

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

Олий ўқув юртлари учун

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

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

т. ф. д., 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 суюлувчан материаллар технологияси;
- В 523000 – Нефт ва нефтни қайта ишлаш технологияси;
- В 523100 – Синтетик ва табиий юқори молекуляр. Бирикмаларнинг кимёвий технологияси;
- В 523200 – Камёб, нодир ва тарқоқ металллар технологияси;
- В 620800 – Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини ишлаб чиқариш, бирламчи қайта ишлаш ва сақлаш технологияси;
- В 620900 – Ёғ ва мойлар технологияси;
- В 621000 – Қанд ва бижгиш маҳсулотлари технологияси;
- В 621100 – Гўшт ва сўт, балиқ ва консерванган маҳсулотлар технологияси;
- В 621200 – Дон ва дон маҳсулотлари ишлаб чиқариш технологияси;
- В 850100 – Атроф-муҳит муҳофазаси (соҳалар бўйича);

йўналишлари учун ўқув қўлланма сифатида руҳсат берилган.

**Тошкент – 1999**

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

Ушбу ўқув қўлланмага гидромеханик жараёнлар, гидравлика асослари, насослар, вентиляторлар, компрессорлар, центрифугалаш, 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 ўқув юртлири талабалари учун мўлжалланган.

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

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

(с) Тошкент Қимё Технология Институти, 1999 йил

	бет
<b>КИРИШ</b> .....	7
<b>АСОСИЙ ШАРТЛИ БЕЛГИЛАР ВА ЎЛЧОВ БИРЛИКЛАРИ</b> ..	10
<b>БИРЛИКЛАР ОРАСИДАГИ НИСБАТЛАР</b> .....	12
<b>ОЛД ҚЎШИМЧАЛАР ВА УЛАРНИНГ ҚўПАЙТУВЧИЛАРИ</b>	14
<b>КИРИШ УСЛУБИЙ ҚўРСАТМАЛАРИ</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 ЎЗАТИШ 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. ЧўКТИРИШ, ФИЛЬТРАШ, ЦЕНТРИФУГАЛАШ, МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИНИНГ ГИДРОДИНАМИ- КАСИ, АРАЛАШТИРИШ</b> .....	56
ЧўКТИРИШ.	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 АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИ</b> .....	
Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар	93
Мисолларни ишлаш намунаси	104
Кожух-трубали иссиқлик алмаштиниш қурилмаларини ҳисоблаш	109
Контрол масалалар	131

Контрол топшириқлар N10, N11	136
<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 АЛМАШИНИШ 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. ҚУРИТИШ</b> ..	<b>239</b>
Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар.	239
Мисолларни ишлаш намунаси	245
Маъҳум қайнаш қатламли қуритгичларни ҳисоблаш	256
Контрол масалалар	266
Контрол топшириқлар N20, N21	269

<b>11 боб. СОВИТИШ . . . . .</b>	<b>271</b>
<b>Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар</b>	<b>271</b>
<b>Мисолларни ишлаш намунаси</b>	<b>275</b>
<b>Контрол масалалар . . . . .</b>	<b>279</b>
<b>Контрол топшириқ N22</b>	<b>281</b>
<b>АДАБИЁТЛАР</b>	<b>282</b>
<b>ИЛОВАЛАР . . . . .</b>	<b>285</b>

## К И Р И Ш

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

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

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

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

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

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

"Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари" фани юқори малакали мутахассис тайёрлашда ва мутахассислик фанларни ўзлаштиришда пойтевор 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" Ҷанидан амалий машғулотлар китоби қуйидаги мақсадларга эришишга ёрдам беради:

