$ ;  $F$  - қўндаланг ке-  
сим юзаси,  $m^2$ .

Мавҳум қайнаш қатламининг гидравлик қаршилиги қуйидагича аниқланади:

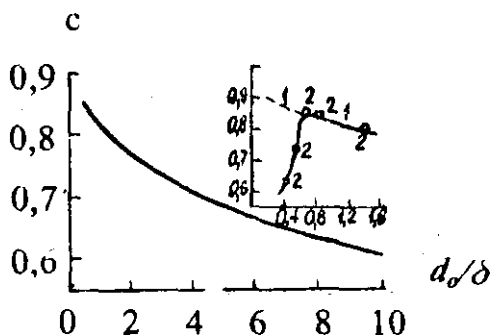
$$\Delta p = g \cdot (\rho_M - \rho) \cdot (1 - \varepsilon) \cdot h = g \cdot (\rho_M - \rho) \cdot (1 - \varepsilon_0) \cdot h \quad (3.44)$$

$h$  ва  $h_0$  - мавҳум қайнаш ва қўзғалмас қатлам баъинликлари,  $m$ ;  
 $\rho_M$  ва  $\rho$  - материал ва муҳит зичлиги,  $kg/m^3$ .

Газ тарқатувчи тўрнинг гидравлик қаршилиги қуйидаги тенглама орқали топилади:

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

бу ерда  $\varphi = 0,010-0,05$  - газ тарқатувчи тўр тегишларининг улуши;  $w_0 = w/\varphi$  - тешиklar орқали ўтаётган газнинг тезлиги;  $w$  - қурилма кўндаланг кесим юзасига нисбатан ҳисобланган оқим тезлиги, м/с;  $C$  - тўрнинг қаршилик коэффиценти,  $d_0/\delta$  нисбатга боғлиқ (3.2 - расмдан топилади);  $d_0$  - тўр тешигининг диаметри, м;  $\delta$  - тўрнинг қалинлиги, м.



3.2-расм. Тўр пардаларнинг қаршилик коэффиценти [7]  
1 Г.Хьюмарк ва Х.О. Коннел маълумотлари;  
2-Д.И.Орочко ва бошқалар маълумотлари.

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

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

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

$$\begin{aligned} \text{Re}_{\text{ук}} &= \frac{w_{\text{ук}} \cdot d \cdot \rho}{\mu} \\ \text{Ar} &= \frac{g \cdot d^3 \cdot (\rho_{\text{г}} - \rho)}{\mu^2} \end{aligned} \quad (3.47)$$

Газлар учун  $\rho = \rho_{\text{г}}$ , унда Архимед критерийиси қуйидагича ёзилади:

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

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

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

ёки

$$\text{Re}_{\text{ук}} = \frac{\eta \cdot \text{Ar}}{1400 + 5,27 \sqrt{\text{Ar}}}$$

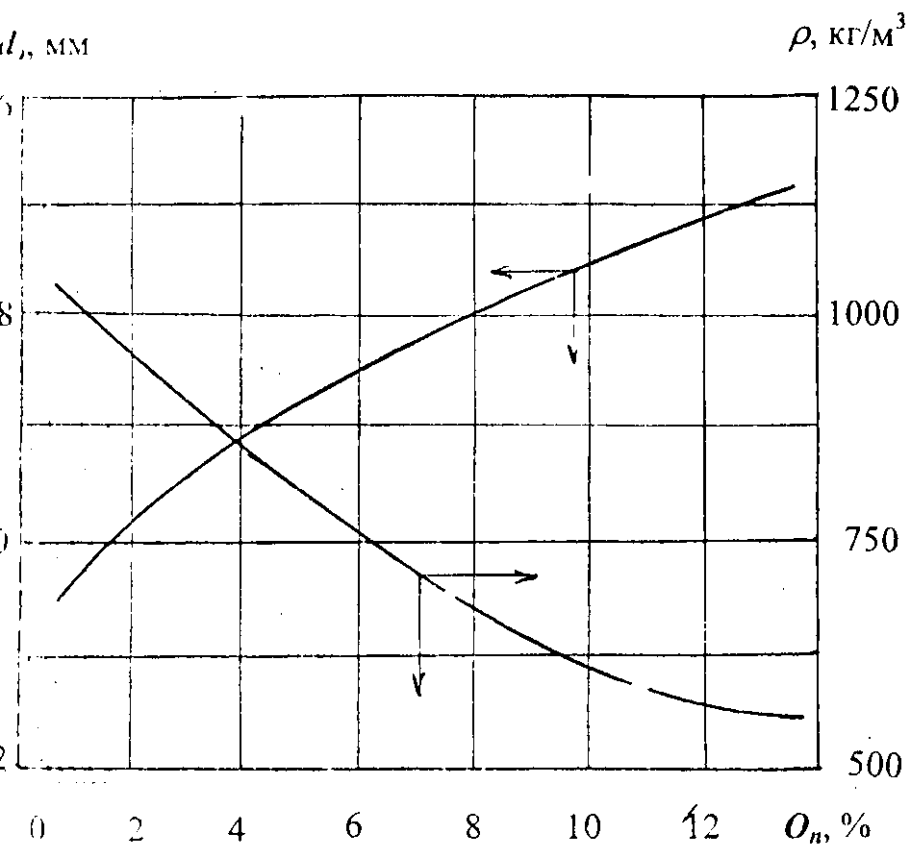
бу ерда  $\eta$  — туқлилик коэффициентини ва у қуйидаги формула ёрдамида топилади:

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

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

$$\text{Re}_{\text{ук}} = \frac{\eta^{0,422} \cdot \text{Ar}}{20,16 + 0,682 \sqrt{\text{Ar}}} \quad (3.50)$$

Донасимон-туқли материалларнинг эквивалент диаметри ва зичлиги 3.3-расмдан олинади.



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

Шарсимон бўлмаган заррачаларнинг шакли ва белгилловчи кагитик  $\Phi$  ҳисобга олган формула ушбу қуринишга эга:

$$\varphi = 0,207 \cdot \frac{F}{V^{0,666}} \quad (3.51)$$

Ушбу заррачалар 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 г.элидисперс 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 фоаклти 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.

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

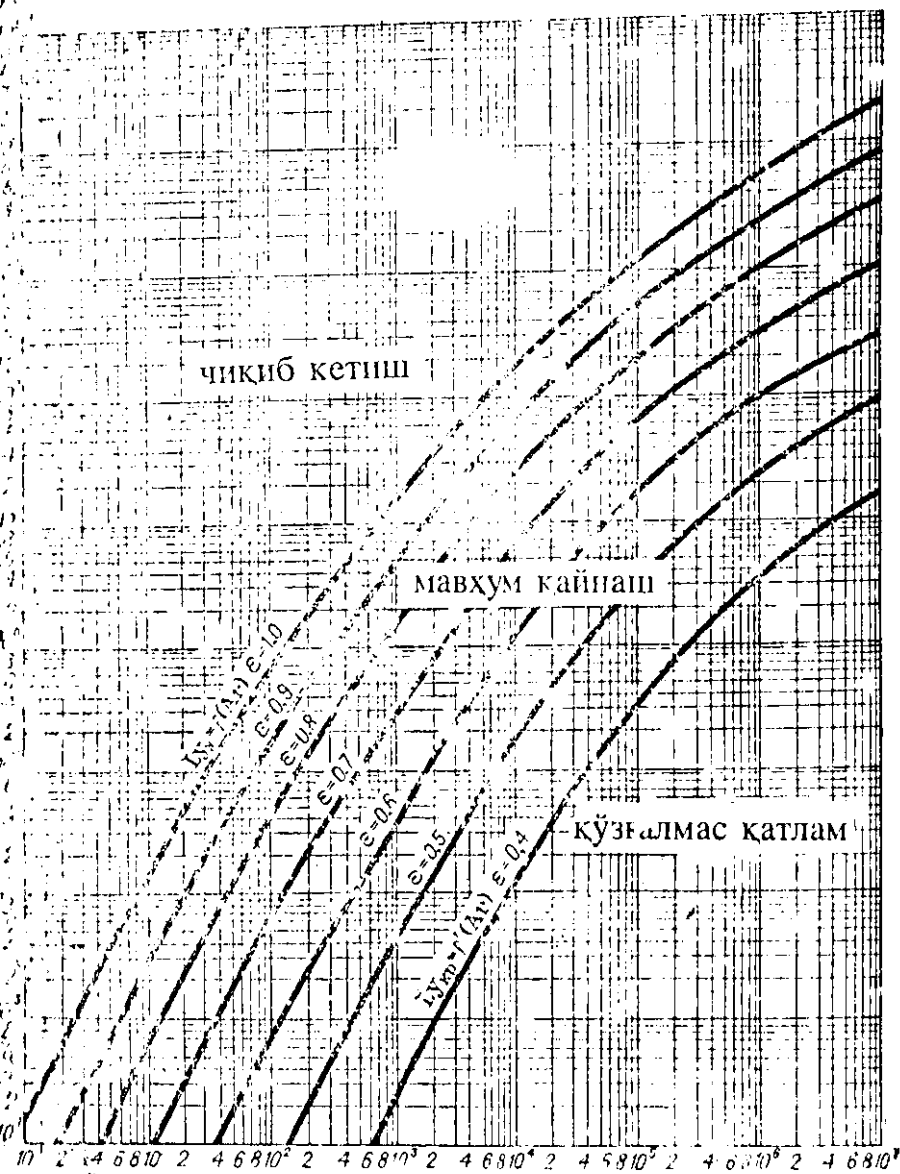
$w$  - оқимнинг ишчи тезлиги, м/с. Ушбу сон заррачаларнинг қатламдаги аралашуш интенсивлигини кўрсатади.

Оқимнинг ҳақиқий тезлиги қуйидаги тенглама билан ифодаланади.

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

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

$$Re_{sv} = \frac{Ar}{18 + 0,61 \sqrt{Ar}} \quad (3.57)$$



3.4-расм. Лу критерийсининг  $A_g$  критерийси ва қатламларнинг ғовақлиги  $\epsilon$  га боғлиқлиги.



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

Заррачаларнинг қатламда ўртача бўлиш вақти  $\tau_0$ :

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

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

## СҮЮҚЛИКЛАРНИ АРАЛАШТИРИШ

### Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

Ара аштириш жараёни учун гидродинамик ўхшашлик критерийлари қуйидаги кўринишга эга:

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

Кувват критерийси:

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

Фруд критерийси (марказдан қочма)

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

Бу критерийларда:  $N$  - аралаштиригич истеъмол қиладиган кувват, Вт;  $\rho$  - суюқлик ёки аралашма зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $n$  - ара-

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

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

Узлуксиз ишлайдиган аралаштиргичларнинг иш унвдорлиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\Pi = \frac{G_u}{\tau_s} \quad (3.63)$$

$G_u$  - аралаштиргичга солинган маҳсулот миқдори, кг ( $m^3$ );  $\tau_s$  - 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 қувварини енгиш учун зарур қувват  $N_2$  қуйидаги тенглама билан йфодланади:

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

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

Электродвигател ўқидаги номинал қувват,

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

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

Муҳитдан аралаштиргич паррақларига тушаётган қаршилик кучи

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

формула билан ҳисоблаб топилди. Бу ерда Майл. - айлангириш momenti,  $l$  м;  $r_0$  - ўқнинг ўртасидан парракнинг учиға бўлган масофа, м;  $z$  - парраклар сони.

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

Аралаштиргич ўқининг диаметри қуйидагича формуладан топилди:

$$d = 1,71 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{\text{аил}}}{\sigma_p} + c} \quad (3.69)$$

$\sigma_p$  - ўқнинг айланиши учун рухсат этилган кучланиш, Па;

$c$  - коррозия ва эрозияни ҳисобга олувчи коэффициент, м.

## МИСОЛЛАНИ ИЧЛАШ НАМУНАСИ

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

**Е ч и ш :**

Чўктириш тезлиги (3.1) 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 ҳисобланади топилади.

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

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

Атмосфера босимидан юқори босимда		Олинган филтрат,	Тажриба бошидан ўтган вақт
Па	кг·к/см <sup>2</sup>	дм <sup>3</sup>	с
$3,43 \cdot 10^4$	0,35	2,92	146
		7,80	888
$10,3 \cdot 10^4$	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 ( $0,35 \text{ кг·к/см}^2$ ) бўлса, тажрибалар қуйидаги натижалар берди:

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

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

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,  $K=278 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{соат}$  ва  $C=4,7 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{м}^2$  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  $30^\circ\text{C}$ , ундаги заррачаларининг зичлиги  $\rho=2525 \text{ кг/м}^3$  ва энг кичик заррача диаметри  $3 \text{ мкм}$ . АОТ-800 маркали чўктирувчи автоматик центрифуга қўйидаги кўрсаткичларга эга: барабан диаметри  $800 \text{ мм}$ , ён деворининг устки қисми  $570 \text{ мм}$  ва узунлиги  $400 \text{ мм}$ . Айланмиш частотаси  $1200 \text{ айл/мин}$ . Центрифуга ишлаш цикли  $20 \text{ мин}$ , шундан  $18 \text{ мин}$  - суспензия узатишга,  $2 \text{ мин}$  эса чўкман олиб ташлашга сарфланади.

Юқорида қайд этилган шароитда, центрифуганинг иш унумдорлиги ҳисоблансин.

**Е ч и ш :**

Иш унумдорлиги (3.37) формула ёрдамида аниқланади:

$$V_q = 25,3 \cdot \eta \cdot L \cdot n^2 F_0^3 \cdot w \cdot k.$$

Заррачалар чўкиш тезлигини Стокс формуласидан олиш мумкин:

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

$$= 0,935 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

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

Марказдан қочма куч таъсиридаги чўкиш тезлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$w = w_v \cdot \frac{R_0 \cdot n^2}{900} = 0,935 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,285 \cdot 1200^2}{900} = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

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 қуйидагича тенг бўлади:

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

3-4. Курилмадаги силикагелдан иборат мавҳум қайнаш қатлами, қуйидаги гранулометриқ таъкибга 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  $\rho = 1100 \text{ кг/м}^3$ , тўшам зичлиги эса  $\rho_{\text{тўш}} = 650 \text{ кг/м}^3$ . Ҳаво температураси 130°C. Мавҳум қайнаш сони  $K_v = 1,6$ .

Ҳавонинг кўнгик, ҳақиқий ва ишчи тезликларини аниқланг.

**Е ч и ш :**

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

Бунинг учун силикагелнинг эквивалент диаметри аниқланади. Ҳалвирдан утгаг 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:

$$d_5 = \frac{1}{\frac{0,43}{1,75} + \frac{0,28}{1,25} + \frac{0,1}{0,75} + \frac{0,12}{0,375}} = 1 \text{ мм}$$

Ҳавонинг  $150^\circ\text{C}$  даги динамик қорушоқлик коэффициенти аниқланади  $\mu = 0,024 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$  (Иловадаги 1\*4 - расм).

$150^\circ\text{C}$  температуралаги ҳавонинг зичлиги,

$$\rho = 1,29 \cdot \frac{273}{273 + 150} = 0,835 \text{ м/с}$$

Архимед критерийси қуйидагига тенг бўлади:

$$Ar = \frac{g \cdot d_5^3 \cdot \rho_1 \cdot \rho}{\mu^2} = \frac{9,81 \cdot 1^3 \cdot 10^{-9} \cdot 1,1 \cdot 10^3 \cdot 0,835}{2,4^2 \cdot 10^{-10}} = 1,565 \cdot 10^4$$

$Ar = 1,565 \cdot 10^4$  қийматга Лященко 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 тегшигини аниқлаймиз

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

Мавҳум қайнаш қағламининг  $K_w=1,6$  даги ғоваклигини топишимиз

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

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

Қағламнинг бўш ўндаланг кесимида эвонинг ҳақиқий тезлиги 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 моддий баланс тенгласидан топиш мумкин:

$$\frac{O}{M} = \frac{O \cdot J_o}{M \cdot J_m}$$

бу ерда  $M$  – сепарация қилинган сут, кг;  $O$  – ёғсизлантирилган сут, кг;  $J_m, J_o$  – сутда ва ёғсизлантирилган сутларда ёғ миқдори, %.

Демак,

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

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

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



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

**Е ч и ш:**

Сепарация жараёниги биринчи босқич ҳаракат пайтида ҳосил бўлаётган ёғ шайчаларининг энг катта ўлчами ушбу формула орқали топил мумкин;

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

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

$$= 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

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

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

Сепараторнинг ажратиш фактори қуйидаги формула ҳисобланади:

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

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

Сепаратор истеъмол қилаётган қувват ушбу формуладан

аниқланади:

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

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

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

**Е ч и ш:**

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

$R_{\text{ка}}$  учун

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

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

$R_{\text{ки}}$  учун

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

Суюқлик оқимининг тезлиги эса, ушбу формуладан аниқланади:

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

$R_{\text{ки}}$  учун

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

$R_{\text{ка}}$  учун

$$\omega_{\text{см}} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

3-8. Температураси 50°C бўлган ниста ёғи 6000 кг/м<sup>2</sup> босимда 8 соат мобайнида юзаси F=35 м<sup>2</sup> ли филтрпрессдан ўтказилаётган бўлса, филтрланган ёғ миқдори топилин.

**Е ч и ш:**

Филтрпресснинг иш унумдорлиги ушбу фо, муладан ҳисобланади:

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

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  $\rho=904$  кг/м<sup>3</sup> эканлигини ҳисобга олсак,

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

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

**Е ч и ш:**

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

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

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

Аралаштириш жараёнининг Эйлер критерийси сон қийматини

аниқлаймиз:

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

Сўнгра, 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 ўзатиш 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 змеевик ўрналган бўлса, ҳақиқий қувват миқдори 2-3 баробар 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  $a$  ушбу йўл билан топши мумкин:

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

Демак,

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

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

$$N_{\text{нр}} = 1,5 \cdot \frac{N_n}{0,5} = 0,24 \text{ кВт}$$

## КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

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

3.2. а) Сувнинг температураси  $15^\circ\text{C}$ ; б) Ҳаётнинг температураси  $15^\circ$  ва  $500^\circ\text{C}$  бўлганда, диаметри  $10 \text{ мкм}$  бўлган шарсимон кичик заррачалар ( $\rho=2600 \text{ кг/м}^3$ ) қандай тезликка 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 солиштирама оғирлиги 1,2 га тенг булган  $10 \text{ м}^3$  суспензия филтрлангандан сўнг, филтрда қанча миқдорда хў чўкма йиғилади? Чўкманинг намлиги 75 %

3.5. Таркибида 20% қаттиқ фаза бор сувли суспензия филтрлангандан сўнг  $15 \text{ м}^3$  филтрат йиғиб олинди. Чўкманинг намлиги 30%. Гўруқ модда исобида қанча чўкма олинсин ҳисоблансин

3.6 3-8 намунада ечиб кўрсатишган масала шартлари асосида

ишлаётган фильтрпрессда филтрлаш жараёни  $25^{\circ}\text{C}$  температураси олиб борилганда иш унумдорлиги қанчага ўзгаради?

3.7. Температураси  $40^{\circ}\text{C}$  бўлган  $20\text{ м}^3$  пахта ёғи бор. Ушбу миқдордаги ёғни  $29430\text{ Па}$  босимда 4 соат мобайнида филтрлаш учун неча дона типик фильтрпресслар керак?

3.8.  $30^{\circ}\text{C}$  температура ва  $14750\text{ Па}$  босимда зигир ёғи филтрлаш юзаси  $5\text{ м}^2$  бўлган лаборатория фильтрпрессда филтрланмоқда. Фильтрпресс 30 минут ишлаганда  $480\text{ л}$  ёғ олинди. Жараёнинг филтрлаш коэффициентини аниқлансин.

3.9.  $50^{\circ}\text{C}$  температура ва  $26000\text{ Па}$  босимда пахта ёғи филтрлаш юзаси  $7,6\text{ м}^2$  булган фильтрпрессда филтрланмоқда. Агарда, 90 мин вақт ичида  $3\text{ м}^3$  ёғни филтрлаш зарур бўлса, жараёнинг босими қанча бўлиши керак?

3.10. Центрифуга барабанининг ички диаметри  $1\text{ м}$  га, айланиш частотаси эса, минутига 500 га тенгдир. Сууюқлик қатламининг қалинлиги  $10\text{ см}$  бўлганда, барабан деворига кўрсатилаётган солиштирма босимни ҳисобланг. Сууюқлик зичлиги  $1100\text{ кг/м}^3$  га тенг.

3.11. Центрифуга барабани  $0,5\text{ м}$  бўлганда, айланишлар частотаси (1 минутдаги айланишлар сони) ни аниқлаш керак. Барабан деворларига кўрсатилади ан босим  $5\text{ кг/см}^2$  ( $0,5\text{ МПа}$ )га тенг бўлиши керак. Ажратиш учун центрифугага  $400\text{ кг}$  суспензия солинган.

3.12. Куйидаги шартлар ёрдамида грануланган алюминийкагел заррачалари маълум қайнаш қатлами ҳолатига ўтказиш учун талаб қилинадиган ҳаво тезлигини аниқланг: ҳаво температураси  $100^{\circ}\text{C}$ , алюминийкагелнинг зичлиги  $968\text{ кг/м}^3$ , заррача диаметри  $1,2\text{ мм}$ . Кўзгалмас қатлам баландлиги  $400\text{ мм}$  бўлганда, унинг гидравлик қаршилиги қандай бўлади?

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

3.14. Курилмада ҳаво оқимининг тезлиги  $0,2\text{ м/с}$  бўлганда, мавҳум қайнаш ҳолатига ўтаётган грануланган кўмир заррачаларининг энг катта диаметрини топинг. Ҳавонинг температураси  $180^{\circ}\text{C}$ . Агарда ҳаво тезлиги  $0,4\text{ м/с}$  гача оширилса, заррачаларнинг ҳажмининг концентрациясини ҳам аниқланг. Кўмирнинг зичлиги  $660\text{ кг/м}^3$ .

3.15. Агарда, резервуар баландлиги  $2400\text{ мм}$ ,  $18^{\circ}\text{C}$

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

3.16. Резервуар баландлиги 2,4 м ва диаметри 1200 мм заррачаларининг диаметри 0,3 мкм бўлган қаттиқ jismlar  $20^\circ\text{C}$  ли спиртта 24 соатда чўкса, бундай заррачаларининг зичлиги қанча бўлади?

3.17. Агарда 3 та циклда  $42 \text{ м}^3$  вино тозаланса, пластинали филтърнинг ўртача иш унумдорлигини аниқланг. Ҳар бир цикл филтърлаш вақти (3 соат) ва филтърли тозалаш ва ишла тийёрлаш вақти (1 соат) лардан ташкил топган.

3.18. Агар, филтърлаш жараёнининг тезлиги  $w = 0,00012 \text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$  бўлса, филтърнинг иш унумдорлиги  $4 \text{ м}^3/\text{соат}$  бўлиши учун  $0,4 \times 0,4 \text{ м}$  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. Турилмага 15 кг суспензия берилмоқда. Унинг зичлиги  $1480 \text{ кг/м}^3$ . Юқоридаги шарт-шароитларда центрифуганинг ажратиш коэффициентини ва филтърлаш босимини аниқланг.

3.20. Филтърловчи центрифуга барабанининг диаметри 0,45 м ва баландлиги 0,3 м. Барабани минутига 2000 айланиш қилмоқда ва натижада ҳосил булётган суюқлик халқасининг диаметри 0,32 м. Суспензия зичлиги  $1380 \text{ кг/м}^3$ , уни қайта ишлаш циклининг вақти 10 мин. Филтърловчи центрифуганинг ажратиш коэффициентини ва ўртача иш унумдорлиги ҳисоблаб топилсин.

3.21. Қуйидаги маълумотларга асосланиб НН10ГАЗ тишидаги циклон танлансин: чағи ҳаво сарфи  $5100 \text{ м}^3/\text{соат}$  ( $0^\circ\text{C}$  ва 760 мм.сим.уст.), температураси  $50^\circ\text{C}$ , зичлиги  $1200 \text{ кг/м}^3$  ва энг кичик заррачалар диаметри 15 мкм. Циклоннинг гидравлик қаршилиги ҳам аниқлансин.

3.22. Ювиш интенсивлиги  $10 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{мин})$ ; чўкма қатлам қалинлиги 25 мм; ювиш суви филтратидаги тузнинг бошланғич концентрацияси  $40 \text{ г/дм}^3$ ; филтърлаш вақти 1 соат 20 минут бўлса, ювиш тезлиги константа нини аниқланг.

3.23. Ўқдаги қувват 7 кВт бўлган, умумий ўқда ўрнатилган 2 га икк: парралли аралаштиргични мустақкамлиги ҳисоблансин. Парраклар диаметри 1,6 м, эи 0,16 м ва ўқнинг айланиш сопи 48 айл/мин. Аралаштиргич Ст.3 материалдан тийёрланган 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 глицеринин ( $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$ ,  $\mu=1.6 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ) интенсив аралаштириш учун уч парракли аралаштиргичнинг диаметри қандай бўлиши керак? Цилиндрик идиш диаметри 1,75 м паррак айланиш сони 500 айл/мин ва сарфланаётган қувват миқдори 17 кВт.

3.26. Уч парракли пропеллерли аралаштиргич минутига 900 марта айланиб винони аралаштириш 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°С.

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

Сут ва ёғизлантирилган 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. Барабанининг айланиш частотаси  $150 \text{ с}^{-1}$ . Тарелкалар оғиш бурчаги 45°. Жараён температураси 40°С бўлса, оқимнинг тезлиги ва ёғ шарларининг суюқлик ичидан сузиб чиқиш тезлигини аниқлан.

3.29. Аввалги масала маълумотлари асосида, сепара орнинг ажратиш фактори  $k$  ни ҳисоблаб чиқинг.

3.30. Аралаштиргич ичига бурама труба ўрнатилган бўлиб, бакнинг диаметри  $D=2,0 \text{ м}$ . Унинг ёғининг 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. Ёғининг температураси  $t=25^\circ\text{C}$ . Ушбу аралаштиргичга ўрнатилиши керак бўлган двигателнинг қуввати аниқлансин.



## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №5

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

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\rho$	кг/м <sup>3</sup>	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

Тамето	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 коэффициентини  $\zeta$ , массавий сарфи  $G$  ва температура  $t$ , заррачалар диаметри  $d$  ва босим фарқининг зичликка нисбати бўлганда, пурқичли қуритгичдан чиқаётган ҳаводан тоза, туруқ материални ажратиш учун циклон ҳисоблансин (3.5-расм).

Бунинг учун қуйидагилар аниқлансин:

а) циклоннинг цилиндрик қисмида ўтаётган газнинг шартли тезлиги -  $w_{ш}$ , м/с;

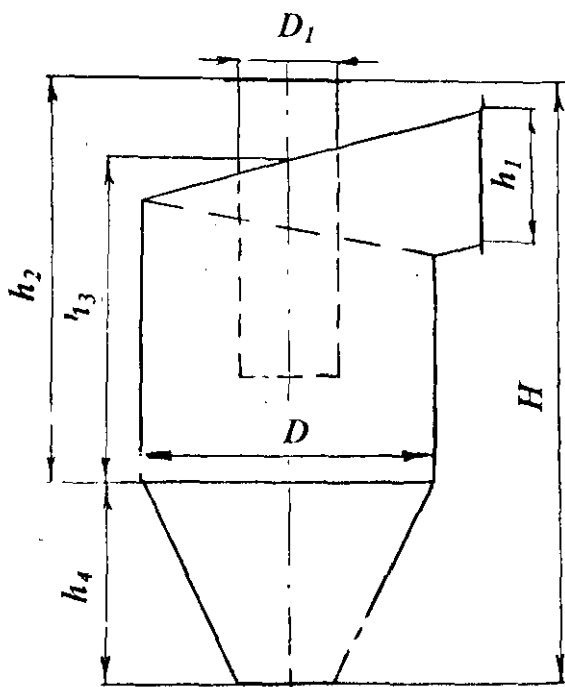
б) циклон диаметри -  $D$ , м;

в) циклоннинг гидравлик қаршилиги -  $\zeta$ , мм.сув уст.;

г) циклоннинг  $H, h_1, h_2, h_3, h_4, D$  параметрлари

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги 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	
$\xi$	—	100	70	50	80	90	110	60	40	120	30	
$\Delta p / t_x$	—	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.

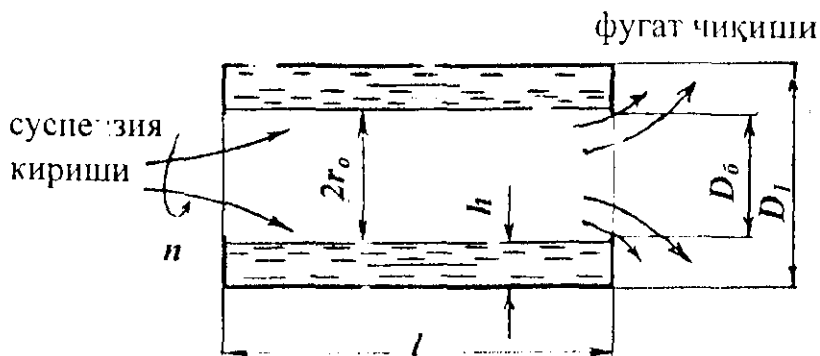
## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N7

$\text{CaCl}_2$  нинг сувда эритмаси кристаллизаторга юборилмоқда. Кристаллизаторда ҳосил бўлаётган суспензия горизонтал автоматик центрифугага туширилмоқда. Центрифуга ф.и.к.  $\eta=0,5$  деб қабул қилинсин.  $\text{CaCl}_2$  заррачаларнинг зичлиги  $\rho_k=2500$   $\text{кг/м}^3$ , муҳитники эса  $\rho=1200$   $\text{кг/м}^3$ , суспензиянинг температураси  $45^\circ\text{C}$  ва динамик қовушоқлик коэффициенти  $\mu=3,3 \cdot 10^{-3}$  Па·с.

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

Ла-рам ёри	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



3.6-расм. Горизонтал чўктирувчи центрифуганинг схемаси.

## КОНТРОЛ ТЭПШИРИҚ №8

Туклининг  $O_{II}$  бўлган пахта чигитини температураси - ҳаво Эндамида мавҳум қайнаш ҳолатига келтирилмоқда. Мавҳум қайнаш қурilmасидаги босим - атмосфера босимига тенг.

Пахта чигитини мавҳум қайнашининг бошланиш тезлиги ва заррачаларнинг қурilmадан чиқиб кетиш тезликларини аниқлансин.

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

## КОНТРОЛ ТЭПШИРИҚ №9

Дастлабки филтрлаш жараёнида  $1 \text{ м}^2$  филтрлаш олинган филтрат миқдори филтрлаш бошлангандан  $t_1$  минутдан сўнг  $V_1$  ҳажмда,  $t_2$  минутдан кейин эса  $V_2$  ҳажмда филтрат олинди. Филтр юзаси  $1 \text{ м}^2$  бўлса,  $V$  миқдордаги суюқликни филтрлаш 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 <sup>3</sup>	1	2	8	5	3	8	6	9	7	4
$t_2$	мин	15	25	100	50	30	60	60	100	90	55
$V_2$	дм <sup>3</sup>	3	6	24	15	10	20	18	27	21	12
$V$	дм <sup>3</sup>	10	20	100	50	30	80	60	90	70	40

## ИССИҚЛИК АЛМАШИНИНГ ЖАРАЁНЛАРИ

Кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноатларда материалларни иссиқлик ёрдамида ишлаб бериш жуда кенг тарқалган жараёнлардан биридир. Технолик жараёнининг мақсади ва характерига қараб материалнинг температураси бир меъёрга ушлаб турилади, иситилди, совуту ади ёки музлатилди, булар конденсацияланади. Бу жараёнларнинг ифодаловчи муҳим кўрсаткич бўлиб иссиқлик ўтказиш коэффициентини ҳисобланади ва у қурилмаларнинг лойиҳалашда унинг ўлчамларини ва жараённинг интенсивлигини аниқлашга ёрдам беради.

### Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

1. Иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламаси.

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

бу ерда  $Q$  – иссиқлик миқдори, Вт;  $K$  – иссиқлик ўтказиш коэффициенти, Вт/(м<sup>2</sup> К);  $F$  – муҳитларни ажратувчи девор юзаси, м<sup>2</sup>;  $\Delta t_{\text{ср}}$  – иссиқ ва совуқ муҳитлар температуралари ўртасидаги фарқи, °С.

2. Иссиқлик алмашишнинг қурилмасининг иссиқлик баъати.

2.1. Иссиқлик ташувчи агентларнинг агрегат ҳолати ўзгарганда:

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

2.2. Иссиқлик ташувчи муҳитларнинг бирортасининг агрегат ҳолати ўзгарганда:

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

бу ерда  $G_1$  ва  $G_2$  – иссиқ ва совуқ агентларнинг сарфи, кг/с;  $c_1$ ,  $c_2$  ва  $c_{\text{с.кон}}$  – иссиқ, совуқ ва иситиувчи буғ конденсациянинг иссиқлик кoeffициенти, Ж/(кг К);  $t_1'$ ,  $t_1''$ ,  $t_2'$ ,  $t_2''$  – иссиқ (индекс "1") ва

совуқ (индекс "2") агентлари.  $\Gamma$  бошланғич ва охири температуралари;  $D$  - иситувчи буғ сарфи, кг/с;  $\tau$  - буғ ҳосил бўлиш иссиқлиги, Ж/кг;  $\theta$  - қурилмадан чиқаётган конденсат температураси, °С;

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

3. Иссиқлик ўтказиш коэффициенти,  $K$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К).

3.1. Текис ва цилиндрсимон ( $d_{\text{иу}}/d_{\text{г}} > 0,5$  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  $d_{\text{иу}}/d_{\text{г}} < 0,5$  бўлса, цилиндрсимо деворли юзанинг 1 м узунлиги учун  $K$  қуйидагича ҳисобланади:

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

$K_2$  ва  $K_1$  лар ўртасида қуйидаги боғлиқлик бор.

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

(4.4)-(4.6) формулаларда  $\alpha_1$  - иссиқлик ташувчи муҳитдан девор юзасига иссиқлик бериш коэффициенти, Вт/м<sup>2</sup>·К;  $\alpha_2$  - девор юзасидан совуқ муҳитга иссиқлик бериш коэффициенти, Вт/м<sup>2</sup>·К;  $\delta_{\text{д}}$  - иссиқлик ўтказиш деворнинг қалиنлиги, м;  $\lambda_{\text{д}}$  - деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $d_1$  ва  $d_2$  - трубанинг ички ва ташқи диаметрлари, м;  $\sum r_{\text{д}}$  - девор ва ундаги ифлосликларнинг термик қаршиликлар йиғиндисен;  $r_{\text{и1}}$

ва  $t_{m2}$  - трубаининг ички ва тапқи деворларидаги ифлосликларнинг термик қарийишиги,  $m^2 \cdot K/Vt$ .

Батти бир иссиқлик ташувчи агентларнинг  $\alpha$  тахминий қийматлар 4.1-жадвалда келтирилган.

4.1-жадвал

Иссиқлик ташувчи агент	$R_{diff}, m^2 \cdot K/Vt$
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	$8,7 \cdot 10^{-4}$
Ҳалло	$3,5 \cdot 10^{-4}$

Иссиқлик ташувчи муҳитларнинг ўртача температуралар фарқи ушбу тенгламадан топилади:

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

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

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

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

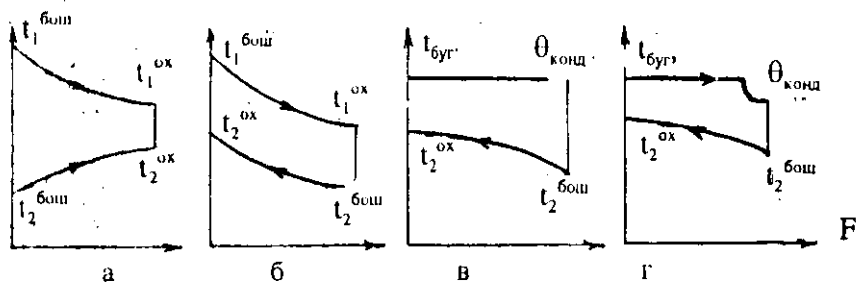
4.1. Иссиқлик ташувчи муҳитларнинг агрегат ҳолати ўзгарганда (4.1а,б-расмлар)  $\Delta t_{ка}$  ва  $\Delta t_{ку}$  қуйилган аниқланади.

бир хил йўнариш 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  $\varphi$  гарши 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/ 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 коэффициентини  $\alpha$  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:

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

(4.11-4.18) формулаларга кирувчи параметрлар:

$d$  — аниқловчи геометрик ўлчам, м;  $\lambda$  — иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м·К);  $c$  — солиштирама иссиқлик кигими, Ж/(кг·К);  $\mu$  — динамик қовушоқлик коэффициенти, Па·с;  $\nu$  — кинематик қовушоқлик коэффициенти, м<sup>2</sup>/с;  $g$  — эркин тушиш тезлашуви, м/с<sup>2</sup>;  $\alpha$  — иссиқлик ташувчи муҳит тезлиги, м/с;  $\beta$  — ҳажмий кенгайиш коэффициенти, 1/К;  $\Delta t$  — иссиқлик бериш юзаси ва муҳит орасидаги (ёки тескарсин) температуралар фарқи, °С;  $\Delta t_{\phi}$  — иссиқлик бериш юзаси ва буғ орасидаги температура фарқи, °С.

Ушбу катталиқлар ҳар бир нуққлик учун ўртача температурада топилади:

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

Температуралар фарқи олатда тегишли ҳисоблар ўтказиш учун олдиндан бериллади ва ундан сўнг кетма-кет яқинлашиш усули ёрдамида эндиқроқ қиймати топилади.  $\Delta t$  ва  $t_d$  каттликлари солиштирма иссиқлик оқимларнинг баланси тенгламасидан ҳисобланиб топилади:

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

бу ерда  $\Delta t_{yp1}$  ва  $t_{yp2}$  — иссиқ ва совуқ муҳитларнинг ўртача температураси; буғли иссиқлик алмашилиш 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 ўлчам эквивалент диаметрга тенг деб қабул қилинади:

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

$S$  — оқимнинг кўндаланг кесим юзаси,  $m^2$ ;

$\Pi$  — оқим кесимининг тўла периметри,  $m$ .

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

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

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

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_d} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_1 \quad (4.22)$$

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 коэффициентини  $\alpha_1$  қуйидагича ҳисоблаш

мумкин

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

$\alpha_T$  - турбулент режим учун иссиқлик бериш коэффициент (4.22)дан  $\Delta t_{ур}$  учун топилади;

$\epsilon_{ур}$  - ўтиш соҳаси учун  $Re$  га боғлиқ гузатиш коэффициенти 4-2 жадвалдан олинади.

4-2 жадвал

Re	2500	3000	4000	5000	6000	8000	10000
$\epsilon_{ур}$	0,4	0,57	0,72	0,81	0,88	0,96	1,0

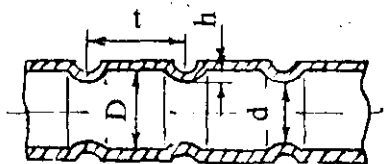
Тўғри труба ва каналларда ламинар режимда ( $Re < 2320$ ) иссиқлик бериш қуйидаги ҳисоблаш тенгламасидан аниқланади:

$$Nu = 0,15 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \cdot \epsilon_1 \quad (4.24)$$

ёки

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

6. Иссиқлик алмашиниш жараёнини интенсифлашнинг энг самарадор усуллари тан бири, бу трубаларга дискрет жойлашган қўндаланг каналлар қилишидир (4.2 – расм).



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

Газларни совитиш ва иситиш жараёнида иссиқлик алмашиниш интенсифлиги 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,

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

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

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

Газларни иситиш пайтида,

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

Газларни совитиш пайтида

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

Суюқликлар учун  $\gamma_1$  таъа иссиқлик алмашиниш коэффициентининг интенсивлиги ( $t/D=0,5$  ва  $d/D=0,94$ )

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

бу ерда

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

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

$$\Gamma = n \cdot d_{sp} \cdot l \cdot \nu \quad (4.32)$$

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

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 кўндаланг 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 трубага қурилманинг қўллари сони.

8.2. Массавий 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  $\rho$  - иссиқлик ташувчи муҳрнинг зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ .

9. Иссиқлик ўтказувчанлик.

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

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

бу ерда  $q$  - иссиқлик оқимининг зичлиги,  $\text{Вт/м}^2$ ;  $Q$  - иссиқлик оқими,  $\text{Вт}$ ;  $F$  - девор юзаси,  $\text{м}^2$ ;  $t_n$  ва  $t_c$  - иссиқ ва соғуқ деворлар юзасининг температураси,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $r = \delta/\lambda$  - деворнинг термик қаршилиги,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;  $\delta$  - девор қалинлиги, м;  $\delta/\lambda$  - иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини,  $\text{Вт/м} \cdot \text{К}$ .

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 деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик тенгламаси

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_u - t_c) \cdot F_{yp} = \frac{2 \cdot n \cdot \lambda \cdot (t_u - t_c) \cdot L}{2,3 \cdot \lg(d_2/d_1)} \quad (4.38)$$

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  $d_2$  - труба 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 графиди бўлганда, тажрибавий маълумотлар йўқ бўлса, суюқликларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ушбу формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

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

$c$  – суюқликнинг солиштирма исс. қлик сифими, Ж/(кг·К);  $\rho$  – суюқлик зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $M$  – суюқлик моляр массаси, кг/кмоль;  $A$  – суюқликнинг ассоциацияланиш даражасига боғлиқ коэффициент, м<sup>3</sup>·кмоль<sup>-0,33</sup>·с<sup>-1</sup> (сув учун  $A=3,5 \cdot 10^{-6}$ , бензол учун  $A=4,22 \cdot 10^{-6}$ ).

Исталган  $t$  температурадаги суюқликнинг иссиқлик ўтказувчанлиги қуйидаги формулада топилди:

$$\lambda_1 = \lambda_{30} \cdot [1 - \varepsilon \cdot (t - 30)] \quad (4.43)$$

бу ерда  $\varepsilon$  – температуравий коэффициент.

Бъъзи суюқликлар учун  $\varepsilon \cdot 10^3$  (°С<sup>-1</sup>) қийматлари:

Анилин	- 1,4	Проц. 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:

$$\lambda_{\text{э}} = \lambda_{330} \frac{\lambda_{\text{с}1}}{\lambda_{\text{с}30}} \quad (4.44)$$

бу ерда  $\lambda_3$  ва  $\lambda_с$  – эритма ва сувнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари.

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

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

бу ерда  $\mu$  – 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 иссиқ, ик 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 ИШТАН НАМУНАСИ

4-1. Сув спиртининг 75%ли буги ректификация колоннаси-нинг конденсаторида конденсацияланмоқда. Сувга сувчи сув  $10^{\circ}\text{C}$  температура қурилмага келиб,  $50^{\circ}\text{C}$ га исмиқмоқда. Конденсатор-нинг диаметри  $35 \times 1,5$  мм ва узунлиги 1,3 бўлган 121 та трубадан йиғилган. Қурилманинг иссиқлик ўтказиш коэффициенти  $400 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Конденсацияланаётган бугнинг 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. Бугнинг параметрлари 22-жадвалдан топилди. Бугнинг концентрацияси 75% бўлганда конденсацияланиш темпера-ураси  $t = 82,8^{\circ}\text{C}$ , буғланиш иссиқлиги  $r = 1210 \text{ кЖ}/\text{кг}$ , зичлиги эса  $\rho = 1,145 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

3. Ўртача 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,  $\Delta t_{\text{вр}}$  (4.7) формула орқали ҳисобланади:

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



4. Конденсаторнинг иссиқлик юкчаси (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 алмашиши қурилмасининг диаметри  $d=25 \times 2 \text{ мм}$  ли, 13 та трубадан ясалган. Кожухнинг ички диаметри 273 мм. Қурилмада соатига 10 т сув  $10^\circ$  дан  $70^\circ\text{С}$  га ча иситилмоқда. Сув труба ичидан ва трубалараро бўшлиқдан ўтаётган пайғидаги иссиқлик бериш коэффициентини топиш

**Е ч и ш:**

Ҳисоблаш қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

1. Илс задаги 4-жадвалдан  $t_{\text{ур}} = 40^\circ\text{С}$  да сувнинг физик харақтеристикалари 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 критерий  $\text{Pr} = 4,31$ .

2. Труба ичида оқаётган сувнинг тезлиги ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$w = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2 \cdot n \cdot 3600 \cdot \rho} = \frac{4 \cdot 10000}{3,14 \cdot 0,021^2 \cdot 15 \cdot 992 \cdot 3600} = 0,62 \text{ м/с}$$

3. Рейнольдс критерийси (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:

$$Nu = 0,021 \cdot 19568,8^{0,6} \cdot 4,31^{0,43} = 107,12$$

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 қўндаланг кесим юзаси:

$$S = 0,785 \cdot (d_{uc}^2 - d_m^2)$$

$d_{uc}$  ва  $d_m$  - трубаининг 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  $(Pr/Pr_w) = 1$  инобатга олиб, турбулент ҳаракат режими учун (4.2?) ва (4.23а) 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 оралидаги 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  $15^\circ\text{C}$  дан  $57^\circ\text{C}$  гача иситиш учун қанча иссиқлик миқдори сарф бўлади? Иссиқликнинг атраф муҳитга исроф бўлиши ҳисобга олинмасин.

Е ч и ш:

Резервуарнинг тўла ҳажмини ушбу формулада ҳисоблаш мумкин:

$$V = \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot H$$

Резервуардаги вино ҳажми,

$$V_n = \varphi \cdot V$$

формуладан аниқланади. Унинг миқдори эса,

$$M = V_n \cdot \rho$$

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

$$Q = M \cdot c_B \cdot \Delta t_B = 5346 \cdot 3700 \cdot 42 = 830750 \text{ кЖ}$$

$$\Delta t_B = t_{2B} - t_{1B} = 57 - 15 = 42^\circ \text{C}$$

## КОЖУХ-ТРУБАЛИ ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШИ ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Ректификацион колоннадан чиқаётган  $G_1 = 6,0 \text{ кг/с}$  миқдордаги куб қолдиги  $t_{100\%} = 102,5^\circ\text{C}$  дан  $t_{10} = 30^\circ\text{C}$  гача совитини учун кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси (4.3-расм) ҳисоблансин ва нормаллашган қурилма танлансин. Куб қолдиги коррозияга актив органик суюқлик бўлиб, ўртача  $t_f = 0,5 \cdot (t_{100\%} + t_{10\%}) = 66^\circ\text{C}$  да қуйидаги физик-кимёвий характери-стикаларга эга:

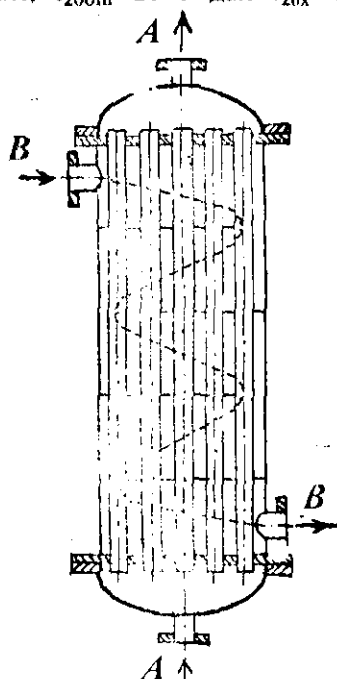
$$\rho_1 = 906 \text{ кг/м}^3;$$

$$\mu_1 = 0,00054 \text{ Па}\cdot\text{с};$$

$$\lambda_1 = 0,662 \text{ Вт/}\cdot\text{(м}\cdot\text{К)};$$

$$\beta_1 = 0,00048 \text{ К}^{-1}.$$

Совитиш сув ёрдамида амалга оширилмоқда ва унинг температура-си  $t_{2\text{бош}} = 20^\circ\text{C}$  дан  $t_{2\text{ох}} = 40^\circ\text{C}$  гача кўтарилмоқда.



4.3-расм. Сетма-труба қурилмада кўйидаги тусидаги кожух - труба иссиқлик алмашиниш қурилмаси

Иссиқлик алмашиниш қурилмасини ҳисоблаш қуйидаги бундай схемада келтирилган кетма-кетликда олиб борилади (4.4 - расм).

1) Қурилманинг иссиқлик алмашиниш юзламасини топаётимиз:

$$Q = G_1 \cdot c_1 (t_{1\text{бош}} - t_{1\text{ох}}) = 0,6 \cdot 4180 \cdot (102,5 - 30) = 1820000 \text{ Вт}$$

2) Иссиқлик баланси тенгласидан сувнинг сарф.ни 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 кўйида 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:

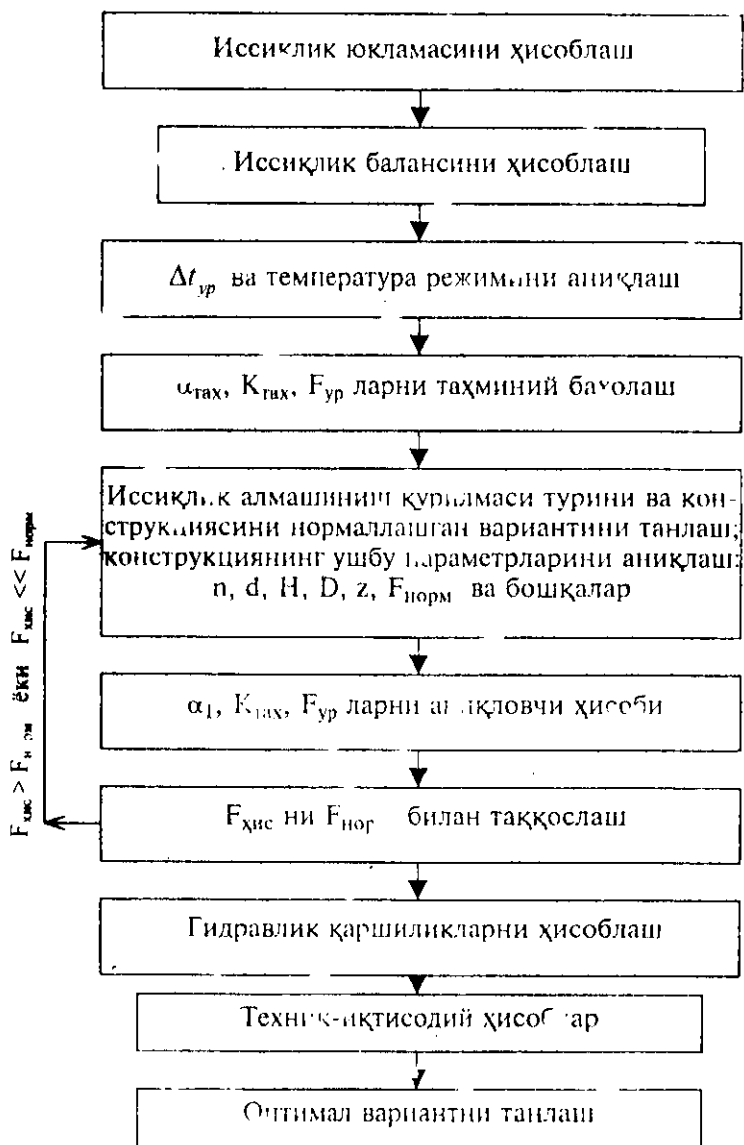
$$\Delta t_{\text{пр}} = \frac{(t_{1\text{бош}} - t_{2\text{ох}}) - (t_{1\text{ох}} - t_{2\text{бош}})}{\ln \frac{t_{1\text{бош}} - t_{2\text{ох}}}{t_2 - t_{2\text{бош}}}} = \frac{(102,5 - 40) - (30 - 20)}{\ln \frac{62,5}{10}} = 28,6^\circ\text{C}$$

4) Иссиқлик алмашиниш қурилмасини тахминий танлаш.

Иссиқлик ташувчи агентларнинг қайси бирини труба ичига, қайси бирини трубалараро бўшлиққа йўналтириш, унинг босими, эрозия фаолиги, труба юзасини ифлослаш қобилияти ва бошқаларга боғлиқдир. Бизнинг масалада, куб қолдиғи - коррозияга доғдул муҳит бўлгани учун уни труба ичига йўналтираемиз, сувни эса трубалараро бўшлиққа юборамиз.

Труба ичидаги суюқликнинг оқиши турбулент, 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 сонини  $n$  та бўлган бир йўллик 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. Исиклик алмашининг қурилмасини ҳисоблаш ехемаси

$d = 25 \times 2$  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 тегшли иссиқлик ўтказиш коэффициентининг тахминий минимал сон қиймати қуйидагига тенг бўлади:  $K_{\text{тах}} = 800 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  (4-3 жадвал).

4-3 жадвал

Иссиқлик ўтказиш коэффициенти  $K$  нинг тахминий қийматлари  
( $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )

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	100 - 340
ўглеводород, 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:

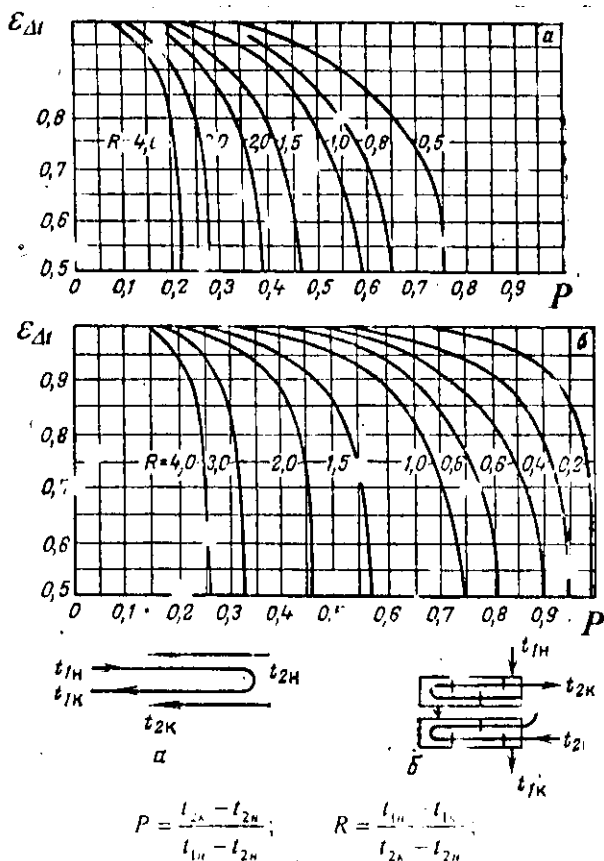
$$F = \frac{Q}{\Delta t_{\text{ср}} \cdot K} = 79,5 \text{ м}^2$$

6- жадвалдан кўриниб турибдики, ушбу юзали иссиқлик ал-



машиниш қурилмаси кожухининг диаметри 600-800 мм д.р. Шунга аҳамият бериш керакки, фақат йўллари сони  $z = 4$  ва 6 бўлган кўп йўлли қурилмалардагина:  $n/z$  нисбати 50 га яқин.