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

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

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

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



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

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

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

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

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

Кўпчилик бобларнинг назарий асослар қисмини ва контрол масалаларнинг таржимаси доц. Нигмаджонов С.К. томонидан қилинган. Қўлёзamani 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	τ	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 коэффициентлари	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.	Сарф коэффициенти	α	—
18.	Юза	F	м <sup>2</sup>
19.	Фойдали иш коэффициенти	η	—
20.	Ҳолатлик	ε	—
21.	Иш унумдорлиги (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 буг 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	α	м <sup>2</sup> /с
27.	Иссиқлик миқдори, иш	Q	Ж
28.	Солиштирма иссиқлик сифими	c	Ж/кг·К

29.	Солиштира иссиқлик юклама	q	Вт/м <sup>2</sup>
30.	Иссиқлик бериш коэффициенти	α	Вт/м <sup>2</sup> ·К
31.	Иссиқлик ўтказиш коэффициенти	K	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
32.	Солиштира бугланиш иссиқлиги	r	Ж/кг
33.	Ишқаланиш коэффициенти	λ	—
34.	Маҳаллий қаршилиқ коэффициенти	ξ	—
35.	Напор: тезлик напори (скоростной) статик напор	h <sub>тез</sub> h	м м
36.	Концентрация (улуш): Моль Массавий Нисбий моль Нисбий массавий	x, y X̄, ȳ X, y X, Y	— — — —
37.	Концентрация ҳаҷмий: Моль Массавий	C C	кмоль/м <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup>
38.	Моль масса Диффузия коэффициенти	M D	кг/моль м <sup>2</sup> /с
39.	Модда бериш коэффициенти	β <sub>x</sub> , β <sub>y</sub>	кг/[м <sup>2</sup> ·с(х.к.к.б.)] кмоль/[м <sup>2</sup> ·с(х.к.к.б.)]
40.	Модда ўтказиш коэффициенти	K <sub>x</sub> , K <sub>y</sub>	кг/[м <sup>2</sup> ·с(х.к.к.б.)] кмоль/[м <sup>2</sup> ·с(х.к.к.б.)]
41.	Солиштира энтропия	s, s	Ж/(кг·К)
42.	Солиштира энтальпия	I, i	Ж/кг
43.	Ҳавонинг нәъ сақлаши	x	кг/кг
44.	Ҳавонинг нисбий намлиги	φ	—
45.	Материалнинг намлиги	u, u'	кг/кг
46.	Айланиш частотаси	n	айл/с, с <sup>-1</sup>

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

## БИРЛИКЛАР ЎРТАСИДАГИ НИСБАТЛАР

Катталиклар номи	СИ га биноан бирлиги	СИ бирликларига ўтказиш коэффициентлари
Узунлик	м	$1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$ $1 \text{ А} = 10^{-10} \text{ м}$ $1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ м}$ $1 \text{ in} = 25,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
Масса	кг	$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$ $1 \text{ ц} = 100 \text{ кг}$ $1 \text{ lb} = 0,454 \text{ кг}$
Температура	К	$t^{\circ}\text{C} = (273,15+t)\text{К}$ $t^{\circ}\text{F} = \left[ \frac{5}{9}(t-32) + 273,15 \right] \text{К}$
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>	$1 \text{ кгк/м}^3 = 1,163 \text{ Н/м}^3$
Қовушқлик коэффициентлари :		
динамик	Па·с	$1 \text{ П} = 1 \text{ дин} \cdot \text{с} / \text{см}^2 = 0,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$ $1 \text{ сП} = \frac{1 \text{ кгк}}{9810 \cdot \text{м}^2} = 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} = 1 \text{ мПа} \cdot \text{с}$
кинематик	м <sup>2</sup> /с	$1 \text{ Ст} = 1 \text{ см}^2 / \text{с} = 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}$
Босим	Па	$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$ $1 \text{ мбар} = 100 \text{ Па}$ $1 \text{ дин/см}^2 = 1 \text{ мбар} = 0,1 \text{ Па}$

		$1 \text{ кгк/см}^2 = 1 \text{ ат} = 9.81 \cdot 10^4 \text{ Па} =$ $= 735 \text{ мм.с.и.м.уст.}$ $1 \text{ кгк/м}^2 = 9,81 \text{ Па}$ $1 \text{ мм.с.у.в.уст.} = 9,81 \text{ Па}$ $1 \text{ мм.с.и.м.уст.} = 133,3 \text{ Па}$
Диффузия коэффициенти	$\text{м}^2/\text{с}$	$1 \text{ ft}^2/\text{с} = 0,0929 \text{ м}^2/\text{с}$
Кувват	Вт	$1 \text{ кгк}\cdot\text{м}/\text{с} = 9,81 \text{ Вт}$ $1 \text{ эрг}/\text{с} = 10^{-7} \text{ Вт}$ $1 \text{ ккал}/\text{соат} = 1,163 \text{ Вт}$ $1 \text{ lbf}\cdot\text{ft}/\text{s} = 1,356 \text{ Вт}$
Сиртий тортилиш	Н/м	$1 \text{ кгк}/\text{м} = 9,81 \text{ Ж}/\text{м}^2$ $1 \text{ эрг}/\text{см}^2 = 1 \text{ дин}/\text{см} =$ $= 10^{-3} \text{ Ж}/\text{м}^2 = 10^{-3} \text{ Н}/\text{м}$
Ҳажм	$\text{М}^3$	$1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3 = 1 \text{ дм}^3$ $1 \text{ ft}^3 = 28,3 \text{ дм}^3 =$ $= 2,83 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ $1 \text{ in}^3 = 16,387 \text{ см}^3 =$ $= 16,39 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$
Зичлик	$\text{кг}/\text{м}^3$	$1 \text{ т}/\text{м}^3 = 1 \text{ кг}/\text{дм}^3 = 1 \text{ г}/\text{см}^3$ $= 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ $1 \text{ кгк}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4 = 9,81 \text{ кг}/\text{м}^3$ $1 \text{ lb}/\text{ft}^3 \approx 16,02 \text{ кг}/\text{м}^3$ $1 \text{ lb}/\text{in}^3 \approx 27,68 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$
Юза	$\text{м}^2$	$1 \text{ ft}^2 = 0,0929 \text{ м}^2$ $1 \text{ in}^2 = 6,451 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
Иш, энергия, иссиқлик миқдори	Ж	$1 \text{ кгк}\cdot\text{м} = 9,81 \text{ Ж}$ $1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Ж}$ $1 \text{ кВт}\cdot\text{соат} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ж}$ $1 \text{ ккал} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ Ж} =$ $= 4,19 \text{ кЖ}$ $1 \text{ lbf}\cdot\text{ft} = 1,356 \text{ Ж}$ $1 \text{ lbf}\cdot\text{in} = 0,113 \text{ Ж}$ $1 \text{ ВГУ} = 1056,1 \text{ Ж}$
Массавий сарф	$\text{кг}/\text{с}$	$1 \text{ lb}/\text{s} = 0,454 \text{ кг}/\text{с}$ $1 \text{ lb}/\text{h} = 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/\text{с}$
Ҳажмий сарф	$\text{м}^3/\text{с}$	$1 \text{ л}/\text{мин} = 16,67 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$
Чизиқли теъшик	$\text{м}/\text{с}$	$1 \text{ ft}/\text{s} = 0,3048 \text{ м}/\text{с}$