Маълумки, кўп йўлли иссиқлик алмашишни қурилмаларида ўртача ҳаракатга келтирувчи куч бир йўлли қурилмаларникидан бирмунча камроқ бўлади. Бунга сабаб, иссиқлик ташувчи агентларнинг ўзаро аралаш йўналишларида ҳаракат ҳосил бўлишидир.



4.5-расм. Иссиқлик ташувчи агентларнинг ўзаро мураккаб ҳаракатлари учун  $\epsilon_M$  тузатмани аниқлаш.

4.5 - расмдан ўртача температуралар фарқи учун тегишли тузатиш қийматини топиш.

$$P = \frac{t_{2ox} - t_{26ош}}{t_{16ош} - t_{26ош}} = \frac{40 - 20}{102,5 - 20} = 0,24$$

$$R = \frac{t_{16ош} - t_{2ox}}{t_{2ox} - t_{26ош}} = \frac{102,5 - 30}{40 - 20} = 3,6$$

$$\varepsilon_{\Delta t} = 0,77 \quad \text{ва} \quad \Delta t_{yp} = 28,6 \cdot 0,77 = 22^{\circ}\text{C}$$

Олинган тузатиш коэффициентини ҳисобга олсак, тахминий иссиқлик алмашиниш юзаси қуйидагига тенг бўлади:

$$F_{max} = \frac{Q}{\Delta t_{yp} \cdot K} = \frac{1820000}{22 \cdot 80^{\circ}} = 103,5 \quad \text{м}^2$$

Энди, қуйидаги вариантлар учун аниқловчи ҳисоблаш ўтказиш мақсадга мувофиқ бўлади:

$$\text{Iк } D = 600 \text{ мм, } d_T = 25 \times 2 \text{ мм, } z = 4, \quad \frac{n}{z} = \frac{206}{4} = 51,5;$$

$$\text{Пк } D = 600 \text{ мм, } d_T = 20 \times 2 \text{ мм, } z = 6, \quad \frac{n}{z} = \frac{316}{6} = 52,7;$$

$$\text{Шк } D = 800 \text{ мм, } d_T = 25 \times 2 \text{ мм, } z = 6, \quad \frac{n}{z} = \frac{384}{6} = 64,0;$$

### 5) Иссиқлик ўтказиш юзасини аниқловчи ҳисоби:

#### Вариант Iк

$$Re_1 = \frac{4 \cdot G}{n \cdot d \cdot \left(\frac{n}{z}\right) \cdot \mu_1} = \frac{4 \cdot 6,0}{n \cdot 0,021 \cdot 51,5 \cdot 0,00054} = 13100$$

$$Pr_1 = \frac{c_1 \cdot \mu_1}{\lambda_1} = \frac{4100 \cdot 0,0054}{0,662} = 3,4$$

Труба ичида турбулент режимда оқётган суюқликнинг иссиқлик алмашиниш коэффициенти қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_{ден}} \right)^{0,25}$$

$t_1$  ва  $t_{1,ден}$  температуралар фарқи кичик бўлгани учун ( $\Delta t_{ур} = 28,6^\circ\text{C}$  дан кам)  $(Pr/Pr_{ден})^{0,25}$  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 кундаланг 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 алмаши- ниш коэффициенти қуйидагича топилади:

$$Nu = 0,23 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_{ден}} \right)^{0,25}$$

$$\alpha_2 = \frac{0,618}{0,025} \cdot 0,24 \cdot 16960^{0,6} \cdot 3,4^{0,36} = 3785 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Куб қолдиги органик суюқлик бўлгани учун 4-4 жадвалга би- ноан трубада ҳосил бўлган ифлосликларнинг термик қаршилиги  $r_{ифл1} = r_{ифл2} = 1/5800 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Ундан ташқари, куб қолдиги коррозия фаоллиги сабабли, трубалар мате- рiali зашгламайдиган пўлатдан танланади. Бу пўлатнинг иссиқлик ўтказиш коэффициенти  $r_{пўлат} = 17,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Иссиқлик ташувчи агеи	$\frac{1}{r_{ифт}}$
Сур	
ифлосланган	1400 - 1860
ўртача сифатли	1860 - 2900
яхши сифатли	2900 - 5800
дистилланган	11600
Ҳаво	2800
Нефт маҳсулотлари, мой, со- витувчи агент буғи	2900
Нефт хом ашёси	1160
Органик суюқлик, суюқ сову- тувчи агентлар	5800
Гаркибида 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  $F_{\text{н}} = 97 \text{ м}^2$  ли иссиқлик алмашинуш қурилмаси тўғри келади.

Демак, юза бўйича заҳира

$$\Delta = \frac{97 - 94,6}{94,6} \cdot 100 = 2,54\%$$

ни ташкил этади.

Иссиқлик алмашинуш қурилмасининг массаси  $M = 3130 \text{ кг}$  (65 - жадвал).

**6) Қурилма нинг конструктив ўлчамларини аниқлаш.**

Бунинг учун керакли бошланғич маълумотлар — иссиқлик алмашинуш юзаси  $F$  ва труба нинг узунлиги  $L$ .

Т пини керак: трубалар сони -  $n$ , уларнинг жойлашинуш қурилма корпусининг диаметри -  $D$ , труба ва трубалараро бўшлиқдаги йулар сонларини, ҳамда штуцерларнинг геометрик ўлчамларини.

Трубалар сони ушбу тенглама орқали топилади:

$$n = \frac{F}{\pi \cdot d_{\text{ср}} \cdot l}$$

бу ерда  $d_{\text{ср}}$  - труба нинг ҳисобий диаметри, агарда  $\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  бири-бирига яқинроқ сон қийматларга эга бўлса,

$$d_{\text{ср}} = \frac{d_{\text{тах}} + d_{\text{мин}}}{2}$$

агарда  $\alpha_1 \gg \alpha_2$  ёки  $\alpha_1 < \alpha_2$  бўлса, унда  $d_{\text{ср}}$  сон қиймати суяқлик билан ювилаётган труба нинг  $\alpha$  си томондаги диаметрига  $d$  га тенг бўлади.

Одатда, трубалар труба тўрлага 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, олти-  
бурчакнинг 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:

$$t = (1,2 + 1,4) \cdot d_{\text{таш}} \quad |$$

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

$$D_{\text{ич}} = 1,1 \cdot t \cdot \sqrt{n}$$

көп йўлли бўлганда эса,

$$D_{\text{нч}} = 1,1 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{n}{\eta}}$$

бу ерда  $\eta = 0,6-0,8$  - труба тўрини трубалар билан тўлдиривчи коэффициент ва у ҳисоблаш йўли топилади.  $D_{\text{нч}}$  нинг сон қиймати стандарт ёки нормаллардаги бутун сон қийматларига яхлитланади.

Труба тўрлари орасидаги масофа, яъни трубаларнинг ишчи узунлиги  $l_1$  қуйидаги ҳисоблаш формуласидан топиши мумкин:

$$l_1 = \frac{F}{\pi \cdot d_{\text{нр}} \cdot r \cdot z}$$

бу ерда  $z$  - йулар сони;  $r$  - бир йўлдаги трубалар сони

Иссиқлик алмашишиш қурилмасининг ишчи узунликлари қуйидагиларга тенг қилиб олиш тавсия этилади:

$$l_1 = 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 6000; 9000$$

Кўп йўлли иссиқлик алмашишиш қурилмаси йўллар сони ҳудудим жуфт бўлиши тавсия қилинади. Агарда, кўп йўл қурилма трубалари узунликлари руҳсат этилганидан ортиқ бўлса, йўллар сони  $z$  ўзгартрилади.

Кожух-трубали иссиқлик алмашишиш қурилмасининг умумий баъандлиги труба узунлиги  $l_1$  ва 2 та тақсимловчи камералар баъандликлари  $h$  ларнинг йиғиндисига тенг, яъни:

$$H = l_1 + 2 \cdot h$$

бу ерда  $h = 200-400$  мм.

Бошқа турдаги иссиқлик алмашишиш қурилмалари учун конвектив ҳисоблашлар қўшимча адабиётларда келтирилган [5,16,31].

Илгирларнинг шартли диаметри кожух диаметри ва йўллар сонига боғлиқ бўли 5, 66 - жадвалдан танланади.

Сегментли тўсиқлар сони иссиқлик алмашишиш қурилмасининг узунлиги ва диаметрига боғлиқ. Нормаланиш

суюқлик алмашиниш қурилмаси лнинг сегментлар сони 67 - жадвалда берилган.

7) Гидравлик қаршиликни ҳисоблаш.

Трубада босимнинг йуқотилиши ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\Delta p = \left( \lambda \cdot \frac{l}{d_3} + \sum \zeta_{\text{мк}} \right) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{\gamma}$$

бу ерда суюқликнинг ҳаракат йўли  $L-z$  бўлади.

Труба ичида оқаётган 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  $\lambda$  оқимнинг ҳаракат режими ва сир-бударлигига боғлиқдир.

Ламинар режимда

$$\lambda = \frac{A}{\text{Re}}$$

бу ерда  $A$  - коэффиценти, труба қувуғининг қўндаланг кесилишнинг шаклига боғлиқ.

Қуйида баъзи бир қўндаланг кесилар учун коэффицент  $A$  ва эквивалент диаметр  $d_3$  ларнинг қийматлари келтирилган.

Суюқлик турбулент режимда оқиш пайтида учта зона мавжуд бўлиб, улар учун турли формулалар қўлланилади.

Текис ишқаланиш зонаси учун ( $2320 < \text{Re} < 10 \frac{1}{e}$ )

$$\lambda = \frac{0.316}{\sqrt[4]{\text{Re}}}$$



Кўндаланг 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
$B/a = 2$	62	1,3a

бу ерда  $e = \Delta/d_3$  - трубаинг нисбий ғадир-будурлиги;  $\Delta$  - трубаинг абсолют ғадир-будурлиги (ҳисоблар учун  $\Delta = 0,2 \cdot 10^{-3}$  м деб қабул қилинса бўлади).

Трубаларнинг ғадир-будурлиги  $\Delta$  нинг тахминий сон қийматлари 4-6 жадвалда келтирилган.

Трубалар	$\Delta$ , 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
Ишлатилг ч. чўян труба	1,4
Текис алюминий трубалар	0,015 - 0,06
Латунь, мис, қўроғошин 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 тегилади:

$$\lambda = 0,25 \cdot \left\{ \lg \left[ \frac{e}{0,37} + \left( \frac{6,81}{Re_{тр}} \right)^{0,9} \right] \right\}^{-2}$$

Т; уба 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:

$$\Delta p_{троб} = \sum \zeta_{троб} \left( \frac{\rho \cdot w_{троб}^2}{2} \right)$$

Трубалараро бўшлиқдаги суюқлик тезлигини қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$w_{\text{троб}} = \frac{G_{\text{троб}}}{S_{\text{троб}} \cdot l}$$

Трубалараро бушлиққа суюқлик оқиши пайтидаги маҳаллий қаршилиқлар:

$\zeta_{\text{троб1}} = 1,5$  - суюқликнинг кириши ва чиқиши;

$\zeta_{\text{троб2}} = 1,5$  - сегмент түсиқ орқали бурилиш;

$\zeta_{\text{троб}} = \frac{3 \cdot m}{\text{Re}_{\text{троб}}^{0,2}}$  - трубалар пакетининг қаршилиғи.

бу ерда  $m$  - труба қаторларининг сони.

$$\text{Re}_{\text{троб}} = \frac{G_{\text{троб}} \cdot d_m}{S_{\text{троб}} \cdot \mu}$$

Шундай қилиб, трубалар ичилиги гидравлик қаршилиқни ҳисоблаш қуйидаги формула ёрдамида олиб борилади:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{тр}} &= \lambda \cdot \frac{L \cdot z}{d} \cdot \frac{w_{\text{тр}}^2 \cdot \rho_{\text{тр}}}{2} + [2,5 \cdot (z-1) + 2 \cdot z] \cdot \frac{w_{\text{тр}}^2 \cdot \rho_{\text{тр}}}{2} + \\ &+ 3 \cdot \frac{w_{\text{тр}}^2 \cdot \rho_{\text{тр}}}{2} = 0,422 \cdot \frac{4}{0,021} \cdot \frac{986 \cdot 0,338^2}{2} + [2,5 \cdot (4-1) + 2 \cdot 4] \cdot \\ &\cdot \frac{986 \cdot 0,338^2}{2} + 3 \cdot \frac{986 \cdot 0,338^2}{2} = 2720 + 873 + 175 = 3768 \text{ Па} \end{aligned}$$

Труба қаторларининг сони ушбуга тенг:

$$m = \sqrt{\frac{276}{3}} = 8,27$$

яқлитлангандан сўнг  $m = 9$

Сегмент түсиқлар сони  $x = 18$  (67-жадвал).

Кожухдаги штуцерлар диаметри  $d_{\text{труби}} = 0,2$  м бўлса, ундаги сувнинг тезлиги эса,

$$w_{\text{труби}} = \frac{21,8}{n \cdot 0,2^{0,2} \cdot 996} = 0,696 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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 сириб ўтиш вагида 19  $(x + 1)$  та бурилш.

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршиликлар эса, ушбу тенгламадан топилади:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{труб}} &= \frac{3 \cdot m \cdot (x+1)}{Re_{\text{труб}}^2} \cdot \frac{\rho_{\text{труб}} \cdot w_{\text{труб}}^3}{2} + x \cdot 1,5 \cdot \frac{\rho_{\text{труб}} \cdot w_{\text{труб}}^3}{2} + \\ &+ \frac{\rho_{\text{труб}} \cdot w_{\text{труби}}^3}{2} = \frac{3 \cdot 9 \cdot (18+1)}{(16960)^2} \cdot \frac{996 \cdot 0,546^3}{2} + 18 \cdot 1,5 \cdot \frac{996 \cdot 0,546^3}{2} + \\ &+ 3 \cdot \frac{996 \cdot 0,546^3}{2} = 9720 + 4010 + 725 = 14455 \text{ Па} \end{aligned}$$

бу ерда  $x$  - сегмент тўсиқлар сони.

Гидравлик қаршиликларни енгиш учун сарф бўла тиган қувват миқдор - қуйидаги формуладан аниқланади:

$$N = \frac{V \cdot \Delta p}{1000 \cdot \eta}$$

бу ерда  $V$  - ҳосил қилик таълувчи агент сарфи,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\Delta p$  - напорнинг тўлиқ йўқотилиши, Па;  $\eta$  - насоснинг ф.и.к.

8) Иссиқлик алмашишини 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:

$$S = \frac{P_{\text{хис}} \cdot D_{\text{ич}}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p,3}] - P_{\text{хис}}} + C + C_1$$

бу ерда  $s$  - обечайка деворининг қалинлиги, м;  $P_{\text{хис}}$  - ҳисобланадиган босим, МПа;  $D_{\text{ич}}$  - қурилманинг ички диаметри, м;  $\varphi$  - пайвандлаш чокининг мустаҳкамлиги;  $C$  - коррозияга ҳисобга олган қўшимча қалинлик, м,  $C_1$  - технологик, монтажларни ҳисобга олувчи яхлитланган қўшимча қалинлик, м.

$\sigma_{p,3}$  - материалнинг руҳсат этилган кучланиши. Баъзи материаллар учун 4.6-расмда  $\sigma_{p,3}$  - сон қийматлари келтирилган.

$\varphi = 1,0$  - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш беради;

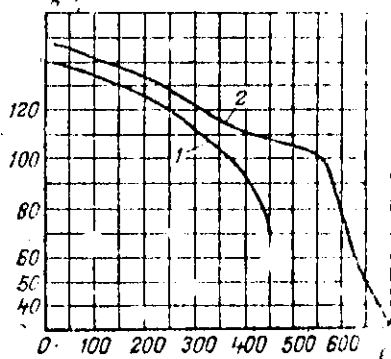
$\varphi = 0,95$  - бундай мустаҳкамликни икки учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама қўлда пайвандлаш беради;

$\varphi = 0,9$  - 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;

$\sigma_R, \text{МПа/М}^2$

Ҳисобланган қалинликка берилган қўшимча қалинликнинг миқдори коррозия тезлиги ва қурилманинг ишлатиш давомийлигига боғлиқдир. Масалан: 10 йил мобайнида ишлатиладиган қурилмада коррозия тезлиги 1,1 мм/йил бўлса,  $C = 1$  мм га тенг бўлади.



4.6-расм. Ст 3 (1) ва X18Cr10Ti (2) пўлатлар учун  $\sigma_{p,3}$

Агрессив муҳитнинг коррозия таъсири туфайли бериладиган материалга қўшимча қалинлик ушбу формула билан аниқланади:

$$C = P \cdot \tau_a$$

$P$  - коррозия тезлиги, мм/йил;  $\tau_a$  - амортизация муддати, йил.  
 Мустаҳкамланмаган тешик ва пайвандлаш юзлари туфайли обечайка мустаҳкамлигининг камайишини  $\varphi$  коэффициенти ҳисобга олади.

Тешик сабабли обечайкани мустаҳкамлигининг камайишини эса, ушбу формуладан топиш мумкин:

$$\varphi_0 = \frac{D_{\text{ич}} - d_2}{D_{\text{ич}}}$$

Рухсат этилган босим қуйида келтирилган формуладан аниқланади:

$$P_{\text{ос}} = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p2}] \cdot (S - C)}{D + S - C}$$

Юқорида берилган  $S$  ва  $\sigma_{p2}$  формулалар ушбу шарт bajarил-  
 дагина қўлланилади:

$$\frac{S - C}{D} \leq 0,1$$

#### 10) Қопқоқларни ҳисоблаш.

Эллиптик шаклдаги қопқоқ деворининг қалинлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$s_1 = \frac{P_{\text{хис}} \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p2}] - 0,5 \cdot P_{\text{хис}}} + C + C_1$$

бу ерда  $R = D^2/4H$  Стандарт қопқоқлар учун  $H = 0,25 \cdot D$   
 бўлганда  $R = D_{\text{ич}}$ .

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 бажонрилгандагина қўлланилади:

$$\frac{s_1 - C}{D_{uv}} \leq 0,1 \quad \text{ва} \quad H \geq 0,2 \cdot D_{uv}$$

Конусли қопқоқнинг  $l_{кон}$

$$l_{кон} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{D_{uv} \cdot (s_1 - C)}{\cos \alpha}}$$

масофадаги қалинлиги  $s_1$  мана шу тенгламадан топиши мумкин

$$s_1 = \frac{p_{xuc} \cdot D_{uv}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p3}] - p_{xuc} \cdot \cos \alpha} + C + C_1$$

Цилиндрик қисмнинг  $l_{ц}$

$$l_{ц} = 0,5 \cdot \sqrt{D_{uv} \cdot (s_1 - C)}$$

масофадаги қалинлиги  $s_1$  эса ушбу формуладан аниқланади

$$s_1 = \frac{p_{xuc} \cdot D_{uv} \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p3}]} + C + C_1$$

Юқорида келтирилган, конус ва цилиндрлик қисмларининг қалинликларини тегишли формулаларда ҳисоблаб чиқилган  $s_1$  ларнинг энг каттаси қабул қилинади, лекин  $s_1$  обечайканич қалинлиги  $s$  тан кам бўлиши мумкин эмас, яъни ( $s_1 > s$ ).

Думалоқ, текис қопқоқлар қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \left( \frac{K}{K_a} \right) \cdot D_{ув} \cdot \sqrt{\frac{P_{хис}}{[\sigma_{рз}]}} + C + C_1$$

бу ерда  $K$  - қопкоқ конструкциясига боғлиқ ва у жадвалдан қолланади [34].

**11) Энергетик сарфларни ҳисоблаш.**

а) Қурилма ва ускуналарга хизмат қилаётган электродвигател-лер 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 ускуналарга 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 ускуналардаги 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 қуйидаги формула билан таъинлаш мумкин:

$$D_{\text{ичф}} = (1,1 + 1,2) \cdot D_{\text{ичф}}^{0,933}$$

$D_{\text{ичф}}$  - фланецнинг ички диаметри, одатда у қурилманинг ташқи диаметрига тенг бўлади.

Болтларнинг диаметри ушбу

$$d_6 = \frac{D_6 - D_1}{2} - 0,006$$

формуладан топилади, ва кам сон қиймат томонига яхлитланади. Бу ерда  $D_1$  - фланец пайвандлаш чокининг диаметри, м.

Болтлар сони ушбу формуладан аниқланади:

$$z = \frac{P_6}{\sigma_{\text{рз}} \cdot F_6}$$

бу ерда  $F_6$  - болт резьбасининг ички диаметри бўйича аниқланган кўндаланг кесим кўзи, м<sup>2</sup>;  $\sigma_{\text{рз}}$  - 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:

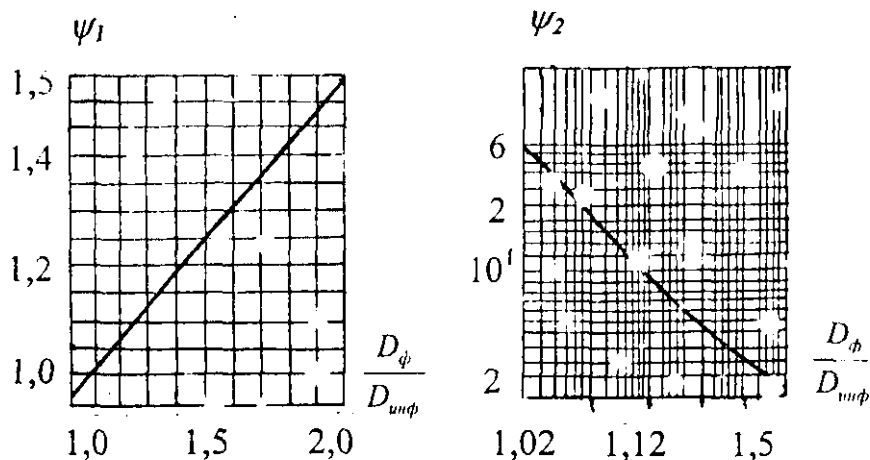
ишчи шароитда фланецга тушаётган юклама

$$P = \frac{D_{\phi}}{D_{\phi} - D_{ин}} \left[ P_{\delta} \frac{D_{ин}}{D_{\delta}} \cdot \left( \frac{D_{\delta}}{D_n} - 1 \right) + \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \cdot p \cdot \left( 1 - \frac{D_{\delta}}{D_n} \right) \right], [\text{МН}]$$

$$\Phi = \left( \frac{P}{\sigma_T} \right) \cdot \psi_1, [\text{М}^2]$$

$$A = 2 \cdot \psi_2 \cdot \delta^2, [\text{М}^3]$$

$\sigma_T$  - ишчи температурада фланец материалининг оғ зчанлик чегараси, МН/м<sup>2</sup>;  $\delta$  - фланец билан бирлаштирилган обечайканинг қалинлиги, м;  $\psi_1, \psi_2$  - коэффициентлар, 4.7 - расмдан топилади.



4.7-расм.  $\psi_1$  ва  $\psi_2$  коэффициентларини аниқлаш учун графиклар.

## КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

4-1. Қўндаланг кесими квадрат, томони  $d=10$  мм, узунлиги  $l=1600$  мм бўлган квадрат қўндаланг кесимдан  $w = 4$  м/с тезликда сув оқаяпти. Канал юзасининг температураси  $90^{\circ}\text{C}$ , сувнинг ўртача температураси  $40^{\circ}\text{C}$  бўлганда девор юзасидан сувга иссиқлик бериш коэффициентини  $\alpha$  аниқланг.

4-2. "Труба ичидаги труба" иссиқлик алмашилиш қурилмасининг трубалараро бўшлиғида ўртача температура  $40^{\circ}\text{C}$  ва  $w = 3$  м/с тезликда сув ўтмоқда. Агарда ички трубанинг ташқи юзаси  $70^{\circ}\text{C}$  бўлса, иссиқлик алмашилиш қурилмасининг иссиқлик бериш коэффициентини ва иссиқлик қуввати топилсин. 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  $t_s = 220^{\circ}\text{C}$  бўлганда, симобнинг деворга иссиқлик бериш коэффициентини, иссиқлик ўтказиш коэффициентини, иссиқлик оқимининг зичлигини ва вақт бирлиги ичида узатилаётган иссиқлик миқдори топилсин.

4.4. Агарда деворнинг усти  $0,5$  мм қалинликда эмал билан қопланган бўлса, диаметри  $38$  мм ли пўлат эмеевик 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 йўқоётган иссиқлик миқдорини аниқлансин. Қопламанинг иссиқлик ўтказувчанлиги  $0,116$  Вт/(м·К) га тенг қабул қилинсин.

4.6. Диаметри  $60 \times 3$  мм ли пўлат труба қалинлиги  $30$  мм ли пўлак ва унинг устидан  $40$  мм ли қалинликда совелит ( $85\%$  магнезий +  $15\%$  асбест)ли қатлам билан қопланган. Труба деворининг температураси  $110^{\circ}\text{C}$ , қопламанинг ташқи деворининг температураси  $10^{\circ}\text{C}$ . Трубанинг  $1$  м узунлигида  $1$  соат мобайнида йўқоштилаётган иссиқлик миқдорини аниқланг.

4.7. Қуришма гиштли қоплама билан қопланган бўлиб, улар-

нинг туташган койидаги қоплама юзасидаги температураси аниқлансин. Қоплама ташқи юзасининг температураси  $35^{\circ}\text{C}$ . Гишт қоплама қалинлиги 260 мм. Қопламанинг ташқи юзасидан 50 мм чуқурликда ўрнатилган термометр  $70^{\circ}\text{C}$  ни кўрсатишмоқда.

4.8. Буғлалтувчи қурилмадан чиқаётган қуюқлаштирилган (конденсирланган) эритма температураси  $106^{\circ}\text{C}$  бўлиб, у суюлтирилган совуқ эритмани  $50^{\circ}\text{C}$  гача иситиш учун фойдаланилмоқда. Совутувчи агентнинг (бошланғич) дастлабки температураси  $20^{\circ}\text{C}$ . Қуюқлаштирилган эритма  $60^{\circ}\text{C}$  гача совутилмоқда. Оқим йўналишлари тўғри ва қарама-қарши бўлган ҳолатлар учун ўртача температуралар фарқини аниқланг.

4.9. Юзаси  $6\text{ м}^2$  бўлган қарама-қарши йўналишли иссиқлик алмашилиш қурилмада  $1900\text{ кг/соат}$  сарф билан ушбу эритма бутил спиртини  $90^{\circ}\text{C}$  дан  $50^{\circ}\text{C}$  гача совитиш керак. Иссиқ муҳит температураси  $18^{\circ}\text{C}$  бўлган сув билан совутилмоқда. Иссиқлик алмашилиш қурилмасидаги иссиқлик ўтказиш коэффициентининг қиймати  $230\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$ ;  $\Delta t$  ўртача арифметик ҳолда ҳисоблансин. Иссиқлик алмашилиш қурилмаси орқали 1 соатда неча метр куб сув оқиб ўтган керак?

4.10. Узунлиги 1,2 м диаметри  $18\times 2\text{ мм}$  ли 19 та латун трубадан тайёрланган кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилма асбоб-ускуна (жиҳоз)лар омборида сақланмоқда. Сурининг бошланғич температураси  $15^{\circ}\text{C}$  ва охириги  $35^{\circ}\text{C}$  бўлса, иссиқлик ўтказиш коэффициенти  $700\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$  га тенг бўлганда, соатига 350 кг тўйинган этил спирти  $60^{\circ}\text{C}$  гини конденсациялаш (суюқликка айлантириш) учун қурилманинг юзаси етарли бўладими? Суюлтирилган спирт қурилмадан конденсацияланиш температурасида чиқиб олиниши керак, жараён эса атмосфералар босими остида олиб борилади.

4.11. Спиралсимон иссиқлик алмашилиш қурилмаси бўйича қуйидаги маълумотлар аниқ бўлса иссиқлик ўтказиш коэффициенти топилсин: иссиқлик алмашилиш юзаси  $48\text{ м}^2$ ; соатига 85,5 тонна сув  $77^{\circ}\text{C}$  дан  $95^{\circ}\text{C}$  гача иситилмоқда. Иситиш жараёни тўйинган буғ ёрдамида олиб борилмоқда, буғнинг босими  $P = 23\text{ кПа}$ .

4.12. Соатига 3700 кг сарф билан ўтиш вақтида метил спирти  $10^{\circ}\text{C}$  дан  $50^{\circ}\text{C}$  гача иситилмоқда. Иссиқлик алмашилиш қурилмаси диаметри  $16\times 2\text{ мм}$  ли 19 та трубалардан иборат ва унинг трубалари ичидан суюқлик ҳаракат қилмоқда. Агарда девор температураси  $60^{\circ}\text{C}$  деб қабул қилинса, иссиқлик бериш коэффициенти

циентини аниқланг.

4.13. Кожух-трубали қурилманинг 46x3 мм диаметри труба таридан 2,7 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. Олтинугурт (II)-улеродиричнинг сарфи 0,85 м<sup>3</sup>/соат бўлиб, атмосфера босими остида қайнаш температурасида 22°C гача совутилган қарама-қарши йўналишли иссиқлик алмашинини қурилмасининг юзасини аниқланг. Совутувчи сув 14 дан 25°C гача иситилмоқда;  $\alpha_1=270$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\alpha_2=720$  Вт/(м<sup>2</sup>·К). Труба деворининг қалинлиги 3 мм. Деворнинг ифлосланиши, зангланиши ва чуқма қопламаси қалинлигини ҳисобга олган ҳолда  $\Gamma_{\text{иф}}=0,00069(\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт})$  қабул қилиб, сувнинг сарфини ҳам топинг.

4.15. "Труба ичидаги труба" иссиқлик алмашинини 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 иситилди. Пахта ёғидан труба деворига иссиқлик бериш коэффициенти  $\alpha_1=1400$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), труба деворидан сувга эса,  $\alpha_2=800$  Вт/(м<sup>2</sup>·К). Пахта ёғи оғётган ифлосланган деворнинг термик қаршиллиги  $R_1=2 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>·К/Вт бўлса, сув оқаётган труба ички эса  $R_2=4 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>·К/Вт. Трубалар материали зангламай-диган 1х18Н10Т ифлатдан ясалган. Сувнинг массавий сарфини аниқланг.

4.16. "Труба ичидаги труба" иссиқлик алмашинини қурилмасида иссиқлик ташувчи муҳитлар қарама-қарши ҳаракат қилиб, совутиш сифатида 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 иситилчқса, қанча миқдорда "Назат" шивосини 90°C дан 10°C гача совиштиш мумкин.

Иссиқлик ўтказини коэффициента 400 Вт/(м<sup>2</sup>·К) деб қабул қилинсин.

4.17. Ректификацион колония конденсаторида 80% ли (мас) сув-спирт буғи конденсацияланмоқда. Конденсаторга юборилган сувуқ сув 10°C дан 60°C гача иситилмоқда. Конденсатор диаметри 35x1,5 мм узунлиги 1,3 м бўлган 121 та трубадан ташкил топган. Қурилманин иссиқлик ўтказини коэффициенти 400 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Конденсациялаётган буғ сарфини топинг.

4.18. Кожух-трубали иссиқлик алмашинини қурилмаси диамет

ри 25x2 мм ди 13 та трубадан иборат. Кожухнинг ички диаметри 273 мм. Қурилмадан 10000 кг/соат сарф билан оқабган сув 10°C дан 60°C гача исимоқда. Агарда сув труба ичида ва трубалараро бушлиқдан 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 сарфини аниқлансин.

4.20. Винога ишлов бериш қуйидаги жараёнлардан иборат: иссиқ сув ёрдамида пастеризация қилиш, "етилтиччи", 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, охиригич 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 -  $K = 1265 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

- совитиш секциясида -  $K = 1400 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

4.21. Кожух-трубали иссиқлик алмаштиниш қурилмасининг труба диаметри 25x2 мм, этил спиртининг массавий сарфи 168 кг/с, ўртача температураси 37°C. Қурилманинг трубалараро бушлиғида спирт ламинар режимида оқиб ўтаётган 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 алмаштиниш қурилмасининг

юзаси ҳисоблаб топилсин.

4.23. Диаметри 38x3 мм ли 6 та трубадан 8000 кг/соат сарф бўлган иссиқлик алмашинуш қурилмасида узум шарбати иситилмоқда. Узум шарбатининг зичлиги 1075 кг/м<sup>3</sup>. Юқорида кўрсатилган иш унумдорлигини ушлаб туриш учун шарбатнинг тезлиги қанча бўлиши зарур.

4.24. "Труба ичидаги труба" типдаги қарама-қарши йўналишли иссиқлик алмашинуш қурилмасининг узунлиги 5 м ли 6 та секциядан иборат бўлиб, диаметри 45x2,5 мм ли трубалардан ясалган. Совутувчи агент - артезиан суви қурилмага киришда 4°C ва чиқишда 20°C температурали бўлса, қанча миқдорда 70°C ли "Очмал" пивосини 10°C гача совитиш мумкин. Иссиқлик ўтказиш коэффициентини  $K=460 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  деб қабул қилинсин.

4.25. "Труба ичидаги труба" типдаги иссиқлик алмашинуш қурилмаси 10 та секциядан иборат. Ҳар секциянинг узунлиги 5 м, ички труба диаметри 38x3 мм. Қурилмада 40°C дан 10°C гача пиво совитилмоқда. Совутувчи агент сувнинг температураси 5°C дан 25°C гача кўтарилмоқда. Пиводан иситувчи юзага бўлган иссиқлик бериш коэффициенти 2000  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , иситиш юзасидан сувга эса - 800  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . 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 зангирмадиган Х18Н10Т пулатдан ясалган. Юқоридаги парт-шаронтлар учун сувнинг сарфини ҳисоблаб топилсин.

4.26. Вертикал кожух-трубали иссиқлик алмашинуш қурилмаси диаметри 25x2 мм, узунлиги 1,2 м ли мис трубалардан ясалган. Трубалараро бўшлиқда 300 м<sup>3</sup>/соат миқдорда 80% ли (ҳажмий) сув-спирт буглари конденсациялармоқда. Труба ичидан 0,4 м/с тезликда сув оқиб ўтмоқда. Сувнинг бошланғич температураси 10°C, охириги - 60°C. Трубага ёпишган ифлослиқларнинг 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 алмашинуш қурилмасида 30 л ниста ёғи 45 минут давомида 16°C дан 40°C гача буғлардамида иситилмоқда. Тўйинган буғнинг босими 0,105 МПа, унинг конденсацияланиши натижасида температураси 77°C бўлган 29,2 л конденсат ҳосил бўлади.

Қурилма куйидаги 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/ зат бўлган ювилиб турувчи иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ички диаметри 35 мм ли трубалардан ясалган ва унинг юзаси 2,53 м<sup>2</sup>. Сутнинг бошланғич температураси 80°C, охиригиси эса — 13°C. Ушбу қурил-манинг иссиқлик ўтказиш коэффициенти  $\lambda$  исоблаб чиқилсин.

4.29. Бошланғич температураси 95°C бўлган сут 750 л/соат масавий сарфда 25°C гача ювилиб турувчи иссиқлик алмашиниш қурилмасида совутилмоқда. Жараён пайтида сув 1°C дан 37°C гача исинмоқда. Иссиқлик алмашиниш юзаси 4,2 м<sup>2</sup>, сув секциясида иссиқлик алмашиниш коэффициенти 1745 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Сувничи сочиб берувчи тарновдаги сарфи 15 см. Сочиб берувчи 2 мм ли тешиклардан неча дона бўлиши керак?

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №10

Қуйидаги келтирилган бошланғич маълумотларга эга лар йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмасида N сууюқлик иситилмоқда:

Иситилган сув миқдори	— G;
сууюқликнинг бошланғич температураси	— $t_6$ ;
сууюқликнинг 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	Улчов 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
$t_6$	°C	20	22	10	15	17	18	20	25	20	15
$t_0$	°C	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 <sup>2</sup> ·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 <sub>дух</sub>	%	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, пахта ёғи, вино, сут, глицерин, симоб, пиво, п. та ёғи									

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №11

Агарда, деворнинг усти  $\delta$  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 охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\delta$	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	Чуин	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. Буглатиш 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 охириги (буглатилган) моддий сарфи, кг/с  $X_{\text{бош}}$ ,  $X_{\text{ох}}$  - эритманинг бошланғич ва охириги эритилган моддадаги моддий у. д.ш. ри,  $W$  - буглатидаётган сувнинг моддий сарфи, кг/с

$$W = G_{\text{бош}} \cdot \left( 1 - \frac{x_{\text{бош}}}{x_{\text{ох}}} \right) \quad (5.3)$$

2. Буглатиш қурилмасининг иссиқлик баланс тенгламаси:

$$Q + G_{\text{бош}} \cdot c_{\text{бош}} \cdot t_{\text{бош}} + G_{\text{ох}} \cdot c_{\text{ох}} \cdot t_{\text{ох}} + W \cdot i_{\text{ик}} + Q_{\text{аук}} + Q_{\text{ос}} \quad (5.4)$$

бу ерда  $Q$  - буглатишга сарфланган иссиқлик миқдори, Вт;  
 $c_{\text{бош}}$ ,  $c_{\text{ох}}$  - бошланғич (дастлабки) ва охириги (буглатилган) эритмаларнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К);

$t_{\text{бош}}$ ,  $t_{\text{ох}}$  - бошланғич эритманинг қурилмага киришидаги ва охириги эритманинг қурилмадан чиқишдаги ҳароратлари, °С;

$i_{\text{ик}}$  - иккиламчи бугнинг қурилмадан чиқётгандаги солиштирма энтальпияси, Ж/кг;

$Q_{\text{аук}}$  - атроф муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдори қ. д.ш. ри  
 Вт

$Q_{\text{ос}}$  - дегидратация иссиқлиги, Вт.

3. Буглатишга сарфланган иссиқлик миқдорини аниқлаш.

(5.4) тенгламадан қуйидаги ҳоллаги кўринишни ҳосил қиламиз:

$$Q = G_{\text{бош}} \cdot c_{\text{бош}} \cdot (t_{\text{ох}} - t_{\text{бош}}) + W \cdot (r_{\text{жк}} - c_c \cdot t_{\text{ч}}) + Q_{\text{йук}} \quad (5.5)$$

бу ерда:  $t_{\text{ох}}$  - га мос келган сувнинг солиштирма иссиқлик сизими, 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  $Q_{\text{исит}} + Q_{\text{бвг}}$  йиғиндисининг 3-5% ни олсак, ҳато қилмаган бўламиз.  $Q_{\text{йук}}$  қийматини қуйидагича ҳам ҳисоблаш мумкин:

$$Q_{\text{йук}} = \alpha \cdot F_{\text{изол}} \cdot (t_{\text{изол}} - t_{\text{х}}) \quad (5.6)$$

Бу ерда,  $\alpha = \alpha_{\text{нур}} + \alpha_{\text{конв}}$  - нурланиш ва конвекция иссиқлик бериш коэффициентларининг йиғиндиси, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $F_{\text{изол}}$  - қурилманинг қоплама қилинган юзас, м<sup>2</sup>;  $t_{\text{изол}}$  қоплама ташқи юзасининг температураси, °С ёки К;  $t_{\text{х}}$  - ҳаво температураси °С ёки К.

4. Буғлатиш қурилмасидаги иситувчи буғ сарфи  $G_{\text{ис}}$

$$G_{\text{ис}} = \frac{Q}{(i'' - i) \cdot x} = \frac{Q}{r_{\text{ис}} \cdot x} \quad (5.7)$$

бу ерда  $i''$  - тўйинган қуруқ буғнинг солиштирма энтальпияси, Ж/кг;  $i$  - конденсацияланиш температурадаги конденсатнинг солиштирма энтальпияси Ж/кг;  $x$  - қизитиш буғининг намлик даражаси (қуруқлик даражаси);  $r_{\text{ис}}$  - қиздириш буғи солиштирма конденсацияланиш иссиқлиги, Ж/кг.

Иситувчи буғ сарфи  $G_{\text{ис}}$ нинг буғланаётган сув сарфи  $W$  нисбатига буғлатиш учун кетган буғнинг солиштирма сарфи дейлади:

$$d = \frac{G_{ub}}{W} \quad (5.8)$$

5. Эритманинг иссиқлик сифими. Эритманинг солиштирма иссиқлик сифими қуйидаги тенгламадан аниқлан ти:

$$c = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + c_3 \cdot x_3 + \dots \quad (5.9)$$

$c_1, c_2, c_3, \dots$  - ташкил этувчи компонентларнинг солиштирма иссиқлик сифими;  $x_1, x_2, x_3, \dots$  - ташкил этувчи компонентларнинг миқдорий улуши.

Икки компонентли суялтирилган, сувли эритмалар (сув эритилган модда) нинг солиштирма иссиқлик сифimini 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 сифimini 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 сонч;

$C_1, C_2, C_3, \dots$  - атом иссиқлик сифими,  $\text{Ж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

(5.12) формула ёдамида бирикмаларнинг солиштирма иссиқлик сизимини ҳисоблаш учун 5-1 жадвалдаги атом иссиқлик сизимлардан фойдаланиш керак бўлади.

5-1 жадвал

Элемент	Атом иссиқлик сизими, кЖ/(кг·К)		Элемент	Атом иссиқлик сизими, 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	Г	22,6	31,0
B	11,8	19,7	S	22,6	31,0
Si	15,9	24,3	Қолганлари	26,6	33,6
O	16,8	25,1			

6. Эритмаларнинг қайнаш температурасини ҳисоблаш ( $P > P_{атм}$ ).

1 - усул. Агарда эритманing маълум босимда 2 та қайнаш температураси маълум бўлса қуйидаги тенгламадан

$$\frac{\lg P_{A_1} - \lg P_{A_2}}{\lg P_{B_1} - \lg P_{B_2}} = C \quad (5.13)$$

ёки И7-расмдаги номограммадан фойдаланса бўлади. Бу ерда  $P_{A_1}$  ва  $P_{B_1}$  - бир хил  $t_1$  температуралдаги 2 суяқликнинг тўйинган буғларининг босими;  $P_{A_2}$  ва  $P_{B_2}$  - бир хил  $t_2$  температуралдаги 2 суяқликнинг тўйинган буғлари;  $C$  - ўзгармас константа.

2 - усул. Агарда, эритманing фақат маълум бир босимда битта қайнаш температураси аниқ бўлса, бошқа босимдаги қайнаш температурасини Бабо қондасидан фойдаланиб топиши мумкин.

$$\left( \frac{P}{P_0} \right)_t = const \quad (5.14)$$

бу ерда  $p$  - эритма буғининг босими;  $p_0$  - ўша температуралда

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 <sub>0</sub> 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 мусбаг бўлса (эритиш, пайтида ис-  
сиқлик ажралиб чиқса) тузатиш коэффициенти қўшилади ман-  
фий бўлса - айрилади.

7.  $t_{кай}$  - бу труба ичида эритманин. ўртача қайнаш температу-  
раси.

$$t_{кай} = t_{кон} + \Delta t_{г.эф} \quad (5.15)$$

бу ерда  $t_{г.эф}$  - гидростатик депрессия, ёки гидростатик босим  
ҳисобига эригманин. қайнаш темп. ратурасини ортиши (гидро-  
статик эффект).

Буелатиш қурилма трубаларининг баландлиги бўйича эригма-  
нин. қайнаш температураси ўзгаради. Шунинг учун, гидростатик  
босимни ҳисобга олган ҳолда эритманин. труба баландлиги  
бўйича ўртача қайнаш температураси аниқланади.

Бу эришилаётган эритманин. ўрта қатламидаги босим ушбу  
формула ёрдамида топилди:

$$p_{г.р} = p_1 + 0,5 \cdot \rho_p \cdot g \cdot H_{г.р} - p_1 + \Delta p_{г.эф} \quad (5.16)$$

гидростатик депрессия  $\Delta t_{г.эф}$  бевосита  $\Delta p_{г.эф}$  билан боғлиқ бир  
м  $H_{г.р}$  эритма баландлиги сатҳи ва зичлигига боғлиқ. Оптимал  
баландлик сатҳи, қуйидаги формула билан ҳисоблаб топилди:

$$H_{\text{отр}} = [0,26 + 0,0014 \cdot (\rho_p + \rho_s)] \cdot H_{\text{ур}} \quad (5.17)$$

Агар,  $t_{\text{каг}}$  бўйича маълумотлар бўлмаса,

$$(\rho_p + \rho_s)_{t_{\text{каг}}} \approx (\rho_p + \rho_s)_{t=20^\circ\text{C}} \quad (5.18)$$

деб олса бўлади.

Гидростатик 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 сурнинг қайнаш температураси.

Эритманинг ўртача қайнаш температураси қуйидаги тенглама орқали ҳисобланади:

$$t_{\text{каг}} = t_{\text{кон}} + \Delta t_{\text{г.эф.}} = t_o + \Delta t_{\text{г.с.}} + \Delta t_{\text{ур}} + \Delta t_{\text{г.эф.}} = t_o + \sum \Delta t_{\text{ух}} \quad (5.20)$$

8. Умумий ва фойдали темпер. уралар фарқи. Иситувчи буғ конденсацияланиш температураси  $t_{\text{ноб}}$  ва иккиламчи буғ конденсацияланиш температуралари  $t_o$  орасидаги фарқга умумий температуралар фарқи дейилади.

$$\Delta t_{\text{ум}} = t_{\text{ноб}} + t_o \quad (5.21)$$

Иситувчи буғ конденсацияланиш температураси  $t_{\text{ноб}}$  ва эритма қайнаш температураси  $t_{\text{каг}}$  орасидаги фарқга - фойдали температуралар фарқи дейилади:

$$\Delta t_{\text{фой}} = t_{\text{ноб}} - t_{\text{каг}} = \Delta t_{\text{ум}} - \sum \Delta t_{\text{ух}} \quad (5.22)$$

Буглатиш қурчмасининг иссиқлик ўтказиш юзаси ушбу формула ёрдамида аниқланади:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{yp}} = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{фой}} \quad (5.23)$$

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 солиштира иссиқлиги қуйидаги тенгламадан топилади:

$$r = r_{эт} \cdot \frac{M_{эт}}{M} \cdot \left( \frac{T}{\theta} \right)^2 \cdot \frac{d\theta}{dI} \quad (5.25)$$

бу ерда  $r$  ва  $r_{эт}$  -  $p$  босимда изланаётган ва эталон суюқликларнинг буғ ҳосил қилиш солиштира иссиқлиги, Ж/кг;  $M$  ва  $M_{эт}$  суюқликларнинг моль массаси, кг/моль;  $T$  ва  $\theta$  -  $p$  босимдаги суюқликларнинг қайнаш температураси, К;  $d\theta/dI$  - изланаётган ва эталон суюқликларнинг қайнаш температураси ференциали.

Поляр бўлмаган суюқликларнинг буғ ҳосил қилиш солиштира 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. Буглатилган эритманинг 30 С даги zichлиги 1,555 г/см<sup>3</sup> тенг, концентрацияси эса 840 г/л, 1 т бошланғич эритма учун буглатилган сув миқдорини аниқланг

**Е ч и ш:**

бошланғич эритмада эриган модданинг масс вий улуши куйидагича топилади:

$$x_{\text{б.и.и}} = \frac{79}{1000 + 79} = 0,0733$$

охирги эритмадаги эса,

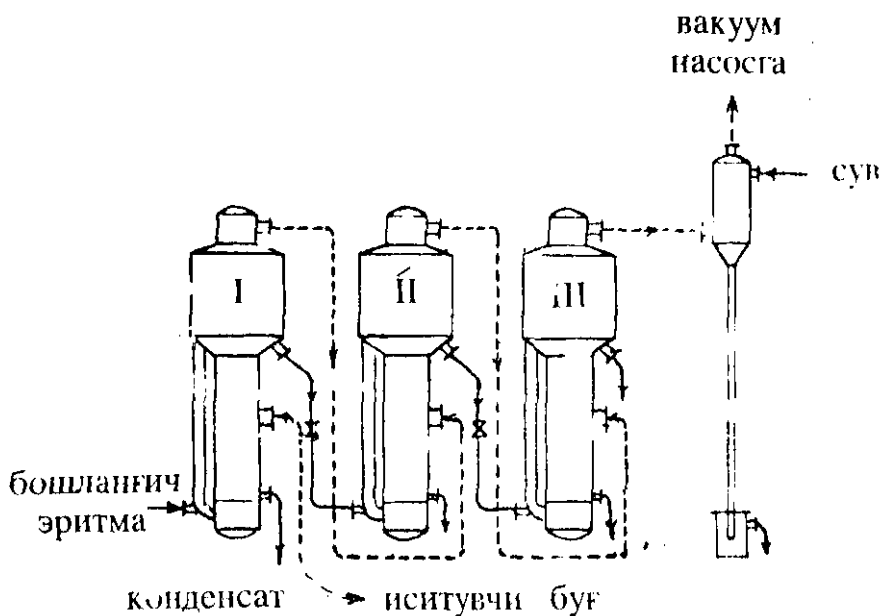
$$x_{\text{о.к}} = \frac{840}{1555} = 0,54$$

1 т бошланғич эритмадан буглатилган сув миқдори ушбу формулалар ҳисобланади:

$$W = G_{\text{б.и.и}} \cdot \left(1 - \frac{x_{\text{б.и.и}}}{x_{\text{о.к}}}\right) = 1000 \cdot \left(1 - \frac{0,0733}{0,54}\right) = 865 \text{ кг}$$

## УЧ КОРПУСЛИ БУГАТИНИ ҚУРИЛМАСИНИ ҲИСОБЛАШ НАМУНАСИ.

NaNO<sub>3</sub> нинг 12% ли сувли эритмасини 5 °соат сарфда концентрациялаш учун уч корпусли табиий циркуляция қурилмаси ҳисоблаб чиқилсин (расм.5.1) Эритманинг охириги концентрацияси 40% (масс.). Буглатиш қурилмасида қайнаш температураси иситилган эритма буглатиш учун эзатилади. Тўйинган иситувчи сув буғининг абсолют боёми 4 м.к.с/м<sup>2</sup>. Иситувчи трубалар узунлиги 4 м. Барометрик конденсацияли вакуум 0,8 г.к/см<sup>2</sup> га тендир.



5.1 расм. Уч корпусли буглатиш қурилмасининг схемаси

**Е ч и ш :**

1) Уччала қурилмаларда буланаётган эритувчининг умумий миқдори:

$$W = G \cdot \left( 1 - \frac{X_{\text{сони}}}{X_{\text{ох}}} \right) = \frac{5000}{3600} \cdot \left( 1 - \frac{12}{40} \right) = 3500 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 0,97 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2) Ҳар бир корпусга тоқламани тақсимлаш.

Назарий таҳлил ва саноатдаги кўп 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 топишимиз:

$$1\text{-корпусда} \quad W_1 = \frac{3500 \cdot 1}{3600 \cdot (1+1,1+1,2)} = 0,295 \text{ кг/с}$$

$$2\text{-корпусда} \quad W_2 = \frac{3500 \cdot 1,1}{3600 \cdot (1+1,1+1,2)} = 0,324 \text{ кг/с}$$

$$3\text{-корпусда} \quad W_3 = \frac{3500 \cdot 1,2}{3600 \cdot (1+1,1+1,2)} = 0,351 \text{ кг/с}$$

---

Жами:  $W = 0,97 \text{ кг/с}$

3) Корпуслар бўйича эритманинг конденсациясини ҳисоблаш эритманинг бошланғич концентрацияси  $x_{\text{бош}}$ . Биринчи корпусдан иккинчисига кираётган эритмани миқдори:

$$G_1 = G_{\text{бош}} - W_1 = \frac{5000}{3600} - 0,295 = 1,09 \text{ кг/с}$$

концентрацияси 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 кираётган эритма миқдори:

$$G_2 = G_{\text{бош}} - W_1 - W_2 = 1,39 - 0,295 - 0,324 = 0,77 \text{ кг/с}$$

концентрацияси эса,

$$x_1 = \frac{G_{\text{бош}} \cdot x_{\text{бош}}}{G_{\text{бош}} - x_{\text{бош}}} = \frac{1,39 \cdot 12}{1,39 - 0,295} = 15,2\%$$

Учинчи корпусдан чиқаётган эритма миқдори,

$$G_2 = G_{\text{от}} - W_1 - W_2 = 1,39 - 0,295 - 0,321 = 0,77 \text{ кг/с}$$

концентрацияси эса

$$x_2 = \frac{1,39 \cdot 12}{0,77} = 21,3\%$$

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  $p_3 = 0,2 \text{ кгк/см}^2$  берилган)

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 унинг сувнинг тўйинган буғи тем. ературалари ва солиштира буғ ҳосил қилиш иссиқликларини топаемиз.

Корпуслар	Тўйинган буғ тем. ператураси, °С	Солиштира буғ ҳосил қилиш иссиқлиги.
1-корпусда	129,4	2179
2-корпусда	110,1	2234
3-корпусда	59,7	2357
Иситувчи буғ	148	2241

Ушбу температураар, корпуслар бўйича иккиламчи буллар конденсацияланиш температуралари бўлади.