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

### ОЛД ҚҰШИМЧАЛАР ВА УЛАРНИНГ КҰПАЙТУВЧИЛАРИ

	Номи	Халқаро	Ўзбекча
1000000000000000000 = 10 <sup>18</sup>	экса	Е	Э
100000000000000000 = 10 <sup>15</sup>	пэта	Р	П
10000000000000000 = 10 <sup>12</sup>	тера	Т	Т
10000000000 = 10 <sup>9</sup>	гига	Г	Г
1000000 = 10 <sup>6</sup>	мега	М	М
1000 = 10 <sup>3</sup>	кило	К	к
100 = 10 <sup>2</sup>	гекто	Н	г
10 = 10 <sup>1</sup>	дека	Да	да
0,1 = 10 <sup>-1</sup>	деци	Д	д
0,01 = 10 <sup>-2</sup>	сант	С	с
0,001 = 10 <sup>-3</sup>	милли	М	м
0,000001 = 10 <sup>-6</sup>	м. кро	μ	мкм
0,000000001 = 10 <sup>-9</sup>	нано	Н	н
0,0000000000001 = 10 <sup>-12</sup>	пико	Р	п
0,0000000000000001 = 10 <sup>-15</sup>	фемто	Ф	ф
0,0000000000000000001 = 10 <sup>-18</sup>	атто	А	а

## КИРИШ УСЛУВИЙ КЎРСАТМАЛАРИ

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

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

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

Ундан ташқари, стандартда яна иккита қўшимча бирлик назарда тутилган:

ясси бурчак	радиан (рад);
фазовий бурчак	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 сошланғич 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 усқунанинг амалий ишлаш режасига тўғри келиши, мислиги танқидий нуқтаи назардан таҳлил қилиниши керак.

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

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

Мисол ва масаларни ечиш кетма-кетлигини аниқ, систематик ва мундарижи 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 кўчи ушбу кўринишга эга:

$$F^1 = \mu \cdot F \cdot \frac{dw}{dy}$$

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:

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

СИ системасида иссиқлик ўтказувчанлик параметрининг ўлчов бирлиги топилсин.

Текис девордан ўтаётган иссиқлик миқдори  $Q$  ни аниқлаш



тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

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

бу ерда  $\lambda$  – 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.

$$1 \frac{ккал}{м^2 \cdot соат \cdot ^\circ C} = \frac{4190 Ж}{м \cdot 3600 \cdot с \cdot К} = 1,163 \frac{Вт}{м \cdot К}$$

# 1 - боб. АМАЛИЙ ГИДРАВЛИКА АСОСЛАРИ

## Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

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

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

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

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

$x_1, x_2$  - компонентларнинг массавий қисми;

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

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

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

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

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

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

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

6. Газ аралашмасининг зичлиги эса қуйидаги тенгламадан топилади;

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

7. Қурилмадаги абсолют босим қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$P = P_{atm} + P_{ман} \quad (1.7)$$

ёки

$$P = P_{atm} - P_{вак} \quad (1.8)$$

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

8. Баландлиги  $h$  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:  $1 \text{ атм.} = 760$  мм.сим.уст.  $= \rho \cdot g \cdot h = 13600 \cdot 9,81 \cdot 0,76 = 1,013 \cdot 10^5$   $\text{Па} = 1,03 \cdot 10^4$  мм.сув.уст.  $= 1,03 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{к}/\text{м}^2 = 1,03 \text{ г} \cdot \text{к}/\text{см}^2$ .

9. Гидростатиканинг асосий тенгламаси ушбу кўринишга эга:

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

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

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

11. Суюқликларнинг секундли 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 қўринишига эга:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

14. Суюқликлар сарфини нормал ўлчов диафрагмасидан 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  $k=1$ ;  $f_0=0,785 \cdot d^2$  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 суюқлининг сарфини ва тезлигини аниқлаш.

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

Агар ламинар режим бўл а,  
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 куйидагича топилади:

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_{\text{вк}} + \Delta P_{\text{шк}} + \Delta P_{\text{кл}} + \Delta P_{\text{кшм}} \quad (1.19)$$

$\Delta P_m$  – 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 коэффициенти  $\lambda$  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