5. Кор услар бўйича температуранинг пасайишини ҳисобланг а) температур депрессиясидан.

36-жадвалдан атмосфера босимида эритмаларни қайнаш температураси топилади.

Корпуслар	NaNO <sub>3</sub> Концентрацияси	Қайнаш температураси, °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 бўйича депрессия

$$\Delta t_{депр} = 2 + 3 + 7 = 12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

б) Гидростатик эффект депрессияси

20°C температурада NaNO<sub>3</sub> эритманинг зичлиги тапшатилади [22]:

NaNO <sub>3</sub> концентрацияси, %	15,2	21,6	40,0
Зичлик, кг/м <sup>3</sup>	1098	1156	1317

Грубалардаги эритмаларнинг оптимал сатҳда қайнашини ҳисоблаймиз:

1 - корпусда

$$H_{гидр} = [0,026 + 0,0014 \cdot (\rho_{эр} - \rho_{сис})] \cdot H_{теп} =$$

$$= [0,026 + 0,0014 \cdot (1098 - 1000)] \cdot 4 = 1,589 \text{ м}$$

$$\rho_{эр} = \rho + 0,5 \cdot \rho_{эр} \cdot g \cdot H_{гидр} = 274 + \frac{0,5 \cdot 1098 \cdot 9,8 \cdot 1,589}{9 \cdot 10^4} =$$

$$= 2,827 \text{ кгк/см}^2$$

$$\rho_1 = 2,14 \text{ кгк/см}^2 \text{ да} \quad t_{сис} = 129,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\rho_{эр} = 2,827 \text{ кгк/см}^2 \text{ да} \quad t_{эр} = 130,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{гидр} = 130,6 - 129,4 = 1,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2 - корпусда

$$H_{\text{отт}} = [0,026 + 0,0014 \cdot (1156 - 1000)] \cdot 4 = 1,91 \text{ м}$$

$$p_{\text{ур}} = 1,47 + \frac{0,5 \cdot 1156 \cdot 9,8 \cdot 1,91}{9 \cdot 10^4} = 1,580 \text{ кгк/см}^2$$

$$p_1 = 1,47 \text{ кгк/см}^2 \text{ да } t_{\text{кит}} = 59,7^\circ \text{C}$$

$$p_{\text{ур}} = 1,580 \text{ кгк/см}^2 \text{ да } t_{\text{кит}} = 112,3^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_{\text{с.эф}} = 112,3 - 110,1 = 2,2^\circ \text{C}$$

3 - корпусда

$$H_{\text{отт}} = [0,026 + 0,0014 \cdot (1317 - 1000)] \cdot 4 = 2,81 \text{ м}$$

$$p_{\text{ур}} = 0,20 + \frac{0,5 \cdot 1317 \cdot 9,8 \cdot 2,81}{9 \cdot 10^4} = 0,385 \text{ кгк/см}^2$$

$$p_1 = 0,20 \text{ кгк/см}^2 \text{ да } t_{\text{кит}} = 59,7^\circ \text{C}$$

$$p_{\text{ур}} = 0,385 \text{ кгк/см}^2 \text{ да } t_{\text{кит}} = 74,4^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_{\text{с.эф}} = 74,4 - 59,7 = 14,7^\circ \text{C}$$

---

$$\text{Жами: } \sum \Delta t_{\text{с.эф}} = 1,2 + 2,2 + 14,7 = 18,1^\circ \text{C}$$

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,

$$\Delta t_{\text{г.к}} = 1 \cdot 3 = 3 \text{ К}$$

Бутун қурилма учун температуралар йуқотилишининг индекси:

$$\sum \Delta t_{\text{ух}} = 1 + 18,1 + 3 = 33,1 \text{ К}$$

6. Температураларнинг фойдали фарқи.  
температураларнинг умумий фарқи:

$$143 - 59,7 = 83,3^\circ \text{C}$$

Демак, температураларнинг фойдали фарқи

$$\Delta t_{\text{фойд}} = 83,3 - 33,09 = 50,2^{\circ}\text{C}$$

7. Корпусларда фойдали температураларни 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 аниқлайми

Қурилмадаги эритмаларнинг қайнаш температураси ва концентратсияси ҳақиқат қараб махсус адабиётлардан эритманинг физик хоссалари (зичлик, қовушқоқлиги, иссиқлик ўтказувчанлик, иссиқлик ситими ва шу қабилар) аниқланади. Иссиқлик трубаларининг турига қараб қабул қилинади. Сўнгра, конденсацияланаётган буғ ва қайнаётган эритма учун тегишли критериял тегишма лар ёрдамида иссиқлик бериш коэффициентларидан иссиқлик ўтказиш коэффициентини топилади.

Ҳисоблаш пайтида трубаларда қайнаш натижасида ҳосил бўлган қошлама қалинлигини ( $\delta = 0,5$  мм) инобатга олиниши керак.

Дастлабки ҳисоблар ҳақида қуйидаги қиймағларни қабул қиламиз.

$$1 - \text{корпус учун} \quad K_1 = 1700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$$

$$2 - \text{корпус учун} \quad K_2 = 990 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$$

$$3 - \text{корпус учун} \quad K_3 = 600 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$$

Тузнинг сувли эритмаларининг бутлатиш жараёнида корпуслар бўйича иссиқлик ўтказиш коэффициентларининг тахминий нисбати қуйидагича:

$$K_1 : K_2 : K_3 = 1 : 0,58 : 0,34$$

9. Корпуслар бўйича иссиқлик балансларини тузамиз.

Тахминий ҳисобларни соддалаштириш мақсадида иссиқлик балансларини иссиқлик йўқотилишини ҳисобга олмаган ҳолда тузимиз 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 урта 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

$$Q_3 = W_3 \cdot r_3 - G_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t_3) =$$

$$0,351 \cdot 2357 \cdot 10^3 - 0,77 \cdot 4190 \cdot 0,784 \cdot (116,3 - 82,7) = 743000 \text{ Вт}$$

10. 1 - корпусда иситувчи буғ сарфи

$$G_{уб} = \frac{643000}{2141 \cdot 10^3} = 0,3 \text{ кг/с}$$

Буғнинг солишгирча сарфи:

$$d = \frac{G_{уб}}{W} = \frac{0,3}{0,97} = 0,31 \text{ кг/с}$$

11. Фойдали температурала, фарқининг корпуслар бўйича тақсимланиши. Бу 2 усул ёрдамида қилиш мумкин: ҳамма турлимафларнинг иситиш юзаси бир хил бўлган шаронда ва умумий иситиш юзаси энг кам бўлган шаронларда, топшиш мумкин,



яъни  $Q/K$  га ва  $\sqrt{Q/K}$  га пропорционаллик шартидан.

Пропорционаллик факторларини топамиз:

Нисба	$\frac{Q}{K}$	$\sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot 10^3$
1 — корпус	$\frac{643000}{17000} = 378$	615
2 — корпус	$\frac{657000}{990} = 664$	815
3 — корпус	$\frac{7+3000}{580} = 1280$	1131

$$\sum \frac{Q}{K} = 2322$$

$$\sum \sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot 10^3 = 2561$$

Фойдали температуралар фарқи корпуслар бўйича қувидагича олинган:

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси энг кам вариант

$$\Delta t_1 = \frac{Q_1 \cdot \Delta t}{\sum Q} = \frac{50,21 \cdot 378}{2322} = 8,174; \Delta t_1 = \frac{\sum \sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot \Delta t}{\sum \sqrt{\frac{Q}{K}}}$$

$$= \frac{50,21 \cdot 615}{2561} = 12,057$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 664}{2322} = 14,358;$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 815}{2561} = 15,978;$$

$$\Delta t_3 = \frac{50,21 \cdot 1280}{2322} = 27,682;$$

$$\Delta t_3 = \frac{50,21 \cdot 1131}{2561} = 22,174;$$

12. Ҳар бир корпуснинг иситувчи юзаси топлади:

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси энг кам вариант

$$F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 8,174} = 46,27; \quad F_2 = \frac{Q_2}{K_2 \cdot \Delta t_2} = \frac{643000}{1700 \cdot 12,057} = 31,27$$

$$F_3 = \frac{657000}{990 \cdot 14,358} = 46,27; \quad F_4 = \frac{557000}{990 \cdot 15,978} = 41,58$$

$$F_5 = \frac{743000}{580 \cdot 27,682} = 46,28; \quad F_6 = \frac{743000}{990 \cdot 27,682} = 57,77;$$

$$\sum F = 138,8 \text{ м}^2 \quad \sum F = 138,8 \text{ м}^2$$

Демак, корпусларнинг бир хил иссиқлик алмашиши юзалари бўлганда, умумий иситиш юзаси аниги 6% га кўшир. Шунинг учун, корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант к бул қилинади, чунки бу вариант қуришмаларининг бир хиллигини таъминлайди.

Корпуслар бўйича босим ва иккиламчи буг температура, асини текшир амиз.

Корпус	Қайнаш температу- раси $\Delta t_{\text{каш}} = t_{\text{кат}} - \Delta t_{\text{фонт}}$	Иккиламчи буг кон- денсатининг темпе- ратур сн. °С $t_c = t_{\text{кат}} - \sum \Delta t_{\text{инк}}$	Босим, $P_{\text{абс}}$ к.к/см <sup>2</sup>
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 - 13,52 = 60,0	0,2

Шундан сўнг, микроф муҳитга иссиқлик йўқотилишининг ва тем-  
пература, босимларнинг корпуслар бўйича тақсимланишининг бир  
мунча ўзгарганини ҳисобга олиб, корпусларнинг иситиш юзаси  
топишган туфайли қуришманинг аниқ ҳисоби ўтказилгати.

## КОНТРОЛ МАСАҲАТЛАР

5.1. Атмосфера босими остида ва шайракланиш ҳолатида, яъни  $P_b = 0,8 \text{ кгк/см}^2$  бўлганда сувни буғлатиш учун қуруқ тўйинган сув буғининг солиштирма сарфи ҳисоблансин. Сув буғининг иккала ҳолатдаги абсолют босими  $P_{abs} = 2 \text{ кгк/см}^2$  Сувни буғлатиш учун 2 хил ҳолатда: а) температураси  $15^\circ\text{C}$  да; б) қайнаш ҳолатига борганда ҳисоблансин.

5.2. Буғлатиш қурилма унумдорлиги дастлабки ҳолатдаги эритма бўйича  $2650 \text{ кг/соат}$  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  $1189 \text{ кг/м}^3$  ни ташкил этади. Қурилманинг буғлатилган эритма бўйича унумдорлиги топилсин.

5.3. 1500 кг дорли калий эритмасининг қуюқлигини 8% дан 30% (массавий) гача ўзгартирилса қанча сув буғлатилади?

5.4. 1  $\text{м}^3$  сульфат кислота зичлиги  $1560 \text{ кг/м}^3$  дан {65,2% (массаси зий)} 1840  $\text{кг/м}^3$  зичликгача {98,7% (массасивий)} бориши учун қанча сув буғлатилиши керак? Қуюқлаштирилган ислода қандэй ҳажми эгаллабди?

5.5. Охириги қуюқлиги 32% (массавий) бўлган атмосфера босими остида буғлатиладиган бошланғич қуюқлиги 9% бўлган эритма  $1,4 \text{ т/соат}$  сарф билан қурилмага келиб тушмоқда. Суялтирилган эритма  $18^\circ\text{C}$  температура билан буғлатишга киририлмоқда. Буғлатилгандан сўнг, эритма  $105^\circ\text{C}$  температура билан қурилмадан чиқмоқда. Суялтирилган эритманинг солиштирма иссиқлик сизими  $380 \text{ Ж/(кг}\cdot\text{K)}$ . Эритма босими  $P_{орг} = 2 \text{ кгк/см}^2$  га тенг бўлган иситувчи муъининг сарфи  $1450 \text{ кг/соат}$  бўлиб, уни намлиги 4,5% ни ташкил этади. Атроф муҳитга йўқоғидаётган иссиқлик миқдори топилсин.

5.6. Тарқинда 2 л сув, 8 кг муз ва 5 кг ош тузидан ҳосил бўлган совутовчи аралашмани солиштирма иссиқлик сизими аниқлансин.

5.7. Эритма таркибида 0,7  $\text{м}^3$  100% - ли сульфат кислота, 400 кг мис сульфоси ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ва 1,4  $\text{м}^3$  сув бор. а) Эритманинг иссиқлик сизими; б) Эритмани  $12^\circ\text{C}$  дан  $58^\circ\text{C}$  гача иситиш учун керак бўладиган абсолют босими 2  $\text{кгк/см}^2$  бўлган тўйинган қуруқ

сув бугининг (сарф) миқдорини аниқлаш. Эр тмани иситиш давомида қурилманинг ташқи муҳитга йўқотган иссиқлик инқдори 25100 кЖ ни ташкил этади. Сульфат кислота ва мис купоросининг солиштирма иссиқлик сифимини (5.12) формула ёрдамида аниқлаш.

5.8. 7% ли сувли эритма атмосфера босимида 2,69 т/соат сарф билан буғлатиш қурилмасида буғлатилмоқда. Эритманинг бошланғич температураси 95°C охириги 103°C да. Қурилмадаги ўртача қайнаш температура 105°C. Иситувчи тўйинган буғнинг ортиқча босими 2 кгк/см<sup>2</sup>. Қурилманинг иссиқлик алмаштиниш юзаси 52 м<sup>2</sup>, иссиқлик ўтказиш коэффициентини 10<sup>-3</sup> Вт/(м<sup>2</sup>·К). Атроф муҳитга йўқотиладиган иссиқлик миқдори 110000 Вт га тенг.

а) Эритманинг охириги қуюқтиги нини (к) концентрацияси аниқлаш.

б) Намлиги 5% бўлган иситувчи буғнинг сарфини аниқлаш.

5.9. Атмосфера босими остида 255°C температура бўлган дифенил (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub> қайнамоқда. Суяқ дифенилнинг солиштирма буғлатиш иссиқлиги ва солиштирма сифтини ҳисоблаб топиш.

5.10. Атмосфера босимида ишлайдиган иссиқлик алмаштиниш юзаси 30 м<sup>2</sup> бўлган буғлатиш қурилмасида хлорли калий эритмаси 9,5% дан 26,6% гача узлуксиз равишда қуюқлаштирилмоқда. Эритманинг бошланғич температураси 18°C тўйинган иситувчи сув буғининг ортиқча босими 2 кгк/см<sup>2</sup>. Қурилманинг дастлабки иш 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 олмаган ҳолда ҳосил бўлган қоплама (накипь) қатламининг қалинлигини аниқлаш. Қопламанинг  $\lambda=1,4$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) га тенг.

Гидростатик эффектни ҳисобга олманг.

5.11. Көнцелгир дияси 15 дан 70% гача ортиши учун 1000 кг қанд эритмасининг қанча суғини буғлатиш керак?

5.12. 15% ли қанд эритмасининг солиштирма иссиқлик сифтини ҳисоблаш.

5.13. 70% ли қанд эритмасининг солиштирма иссиқлик сифimini топиш.

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  $F = 65$  м<sup>2</sup>, қайнаш трубагининг

узунлиги 3,5 м, иситиш ва буғлатиш давлари учун иситиш ўлкаси  $\lambda$  коэффициентини  $K = 1100 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Иситувчи агент сифатида температураси  $140^\circ\text{С}$  бўлган туйинган сув буғи ишлатилмоқда.

Буғлатиш қурилмасига эритма

а)  $t_0 = 20^\circ\text{С}$ ;

б)  $t_0 = t_{\text{вп}}$ ;

в) қайнаш температураси  $20^\circ\text{С}$  дан ўп бўлган уч вариантга қараётган бўлса, бошланғич эритма ҳисобида қурилманинг иш унумдорлиги ҳисоблансин.

5.15. Бошланғич эритма ҳисобида 2650 кг/соат миқдоридан иш унумдорликка эга буғлатиш қурилмасида ёғсинлантирилган сут буғлатилмоқда. Бошланғич маҳсулот концентрацияси 5% (қуғ қ модда ҳисобида). Синлантирилганлики эса - 10% (қуғ қ модда ҳисобида, КМ).

Тайёр маҳсулот бўйича қурилманинг иш унумдорлиги ҳисоблансин.

5.16. Температураси  $15^\circ\text{С}$  ва бошланғич концентрацияси 7% (КМ) бўлган 2,59 т/соат томат шарбати атмосфера босимида буғлатиш қурилмасида қуюқлаштирилмоқда. Шарбатнинг қайнаш температураси  $103^\circ\text{С}$ , иситувчи буғ босими  $p_{\text{абс}} = 295 \text{ кПа}$ , қурилманинг иссиқлик алмашининг юзаси  $5^2 \text{ м}^2$ , иссиқлик ўтказиш коэффициенти  $274,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Атроф муҳитта иссиқликнинг йўқотилиши 12,2 кВт.

Эритманинг охириги концентрациясини топинг.

5.17. Қанд эритмаси 15 дан 65% (КМ) қуюқлаштирилиш учун, циркуляция кўл корпусли буғлатиш қурилмасида неча дона 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  $\sum \Delta t_{\text{инк}} = 41^\circ\text{С}$  деб қабул қилинсин. Ҳар бир корпусдаги  $p_{\text{абс}}$  эриган темпе. нуралар фойдали фарқи  $8^\circ\text{С}$  дан юқори.

5.18. Бошланғич концентрация 10% (КМ) 1000 кг/соат сарфда эритма 2-корпусли буғлатиш қурилмасида қуюқлаштирилмоқда. 1-корпусда эритманинг охириги концентрацияси 15% (КМ), 2-корпусда эса - 30% (КМ). 1-корпусда қайнаш температураси  $100^\circ\text{С}$ , 2-да эса -  $95^\circ\text{С}$ .

2-корпусда буғлатилган сув миқдори аниқлансин.

5.19. Бир йўналишли схема бўйича ишловчи икки корпусли буғлатиш қурилмасига 1000 кг/соат миқдорида суюлтирилган глюкоза эритмаси берилмоқда. Эритманинг бошланғич концентратсияси 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 С эритилмоқда.

1-корпусда 400 кг/соат миқдорда иккиламчи буғ ҳосил бўлмоқда, шундан бир қисми четга (экстра буғ), бошқа зарурийи учун олинмоқда.

Четга олинаётган экстра буғ миқдори аниқлансин.

5.20. Қанд ширбати эритмаси 15 ва 65% (КМ) гача бир йўлчи уч корпусли буғлатиш қурилмасида буғлатилмоқда. Бошланғич эритма сарфи 5500 кг/соат ва у буғлатиш қурилмасига қайнаш температураси киритилмоқда. Иситувчи буғ босими (1-корпус)  $p_{абс}=343$  кПа, охири корпусдаги иккиламчи буғ босими  $p_{абс}=108$  кПа. Ҳамма корпусларнинг иссиқлик алмашинуши юзаси тенг бўлиши керак. Ушбу жараён учун табиий, ички циркуляцияли буғлатиш қурилмалари қўлланилсин.

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №12

Натрий гидрооксиднинг бошланғич эритмаси таркибида А миқдорда сув бор.  $30^{\circ}\text{C}$  температурада буғлатилган эритманинг ағрилиги В. Бу эритманинг В концентратсиясига ўғри келади. 1 г/л на бошланғич эритма ҳисобига буғлатилган сув миқдорини аниқланг.

Пара-метр	Ўлчов 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
В	г/см <sup>3</sup>	1,55	1,40	1,50	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	750

## МОЎДА АТМАНИНИН АСОСЛАРИ. АБСОРБЦИЯ

### Ҳисоблаш формуллари ва асосий белгиликлар

1. Суюқлик-газ (буғ) икки компонентли системаларнинг таркибини 6-рда ўқитиш усуллари 6-1 жадвалда келтирилган.

6-1 жадвал

№ т/б	Концентрация	1-компонент концентрациясининг белгила- шини	
		суоқ 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 улуши, кмоль А/кмоль Б	$A$	$B$
4.	Нисбий массавий концентрация улуши, кг А/ г Б	$C_x$	$C_y$
5.	Ҳажмий моль концентрация, кмоль А/м <sup>3</sup> (А + Б)	$C_x$	$C_y$
6.	Ҳажмий массавий концентрация, кг А/м <sup>3</sup> (А + Б)	$C_x$	$C_y$

2. Газ фазадаги компонент концентрацияси унинг парциал босими о, қалиифодаланishi мумкин. Клапейрон ва Дальтон теоремасига биноан идеал газ аралашмасининг исгаллан компонентни 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 мувозинат 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 - жадвали да 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  $t$  - суюқлик. . система си учун ўзгарадир.

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 буғининг босими - 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.

б. Фазаларни ажратувчи юза бўйлаб ҳаракат қилганда, уларнинг концентрациялари ўзгаради. Натижа да жараёнини ҳаракатга келтирувчи кучи ҳам ўзгаради. Шу сабабли, модда утқазинининг асосий тенгласига ўртача ҳаракатлантирувчи куч тушунчаси  $\Delta x_{ур}$  ва  $\Delta y_{ур}$  киритилади:

$$M = K_y \cdot F \cdot \Delta y_{ур}$$



$$M = K_x \cdot F \Delta x_{yp} \quad (6.6)$$

бу ерда  $M$  – тарқалган модда массаси, кг;  $A$  – фазаларни ажратувчи юзаси,  $m^2$ ;  $\Delta x_{yp}$  ёки  $\Delta y_{yp}$  – модда алмашиниши жароғинининг ўртача ҳаракатлантувчи 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  $\Delta x_{ka}$  – қурилманинг биринчи (ёки иккинчи) чеккасидаги концентрацияларнинг катта фарқи;  $\Delta y_{ka}$  – қурилманинг иккинчи (ёки биринчи) чеккасидаги концентрацияларнинг кичик фарқи.

Агарда,  $\Delta y_{ka} / \Delta y_{ki} < 2$  бўлса, техникавий ҳисоблар учун модда ўтказишининг ҳаракатлантувчи кучи ўртача арифметик қиймат орқали белгилади:

$$\Delta x_{yp} = \frac{\Delta x_{ka} + \Delta x_{ki}}{2} \quad (6.9)$$

$$\Delta y_{yp} = \frac{\Delta y_{ka} + \Delta y_{ki}}{2} \quad (6.10)$$

7. Модда ўтказиши ва бериш коэффициентлари ўртасидаги боғлиқликни аниқлаш учун фазаларни ажратиб турувчи юзада мувозанат ҳолати урнатилган деб фараз қилинган. Бу ҳол фазаларни ажратувчи юзанин модданинг ўтишига қаршilik йўқ деган маънони билдиради. Натижада фазавий қаршиликларнинг аддитивлик қонунин келиб чиқади. Асосан  $K$  ва  $\beta$  ўртасида қуйидаги боғлиқликлар бор:

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{\beta_x} + \frac{m}{\beta_y} \quad (6.11)$$

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{1}{\beta_x \cdot m} \quad (6.12)$$

бу ерда  $K_x$ ,  $K_y$  - газ ёки суюқлик концентрациялари орқали ифодаланган модда ўтказиш коэффициентлари;  $\beta_x$ ,  $\beta_y$  - модда беринч коэффициентлари

Бу тенгламаларнинг чап томонлари модданинг бир фазадан иккинчи фазага ўтиши учун умумий қаршилиқنى, ўнг томонлари эса фазаладаги модда беринч жараёнини қаршилиқлари ўлچовидисини билдирлади.

Агарда, асосий диффузия қаршилиғи газ фазادا, яъни

$$\frac{m}{\beta_x} \ll \frac{1}{\beta_y} \quad (6.13)$$

ёўлса,

$$K_y \approx \beta_y \quad \text{бўлади} \quad (6.14)$$

Агарда, асосий диффузия қаршилиғи суюқлик фазادا, яъни

$$\frac{1}{\beta_y \cdot m} \ll \frac{1}{\beta_x} \quad (6.15)$$

ёўлса,

$$K_x \approx \beta_x \quad \text{бўлади.} \quad (6.16)$$

Олинган натижаларни ва (6.11) - (6.12) формулалар таҳлил қилганда, қуйидаги кўринишдаги тенглама келиб чиқади:

$$K_x = \frac{K_y}{m} \quad (6.17)$$

8. Турғун модда элманининг жараёнларининг асосий ўлчашлик диффузион критериялари.

Нуссуьг диффузия критерийи куйидаги куреништа эса:

$$Nu = \frac{\beta \cdot l}{D} \quad (6.18)$$

Пекле диффузия критерийи эса:

$$Pe' = \frac{w \cdot l}{D} \quad (6.19)$$

Прандтл диффузия критерийи эса:

$$Pr = \frac{Pe'}{Re'} = \frac{\nu}{D} = \frac{\mu}{\rho \cdot D} \quad (6.20)$$

бу ерда  $\nu$  - кинематик қовушокчик коэффициенти, м<sup>2</sup>/с;  $D$  - молекуляр диффузия коэффициенти, м<sup>2</sup>/с.

Агарда, бирор А газнинг В гада (ёки В газнинг А гадаги) молекуляр диффузия коэффициентларининг тажрибавий натижалари йўқ бўлса, унинг коэффициентни куйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$D = \frac{4,3 \cdot 10^{-7} \cdot T^{1,5}}{\rho \cdot (v_A^{0,33} + v_B^{0,33})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (6.21)$$

бу ерда  $D$  - диффузия коэффициенти, м<sup>2</sup>/с;  $T$  - температура, К;  $\rho$  - газнинг зичлиги (аэрозоли), кг/см<sup>3</sup>;  $M_A$  -  $M_B$  - А ва В газларининг моляр массаси;  $v_A$  -  $v_B$  - А ва В газларининг моляр ҳажми.

Бу ерда  $T_1$  температура ва ёним  $p_1$  да диффузия коэффициентини  $D_1$  таъриф қиламиз,  $T_2$  ва  $p_2$  да диффузия коэффициентини  $D_2$  қилиб таъриф қиламиз.

$$D_2 = D_1 \cdot \left( \frac{p_1}{p_2} \right)^{1,5} \cdot \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{1,5} \quad (6.22)$$

Температураси  $20^{\circ}\text{C}$  суюқликдагы диффузия коэффициентини ушбу формула орқали тахминий ҳисоблаш мумкин:

$$D_c = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{A \cdot B \cdot \sqrt{\mu} \cdot (v_A^{0,33} + v_B^{0,33})} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (6.23)$$

бу ерда  $\mu$  - динамик қовушоқлик коэффициенти.

Сувда эриган баъзи моддалар учун  $A$  коэффициентининг сон қийматлари:

Газлар учун	$A = 1,0$
Этил спирти учун	$A = 1,24$
Метил спирти учун	$A = 1,27$
Сирка кислотаси учун	$A = 1,27$

$B$  коэффициентининг сон қийматлари:

Сув учун	$B = 4,7$
Этил спирти учун	$B = 2,0$
Метил спирти учун	$B = 2,0$
Ацетон учун	$B = 1,15$
Ассонд аниқланмаган суюқликлар учун	$B = 1,0$

Маълум бир  $t$  температурада суюқликда эриган газнинг диффузия коэффициенти  $D_t$ нинг диффузия коэффициенти  $D_{20}$  ( $20^{\circ}\text{C}$  температурда) билан боғлиқлиги ушбу тахминий формула орқали ифодаланган:

$$D_t = D_{20} \cdot [1 + b \cdot (t - 20)] \quad (6.24)$$

бу ерда  $b$  - температура коэффициенти ва ушбу эмпирик тенглама ёрдамида аниқланиши мумкин.

$$b = \frac{0,2 \cdot \sqrt{\mu}}{\sqrt{\mu}} \quad (6.25)$$

$\mu$  -  $20^{\circ}\text{C}$  температурада суюқликнинг динамик қовушоқлик

коэф. диффузии, м<sup>2</sup>/с,

Сунда берилган айрим газларнинг диффузия коэффицентлари  
7.3 - жадвалга келтирилган.

## МЫСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

6.1. Сувоқ аралаш ма таркиби 58,3% (моль) толуол ва 41,2% (моль)  $CCl_4$  дан иборат. Толуолнинг нисбий массавий концентрацияси ва  $\bar{X}$  ( $\frac{\text{кг толуол}}{\text{кг } CCl_4}$  да) ва унинг ҳажмий массавий концентрацияси  $C_x$  (кг/м<sup>3</sup>) аниқлансин.

**Е ч и ш :**

Толуолнинг нисбий массавий концентрацияси қуйидаги формулача аниқланади:

$$\bar{X} = \frac{M_{\text{тол}} \cdot x}{M_{CCl_4} \cdot (1 - x)}$$

бу ерда  $M_{\text{тол}} = 92$  кг/кмоль - толуолнинг моль массаси;  
 $M_{CCl_4} = 154$  кг/кмоль;  $x$  - толуолнинг моль улуши.

Сон қийматларни формулага қўйиб, 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  $C_x$  ни ҳисоблаш учун аралашманинг зичлиги  $\rho_{\text{ар}}$  ни билиш зарур. Бунинг 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<sub>4</sub> учун

$$\rho_{\text{тол}} = 870 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho = 1630 \text{ кг/м}^3;$$

Аралаштириш пайтида ҳажм узгармайди деб ҳисоблаб, 1 кг аралашманинг ҳажмини аниқлаймиз:

$$\frac{0,461}{870} = \frac{0,539}{1630} = 0,862 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Аралашманинг зичлиги эса,

$$\rho_{\text{ар}} = \frac{1}{0,862 \cdot 10^{-4}} = 1160 \text{ кг/м}^3$$

Аралашма зичлигини бошқа усул билан ҳам топса бўлади:

$$\rho_{\text{ар}} = \frac{1 - \bar{X}}{\frac{1}{\rho_{\text{CCl}_4}} + \frac{\bar{X}}{\rho_{\text{тол}}}} = \frac{1 - 0,853}{\frac{1}{1630} + \frac{0,853}{870}} = 1160 \text{ кг/м}^3$$

Толуолнинг ҳажмий массавий концентрацияси дубданга тен бўлади.

$$\bar{C} = \rho \cdot \bar{x} = 1160 \cdot 0,461 = 535 \text{ кг/м}^3$$

6.2. 1000 м<sup>3</sup>/соат миқдордаги газ аралашмасидан олтин ва пропанни тўлиқ ажратиб олиш учун моль массаси 224 кг/кмоль суюқ юғувчининг назарий минимал сарфи аниқлансин. Газ аралашмаси таркибда 15% (ҳажмий) пропан ва 10% (ҳажмий) бутан бор. Абсорбёр ичидаги босим 3 кг/см<sup>2</sup>, температура 20 °С. Пропан ва бутанинг юғувчида эриши Раунд қонуни

билан инфодан эди.

Ечиш:

Скруббернинг қиб чиқаётган ютувчи таркибидаги пропаннинг максимал концентрацияси (6.5) формулада топилди:

$$y_{II}^* = \frac{P}{P_{II}} \cdot y_{II} = \frac{294}{951} \cdot 0,15 = 0,045$$

бу ерда  $p = 951$  кПа ( $10$  кгк/см<sup>2</sup>) —  $30^{\circ}\text{C}$  температурдаги пропаннинг туйинган буғи босими.

Газ аралашмадан ютилиши кера бўлган пропан миқдори ушбу тенгламадан аниқланади:

$$G_{II} = \frac{V \cdot y_{II}}{22,4} = \frac{1000 \cdot 0,15}{22,4} = 6,7 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Пропанни ютиш учун ютувчининг минимал сарфи ушбу тенгламадан топилди:

$$\frac{L_{\text{min}} \cdot x_{II}^*}{1 - x_{II}^*} = G_{II}$$

Ушдан

$$L_{\text{min}} = \frac{G_{II} \cdot (1 - x_{II}^*)}{x_{II}^*} = \frac{6,7 \cdot 0,955}{0,045} = 142 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

ёки

$$142 \cdot 224 = 31800 \text{ кг/соат}$$

Скруббернинг пастки қисми дан оқиб чиқаётган ютувчи таркибидаги энг кўп бўлиши мумкин бўлган буған концентрацияси кўй тагича топилди:

$$x_a^* = \frac{P}{P_a} \cdot y_a = \frac{294}{265} \cdot 0,10 = 0,11$$

бу ерда  $p_6 = 265$  кПа -  $30^\circ\text{C}$  температурадаги бутаннинг қўйинган буғи босими.

Ютилаётган бутан миқдори

$$G_6 = \frac{V \cdot \gamma_6}{22,4} = \frac{100\text{л} \cdot 0,10}{22,4} = 4,47 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Бутанни ютиш учун ютувчининг минимал сарфиди ушбу тенгламадан топилади:

$$L_{\text{мин}} = \frac{G_6 \cdot (1 - x_6^*)}{x_6^*} = \frac{4,47 \cdot 0,09}{0,11} = 36,1 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Пропан учун	Бутан учун
$L_{\text{мин}} = 1,42 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$	$L_{\text{мин}} = 36,1 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$

Бутанни тўлиқ югиши учун зарур ютувчининг минимал сарфи, пропанни ютишга керагидан анча кам бўлади.

Демак,  $L_{\text{мин}} = 14^{\circ} \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$  миқдордаги ютувчида бутан тўлиқ ютилади.

## НАСАДКАЛИ АБСОРБЕРЛАРНИ ҲИСОБЛАШ [6].

Абсорбердан газ ўтганда напорнинг йўқотилиши содир бўлади. Унинг миқдори насадканинг ҳарактерига газнинг тезлиги, напорнинг 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;  $d_s = 4 \cdot e/a$



-насадка элементлари ташки қилдан каналларнинг эквивалент диаметри, м;  $w = w_0/\varepsilon$  - насадка қатламидаги газнинг ҳар қайси тезлиги, м/с;  $\varepsilon$  - насадкалар орасидаги бўйиш;  $a$  - насадкаларнинг сопиштирма юзаси  $\text{м}^2/\text{м}^3$ ;  $\lambda$  - шиқланган ва маҳаллий қаршиликларни енгил учун кетган босимнинг йўқотилишини ҳисобга олган қаршилик коэффициентидир.

Қаршилик коэффициентини  $\lambda$ нинг қиймати  $Re$  критерийига боғлиқ.  $U$  насадканинг турли элементлари учун газнинг ҳаракат режимига боғлиқ бўлиб, асосан эмпирик тенгламалар билан таърифланади:

Агарда  $Re < 40$ , яъни ламинар режим бўлса,

$$\lambda = \frac{140}{Re} \quad (6.27)$$

Турбулент режимдаги газнинг ҳаракати учун, яъни  $Re > 40$  бўлса,

$$\lambda = \frac{140}{Re^{0.2}} \quad (6.28)$$

Кочоқ тада турбулент жонлаштирилган халқали насадкалар учун

$$\lambda = \frac{140}{Re^{0.375}} \quad (6.29)$$

Намланган насадкалар гидравлик қаршилиги  $\Delta p_{\lambda}$  ҳуруқ ба- сат таърифланади, чунки суюқлик маълум миқдори насадканинг ҳўлларини вагинастада унинг юзасида ва унинг тор қанналаринда ушланиб қолади. Ҳўлланган насадканинг гидравлик қаршилиги  $\Delta p_{\lambda}$  ушбу таҳминий эмпирик формула орқали таърифланади:

$$\Delta p_{\lambda} = 10^{ab} \cdot \Delta p_0 \quad (6.30)$$

бу ерда  $a$  - намланган эришми,  $\text{м}^3/\text{м}^2$ ;  $b$  - насадканинг қатла- ми ва назолининг ҳароқатлиба орқали таърифланадиган коэф-

фишени:

Намлашган газ  $a_n$  -нинг ҳамма насадка элементларининг солиштирма юзасининг  $a$  га нисбати насадканинг намлаш коэффициенти  $\psi$  ни беради:

$$\psi = \frac{a_n}{a} \quad (6.31)$$

Насадканинг намлашнинг коэффициенти ва қуйидаги тенглама билан аниқлашнинг ҳам мумкин:

$$\psi = 1 - \Phi \cdot e^{-m} \quad (6.32)$$

Даража кўрсаткичи  $m$  -нинг қиймати:

$$m = c \cdot \text{Re}_c^n = c \cdot \left( \frac{A \cdot u \cdot \rho}{a \cdot \mu} \right) \quad (6.33)$$

Насадканинг турига қараб  $A$ ;  $c$ , ва  $n$  ларнинг миқдори махсус адабидлардан топилади. Масалан, Рашид а. а. ақсаи узул  $A = 1,02$ ;  $c = 0,16$ ;  $n = 0,4$  [7].

Абсорбернинг диаметри қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$d = \frac{L_0}{0,785 \cdot \Gamma^2} \quad (6.34)$$

бу ерда  $L$  - абсорбердаги ҳажмий сарф,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Абсорбернинг тегиш баладлиги насадкаларининг ҳажмига қараб аниқланади. Насадканинг ҳажми эса,  $\bar{V}$  навбаид. худди шу насадка учун ушбу молда ўтказиш юзасига боғлиқ. Бу ҳолда насадканинг ҳажми:

$$V_{\text{нак}} = H \cdot S = \frac{F}{a \cdot \psi} \quad (6.35)$$

бу ерда  $S$  - колоннанинг қўндаланг кесим юзаси  $\text{м}^2$ ;

Молда ўтказиш юзаси эса, молда ўтказишнинг асосий тенгла-

масдан аниқланади.  $F$ нинг «йиғилтими» (6.35) тегилимага қўйиб, абсорбернинг балансидини аниқлаш мумкин.

$$H = \frac{V'_{нас}}{S} = \frac{F'}{S \cdot a \cdot \psi} = \frac{L_1}{S \cdot a \cdot \psi \cdot K_x \cdot \Delta y'_{пр}} \quad (6.36)$$

Модда ўтказиш коэффициентлари  $K_x$ ,  $K_y$  ларни ҳисоблашда, газ фазасидаги модда бериш коэффициенти  $\beta_2$  тартибсиз ўрнатилган насадкалар учун қуйидаги критерил тенг-ликлардан аниқланади:

$$Nu'_2 = C_1 \cdot Re'_2 \cdot Pr'_2^{0,665} \cdot (Pr')^{0,33} \quad (6.36)$$

Газ фазаси учун балансик бирлигидан ўтаётган газ фазасидаги ўтказиш коэффициентининг баъандилини қуйидагича:

$$h_2 = 0,615 \cdot a_2 \cdot Re'_2 \cdot (Pr')^{0,66} \quad (6.37)$$

Тартибли жойлаштирилган насадкалар учун:

$$Nu'_2 = 0,167407 \cdot Re'_2 \cdot (Pr')^{0,33} \cdot \left( \frac{l}{d_2} \right)^{0,47} \quad (6.38)$$

ёки

$$h_2 = 1,5 \cdot a_2 \cdot Re'_2 \cdot (Pr')^{0,67} \cdot \left( \frac{l}{d_2} \right)^{0,17} \quad (6.39)$$

бу ерда  $l$  - насадканинг баъандилини.

(6.36), (6.39) тенглакаларда топилган  $Nu_2 = \beta_2 d_2 D$  ва  $Re_2 = w_0 d_2 \rho_2 / \mu_2$  критерийларни аниқловчи геометрик катталик сифатида насаданинг эквивалент диаметри олинади ( $d_2 = 4 \cdot \epsilon / a$ ) Халқасизгон насадкалар учун суюқлик фазасидаги модда бериш коэффициенти ларининг бирлик фазасига булган нисбати қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$Nu'_c = 0,0021 \cdot Re_c^{0,75} \cdot (Pr')^{0,3} \quad (6.40)$$

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.

Суёқ фазадаги ўтказиш сонининг баландлиги эса:

$$h_c = 119 \cdot \epsilon_x \cdot Re_c^{0,25} \cdot (Pr'_c)^{0,5} \quad (6.41)$$

## К О Н Т Р О Л      М А С А Л А Л А Р

6.1. Ўзаро ҳажмлари тенг бўлган бензол ва нитр бензол суёқциклари аралаштирилган. Аралашманинг ҳажми ташкил этувчи компонентлар ҳажмлари йиғиндисига тенг деб олиб, аралашманинг зичлигини, нитробензолнинг  $\bar{X}$  солиштирма массавий концентрациясини ва унинг ҳажмий моляр концен. рациясини  $C_x$  ни аниқланг.

6.2. Суёқ аралашманинг таркиби қуйидагилардан иборат: 20% хлороформ, 40% ацетон ва 40% олтингугурт углерод. Ҳоллар молекуляр ҳолатда ҳисобланган. Компонентларни бири-бирига аралаштириш натижасида ҳажмлари ўзгармайди деб ҳисоблаб, аралашманинг зичлигини ҳисоблаб тошинг.

6.3. Ҳаво этил спиртининг буғи билан тўйинтирилган. Бу ҳаво-буғ аралашмасининг умумий босими 600 мм.с.м.уст., температураси 60°C. Иккала ташкил эд.вчилар 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  $P_{абс} = 30$  кгк/см<sup>2</sup> ва температураси 20°C (% моляр ҳолатда ҳисобланган). Аралашма газларини идеал ҳисоблаб, уларнинг ҳажмий массавий концентрацияларини  $C_y$  (кг/м<sup>3</sup>) 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) Бу аралашма суюқлик фазалари бўйича бугинчи суюқликка қуришида молекула ўзгазиш жараёнини ҳаракатга келтирувчи қувват (моляр улушда) аниқланг.

Мувозанат таркиби бўйича маълумотлар 62 - жадвалда берилган.

6.6.  $CCl_4$  бу ҳаддо билан, абсолют ҳосилати  $10 \text{ кгк/см}^2$  га тенг қилиб, тартиб билан совутишда сув билан совутилмоқда.  $40^\circ\text{C}$  да  $CCl_4$ нинг конденсацияланиши бошланади.

а) Бошланғич аралашмада  $CCl_4$ нинг массавий фазисини аниқланг.

б)  $27^\circ\text{C}$  гача совутилгандан сўнг газ аралашмасидан ажратилган қураш қўрсаткичларини аниқланг.

$CCl_4$ нинг тўқнаш бугинчи босими 117 ёки 118 - расмларда олинади.

6.7. Таркибида 3,8% (% ҳажмий) октан бўлган газ аралашма компрессор ёрдамида  $p_{абс} = 5 \text{ кгк/см}^2$  гача сиқилиб, сўнг  $25^\circ\text{C}$  гача совутилмоқда. Окτανнинг ажратилган қўрсаткичларини аниқланг. Агар сиқилган газ аралашма совутувчи агент ёрдамида  $0^\circ\text{C}$  гача температураси пасайтирилса, унинг ажратилган қўрсаткичлар қанчага ўзгаради? Окτανнинг тўқнаш бугинчи босими 117 расм, 31 нуктадан аниқланади.

6.8 а) Температураси  $100^\circ\text{C}$  бўлганда бензол бугинчи ҳолат бугиндаги; б) Температура  $92^\circ\text{C}$  бўлганда этил спирит бугинчи сув бундан молекуляр диффузия коэффициентларини атмосфера босимига тегишли босим учун аниқланг.

6.9. Агарда, абсорберда сув пуркалиб берилаётган пайтдаги  $\beta_y = 2,76 \cdot 10^{-3} \text{ кмоль/(м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кПа)}$  ва  $\beta_x = 1,17 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$  бўлса, молекула ўтказиш коэффициентини аниқланг. Қурилмадаги босим  $p_{абс} = 1,67 \text{ кгк/с}^2$  га тенг. Мувозанат чиқиқ тенгламаси моляр улушда бўлиб, қурилмадаги қуришича эга  $y^* = 102x$ .

6.10. Температураси  $20^\circ\text{C}$  бўлган углевод диоксиди газ қатқали абсорберда сувда ютиб олинган пайтда, суюқ фазанинг молекула берилган коэффициентини ҳисоблаб толинг. Суюқлик пуркаш қувватини  $60 \text{ м}^3/\text{с}$  оат. Қурилмада халқилар ўлчами  $35 \times 35 \times 4 \text{ мм}$  бўлиб, улар қурилмага тартибсиз жонланган. Пасадканинг ҳўлланиш коэффициенти  $\psi = 0,86$ .

## КОНТРОЛ ТОНШИРИ К №13

Температура  $t$  бўлганда,  $A$  модданинг сувдаги диффузия коэффициенти ҳисоблаб топилсин.

Параметр	Ўлчов 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

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$A$		$NO$	$SO$	$H_2S$	$CO_2$	$COS$	$NH_3$	$NO_2$	$Br_2$	$CO$	$Cl_2$

## КОНТРОЛ ТОНШИРИК №14

Абсолют босим  $P$  остида ишлаётган модда алмашининг қўрамаси қуйидаги модда бериш коэффициентларига эга:

$$B = 1,1 \text{ кмоль/м}^2 \cdot \text{соат}; \quad C = 25 \text{ кмоль/м}^2 \cdot \text{со.т.}$$

Газ ва суюқлик фазаларининг мувозанат таркиби Генри қонуни билан ифодаланади  $p_s = 0,08 \cdot 10^6 \cdot x$ .

Юқоридаги маълумотларга таяниб, қуйидаги параметрлар ҳисоблансин.

1)  $K_v$  ва  $K_T$  модда ўтказиш коэффициентлари;

2) суюқ фазанинг диффузион қаршилиги, газ фазанинг диффузион қаршилигидан неча марта фарқ қилини.

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$P$	кПа/см <sup>2</sup>	2,5	3,1	3,5	5,0	1,5	2,8	4,0	4,5	6,0	1,5
$B$	кмоль/м <sup>2</sup> соат	1,1	1,	1,5	1,2	1,6	1,3	1,9	1,7	2,0	2,5
$C$	кмоль/м <sup>2</sup> соат	25	20	35	30	40	35	50	45	80	100

## СҮЮҚЛИКЛАРНИ ҲАЙДАНИ

## Ҳисоблаш формулалар ва асосий боғлиқликлар

1. Оддий ҳайданг тенграмаси:

$$\ln \frac{F}{W} \int_{x_p}^{x_w} \frac{dx}{y^x - x} \quad (7.1)$$

бу ерда  $F$  - ҳайданган арақаниннинг бошланғич миқдори,  $W$  - ҳайданг жараёнидан сўнг қубда қолган суюқлик миқдори,  $y$  ва  $x$  - буғ ва суюқликдаги этил унвучи компонентининг мувожазат қон ентран ячари;  $x_p$  - бошланғич арақаниндаги этил унвучи компонент миқдори;  $x_w$  - ҳайданг жараёнидан сўнг ҳосил бўлган қолдиқда этил унвучи компонент миқдори.

Ҳайданган суюқликнинг ўрн та таркиби ҳайдалаш формула орқали топилган:

$$x_d = \frac{F \cdot x_p + W \cdot x_w}{F + W} \quad (7.2)$$

2. Сувла ёримашиган суюқликларчи буғ ёрдамчида ҳайданг жараёндаги буғнинг сарфи ушбу формула ёрдамида ҳисобланган:

$$G_B = G \cdot \frac{M_B \cdot (n - m)}{M \cdot P \cdot \varphi} \quad (7.3)$$

бу ерда  $G_B$  - ҳайданган суюқлик билан кетаётган сув буғи миқдори, кг;  $G$  - ҳайдалашта суюқлик миқдори, кг;  $M$  ва  $M_B$  - сув ва ҳайданган арақаниннинг моль массаси;  $P$  - ҳайданг температурасидан ҳайдалашта суюқлик тўйинган буғнинг босими;  $n$  - арақанима буғларининг умумий босими;  $\varphi$  - 0,7-0,8.

Икки компонентли  $A$  ва  $B$  фазаларнинг таркиби моль фонтлар (% мол.) ва муштарфа:

$$x_{mol} = \frac{\text{кмоль } A}{\text{кмоль } (A + B)} \cdot 100 \quad (7.4)$$

газларнинг фазис (% мас) ва улушларда:

$$x_{\text{мас}} = \frac{\text{кг } A}{\text{кг } (A + B)} \cdot 100 \quad (7.5)$$

ҳаётнинг фазис (% ҳажм) ва улушларда:

$$x_{\text{ҳажм}} = \frac{M^3 \cdot A}{M^3 \cdot (A + B)} \cdot 100 \quad (7.6)$$

ифодаланиши мумкин. Бу ерда  $x$  — суюқ фазадаги енгил учувчан  $A$  компонентининг концентратсияси.

Концентратсиялар ўртасидаги инебаълар қуйидаги кўринишда бўлади:

$$x_{\text{ҳажм}} = \frac{x_{\text{мас}} \cdot \rho_A}{\rho_{\text{ҳажм}}} \quad (7.7)$$

$$x_{\text{ҳажм}} = \frac{x_{\text{мас}} \cdot \rho_{\text{ҳажм}}}{\rho_A} \quad (7.8)$$

Бу ерда  $t = 20^\circ\text{C}$  температурада тоза компонент  $A$  нинг зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (14-жадвалдан топилади);  $\rho_{\text{ҳажм}}$  —  $20^\circ\text{C}$  ҳажмнинг концентратсияда  $A$  компонентининг зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (23-жадвалдан топилади).

$$x_{\text{мас}} = \frac{\frac{x_1}{M_A} \cdot 100}{\frac{x_{\text{мас}}}{M_A} + \frac{100 - x_{\text{мас}}}{M_B}} \quad (7.9)$$

$$x_{\text{мас}} = \frac{x_1 \cdot M_A \cdot 100}{x_{\text{мас}} \cdot M_A + (100 - x_{\text{мас}}) \cdot M_B} \quad (7.10)$$

$M_A$  ва  $M_B$  —  $A$  ва  $B$  тоза компонентларнинг молекулаларнинг молекуляр массалари (20-жадвалдан олинлади).



Сув спирт аралашмаси учун массавий фаздан моль фазга ўтиш ушбу формула ёрдамида амалга оширилиши мумкин:

$$x_{\text{мол}} = \frac{x_{\text{мол}}}{256 - 1,58 \cdot x_{\text{мол}}} \quad (7.11)$$

Биңар аралашмалар моль массаси (кг/кмоль) қуйидаги формуладан топилади:

$$M = \frac{100}{\frac{x_{\text{мол}}}{M_A} + \frac{100 - x_{\text{мол}}}{M_B}} \quad (7.12)$$

3. Узлуксиз ишлайдиган ректификация колоннасининг моддий баланс тенламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$G_{\text{бош}} = G_D + G_K \quad (7.13)$$

$$G_{\text{бош}} \cdot x_{\text{бош}} = G_D \cdot x_D + G_K \cdot x_K \quad (7.14)$$

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 чиқиқ тенламалари:

а) Колоннанинг юкориги буғ таркибиди оши,увчи қисми учун иш чиқиғи қуйидагича аниқланади.

$$y = \frac{R_D}{R_D + 1} \cdot x + \frac{R_D}{R_D + 1} \quad (7.15)$$

б) колоннанинг энг пастки қисми учун иш чиқиғи тенламаси ушбу кўринишга э:

$$y = \frac{R + F}{R + 1} \cdot x + \frac{F - 1}{R + 1} \cdot x_2 \quad (7.16)$$

Ректификацион колонналарда, назарни таҳлильгар асосиди

нинг бутун баландлиги бўйича суюқлик ва буғнинг моль сар-  
 фар : ўзгармас деб : абул қилинади.

Агарда, нисбий моль сарфлар қўлланилса, (7.13) ва (7.14) тенг-  
 малар қуйидаги кўринишда эга бўлади.

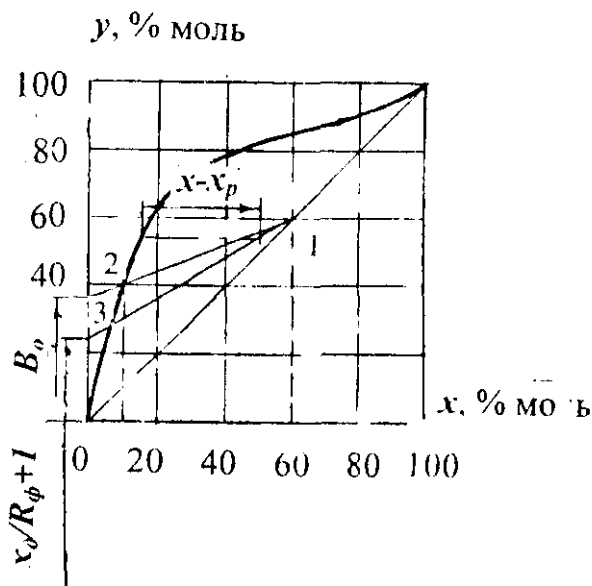
$$F = 1 + W \quad (7.17)$$

$$F \cdot x_F = x_D + W \cdot x_W \quad (7.18)$$

бу ерда

$$W = \frac{G_W}{G_D} = \frac{x_D - x_W}{x_F - x_W}$$

5. Мувозанат эгри  
 сизиде синиш  
 қталари  
 лаганда, узлук-  
 в ишлайдиган рек-  
 фикацион колон-  
 нинг минимал  
 режими сони  $R_{\min}$   
 йидаги тенглама-  
 н топилади (7.1-  
 см):



7.1-расм. Минимал ва оптимал флегма сони ни  
 аниқловчи  $x - y$  диаграмма

$$R_{\min} = \frac{x_D^x - y_p^x}{y_p^x - x_p^x} \quad (7.19)$$

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 кесмасинини 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 коэфффициент. одатда  $\varphi = 1.04-1.05$ .

Ректификацион колонналарни ҳисоблашда флегманинг ҳақиқий сони қандаги формула ёрдамида аниқланади:

6. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колонна учун қуйидаги теңликлар балансини тузиш мумкин:

$$Q_K + G_F \cdot t_F = Q_D + G_D \cdot t_D + G_W \cdot t_W + Q_{\text{итк}} \quad (7.21)$$

бу ерда  $Q_K$  - қаннаётган суюқликка иситувчи буғдан ўтаётган иссиқлик миқдори, Вт;  $Q_D$  - дефлегматорда конденсацияланган буғлардан совитувчи сув ёрдамида олинаётган иссиқлик миқдори, Вт;  $Q_{\text{итк}}$  - атроф муҳитга иссиқликнинг йўқотилиши, Вт;  $t_F$ ,  $t_D$ ,  $t_W$  - бошланғич суюқлик, дистиллят ва куб қолдини энthalпиялари.

Олинган (7.21) тенгламадан  $Q_K$  ни топиш мумкин:

$$Q_K = Q_D + G_D \cdot t_D + G_W \cdot t_W + G_F \cdot t_F + Q_{\text{итк}} \quad (7.22)$$

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  $Q_D$  ушбу формулада ҳисобланади:

$$Q_D = G_D \cdot (1 + R) r_D \quad (7.23)$$

$R$  - 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 топлади:

$$w = C \cdot \sqrt{\frac{P_c - P_a}{P_b}} \quad (7.25)$$

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:

$$n = \frac{n_j}{\eta}$$

$n_j$  - тарелкаларнинг назарий сон.

## МИСОҢЛАРНИ ЧИЛАШ НАМУНАСИ

7.1. Бензол 40% (моль) ва толуолдан 60% (моль) таркибига эга бўлган 60°Cда суюқ аралашма учун буғ фазасининг мувозанат таркиби ҳисоблансин. Аралашма Рауль қонун. билан характерланади. Атмосфера босими 760 мм.с.м.у.с. ва температура 90°C га қайтийдиган, 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.с. ва толуол учун -  $P_T = 140$  мм.с.м.у.с.

Бензол ва толуол учун парциал босимлар ушбу формулалар билан аниқланади:

$$P_6 = P_6 \cdot x_6 = 385 \cdot 0,4 = 154 \text{ мм.с.м.у.с.}$$

$$P_T = P_T \cdot x_T = P_T \cdot (1 - x_6) = 140 \cdot (1 - 0,4) = 84 \text{ мм.с.м.у.с.}$$

Умумий босим эса,

$$P = p_6 + p_T = 154 + 84 = 238 \text{ мм.с.м.у.с.}$$

Буғ фазасининг таркиби ушбу тенглама орқали аниқланади:

$$y_6 = \frac{p_6}{P} = \frac{154}{238} = 0,648$$

Демак, мувозанатдаги буг таркибид: 64,8% (моль) бензол ва 35,2% ( моль) толуол бор.

Атмосфера босими 760 мм.с.м.уст. ва температура 90° С да қайнайдиган, бензол ва толуолнинг суюқ аралашмасининг таркиби аниқлаш учун ушбу тегламани ёзамиз:

$$P = P_0 \cdot \lambda_0 + P_T \cdot x_T$$

ёки

$$760 \cong 1013 \cdot \lambda_0 + 40 \cdot (1 - \lambda_0)$$

ундан  $\lambda_0 = 58,3 \%$ ;  $x_T = 41,7 \%$

Бу ерда: 1013 ва 408 (мм.с.м.уст.) - тоза бензол ва толуолнинг 90°С даги туйинган буғларининг босими.

7-2. Аралашма Раул қонуни билан характерланади. Атмосфера босимида бензол-толуол аралашмаси учун  $t - x$ ,  $y$  ва  $y^*$   $t - x$  координатларида мувозанат диаграммасини қуринг ва фазаларнинг мувозанат таркибини ҳисобланг.

**Е ч и ш :**

Фазаларнинг мувозанат таркиби қуйидагича аниқланади:

$$p_0 = P_0 \cdot x; \quad p_T = P_T \cdot (1 - x)$$

Давытов қонунига биноан

$$P = p_0 + p_T = P_0 \cdot x + P_T \cdot (1 - x)$$

бунида :

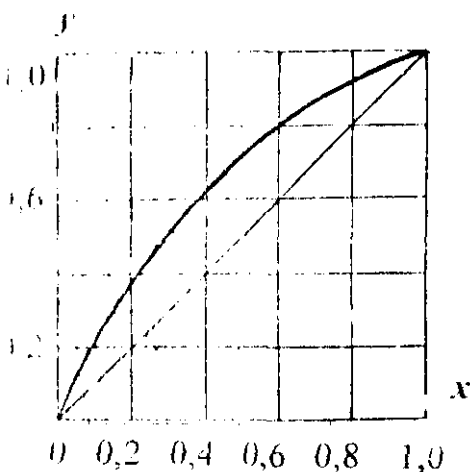
$$x = \frac{P - P_T}{P_0 - P_T}$$

сб.5) формулага охиноан

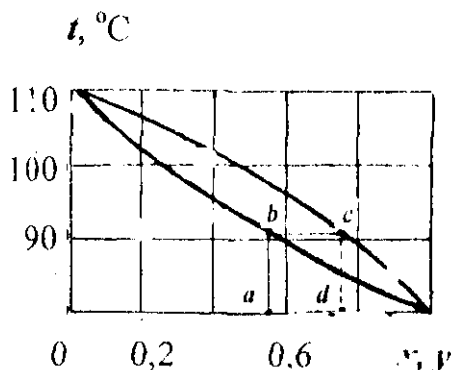
$$y^* = \frac{P_6}{\Pi} \cdot x$$

Олинган н.г.г.жалар 7.1 - жадвалда келтирилган ва 7.2, 7.3 расмларда график ҳолида тасвирланган.

t, °C	P <sub>6</sub> мм. симоб устуни	P <sub>T</sub> 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.  $y'$  -  $x$  диаграмма.



7.3-расм.  $t - x, y$  диаграмма.  
(7.15 - мисолага ҳам оид.)

7.3. Конденсатордан чиқётган дистиллят концентрацияси  $x_d = 71,2\%$  (ҳажмий), флегма сони  $R_{\text{флп}} = 1,9$  бўлса, дефлегматорга сарайган буғ концентрацияси ва флегмадаги этил спирт концентрацияси аниқлансин.

**Ҳал:**

Ҳисоблаш кесма-кетлиги қуйидагича бўлади:

1. (7.7) ва (7.8) формулалар орқали % (ҳажмий) концентрация-ни, % (масс) ва % (моль) ларга қайта ҳисобланади.

$$x_d = 71,2\% \text{ (ҳажмий)} = 62\% \text{ (мас)} = 40,8\% \text{ (моль)}$$

2. 27-жадвал маълумотлари асосида  $t - x, y$  диаграмма сурилади (7.3-расм). Ушбу диаграммадан, дистиллят концентрацияси  $x_d = 40,8\%$  (моль) учун флегмани концентрацияси  $x_{\text{ф}} = 8,0\%$  (моль) топамиз.

3.  $a + b = (40,8 - 8,0) = 32,8\%$  (моль) кесманинг қиймати топилади.

Флегма сони

$$R_{\text{ф}} = 1,9 = a/b \text{ да}$$



$$a/1,9 + a = 32,8 \%$$

Демак,  $a = 21,5 \%$

4. Кесма  $a$  нинг 1,9 ити нуқта  $I$  нинг ўрнини аниқлашга ёрдам беради ва унга қараб буғунинг концентрацияси  $y_6 = 19,6 \%$  (моль) ёки  $38,2 \%$  (масс) топилади.

7-4. Аввалги, 7-3 масаланинг берилган шароитлари бўйича, конденсатордан чиқаётган дистиллят миқдори  $G_d = 155$  кг/соат бўлса, флегма миқдори  $G_f$  аниқ инсин.

**Е ч и ш :**

1. (7.12) формула ёрдамида буғ ва дистиллятнинг моль массаси ҳисобланади:

$$M_d = \frac{100}{63,8 / 46,07 + (100 - 63,8) / 18,02} = 29,2 \text{ кг / кмоль}$$

$$M_o = \frac{100}{38,2 / 46,07 + (100 - 38,2) / 18,02} = 23,5 \text{ кг / кмоль}$$

2. Қуйидаги формула орқали эса дефлегматорга киритилган буғнинг миқдори аниқланади:

$$G_o = 155 (1,9 + 1) / 23,5 = 19,12 \text{ кмоль/сoат}$$

3.  $M_d = 29,2$  кг/кмоль эканлигини ҳисобга олиб, дистиллят миқдорини кг/соат дан кмоль/соат бирлигига ўтказамиз.

$$G = \frac{155}{29,2} = 5,31 \text{ кмоль / соат}$$

4. Дефлегматорнинг моддий балансиан, флегма миқдорини аниқлаймиз:

$$G_{\text{д}} = 19,12 \cdot 5,31 = 13,89 \text{ кмоль/ват}$$

5. (7.12) формула ёрламида,  $x_{\text{ф}} = 8,0 \%$  (моль) =  $18,2 \%$  (мг) бўлганда, флегманинг моль массаси ҳисоблаб топилди:

$$M_{\text{д}} = \frac{100}{13,2 / 46,07 + (100 - 18,2) / 13,02} = 20,3 \text{ кг / кмоль}$$

бўлса, флегманинг миқдори қуйи ағига тенг бўлади:

$$13,89 \cdot 20,3 = 281,9 \text{ кг/соат}$$

### ТАРЕЛКАНИ РЕКТИФИКАЦИОН КОЛОННАНИ ҲИСОБЛАШ ПАРАУНАСИ

Унумдорлиги  $G_{\text{д}}=155$  кг/соат спирт ишлаб чиқарадиган бра-горектификацион колоннани ҳисобланг (7.4 - расм).

Ҳисоблаш учун маълумотлар:

- бошланғич аралашма таркибида спирт миқдори  $x_{\text{бош}} = 10\%$  (ҳажмий), куб қолдиги -  $x_{\text{к}} = 0,0064\%$  (ҳаллом), дистиллят эса -  $x_{\text{д}} = 69,3 \%$  (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:

Ҳисоблани ушбу кетма - кетликда олиб борилади.

Бошлан ич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларнинг концентрациялари ҳажмий фозиздан (ҳажм), массавий фозизга (масс) (7.7) формула ёрдамида, сўнгра э.а (7.9) формула ёрдамида массавий фозиздан (масс) ҳажмий фозизга (ҳажм) қайта ҳисобланади.

Натижада бошлангич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларининг концентрациялари

тўғрида сон қийматларига эга бўлади:

$$x_{\text{бош}} = 10 \% \quad \text{ҳажм} = 8,01 \% \quad \text{масс} = 3,34 \% \quad \text{моль.}$$

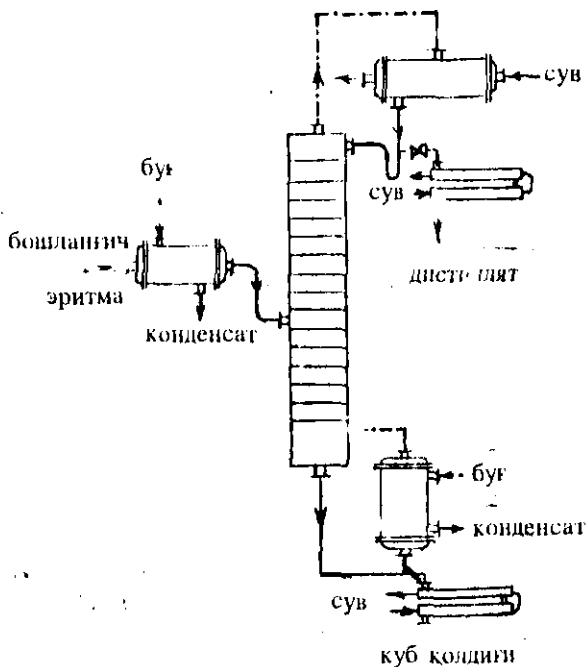
$$x_{\text{бош}} = 69,3 \% \quad \text{ҳажм} = 61,6 \% \quad \text{масс} = 38,5 \% \quad \text{моль.}$$

$$x_{\text{к}} = 0,0064 \% \quad \text{ҳажм} = 0,005 \% \quad \text{масс} = 0,002 \% \quad \text{моль.}$$

2. (7.9<sub>а</sub>) формула ёрдамида минимал флегма сони аниқланади.

2.1. 27 - жадвалдаги маълумотлар асосида  $x - y$  мувозанат чизиги кўрилади (7.5-расм).

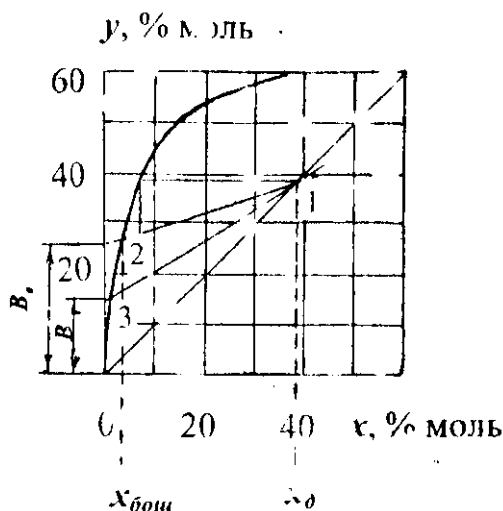
2.2. Ассессега ўқидаги  $x_p = 38,5$  мольга тааллуқли нуқтадан диагональ чизиги билан нуқтада кесилгунча вертикал чизик ўтказилади.



7.4-расм. Ректификация қурилмасининг схемаси

2.3. Абсцисса ўқидаги  $x_{\text{баш}} = 3,34$  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 ариаланимасининг минимал флегма ва қол панинг теңори қисмидаги назарий тарелкалар сонларини аниқлаш учун x - y диаграмм

Минимал флегма сонининг қиймати

$$R_{\text{мин}} = \frac{38,5 - 26,5}{26,5} = 0,453$$

ушбу йўл билан ҳисобланади.

3. Ҳақиқий флегма сони (7.20) формуладан топилади:

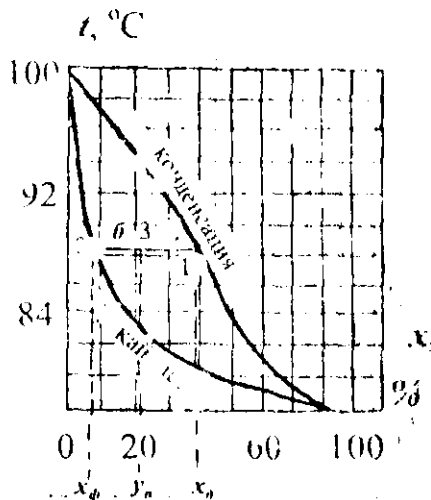
$$R_{\phi} = 0,453 \cdot 3,1 = 1,4$$

4. 27 - жағҳидаги маълумотлар асосида диафрагма кўрилади ва кейинчи ҳисобларда зарур флегма таркиби, дефлегматорга берилладиган 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  $= 15,9\%$  массе, ҳамда буғнинг конденсациялашнинг бошланғич температураси  $t_k = 88,5^\circ\text{C}$  белгилаб олинган.

4.2. Кесмалар нисбати  $a/b = R_f = 1,7$  га қараб нуқта 3 топилади. Бу нуқта, дефлегматорга кираётган буғнинг концентрациясини характерлади:  $y_b = 21\%$  моль  $= 40,3\%$  массе.

5. Колоннадан дефлегматорга кираётган буғнинг миқдори ушбу тенгликдан аниқланади:



7.6-расм. Сув-спирт аралашмаси буғнинг концентрацияси ва флегма сониини аниқлаш учун  $t-x, y$  диаграмма

$$G_b = \frac{G_d \cdot (R_f + 1)}{M_b} = \frac{155 \cdot (1,7 + 1)}{20,8} = 12,9 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

ёки

$$G_b = 12,9 \cdot 23,9 = 308,0 \text{ кг/соат}$$

Дистиллят  $M$  нинг моль массаси (7.12) формула орқали аниқланади:

$$M_T = \frac{100}{\frac{61,6}{40,07} + \frac{100 - 61,6}{18,02}} = 28,8 \text{ кг/кмоль}$$

Худди шу ўл билан буғнинг моль массаси ҳисобланади

$$M_b = 23,9 \text{ кг/кмоль}$$

Дистилляг ҳосил бўлиши учун сарф бўлган буғ миқдори

$$\frac{155}{28,8} = 5,38 \text{ кмоль / соат}$$

б. Флегма миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_6 = G_\phi + G_D = G_D \cdot (R_\phi + 1)$$

$$G_\phi = G_6 - G_D = 12,9 - 5,3 = 7,52 \text{ кмоль/соат}$$

ёки

$$G_\phi = 7,52 \cdot 20 = 150,4 \text{ кг/соат}$$

Флегманинг моль массаси (7.12) формуладан топилади:

$$M_\phi = \frac{100}{\frac{15,9}{46,07} + \frac{100 - 15,9}{18,02}} = 20,0 \text{ г / кмоль}$$

(7.13) ва (7.14) формулалардан фойдаланиб бошланғич ара-  
 ташма миқдори  $G_{\text{бош}}$  ва куб қолдиғи  $G_{\text{ох}}$  аниқланади:

$$\begin{cases} G_{\text{бош}} = 155 + G_k \\ \frac{G_{\text{бош}} \cdot 8,01}{100} = \frac{155 \cdot 61,6}{100} + \frac{G_k \cdot 0,005}{100} \end{cases}$$

Бу тенгламаларда

$$G_k = 1037,5 \text{ кг/соат}$$

$$G_{\text{бош}} = 1192,65 \text{ кг/соат}$$

8. Ифтувчи буғ сарфини билиш учун колоннанинг иссиқлик  
 баланси 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 боғиқлиқ аралашманинг солиштирма иссиқлик сифими 15 - жадвалдан топилади ( $c_{\text{боғиқ}} = 4,27 \text{ кДж/(кгК)}$ ).

8.2. Флегма билан

$$Q_2 = 150,4 \cdot 4,31 \cdot 88,5 = 57367,8 \text{ кЖ/соат}$$

Флегманичг солиштирма иссиқлик сифими  $c_{\text{ф}} = 4,31 \text{ кДж/(кгК)}$  (15 - жадвалдан)

8.3. Иситги да иситувчи буғ билан

$$Q_3 = D \cdot 2711,3$$

Иситувчи буғнинг солиштирма энталпияси унинг босимига қараб 38 - жадвалдан таъланати.

## 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 энталпияси топилади ва  $i = 2086,8 \text{ кЖ/кг}$ .

8.5. Қолдиқ билан

$$Q_5 = 1037,5 \cdot 4,27 \cdot 100,5 = 445227,5 \text{ кЖ/соат}$$

Қолдиқни концентрацияга қараб, 15 - жадвалдан унинг солиштирма иссиқлик сифими аниқланади:  $c_{\text{к}} = 4,27 \text{ кДж/(кгК)}$ .

8.6. Иситувчи буғ сарфи ушбу формуладан топилади.

$$D = \frac{643360,4 + 445227,5 - 43272,3 - 57367,8}{2711,3 - 516,25} = 272,5 \text{ кг/сорт}$$

Атроф муҳитга йўқоғинлар билан ( $Q_{\text{пук}} = 5\%$ ).

$$D = 1,05 \cdot 272,5 = 286,2 \text{ кг/сорт}$$

9. Истиғувчи буғининг солиштирма сарфи ушбу  $D$  билан топилади:

$$d_0 = \frac{286,2 \cdot 100}{156 \cdot 61,6} = 2,99 \text{ кг/кг}$$

10. Колоннанинг терекалари сон. Ам аниқлаш.

10.1. Буғининг учун 7.15 формула асосида колоннанинг юқори қисми учун ишчи чизик тенгламаси ёзилади:

$$y = \frac{38,5}{1,4+1} + \frac{1,4}{1,4+1} \cdot x$$

$$y = 16 + 0,5^{04} \cdot x$$

Ушбу тенгламага биноан, 7.3 расмнинг ордината ўқида 0-3 қисмаси 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, мувоқат ва ишчи чизиклар орасидан,  $x_{\text{бон}}$  гача вертикал ва горизонтал чизиклар ўтказилади. Ҳосил бўлган зиналар соли назарий терекалар сонини  $n_n^{\text{н}} = 1,8$  куратади.

10.2. Колоннанинг пастки қисмидаги терекалар сон. Буғини учун

$$y = \frac{G}{G_0} \cdot (x) + \left[ 1 - \frac{G_k}{G_0} \right] \cdot x_k$$

формула ёрдамида колоннанинг пастки қисми учун ишчи чизик тенгламаси тузилади



Колоннадаги суяқлик оқимининг миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_c = \frac{G_{\text{булл}}}{M_{\text{булл}}} + \frac{G_{\text{ф}}}{M_{\text{ф}}} = \frac{1192,65}{18,96} + 7,52 = 70,41 \text{ кмоль / соат}$$

Бошланғич аралашма мол массаси (7.12) тенгламадан аниқланади:

$$I_{\text{булл}} = \frac{100}{\frac{8,01}{46,07} + \frac{100 - 8,01}{18,02}} = 18,96 \text{ кг / кмоль}$$

Колоннадаги (сув - спирт буллари) буг оқимининг миқдори асосида аниқлаш мумкин:

$$G_b = \frac{G_{\text{ц}} \cdot (R + 1)}{M_b} = \frac{D}{M_c} = \frac{272,5}{10,02} = 15,1 \text{ кмоль / соат}$$

бу ерда  $M_{\text{ф}}$ ,  $M_{\text{булл}}$ ,  $M_c$  - флегма, бошланғич аралашма ва дининг молн массалари

Унда,

$$y = \frac{70,41}{15,1} \cdot x + \left[ 1 - \frac{70,41}{15,1} \right] \cdot 0,002$$

$$\text{ёки} \quad y = 4,66 \cdot x - 0,0073$$

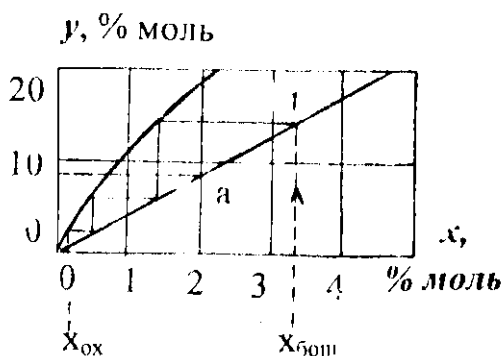
Сўнгра, мувозанат чизиги кўрилади (7.7 расм).

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  $2$  тун ишчи чизиги ҳосил бўлади.

Агар, нуқта  $E$  да  $2$  мувозанат чизиги билан кесилувنча горизонтал ва вертикал тизиклар ўтказсак, дистилляция жараёни учун назарий тарелкалар сони чиқади

$$n''_1 = 2,9$$

Бошланғич аралашманың концентрациясини 0,2 % моль дан 0,002 % моль га пайдалануш учун зарур тарелкалар сони ушбу формулада исобланади:



7. расм. Сув-сирт аралашмасы учун колоннаның ястык қисмындағы тарелкалар сони анықлаш учун  $x - y$  диаграмма.

$$n_{n2}^n = \frac{4,34 \cdot \ln \left[ 1 + \frac{x_{бон}}{x_{ок}} \cdot \left( \frac{G_б \cdot k_u}{G_c} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{G_б \cdot k_u}{G_c}} - 1$$

$$\frac{4,34 \cdot \ln \left[ 1 + \frac{0,2}{0,002} \cdot \left( \frac{15,1 \cdot 13}{70,41} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{15,1 \cdot 13}{70,41}} - 1 = 4,0$$

10.3. Колоннаның умумий назарий тарелкалар сони анықланади:

$$n_n = n_n^{ю} + n_{n1}^n + n_{n2}^n = 1,8 + 2,9 + 4,0 = 8,7$$

10.4. Ҳақиқий тарелкалар сонины билиш учун, 49 - жолралдан тариниң ф.п.к. тошпадади:

Колоннаның юкори қисми, қашпоқчалы тарелкалар учун  $\eta = 0,5$ .

$$n_x'' = \frac{p}{\eta} = \frac{1,8}{0,5} = 3,6 \approx 4 \text{ дона тарелка}$$

Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар учун  $\eta = 0,5$ ,

$$n_x'' = \frac{2,9 + 4,0}{0,5} = 13,8 \approx 14 \text{ дона тарелка}$$

11. Колоннанинг шодга алмашининг қисмининг баландлиги  $h_{\text{кол}}$  қандагича 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 қажми ушбу формулада ҳисобланади:

$$V = \frac{G_b \cdot i_{b, \text{ж}}}{\rho_b \cdot i_b \cdot 3600} = \frac{286,2 \cdot 2711,3}{0,632 \cdot 2568 \cdot 3600} = 0,14 \text{ м}^3/\text{с} = 178, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{ч}$$

Бошланғич аралашма тарелкаларга кираётган пайтда  $u_b = x_{\text{бош}} = 8,0$  % масс,  $\rho_b = 0,632 \text{ кг/м}^3$  ва  $i_b = 2568 \text{ кЖ/кг}$  параметрларга эга булган ҳол учун  $\rho_b$  ва  $i_b$  лар 22 - жадвалда танланади.

12.2. Дарботаж чуқурлиги  $z = 30 \text{ мм}$  қабул қилиб, колоннанинг буш қундалиги кесими учун буғнинг тезлиги

$$w = \frac{0,30 \cdot h}{60 + 0,05 \cdot h} = 0,012 \cdot z$$

формуладан топилади:

$$w = \frac{0,3 \cdot 5 \cdot 250}{60 + 0,05 \cdot 250} = 0,012 \cdot 30 = 0,69 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Колонна диаметри эса

$$d_{\text{к}} = \sqrt{\frac{0,14}{0,785 \cdot 0,69}} \approx 0,52 \text{ м}$$

Каталог ёрдамида юқори ва пастки қисмларда қалпоқли (ТСК) тарелкалар диаметри 600 мм тенг колонна танланади [3].

## К О Н Т Р О Л М А С А Л А Л А Р

7.1. Крезол ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) сув буғи ёрдамида а) атмосфера босими остида; б) 300 мм.с.м.уст. остида ҳайдалмоқда. Ҳувидагиларни аниқлаш керак: ҳайдаш температурасини; олинган аралашманинг массавий таркибини; Крезолнинг буғдаги ҳажмий фоизи (%)ни ва унинг парциал босимини,  $\varphi = 0,8$  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 характерланиши деб ҳисоблаб, қайнаётган суюқликнинг таркибини аниқланг.

Агарда суюқликдаги толуол миктори 2 баробар кам бўлса, шу температурада суюқлик қандай босимда қайнаши 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. босим остида ва б) 500 мм.с.м.уст. босими остида бўлганда аниқланг. Аралашма Раул

қонуни бүйіча тарақтерланади деб олинсин.

б) толат бүйіча олинган мат умот изоҳлаб берилсин.

7.4. Раул қонунини қўлдан мумкин деб ҳисоблаб, тексиритган аралашмаси учун умумий бошим  $2 \text{ кг/см}^2$  бўлганда  $x = y^*$  мувозанат ҳолатири чизигини кўринг. Ташкил этувчи партиялар алоҳида олинган тўйинган буғлар босимларини номограммадан олинг (117-расм).

7.5. Суяқ аралашма 10% (моль) сув ва, 50% (моль) сирка кислотаси ва 40% (моль) ацетондан ташкил топган, бўлиб, температураси  $8^\circ\text{C}$  га тенг. Аралашмани ташкил этувчи компонентлар Раул қонунига буйингани учун, суяқ аралашма юқорисида ҳосил бўладиган мувозанат ҳолатдаги буғини 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 йиғинида 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 ҳайдаш ёрдамида ажратилмоқда. Дастлаб аралашма таркибида сирка кислотаси 10% (моль) ни ташкил этган бўлса, ҳайдалган сувнинг қолдиқдаги миқдори 50% (моль) ни ташкил этади.

Қолдиқ ва дистиллят миқдорлари ва дистиллятнинг таркибинини аниқланг. Ташкил этувчиларнинг мувозанат ҳолати ҳақиқатини маълумотни 62-жадвалдан олинг.

7.8. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колоннада этил учувчан 24% (моль) ли сув қилиб келиб тушмоқда. Дистиллятнинг концентрацияси (қуюқчилиги) 95% (моль), қайнатилган қолдиқ этил учувчан компонентининг (куб) миқдори 3% (моль) ни ташкил этади. Соатига 850 кмоль миқдордаги бут дефлегматорга тулади ва дефлегматордан 670 кмоль/соат миқдорида флегма колоннага қайтиб келади. Қайнаткич (куб)даги қолдиқ миқдори қанча бўлишини аниқланг.

7.9. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колонна ёрдамида этил спирни ва сув аралашмаси ҳайдаб ажратилмоқда. Колонна пастки қисми ишчи чизиги тегиламаси  $y = 1,28 \cdot x - 0,0143$ . Қайнаткич (куб) даги спирт қолдиқининг массавий % миқдори аниқлансин. Колонна дуруқ (глухой) бут билан ишилмоқда.

7.10. Узлуксиз ишлайдиган колоннада бензол ва хлор форм аралашмаси қайта ишланмоқда. Ректификация қилингандан сўнг дистилят таркибида энгил учувчан модда компонентдан 95% (моль) ҳосил бўлмоқда. Ютувчи (таъминловчи) суюқлик таркибида ушбу компонентдан 40% бор. Флегма, иш қиймаги минимал қиймагдан икки баробар катта бўлиши маълум бўлса, колонна тоқори қисми илтифат қисми энг оғиш бурчаги тангенсини аниқлаб беринг. Ташкил эгувчиларнинг мувозанат ҳолатлари маълумотлари 62-жадвалдан олинг.

7.11. Гексан ва сувдан ташкил топган 65°С температурали суюқ аралашма учун буғ фазасининг мувозанат таркиби ҳисоблансин. Иккала 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 характерланган бензол-толуол аралашмаси учун  $t-x$  ва  $y^*-x$  координатларида мувозанат диаграммаси ва фазаларнинг мувозанат таркиби ҳисоблансин.

7.15.  $t-x, y$  диаграммаси (7.10 расм) ёрдамида 55% (моль) бензол ва 45% (моль) толуолдан иборат суюқ аралашманинг қайнаш температураси ва бугирнинг мувозанат таркиби аниқлансин.

7.16. Суюқлик таркибида спирт миқдори 6,1% (ҳажмий) бўлганда, буғланиш коэффициентини аниқланг.

7.17. Конденсатордан чиқаётган дистилят концентрацияси  $x' = 75,2\%$  (ҳажмий), флегма сони  $R_{\min} = 1,6$  бўлса, дефлегматорга кирётган буғ концентрацияси ва флегмадаги метил спирти концентрациялари аниқлансин.

7.18. Конденсатордан  $G = 155$  кг/соат сарфда дистилят чиқса, 7.17 масала шартлари бўлган жараси учун флегма миқдори  $G_f$  ҳисоблансин.

7.19. Сув-спирт аралашмада спирт концентрацияси  $x = 8,0\%$  (ҳажмий) дистилятда эса  $x_d = 69,5\%$  (ҳажмий) бўлганда минимал флегма сонини аниқланг.

7.20. Бугдан спиртнинг концентрацияси 35,0%, 55,0%, 73,5% (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-спирти конденсацияланмоқда. Дистилят таркибида ацетон концентрацияси 50%, конденсацияланаётган буғда эса - 43% (моль).

Флегма соъи ва унинг миқдори топилсин.

7.22. Концентрацияси  $x_{\text{бoш}} = 1\%$  бўлган 800 л миқдордаги,  $t = 20^\circ\text{C}$  температурада сирт бор суюқлик ҳайдалмоқда. Ҳайдаш жараёни тугайдиганда сўнг концентрацияси  $x_2 = 24\%$  (ҳажм) бўлган 270 л суюқлик олинди. Қолдиқдаги сирт концентрацияси  $x_k = 0,1\%$  (ҳажмий). Ҳайдаш учун юзоридаётган аралашманин температураси  $t = 60^\circ\text{C}$ , иштувчи буг босими  $p = 0,15 \text{ МПа}$  га тенг.

7.23. Сув-спирт аралашмаси фазаларга ажратилгани келтирилган таркибдаги этон концентрацияси 10% (масс), дистилятдаги эса - 92,3% (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. Қолондаги буғнинг тезлиги 0,5 м/с, босим эса 1,2 $\cdot$ 10<sup>5</sup> Па. Қолонга юқори қисмининг диаметри аниқлансин.

7.25. Концентрацияси 8% (ҳажмий) бўлган сув-спирт аралашма 1200 кг/соат миқдорда брага ҳайдаш қурилмасига кириб кетмоқда. Концентрацияси 30% (ҳажмий) бўлган флегма миқдори 200 кг/соатни ташкил этади. Қолондаги сирт миқдори - 0,01% (ҳажмий). Флегма сони 2,0.

Қолоннинг пастки қисмидаги назарий тарелкалар сони белгилансин.

## КОНТРОЛ ТОНУВИРИНИ №15

А% (ҳажм) концентрацияли дистилят В кг/соат массавий сарфда конденсатордан оқиб чиқмоқда. Флегма сони С га тенг. Оқиб кетмаётган флегмада этил спиртининг концентрацияси ни ва унинг миқдори аниқлансин.

№	Шарҳ	Ўлчов бўлиши	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

### КОЎТРОЛ ТОШИҲИҚ НИС

Ректификацион колоннанинг тарелкалари орасидagi масофа 1 м қурилмадан V ҳажмий сарфда буг ўтмоқда. Нормал шароитда бунишиг зичлиги  $1,25 \text{ кг/м}^3$ , суюқлиғики ўса -  $430 \text{ кг/м}^3$ . Колоннадagi абсолют босим P ўрта га температура - t. Колоннаниг диаметри d қанча бўлиши керак?

№	Шарҳ	Ўлчов бўлиши	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
I	мм		25	40	50	30	35	27	32	30	45	47
P	кг/см <sup>2</sup>		1,2	1,5	1,8	1,2	1,3	1,18	2,22	1,4	1,6	1,7



## ЭКСТРАКЦИЯҒАН

## Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

Экстракциялаш эб шундай жараё га айтиладики, аралашмани таркибидан қаттиқ ёки суяқ ҳолатдаги бир ёки бир неча компонентни эритувчи (экстрагент) ёрдамида бошқа компонентга нисбатан эритиб ажратиб олишга айтилади. Ҳосил бўлган аралашма таркибидан эса, керакли компонентни буелатиш ёки ректификациялаш ёрдамида ажратиб олинади.

Қаттиқ жисмлардан эрибдиган моддаларни экстракция қилувчи жараёндлари шакар, усимлик, қорғаш, патока, шай татлар, витаминлар, фармацевтика, нефтни қайта ишловчи, подир ва камёб элементларни олиш, чикриди сувларни тозалаш, ишқор, кислотота ва тузларни олиш технологияларида, ҳамда озиқ-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқаришда кен қўлланилади.

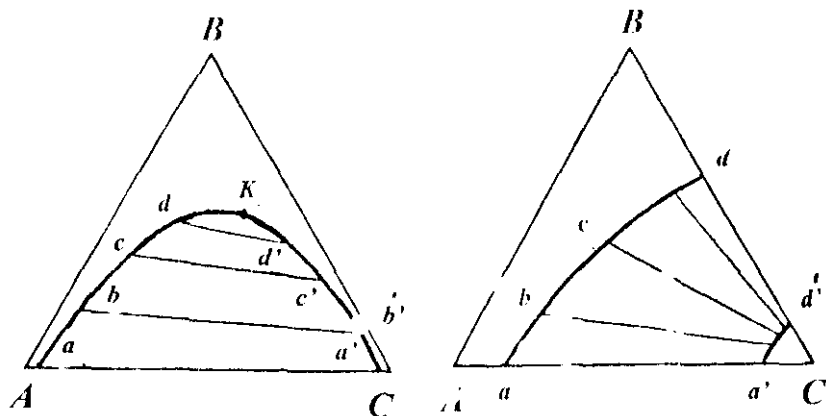
Суяқлик экстракциясини қўллашдан мақсад:

1) ректификация ёрдамида аралашмадан ажраладиган азеотроп аралашма ҳосил бўлиши, компонентларни термик чидамсизлиги таътиб чиқа олмаслиги туфайли;

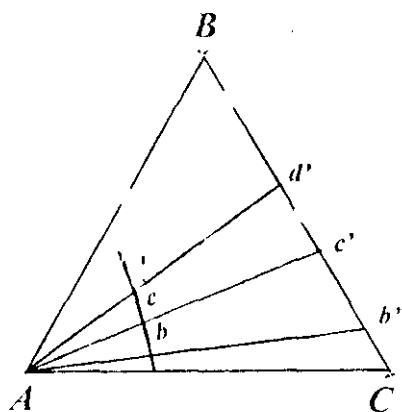
2) ташкил этувчи компонентларни қайгани температуралари бир - биринга яқин бўлиб, ёки контраинияси кам бўлса, ёки бошқа сабаблар билан ректификация усули экстракцияга нисбатан иқтисодий сарф ҳажати катта бўлишида.

8.1- расм:  $abcdKd'e'ba'$  - чегаравий чизик (бинода); ушбу эгри чизик ичига жойлашган майдон 6, 2 та ташкил этувчи фаза жойланган ажратувчи аралашма майдони бўлиб, унинг ташкил этувчиларнинг қийматлари шу эгри чизикдаги нуқталар билан ифодаланади; эгри чизик ташқарисида жойлашган майдон эса, бу аралашмадан эригмалар майдони қилиб белгиланади.

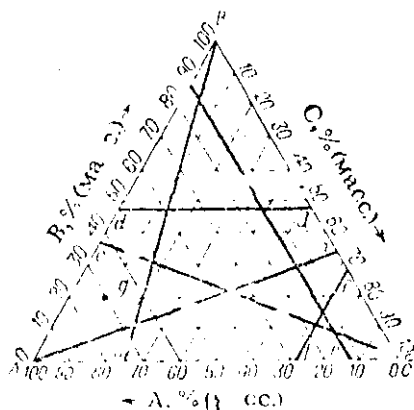
K нуқта - критик нуқта ҳисобланади; чегаравий эгри чизикнинг ол. қиеми - рафина тиниш шохобчаси (бирламчи эритувчининг қолдиги шу қолдичдан экстракцияланган модддан олтишандан сўнгги ҳолати); эгри чизик чегарани ўнг - экстрактлар шохобчаси;  $bb'$ ,  $cc'$ ,  $dd'$  уланиш фазаларни бирлаштирувчи нуқталар - яъни мувозанат бўлақлари;



8.1-расм.  $t = \text{const}$  бўлганда, бир (а) ва икки (б) бир-бирида қисм-и эрийдиган компонентли «суюқлик-суюқлик» системаси.



8.2-расм.  $t = \text{const}$  бўлганда «қаттиқ жисм-суюқлик» системаси



8.3-расм. Мувозиратнинг учбўракли диаграммаси

8.2- расмда abcde - chegaraviy эри чизик бўлиб, унинг чап томони уч компонентли гетероген аравагида майлони; ўнг томон эса қатлам арға ажралниш майлони.

Учбўрақнинг BC томони оқимнинг (қатламнинг) юқори қисминини ҳарактерлайди (оқсизрак янавастиган модданинг эри-

тувчидаги эригма қисми) чегаравини, эгри чизик эса, пастки оқим (қағлам)нинг таркибини характерлайди:  $bb'$ ,  $cc'$ ,  $dd'$ , мувозанат бўлаклари бўлиб ҳисобланади. Учбурч кишиги А чўққиси орқали давоми бўлиб ҳисобланади.

Статик экстракцияга бағишланган масалалар асосан график усулда, яъ. и учбурчак ёки тўртбурчак диаграммалар ёрдамида ечилади.

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 қуйидаги таркибини кўрсатади: 70% (масс) А, 20% (масс) В, 10% (масс) С.

б) Учбурчак чўққисидан чиқарилган  $Aa$ ,  $Bb$ ,  $Cc$  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)  $da$ ,  $eb$ ,  $fc$  чизиклар, учбурчакнинг АС, ВС, АВ томонларига параллел бўлиб, ўзгармас В/А, С компонентли аралашмаларнинг геометрик ўрнини кўрсатади.

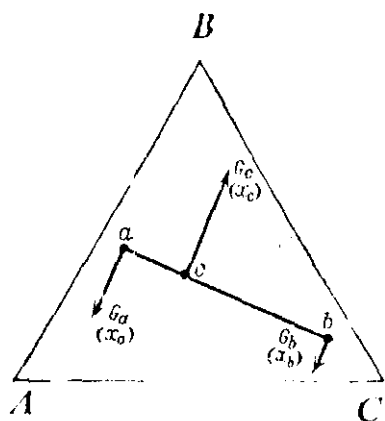
2) Посонги қондаси (оғирлик кучи маркази қондасининг хусусий ҳоли). Исталган 2 та эригма қўшилганда, уларнинг таркиби диаграммада "а" ва "б" нуқталар билан берилган бўлсин. Аралашманинг умумий таркиби  $ab$  тўғри чизикда ётган "с" нуқта орқали ифодаланган.  $ac$  ва  $bc$  кесмалар олинган эритмалар миқдорига тескари пропорционалдир (8.4- расм):

$$G_a + G_b = G_c \quad (8.1)$$

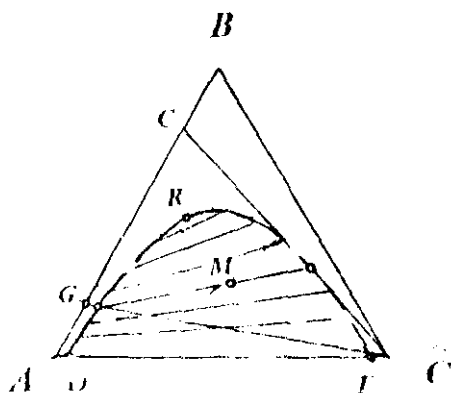
бузида  $x_a + x_b + x_c = 1$  га

$$\left. \begin{aligned} G_c / ac &= G_b / bc; & G_c / bc &= G_b / ac; \\ G_c / ac &= G_a / ab; \\ G_c / bc &= G_a / ab; & G_c / ab &= G_b / ac = G_a / bc \end{aligned} \right\} \quad (8.2)$$

бу ерда  $G_a$ ,  $G_b$ ,  $G_c$  - аралашмадаги а, б ва с компонентлар массаси;  $x_a$ ,  $x_b$ ,  $x_c$  - исталган (А, В ва С) компонентнинг а, б ва с аралашмадаги миқдори, % (масса)



8.4-расм. Писоли қонуни



8.5-расм. Экстракцион жараёнининг уйбурчакли диаграммалар тасвири

3. Уйбурчак диаграмма ёрдамида экстракторда юз бераётган жараёнларни ифодалаш мумкин (8.5 расм). Дастлабки аралашманинг таркиби E нукта, экстракцион таркиби Эса, D нукта билан белгилансин. D нуктага мос келган аралашманинг миқдори  $G_D$ , E нуктага мос келган экстрагентнинг миқдори  $G_E$  га тенг.

Дастлабки аралашма ва эритувчини аралаштириш натижасида ҳосил бўлган суюқлик аралашмаси M нукта билан белгиланади:

Бунда

$$\frac{G_D}{G_E} = \frac{ME}{MD} \quad (3.3)$$

M нуктага тўғри келган аралашма экстракт ва рафинатга ажратилади. Шундай қилиб, дастлабки аралашманинг эритувчи билан бир марта тўқнашуви орқали 2 та қўза (экстракт ва рафинат) ҳосил бўлади.

Экстракт B компоненти билан бойитилган бўлса, рафинатнинг таркибида B компонент жуда оз миқдорда бўлади. Экстракт ва рафинат миқдори қуйидаги ифода ёрдамида топилади:

$$\frac{G_R}{G_L} = \frac{M_L}{M_R} \quad (8.4)$$

4. Экстракция диннаётган компонент В нинг экстракт ва рафинат фазалари ўртасидаги қисмларнинг коэффициентни қуйидаги нисбадан топилади:

$$k = \frac{y_B}{x_B}; \quad \begin{cases} k \leq 1 \\ k > 1 \end{cases} \quad (8.5)$$

бу ерда  $y_B$  — экстракт таркибидаги В компонент миқдори, % (масса);

$x_B$  — рафинат фазасидаги В компонентининг мувознақи миқдори, % (масса).

Онда таққиланиш коэф. биниенти концентрацияга боғлиқ бўлади. Шунини учун аналитик ҳисоблар фақат тақминий натижалар беради.

#### 5. Тўғри тўрибурчак диаграммалари.

Агар табирлашни А ва иккиламчи В эритмаларнинг ўзаро эришишчи ҳисобга олинмаса, граф. усулда ҳисоблаш учун тўғри тўрибурчак диаграммадан фойдаланилади. Буниинг учун  $x'$  -  $y'$  координатладаги диаграмма жуда қўлайдир.

унда

$$x'_B = \frac{x_B}{100 - x_B} \left\{ \frac{\text{кг-экстракция шувчи компонент}}{\text{кг-бирламчи эритма}} \text{ раф. ф. азда} \right\} \quad (8.6)$$

$$y'_B = \frac{y_B}{100 - y_B} \left\{ \frac{\text{кг-экстракция шувчи компонент}}{\text{кг-б. ламчи эритма}} \text{ экстр. ф. азда} \right\}$$

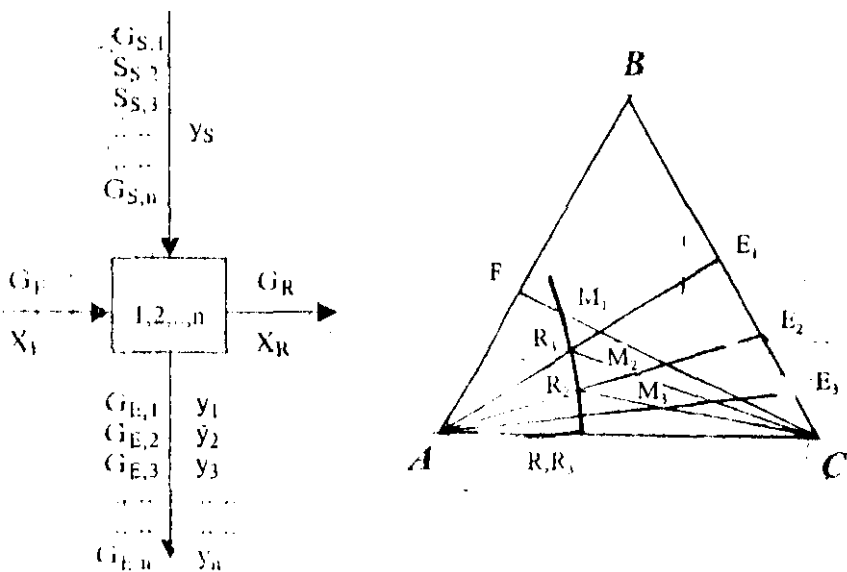
6. Эритмани қисман алмаштиради усули билан қатъқ қисман экстр. ф. я қилиш, n-ис эрвини экстракциянинг умумий моддий баланси қилишни қуйидаги кўринишга эга:

$$G_{R,n} + G_{S,n} = G_{R,n} + G_{E,n} \quad (8.7)$$

Экстракция қилишнинг n-компонент бўлиши n-погонанинги умумий моддий баланси ушбу формула орқали топилади:

$$G_{Rn-1} \cdot x_{n-1} + G_{Sn} \cdot y_s = G_{Rn} \cdot x_n + G_{En} \cdot y_n \quad (8.8)$$

7. Қаттиқ жиемларни тўғри йўналишли экстракциялаш.  
 Моддий баланс теннамаси худди қарама-қарши йўналишли  
 қўқинқ экстракция теннамаси кабидир, яъни 8.6-расм, ва  
 ушбу теннамалар орқали топилади.



8.6-расм. Эритувчи вақти вақтда алмашириш усулида қаттиқ жиемдан  
 экстракция қилиши.

Моддий баланси экстракторнинг умумий моддий баланси тенна-  
 маси:

$$G_F + G_S = G_R + G_E$$

Экстракция қилинаётган компонент бўйича моддий баланс  
 теннамаси ушбу кўринишга эга:

$$G_F \cdot x_f + G_S \cdot y_s = G_R \cdot x_r + G_E \cdot y_e$$

Агар биринчи погонадан ташқари ҳамма погоналар учун оқимлар нисбати ўзгармас бўлса, яъни  $a_2 = a_3 = \dots = a_1 = \text{const}$ , экстракциялашган компонентнинг қай ажратиладиган погонани қуйидаги тенглама ёрдамида аниқлашди:

$$\varphi = \frac{1}{1+a_1 \cdot (1+a+a^2+\dots+a^{n-1})} = \frac{G_R \cdot Y_i}{G_R \cdot n \cdot X_n} \cdot [1+a \cdot (1+a \cdot (1+a \cdot (1+a \cdot \dots \cdot (a^{n-2}))))] \quad (8.9)$$

Тоza эритувчинини қўйласак,  $y_c=0$  бўлади ва (8.9) кўринишини қуйидагича бўлади:

$$\varphi = \frac{1}{1+a_1 \cdot (1+a+a^2+\dots+a^{n-1})} \quad (8.10)$$

Бундан ташқари, критилаётган қаттиқ модда миқдори эришма миқдорига тенг бўлса ва худди погоналар орасидек бўлса, яъни  $a_1=a$  бўлса, у ҳолда

$$\varphi = \frac{1}{1+a+a^2+\dots+a^n} \quad (8.11)$$

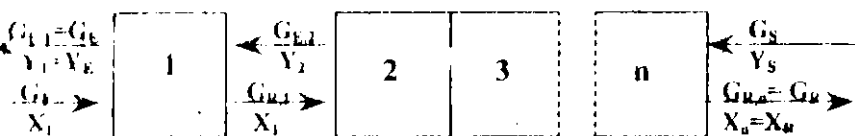
Экстракциялашнинг назарий погоналар сонини  $n$  аниқлаш учун, оқимлар нисбати  $a_2 = a_3 = \dots = a_n = \text{const}$  ўзгармас бўлганда қуйидагича аниқланади:

$$n_c - 1 = \frac{\lg \frac{x_R - y_S}{x_1 - y_2}}{\lg \frac{y_2 - y_S}{x_1 - x_R}} = \frac{\lg \frac{x_1 - y_2}{x_R - y_S}}{\lg \frac{x_1 - x_R}{y_2 - y_S}} \quad (8.12)$$

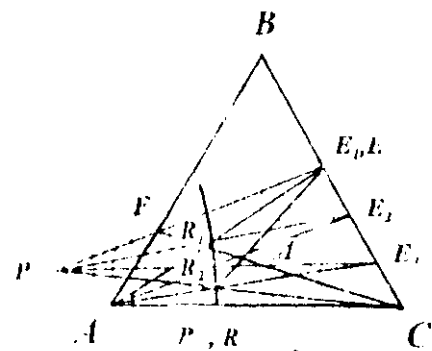
Юқоридаги сонни график ёрдамида аниқлаш мумкин, худди бинар системаларини аниқлагандак  $y - x'$  ўғри координатда диаграммада,  $x' = x_3/1-x_A$ ; яъни эришманин қаттиқ жием мас-саси ҳисобда иштирок этади.

Мувозанат чиз.қ тенгамаси ушбу ҳолатда  $y^2 = x'$ ; шунининг тенгамаларини моддий баланс тенгамаларининг чиқарини мумкин

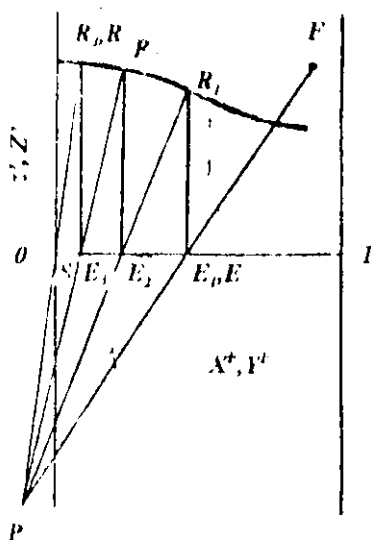
а)



б)



в)



87-расм. Каттик жиселди карама-карши йуналиши экстракция қилиш жарайши.

Каттик жиселарни экстракция қилиш жарайшида молекуляр диффузия йули билан ажратиб олинган молдани миқдори уйидати формула ёрдамида аниқланади:

$$G = \frac{D_n}{l} \cdot (c_1 - c_2) \cdot F \cdot \tau \quad (8.13)$$



$D_{11}$  - молекуляр ички диффузия коэффициенти,  $m^2/soat$ ;  $l$  - қаттиқ жисмнің геометрияқ ұлчамы,  $m$ ;  $T$  - экстракциялан вақти,  $soat$ ;  $V$  - жием көзеси,  $m^3$ ;  $c_1$  - қаттиқ жиемдан ажратиб олинаётган модданинн ұртача концентрацияси,  $kg/m^3$ ;  $c_2$  - ажратиб олинаётган модданинн экстракция концентрацияси,  $kg/m^3$ .

Конвектив диффузия йўли билан экстракция ўтган модданинн миқдори ушбу формула орқали топилади:

$$G = \frac{D_{11}}{S} \cdot (c_1 - c_2) \cdot F \cdot T \quad (8.14)$$

бу ерда  $D_T$  - конвектив (ташқи) диффузия коэффициенти,  $m^2/soat$ ;  $\delta$  - четарақни қалла қалинлиги,  $m$ ;  $m^2/soat$ ;  $c_3$  - ажратиб олинаётган модданинн эритмадағы концентрацияси,  $kg/m^3$ .

"Газ - газ" ва "газ - суюқлик" системаларида диффузия коэффициентини аниқлаш. Газ А нинг В газдағы диффузия коэффициентини (ёки В нинг А дағы) қуйыдағы тенглама ёрдамида топиш мумкин:

$$D = \frac{0,00435 \cdot 10^{-4} \cdot T^{1,5}}{p \cdot [V_A^{0,33} + V_B^{0,33}]} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (8.15)$$

$T = 273,16 + t$  - абсолют температура,  $K$ ;  $p$  - босим,  $MПа$   $10^6$ ;  $V_A$ ,  $V_B$  - газларнинг моляр ҳажмлари  $cm^3/mol$ ;  $M_A$ ,  $M_B$  - газларнинг молекуляр массалари.