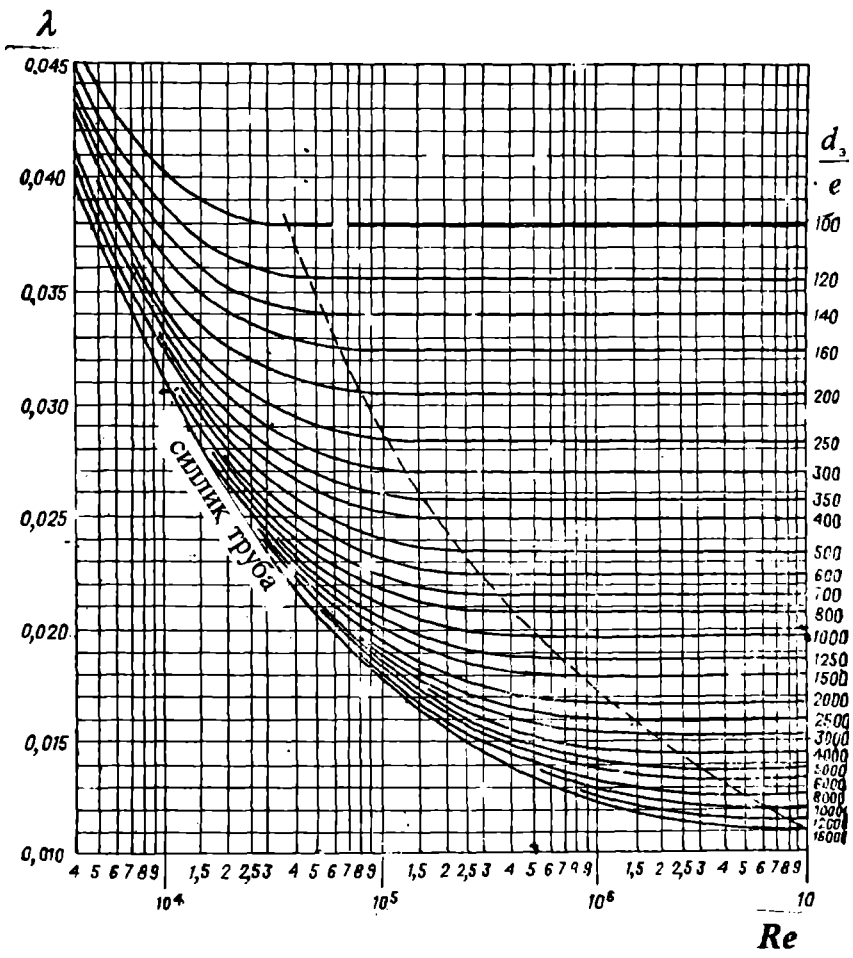
$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \quad (1.22)$$

Тармоқдаги маҳаллий қаршиликларда 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 қаршиликлар туфайли босимни йўқотилиши ушбу тенгламадан ҳисоблаб топилади

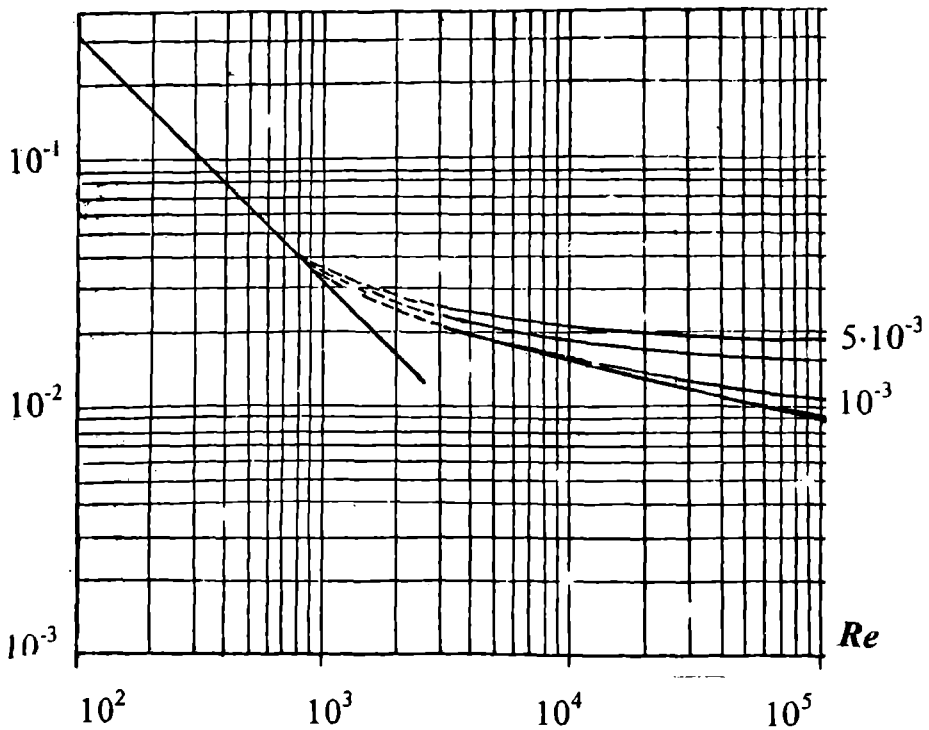
$$\Delta P = \left( 1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h_{\text{сум}} + (P_2 - P_1) \quad (1.24)$$



1-расм. Ишқаланган коэффициентни  $\lambda$  шунга Рейнольдс критерийиси  $Re$  ва газир-будурлик даражаси  $d_3/e$  га боғлиқлиги.  
 $d_3$  эквивалент диаметр, м;  $e$ -труба ички юзасидаги газир-будурлик дўнганлигининг ўртача баландлиги, м.

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

$$e/d,$$



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

Труба қувурларини ҳисоблаш.

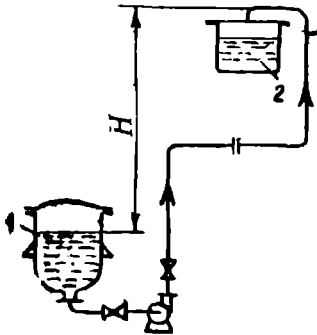
Бунинг учун масала асосан 3 параметрга нисбатан ечилади:

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

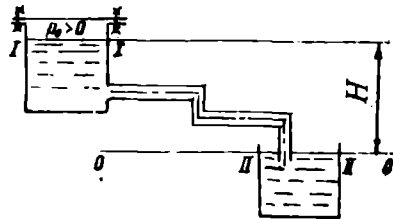


## МИСОЛИАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

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



1.3-расм. 1-1 масалага оид шарғли схема



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

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

Бошланғич маълумотлар жадвали:

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

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

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

Маҳаллий қаршиликлар:

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:

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

Секундли ҳажмий сарф  $Q$

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

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

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

Оқимнинг ўртага теълиги секундли сарф тенгламадан топилади:

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

Оқим ҳаракат ғажими Re критерийси ёрдамида ифодаланеди:

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

$Re > 10000$  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 йиғиндиси 9,95 тенг. Босим йўқотилишини аниқлаймиз.

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

Насосга керакли қувватни аниқлаймиз.

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

1-2.  $120 \text{ кг/м}^3$  массавий сарфда водородни узатиш учун труба қувурининг диаметри ҳисоблансин. Труба қувурининг узунлиги 1000 м. Рухсат этилган босимнинг йўқотилиши  $\Delta p = 110 \text{ мм. сув уст. (1080 Па)}$ . Водороднинг зичлиги  $0,0825 \text{ кг/м}^3$ . Ишқаланиш коэффициенти  $\lambda = 0,03$ .

**Е ч и ш:**

Узун, магистрал газ қуворларида 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

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

Ушбу тенгламани диаметрға нисбатан ечсак,

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

трубанинг диаметрини топамиз. Бизнинг масала учун коэффициент  $C$  қуйидаги қийматга тенг бўлади:

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

Водороднинг секундли ҳажмий сарфи:

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

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

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

1-3. Температураси  $50^\circ\text{C}$ , 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 кўндаланг кесимлар учун Бернулли тенглама-и ёзилади.