Агарда газлар учу  $T$  температура ва  $p$  босимдағы диффузия коэффициентини маълум бўлса, унда  $T$  температура ва  $p$  босимдағы диффузия коэффициентини ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$D = D_0 \cdot \left( \frac{p}{p_0} \right)^{-1} \cdot \left( \frac{T}{T_0} \right)^{1,5} \quad (8.16)$$

Бунда  $T_0$  - температура,  $p_0$  - босим,  $D_0$  -  $T_0$  температура ва  $p_0$  босимдағы диффузия коэффициентини маълум бўлган ҳолатдағы

$$D_{20} = \frac{10^6}{AB \cdot \sqrt{\mu_{20}} \cdot [V_A^{0,33} + V_B^{0,33}]} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (8.17)$$

Агарда 20°C температура учун  $D$  маълум бўлса, бошқа температураларга тегишли диффузия коэф.  $D$  шенги ушбу формула орқали ҳисоблаб топилади:

$$D = D_0 \cdot [1 + b \cdot (t - 20)] \quad (8.18)$$

$$b = \frac{0,2 \cdot \sqrt{\mu_{20}}}{\sqrt{p}}$$

бу ерда  $b$  - коэффициент;  $p$  - суюқликни.  $g$  ҳажмий массаси,  $kg/m^3$ .

Температура 20-90°C оралиқда сахарозанинг сувда эриган концентрацияси  $c = 5-30$  % бўлса, диффузия коэффициенти ушбу формуладан топилади:

$$D = 0,422 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,015 \cdot c} \cdot e^{\frac{2700}{T}} \quad (8.19)$$

## МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

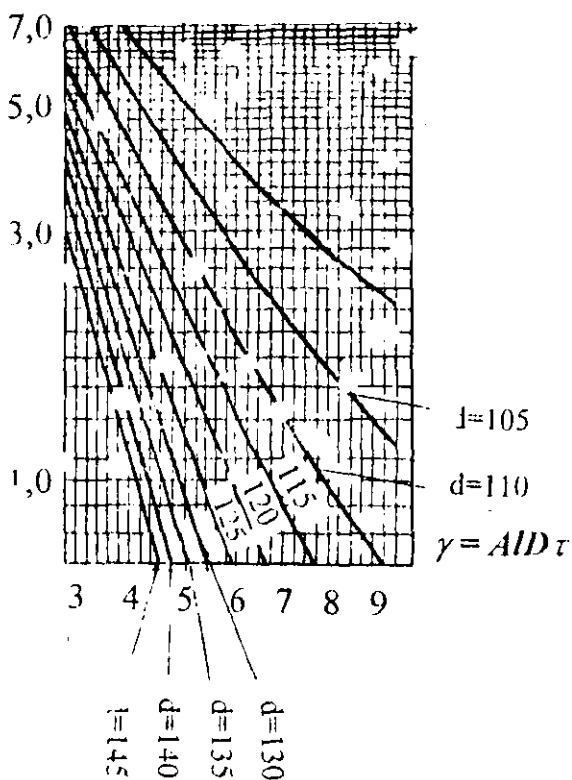
8-1. Лавлаги таркибидаги беллиги  $m$  гнд миқдори 17,5%, диффузия коэффициенти  $D = 69,2$  м<sup>2</sup>/с, жараён температураси 63°C, 100 г паррак узунлиги  $l = 20$  м, батарея айланиш вақти  $\tau = 70$  мин, экстракт саралаб олинишида  $a = 175$  % бўлса, 14 қисмли диффузион батареяда қайта ишланаётган лавлаги парракларидан қанд миқдори  $C$  ишқлансин.

Самарали диффузия вақти:

$$\tau = \frac{\tau_0 \cdot (m - 4)}{14}$$

бу ерда  $m$  - диффузион Батареялар сони; 4 - х ираёнда иштирок этмаётган диффузор тар сони [20].

100 қ.м қандга X-нинг йүкотилиши



$t^{\circ}\text{C}$	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

$$\tau = \frac{70 \cdot (14 - 7)}{14}$$

8.1. Жаъба :

Диффузия коэффициентини	12	14	16
Диффузия коэффициентини А	3,5 · 10 <sup>5</sup>	5 · 10 <sup>5</sup>	5,2 · 10 <sup>5</sup>

Коэффициент А диффузион батареялар таркибидаги блоklarга боғлиқ бўлиб,  $\delta$ -1 шартдан танланади.

$$\gamma = A \cdot D \cdot l \cdot \tau = 5,7 \cdot 10^{-5} \cdot 69,2 \cdot 20 \cdot 50 = 3,94$$

Агар,  $\eta = 125\%$  ва  $\gamma = 3,94$  аниқланганидан сунг, номограммалар (8.8-расм) жом билан йўқотилинаётган қанд миқдори топилади, яъни 100 қисм қанд ҳисобига  $X = 2,65\%$ .

Агар, бошланғич лавлаги парраklarида қанд миқдори 17,5% бўлса, қалга ишланган жом таркибидаги 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 коэффициентини аниқланг.

**Ечиш:**

Жараён температураси  $T = 273 + 70 = 343$  К га тенг бўлади.

Диффузия коэффициенти (8.19) формула орқали топилади

$$D = 0,422 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,015 \cdot c} \cdot e^{-\frac{2700}{T}} = 0,422 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,015 \cdot 20} \cdot e^{-\frac{2700}{343}} =$$

$$= 0,422 \cdot 0,7408 \cdot 0,3882 \cdot 10^{-5} = 1,195 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$$

### УЗЛУКСИЗ ИШЛАЙДИГАН ЭКСТРАКТОРЛАРНИНГ ГИДРОДИНАМИК ҲИСОБИ [6,10]

Одатда, тарелкалардаги тешиклар диаметри  $d_0 = 3-6$  мм, тенг томонли учбурчак шаклида бўлишича жойлаштириш қадами  $\delta = 12-20$  мм. Кўпкина тажрибалар шунни кўрсатдики, ушбу тешикларда дисперс фазанинг тезлиги 0,15-0,30 м/с бўлиши оптималь режимга тўғри келади.

Шунингдек, тарелкали экстракторлар анча кўп ишлатилади, шу сабабли мисол тариқасида шу қурилмаларнинг ҳисоблаш тартиби билан танишиб чиқамиз.

Дисперс (ёки томчи) фазанинг сарфи бўйича тарелканинг перфорацияланган қисмининг (яъни тешикларининг) юзаси ҳисобланади:

$$F_1 = \frac{G}{3600 \cdot \rho_d \cdot \varepsilon \cdot w_o} \quad (8.21)$$

бу ерда  $\rho_d$  - дисперс фазанинг зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;  $w_o$  - томчининг нисбий тезлиги.  $W_o = 0,15 - 0,30$  м/с;  $\varepsilon$  - тарелканинг перфорацияланган қисми, эркин кесимининг коэффициенти. Бу коэффициент тешикларни учбурчак учлари бўйича сойлантирилганда қуйидагига топилади:

$$\varepsilon = 0,507 \cdot \frac{d_o^2}{t^2} \quad (8.21)$$

бу ерда  $t$  - тешиклар орасидаги масофа.

Яхлит фазанинг сарфи  $L$  бўйича тарелкадаги қуйилиш трубкасининг юзаси топилади:

$$F_2 = \frac{G}{3600 \cdot \rho_c \cdot w_c} \quad (8.22)$$

бу ерда  $\rho_c$  - яхлит юза зичлиги,  $\text{кг/м}^2$ ;  $w_c$  - бу фазанинг патрубкдаги тезлиги, м/с.

Қуйилиш патрубкисидаги яхлит фаза оқими орқали олиб кетилаётган майда томчиларнинг диаметри ёрдамида  $w_c$ нинг қийматини аниқлаш мумкин:

$$w_c = \frac{\Delta \rho \cdot d_{\text{IT}}^2}{18 \cdot \mu_c} \quad (8.23)$$

бу ерда  $\mu_c$  - яхлит фазанинг динамик қовушқлик коэффициенти Па·с;  $\Delta \rho$  - дисперс ва яхлит фазаларнинг солиштирма массалари орасидаги фарк,  $\text{Н/м}^3$ .

Тарелкани қуролма корпусига бирлаштириш ва қуйилиш қуролмаларини йиғиш учун  $F_1$  ва  $F_2$  юзалар йиғиндисининг 10% ыга тенг бўлган ҳолатда кесимли майда қолдирилади:

10% га тенг бўлган ҳалқасимон кесимли майдон қолдирилади:

$$F_3 = 0,1 \cdot (F_1 + F_2) \quad (8.24)$$

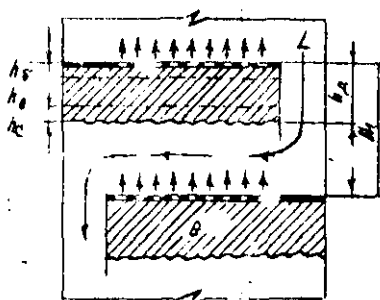
Бунда экстракторнинг ички диаметри қуйидагича аниқланади:

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot (F_1 + F_2 + F_3)} \quad (8.25)$$

Ҳар бир тарелка остидаги (ёки узидаги) томчиланган суюқлик тиргович қатламнинг баландлиги (8.9-расм) қуйидагича аниқланади:

$$h_{\Sigma} = h_s + h_o + h_{II} \quad (8.26)$$

(8.26) тенгламадаги фазаларнинг ўзаро кучини енгизиш учун зарур бўлган томчиланган суюқлик қатламнинг баландлиги  $h_s$  қуйидаги тенгламадан топилди:



8.9-расм. Тиргович баландлигини ва тарелкалар орасидаги масофани ҳисоблаш

$$h_s = \frac{4 S}{d_{\text{мт}} \cdot \Delta \rho} \quad (8.27)$$

бу ерда  $d_{\text{мт}}$  - суюқликни томчиларга ажратувчи қурғима тешикларининг диаметри, м.,  $S$  - фазалар орасидаги тарелка кучи, Н/м.

Тешиклардаги иш тезлиги  $w_0$  ни ҳосил қилиш учун керак бўлган томчиланган суюқлик қатламнинг баландлиги  $h_s$  қуйидагича ёқолдан аниқланади:

$$\sigma = \zeta_0 \cdot \frac{w_0^2 \cdot \gamma_d}{2 \cdot g \cdot \Delta y} \quad (8.28)$$

бу ерда  $w_0$  - дисперс фазанинг солиштирма массаси,  $\text{Н/м}^2$ ;  
 $\zeta_0 = 1,82$  - тешикларнинг қаршилик коэффициентини.

Қуйилиш патрубккаларида яхлит фазанинг  $w_n$  тешик билан ҳаракатланиши  $u_n$  ун зарур бўлган томчиланган суюқлик қатламиниң, баландлиги  $h_n$  куйидаги ифодадан топилади:

$$h_n = \zeta_n \cdot \frac{w_n^2 \cdot \gamma_c}{2 \cdot g \cdot \gamma} \quad (8.29)$$

бу ерда  $w_n$  - яхлит фазанинг солиштирма массаси,  $\text{Н/м}^2$ ,  $\zeta_n = 4,5$  - қуйилиш патрубккасининг қаршилик коэффициентини.

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 қатламиниң батаандлиги  $h_C = 0,2$  м бўлганда модда ўткизини жаратилганга тез боради. Тарелкалар орасидаги масофа  $0,25 - 0,6$  м қилиб билинади. Катта ўлчамдаги колонналар учун  $H_T = 0,4 - 0,6$  м, шунда тарелкаларни вақт-вақти билан дозалаб гурилиш учун тарелкалар орасида люклар ўрнатилиши керак.

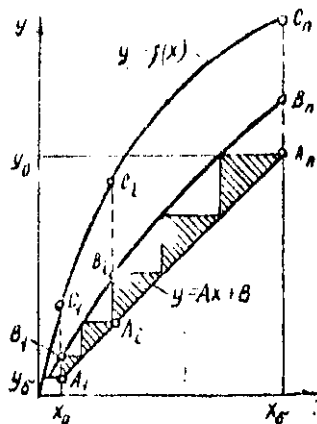
Тарелкалар юзасига инебаган олинган модда ўтказиш коэффициентини  $K_{UT}$  ни билган ҳолда тарелканиң ўтказиш бирлигини сопи топилади:

$$n_{UT} = \frac{K_{UT} \cdot \sigma}{G} \quad (8.31)$$

$x - y$  - диаграммасига мувозанат чизиғи  $y_M = f(x)$  ва экстракциялашнинг ишчи чизиғи  $y = Ax + B$  ни жоллаштириш орқали жаргўннинг кинесик чизиғини ҳам чизиш мумкин (8.10-расм). Бунинг учун мувозанат ва ишчи чизиқлари орасидаги масофалар қуйидаги нисбатлар бўйича бўлилади:

$$\frac{A_1 C_1}{B_1 C_1} = \frac{A_2 C_2}{B_2 C_2} = \dots = \frac{A_i C_i}{B_i C_i} = \dots = \frac{A_n C_n}{B_n C_n} = L_{mvm} \quad (8.32)$$

$L_{mvm}$  ning қийматларини билиш орқали  $B_1, B_2, \dots, B_i, \dots, B_n$  ну. аларни аниқлаймиз. Сўнг, бу ну.даларни ўзаро бирлаштириб кинетик эри чизигини қосна қиламиз.  $y - x$  диаграммада топишган кинетик эри чизик иккинчи чизиги орасида ва берилган концентрациялар  $x_6, x_0$  ёки  $y_6, y_0$  чегараларида тузилган погоналарнинг сони қолданидан тарелкалар сони  $n$  ни беради.



8.10-расм. Қарама - қарши ўнашшли экстракторларда тарелкалар сони аниқлаш.

Шундай қилиб, экстракторларнинг ишчи баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$H_{ишч} = H_i \cdot n \quad (8.33)$$

## КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

8.1. Температураси  $25^\circ\text{C}$  бўлганда сув-сирка кистоти (сирка эфирини ( $84^\circ\text{C}$ - $3,85\%$ - $7,2\%$ )) сизтемаси учун учбурчакли мувозанат диаграммасини кўринг.

8.2. 10 кг сув, 5 кг эфир ва 5 кг сирка кистотани қуймақларга атракловган араданыманинг таркиби ва фазалар миқдорини аниқлаб беринг. Қуймақларда эфир эриги шундай



кетиши билан ушбу аралашма қатл мларга ажралиши тўхтайди.

8.3. 25°C температурада таркибида 1% (массе) сувли эритмадан сирка кислотаси экстракцияланмоқда. Аралашманинг дастлабки массаси 1206 кг. Агарда экстракция қарама-қарши йўналишда тоза эфир ёрдамида олиб бориладиган бўлса, эритувчинини ҳайдаб бўй гандан сўнг, ҳосил бўладиган маҳсулот миқдори ва таркибини аниқлаб беринг. Жараён, эритувчинининг массасининг ишлов берилаётган аралашмасига нисбати 1,5 баробар катта бўлганда 2 та поғона ёрдамида олиб борилмоқда.

8.4. Таркибида 20% (массе) сирка кислотаси бўлган сувли эритмадан экстракция ёрдамида, этил эфири оқими қарама-қарши йўналишда сирка кислота ажратиб олиномоқда. Агарда экстракт миқдори 60% (массе), рафинатда эса 2% кислота қолиши керак бўлса, (эритувчинини ҳайдайдиган сўнг) дастлабки эритма миқдори 1000 кг/соат учун зарур бўладиган эритувчинининг миқдори ва экстракциялаш учун назарий поғоналар сонини аниқлаб беринг.

8.5. 1 м<sup>3</sup> сув таркибида 1,5 кг бензой кислотаси бор сувли эритма экстракцияланмоқда. Сўнгра, бу маҳсулот кетма-кет 1 м<sup>3</sup> бензолда 0,2 кг бензой кислотаси ёр эритма билан ювилмоқда. Сув ва бензол ҳажмларининг нисбати  $V_g / V_s = 4$  га тенг. Сувдаги бензой миқдори 0,2 кг/м<sup>3</sup> га етгунча неча марта ювини таркибини аниқлаб (яъни неча поғона). Ҳосил бўладиган экстрактнинг таркибини ҳам аниқлаб беринг. Ишчи температурасида мувозанат ҳолатдаги маълумотлар қуйидагича:

Бензой кислотасининг сувдаги концентрацияси, кг/м<sup>3</sup>:  
0,104; 0,456; 0,707; 1,32; 1,56.

Бензой кислотасининг бензолдаги концентрацияси кг/м<sup>3</sup>:  
0,187; 2,45; 6,12; 18,2; 21,5.

8.6. Бензолнинг 25% ли сувдаги эритмасида 0,5% (массе) 1,2-диоксан бўлиб, у қарама-қарши оқимни экстракторда экстракцияланмоқда. Диоксанининг сувдаги охири миқдори 2% (массе) гашкиг эмас.

1) 100 кг дастлабки аралашмага тўлиқ келатишган эритувчиларнинг минимал миқдори;

2) Экстракциялаш учун керакли назарий поғоналар сонини;

3) Эритувчинининг миқдорини минимал миқдоридан 1,5 баробар кўп булганда экстракт таркибини аниқлаш.

25°C даги мувозанат ҳолатдаги маълумотлар қуйидагича:

Диоксанининг сувдаги миқдори кг/м<sup>3</sup>: 0,0537; 0,233; 0,337;

Диоксанининг бензолдаги миқдори кг/м<sup>3</sup>: 0,0548; 0,291; 0,471;

8.11. Экстракт ва рафинатнинг бир қисми қайта келиши билан экстракция қурилмасида  $25^{\circ}\text{C}$  да метилциклогексан гептандаги 10% эритмасидан аннелин ёрдамида экстракцияланмоқда. Экстракт таркибида метилциклогексан миқдори 98%, рафинат таркибида эса 1% (эритувчидан ташқари) ташкил этади. Қайтувчи экстракт миқдорини - экстракт-махсулот миқдorigа нисбатини минимал қийматида  $1,615$  баробар кўп де- олиш керак. Дастлабки аралашма миқдори  $100$  кг/соат. бўлганда, экстракциялаш поғоналар сонини, уфинат ва экстракт таркибини, рафинат ва экстрактнинг, қайтувчиларнинг ва эритувчининг миқдорлари аниқлансин.

8.12. Ҳар бири  $7$  м<sup>3</sup> ҳажмга эга бўлган қарама-қарши оқимли 3 та тиндиргич батареяга,  $\text{CaCO}_3$  чўкмаси  $1$  м<sup>3</sup> сувга  $2$  т  $\text{NaOH}$  эритма киритилмоқда ва буғлатиш учун эса  $6$  м<sup>3</sup> пайзори ган концентрланган эритма олинмоқда. Бошқа томондан эса, эритувчи сифатида батареяга  $2000$  кг  $\text{NaOH}$  га мос равишда  $6$  м<sup>3</sup> тоза сув киритилмоқда.  $\text{CaCO}_3$  чўкмаси поғонадан поғонага ўтишда ва батареядан чиқариб ташлаётган пайтида  $1$  м<sup>3</sup> эритмани ушлаб қолмоқда.

Юқоридаги шароитларда қуйидагиларни аниқланг:

- шламдаги  $\text{NaOH}$  миқдорини;
- $\text{NaOH}$  ажратиб олиншини;
- буғлатишга юборилаётган эритмадаги  $\text{NaOH}$  неча фоизни ташкил қилади.

8.13.  $\text{NaOH}$  нинг чиқариб олиш даражаси  $0,98$  га тенг бўлганда, 8.12 масала шарти бўйича кетрадиялаш поғона сонини аниқлаб беринг.

8.14. Агар экстрактда  $\text{SiCl}_2$  миқдори 9% бўлиб (масс) ва мислини чиқариб олиниш даражаси 92% ташкил этса, 8.13 масала шарти бўйича экстракциялаш жараёнининг поғоналар сонини аниқлаш керак.

8.15. Температура  $20^{\circ}\text{C}$  ва босим  $1 \cdot 10^5$  Па бўлганда, аммиакни сувдаги диффузия коэффициентини аниқлашсин.

8.16. Температура  $20, 50, 100^{\circ}\text{C}$  бўлганда аммиакни сувдаги диффузия коэффициентини ҳисоблаб чиқилсин.

8.17. Температураси  $60^{\circ}\text{C}$  ва концентрацияси 25% бўлганда сахарозани сувдаги диффузия коэффициентини топилсин.

8.18. Босим  $2 \cdot 10^5$  Па ва температура: ни  $70^{\circ}\text{C}$  бўлганда, углерод диоксидининг ҳаводаги диффузия коэффициентини аниқлашсин.

8.19. Жом таркибида шакар миқдори 0.1% бўлиши учун 16

қисми батареядан экстракт (қанд лавлағи массасиға % ҳисобида олинғи қандай бўлиши керак? қанд лавлағи таркибида шакар миқдори 19%. 100 г қанд лавлағи паррағиниң узунлиғи 20 м. Жараён температураси 70° С ( $D = 79,4 \text{ м}^2/\text{с}$ ). Батарея түлиғ айла ниши  $\tau = 80$  мин.

8.20. Жом таркибиде шакар миқдори 0,4% (лавлағи массасиғ олинғанда, бўлиши учун узлуксиз ишлайдиган колонна диффузи оғ қурилмада экстракция жараёни қанча вақт  $\tau$  бўлишини ҳисобланг. Қанд лавлағи таркибидеги шакар миқдори 18%, жараён температураси 75°С,  $D = 83,5 \text{ м}^2/\text{с}$ , экстракт олинғиши  $a = 120\%$  (қанд лавлағи массасиға), 100 г қанд лавлағи паррағи узунлиғи  $l = 10$  м,  $A = 6 \cdot 10^{-5}$ .

### КОНТРОЛ ОПШИРИ' N17

Концентрацияси  $x$  в температураси  $t$  бўлғанда, сахарозаниң сувдағи диффузия коэффициенти ҳисоблаб чиқилсин.

Параметр	Өлчөв бирлиги	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 ТОПШИРИК N18

Узгармас концентрацияли ва температураси  $t$  бўлған  $Z$  модданиң сувдағи диффузия коэффициенти ҳисоблаб топилсин. Коэффициент  $f = 0,02$ .

Параметр	Өлчөв бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$l$	°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 бىр неча компонентларни қаттиқ жисм ёрдамида ютилиш жараёни адсорбция деб аталади.

Адсорбция пайтида ютилаётган модда адсорбтив деб юритилади.

Адсорбция жараёни саноатда газларни тозалаш ва қуритиш, эритмаларни тозалаш ва тиндириш, ҳамда газ ва буг аралашмаларини ажратиш учун ишлатилади. Масалан, ҳаво ва бошқа газ аралашмаларидан учунли эритувчиларни ажратиш, аммиакни тозалаш, табиий газни қуритиш, кокс газидан ароматик углеводородларни ажратиш, пластмасса ва синтетик каучук ишлаб чиқаришда, нефтни қайта ишлаш атижасида ҳосил бўлган газ аралашмаларидан водород ва этиленни, бензин фракцияларидан ароматик углеводородларни ажратиб олишда, ёғларни, вино маҳсулотларини ҳар хил мета-сабзавот шартлатларини тозалашда адсорбция жараёни кенг ишлатилади.

Саноат газларини  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $CS_2$ ,  $NO$  ва бошқа шу каби бирикмалардан адсорбентлар ёрдамида тозалаб, атроф муҳитни муҳофаза қилишда ишлатилади.

Қаттиқ жисмнинг юзасига таъсир қилаётган кучларнинг табиатига қараб адсорбция 2 хил бўлади: физик адсорбция ва хемосорбция.

Физик адсорбция молекуляр кучларнинг ўзаро таъсир натижасига асосланган. Хемосорбция эса, кимевий кучларнинг ўзаро таъсирланиши натижасида юз берили.

*Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқлар*

Адсорбциядаги мувозанат концентрациялари ўртасидаги боғлиқлик қуйидаги ирода орқали ўнқилилади:

$$x^* = f(\bar{y}, T) \quad (9.1)$$

Агарда температура ўзгармас бўлса,

$$x^* = f(\bar{y}) \quad (9.2)$$

бу ерда  $x^*$  - газ ёки суюқлик фазасидаги адсорбтивнинг, конц.трациясига тенг бўлган адсорбтивнинг адсорбентдан нисбий концентратцияси;

$\bar{y}$  - ютиётган газ ёки суюқлик аралашмаларидаги адсорбтивнинг нисбий концентратцияси;

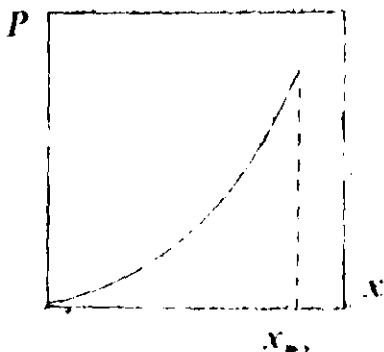
Хусусий ҳолатларда буғ-газ аралашмаларидан ютилатган модданинг концентратцияси унинг нормал босими билан алмаштирилиши мумкин.

$$x^* = f(p) \quad (9.3)$$

Умуман олганда  $x^* = f(\bar{y})$  ва  $x^* = f(p)$  бeғлиқликлар адсорбция пайтидаги мувозанат чизиқлари, ёки адсорбция изотермаларини ифода қилади.

Изотерманинг аниқ шакли адсорбент ва ютилатган модданинг хоссаларига ва улар ўртасидаги ўзаро таъсир қилиш кучларига бeғлиқ бўлади.

Агар, адсорбция изотермасини  $P$ - $x$  координаталарида ифода этилса, эгри чизиқни боғлангич қисмида  $P$  ва  $x$  ларнинг таъминан тўғри пропорционалтиги борлиги, охири қисмида эса, эгри чизиқ асимптотик ҳолати адсорбтивнинг қаттиқ фазадаги чегара концентратцияси  $x_0$  га интилишини кўрамыз.



9.1-расм. Адсорбция жараёни изотермаси

9.1-расмдаги эгри чизиқнинг ўрта қисми Фрейндлихнинг эмпирик тенгламаси орқали ифодаланади.

$$P = K \cdot \bar{x}^n \text{ ёки } \bar{x} = K \cdot P^{1/n}$$

бу ерда  $K$  ва  $n$  тажриба йўли билан топилдиган константалар.

Физик адсорбция жараёни Ленгмюр тенгламаси билан ифода қилинади:

$$x = \frac{a \cdot b \cdot p}{1 + a \cdot p} \quad (9.4)$$

бу ерда  $a, b$  - температурага боғлиқ ва тажриба йўли билан ютиштирилган коэффициентлар.

Стандарт модда бугининг  $T_1$  температурадаги адсорбция изотермасига кўра бошқа модда бугининг  $T_2$  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 текшириляётган модданинг моль ҳажмлари, м<sup>3</sup>/кмоль.

Жараён узвуксиз равишда олиб борилганда, адсорбция жараёнининг модда йи балансини қуйидагича топиш мумкин:

$$L \cdot (a_1 - a_2) = G \cdot (c_0 - c_1) \quad (9.6)$$

бу ерда  $L$  - адсорбентнинг сарфи, кг/с;  $a_0, a_1$  - ютиляётган модданинг адсорбентдаги бошланғич ва охири таркиби;  $G$  - ташувчи газнинг сарфи, кг/с;  $c_0$  - ютиляётган модданинг адсорбция пайтида чиқаётган газлардаги ўрғача таркиби;  $c_1$  - адсорбтивнинг ташувчи газдаги таркиби.

Адсорбция жараёни иссиқлик ажралиб чиқиши билан боғлиқ. Шу сабабли, sanoatда ажралиб чиққан иссиқликни фойдали сарфлайдиган қурилмадан фойдаланилади.

Адсорбция жараёнида ажралиб чиққан иссиқлик яширин буғланish иссиқлиги дейилади ва у ютилган буғ миқдорига боғлиқ бўлиб қуйидаги формуладан аниқланади:

$$q = m \cdot a^n$$

бу ерда  $a$  - ютилган буғ миқдори, дм<sup>3</sup>/кг кўмир;  $m$  ва  $n$  - константалар, уларнинг сон қийматлари 9-2 жадвалда келтирилган.

Модда	Формула	N	m 10 <sup>-2</sup>
1. Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,959	3,24
2. Бромли этил	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br	0,900	3,77
3. Диэтил эфири	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	0,915	3,84
4. Йодли этил	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> I	0,956	3,10
5. Метил спирт	CH <sub>3</sub> OH	0,918	3,11
6. Олтингугурт	CS <sub>2</sub>	0,920	3,15
7. Хлорли этил	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	0,915	3,06
8. Хлороформ	CHCl <sub>3</sub>	0,935	3,47
9. Тўрт хлорли углерод	CCl <sub>4</sub>	0,930	3,74
10. Этил спирти	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	0,928	3,65
11. Этил формиат	HCOOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	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.

Ташқи диффузияда модда ўтишининг тезлиги қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$\frac{da}{a \tau} = \beta_y \cdot (\bar{C} - \bar{C}_m) \quad (9.7)$$

бу ерда  $a$  - ютилган модданинг миқдори;  $\tau$  - вақт, с;  $\bar{C}$  - ютилётган компонентнинг буғ, газ аралашмаси ҳажмидаги концентрацияси, кг/м<sup>3</sup> - инерт газ;  $\bar{C}_m$  - ютилмаган компонентнинг ил юзасидаги концентрацияси, кг/м<sup>3</sup> - инерт газ;  $\beta_y$  - модда бериш коэффициенти, с<sup>-1</sup>.

Ички диффузияда пайида модда ютишининг тезлиги

молекуляр диффузия тенгламаси билан ифодаланади:

$$\frac{dc}{d\tau} = D_s \cdot \left( \frac{d^2c}{dx^2} + \frac{d^2c}{dy^2} + \frac{d^2c}{dz^2} \right) \quad (9.8)$$

бу ерда  $D_s$  - диффузиянинг эффектив коэффициент. Жараён давомида  $D$  нинг қиймати ўзгармас дес олинади.

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 критерийиси;  $Pr'$  - Прандл диффузион критерийиси;  $Re$  - Рейнольдс критерийиси;  $A, m, n$  - тажриба йўли билан аниқланадиган доимий қийматлар.

Масалан, ниета кўмир учун ( $d_s = 1,7-2,2$  мм,  $w_s = 0,3-2$  м/с) критериял тенглама куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Nu' = A \cdot Re^{0,54} \quad (9.10)$$

бу ерда

$$Nu' = \frac{\beta \cdot d_s^2}{D}; \quad Re = \frac{w_r \cdot d_s}{\nu_r}$$

$D$  - диффузия коэффициент, м<sup>2</sup>/с;  $d_s$  - адсорбент варачаларининг ўртача диаметри, м;  $w$  - буғ-газ аришмасининг тезлиги, м/с;  $\nu_r$  - газнинг кинематик қовушқлик коэффициент, м<sup>2</sup>/с.

Юқоридаги тенгламадан  $\beta$  топилади:

$$\beta = \frac{1,6 \cdot D \cdot w_r^{0,54}}{\nu_r^{0,54} \cdot d_s^{0,96}} \quad (9.11)$$

Исталган температура ва босим учун диффузия коэффициентини  $D$  куйидигича 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 қатламиниң химоя ҳаракати вақти Н.А.Шилов тенглемаси ёрдамида ҳисобланади:

$$\tau = K \cdot (H - h)$$

бу ерда  $\tau_0 = K \cdot h$

Демак,  $\tau = K \cdot H - \tau_0$

$K$  - сорбент қатламиниң химоя ҳаракати коэффициенти;  $H$  - сорбент қатламиниң баландлиги, м;  $h$  - динамик т. жриба шароитида сорбент қатламиниң ишлатилмаган баландлиги, м;  $\tau_0$  - сорбент қатламиниң химоя ҳаракат вақтининг йўқотилиши ёки кинетик коэффициент, с.

Сорбент қатламиниң химоя ҳаракати коэффициенти куйидаги формула орқали аниқланади:

$$K = \frac{a_0}{w \cdot C_0} \quad (9.14)$$

бу ерда  $a_0$  - мувозанат абсорбцион ҳажм, кг/м<sup>3</sup>;  $w$  - тезлик, м/с;  $C_0$  - га аралашмадаги ютиладиган модданиң бошланғич концентрацияси, кг/м<sup>3</sup>.

Узлукли адсорбция лараёнининиң давомийлиги ютилган модда баланс, адсорбция кинетикаси ва изотермаси тенглемалари системасини ечиш орқали аниқланади.

Адсорбция изотерма 13 қисмга булинади:

а) Бу қисмда адсорбция изотермаси тўғри чизиқли ва тахминан Генри қонуни билан ифодаланади.

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\frac{a_0'}{w \cdot C_0}} \cdot \sqrt{H} - b \cdot \sqrt{\frac{a_0'}{w \cdot C_0}} \quad (9.15)$$

$\tau$  - адсорбция жараёны давомийлиги, с;  $w$  - буг - газ оқимининг тезлиги, м/с;  $H$  - писта кўмир қатлам баландлиги, м;  $C_0$  - буг - газ оқимида ютиладиган модда нг бошланғич концентрацияси, кг/м<sup>3</sup>;  $a_0$  - оқим концентрацияси  $C_0$  билан мувозанатдаги ютилган модда миқд р, кг/м<sup>3</sup>;  $\beta$  - модда алманишиниш коэффициенти, с<sup>-1</sup>.

$b$ - коэффициент қиймати 9-3 жадвалдан қараб танланади.

9-3 жадвал.

$\frac{\bar{C}}{C_0}$	$b$	$\frac{\bar{C}}{C_0}$	$b$	$\frac{\bar{C}}{C_0}$	$B$
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  $\tau$  ни аниқлашда у йбу т иламадаг фойланилади.

$$\tau = \frac{a_0}{w \cdot C_0} \cdot \left\{ H - \frac{w}{\beta_v} \cdot \left[ \frac{1}{P} \cdot \ln \left( \frac{C_0}{C} - 1 \right) + \ln \frac{C_0}{C} \cdot i \right] \right\} \quad (9.16)$$

в) Адсорбция изотермасининг учинчи қисми учун  $\tau$  ни, тоғиш учун қуйидаги тенглама йўғри келади.

$$\tau = \frac{a_0}{w \cdot C_0} \cdot \left[ H - \frac{w}{\beta_v} \cdot \ln \left( \frac{C_0}{C} - 1 \right) \right] \quad (9.17)$$

Модда ўтказиш зонасининг баландлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$h_0 = H \cdot \frac{\tau_{m\dot{u}} - \tau_{ck}}{\tau_{m\dot{u}} - (1-f) \cdot (\tau_{m\dot{u}} - \tau_{ck})} \quad (9.18)$$

бу ерда  $\tau_{m\dot{u}}$  - мувозанатли туйнишнча кетган вақт;  $\tau_{ck}$

минимал сакраб ўтиш концентрациясининг ҳимоя ҳаракати вақти;  $f$  - сорбентнинг ирлагилмаган мувозанат адсорбцион ҳажми.

Қатламнинг ҳаракат тезлиги  $u$  ушбу формула орқали ҳисобланади.

$$u = \frac{1}{K} = (\bar{C}_o - \bar{C}_{ox}) \cdot \frac{w}{a_o} \quad (9.19)$$

Курилмадаги қатламнинг юзги баландлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$H_o = \gamma \cdot h_o \quad (9.20)$$

$h_o$  - қузғалмас қатламнинг эдда ўтказиш зонасининг баландлиги, м;  $\gamma = 1,4$  - эгармас коэффициент.

Ўтказиш бирлигининг сочи концентрациялар эгарганда, ҳар поғона учун алоҳида ҳисобланади:

$$m_o = \frac{2 \cdot (\bar{C}_{бош} - \bar{C}_{ох})}{\bar{C}_{бош} - \bar{C}_{ох}^*} \quad (9.21)$$

Изотерманинг тўғри чизикли қисмида, қатлам баландлиги ушбу формуладан топилади:

$$H = h_o \cdot \sum_1^j m_o \quad (9.22)$$

Ундан ташқари  $H$  ни топишда ушбу формуладан фойдаланиш ҳам бўлади:

$$H = \frac{G}{S \cdot \beta_1 \cdot \Delta \bar{C}_{sp}} \quad (9.23)$$

$G$  - вақт бирлигига кўчираётган модда миқдори;  $\Delta \bar{C}_{sp}$  - адсорбция жараёнини ўртача ҳаракатга келтирувчи куч:

$$\Delta \bar{C}_{sp} = \frac{\Delta \bar{C}_o^i - \Delta \bar{C}_1^i}{\ln \frac{\Delta \bar{C}_o^i}{\Delta \bar{C}_1^i}} \quad (9.24)$$

$\Delta \bar{C}_n = (\Delta \bar{C}_n - \Delta \bar{C}_n^*)$  - қатлам охиридаги катта ҳаракатгелтиривчи куч.

$\Delta \bar{C}_1 = (\Delta \bar{C}_1 - \Delta \bar{C}_1^*)$  - бошқа қатлам охиридаги кичик ҳаракатгелтиривчи куч.

## МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

9-1. Буғ - 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 сўн. қолдиқ активлиги  $0, \%$  (масс), бензинга нисбатан кўмирнинг динамик активлиги  $7\%$  (масс) ва қурилманинг тўлиқ кўндалани қисмига ҳисобланган буғ - ҳаво аралашманинг тезлиги  $= 0,23 \text{ м}/\text{с}$ . Адсорбентни десорбция, қуритиш ва соьитиш вақти  $1 \text{ соат } 45 \text{ минут}$ .

Бензин буғи ва ҳаво аралашмадан бензин буғини ютиш учун узлукли адсорбернинг диаметри, адсорбер 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:

$$H = \frac{1612}{100 \cdot 0,785 \cdot 2,3^2} = 0,8 \text{ м}$$

9-2. Адсорбер диаметри 2 м ва адсорбент қағламидини баланглиги  $H = 1,0$  м. Этил спирти буғи ва ҳаво аралашмасининг тезлиги  $w = 25$  м/мин; бошланғич концентрацияси  $\bar{C}_0 = 0,029$  кг/м<sup>3</sup>; адсорбердан чиқётган аралашма концентрацияси  $\bar{C}_1 = 0,0002$  кг/м<sup>3</sup>; қағламнинг сочилган ҳолдаги зичлиги  $\rho_{с.х.} = 500$  кг/м<sup>3</sup>.

Бир давр ичида ( $\tau = 133$  мин) этил спирти буғлари ишга кўмир билан ютилиши пайтида чиқариб чиқётган иссиқлик миқдори аниқлансин.

**Е ч я ш:**

Курилманинг кўндаланг кесим юзми:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 3,14 \text{ м}^2$$

Бу давр ичида адсорбердан ўтаётган буғ ва ҳаво аралашмасининг миқдори:

$$V = w \cdot S \cdot \tau = 25 \cdot 3,14 \cdot 133 = 10400 \text{ м}^3$$

Ўтилаётган этил спирти буғларининг миқдори:

$$G_{сн} = \frac{10400 \cdot (29 - 0,2)}{1000} = 300 \text{ кг}$$

ёки

$$G_{сн} = \frac{300}{46} = 6,52 \text{ кмоль}$$

Адсорберга солинадиган писта кўмир массаси:

$$S \cdot H \cdot \rho_{нас} = 3,14 \cdot 1,0 \cdot 500 = 1570 \text{ кг}$$

бу эса

$$\frac{1570}{6,52} = 2406,3 \frac{\text{кг} \cdot \text{кум. ф}}{\text{кмоль}}$$

ни ташкил этади.

Адсорбция жараёнида ажралиб чиқаёган иссиқлик миқдори ушбу формуладан топилади:

$$q = m \cdot a^n$$

1 кг писта кўмирга 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 сон қийматлари 9-2 жадвалга нодинади:  $m = 3,65 \cdot 10^3$ ,  $n = 0,928$ . Формулага биноан 1 кг писта кўмирга 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 қилсақ ва унинг солиштирма иссиқлик сизимини ва zichлигини ҳавоникидек деб ҳисобланса, аралашманинг температураси қуйидаги қийматга кўтарилади:

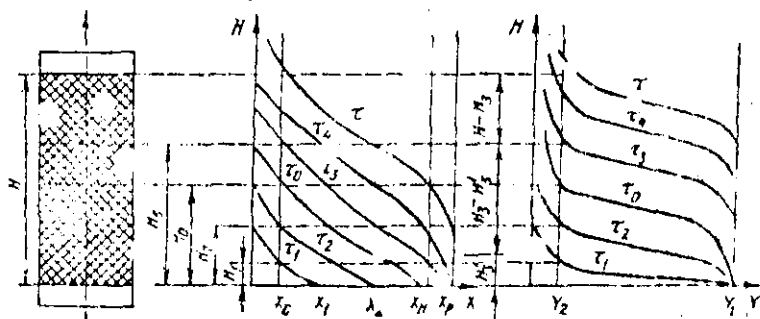
$$\Delta t = \frac{385000 \cdot 10^3}{10400 \cdot 1,2 \cdot 1,01 \cdot 10^3} = 30,5 \text{ К}$$

### АДСОРБЕРЧАРНИ ҲИСОБЛАШ [6,10].

Ушбу қатламни адсорберни ҳисоблаш. Адсорбция жараёнининг давом этиш вақти адсорбент қатламини таҳлил

қилиш йўли билан топилади. Ютилидиган модданинг адсорбентдаги миқдори  $x$  қатлам баландлиги ва вақт бўйича ўзгаради (9.2 - расм)  $x_c$  — адсорбентдаги модданинг  $y_2$  га қўри келган конц. нтракцияси.  $x_c$  бирор вақтдан сўнг, адсорбентнинг  $H$  баландлигида ҳосил бўлади. Шу сабабли  $H$  баландлиқда амалвий жиҳатдан ютилишни керак бўлган модда адсорбентга қўла ютилган бўлади.

$\tau_0$  — вақтнинг бошланишида адсорбентни модданинг концент. ацияси  $x_n$  бўлади,  $x_p$  эса  $y_1$  билан мувозанатда бўлган концентрациялар.



9.2-расм. Адсорбция жараёнида қўзғалмас адсорбент қатламини ан концентрациялар тайтони [10].

Адсорбция вақти Н.А. Шитков теңламасидаг 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 ҳарактерлайди. Ё. қуйидаги моддий баланс теңламаси орқали топилади:

$$S \cdot \rho_a \cdot x_n = G \cdot y_1 \cdot k \quad (9.26)$$

бундан 
$$k = \frac{S \cdot \rho_a \cdot x_n}{G \cdot y_1} \quad (9.27)$$

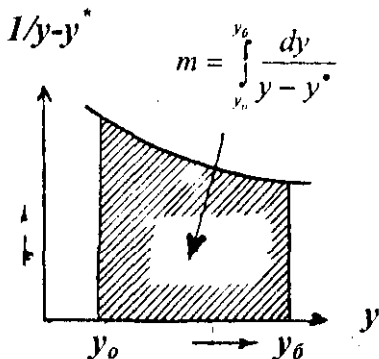
бу ерда  $S$  — адсорбернинг қўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>;  $\rho_a$  — адсорбентнинг зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $G$  — газнинг сарфи, кг/с.

$\tau_0$  - нинг қиймати қуйидаги ифода о, қали аниқланади:

$$\tau_0 = \frac{\rho_a}{v \cdot f} \int_0^{x_0} \frac{dx}{y_1 - y_2} \quad (9.28)$$

бу ерда,  $K$  - модда ўтказиш коэффициентини,  $\text{кг м}^2/\text{с}$ ;  $\rho_a$  - адсорбентнинг солиштирма юзаси;  $y_1 - y_2$  - жараёнини 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). Мнда ўтказиш коэффициентини  $K_y$  қуйидаги тенгламалар орқали аниқланади:



9.3-расм. Жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучини интеграллаб, ўтказиш бирлигини аниқлаш [6].

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_1} + \frac{m}{\beta_2}} \quad (9.29)$$

$Re = 2 + 30$  бўлганда,

$$Nu' = 0,725 \cdot Re^{0,47} \cdot (Pr')^{0,33} \quad (9.30)$$

$H_0$  нинг қиймати қуйидагича топилади:

$$H_0 = n \cdot h \quad (9.31)$$

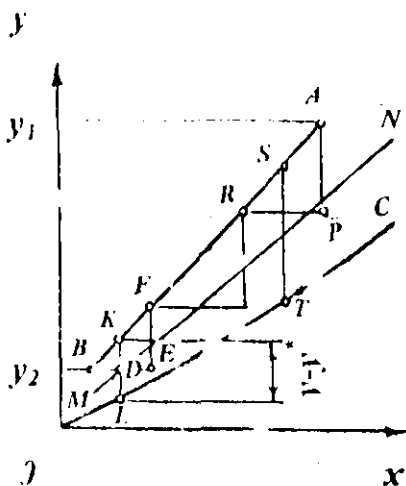
бу ерда  $h$  - ўтказиш бирлигинини баландлиги, м;  $n$  - ўтказиш



бирлигининг сони.

$n$  — нинг миқдори график усул билан топилади (9.4 - расм).  $AB$  — иш чизиги;  $OC$  — мувозанат чизиги;  $M$  —  $A$  ва  $OC$  чизикларини ўртаасидан тенг бўлувчи чизик;  $K$  — биринчи бўлақдаги жараёни ҳаракатга келтирувчи кучни ифодалайди.

Ўтказиш бирлиги сонини топиш учун  $B$  нуқтадан горизонтал чизик ўтказамиз.  $BF = 2BD$  дес оламиз. Сунгра  $E$  нуқтада  $AB$  билан кесилишунча вертикал чизик ўтказиб,  $D$  нуқтини ҳосил қилами:  $BEF$  учбурчак битта ўтказиш бирлигига тенг бўлади ва унинг ўртача ҳаракатлангирувчи кучи  $KI$  га тенг. Худди шу усул билан  $F$  нуқтадан  $A$  нуқтагача учбурчакликлар чизамиз. Учбурчакларнинг  $n$  сони ўтказиш бирлигининг сонини белгилайди. Ўтказиш бирлигининг сони:



9.4-расм. Ўтказиш бирлиги сони график усулда аниқлаш.  $OC$  — мувозанат чизиги;  $AB$  — иш чизиги;  $M$  — мувозанат чизиги билан иш чизигининг ордината кесими тенг бўлувчи

$$n = \frac{y_1 - y_2}{\Delta y_1} \quad (9.32)$$

$\Delta y_1$  — ўртача ҳаракатлангирувчи куч. Ўтказиш бирлигининг баландлиги  $h$  шундайгина аниқланади:

$$h = \frac{G}{K \cdot S \cdot f} \quad (9.33)$$

бу ерда  $S$  — ашпарат қўндаги кесимининг юзаси;  $m^2$ .

Ҳисоблар кесимининг юзаси қўндаги тенглама билан

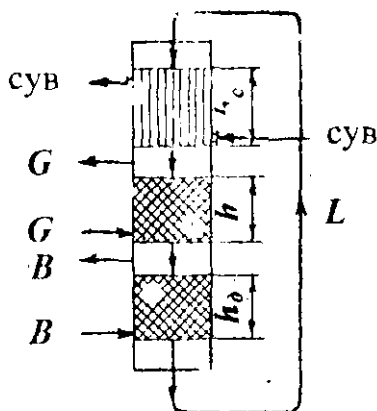
топилади:

$$S = \frac{G}{w_0 \cdot \rho_{\Gamma}} \quad (9.34)$$

бу ерда  $G$  - газ сарфи, кг/с;  $w_0$  - газнинг мавҳум (қурилма тўла кесимига нисбатан олинган) тезлиги, м/с;  $\rho_{\Gamma}$  - газнинг зичлиги кг/м<sup>3</sup>. Одатда  $w = 0,08 + 0,25$  м/с қилиб олинади.

Ўзгарувчан қатламли узлусиз ишлайдиган адсорберларни ҳисоблаш.

Бу қурилмаларда дондор қатламли адсорбент юқоридан пастга томон спиралсимон ҳаракат қилиб, кетма - кет равишда баландликдаги совитиш, баландликдаги ресорбция ва иситиш соҳаларидан ўтади (9.5 - расм). Қурилманинг умумий иш баландлиги эса учала баландликнинг йиғиндисига тенг:



9.5-расм. Қурилманинг умумий баландлигини аниқлаш [10].

$$H = h_c + h + h_0 \quad (9.35)$$

фазаларнинг бир-бирига тегиб турган ҳолатда ўтказишнинг асосий тенгламаларидан аниқланади:

$$F = \frac{M_1}{K \cdot \Delta y_{ур}} \quad (9.36)$$

бу ерда

$$\Delta y_{ур} = \frac{\bar{y}_o - \bar{y}_o}{\int_{y_6}^{y_o} \frac{dy}{y - y_m}} \quad (9.37)$$

$M_1$  - адсорбция қилинган модданинг миқдори;  $K$  - модда ўтказиш коэфф.циенти;  $y_6$  - газ аралашмасидан чиқиб кетган модданинг бошлагич концентрацияси;  $y_o$  - газ аралашмасидаги ютиляётган модданинг охириги концентрацияси;  $y_m$  - мувозанат концентрацияси.

Ўзгарувчан қатламдаги донадор қатламли адсорбентнинг кўндаланг кесим юзаси сарф тенгласидан аниқланади:

$$S = \frac{V_c}{w} \quad (9.38)$$

бу ерда  $V_c$  - қурилмадаги газ аралашмасининг сарфи,  $m^3/c$ ,  $w$  - газ оқими.нинг тезлиги,  $m/c$ .

Адсорбция зонасининг баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$h = \frac{F}{S \cdot f} \quad (9.39)$$

бу ерда  $f$  - адсорбентнинг солиштирма юзаси,  $m^2/m^3$ .

Қуриلمانнинг қолган ил қисм.нинг баландликлари қуйидаги шартлар 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,  $\tau$ ,  $\tau_c$ ,  $\tau_d$  - адсорбция, соьитини ва десорбция учун кетган вақтнин 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 тенгламасидан аниқланади.

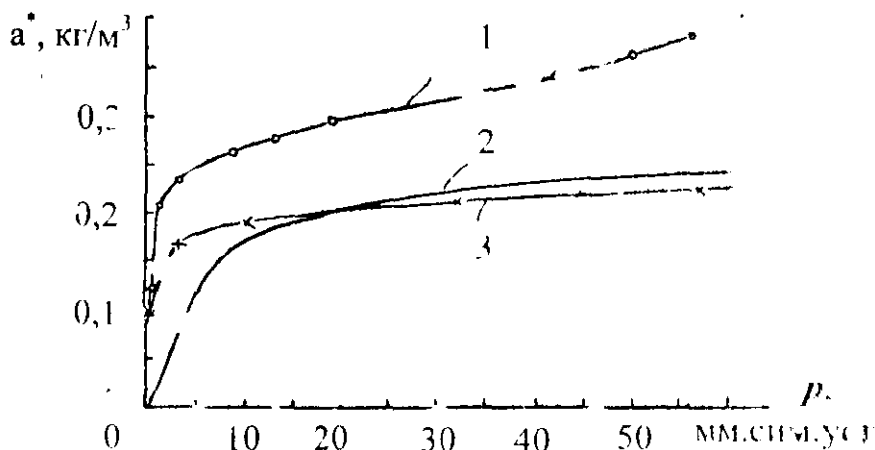
## КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР.

9.1. Оқтан буғларининг босилган концентрациясининг миқдори  $C_0 = 0,012 \text{ кг/м}^3$ , тезлиги 20 м/мин, кўмирнинг бензолга кўрсатадиган активлиги 7%, кўмирнинг тўкиб уйиб қўйилгандаги зичлиги  $350 \text{ кг/м}^3$ , абсорбер ичидаги кўмирнинг қатламининг баландлиги  $H = 0,8 \text{ м}$  бўлган ҳолда, абсорбер диаметри ва ҳаво билан аралашан 100 кг оқтан буғининг юг тини даври давомийлигини юқоридаги маълумотлар ёрдамида аниқлаб беринг.

9.2. Углерод заррачалардан иборат қатламининг баландлиги  $H = 0,1 \text{ м}$  бўлганда  $CCl_4$  буғлари адсорбцияланиш учун - нинг сакрагунча бўлган ютилиш давомийлигини ва  $\tau_0$  ҳимоя ҳаракати вақтининг йўқотилишини аниқлаш керак. Газ-буғ аралашманинг тезлиги 5 м/мин, кўмир заррачаларининг диаметри  $d = 2,75 \text{ мм}$ , динамик коэффициентлар қиймати  $P_1$

$=14500$ ,  $R_2 = 529$ .

9.3.  $20^\circ\text{C}$  даги бензол адсорбцияси изотермаси ёрдамида (9.6-расм)  $25^\circ\text{C}$  этил спирти буғи адсорбцияси изотермаси чизиғини куриш.



9.6-расм.  $20^\circ\text{C}$  температурада адсорбция изотермлари [7].

9.4. 9.6 - расмдаги бензол адсорбцияси изотермаси ёрдамида бошланғич концентрацияси  $\bar{C}_0 = 0,11$  кг/м<sup>3</sup> бўлган, газ-буғ аралашмасидаги узулксиз адсорбцияланмишдан ташқарили ра кўмир қатлами баландлигини аниқлаш керак. Аралашманинги ўтиш тезлиги  $w = 20$  м/т ин, молга бериш коэффициентини  $R_y = 4$  с<sup>-1</sup>. Кўмир ўзининг статик фаолигида адсорбцияланмиш жараёнида 80% ача тўқнади. Кўмирнинг десорбцияланганлиги сўни, бошланғич статик фаолигига нисбатан қолдиқ фаолини  $14,5^\circ$  ни танкил этади. Газ-буғ арашмадаги концентрация миқдори  $\bar{C}_0 = 0,01$  кг/м<sup>3</sup> дан ошмаган қийматга ача тозаланиши керак.

9.5. Диаметри 3 м бўлган вертикал адсорберга, диаметри 0,35 м бўлган пўнат қувурдан  $170$  м<sup>3</sup>/мин миқдорда газ-буғ аралашма кирмоқда. Газ-буғ аралашмадаги этил спиртининг бошланғич концентрацияни миқдори  $\bar{C}_0 = 0,02$  кг/м<sup>3</sup>. Этил спиртининг адсорбердан чиқиб кетаётган газдаги концентрацияси  $C_T = 0,0002$  кг/м<sup>3</sup>. Адсорбернинг кўмир қатламининг баландлиги  $L = 1,5$  м,

кўмирнинг тўкиб уйилиш зичлиги  $500 \text{ кг/м}^3$ . Бир эгиш даврининг вақти 4 соат 37 мин. Биринчи давр учун адсорбердан ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорини аниқлаш керак.