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

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

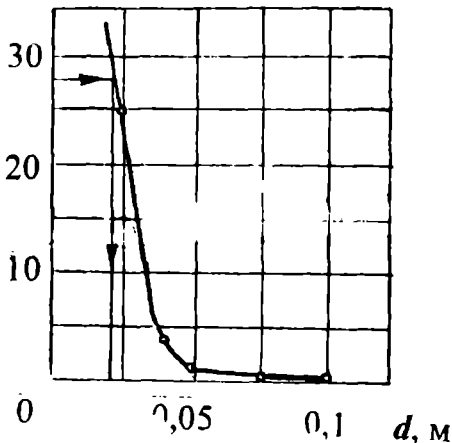
Бу ерда

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

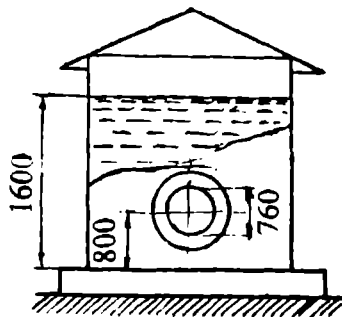
$\mu$  – 0,0278 Па·с – 30-жадвалдан олинади.

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

$f(d)$ , м



1.5-расм. 1-3 масалага тегишли боғлиқлик.



1.6-расм. 1-4 масалага оид шартли схема

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

Труба қувири диаметри керагидан катта бўлгани учун ундан оқиб ўтаётган суюқлик миқдори ҳам кўп бўлади. Демак, қувурдаги сарфни рoстлаш учун вентил (ёки задвижка) ўрнатилиши лoзимдир. Бу ўрнатилган вентил қаршилиқ коэффициентини Бернулли тенгламаси орқали топилади:

$$H + \frac{P_0}{\rho \cdot g} = \left[ \zeta_{\text{квр}} + 3 \cdot \zeta_{\text{oc}} + \lambda \cdot \frac{l}{d} + \zeta_{\text{чук}} + \zeta_{\text{вент}} \right] \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g}$$

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

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

1-1 жадвал

$d_{\text{дев}}, \text{ м}$	0,1	0,075	0,05	0,04	0,025	0,015
$w^2, \text{ м}^2/\text{с}$	0,067	0,113	0,255	0,3988	1,02	2,883
Re	216,6	274,4	413,0	515,4	825,5	1374,3
$\lambda$	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 (гидрoлик қаршилиқларни инобатга олмаса ҳам бўлади). Сутнинг нисбий зичлиги 1,03.

**Е ч и ш:**

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

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

## КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

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

1.2. Сульфат кислота ишлаб чиқувчи заводнинг қуритиш минорасидаги U - симон ўлчагичда сийракланиш қиймати 3 см ни 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, очиқ пьезометрдаги суюқлик манометр уланган сатҳдан қандай баландлик  $h$  га кўтарилади?

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

1.5. Қўл гидравлик прессининг 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 аниқлансин.

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

1.7. Совитгич диаметри  $20 \times 2$  мм ли 19 та трубадан иборат. Совитгичнинг трубаларо бўшлиғи диаметри  $57 \times 3,5$  мм трубадан ясалган бўлиб, ундан 1,4 м/с тезликда қанд қиёми оқиб ўтмоқда. Қанд қиёми пастдан юқорига қараб ҳаракат қилганда, совитгич трубалари ичидаги тезлиги аниқлансин.