9.6. Колоннали қурилмада ҳавони узоқ муддат қуриртганда қуйидаги маълумотлар олгнган:

$$\bar{C}_0 = 0,01 \text{ кг/м}^3, \bar{C}_{\text{кел}} = 2,94 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3, d_0 = 0,002 \text{ м}; a_0^* = 170 \text{ кг/м}^3$$

*№А* типдаги цеолитнинг минимал тезл. к ҳаракатини аниқлаш. Қурилманинг кўндаланг кесими бўйича газ оқими тезлиги  $0,5 \text{ м/с}$ .

### КОНТРОЛ ТОШИРИҚ №19

Кўзгалмас қатлам баландлиги  $H$ ,  $C_0 = 0,01 \text{ кг/м}^3$ , қурилманинг тўлиқ кўндаланг кесими юзасига ҳисобланган буғ-ҳаво аралашмаси оқими нинг тезлиги  $w = 0,5 \text{ м/с}$ ,  $\tau = x \text{ м}^2$ ,  $\tau_{\text{кел}} = y \text{ мин}$ .

Юқорида қайд этилган шароитлар учун газларни туқур қуриштиш ( $C_{\text{кел}} = 2,94 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$ ) жараёнининг колонналик қурилманинг ишчи баландлиги ва *№А* ( $d_0 = 0,002 \text{ м}$ ) типдаги цеолит кўзгалмас қатламининг модда ўтказиш соҳасининг кўндаланг кесими баландлиги аниқлансин.

Пара-метр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охири 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
$C_{\text{кел}}$	кг/м <sup>3</sup>	115	80	90	110	100	70	60	150	140	190

Пара-метр	Улчов бирлиги	Шифрнинг охири 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	0,5	0,25	0,6	0,45	0,7

## Қ У Р И Т И Ш

## Ҳисоблаш формулалари ва исосий боғлиқликлар

1. Нам модда намлик миқдори унинг умумий массасини нисбатан ( $u$ ) фой. ҳисобида, ёки қуруқ модда массасига нисбатан ( $u'$ ) ифода қилиш 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 фойзда ( $w$ ) берилган бўлса, у ҳолда

$$W = G_{\text{кур}} \cdot \frac{u'_{\text{бош}} - u'_{\text{ох}}}{100}$$

$G_{\text{кур}}$  - абсолют қуруқ моддага нисбатан қуритилгичнинг маҳсулдорлиги, кг/с.

3. Б, г-ҳаво арағимасида буг миқдори  $x$  (кг буг/кг қуруқ газ):

$$x = \frac{M'_a}{M'_b} \cdot \frac{P'_a}{P'_b - P'_a} \quad (10.4)$$

$M_6$  ва  $M_7$  - буг ва ҳавонинг моляр массаси;  $\Pi$  - буг-ҳаво аралашмасининг умумий босим.;  $P_6$  - бугнинг парциал босими.

Буг ва ҳаводан иборат аралашманинг нам сақлаш миқдори  $x$  (г-сув/бугн/кг-қуруқ ҳаво):

$$x = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{m_{бу}}}{\Pi - \varphi \cdot P_{m_{бу}}} \quad (10.5)$$

бу ерда 0,622 - сув буги ва ҳавонинг моляр массалари нисбати;  
 $\varphi$  - ҳавонинг нисбий намлиги:

$$\varphi = \frac{P_n}{P_{m_{бу}}} \quad (10.6)$$

$P_{m_{бу}}$  - сув бугининг ҳаводаги парциал босими. (қуруқ термометр температураси бўйича).

$P_{t_{бу}}$  - шу температурадаги тўйинган сув бугининг босими (иловадаги 34-жадвал).

4. Нам ҳавонинг энтальпияси  $I$  (кЖ/кг қуруқ ҳаво)

$$I = (c_a + c_v \cdot x) \cdot t + r_v \cdot x = (1,01 + 1,97 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot x \quad (10.7)$$

бу ерда  $c_a = 1,01$  кЖ/(кг·К) - қуруқ ҳавонинг ўртача солиштирма иссиқлик сифими (босим ўзгармас бўлганда)  $c_v = 1,97$  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;

$r_v = 2493$  кЖ/кг - сувнинг 0°С да бугга айланиш солиштирма иссиқлик миқдори.

Қуригиш жараёнининг потенциали қуйидаги формула бўйича эниқланган:

$$\varepsilon = t_k - t'_n$$

бу ерда  $t_k$  - қуруқ термометр бўйича ҳавонинг температураси;

$t'_n$  - нам термометр бўйича ҳавонинг температураси;

$t'_n$  - ҳуқ термометрнинг ҳақиқий температураси



$$t_n = t_n - \frac{\Delta \cdot (t_k - t_n)}{100}$$

$\Delta$  - ҳўл термометр кўрсаткичига киритиладиган тузатиш, %.

5. Нам ҳавонинг параметрлари  $x$ ,  $t$ ,  $\varphi$ ,  $P$  орасидаги боғлиқликлар Рамзининг  $P - x$  диаграммаси оқ зали осон аниқланади (10-1 расм) ва ушунга ёрдамида нам материални конвектив қуритиш масалалари ечилади.

6. Босим:  $P$ , температураси  $T$  бўлган нам ҳавонинг э. о.лини қуйидагича аниқланади:

$$\rho_{n\kappa} = \rho_{\kappa\kappa} + \rho_6 \quad (10.8)$$

бу ерда  $\rho_{\kappa\kappa}$  - қуруқ ҳаво зичлиги;  $\rho_6$  - с, в бугининг зичлиги, ўз парциал босими ёрдамида аниқланган:

$$\rho_{\kappa\kappa} = \frac{M_{\kappa} \cdot T_0 \cdot (n \cdot \varphi \cdot P_{\text{муш}})}{22,4 \cdot T \cdot n_0} \quad (10.9)$$

$$\rho_6 = \frac{M_{\text{с, в}} \cdot T_0 \cdot \varphi \cdot P_{\text{муш}}}{22,4 \cdot T \cdot P_0} \quad (10.10)$$

яъни  $P$  - буғ-ҳаво аралашмасининг умумий босими,

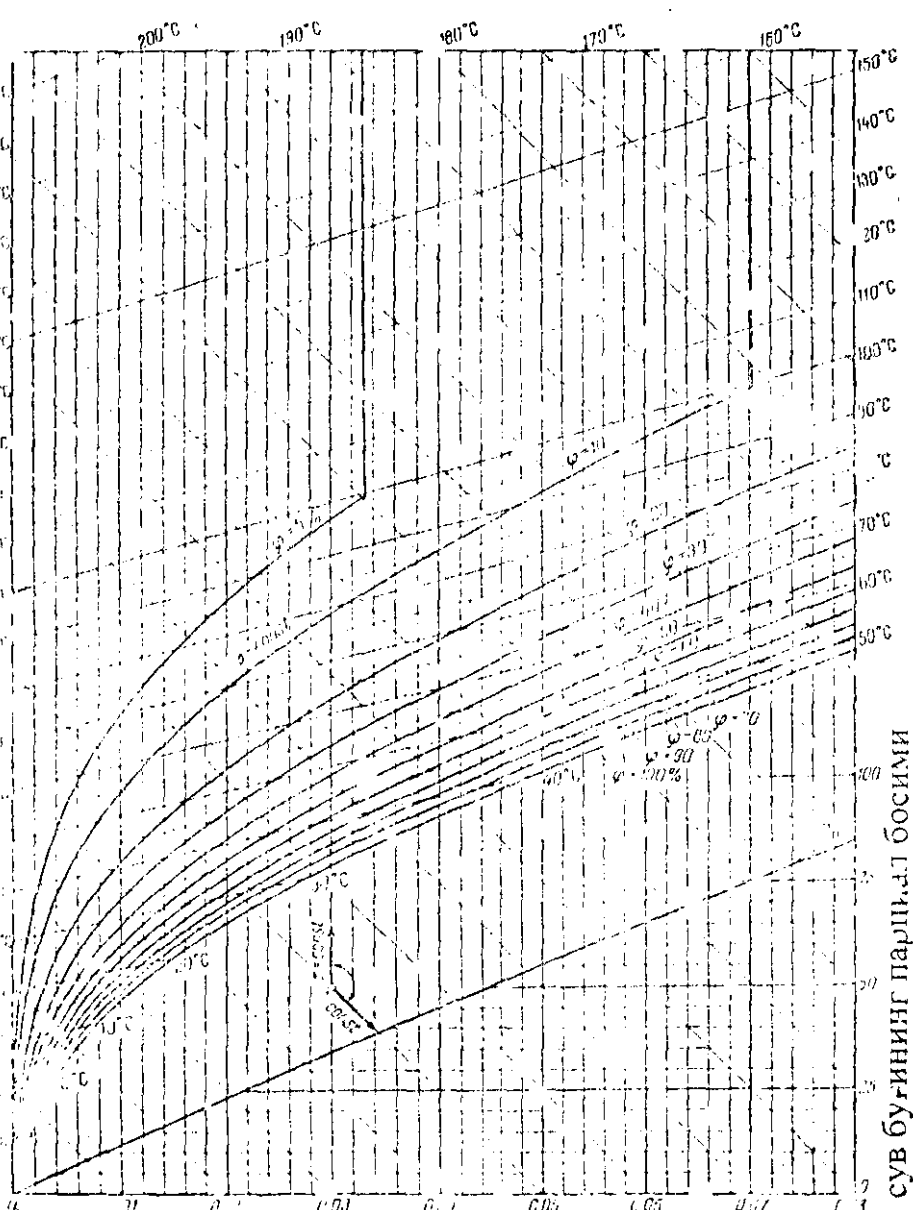
$P_0$  - нормал босим (0,1013 МПа ёки 1 атм)

(10.8)-(10.10) - формулаларни қўшиб қуйидаги формулани ҳосил қиламиз:

$$\rho_{n\kappa} = \frac{M_{\kappa} \cdot T_0 \cdot P}{22,4 \cdot T \cdot P_0} \cdot \left[ 1 - \left( 1 - \frac{M_{\text{с, в}}}{M_{\kappa}} \right) \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\text{муш}}}{P} \right]$$

$$1,293 \cdot \frac{273 \cdot P}{T \cdot 101300} \cdot \left( 1 - 0,378 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\text{муш}}}{P} \right)$$

$$= \frac{3,48 \cdot 10^{-3}}{T} \cdot (P - 0,378 \cdot \varphi \cdot P_{\text{муш}}) \quad (10.11)$$



Нам сақлаш x, кг/кг қуруқ ҳаво  
 10.1-расм. Нам ҳавонинг t-w диаграммаси.



10. Ҳақиқий қуритгичдаги солиштирма иссиқлик сарфи  $q$  (Ж/кг буғланаётган намлик) дшбу 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

$$q_{нат} = \frac{I_2 - I_0}{x_2 - x_0} \quad (10.18)$$

Ҳақиқий ва назарий қуритгичларнинг солиштирма иссиқлик сарфларининг фарқи:

$$q - q_{нат} = \frac{I_2 - I_0}{x_2 - x_0} - \Delta \quad (10.19)$$

агарда, қуритгич камерасида қўшимча иситкич бўлмаса, унда:

$$\Delta = \frac{\sum Q}{W} = c_{нат} + q_{тр} + q_{ух} - c \cdot \theta_6 \quad (10.20)$$

Бу ерда

$$q_{нат} = \frac{G_6}{W} \cdot c_{ок} \cdot (\theta_{ок} - \theta_6); \quad q_{тр} = \frac{G_{тр}}{W} \cdot c_{ок} \cdot (\theta_{ок} - \theta_6);$$

$$q_{ух} = \frac{Q_{ух}}{W}$$

бу ерда  $c_{ок}$ ,  $c_{тр}$ ,  $c$  - қуритилган материалнинг, транспорт қурилмаси, сувнинг солиштирма иссиқлик снгимлари;  $\theta_6$ ,  $\theta_{ок}$  - бошланғич (нам материалнинг қуритгичга кирётганидаги) ва охириги (қуритилган материалнинг қуритгичдан чиққандаги) температуралари, °С.

11. Қуритгичнинг иссиқлик ф.и.к.:

$$\eta = \frac{r}{q} \quad (10.21)$$

бу ерда  $r$  - материални қуритиш афтидаги температура бўйича аниқланадиган (хўл термометр температураси бўйича), сувичир бугга айланиш солиштирма иссиқлиги, Ж/кг.;  $q$  - қуритгичдаги иссиқликнинг солиштирма сарфи, Ж/кг.

Ўзгармас бир хил шароитда қуритиш жараёнининг даражасини қуйидаги тахминий формулалар ёрдамида топиш мумкин:

а) ўзгармас тезлик даври (I-давр) учун

$$\tau_1 = \frac{1}{N} \cdot (u'_{\text{бощ}} - u'_{\text{кр}}) \quad (10.22)$$

б) камаювчи тезлик даври (II-давр) учун

$$\tau_2 = \frac{u'_{\text{кр}} - u'_{\text{ч}}}{N} \cdot 2,3 \cdot \lg \frac{u'_{\text{кр}} - u'_{\text{ч}}}{u'_{\text{ок}} - u'_{\text{ч}}} \quad (10.23)$$

бу ерда  $N$  - I-давр қуритиш тезлиги;  $u'_{\text{бощ}}$ ,  $u'_{\text{кр}}$ ,  $u'_{\text{ок}}$ ,  $u'_{\text{ч}}$  жараённинг бошланғич, критик, сирридаги ва мувозанат ҳолатидаги материал намлиги.

Умумий қуритиш вақти

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 \quad (10.24)$$

Ўртада ҳаракатлаштирувчи 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

$$\Delta x_1 = x_{\text{max}} - x_1$$

$$\Delta x_2 = x_{\text{max}} - x_2$$

Гидрав қуритиш тезлиги  $N$  таърибга ўтказиш йўли билан ёки модала бериш коэффициентини орқали аниқлайтиши мумкин.

Нам материал юзасидан эулагатилган намлик миқдори

$$W = \beta \cdot F \cdot \Delta x_{1p} \quad (10.26)$$

булар, қуритиш тезлиги  $N$  ушбу ифода ёрдамида топилади:

$$N = \frac{W}{G_x} = \frac{\beta \cdot F \cdot \Delta x}{G_x} = f \cdot \Delta x_{1p} \quad (10.27)$$

бу ерда,  $\beta$  - газ фазасидаги модала бериш коэффициентини,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кг}/\text{кг})$ ;  $F$  - буғланиш юзаси,  $\text{м}^2$ ;  $f = F/G_{x,1p}$  - солиниш норма юза,  $\text{м}^2/\text{кг}$ ;  $\Delta x$  - ўргача ҳаракатга келтирувчи куч,  $\text{кг}$  буғ/кг қуруқ ҳаво.

Модала бериш коэффициентини  $\beta$  ушбу критериял тегиламадан топилади:

$$Nu' = A \cdot Re_r^n \cdot (Pr_r')^{0,33} \cdot Gr^{0,136} \quad (10.28)$$

бу ерда  $Nu' = \frac{\beta \cdot l}{D}$ ;  $Re = \frac{w \cdot l}{\nu}$ ;  $Pr_r' = \frac{\nu}{D}$

Гухман критерийиси:

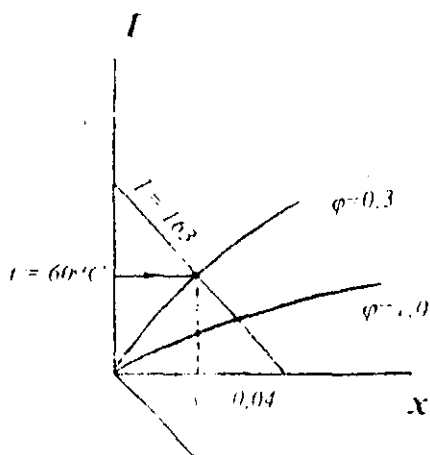
$$Gr = \frac{T_x - T_a}{T_x} \quad (10.29)$$

## МИСОЛЛАР НИ ИШИЛАН НАМУЧАСИ

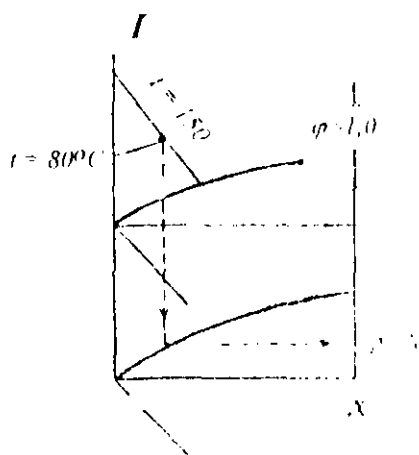
10.1. Нисбий намлиги  $\varphi = 0,3$  ва температураси  $20^\circ\text{C}$  бўлган ҳавонинг эитатилиши ва нам сақлаши Раминининг  $10^\circ\text{C}$  хилли раммасидан торчи.

Е ч и ш :

10.2-расмда кўрсатиладек, энтальпия  $I = 163$  кЖ/кг қуруқ ҳаво нам сқлаши  $x = 0,04$  кг/кг-қуруқ ҳаво.



1 2-расм. 10.1 масалага оид



10.3-расм. 10.2 масалага оид

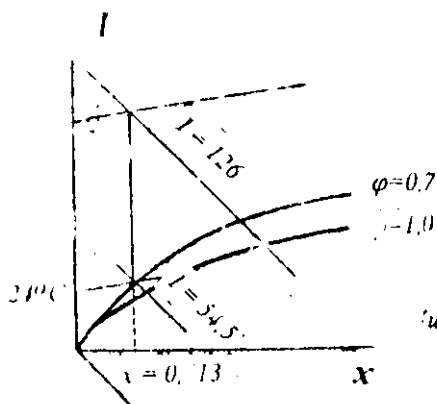
10.2. Температураси  $80^{\circ}\text{C}$  ва энтальпияси  $I = 150$  кЖ/кг қуруқ ҳаво бўлган буг-ҳаво аралашмасидан сув бугинини парциал босимни аниқлансин.

Е ч и ш :

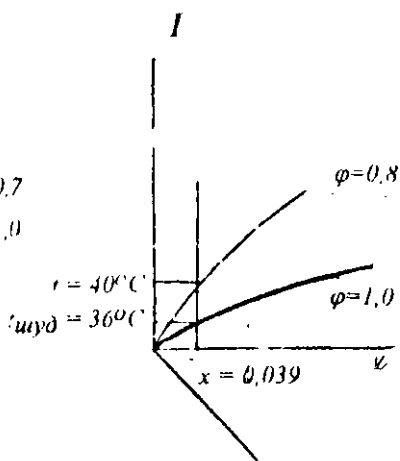
Рамдиннинг  $I-x$  (10.1-расм) диаграммасидан  $80^{\circ}\text{C}$  ни изотерма ва  $I = 150$  кЖ/кг қуруқ ҳаво чизиқларининг кесилиши нуқтасини топиб, уни сув бугининг парциал босими чизиғига туширишимиз сунг бса абаёлса уқига параллел дўда ортиқатига тушиб охиб борами.

Демак,  $t = 80^{\circ}\text{C}$  ва  $I = 150$  кЖ/кг қуруқ ҳаво ушун парциал босим  $p_{\text{H}} = 28$  мм.с.м.устга тенг. Единиқини график схемаси 10.3-расмда кенйрилган.

10-3. Температураси  $24^{\circ}\text{C}$  ва  $\varphi = 0,7$  бўлган ҳаво калорифердан  $90^{\circ}\text{C}$  гача иситилмоқда. Калорифердан чиқаётган ҳавонинг энгалыиыси ва нам сақлаши топилсин.



10.4-расм. 10-3 масалага оид



10.5-расм. 10-4 масалага оид

#### Ҳ. ч и ш :

1-x диаграммада ҳавонинг бошланғич ҳолати  $t = 24^{\circ}\text{C}$  ли изотерманинг  $\varphi = 0,7$  чизиги билан кесилган нуқтасига нўри келади (10.4-расм).

Ушбу нуқтага  $x = 0,013$  кг/кг қуруқ ҳаво ва  $I = 54,5$  кЖ/кг қуруқ ҳаво нўри келади. Иситиш пайтида ҳавонинг нам сақлаши ўзгармайди, шу сабабли ҳавони иситиш жараёни  $x = \text{const}$  чизиги билан ифодаланади. Демак, ҳавонинг охири ҳолати  $x = 0,013$  чизиги  $t = 90^{\circ}\text{C}$  ли изотерма билан туташган нуқтаси билан характерланади. Бу нуқтага энгалыиынинг  $I = 126$  кЖ/кг қуруқ ҳаво сон қиймати тури келади.

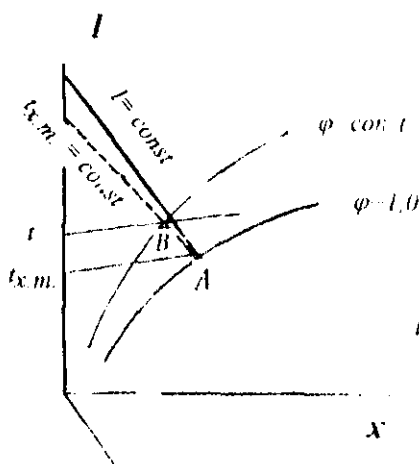
10-4. Агар ҳавонинг температураси  $t = 40^{\circ}\text{C}$  ва нисбий намлиги  $\varphi = 0,8$  бўлса, унинг шуднинг нуқтаси топилсин.



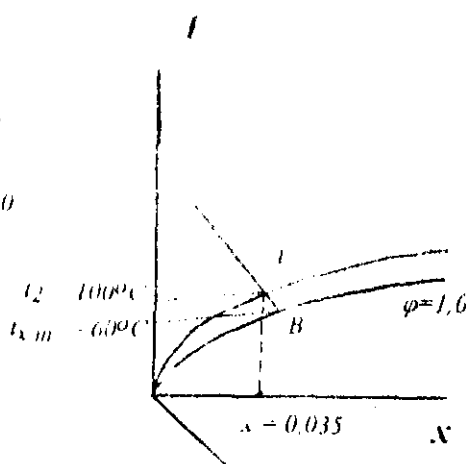
## Е ч и ш:

Нам ҳаво совитишчи бориса, маълум температурага етди, намлик шудринг сифатида ажрати бонлайди. Намликнинг бундай ҳолатда ажратишга тури кевалинан температурага шудринг нуқтаси деб ағалади. Бу нуқтани топиш учун 1-х диаграмманинг ордината уқидати  $10^{\circ}\text{C}$  га тегишли нуқтадан изотерма чизигини  $\varphi = 0,8$  билан кесипиунча дивом туширамиз. Тугашган ушбу А нуқтадан  $x$  - совитишнинг буйцао пастга  $\varphi = 1,0$ , яъни туйинини чизиги билан кесипиунча туширамиз (10.5-р.см). Беришган параметрларга тури келган нам сақлаши  $x = 0,039$  кг/кг ва шудринг нуқтаси  $t = 36^{\circ}\text{C}$ .

10-5. Даву: кетир кувилтириг қуандилича қуруқ термометр  $t_k 40^{\circ}\text{C}$ , ҳуқ термометр эса  $t_x 36^{\circ}\text{C}$ . 1-х диаграммадан ҳавонинг насони намлиши ани қуандилич.



10-6-расм. 10-5 мас. алага оид



10-7-расм. 10-6 масалага оид

$t_x = 35^\circ\text{C}$  изотермани  $\varphi = 100\%$  билан кесішгунча чўзиб орамиз 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  $\varphi$  ни ниқдаймиз.

Бизнинг мисолимиз учун  $t_k = 40^\circ\text{C}$  ва  $t_x = 35^\circ\text{C}$  бўлганда  $I = \text{const}$  чизиғи бўйича  $\varphi = 70\%$  лғини топамиз.

10-6. Қуритгичдан чиқаятган 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.

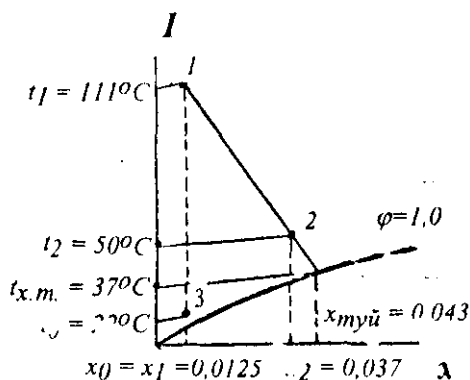
**Е ч и ш:**

Қуритиш жараёнининг I-даврига нам материалнинг температураси ҳўл термометрнинг температураси  $t_x I$  тенг бўлади.

Бу температурани топиш учун А нуқтада  $I = \text{const}$

чизиғини  $\varphi = 1$  билан В нуқтада туташгунча давом эттирамыз (10.7-расм). Ушбу нуқтадан  $t_x = 60^\circ\text{C}$  изотерма ўтади.

10-7. Соатига 550 кг, намлиги 23% гўча қуритилган фармелад ишлаб чиқариш учун қуритиш қуролмасиға намлиги 30% бўлган фармеладдан қанча миқдорда қуритиш керак.



10.8-расм. 10-7 масалага оид

**Е ч и ш:**

Нам материал бўйича қуритгичнинг шумдорлигини ҳисоблаш учун (10.2) формуладан фойдаланамиз:

$$G = 550 \cdot \frac{100 - 23}{100 - 30} = 605 \text{ кг/соат}$$

10-8. Ушбу шароитлар:  $t_0 = 22^\circ\text{C}$   $t_2 = 50^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_0 = 0.75$ ,

$\varphi_2=0,45$  учун назарий қуритишнинг ҳаракатга келтирувчи кучлари  $\Delta x_{\text{вр}}$  ва  $\Delta u_{\text{вр}}$  ларни ҳисоблаб тошинг.

**Е ч и ш:**

I-х диаграммаси (10.8 расм) дан  $x_1 = 0,0125$  кг/кг;  $x_2=0,037$  кг/кг;  $x_{\text{тз}} = 0,043$  кг/кг;  $\theta = 37^\circ\text{C}$  ларни тонамиз.

Демак,

$$\Delta x_{\text{вр}} = \frac{\Delta x_1 - \Delta x_2}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}} = \frac{(0,043 - 0,0125) - (0,043 - 0,037)}{2,3 \cdot \lg \frac{0,043 - 0,0125}{0,043 - 0,037}} = 0,0152 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

$$\Delta x_{\text{тз}} = \frac{x_1 - x_2}{2,3 \cdot \lg \frac{x_1}{x_2}} = \frac{(111 - 37) - (50 - 37)}{2,3 \cdot \lg \frac{111 - 37}{50 - 37}} = 35^\circ\text{C} = 35\text{K}$$

10-9. Нормал қуритиш шароитида ишлаётган узлуксиз қуритгич учун ҳаво сарфи иситувчи буғнинг зарур босими ва сарфи ҳам ани қансинг.

- |  |   |
|--|---|
| - нам материал бўйича қуритишнинг иш унумдорлиги     | - $G_{\text{к}} = 350$ кг/соат;                   |
| - материалнинг бошланғич намлиги                     | - $u_{\text{боi}} = 42\%$ ;                       |
| - материалнинг охириги намлиги                       | - $u_{\text{ох}} = 11\%$ ;                        |
| - материалнинг бошланғич температураси               | - $\theta_1 = 18^\circ\text{C}$ ;                 |
| - қуритгичдан чиқаётган ҳаво температураси           | - $\theta_2 = 47^\circ\text{C}$ ;                 |
| - ҳавонинг ҳолат характеристикалар :                 |   |
| - алорифергача бўлган                                | - $t_0 = 15^\circ\text{C}$ ; $\varphi_0 = 70\%$ ; |
| - қуритгичда чикқандаги                              | - $t_2 = 45^\circ\text{C}$ ; $\varphi_2 = 60\%$ ; |
| - қуритилган материалнинг солиштирма иссиқлик сизими | - $c_{\text{ох}} = 2350$ Ж/г·К;                   |
| - транспортёр массаси                                | - $G_{\text{тп}} = 600$ кг/соат;                  |
| - атроф муҳитга иссиқликнинг йўқотилиши              | - $Q_{\text{иук}} = 12\%$ ;                       |
| - иситувчи буғ намлиги                               | - $6\%$ .   |

**Е ч и ш :**

Қуритгичда булганан намлик (ёки материалдан чиқарилган сувнинг) миқдорини қуйидаги тенглам орқали топилади:

$$W = i_{\text{булган}} \cdot \frac{W_{\text{булган}}}{100} \cdot \frac{u_{\text{ox}}}{u_{\text{ox}}} = 350 \cdot \frac{42 \cdot 11}{100 \cdot 11} = 122 \text{ кг/ соат}$$

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 ва қуритгичдан чиққан пайтдаги ҳавонинг нам сақлашини ва энтальпиясини  $I-x$  диаграммалдан аниқлаймиз.

$W$  (кг/соат) миқдордаги сувни (намликни) буғлатиш учун ҳавонинг сарфиди (қуруқ ҳаво ҳисобида) ушбу формула билан топиш мумкин:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{122}{0,3 - 0,0077} = 4030 \frac{\text{кг}}{\text{соат}} = 1,12 \text{ кг/ с}$$

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:

$$G_{\text{ox}} \cdot c_{\text{ox}} \cdot (\theta_1 - \theta_2) = \frac{350 - 122}{3600} \cdot 2,35 \cdot 10^3 \cdot (47 - 1^\circ) = 4300 \text{ Вт}$$

Транспортёрни қиздириш учун кетган иссиқлик

$$G_{\text{mp}} \cdot c_{\text{mp}} \cdot (\theta_1 - \theta_2) = \frac{500 \cdot 0,5 \cdot 10^3 \cdot (47 - 18)}{3600} = 2420 \text{ Вт}$$

га тенг бўлади. Бу ерда  $0,5 \cdot 10^3$  - пўлатнинг солиштирма иссиқлик сизими,  $\text{кЖ/(кг} \cdot \text{К)}$  (иловадаги 42-ҳаддидан танланади).

Материал билан киритган иссиқлик миқдорини айниб ташлаш керак ва унинг сон миқдори ушбу йўл билан топилади:

$$W \cdot \theta_1 \cdot c_c \cdot \frac{122}{3600} \cdot 18 \cdot 4,19 \cdot 10^3 = 2560 \text{ Вт}$$

Агроф муҳитга йўқотилишни ҳисобга олсак, умумий иссиқлик миқдори қуйидагига тенг бўлади:

$$Q = (123000 + 4300 + 2420 - 2560) \cdot 1,12 = 142560 \text{ Вт}$$

Назарий ва ҳақиқий дурригичлардаги иссиқлик сарф миқдорларини солиштирсак, ҳақиқий дурригичдаги 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 бўё 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  $p_{\text{абс}} \approx 0,461 \text{ МПа}$  ёки  $4,7 \text{ кг/см}^2$  тўғри келади (34 - жалвал).

Иситувчи буг сарфи қуйидагича аниқланади:

$$G_{ис} = \frac{Q}{r \cdot x'} = \frac{142500}{2122 \cdot 10^3 \cdot 0,94} = 0,0715 \text{ кг/с} = 257 \text{ кг/соат}$$

бу ерда  $r = 2122 \text{ кЖ/кг} - 148^\circ\text{С}$  температурадаги иситувчи бугнинг солиштирма конденсацияланмиш иссиқлиги.

Иситувчи бугнинг солиштирма сарфи

$$d = \frac{G_{ис}}{W} = \frac{257}{122} = 2,1 \frac{\text{кг иситувчи буг}}{\text{кг буғлатилган суь}}$$

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  $120^\circ\text{С}$ , чиқётганиники эса  $60^\circ\text{С}$ . Атроф муҳитдаги ҳавонинг параметрлари:  $t = 20^\circ\text{С}$ , намлиги 30%, барометрик босим 0,1 МПа. Барабанли қуритгичдан чиқётган ҳаво намлиги 18%. Материалга берилаётган иссиқлик мигтори, иссиқ ҳавонинг сарфи ва унинг солиштирма сарфи аниқлансин.

**Е ч и ш :**

$$L = \frac{\dot{W}}{x_2 - x_0}$$

$$W = G_1 \cdot \frac{u_1 - u_2}{100 - u_2} = 500 \cdot \frac{65 - 8}{100 - 8} = 309,8 \text{ кг/соат} = 0,086 \text{ кг/с}$$

қуритгичга кирётган ҳавонинг нам сақлаши:

$$x_1 = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\text{нул}}}{P - \varphi \cdot P_{\text{нул}}} = 0,622 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,00238}{0,1 - 0,6 \cdot 0,00238} = 0,009 \text{ кг/кг}$$

Худди шундай, қуритгичдан чиқётган ҳавонинг нам сақлашини аниқлаймиз:

$$x_2 = 0,622 \cdot \frac{c \cdot 18 \cdot 0,02031}{0,1 - 0,18 \cdot 0,02031} = 0,0236 \text{ кг/кг}$$

Куритгичга қираётган 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

$$L = \frac{0,086}{0,0236 - 0,009} = 5,89 \text{ кг/с} = 5 \cdot 205 \text{ кг/соат}$$

Ҳавонинг солиштирма сарфи

$$l = \frac{L}{W} = \frac{5,89}{0,086} = 68,5 \text{ кг/соат}$$

Материалга ҳаво билан берилган иссиқлик миқдори

$$Q = \frac{L \cdot (I_1 - I_2)}{0,5} = \frac{5,89 \cdot (14,56 - 12,26) \cdot 10^4}{0,5} = 27,1 \cdot 10^4 \text{ Ъ.т} = 271 \text{ кВт}$$

## МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМЛИ ҚУРИТГИЧЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

Иш унумдорлиги

(қуритилаётган 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 д... 1,0 мм гача  $- 75\%$

Грануллашган кунжара намлиги:

Бол намни  $u_{bol} = 12\%$   
 охиргиси  $u_{ox} = 0,5\%$

Нам материалнинг температураси  $\theta_1 = 18^\circ\text{C}$

Тоза ҳаво параметрлари:

температураси  $t_o = 18^\circ\text{C}$

нисбий намлиги  $\varphi_o = 72\%$

Қуригичдаги босим  $p_o = 1 \text{ атм.}$

Калорифердан чиқаётган ҳаво

температураси  $t_1 = 130^\circ\text{C}$

1кг сувни буғлатиш учун атроф муҳитга солиштирма

иссиқликнинг йўқотилиши  $q_{сув} = 22,6 \text{ кЖ/кг}$

Бутланган намликнинг (ёки материалдан чиқарилган сувнинг) миқдори қуйидаги тенглама орқали топиш мумкин:

$$W = G \cdot \frac{u_{bol} - u_{ox}}{100 - U_{ox}} = 0,556 \cdot \frac{12 - 0,5}{100 - 12} = 0,0726 \text{ кг/с}$$

Қуригичдан чиқаётган нам ҳавонинг температурасини  $60^\circ\text{C}$  деб қабул қилиб, унинг асосий параметрларини аниқ-лайм из. Одатда, мавҳум қайнаш қатламли қуригичдаги материал температурасини чиқиб кетаётган иссиқ ҳавонинг температурасидан  $1-2^\circ\text{C}$  пастроқ деб ҳисобланади. Демак, қатламдаги материал температураси  $58^\circ\text{C}$  тенг бўлади, яъни  $\theta_2 = 58^\circ\text{C}$ .

Қуригичнинг ички иссиқлик балансини ушбу тенглама орқали ҳисоблайми



$$\Delta = c \cdot \theta_1 + q_{\text{уш}} - (q_c + q_m + q_{\text{жк}}) = 4,19 \cdot 18 -$$

$$\frac{0,556 \cdot 0,88 \cdot (58 - 18)}{0,0726} - 22,6 = -192 \text{ кЖ/кг намлик}$$

Рамзиннинг  $I-x$  диаграммасидан, маълум  $t_1 = 18^\circ\text{C}$  ва  $\varphi_0 = 72\%$   $x_0$ ,  $I_0$  нг топамиз:

$$x_0 = 0,0092 \text{ кг-намл / кг-курук хаво};$$

$$I_0 = 41,0 \text{ кЖ/кг-курук хаво.}$$

Ҳаво  $t_1 = 130^\circ\text{C}$  гача иситилганда, унинг 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 ихтиёрчий  $x = 0,04$  нам сақлаш миқдорини танлаб, қуйидаги формула орқали унинг энтальпиясини топамиз:

$$\text{Кейин, } t_1 = x_0 = 0,0092 \text{ кг/кг, } I_1 = 157 \text{ кЖ/кг}$$

$$\text{ва } x = 0,04 \text{ кг/кг, } I = 151 \text{ кЖ/кг}$$

нуқталари орқали  $t_2 = 60^\circ\text{C}$  мос келадиган нуқта билан туташгунча чизик ўтказилди.

Қуритиш чизиги ва  $60^\circ\text{C}$  ли изотерма ўнг кесилиш нуқтасида қуритгидан чиқаётган ҳавонинг охириги нам сақлаши  $x_2 = 0,035$  кг/кг аниқланади.

Қуруқ ҳавонинг сарфи  $L$  ушбу тенгламадан топилади:

$$L = \frac{H}{x_2 - x_0} = \frac{0,0726}{0,035 - 0,0092} = 2,81 \text{ кг/с}$$

Қуритгичдаги иссиқ ҳавонинг ўртача температураси  $t_{ур}$  қуйидаги 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  $\rho_c$  ўртача з.диқлари қуйидагига тенг:

$$\rho_{ур} = \frac{M}{v_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{ур}} = \frac{29}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0,16 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_c = \frac{18}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0,596 \text{ кг/м}^3$$

Ҳаво бўйича ўрта ҳажмий  $V$  шунингдек қуруқлик  $V$  ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$V = \frac{r}{\rho_{ур}} + \frac{x_{ур} \cdot L}{\rho_c} = \frac{2,81}{0,16} + \frac{0,0221 \cdot 2,81}{0,536} = 3,04 \text{ м}^3/\text{с}$$

Қатламнинг мавҳум қайнашининг бошланиш тезлиги  $w_{чк}$  қуйидагича топилади:

$$w_{чк} = \frac{Re \cdot \mu_{ур}}{\rho_{ур} \cdot d},$$

бу ерда

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

$$Ar = \frac{g \cdot d_s^3 \cdot \rho \cdot \rho_n}{\rho \cdot \mu}$$

Полидисперс материал заррачаларининг эквивалент диаметри ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$d_s = \frac{1}{\sum_i^n \frac{m_i}{d_i}} = \frac{1}{\frac{0,25}{\left(\frac{2,0-1,5}{2}\right) \cdot 10^{-3}} + \frac{0,25}{\left(\frac{2,0+1,5}{2}\right) \cdot 10^{-1}}} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Архимед критерийси эса

$$Ar = \frac{(1,35 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 0,96 \cdot 9,8 \cdot 1500}{(2,2 \cdot 10^{-3})^2} = 7,17 \cdot 10^4$$

Рейнольдс критерийси

$$Re_{\text{мк}} = \frac{7,17 \cdot 10^4}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{7,17 \cdot 10^4}} = 25,6$$

$$w_{\text{мк}} = \frac{25,6 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3}}{0,96 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3}} = 0,435 \text{ м/с}$$

Мавҳум қайнаш қатламининг энг юкори 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,

$$w_{ув} = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 10^{-3}} \cdot \left( \frac{2,91 \cdot 10^4}{18 + 0,575 \sqrt{2,91 \cdot 10^4}} \right) = 5,75 \text{ м/с}$$

Иситувчи агентнинг ишчи тезлиги  $w_{ик}$  ва  $w_{ур}$  оралиғида бўлади.

Агар

$$K_{кет} = \frac{w_{ув}}{w_{ик}} = 40 \div 50 \text{ булса,} \quad K_y = \frac{w}{w_{ик}} = 3 \div 7$$

агарда

$$K_{кет} \leq 20 \div 30 \text{ булса,} \quad K_y = 1,5 \div 3$$

Бизнинг шароит учун  $K_y = 2,3$  деб қабул қиламиз. Унда, иситувчи агентнинг ишчи тезлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$v = k_y \cdot w_{ик} = 2,3 \cdot 0,435 = 1,0 \text{ м/с}$$

Куритгичнинг диаметри  $d$  ушбу формуладан топилади:

$$d = \sqrt{\frac{1}{F \cdot w}} = \sqrt{\frac{3,04}{0,785 \cdot 1^2}} = 1,97 \approx 2 \text{ м/с}$$

Қуритилаётган материал учун мавҳум қайнаш қатламини-нинг баландлигини аниқлаш.

Мавҳум қайнаш қатламининг баландлигини иссиқлик-нинг модда алмашинуви кинетикаси асосида аниқлаш мумкин.

Модда бериш ва олдиий 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 қўндаланг кесими юзаси, м<sup>2</sup>;  $x, x^*$  - ҳавонинг ишчи ва мувозанат нам сақланиш, кг намлик/кг қуруқ ҳаво;  $F$  - материал юзаси, м<sup>2</sup>;  $\rho_{кк}$  - қуритгичдаги қуруқ ҳавонинг ўртача температурадаги зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

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.

Ўзгарувчи параметрларни бўлиб, интегралласак ва қатлам баландлиги бўйича заррачаларнинг температураси ўзгармас деб ҳисобласак, қуйидаги қўринишдаги тенгламани оламиз:

$$\frac{x^* - x_2}{x^* - x_1} = \exp \left[ - \frac{\beta_y}{w \cdot \rho_{кк}} \cdot \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_s} \cdot h \right]$$

Истигувчи агентнинг мувозанат нам сақлаши  $x^*$  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:

$$\frac{x^* - x_2}{x^* - x_0} = \frac{0,0438 - 0,035}{0,0438 - 0,0092} = 0,204$$

Қатламнинг турваклиги  $\varepsilon$  ушбу формула билан 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 юзасидан намлик буғланаётган пайтидаги модда бериш коэффициентини  $\beta_y$  ушбу критериял тенгламадан топилади:

$$Nu' = 2 + 0,51 \cdot 1^{0,52} \cdot Pr_y^{0,33}$$

Қуритгичдаги ўртача температура сув буғларининг ҳаводани диффузия коэффициенти:

$$D = D_{20} \cdot \left( \frac{T + t_{yp}}{T_0} \right)^{1,5}$$

бу ерда  $D_{20} = 21,9 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Унда,

$$D = 21,9 \cdot 10^{-6} \cdot \left( \frac{273 + 96}{273} \right)^{1,5} = 3,44 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$$

$$Pr'_y = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,05 \cdot 3,4 \cdot 10^{-5}} = 0,67$$

Модели бериш коэффициент ушбу формула орқали аниқланади:

$$\beta_y = \frac{D}{d_s} \cdot \left( 2 + 0,51 \cdot Re^{0,52} \cdot Pr_y^{0,33} \right) = \frac{3,44 \cdot 10^{-5}}{1,35 \cdot 10^{-3}} \cdot \left( 2 + 0,51 \cdot 58,9^{0,52} \cdot 0,67^{0,33} \right) = 0,145 \text{ м/с}$$

Қуритлаётган материалларнинг таъхум қайнаш баландлиги

$$0,254 = \exp \left[ - \frac{0,145 \cdot 6 \cdot (1 - 0,48)}{1 \cdot 0,96 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3}} \cdot h \right]$$

бу тенглама  $h$  га нисбатан ечилса, қуйидаги натижа олачиз:

$$h = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларни кимё ва бошқа саноат корхоналарида кўп йиллик ишлатиш шунини кўрсатдики, қуритманинг баландлиги

$$H \cong 4 \cdot H_{cm}$$

бўлиши керак экан. Бу ерда  $H_{cm}$  - қатламнинг гидродинамик роғлаш соҳасининг баландлиги.

$$H = \delta \cdot d_o$$

бу ерда  $d_o$  - тўр парда тешикларининг диаметри. Диаметрлар ўнбў стандарг ўлчамлар қаторидан танланади:

$d_o, \text{мм}$	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Агарда,  $d_o = 2,5$  мм ни танласак, мавҳум қайнаш қатламининг баландлиги

$$H = 80 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,2 \text{ м}$$

Газ тақсимловчи тўр пардадаги тешиклар сонини  $n$  қуйидагича топиллади:

$$n = \frac{4 \cdot S \cdot F_{mn}}{\pi \cdot d_o^2} = \frac{d^2 \cdot F_{mn}}{d_o^2}$$

$S$  - тўр парда кўндаланг кесимининг сон қиймати қуритгич кўндаланг кесимига тенг;  $F_{mn}$  - тўр парда тешикларининг юзасининг ўлчами, бу ерда  $F_{mn} = 0,02-0,1$ .

Агарда  $F_{mn} = 0,05$  деб қабул қилсак, тўр пардадаги тешиклар сонини

$$n = \frac{2^2 \cdot 0,05}{0,0025^2} = 32000$$



Қурilmанинг сезгирлиги  $\epsilon$  олимиди  $H_c$  ни маъхум қайнаш қатлам баландлигидан 4 - 6 мартаба катта қилиб қабул қилинади

$$H_c = 5 \cdot H = 5 \cdot 0,2 = 1 \text{ м}$$

### Қуритгичнинг гидравлик қаршилиги

Қуритгичнинг асосий гидравлик қаршилиги маъхум қайнаш қатлами  $\Delta P_{\text{МК}}$  ва тўр парда  $\Delta P_{\text{тп}}$  ларнинг қаршилиқларининг йиғиндисига тенг

$$\Delta P = \Delta P_{\text{МК}} + \Delta P_{\text{тп}}$$

$\Delta P_{\text{МК}}$  қиймати эса, ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\Delta P_{\text{МК}} = \rho_k \cdot (1 - \epsilon) \cdot g \cdot H = 1500 \cdot (1 - 0,486) \cdot 9,8 \cdot 0,2 = 1511 \text{ Н}$$

Тўр парданинг минимал гидравлик қаршилиги  $\Delta P_{\text{тп мин}}$  қуйидагича топилиши мумкин:

$$\Delta P_{\text{тп мин}} = \Delta P_{\text{МК}} \cdot \frac{K_u^2 \cdot (\epsilon - \epsilon_0)}{(K_u^2 - 1) \cdot (1 - \epsilon_0)} = 1,311$$

$$= \frac{2,3^2}{(2,3^2 - 1)} \cdot \left( \frac{0,486 - 0,4}{1 - 0,486} \right) = 1,312 \text{ Нд}$$

Таъинланган түр парданинг гидравлик қаршилиги ушбу формуладан аниқланади:

$$\Delta P_{mn} = r \cdot \left( \frac{w}{F_{mn}} \right)^2 \cdot \frac{\rho_{\text{ур}}}{2}$$

бу ерда  $r = 1,5$ .

Унда

$$\Delta P_{mn} = 1,75 \cdot \left( \frac{1}{0,05} \right)^2 \cdot \frac{0,96}{2} = 336 \text{ П}$$

$\Delta P_{mn} = 336 > \Delta P_{mn \text{ min}} = 312$ . Қўрг'ачичининг умумий гидравлик қаршилиги.

$$\Delta P = \Delta P_{\text{мк}} + \Delta P_{mn} = 1511 + 336 = 1847 \text{ Па}$$

га тенглигини аниқлаб, ҳамда газ тозалаш қурилмаларини (циклон, скруббер, фильтр ва ҳокимолар) билан ҳолда сентилятор ва турбогазодувкалар таъинланади.

## К О Н Т Р О Л М А С А Л А Л А Р

10.1. 1 кг нам материални 50% дан 25% гача қуришганда, 1 кг нам материални 2% дан 1% гача қуришганда қанчалик неча баробар кўп намлик чиқарилади (умумий массага нисбатан ҳисобланганда).

10.2. Қуригичдан чиқаётган ҳавонинг температураси  $t = 50^\circ\text{C}$  ва нисбий намлиги  $\phi = 0,7$  бўлганда уни 1 нам қлаши, энтальпияси, ҳўл термометр температураси ва шўдрин нуқталарини аниқлаш.

10.3. Ҳавонинг қуруш термометрдаги ҳарорати  $50^\circ\text{C}$  ва ҳўл термометрдаги температураси  $3^\circ\text{C}$  бўлганда, ҳавонинг қоллиги

ҳамма характерловчи параметрларини аниқлаб беринг.

10.4. Сув буғининг ҳаво билан аралашмасидаги парциал босими  $0,1 \text{ кгк/см}^2$  лиги маълум бўлганда,  $50^\circ\text{C}$  температурда бу аралашманын нисбий намлиги  $\varphi$  ва нам сақлашини аниқлаб беринг.

10.5. Сув буғининг а) ҳаво билан; б) водород билан ва в) этан билан аралашмаларидаги температураси  $t = 35^\circ\text{C}$  да ва нисбий намлиги  $\varphi = 0,45$  даги миқдорини аниқланг (газларнинг миқдорини  $1 \text{ кг}$  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 фазлари (Тошкент шаҳри шартли) учун ҳавонинг солиштирма сарфи ва иссиқлик миқдори аниқлансин. Назарий қуритгичда нормал қуритиш жараёни ташкил этилган.

10.7. Ҳаво-буғ аралашмаси температураси  $150^\circ\text{C}$  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  $130^\circ\text{C}$ , нисбий намлиги  $\varphi=0,3$  ва абсолют босими  $7 \text{ кгк/см}^2$  ( $0,7 \text{ МПа}$ ) га тенг. Ҳавонинг парциал босимини, зичлиги ва нам сақлашини аниқлаб беринг.

10.9. Қуритгичга кираётган ҳаво миқдори соатига  $200 \text{ кг}$  (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  $\varphi = 6\%$  бўлса, қуритгичдаги материалдан чиқаётган намлик миқдори қанча? Ҳавонинг солиштирма сарфи ҳам аниқлансин.

10.10. Соатига  $800 \text{ кг}$  намлиги  $32\%$  пастилани қуритиш жараёнида  $144 \text{ кг/соат}$  миқдордаги намлик буғлатилган бўлса, олинган пастиланча неча фоиз намликда бўлади?

10.11. Қуридаги шароитларда, яъни  $t_0 = 15^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_0 = 0,8$ ,  $t_2 = 45^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_2 = 0,6$ ;  $P = 750 \text{ мм.с.м.уст.}$  да қуритилаётган материаллардан соатига  $100 \text{ кг}$  намлик ажралаётган бўлса, вентиляторнинг иш ҳажмдорлигини аниқланг.

10.12. Ҳаво қуритгичга киришдан олдин калориферда  $113^\circ\text{C}$  гача иситилади. Қуритгичдан чиқаётганда ҳаво температураси  $50^\circ\text{C}$  ва нисбий намлиги  $0,3$ . Калориферга кираётган ҳавонинг шудринг нуктасини аниқлаб беринг. Қуритиш  $I = \text{соат}$  қизиги

бўйлаб бормоқда деб ҳисоблансин.

10.13. Пон маҳсулотларини қу, тгиш жараёнида чиқиб кетаётган иссиқ ҳавонинг бир қилимини қуритгичга қайтариш шартли жиғида ишламоқда:

Ҳавонинг параметрлари қу шлагинча:  $t_0 = 30^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_0 = 49\%$ ;

Ишлатиб бўлинган иссиқ ҳаво параметрлари:  $t_2 = 52^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_2 = 55\%$ ;

Араштириш шартлари:  $n = 2$ ;

Калорифердан чиқаётган ҳаво температураси  $t_{\text{арал}} = 93^\circ\text{C}$ .

Ушбу жараёнлар учун қуйидагилар аниқлансин: ҳавонинг солиштирма энтальпияси ва намлиги; ишлатиб бўлинган иссиқ ҳавонинг солиштирма намлиги, энтальпияси, температураси ва нисбий намлиги; ўрнатилган қуритгичтаги ҳавонинг солиштирма намлиги, энтальпияси, температураси ва нисбий намлиги. Ҳисоблар аналитик ва график ( $I-x$  диаграммаси ёрдамда) қилинсин ва бир-бирига таққослансин.

10.14. Иш умумдорлиги  $G_1 = 1600$  кг/соат бўлган қуритгич понини нормал қуритиш жараёнида қуритмоқда. Поннинг намлиги  $u_1 = 52\%$ , қуритилгандан кейин эса,  $u_2 = 9\%$ .

Ўрнлма ўрнатилган пех ичидаги ҳавонинг температураси  $t_0 = 23^\circ\text{C}$ , калорифердан чиқаётган ишлатилиб бўлинган иссиқ ҳаво параметрлари қуйидагича:  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_2 = 45\%$ . Қуритиш жараёнини ўтказиш учун қу, тиво, калорифердан чиқаётган, ишлатиб бўлинган иссиқ ҳаво ҳажмлари ва калориферда сарфланётган иссиқлик миқдори аниқлансин.

10.15. Намлиги  $52\%$  (умумий массага нисбатан) пон 1600 кг/соат сифда тоғонели қуритишда қуритилмоқда. Қуритилган пон намлиги  $9\%$ . Қуритилган доғдаги абсолют қуруқ модданинг солиштирма иссиқлик сивми  $c_{\text{кк}} = 1,42$  кЖ/к. К.

Қуритилма ўрнатилган бино ичидаги ҳавонинг температураси  $22^\circ\text{C}$ , калорифердан чиқаётган ҳаво эса  $105^\circ\text{C}$ , қуритгичга ишлатиб бўлинган ҳавониники эса  $55^\circ\text{C}$ .

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 ТОИШИРИҚ №20

Температураси  $t$  ва нисбий намлиги  $\varphi$  бўлган ҳавонинг нам сақлини, нитазияси, паррал босими, ҳў ва турмуз термометр, ҳамда шудрини нуқтаиона мос температураларини  $T$  - х диаграмма ёрдамида аниқлинг.

пар	Уч з бирчиси	И дфрининг омирин рақ ин бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T$	°C	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
$\varphi$	-	0,7	0,5	0,3	0,05	0,1	0,2	0,5	0,6	0,8	1,0

## КОНТРОЛ ТОИШИРИҚ №21

Нормал қуритини жараёнида ишлаётган узлуксиз қуритиш ушбу шплумот... асосида ҳисоблаб чиқилсин.

1. Нам материал ҳисобида қуритишнинг иш ут умдорлиги -  $G$ ;
2. Материалининг босилган намлиги -  $U_f$ ;
3. Материалининг охириги намлиги -  $U_2$ ;
4. Қуритилган материалнинг иссиқлиқ сисими -  $Q_{mat}$ ;
5. Транспорту қурилмасининг массаси -  $G_{tr}$ ;
6. Транспорт қурилмасининг сөннатирига иссиқлик сисими -  $Q_{tr}$ ;
7. Қуритишга кираётган материал температураси -  $\theta_f$ ;
8. Калориферга кираётган ҳавонинг нисбий намлиги -  $\phi_0$ ;
9. Қуритишдан чиқаётган ҳавонинг температураси -  $\theta_2$ ;
10. Калорифердан чиқаётган ҳавонинг температураси -  $t_f$ ;
11. Қуритишга кираётган транспорт қурилмасининг температураси -  $t'_{tr}$ ;
12. Қуритишдан чиқаётган транспорт қурилмасининг температураси -  $t'_{tr}$ ;
13. Атроф муҳитга нуқотилаётган иссиқлик миқдори -  $q_n$ ;
14. Атроф муҳит температураси -  $t_0$ ;

Юқорида келтирилган маълумотлар асосида ҳавонинг ва психик к сарфи, ҳамда иситувчи буғнинг сарфлари аниқлансин. Назарий ва ҳақиқий қуритиш жараёни Рамзиннинг  $I - x$  диаграммасида тасвирлансин.

ара сир	лчо ирл ги	Шифрнинг охирига 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
$c_{\text{ж}}$	%	2,14	2,25	2,18	2,22	2,37	2,20	2,12	2,26	2,19	2,15
$G_{\text{тпр}}$	Ж/	700	2000	1000	3100	1100	2000	4000	3700	1000	2100
$c_{\text{тпр}}$	кг·К	1,57	1,58	1,55	1,65	1,62	1,68	1,59	1,50	1,5	1,60
$t_{\text{ком}}$	г/с	20	18	22	19	21	23	17	21	24	16
$t_{\text{ох}}$	оат	60	55	57	58	50	53	60	56	54	59
$q_{\text{ух}}$	Ж/	10	12	11	11	13	12	15	16	9	7
$\theta_1$	кг·К	20	18	22	19	21	23	17	21	24	16
$\theta_2$	°С	60	55	57	58	50	53	62	56	54	59
	°С										
	%										
	°С										
	°С										

ара сир	лчо ирл ги	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\varphi_0$		68	60	65	69	57	65	70	78	55	60
$t_1$	°С	110	115	100	95	105	120	112	100	117	99
$t_0$	°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 изотропик жараёнларга ташкил топган Каҗ юнинг совитиш цикли учун коэффициент қуйидагича аниқланади:

$$\varepsilon_x = \frac{T_0}{L} = \frac{Q_0}{L_x - L_d} = \frac{Q_0}{Q - Q_0} = \frac{T_0}{T - T_1} \quad (11.1)$$

$Q_0$  - совитишнинг  $T_0$  температурада совитилаётган муҳитдан олган иссиқлик миқдори сарфи, Вт;  $Q$  - совитишдан  $T_1$  температурада суфта бераётган иссиқлик миқдори сарфи, Вт;  $L_x$  - компрессорда иккинчи муҳит буғлини сиқиб пайғида сарфланаётган қувват, Вт;  $L_d$  - детандерда совитишни изотропик кенгайтириш пайғида солаётган қувват миқдори, Вт;  $L = L_x - L_d = Q - Q_0$  - циклда сарфланаётган назарий қувват, Вт.

Юқорида келтирилган (11.1) формуладан, ўрниниб туриб, назарий қиҳатдан  $\varepsilon$  фақат  $T$  ва  $T_0$  температур қиймалари билан боғлиқдир. Лекин совитишнинг физик-кимёвий хоссалари билан боғлиқ эмас.

2. Ҳақиқий нам циклда буғ компрессион совитиш қурилмаган учун совитиш коэффициент қуйидагича топилади:

$$\varepsilon_x = \frac{Q_0}{L} = \frac{Q}{Q - Q_0} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_3}{i_2 - i_1} \quad (11.2)$$

$L$  - совитувчи агентни компрессорда иккинчи пайғида сарфланаётган қувват, Вт;  $i_1, i_2, i_3, i_4$  - циклниң 1, 2, 3 ва 4 нуқталаридаги совитувчи агентнинг энтальпияси.

3. Қуруқ циклда бир босқичли буғ компрессион совитиш қурилмаган учун (11.1 расм).

а) суюқ совитувчи агентнинг ута совитилмаган (1-2-3-4-4) ҳолати учун

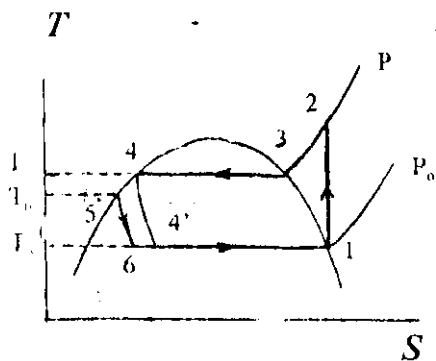
$$\varepsilon = \frac{Q_0}{L} = \frac{i - i'_4}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} \quad (11.3)$$

б) сувоқ совитувчи агентни ўта совитилмаган (1-2-3-4-5-6) ҳоли учун

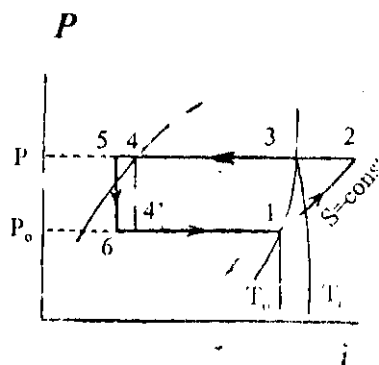
$$\varepsilon = \frac{Q_0}{L} = \frac{i_1 - i_0}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_5}{i_2 - i_1} \quad (11.4)$$

бу ерда, (11.4) формулада:  $\varepsilon$  - совитилиш коэффициенти;  $Q_0 = G_1(i_1 - i_5)$  - совуқ ишлаб чиқариш қобилияти, Г;  $L = Q - Q_0 = G(i_2 - i_1)$  - компрессор сарфлаётган назарий қувват Вт;  $Q = G(i_2 - i_5)$  - конденсатордаги сувоқ совитувчи агентдан берилётган иссиқлик сарфи, кг/с;  $i_1, i_2, \dots$  - совитувчи агентнинг тегишли нуқталардаги солиштирма энтальпиялари, Ж/кг.

11.2-расмда қуруқ, бир погонали компрессион қурилманинг қуруқ цикли  $p - i$  координатларда тасвирланган.



11.1-расм. Қуруқ цикл.



11.2-расм.  $p - i$  координаталарда қуруқ цикл тасвири

11.1-расмдаги компрессион совитиш қурилмасининг ҳақиқий қуввати қуйидаги формула билан аниқланади:



$$N = \frac{L}{1000 \cdot \eta} \quad (11.5)$$

бу ерда  $\eta$  - умумий фойдали иш коэффициенти ва у пастда елтирилган тегиликдан топилади:

$$\eta = \eta_i \cdot \eta_{мех} \cdot \eta_{уз} \cdot \eta_{дв} \quad (11.6)$$

$\eta_i$  - компрессорнинг индикатор ф.и.к.;  $\eta_{мех}$  - компрессорнинг механик ф.и.к. ишқаланишга сарфланаётган қўқотилишни ҳисобга олади (11.3 расм);  $\eta_{уз}$  - узатиш механизми ф.и.к.;  $\eta_{дв}$  - компрессор электродвигалининг ф.и.к..

Таҳминий ҳисоблар учун  $\eta_{мех} = 0,8 - 0,9$ ,  $\eta_{уз} = \eta_{дв} = 0,95$ .

5. Компрессорнинг совуқлик ишлаб чиқариш қобилияти  $Q$  (Вт) ушбу формуладан ҳисоблаб чиқарилади:

$$Q_o = \lambda \cdot V_c \cdot \rho_v \quad (11.7)$$

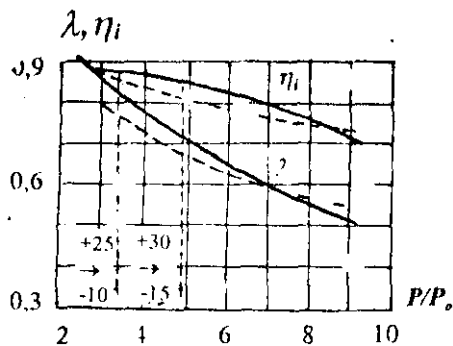
бу ерда  $\lambda$  - компрессорнинг узатиш коэффициенти (11.3 - расмдан топиш мумкин);  $\rho_v$  - совитувчи агентнинг ҳажмий совуқлик ишлаб чиқариш коэффициенти ва у

$$q = \rho_1 \cdot (i_1 - i_3) \quad (11.8)$$

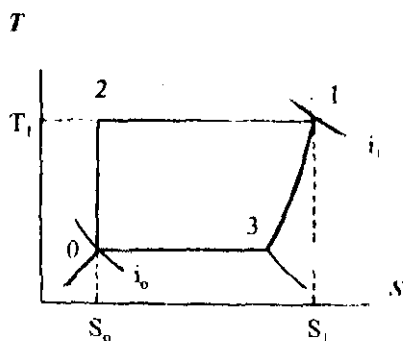
формула ёрдамида аниқланади.  $i_1$  ва  $i_3$  - буғлатгичга кириш ва чиқиш пайтида совитувчи агентнинг солиштирма энтальпиялари, Ж/кг;  $\rho_1$  - компрессор сўриб олаётган буғ зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

6. Компрессорнинг совуқлик ишлаб чиқариш қобилияти  $Q_o$  (айланиш сони  $n = \text{const}$ ) ни бошқа  $Q'_o$  дароит унун ушбу формуладан фойдаланилади:

$$\frac{Q_o}{Q'_o} = \frac{q_v \cdot \lambda}{q'_v \cdot \lambda'} \quad (11.9)$$



11.3-расм. Тўғри йўлди вертикал ва икки босқичли горизонтал ам. акли ком. ессорлари учун (—) ва (-----) коэффициентларнинг қийматлари.



11.4-расм. Газларни суёлтиришнинг идеал жараёни

Бул таниш температураси -  $10^{\circ}\text{C}$ , конденсацияланиш температураси -  $25^{\circ}\text{C}$ , ўта совитилган суюқ агентнинг температураси -  $15^{\circ}\text{C}$  ми параметрлар бир босқичли буғ ком. ессорли совитиш қурилмалари учун нормал иш шaroити деб ҳисобланади.

7. Идеал суёлтириш жараёнида, 1 кг газни суёлтириш учун сарфланадиган минимал к.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, солиштира энтропияси ва эн. альпиялари;  $S_0$ ,  $i_0$  - 0 нуктадаги суюқликнинг солиштира энтропия ва эн. альпиялари.

Идеал суёлтириш жараёни ҳаёда амалга ошириб бўлмаганига қарамасдан,  $L_{\min}$  ни аниқлаш катта аҳамиятга эга, чунки идеал шaroитдаги  $L_{\min}$  реал цикллар учун олинган  $L_{\min}$  аниқлашда масштаб вазифасини ўтади.

10. Совуқликнинг йўқотилиши ишбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$q_{\text{отк}} = q_{\text{рв}} + q_{\text{отт}} \quad (11.11)$$

Рекуперация бўлмаганлиги сабабли солуқликни йўқотилиши

ушбу формуладан топилади.

$$c_{\text{до}} = c_p \cdot \Delta t \quad (11.12)$$

Бу ерда  $c_p$  - газнинг иссиқлик алмашинини қурилмасидан чиққан пайтдаги температурага мос солиштирма иссиқлик сивими, Ж/(кг·К);  $\Delta t$  - иссиқлик алмашинини қурилмасига кирган ва ундан чиққан сиққан газ температураларининг фарқи, К.

Нормал шароитда  $1 \text{ м}^3$  ҳаво қайта ишланганда атроф муҳитга қонлама орқали йўқотилаётган совуқлик миқдори  $Q_{\text{атм}} = 4 + 12$  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:

$$\epsilon_o = \frac{T_o}{T - T_o} = \frac{273 - 23}{(273 + 27) - (273 - 23)} = 5$$

11-2.  $-19^\circ\text{C}$  температурада  $17400 \text{ Ж}$  иссиқлик олаётган ва Карно циклида ишлайдиган совитиш қурилмасига сарфланаётган назарий қувват миқдори аниқлансин. Конденсацияланиш температураси  $15^\circ\text{C}$ .

**Е ч и ш :**

Совитиш коэффициенти ушбу формуладан топилади:

$$\varepsilon_o = \frac{T_o}{T - T_o} = \frac{254}{263 - 254} = 7,2$$

Назарини қувват эса,

$$N_n = \frac{L}{1000} = \frac{Q_1}{\varepsilon_{ox} \cdot 10^3} = \frac{17400}{7,5 \cdot 10^3} = 2,32 \text{ кВт}$$

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;  $c = 3,352$  кЖ/кг·К олхўринини солиштирма иссиқлик сизими.

11-1 жадвал

Маҳсулот	Криоскопик температура, $t_{кр}, ^\circ\text{C}$	Маҳсулот	Криоскопик температура, $t_{кр}, ^\circ\text{C}$
Узум	-2,2 ÷ -5	Қиёмда. и мев	-5 ÷ 7
Олча	-2,4 ÷ -3,5	Балиқ (денгизники)	
Нок	-2,0	Балиқ (д рёникл)	-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:

$$Q_2 = G \cdot W \cdot \omega \cdot r_{\text{муз}}$$

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
Ёғлиқ қўй гўшти	0,533	Сабзи	0,868
Узум	0,782	Шефтоли	0,600
Олча	0,798	Олхўри	0,812
Ёғлиқ мол гўшти	0,530	Зариг ёғ	0,136
Ёғсиз мол гўшти	0,764	Ёғлиқ чўчка гўшти	0,474
Нок	0,830	Ёғсиз чўчка гўшти	0,725
Камбала	0,840	Стородина	0,784
Карам	0,900	Треска	0,815
Сут (си ир)	0,872	Чўпон балиқ	0,796
Нўрмакак	0,876	Тухум (совуқ)	0,736
Лосъ	0,515	Олма	0,848
Плёт	0,86	Гилос	0,735
Ўрик	0,850	Беҳи	0,825

$\omega$  - музлатилган сув миқдорининг 1 кг олхўри таркибидаги сув миқдорига нисбати ва у ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\omega = \frac{110,5}{1 + \frac{0,31}{\lg[t_{\text{оп}} + (1 + t_{\text{в}})]}} = \frac{110,5}{1 + \frac{0,31}{\lg[18 + (1 + 2)]}} = 88\% = 0,88$$

$t_{\text{в}} = 335,2$  кК, дг сувнинг музлаш иссиқлиги.

$$Q_2 = 400 \cdot 0,812 \cdot 0,88 \cdot 335,2 = 94400 \text{ кВт}$$

3. Маҳсулот таркибидаги қуруқ моддалар, муз ва музламган сувларни криоскопик нуқтадан пастки температурагача совиғиш учун сарф булаётган совуқлик миқдори ушбу таялламадан топиш мумкин:

$$Q_3 = G \cdot c_m \cdot (t_{кр} - t_{охлр})$$

бу ерда  $c_m$  - музлагилган маҳсулотнинг солиштирма иссиқлик сифими. Уни қуйи дағи формулада<sup>11</sup> аниқласа бўлади:

$$\begin{aligned} c_m &= (1-W) \cdot c_{хлр} + w \cdot W \cdot c_{сув} + (1-W) \cdot c_{сув} = \\ &+ (1-0,812) \cdot 1,257 + 0,88 \cdot 0,812 \cdot 2,095 + (1-0,88) \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 4,19 = \\ &= 0,236 + 1,497 + 0,408 = 2,141 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К} \end{aligned}$$

Олинган  $c_m$  нинг 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 қутиларни совиғиш учун сарф булган иссиқлик миқдори:

$$Q_4 = G_k \cdot c_k \cdot (t_{оми} - t_{охлр})$$

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 ҳисоб аниди:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = \\ = 28156,8 + 94400 + 13702,4 + 1190,8 = 137450 \text{ кВт}$$

## К О Н Т Р О Л . М А С А Л А Л А Р

11.1.  $-10^\circ\text{C}$  температурада буғлатувчи совитиш бўйича унумдорлиги 6400 Вт бўлган Карно илдида ишловчи совитиш қурilmасининг талаб этувчи қуввати ва совитиш коэффициентини ҳисоблаб топинг. Конденсацияланган температураси  $22^\circ\text{C}$ .

11.2.  $0^\circ\text{C}$  температурага эг бўлган, сувдан соатига 100 кг муз (яъ) ишлаб берувчи конденсаторда сарфланувчи сувни ва (Карно илди бўйича) минимал эажарилган ишнинг миқдорини топинг. Совуқлик ташувчи (агент)  $-5^\circ\text{C}$  да буғланиб,  $25^\circ\text{C}$  да конденсацияланади. Конденсаторга сув  $12^\circ\text{C}$  да кириштириб,  $20^\circ\text{C}$  да чиқарилиб юборилади. Сувнинг солиштирма музлашнинг иссиқлиги  $335 \text{ кЖ/кг}$ .

11.3. а) аммиак; б) углерод диоксиди; в) дифтордихлорметан  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  ларнинг цикллари учун совитиш коэффициентини ва совуқлик ташувчи агентларнинг солиштирма совитиш унумдорлигини аниқлаб беринг. Агар буғланиш температураси  $-15^\circ\text{C}$ , конденсацияланган температураси  $30^\circ\text{C}$  бўлса, циклни қуруқ ҳисоблаб, дросселлашдан олдин суюқлик қайта совитилмайди. (Совитувчи агент керагидан ортиқча совитилмайди).

11.4. Агар конденсацияланган температураси  $20^\circ\text{C}$  ва буғланиш температураси  $-40^\circ\text{C}$  бўлганда, углекислотали совитиш қурilmасининг назарий совитиш коэффициентини ҳисоблаб топинг. Цикл қуруқ бўлиб, суюқлик дросселлашдан олдин керагидан ортиқча совитилмайди.

11.5. Буғланиш температураси  $-20^\circ\text{C}$  ва конденсацияланган температураси  $30^\circ\text{C}$  да ишловчи аммиакли компрессия совитувчи қурilmанинг қуйилган бир неча цикллари бўйича назарий

совитиш коэффициентларини солиштириб кўринг: а) Карно цикли бўйича; б) реал нам цикли бўйича; в) суяқ аммиакни керагидан ортиқча совутилмаган қуруқ цикл бўйича; г) суяқ аммиакни конденсациядан сўнг  $25^{\circ}\text{C}$  гача совитилганда қуруқ цикл бўйича.

11.7. Соатига  $20 \text{ м}^3$  совитилми аммиакли қурилма конденсаторида сув  $6 \text{ К}$  га ситилади. Компрессор сарфлайдиган назарий қувват  $23,5 \text{ кВт}$ . Қурилманинг совуқлик бўйича унумдорлиги ва совутиш коэффициентини аниқланг.

11.8. Совуқлик унумдорлиги  $58,00 \text{ кВт}$  бўлган, конденсацияланиш температураси  $25^{\circ}\text{C}$ , совитилмайдигач, буғланиш температураси  $-15^{\circ}\text{C}$ , қуруқ циклда ишловчи қурилманинг компрессорга келадиган аммиакнинг бир соатдаги ҳажми сарфини аниқланг.

11.9. Соатига  $1000 \text{ кг}$  сарфланувчи этил спирти  $20^{\circ}\text{C}$  дан  $-15^{\circ}\text{C}$  гача совутиш керак.  $-25^{\circ}\text{C}$  да қайнайдиغان аммиак ёрдамида совитилмоқда. Компрессор сарфлаётган назарий қувватни миқдорини аниқлаш керак.  $25^{\circ}\text{C}$  температурада конденсацияланмоқда. Цикл қуруқ бўлиб, дросселлашдан олдин суяқлик керагидан ортиқча совитилмайди (ўта совитилмайди).

11.10. Буғланиш температураси  $-15^{\circ}\text{C}$  ва конденсацияланиш температураси  $25^{\circ}\text{C}$  бўлган (горизонтал, ГД типдаги аммиакли компрессор совутиш бўйича самарадорлиги  $697800 \text{ Вт}$  ни ташкил этади. Агарда буғланиш температураси  $-5^{\circ}\text{C}$  ва конденсацияланиш температураси  $30^{\circ}\text{C}$  бўлса, ушбу компрессорнинг совуқлик бўйича самарадорлигини аниқланг.

11.11. Углекислотали совитиш қурилмасининг самарадорлиги  $116300 \text{ Вт}$  бўлиб,  $-15^{\circ}\text{C}$  да буғланиш температурида ишлайди. Конденсаторнинг абсолют босими  $75 \text{ кг/см}^2$  ва  $25^{\circ}\text{C}$  гача ўта совутилади (қайта совутилади) компрессор иш йўли қуруқ цикл. Совитиш коэффициенти ва назарий талаб этиладиган қувватни аниқлаш керак.

11.12. Соатига  $1000 \text{ л}$  узум шарбати  $30^{\circ}\text{C}$  дан  $0^{\circ}\text{C}$  гача совитиш машинасида совитилмоқда. Буғлатгичда совуtuvчи агент  $-12^{\circ}\text{C}$  да қайнамоқда ва конденсаторда  $30^{\circ}\text{C}$  да конденсацияланмоқда. Совитиш машинаси Карно циклида иш айти. Конденсаторда сув  $20$  дан  $25^{\circ}\text{C}$  гача асыйди. Назарий энергия сарфи  $N$  ва совуtuvчи сув сарфи  $G$  аниқлашсин.

11-13. Кондитер маҳсулотларини совитиш учун температураси  $t_1 = 5^{\circ}\text{C}$  бўлган соатига  $5000 \text{ м}^3$ /соатига ҳаво керак. Бунинг учун



атроф муҳитдан ҳаво  $t_1 = 15^\circ\text{C}$ ,  $\phi = 70\%$  вентилятор ёрламида трубади ҳаво совитгичга юборилади ва у ерда қайнаётган фреон ҳисобига зарур температурагача пасайтирилади. Совитгич трубасининг ташқариси қовурғани юза қилиб ясалган. Қайнаётган фреон ва ҳав. орасидаги температуралар фарқи  $8^\circ\text{C}$  ни ташкил этади.

Ҳаво совитгич трубаларининг юзаси  $F$  ва маводан конденсацияланаётган бунинг миқдори топилин.

### КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №22

Ҳар бир картон қутичага  $M_1$  миқдорда ҳўл мева солинган бўлса,  $M_2$  наҳслотни музлатиш учун қанча миқдорда совуқлик сарфлаш керак. Ҳўл меванинг бошланғич температураси  $t_{\text{бош}}$ , жараён тугагандан кейинги картон 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

Параметр	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ҳўл мева	олча	гилёс	узум	олма	олхўри	ўрик	малина	нок		

## АДАБИЁТЛАР

1. Каримов И.А. Баркамол авлод - 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. Дыгнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1995. - кн.1-2. - 768 с.
6. Салимов З., Тўйчиев И.С. Қичқий технология процесслари ва аппаратлари. - Т.: Ўқитувчи, 1987. - 48 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.Дыгнерского. - 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.И., 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.: 1965. - 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. Зычич, 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, 1970. - 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, теххимическому 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., Теливерстов 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. Диссерт. 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. - 280 с.

33. Маликов В.А. Примеры расчетов оборудования производства растительных масел. - М.: Пищепромиздат, 1974. - 226 с.

## И Л О В А Л А Р

**БАЪЗИ КИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ  
АТОМ ОҒИРЛИГИ**

<i>Номи</i>	<i>Белгиси</i>	<i>АТОМ ОҒИРЛИГИ</i>	<i>Чоми</i>	<i>Белгиси</i>	<i>АТОМ ОҒИРЛИГИ</i>
Азот	N	14,007	Марганец	Mn	54,938
Алюминий	Al	26,982	Мис	Cu	63,54
Аргон	Ar	39,94	Молибден	Mo	95,94
Барий	Ba	137,33	Арийш	As	74,922
Бериллий	Be	9,012	Натрий	Na	22,990
Бор	B	10,81	Никель	Ni	58,70
Бром	Br	79,904	Қалай	Sn	118,69
Ванадий	V	50,941	Платина	Pt	195,0
Висмут	Pb	208,980	Радий	Ra	226,025
Водород	H	1,008	Симоб	Hg	200,5
Гелий	He	4,003	Кўрғошин	Pb	207,2
Темир	Fe	55,84	Кумуш	Ag	107,868
Олтин	Au	196,967	Олтингугурт	S	32,06
Йод	I	126,905	Стронций	Sr	87,62
Кадмий	Cd	112,41	Сурьма	Sb	121,7
Калий	K	39,098	Титан	Ti	47,90
Кальций	Ca	40,08	Углерод	C	12,011
Кислород	O	15,999	Уран	U	238,02
Кобальт	Co	58,933	Фосфор	P	30,974
Кремний	Si	28,085	Фтор	F	18,998
Криптон	Kr	83,80	Хлор	Cl	36,453
Ксенон	Xe	131,30	Хром	Cr	51,996
Литий	Li	6,94	Цинк	Zn	65,38
Магний	Mg	24,30			

**АЙРИМ МОДДАЛАРНИНГ АТОМ ВА МОЛЬ ҲАЖМИ,  
ҲАМДА МОЛЬ МАССАСИ**

Мо дда	том ёки моль ҳажми, см <sup>3</sup> /моль	Моль масса	Модда	том ёки моль ҳажми, см <sup>3</sup> /моль	Моль масса
Углерод	14,8	12	Азот	31,2	28
Ҳлор	24,6	35	Углерод	34	44
Водород (атомар)	3,7	1	диоксид		
Водород	14,3	2	Аммиак	25,8	17
Ҳаво	29,9	29	Сув	18,8	18
Кислород	25,6	32	Бром	53,2	100
Кислород (иқкит тўйинган боғ билан)	7,4	16			

## 3- жадыл

Атом ҳажми, см <sup>3</sup> /атом		Моль ҳажми, см <sup>3</sup> /моль	
B	27,0	H <sub>2</sub>	14,3
C	14,3	C <sub>2</sub>	25,6
Cl	24,6	N <sub>2</sub>	31,2
"	3,7	Ҳаво	29,9
N бирламчи аминда	10,5	CO	30,7
N иккиламчи аминда	12,0	CO <sub>2</sub>	34,0
O 2 та тўйинган боғ	7,4	SO <sub>2</sub>	44,8
O альдегидларда	7,4	NO	23,6
O мурак аб эфирда	9,1	N <sub>2</sub> O	36,4
O кислоталарда	12,0	NH <sub>3</sub>	25,8
S	25,6	H <sub>2</sub> O	18,9
I	37,0	COС	51,5
Cl <sub>2</sub>	38,4	I <sub>2</sub>	71,5
Br <sub>2</sub>	53,2	H <sub>2</sub> S	32,9
<i>Таркибий константалар</i>			
<i>Бензол ҳалқаси - 15</i>			
<i>Нафталин ҳалқаси - 30</i>			
<i>Антрацен ҳалқаси - 47,5</i>			

## ҚАТТИҚ ЖИСМЛАРНИНГ ЗИЧЛИГИ

Материал	Зичлиги кг/м <sup>3</sup>	Сочилувч ли ҳолдаги зичлиги, кг/м <sup>3</sup>	Материал	Зичлиги кг/м <sup>3</sup>	Сочилув чан ҳолдаги зичлиги, кг/м <sup>3</sup>
Алебастр	2500	-	Бетон	2300	-
Антрацит	1800	-	Рңиципласт	1380	-
Анатит	3190	1850	Гипс	2240	1300
Асбест	2600	-	Сода	1500	800
Қуруқ лой	-	1380	Туз	2350	1020
Гранит	2700	-	Қағаз	500	-
Кул	2200	680	Шиша	2500	-
Қуруқ ер	1800	1300	Текстолит	1380	-
Киолин	2200	-	Писта кўмир	1450	200
Кнучук	930	-	Тог кўмир	1350	800
Кварц	2600	1500	Фаолит	1730	-
Сопол оддий	1500	-	Фосфорит	-	1600
Кокс	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 тушь	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 (нитрийли)	2260	1260	Магnezит	2900	-
			Шамот	1900	-



**БАЪЗИ ЁИР СУЮҚЛИКЛАРНИНГ 0-20°С  
ТЕМПЕРАТУРАДАГИ ЗИЧЛИГИ**

Суюклик	З. члик, кг/м <sup>3</sup>	Суюклик	Зичлик, кг/м <sup>3</sup>
Азот кислотаси, 92%	1500	Сульфат кислотаси, 30%	1220
Аммиак, 26%	910	Хлорид кислотаси, (туғайдинган)	1210
Бензин	760	Сирка кислотаси, 70%	1070
Глицерин, 100%	1270	Хлороформ	1530
Метилен эфирин	710	Карбон IV хлорид	1630
Керосин	850	Этилен хлориди	1280
Мазут	890-950	Этил спирти, 100%	790
Мэгия спирти, 90%	820		850
	950		920
30%	1100		920
Наф галин (ритинси)	790-950	Симоб	13600
Нефть			

6 - жидвал

**СУВ-СПИРТ АРАЛАШМАЛАРИНИНГ ЗИЧЛИГИ,  
ҲАЖМИЙ ВА МАССАВИЙ % ЛАР ҚИСБАТИ**

% ҲАЖМ	% МАСС.	Зичлик кг/м <sup>3</sup>	% ҲАЖМ	% МАСС.	Зичлик кг/м <sup>3</sup>	% ҲАЖМ	% МАСС.	Зичлик кг/м <sup>3</sup>
0	0,00	998	10	8,01	987	20	16,24	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	3,19	992	14	11,27	980	24	19,54	969
5	3,98	991	15	12,09	978	25	20,33	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	23,66	963

Модда	Температура, °C				
	-20	0	40	60	120
Ацетон	835	813	761	719	665
Дихлорэтан	1310	1282	1244	1163	1102
Этил спирти концентрацияси, %мас. 1°)	823	806	772	735	683
	-	904	878	849	820
60	-	977	957	934	910
	20	-	1000	992	972
Сув					

8 - жад. ш.

## СУВ-БУҒИ ТҮЙИНГАН ҲОЛДА (босим бўйича)

$P \cdot 10^3$ , Па	$t$ , °C	$i$ , 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	2336,7	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	2181,6	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 <sup>3</sup>	Уртача зицлик, кг/м <sup>3</sup>
ВНИИМК - 1646	464	-
- 8931	423	-
- 6540	407	-
Передовик	422	-
Армавирский 3497	438	-
Смена	425	708,5
Стенняк	453	676,9
Зеленка	423	678,7
завод аралашмаси:		
Краснодар ЕМК	405	749,8
Хвошник ЕМК	380	656,0
Россош ЕМК	396	705,0
Николаев ЕМК	418	712,1
турли жойларники	392-462	

10 - жадвал

## ПАХТА ЧИЧИТИ, ЯДРОСИ ВА ШУЛҲАСИНИНГ ЗИЧЛИГИ [24]

Материал номи	Зицлик, кг/м <sup>3</sup>	
	Золотрий	Узунлик
Пахта чичити:		
108 ф нави	1,05 - 1,06	1,11 - 1,16
153 ф нави	1,03 - 1,06	1,11 - 1,13
590-ч ва шивчага тоғалли	1,06 - 1,07	1,11 - 1,12
Ядро	-	1,04 - 1,05
Шулҳа	-	1,34 - 1,36

ТАРҚИБИДА ЁҒ БОР УРУҒЛАРНИНГ  
ФИЗИК-МЕХАНИК ХОССАЛАРИ

Номч	Ҳажмий масса кг/м <sup>3</sup>	Зичлиги, кг/м <sup>3</sup>	Шакли
Ёр 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	-	-
Қрамбе	230-350	1030	шарсимон
Кунжут (U=4,5%)	598-616,2	1250	-
Мак (U = 5,5%)	732	1140	эллипс
Рапс	636	1134-1143	-
Тамак	709	-	эллипс
Хурмо	680-690	-	чўзинчок
Писга	427	730	чўзинчок
Соя	700	1240	шарсимон

12 - жадвал

С-СПИРТНИНГ ТУРЛИ ТЕМП РАТУРА ДА КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРДА  
УВ-СПИРТ АРАЛАШМАСИНИНГ СОЛЫТИРМА 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>Шахта ёғи</i>							
$\mu \cdot 10^3, \text{Па}\cdot\text{с}$	140	100	75	56	42	32	25
$\rho, \text{кг/м}^3$	850	840	835	830	825	820	815
<i>Писта ёғи</i>							
$\mu \cdot 10^3, \text{Па}\cdot\text{с}$	73,4	5	56	47	39	30	21
$\rho, \text{кг/м}^3$	920	910	905	900	895	890	885

**КАНДИ ҚИЁМИНИНГ ЗИЧЛИГИ ВА ҚОВУШОҚЛИК  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ**

Солиштирма иссиқлик сыйими  $C = 2514 \text{ Ж/кг}\cdot\text{К}$

$t, ^\circ\text{C}$	30	40	50	60	70	80	90
$\mu \cdot 10^3, \text{Па}\cdot\text{с}$	9,0	53,2	34,0	21,0	11,0	10,5	7,3
$\rho, \text{кг/м}^3$	1310	1195	1299	1293	1288	1282	1276

**УЗУМ СУСЛОСИНИНГ КЎРСАТКИЧЛАРИ [17]**

Умумий экстрак ми дори, %	Зиълик			олишт ирма иссиқ лик сыйими КЖ/ (кг К)	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти Вт/м·К		Қиёматлик қовушқоқлик коэффициенти $10^6 \text{ м}^2$		
	10	30	50		20	60	10	30	50
10	1038	1054	1027	3,92	0,570	0,648	1,83	1,5000	0,71
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	1,16	1,01
25	1102	1099	1093	3,64	0,522	0,582	2,84	1,65	1,11
30	1125	1123	1116	3,0	0,500	0,570	3,14	1,87	1,29

УЗУМ ВА МЕВАЛАР ВИНОЛАРИНИНГ  
БАЪНИ БИР КУЎ САТКИЧЛАРИ [17,

Вино тури	Параметр	Ўрғача кўрсаткичлар			
		0	20	40	60
Цордон	$\rho$	978	975	966	955
	$\epsilon$	3843	3765	3712	3787
	$\lambda$	0,422	0,493	0,538	0,557
	$\mu \cdot 10^4$	29,7	15,2	12,3	8,84
	$\mu \cdot 10^6$	3,01	1,52	1,04	0,90
Қувватланган	$\rho$	1014	1005	994	982
	$\epsilon$	3682	3730	3730	3730
	$\lambda$	0,366	0,407	0,418	0,421
	$\mu \cdot 10^4$	54,3	23,6	13,0	10,3
	$\mu \cdot 10^6$	5,76	2,30	1,29	1,03
Мева-резинор	$\rho$	998	992	983	973
	$\epsilon$	4060	4100	4100	4100
	$\lambda$	0,336	0,383	0,429	0,465
	$\mu \cdot 10^4$	46,6	20,8	12,1	10,3
	$\mu \cdot 10^6$	4,58	2,04	1,20	1,04
Ок мускат	$\rho$	1072	1066	1057	1045
	$\epsilon$	3600	3610	3610	3610
	$\lambda$	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	1,25

**БУЕЛАТНИН ЖАРАЁНИДАН КЕЙИНСИ  
КУЮКЛАШТИРИЛГАН МАХСУЛОТНИНГ ФИЗИК  
КЎРСАТКИЧЛАРИ**

<i>Қурук молдаларнинг моль улуғи</i>	<i>Қовушқоқлик мПа·с</i>	<i>Зичлик кг/м<sup>3</sup></i>
<i>Нормал аралашма</i>		
1,8	2,3	1027
<i>Сут-шакл аралашмасы (30 минут буюлатилгандан сўнг)</i>		
20,9	4,0	1054
57,3	436,0	1231
<i>Сут-шакл аралашмасы буюлатилгандан чиққан пайт:</i>		
63,5	530,0	1281
88,4	1090,0	1276
<i>Қуюклаган махсулот ссўтүгичга берилгандан аявал</i>		
70,5	3320,0	1283

**СУТ ЁҒЛИКЛИГИНИНГ ЗИЧЛИККА ТАЪСИРИ**

<i>Сутнинг ёғликлги, %</i>	<i>20°С даги зичлик, кг/м<sup>3</sup></i>	<i>Сутнинг ёғликлги, %</i>	<i>20°С даги зичлик, кг/м<sup>3</sup></i>
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>Қовушқоқлик коэффициенти - 0,02 пуаз.</i>			

ТЕМПЕРАТУРА 20°C БЎЛГАНДА  
СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ҲАЖМИЙ КЕНГАЙИШ  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, (1/К)

Суюқлик	$\beta \cdot 10^6$	Суюқлик	$\beta \cdot 10^6$
Безин	12,5	Центан	159
Глицерин	53	CaCl <sub>2</sub> эритмаси, 6%	25
Керосин	100	CaCl <sub>2</sub> эритмаси, 41%	46
М-Кеитол	101	NaCl эритмаси, 26%	44
Оливка мойи	70		
Парафин мойи			

БЎЪЗИ ПАСТЕРИЗАЦИЯ ҚИЛНГАН  
СУТЛАРНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Сут	Массавий улуш		Зичлик, кг/м <sup>3</sup>
	г.с	СОМ/О	
Ҳабийи	3,2 - 3,5	8,1	1027
Қал ёғли	2,5	8,7	1027
Безиллиги			
Нормадан юқори	4,0	8,0	1025
"	6,0	8,0	102
Оқсилли	2,5	10,5	1036
"	1,0	11,0	1037
Глицеринлирилан	-	8,1	1030



**СУЮҚ МОЛДАЛАР ВА СУВЛИ ЭРИТМАЛАР  
ЗИЧЛИКЛАРИНИНГ ТЕМПЕРАТУРАГА БОҒЛИҚЛИГИ**

<i>Модда</i>		<i>Зичлиги, кг/м<sup>3</sup></i>					
		<i>-20 °C</i>	<i>0 °C</i>	<i>20 °C</i>	<i>60 °C</i>	<i>100 °C</i>	<i>120 °C</i>
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
Олтингувур диоксиди (суюқ)		1184	1431	1483	1264	1111	1010
Ихлоридлар		1310	1282	1254	1194	1133	1102
Диэтил эфери		758	736	714	666	611	576
Изопропил спирти		817	801	785	752	718	700
Кальций хлорид,	25%	1248	1239	1230	1210	1190	1180
m-Кендол		-	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	1261
	20	-	1230	1219	1196	1170	1155
	10	-	1117	1109	1089	1064	1049
Хлориди натрий,	20%	-	1157	1148	1130	1110	1100
Гидробензол		-	1223	1203	1163	1123	1103
Отан		734	718	702	669	635	617

Олеум, 20%	-	1922	1896	844	1792	1766
Пронил спирт.	-	819	804	770	735	711
Сульфат кислотаси, 98%	-	1857	1837	1798	1761	1742
	2	1866	1845	1824	1785	1744
	75	1739	1689	1669	1632	1597
	60	1532	1515	1498	1466	1434
Олтинугурт углерод		1323	1293	1263	1200	1125
Хлорид кислотаси, 30%		1173	1161	1149	1126	1103
Толуол		902	884	866	828	788
Сирка кислотаси, 100%	-	1072	1048	1004	958	922
	50		1074	1058	1026	994
Фенол суюлтирилган	-	-	1075	1040	1005	987
Хлорбензол		1150	1128	1107	1065	1021
Хлороформ		1563	1526	1489	1411	1280
Карбон IV хлорид		1673	1633	1594	1517	1434
Этилацетат		947	924	905	851	797
Этил спирти, 100%		823	806	789	751	716
	80	-	857	843	813	783
	60	-	904	891	864	835
	40	-	947	935	910	885
	20	-	977	969	949	922

22-жадвал

УРУФ ВА УНИ ҚАЙТА ИШЛАШДА  
 ҲОСИЛ БЎЛАДИГАН МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ  
 ТЎКМА ЭФИДЛИГИ

Номи	γ, кг/м <sup>3</sup>	Номи	γ, кг/м <sup>3</sup>
Писта	400-440	Писта чақилмаси	328
Зигир	600-700	Писта пўчоғи	168
Наиша	490-550	Писта я. илмаси	450
Канақунжут	450-550	Соя япроғи	418
Пахта чигити	500-515	Пахта чигити япроғи	380
Соя	600-700	Пахта чигити йирик уни	425
Ер ёнғок	240	Писта йирик уни	425

0°С ТЕМПЕРАТУРАДА  
АБСОЛЮТ ҚУРҒА  
УРУЕЛАРНИНГ  
ИССИҚЛИК  
СИФИМІ

Номи	$c$ , кЖ/кг·К
Паста	0,356
Зир	0,390
Гаша	0,363
Канакунжу	0,434

УРУҒ ВА ЭЛЧИМАЛАР  
ТАРҚИБИЙ  
ҚИСМАЛАРИНИНГ  
ИССИҚЛИК СИФИМИ

Номи	$c$ , кЖ/ кг·К
Ёғ	0,490
Клетчатка	0,320
Протени ва азотсиз экстрактив моддалар	0,340

БАЪЗИ ЁҒЛАРНИНГ  
МОЛЕКУЛЯР  
ОБИРЛИГИ

Ёғ номи	$M$
Паста	873
Пахта	863-905
Каспёр	938
Зир	875-902

БАЪЗИ СУҒОҚЛАРИНИНГ  
ҲАЖМИ КЕНГАЙИШИ  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Суюқлик номи	$\beta$
Ўсимлик ёғи	0,00014
Бозоғ	0,00015
Димурган	0,00012
Сув	0,00018

## БАЪЗИ ЁГЛАРНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ [33]

Тем- пера- тура, °С	соли шти рма оғир- лик, кг/м <sup>3</sup>	Динам ик ковуш лик коэфф ициен- т, кг·с/м <sup>2</sup> · 10 <sup>4</sup>	Солиш тирма иссиқл ик си- ғими ккал/ кг·°С	Иссиқл ик ўтказув- чанлик ккал/м соат·°С	Соли- штир- ма оғир- лик, кг/м <sup>3</sup>	Динам ик ковуш оқлик коэфф ициен- ти кг·с/м <sup>2</sup> · 10 <sup>4</sup>	Соли- штир- а иссиқ- лик свён- ми, ккал/ кг·°С	Иссиқ- лик ўтка- зув чанли- к, ккал/ м·соат °С
Писта ёғи					Нахта ё.			
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	0,125	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 ХОССАТАРИ

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$I \cdot 10^3, \text{Ж/кг}$	$c \cdot 10^1, /\text{кг}\cdot\text{K}$	$\lambda \cdot 10^2, \text{Вт/м}\cdot\text{K}$	$\mu \cdot 10^6, \text{Па}\cdot\text{с}$	$\alpha \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	$\beta \cdot 10^5, 1/\text{K}$	$\bar{t}$
0	1000	0	4,23	55,1	1790	1,70	-0,63	13,7
10	1000	41,9	4,19	57,5	1319	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	801	0,81	-3,21	5,42
40	992	168	4,18	63,1	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	311	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	66,5	201	0,217	-9,72	1,26

29 - жана т. 1

## АЙРИМ СУЮКЛИКЛАРИНИНГ ФИЗИК ХОССАТАРИ

Модда	Моль массасы, кг/кмоль	20°C температурада үйшүткөн суюк басымы		$p = 0,098$ МПа басымындагы кайышып температура сы, °C
		мм рт.ст.	кПа	
Ацетон	58,08	136	21,73	56,6
Дихлорэтан	98,97	65	8,61	83,7
Этил спирти	46,07	44	5,85	78,3
Суу	18,02	17	2,33	99,0

БАЪЗИ БИР ГАЗЛАРНИНГ АСОСИЙ ФИЗИК ХОССАЛАРИ  
СИ системасида: 1 : 4 сим.уст.=133,3 Па; 1 кгк/см<sup>2</sup> =9.81·10<sup>4</sup> Па.

Номи	Формула	0°С ва 760 мм сим. уст. даги зиълик, кг/м <sup>3</sup>	Молекуляр оғир- лиги	20°С ва P <sub>ж</sub> =0,1 МПа Ж/(кг·К)	k = ср/с	760 мм сим. уст. даги айна темпе- ринг о рау- раси °С	760мм сим. уст. Бугала- ниш нинг о нишци ма сикл к СИГМИ КЖ/кг	Критик нуқталар	0°С ва P <sub>ж</sub> =1 кгк/см <sup>2</sup> даги ковшоқлик	
										с
Азот	N <sub>2</sub>	1,25	28	1,05	0,75	-195,8	1,24	-147,1	17	
Аммиак	NH <sub>3</sub>	0,77	17	2,22	1,68	-33,4	1374	+132	9,18	
Аргон	Ar	1,78	39,9	0,53	0,33	-185,9	163	-122,4	20,9	
Ацетилен	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1,171	26,0	1,68	1,36	-83,7	830	+35,7	9,35	
Г нзол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	-	78,1	1,25	1,14	+80,2	3,4	+228	7,2	
Бутил	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,57	58,1	1,92	1,80	-0,5	387	+152	9,1	
								сигма атура, °С	И Па·с	Кон- станта, С
								осим(а б- оль.) кгк см <sup>2</sup>		

Хаво	-	1,293	(29,0)	1,01	0,72	0,40	-195	197	-140,7	37,2	17,3	124
Водород	H <sub>2</sub>	0,0899	2,02	1,43	10,1	1,41	-252,8	455	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 оксиди	NO <sub>2</sub>	-	46,0	0,80	0,62	1,3	+21,2	112	+158	100,70	-	-
Оксидинирут												
Диоксиди	SO <sub>2</sub>	2,93	64,1	0,53	0,00	1,25	-10,8	394	+158	7,78	11,7	396
Углерод												
Диоксиди	CO <sub>2</sub>	1,98	44,0	0,84	0,65	1,30	-78,2	574,0	+31,1	72,9	13,7	254
Хлорвод	O <sub>2</sub>	1,429	32	0,91	0,65	1,40	-183,0	213	-118,8	19,1	20,3	131
Метан	CH <sub>4</sub>	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 <sub>5</sub> H <sub>12</sub>		72,7	1,72	1,38	1,09	+36,1	360	197,1	33,0	9,74	-
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2,02	44,1	1,87	1,65	1,11	-421	427	95,6	43	7,95	278
Пропилен	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	1,91	42,1	1,63	1,44	1,17	-47,7	440	91,4	45,4	8,35	377
Водород												
сульфид	H <sub>2</sub> S	1,54	34,1	1,06	0,80	1,30	-60,2	549	100,4	188,9	11,6	-
Хлор	Cl <sub>2</sub>	3,22	70,9	0,48	0,66	1,36	-33,8	306	144,0	76,1	12,9	351
Хлорин метил	CH <sub>3</sub> Cl	2,3	50,5	0,4	0,58	1,23	-21,4	406	148	66,0	9,89	454
Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,36	30,1	1,73	1,45	1,20	-88,50	486	32	48,85	8,5	287
Этилен	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1,26	28,1	1,53	1,26	1,20	-103,7	482	9,7	50,2	9,85	241

СУВ ҲАВОННИНГ КОНДЕНСАЦИЯЛАНАЁТГАН ҲАЙТИДАГИ  
 КОНДЕНСАТИНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ  
 (СУЙИШНИН ЧИЗИҒИДА)

$P$ кг/см <sup>2</sup>	$t$ °C	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	$i$ кЖ/кг	$c_p$ кЖ/кг·K	$\lambda \cdot 10^7$ Вт/м·K	$\alpha \cdot 10^7$ м <sup>2</sup> /с	$\mu \cdot 10^7$ Па·с	$\nu \cdot 10^7$ м <sup>2</sup> /с	$\beta \cdot 10^4$ K <sup>-1</sup>	$\sigma \cdot 10^9$ кг/с <sup>2</sup>	$P_r$
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	0,173	12,2	424	1,01

ЭРТИМАЛАРИНИНГ СИРТИЙ ТӨРТИШНИН КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Эритилган модда	Темпера- тура, °C	Турт концентрацияларда [масс % да] / $\sigma \cdot 10^4$ (Н/м) сон сиймавлари			
		5	10	20	50
		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18	73,8	75,2
NaNO <sub>3</sub>	30	72,1	72,8	74,4	79,8
KCl	18	73,6	74,8	77,3	-
KNO <sub>3</sub>	18	73,0	73,6	75,0	-
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	19	75,8	77,0	79,2	106,4
NH <sub>4</sub> OH	18	66,5	63,5	59,3	-
NH <sub>4</sub> Cl	18	73,3	74,5	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	100	59,2	60,1	61,6	61,5
MgCl <sub>2</sub>	18	73,8	-	-	-



СУЎҚДИК ВА СУВЛИ ЭРИТМАЛАРИНИНГ СИРТИЙ  
ТОРТИЛИШИНИНГ ТЕМПЕРАТУРАГА БОҒЛИҚЛИГИ

Модда		Сиртий тортилиш, $\sigma \cdot 10^6$ [Н/м]							
		-20 °C	0 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C	100° C	120 °C
Азот кислотаси,	100%	48,3	44,8	41,4	38,2	35,2	32,4	29,8	27,4
	50	-	68,2	65,4	62,2	58,8	55,2	51,5	47,
Аммиак (сухъ)		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 эфирн		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
Ишқорний 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	74,5	73,6	72,7	71,8
Водород хлориди	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 БҒИНИНИНГ  
ТЕМПЕРАТУРАГА БОҒЛИҚЛИГИ

СИ системаси бирлигинга ҳисоблаш:  $1 \text{ кг/см}^3 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па}$ .

Температура, °С	Босим (абсолют) кг/см <sup>2</sup>	Солиш-тирма гаж, м <sup>3</sup> /кг	Зичлик, кг/м <sup>3</sup>	Суюқликнинг олиштирма итальнияс и, кЖ/кг	Ўтнинг олиштирма итальнияс и, кЖ/кг	олиштирма буғланиш ссиклиги, кЖ/кг
0	0,0062	206,5	0,00484	0	24°3,1	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	6,67	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	2,545	632,7	2753	2120
200	15,85	0,1276	7,840	852,7	2798	1945
250	40,55	0,3499	20,01	1082	2792	1710
300	87,6	0,0213	47,93	1377	2710	1364
350	168,6	0,0088	113,2	1638	2519	881,2
37	225	0,00315	22,6	2100	2100	0

БАЪЗИ ЁНЛАРНИНГ СОЛНИТИРМА ИССИҚЛИК СИФИМИ ВА  
УТКАЗУВЧАНИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ [24]

Температура, °С	Солнитирма иссиқлик сифими кЖ/кг·К	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, В·л·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

ГЛИЦЕРИНИНГ ДИНАМИК ҚОВУШОҚЛИК  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

температура °С	Динамик қовушқоқлик коэффициенти мПа·с (сП)	температура °С	Динамик қовушқоқлик коэффициенти мПа·с(сП)	температура °С	Динамик қовушқоқлик коэффициенти мПа·с(сП)
0	12100	40	330	100	13
5	7600	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 молда	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 <sub>3</sub>	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
	10	-	1,74	1,38	1,1	-
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	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	0,75	0,49
KNO <sub>3</sub>	15	-	0,98	0,8	0,69	0,51
	30	-	-	0,89	-	-
	10	1,58	0,96	0,66	0,5	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	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 <sub>2</sub>	20	5,3	2,7	-	-	-
	10	2,17	1,27	-	-	-
CaCl <sub>2</sub>	20	3,14	1,89	-	-	-
	35	8,9	5,1	-	-	-

БАЪЗИ СУЮКЛИКЛАР ВА ЭРИГМАЛАРНИНГ ТУРЛИ ТЕМПЕРАТУРАЛАРДА  
 ДИНАМИК КОЭФФИЦИЕНТНИНГ ДАГ I

*Динамик кучушуклик коэффициенти, мПа·с (сП)*

Модда	-10°C	0°C	10°C	30°C	50°C	80°C	100°C	120°C
Азот к-таси	1,24	1,05	0,92	0,72	0,57	0,39	0,35	0,31
Суюк аммиак	4	3,05	2,4	1,55	1,7	0,65	0,55	0,44
Аммиакли сув	0,251	0,244	0,235	0,217	0,199	-	-	-
Ацетилен	-	-	1,2	1,05	0,71	0,47	0,32	0,23
Ацетон	0,42	0,395	0,356	0,293	0,246	0,2	0,17	0,15
Бензол	7,4	0,91	0,76	0,56	0,436	0,316	0,261	0,219
Бутил спирти	-	5,10	3,87	2,28	1,41	0,76	0,54	0,38
Сув	-	1,79	1,31	0,801	0,549	0,357	0,284	0,232
Гексан	0,426	0,397	0,355	0,9	0,241	0,19	0,158	0,132
Глицерин	-	12	8,5	4,25	2,6	1,2	0,73	0,45
Олтингустурт	-	-	-	-	-	-	-	-
Диоксили (суук)	0,41	0,368	0,334	0,28	-	-	-	-
Дихлорэтан	1,24	1,08	0,95	0,74	0,565	0,4	0,36	0,31
Дизтил эфири	0,328	0,296	0,268	0,22	0,182	0,14	0,118	0,1
Изопропил спирти	6,8	4,6	3,26	1,76	1,03	0,52	0,38	0,29
Кальций хлорид	-	-	-	-	-	-	-	-
25% чактвор	7	4,47	3,36	2,25	1,55	-	-	-
Метил спирти	0,97	0,817	0,68	0,51	0,390	0,29	0,24	0,21
40%	-	3,65	2,54	1,37	1,03	-	-	-
Чумоли кислотаси	-	-	2,25	1,46	1,03	0,68	0,54	0,4
Ишкорий натр.	-	-	-	46	16	5,54	3,97	3,52

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
	4,08	2,67	1,99	1,24	0,87	0,57	0,46	0,38
Хлорид натрий	-	3,09	2,46	1,69	1,24	0,87	0,7	0,58
20% эритма	-	0,703	0,61	0,479	0,76	0,29	0,245	0,208
Нитробензол	0,829	95	6	28,8	12,8	5,3	-	-
Октан	-	55	37	17,1	9,46	4,1	2,7	2
20%	-	48	32	15,6	8,4	3,8	7,5	1,95
98%	90	30	20	10,6	5,9	2,3	1,9	1,45
92%	50	10,5	7,7	4,08	2,8	1,5	1,07	0,9
75%	15	0,433	0,396	0,319	0,27	0,21	0,19	0,17
60%	0,488	-	2,1	1,48	-	-	-	-
Углерод сульфид	0,9	0,768	0,667	0,522	0,2	0,319	0,27	0,231
Хлорид кислота,	-	-	-	1,04	0,79	0,56	0,46	0,37
Толуол	-	-	-	1,7	1,11	0,65	0,5	0,4
Сирка кислота,	-	4,5	3,03	7	3,43	1,55	1,05	0,78
50%	-	-	-	0,71	0,57	0,435	0,37	0,32
Фенол (сух)	1,24	1,06	0,91	0,71	0,426	0,33	0,29	0,26
Хлорбензол	0,79	0,7	0,63	0,51	0,65	0,472	0,387	0,323
Хлороформ	1,68	1,35	1,13	0,84	0,65	0,472	0,21	0,178
Карбон IV хлорид	0,67	0,578	0,507	0,4	0,326	0,248	0,326	0,248
Этилалатат	2,83	1,78	1,46	1,0	0,71	0,435	0,52	0,43
100%	-	3,69	2,71	1,53	0,97	0,57	0,52	0,43
80%	-	5,25	3,77	1,93	1,13	0,6	0,45	0,34
60%	-	7,14	4,39	2,02	1,13	0,6	0,44	0,34
40%	-	5,32	3,17	1,25	0,9	0,51	0,38	0,3
20%	-	-	-	-	-	-	-	-

## НОРДОН ВИНОЛАР ҚОВУШОҚЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, [сН]

Температура, °С	Спирт миқдори, %					
	7	8	9	10	11	12
-6	-	-	-	-	4,12	4,3
0	2,6	2,7	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	0,9	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

## ТАРКИБДА ШАКАРИ БОР ВИНОЛАР ҚОВУШОҚЛИГИ, [сН]

Температура, °С	Спирт миқдори, % (хажмий)					
	12		18		24	
	Шакар миқдори, % (хажмий)					
	8	23	8	23	8	23
-10	-	13,47	-	15,75	-	17,90
0	4,47	8,40	5,2	9,80	5,70	11,80
10	2,96	5,33	3,39	6,31	3,65	7,28
20	2,7	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	2,73
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 СОЛИШТИРМА  
ИССИҚЛИК С.ФИ. ИИ, кЖ/кг·К.

Модда	ош чтра 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	-	3,55	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	-	3,05	3,14	3,48	3,77	3,98
	40	-	3,44	3,51	3,69	3,94	4,02
Натрий гидро- ксиди эритмаси	20	-	3,81	3,85	3,93	4,06	4,10
	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	3,61
Натрий хлориди эритмаси	20	-	3,3	3,56	3,60	3,72	3,72
	10	-	2,69	3,77	3,84	3,88	3,89
	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 °С да ҚАТТЫҚ МАТЕРИАЛЛАРҢЫҢ  
ҰРТАЧ. СОЛЫҒЫН МА ИССИҚЫК СИҢИМІ, кЖ/(кг·К)

Материал номи	C	Материал номи	C
Алюминий	0,52	Таш күмир	1,30
Асбест	0,84	Кварц	0,80
Бетон	1,13	Фишт (сизил)	0,92
Кумуш	0,385	Фишт (оловбардош)	0,88-1,01
Винипласт	1,76	Кокс	0,84
Лой	0,92	Латуы	0,394
Ёғоч (қарағай)	2,72	Муз	2,14
Темир	0,50	Күйма (тош)	0,84
Охак	0,92	Магнезия	0,92
Маолин	0,92	Мис	0,385
Пүлат	0,50	Шипа	0,42-0,84
Нафталин	1,30	Текстолит	1,47
Парафин	2,72	Целлюлоза	1,55
Пұхак	1,68	Чүйи	0,50
Резина	1,68	Жуи	1,63
Күрғошин	0,13	Шлак	0,75

ЭТИЛ СПИРТІН СУВ АРАДАНЫМАСЫНЫҢ ҚАЙНАШ  
ТЕМПЕРАТУРАСЫ

Суюқлик эги спирт милдори		ағча ш темпе- ратура- сы, °С	Бұедаги спирт милдори		Сув эидаги спирт милдори		айна ш емпер- ури-си °С	Бұедаги спирт милдори	
мас	% мол	°С	% мас	% мол	% мас	% мол	°С	% мас	% мол
0,01	0,004	99,9	0,13	0,053	25,00	11,53	85,7	68,6	3,08
0,50	0,19	99,3	6,1	2,48	31,00	14,9	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	77,0	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	60,29	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 МАҲСУЛОТЛАРИНИН СОЛШТИРМА  
ЎССИҚЛИК СИҒИМЛАРИНИНГ ҚИМАТЛАРИ [18].

Сут ва сут Маҳсуллари	Температура, °С			
	0	15	40	60
Зардоб	0,978	0,976	0,974	0,972
Ёғизлантирилган 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 дончалари	0,445	0,407	0,500	0,530

ГАЗЛАРИНИНГ МОЛЯР ЎССИҚЛИК СИҒИМИ

[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	51,1
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	45,7	54,33
Me n	35,7	39,7	46,8	59,8
Олтингурут (H <sub>2</sub> )	34,3	35,8	38,8	43,3
Хлор	36,3	36,4	36,7	37,0

МЕВАЛАРИНИНГ АБСОЛЮТ ҚУРУК МОДДАЛАРИНИНГ  
СОЛШТИРМА ЎССИҚЛИК СИҒИМИ [25].

Маҳсулот	$\rho$ , кг/л	c, Дж/кг·К
Олма	804 - 889	1395
Беги	950 - 1097	1376
Нок	850 - 1130	1387
Олхўри	932 - 1089	1391
Ўчк	886 - 1109	1385
Шафтоли	933 - 1081	1397
Олча	970 - 1092	1390
Пилос	970 - 1050	1404
Ушум	1036 - 1100	1412
Маъна	950 - 1070	1385
Рябина	960 - 1010	1380
Смородина	1000 - 1070	1375

ТЕМПЕРАТУРА 0-100°C да БАЪЗИ МАТЕРИАЛЛАРНИНГ  
ИССИҚЛИК ҮТКАЗУВЧАНИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Материал	Эчкик, кг/м <sup>3</sup>	Иссиқлик үтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м·К)
Асбест	600	0,151
Бетон	2500	1,28
Винилпласт	1380	0,163
Войлок (жуви)	300	0,047
Карагай (кўндаланг)	600	0,140-0,174
Карагай (толалар бўйлаб)	600	0,384
Оддий ғиштли девор	1700	0,698-0,814
ловбардош ғиштли девор	1800	0,605
Изоляция ғиштли девор	600	0,116-0,209
Мойли бўёқ	-	0,233
Му	920	2,33
Куйма (тондан)	3300	0,698
Магнезия (85% кукунда)	216	0,070
Накиш қатлами	-	0,163-3,49
Ёр эч қишми	230	0,070-0,93
Пенопласт	30	0,07
Курук кум	1500	0,349-0,814
Пўлак кукуни	160	0,047
Занг	-	1,16
Совелит	450	0,98
Шинша	2500	0,698-0,814
Шинша пахтаси	200	0,035-0,070
Текстолит	1380	0,244
Торфилигалари	220	0,064
Фаолит	1730	0,419
Шлак пахтаси	250	0,076
Саман	2350	0,870-1,163
<b>Металлар</b>		
Алюминий	2700	203,5
Бронза	7900	64,0
Латуш	8500	93,0
Мис	8800	384
Кўрғаш	11400	34,9
Пўлат	7850	46,5
Зенитламайдиган пўлат	7900	17,5
Чуя	7500	46,5-93,0

ЭРИТМАЛАР ВА СУЎҚИКЛАРНИНГ  
ИССИҚЛИК ҲТКАЗУВЧАНЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Модда	Концентрация, % (масс)	Температура, °C	Иссиқлик ўтказувчанлик, Вт/(м·К)
BaCl <sub>2</sub>	21	32	0,58
KBr	40	32	0,50
KOH	21	32	0,58
	42	32	0,55
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	32	0,61
KCl	15	32	0,58
	30	32	0,57
MgSO	22	32	0,59
MgCl <sub>2</sub>	11	32	0,58
	29	32	0,57
CuSO <sub>4</sub>	18	32	0,58
NaPr	20	32	0,57
	40	32	0,54
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10	32	0,58
натр	12,5	32	0,58
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30	32	0,52
	70	32	0,35
HCl	12,5	32	0,52
	38	32	0,44
Аммиак (суяқ)	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

СОСИМ  $P_{абс} = 1 \text{ атм}$  БЎЛГАУДА ГАЗЛАРНИНГ  
ИССИҚЛИК ҮТКАЗУВЧАНЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ,  $Вт/(м \cdot К)$

Газ	Температура, $С$			
	0	50	100	200
Азот	0,0233	0,0257	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
Ҳидроген	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	-

50-жылдыз

ИФЛОСЛАНГАН ДЕВОРЛАРНИНГ ИССИҚЛИК  
ҮТКАЗУВЧАНЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИНИНГ  
ЎРТАЛА ҚИЙМАТЛАРИ

Иссиқлик ташувчи агент	Ифлосланган деворларни иссиқлик үтказувчанлиги, $Вт/(м \cdot К)$
Ифлосланган сув	1400-1860*
Ўртача сифатли сув	1860-2900*
Юқори сифатли сув	2900-5800*
Тозаланган сув	2900-5800*
Дистилланган сув	11600
Нефть маҳсулотлари, мой, совитувчи агент буғлари	2900
Хом нефть маҳсулотлари	1160
Органик суюқликлар	5800
Сув буғи	5800
Органик суюқлик буғлари	11600
Хаво	2800

### АТМОСФЕРА БОСИМИНИНГ ДЕНГИЗ САТҲИ БАЛАНДИГИГА БОҒЛИҚЛИГИ

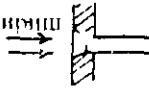

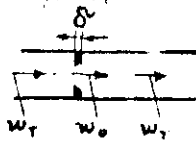
*l м.с.у.в.уст. = 9810 Па*

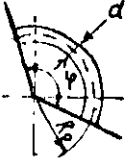
Денгиз сатҳидан баландлиги, м	-600	0	+100	200	300	400	500	600	800	1000	1500
Атмосфера босими А, мм.с.у.в.уст.	11,3	0,3	10,2	10,1	10,0	9,8	9,7	9,6	9,4	9,2	8,6

### ТРУБА ДЕВОРИ ҒАДИР-БУДУРЛИКЛАРИНИНГ ЎРТАЧА ҚИЙМАТЛАРИ

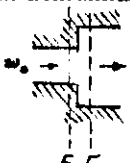

Труба қувурлари	с, мм
Ишлатилган қисман коррозия учраган трубалар; ёки зандаланган трубалар.	0,2 0,67 ва юсори
Мактапта ёзилган тунука трубалар.	0,125
Чўядан ясалган, ишлатилган трубалар.	1,4
Алюминийдан тайёрланган силлиқ трубалар.	0,015 - 0,06
Латунидан, мисдан, ургөшиндан ясалган трубалар; Шиннадан ясалган трубалар	0,0015 - 0,01
Бетондан ясалган, сирти жиширилган трубалар.	0,7 - 0,8
Бетондан ясалган ғадир-будур сиртга ёзилган трубалар.	3 - 9
Нефть узатувчи ўртача диаметрида ишлатилган ва тайёрланган бутун узатиб берувчи қувурлар.	0,2
Узукли ишлатилган қувурлар.	0,5
Хаво узатиб берувчи қувурлар.	0,8
Қошқирғат узатувчи қувурлар, узукли ишловчи.	1,0

## МАХАЛЛИЙ ҚАРШИЛ. К КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Қаршиликлар тури	Махаллий қаршил. коэффициентларнинг қийметлари																												
Трубага кириш 	Ўткир қирғин: $\zeta = 0,5$ силанқланган қирғин: $\zeta = 0,2$																												
Трубадан чиқиш 	1.49) формула ёрдамида $D_r$ ҳисобланса шбу $\zeta$ қаршил. к қиймати ҳисобга линмайди  $\zeta = 1$																												
Тўғри трубада уткир қирғали диафрагма  $d$ - диафрагма тешиги, м; $\delta$ - диафрагма қалинлиги, м; $w$ - оқимнинг тешикдаги ўртача тезлиги, м/с; $w_0$ - оқимнинг трубадаги ўртача тезлиги, м/с $m = (d_0/D)^2$ ; $D$ - труба ички диаметри, м.	$\frac{\delta}{d_0} = 0 - 0,015$ бўлганда, босимнинг йўқотилиши $\Delta p = \zeta \frac{\rho w^2}{2}$ га тенг бўлади. $\zeta$ шунг қиймати шбу жадвалдан $\zeta$ топилди.																												
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><math>m</math></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><math>\zeta</math></td> <td>7000</td> <td>730</td> <td>245</td> <td>117</td> <td>65,5</td> <td>40,6</td> </tr> <tr> <td><math>m</math></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><math>\zeta</math></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	$\zeta$	7000	730	245	117	65,5	40,6	$m$	0,24	0,2	0,34	0,5	0,7	0,9	$\zeta$	370	22,3	13,1	4,00	0,97	0,15
$m$	0, 2	0,06	0,1	0,15	0,18	0,22																							
$\zeta$	7000	730	245	117	65,5	40,6																							
$m$	0,24	0,2	0,34	0,5	0,7	0,9																							
$\zeta$	370	22,3	13,1	4,00	0,97	0,15																							

<p>Диалок ёки тўртбурча кўйидаги кесимли тирсак</p> 	<p>Қаршилик коэффициенти кўйидаги жадвалдан топилади</p> <p style="text-align: center;"><math>\zeta = AB</math></p>					
	<p>Ф бу, даги градус</p>	20	45	90	130	180
<p>d - трубаaning чки диаметри, м; R<sub>0</sub> - трубаaning бугланиш радиуси</p>	A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40
<p>90° ли стандарт чўян тирсак</p>	Шартли ўтиш, мм	12,5	25	37	50	
	$\zeta$	2,2	2	1,6	1,1	
<p>Нормал вентиль</p>	<p>Вентиль тўлик очик бўлганда кийматлари:</p>	<p>D, мм 13 20 40 80 100 150 200 250 350</p> <p>10,8 6,0 4,9 4,0 4,1 4,1 4,7 5,1 5,5</p>				
<p>Тўри йўлли</p>	<p>Re <math>\geq 3 \cdot 10^5</math> бўлганда <math>\zeta</math> кўйидаги жадвалдан аниқланади:</p>	<p>D, мм 25 50 76 150 250</p> <p><math>\zeta</math> 1,04 0,79 0,60 0,42 0,37</p>				
	<p>Re <math>&lt; 3 \cdot 10^5</math> бўлганда, қаршилик коэффициенти <math>\zeta = \zeta_1 \cdot K</math></p> <p><math>\zeta</math> киймати Re <math>&gt; 3 \cdot 10^5</math> дагидек топилади,</p> <p>K киймати эса ушбу жадвалда берилган:</p>					



	Re	5000	20000	100000	300000			
	K	1,40	0,94	0,91	1			
Кран	Шартли ўтиш ўтиш диамет- ри, мм	13 4	19 2	25 ?	32 2	38 2	50 ва юқори	
Задвижка	Шартли ўтиш Диаметри, мм $\zeta$		15-10 0,5	175-200 0,25	300 ва юқор	0,15		
Трубани б'рдан 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, м <sup>2</sup> ; $w$ - кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, м/с; $F_1$ -катта кўндаланг кесим юзаси, м.		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
Трубани бирдан тарайиши 	$Re = \frac{w_0 \cdot d_0}{\nu}$	$F_0 / F_1$						
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
$F_0$ - кичик кўндаланг кесим юзаси, м <sup>2</sup> ; $w$ - кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, м/с; $F_1$ -катта кўндаланг кесим юзаси, м.		10	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
		100	1,30	1,20	1,10	1,00	0,9	0,80
		1000	0,64	1,60	1,4	1,35	0,30	0,24
		3000	0,50	0,3	0,35	0,30	0,25	0,20
		3500	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20

ЛАМИН. Р РЕЖИМДА ТҮРЛИ КҮНДАЛАНИГ  
КЕСИМЛАР УЧУН ЭКВИВАЛЕНТ ДИАМЕТР ЛА  
А КОЭФФИЦИЕНТ ҚИЙМАТЛАРИ

Кўндаланиг кесим шакли	$d$	$A$
$d$ – диаметри айлана	$d$	64
$a$ – томони квадрат	$a$	57
$a$ – томони тенг ёни учбурчак	$0,58a$	53
$a$ – кенга, $b$ – катта халса	$2a$	96
$a$ и $b$ томони тўри 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):		
$a/b=0,1$	$155a$	73
$a/b=0,3$	$1,4a$	68
$a/b=0,5$	$1,3a$	78

ДНАФРАГМАНИНГ САРФ  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИНИНГ ҚИЙМАТЛАР

$Re$	$m=0,05$	$m=0,1$	$m=0,2$	$m=0,3$	$m=0,4$	$m=0,5$	$m=0,7$
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	0,7540
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;  $m = (d/d_0)^2$ .

## ТУЗАТИШ КОЭФФИЦИЕНТЛАРИНИНГ 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	1,01	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

 $m=(d_1/d)^2$ 

## БЎЛАК МАТЕРИАЛ ХАЛҚАЛ АРИДАН ТАШКИЛ ТОПГАН СКРУББЕР НАСАДКАЛАРИНИНГ ТАВСИФИ

Насадкалар турли	Насадка элементи нинг ўлчамлари, мм	1 м насадка да нэжм- дали эле- ментлар сони	Бўш хэжми, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Силин тирма юза, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	1 м <sup>3</sup> нэжм даги на- садка огни ни, кг
Фарфор халқалар	8,3x1,5	1405000	0,64	570	600
Керамик халқалар	15x15x2	25000	0,70	330	690
" "	50x35x4	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 (дүмалок)	42	14400	0,388	80,5	-
Анцезит (бўлаклари)	43,2	12600	0,355	68	1200
Көкс (бўлаклари)	42,6	14000	0,56	77	455
" "	24,4	64800	0,532	20	1600
Аммиак синтези					
Каталлизаторлари	6,1	500000	0,465	90	2420
СО конверсияси ката- лизатори, таблеткала	d=11,5 h=6	1085000	0,38	460	1100

ПӨРШУНЛИ НАСОСЛАР ЁРДАМИДА  
СУВНИ УЗАТИШ ДАВРИДАГИ СЎРНИШ БАЛАНДЧИГИ

Класснинг айлан- иш частотаси, айл/мин	Сув температураси, °C						
	0	20	30	40	50	60	70
50	7	6,5	6	5,5	4	2,5	0
60	6,7	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 тури	Геометрик тавсифнома			Константала р сон қиймати		Экватма
	H/d	D/d	h/d	c	m	
Икки парракли	2	2	0,36	111,0	1,0	Re < 20 Re=100+5 · 10 <sup>4</sup>
"	3	3	0,33	11,35	0,31	
2 парракли, парра ги 45° остида	3	3	0,33	4,05	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	аррак шакли думалок
Якорли 2 парракли	1,11	1,11	0,11	6,2	0,18	
Тўрт парракли	1,11	1,11	0,11	6,2	0,25	
Пропеллерли уч парракли, 22,5°	3	3	0,33	0,98	0,15	
Пропеллерли, уч парракли	3,5	3,8	1	230	1,67	
				4,63	0,35	
Турбинали уч пар- ракли	3	3	0,33	1,19	0,15	Re < 80 Re < 5 · 10 <sup>4</sup> Re < 3 · 10 <sup>4</sup>



БИНАР АРАЛАШМАЛАРНИНГИ СУЮҚЛИК ВА  
БУҒЛАРИНИНГИ МУВОЗАНАТ ТАРКИБИ

$P_{\text{ис}} = 160 \text{ мм. с.м. ст.}$

Метил спирти - 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,	8	10
93,5	4	3,0	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 - спирта кислота			Азот - кислород		
$t, ^\circ\text{C}$	% (мол) сув		$t, ^\circ\text{C}$	% (мол) азот	
	суюқликда	буғда		суюқликда	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	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

СЪВ-СПИРТ БУҒЛАРИНИНҢ КОНДЕНСАЦИЯЛАШНИ  
ТЕМПЕРАТУРАСИ ВА  $10^4$  Па БОСИМДАҒИ ЭНТАЛПИЯСИ

Буғ арқибн аги спирт ҳажми, % мас.	конденсацияла- штем- ера рас и, °C	Суюqliк нтальпияси i, кЖ/кг	Буғ ҳосил қилиш иссиқлиги г, кЖ/кг	Буғнинг эн- тальпияси i, кЖ/кг	Буғнинг зичлиги, ρ, кг/м <sup>3</sup>
0	100	418,70	2256,7	2675	0,589
-	95,4	424,56	2185,6	2610	0,620
10	98,8	426,24	2114,1	2540	0,645
15	98,2	423,3	2043,0	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	2253,5	0,750
35	95,3	406,97	1762,7	2169,7	0,785
40	94,0	397,3	1691,5	2087,2	0,817
45	93,2	382,27	1624,5	2006,8	0,754
50	91,9	369,29	1553,1	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	85,1	306,48	1277,0	1585,2	1,075
75	82,8	284,29	1210,0	1494,3	1,115
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 дизе три, мм	Кубан нинг намат ри, мм	Ил лар сон и	Т, убад арнинг узунлиг соми	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқли. алмашиши юзаси, м²						Трубалар ро бўшли оқимнинг энг тор кўндаланг кесим юзаси, м²	Труба бир йўлини кўндаланг кесим юзаси, м²
				1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0		
159	20x2	1	19	1,0	2,0	2,5	3,5	-	-	0,003	0,004
	25x2	1	13	1,0	1,56,0	2,0	3,0	-	-	0,004	0,005
273	20x2	1	61	4,0	4,5	7,5	11,5	-	-	0,007	0,012
	25x2	1	37	4,0	9,5	6,0	9	-	-	0,009	0,013
325	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
	25x2	2	62	-	7,5	10,0	14,5	19,5	-	0,013	0,021
	25x2	2	56	-	-	9,0	13	17,5	-	0,013	0,010
400	20x2	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
	25x2	1	111	-	-	17,0	26	35,0	52	0,020	0,038
	20x2	2	100	-	-	16,0	24	31,0	47	0,020	0,017
600	20x2	1	389	-	-	49	70	98	147	0,041	0,078
		2	370	-	-	47	70	93	139	0,041	0,037
		1	334	-	-	42	63	84	126	0,041	0,016
		6	316	-	-	40	60	79	119	0,037	0,009
	25x2	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	97	-	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	608	-	78	116	155	233	349	0.065	0.020
		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
1000	20x2	61	386	-	60	90	121	181	270	0.065	0.022
		2	1173	-	-	221	295	442	663	0.101	0.236
		4	1138	-	-	214	286	420	643	0.101	0.114
		61	1070	-	-	202	269	404	606	0.101	0.051
		2	1044	-	-	197	262	393	590	0.096	0.034
		4	747	-	-	176	235	352	528	0.106	0.259
		61	718	-	-	169	226	338	507	0.106	0.124
		2	666	-	-	157	209	314	471	0.106	0.055
		4	602	-	-	151	202	302	454	0.102	0.036
		61	1701	-	-	-	427	641	961	0.145	0.342
1200	25x2	2	1658	-	-	417	625	937	0.145	0.165	
		4	1380	-	-	397	595	893	0.145	0.179	
		6	1544	-	-	388	582	873	0.131	0.049	
		61	1080	-	-	340	510	766	0.164	0.375	
		2	1048	-	-	329	491	740	0.164	0.179	
		4	986	-	-	300	469	697	0.164	0.084	
61	958	-	-	301	451	677	0.142	0.052			

Бо- сим, МПа	Кожух диаметри мм	Ўзуллар соғи	Диаметри 20x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
<b>Кожух трубади совутичлар массаси, кг</b>									
1,6	159	1	174	196	217	263	-	-	-
1,6	273	1	320	388	355	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	6000
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

Босны, МПа	оюух дн х-три, мм	Йүүлэр сонн	Диаметри 25х2 мм тлан тубалар зуулгыг, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
<i>Кожух-тубалын сонгүүлчлэр массаси, кг</i>									
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	6	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	7400
1,0	800	2,4,6	-	-	2520	3230	3950	5360	7488
0,6	1000	1	-	-	-	4500	5600	7850	11200
0,6	1000	2,4,6	-	-	-	4850	6100	8160	11400
0,6	1200	1	-	-	-	-	8000	11250	16000
0,6	1200	2,4,6	-	-	-	-	8700	11850	16550

Беси м. МПа	Кожух диамет- ри, мм	Ўзлар сони	Диаметри 20x2 мм бўлган трубалар учун, кг, м							
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	
Бўёқлиги ва қондоқ алоқлар маъноси, кг										
1,0	600	1	-	-	-	1970	-	420	-	3320
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	2050	-	2510	-	3450
1,0	800	1	-	-	-	3600	-	4400	-	5900
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	3850	-	4500	-	6100
1,0	1000	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	5450	-	6760	-	9250
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	5750	-	7100	-	9700
1,0	1200	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	10100	-	13450
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	10400	-	13700
1,0	140	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	18390
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	-	-	18790

Боси м. МПа	Кожух диамет. ри, мм	Ўзла сони	Диаметри 25x2 мм бўлган 1, кубалар узунлиги, м							
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	
Бўғалатич ва конденсаторлар массаси, кг										
1,0	600	1	-	-	1340	-	1970	2420	3320	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	2050	2510	3450	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	800	2,4,6	-	-	-	-	360	4400	5900	-
1,0		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	585	4500	6100	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	1000	2,4,6	-	-	-	-	5450	6700	9250	-
1,0		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	1200	2,4	-	-	-	-	5750	7 90	9700	-
1,0		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	10 00	13450	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	1400	2,4,6	-	-	-	-	-	10400	13700	-
1,0		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	-	18390	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,6	1600	2,4,6	-	-	-	-	-	-	18 500	-

Кожух диаметри, мм	Труба бўшлиғи учун иш-узелларнинг шартли ўтиш диаметри, мм				Трубалараро бўшлиғи учун иш-узелларни шартли ўтиш диаметрлари, мм
	Ўўллар 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	-

Кожух диаметри, мм	Қуйдаги трубаларнинг уз.ликларида (м) сегмент тўсиқлар 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 ДИ ТРУБАЛАРДАН ЯСАЛГАН КОЖУХ-ТРУБАНИ  
КОЊЕН АТОР ВА ИСНИГЧИЛАРИНИҢ ИССТИКЛИК  
АЛМАШНИШИЧ ЮЗАСИ**

Кожух ички диамет ри, мм	рубал. чопи		Труба диаметри, м				Курч ма дурч
	умумий	би а йул	2	3	4	6	
			Исстиклик алмашылыгы тарапы, м (ташкы а буйыча)				
<b>Бир йўлли</b>							
600	216	261	40	61	81	-	Пошт му ШН, КК
800	473	473	74	112	150	-	
1000	783	783	121	182	244	-	
1200	1125	1125	-	260	348	-	
1400	1549	1549	-	358	480	-	
<b>Ички йўлли</b>							
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	754	-	-	-	706	
<b>Турт йўлли</b>							
600	210	52,5	-	49	65	98	КН, КК
800	408	102	-	96	128	193	
1000	702	175,5	-	163	218	329	
1200	928	257	-	-	318	479	
1400	1434	58,5	-	-	-	672	
<b>Олти йўлли</b>							
600	198	33	-	46	62	93	Исстик аторлар
800	392	65,3	-	93	123	185	
1000	678	113	-	160	213	319	
1200	1000	166,6	-	-	314	471	
1400	1400	233,3	-	-	-	559	

АТМОСФЕРА БОСИМИДА ҚАЙНАЙДИГАН БАЪЗИ СУВЛИ  
ЭРИТМАЛАР КОНЦЕНТРАЦИЯСИ  
масс. %

Эри- ган моль	Қ. тап 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	14,82	17,01	20,88	25,65	31,97	36,51
	8,42	14,31	18,96	23,02	26,57	32,62	-	-	-
	10,31	18,37	24,24	29,57	32,24	37,69	43,97	50,86	56,04
	13,19	23,66	32,23	39,20	45,10	54,65	63,34	79,5	-
	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	50,88	44,47	-	-	-	-	-
	20,00	31,22	37,89	42,92	46,15	-	-	-	-
	6,10	11,55	15,96	17,30	22,89	28,37	35,90	46,95	-
Эриган моль	Температура, °С								
	125	140	160	180	200	220	240	260	300
aCl <sub>2</sub>	45,80	57,89	68,94	75,8	-	-	-	-	-
Ca	40,23	48,05	54,89	60,41	64,91	68,73	72,46	75,76	81,63
gCl <sub>2</sub>	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.

Қурилма	Тарелкалар хили	$\eta$
Брага ҳайдаш		
Брага колоннаси	Икки марта қайнатадиган	0,6
	Бир марта қайнатадиган	0,5
спирт колоннаси	Икки марта қайнатадиган	0,5
лютер колоннаси	Икки марта қайнатадиган	0,6
Куб ректификацион	Қўй қалпоқчали	0,5
Брага ректификацион		
брага колоннаси	Икки марта қайнатадиган, Ғалвиренмон	0,5
эпюрацион	қўй қалпоқчали	0,7
ректификацион	қўй қалпоқчали	0,5

БАЪЗИ ОРГАНИК МОЛДАЛАРНИНГ СОЛИШТИРМА  
АДСОРБЦИЯ ИССИҚЛИГИ

Молда	Формула	Адсорбция иссиқлиги	
		кДж/ кмоль	кДж/кг
Бензин	-	50280	628,5
Бензол	$C_6H_6$	61590	789,8
Бутил хлорид	$CH_3(CH_2)_3Cl$	65360	706,4
Бутил хлорид - экиламчи	$CH_3CH_2CH_2CH_2$	69340	652,4
Бутил хлорид - учламчи	$(CH_2)_3CCl$	56980	615,9
Дихлорметан	$CH_2Cl_2$	51960	511,3
Изопропил хлорид	$CH_3CH_2CH_2$	54890	699,3
Метан	$CH_4$	18860	1230
Метил хлорид	$CH_3Cl$	38550	765,4
Пропил хлорид	$CH_3(CH_2)_2Cl$	61170	779,3
Осгин турт углерод	$CS_2$	62380	689,3
Метил спирти	$CH_3OH$	54890	1715
Пропил спирти	$C_2H_5OH$	68720	1145
Этил спирти	$C_2H_5OH$	62850	1366
Турт хлорид углерод	$CCl_4$	66410	75,2
Хлороформ	$CHCl_3$	60760	508,2
Этил бромид	$C_2H_5Br$	59240	534,6
Этил йодид	$C_2H_5I$	58660	37,3
Этил хлорид	$C_2H_5Cl$	50280	79,3
Бендформинат	$HC_2OOC_2H_5$	60760	8820,8
Диэтил эфир	$(C_2H_5)_2O$	64970	877,8

АЙРИМ ГАЗЛАРНИНГ ДИФФУЗИЯ  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, м<sup>2</sup>/с.

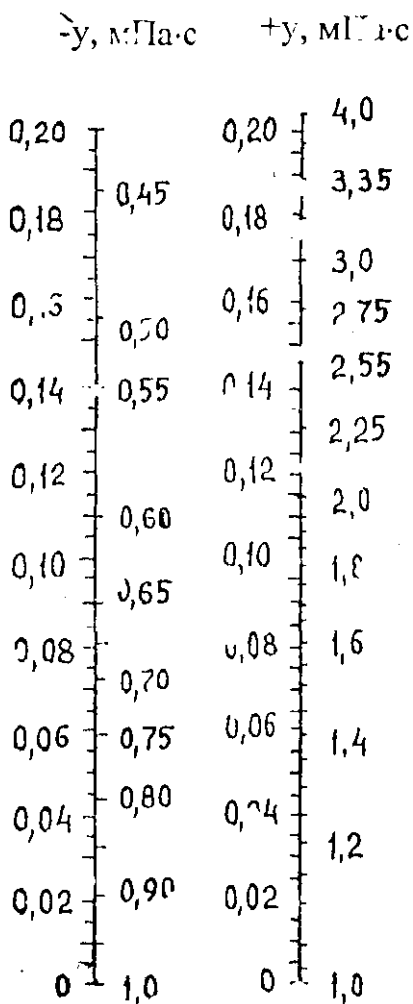
Газ	$P=10^6$ Па, $t=0^{\circ}\text{C}$ да диффузия коэффициентлари $D_c$			$T=20^{\circ}\text{C}$ да сувдаги диффузия коэффициенти $D_c \cdot 10^6$
	ҳавода	$\text{CO}_2$ да	$\text{H}_2$ да	
Алот	0,132	0,146	0,674	1,64
Азот оксиди	0,145	-	-	1,54
Азот диоксиди	0,119	-	-	-
Аммиак	0,198	-	0,745	1,76
Ацетон	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 эфери	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
Этилнитрогург диоксиди	0,122 0,094	- -	0,480 -	1,47 -
Толуол	0,071	-	-	-
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 КООФФИЦИЕНТЛАРИ

Газ	$D \cdot 10^9, \text{ м}^2/\text{с}$	$D \cdot 10^9, \text{ м}^2/\text{соат}$
Азот	1,9	6,0
Аммиак	1,8	6,6
Водород	5,3	19,1
Углерод диоксида, азот оксиди	1,8	6,4
Кислород	2,1	7,5
Хлор, олтинугурт водород	1,6	5,8
Хлорли водород	2,3	8,3

АЙРИМ ГАЗЛАРНИНГ СУВЛИ ЭРИТМАЛАРИ УЧУН ГЕНРИ  
КОЭФФИЦИЕНТИ  $E$  НИНГ СОН ҚИЙМАТЛАРИ  
( $E, 10^{-6} \text{ мм.снм.уст}$ )

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	19,5	24,9	30,4	40,7	52,2	53,3
Метан	17	22,6	28,5	39,5	51,8	53,3
Углерод оксиди	26,7	32,6	40,7	52,9	64,3	64,3
Олтинугурт 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	-	-	-

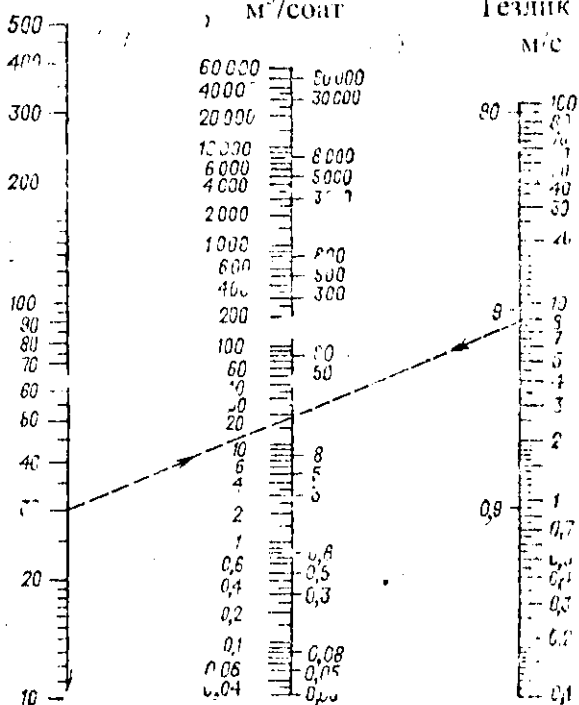


И1-расм. Органик суюқликларнинг динамик қовушоқлик коэффициентини аниқлаш учун номограмма

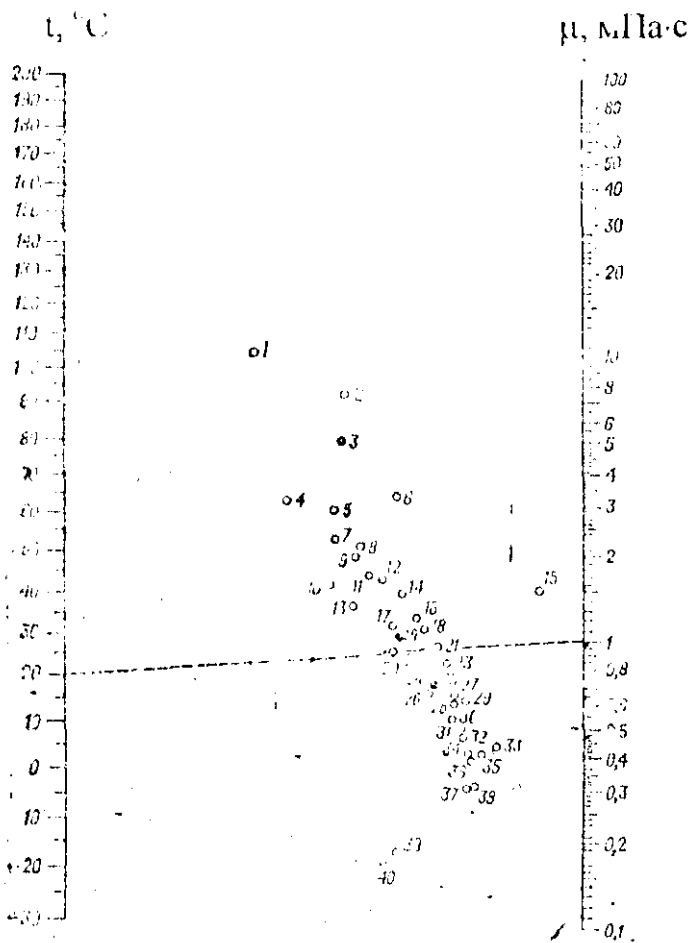
Диаметр  $d$ , мм

Сарф  $V$ ,  
м<sup>3</sup>/соат

Тезлик  $w$ ,  
м/с

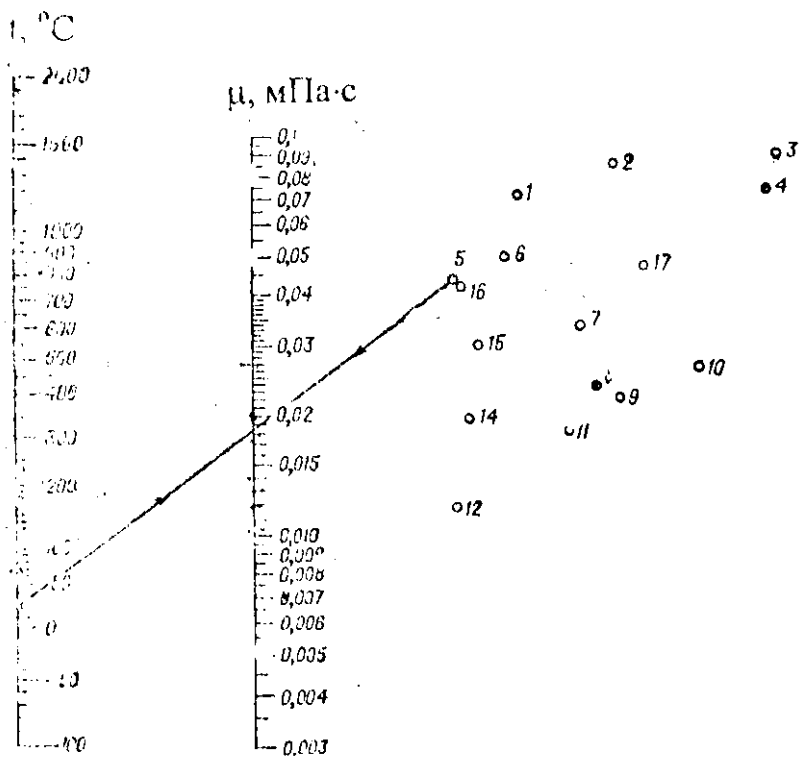


И2-расм. Думалоқ кўндаланг кесимли труба қувурларида суюқлик ёки газнинг сарфини аниқлаш учун номограмм



ИЗ-расм. Турли температураларда суюқликларнинг- динамик қовушоқлик коэффициентини аниқлаш учун номограмма

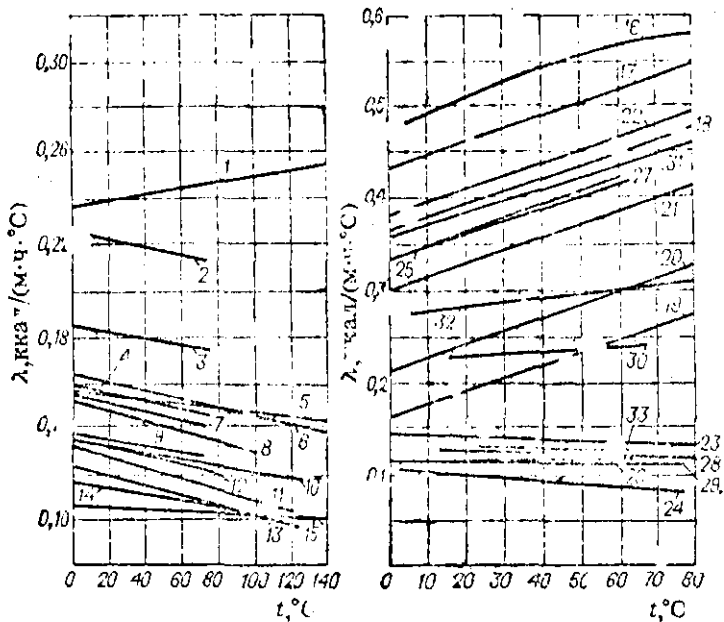
Суюқ зат	Рақам
Аммиак	39
Ацетон	34
Бутил спирти	11
Сув	20
Глицерин 100%	1
60%	7
Углерод диоксид	40
Диэтил эфири	37
Метилацетат	32
Метил спирти 100%	26
Нафталин	5
Нитробензол	14
Этиленгликоль	4
Этил спирти 100%	19
Пентан	38
Симаб	15
Сульфат кислот. 100%	2
98%	3
60%	6
Олтингугурт углерод	33
Толуол	27
Сирка кислота 100%	18
70%	12
Фенол	5
Хлорбензол	22
Тўрт хлорли углерод	21
Этиленхлорид	23
Этил спирти 49%	10



14-расм. Босим  $p = 1$  атм бўлганда газларнинг динамик қонушлоқлик коэффициентини аниқлаш учун номограмма.

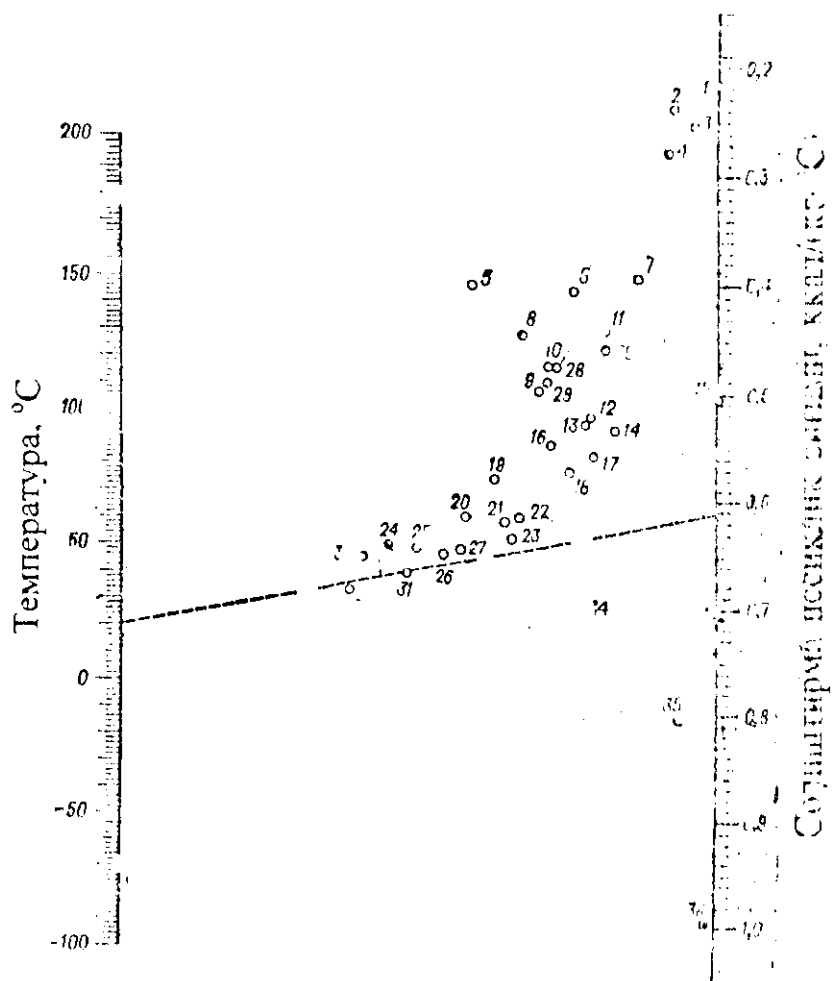
1 - $O_2$	7 - $SO_2$	13 - $C_6H_6$
2 - $NO$	8 - $CH_4$	14 - $9H_2 + N_2$
3 - $CO_2$	9 - $H_2O$	15 - $3H_2 + N_2$
4 - $HCl$	10 - $NH_3$	16 - $CO$
5 - $\text{Хаво}$	11 - $C_5H_6$	17 - $Cl_2$
6 - $N_2$	12 - $H_2$	





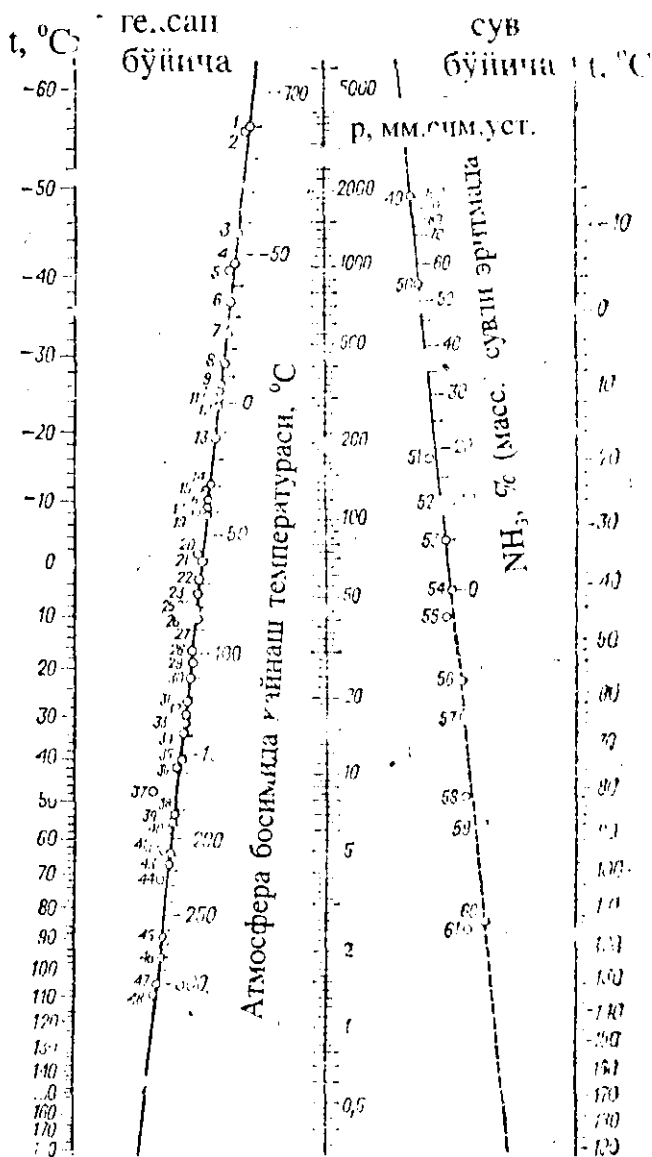
И5-расм. Айрим суюқликларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари

Модда	Чизиқ рақами	Модда	Чизиқ рақами
Аммиак 26%	31	Чумоли кислота	2
Анилин	6	Нитроб. изол	10
Ацетон	8	Экст.	3
Бензол	11	Сульфат кислота 98%	30
Бутил спирти	9	Селитра углерод	2
Вазелин мойи	15	Водород хлорид 30%	27
Сув	16	Толуол	13
Гексан	26	Сурка кислота	
Глицерин, сувсиз	1	Кальций хлориди 25%	17
Глицерин 50%	25	Натрий хлориди 25%	18
Диэтил эфир	29	Турт хлорли у терод	24
Изопропил спирти	12	Этил спирти 100%	4
Кастор мойи	5	80%	19
Керосин	28	6%	20
Кенлол	14	40%	21
Метил спирти 100%	3	20%	22
40%	32		



И6-расм. Су оқидықтарының өлшемлік сыйымдылығының айыққан учуи номограмма

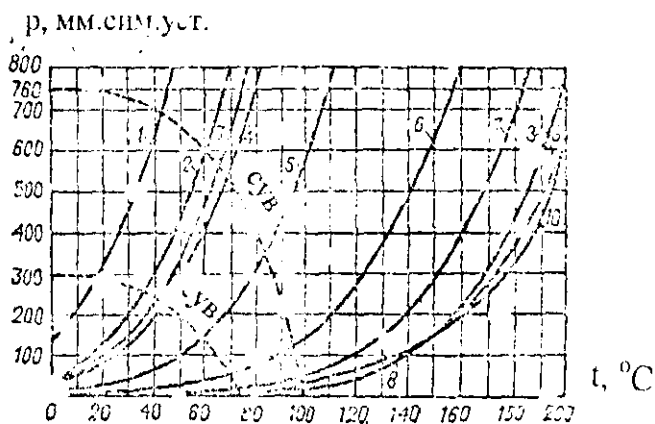
Модда	Нуқта рақами	Модда	Нуқта рақами
Амилацетат	12	Метил спирти	23
Анилин	14	Октан	15
Ацетон	18	Пролил спирти	25
Бензол	29	Сульфат кислота 100%	7
Этил бромид	1	Олтингугурт углерод	4
Бутил спирти	24	Водород хлорид 30%	26
Сув	36	Толуол /-65 + 4°C/	28
Гептан	18	/40 + 100°C/	30
Глицерин	21	Сирка кислота 100%	16
Диэтил	8	Хлорбензол	6
Диэтил эфири	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	Турт хлорли углерод	2
о-ва м-Ксилол	9	Этилацетат	13
п-Ксилол	10	Этиленгликоль	22
Этил спирти	31		



И7-расм. Баъзи бир суяқликларнинг қайнаш температураси ва тўйинган буғи босимини аниқлаш учун номограмма.

Модда	Нуқта рақам	Модда	Нуқта рақам
Аллен	6	1,2-Дихлорэтан	26
Аммиак	49	Диэтил эфир	15
Анилин	40	Изопропан	14
Ацетилен	2	Йодбензол	39
Ацетон	51	м-Крезол	44
Бензол	24	о-Крезол	41
Бромбензол	35	л-Ксилол	34
Этилбромид	18	3-Моф кислотаси	57
α-Бромнафталин	46	Метил мин	5
1,3-Бутадиен	10	Метилмоносилен	3
Бутан	11	Метил спирти	52
α-Бутилен	9	Метилформат	16
β-Бутилен	12	Нафталин	43
Бутилглицоль	58	α-Нафтол	47
Сув	54	β-Нафтол	48
Гексан	22	Нитробензол	37
Гептан	28	Скзан	31
Глицерин	60		32*
Декалин	38	Пентан	17
Декан	36	Пропан	5
Диоксан	29	Хлорди винил	8
Дифенил	45	метил	7
Пропилен	3	метилен	19
Пропион кислотаси	56	тил	13
Симоб	61	Хлороформ	21
Тетралин	42	Турт хлорди углерод	23
Толуол	30	Этан	1
Сирка кислота	55	Этилацетат	25
Фторбензол	27	Этиленил ол	59
Хлорбензол	33	Этил спирти	53
Этилформат	20		

СИ бирликлар системасида: 1 мл симоб = 133,3 Нл



И8-ра.м. Су билан аралашмайдиган, с таник суюқлик-нинг тўйинган буғи босимининг температурага боғлиқлиги.

1-олтиг угучт углерод; 2-гексал;

3-тўрт хлорли углерод; 4-бензол;

5-толуол; с скинидар; 7-анилин;

8-крезол; 9-нитробензол,

10-нитротолуол.

СЛ бирлигига ўтказиш: 1 мм.смм.уст. = 133,3 Па

Юсулбеков Нодирбек Рустамбекович  
Нурмух медов Ҳабибулла Саъдуллаевич  
Исматуллаев Патхилла Раҳматович

Кимё ва озғ-овқат саноатларнинг  
жараҳлари ва қурилмалари фанидан  
ҳисоблар ва мисоллар  
(ўқув қўлланма)

Бадний 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.  
Тичоғр. қоғози №2. Юқори босма усулда босилди.  
Шартли б.т. 22,0. Тиражи 1000 нусха. Буюртма 28.  
Баҳос.) – келишилган нарх.

МЧЖ "Нисим". Тошкент, Марказ 5, Ш.Рашидов шох  
кўчаси, кафе "Ширин" биноси, 1 қават. Шартнома 4+.