1.8. Диаметри  $16 \times 1,5$  мм ли 379 та трубадан иборат иссиқлик алмашилиш қурилмасидан  $6400 \text{ м}^3/\text{соат}$  миқдорида,  $P=3 \text{ кг-к/см}^2$  босим остида азот ўтмоқда ( $0^\circ\text{C}$  да ва 760 мм.с.м.уст. деб ҳисоблаб). Азот иссиқлик алмашилиш қурилмасига  $120^\circ\text{C}$  да кириб  $30^\circ\text{C}$  да чиқиб кетмоқда. Азотнинг иссиқлик алмашилиш

трубаларига кириш ва улардан чиқиш тезликларини аниқлаш керак.

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

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

1.11. "Труба ичида труба" иссиқлик алмашилиш 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 спирги сарфи 3,6 м<sup>3</sup>/соат, температураси 20°С.

1.12. Диаметри 64x3 мм ли зангламайдиган юқори сифатли Х18Н10Г пўлатдан ясалган 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 узунлиқдаги бўлагида босимнинг йўқотилиши ҳисоблансин.

1.13. 150 м ли трубада суюқлик ҳаракатлинишида босимнинг йўқотилиши ҳисоблансин. Труба ичила ҳаракат қилаётган суюқлик йўлида диаметри 68x4 мм дан 52x3 мм гача тўсатдан торайиш, 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 гармоғида 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  $65 \times 3$  мм ли трубадан 22 т/соат миқдорда оқиб ўтмоқда. Сууюқлик температураси  $80^\circ\text{C}$  бўлганда оқимнинг ҳаракат режими ва ўртача тезлигини топинг. Ундан ташқари, труба марказида (ўқида)ги маҳаллий тезлик ҳам аниқлансин.

1.18. Температураси  $60^\circ\text{C}$  булган 18 т/соат миқдорида оқиб ўтаётган  $\text{CCl}_4$  сууюқлигининг ўртача тезлиги ва ҳаракат режими топилсин. Труба ўқидаги маҳаллий тезлик ҳам аниқлансин. Трубанинг диаметри  $62 \times 2$  мм.

1.19. Температураси  $80^\circ\text{C}$  ва ўртача тезлиги 2,1 м/с бўлган метил спирти "труба ичидаги труба" типидagi иссиқлик алмашилиш қурилмасининг ички трубаси ичида ҳаракатланмоқда. Агар труба диаметри  $50 \times 2,5$  мм лиги маълум бўлса, сууюқликнинг сарфи ва труба ичидаги маҳаллий тезлик аниқлансин.

1.20. Температураси  $75^\circ\text{C}$  ва тезлиги 1,3 м/с бўлган бензол диаметри  $65 \times 2,5$  мм ли тўғри труба орқали ҳаракатлангандаги босимнинг йўқотилиши аниқлансин. Трубанинг умумий узунлиги 42 м ва сууюқлик йўлида 2 та оддий вентиллар жойлашган.

1.21. Умумий узунлиги 115 м ли трубада 1 та нормал вентил, 1 та задвижка, тешиги 10 мм ва қалинлиги 5 мм ли диафрагма, ҳамда  $90^\circ$  мм ли 2 та тирсак жойлашган. Труба диаметри  $57 \times 3,5$  мм Трубадан соатига 25 тонна 80% ли глицерин оқиб ўтаётганда, босим йўқотилиши аниқлансин.

1.22. Диаметри  $60 \times 3$  мм ли труба орқали тезлиги 1,8 м/с ва температураси  $40^\circ\text{C}$  бўлган сирка кислотаси ҳаракатланса, унинг ички ишқаланишидаги босим йўқотилиши аниқлансин. Бу ҳисоблар труба узунлиги 10 м ва 100 м бўлганда кўриб чиқилсин.

1.23. 70% ли сирка кислотасини 14 т/соат массавий сарфда насос орқали узатилмоқда. Трубанинг ўлчамлари: диаметри  $53 \times 2,5$  мм га, узунлиги эса 88 м. Умумий босимнинг йўқотилиш қиймати 77 м га тенг. Агарда сууюқлик 18 м баландликка кўтариб берилиши лозим бўлса, қурилманинг ф.и.к. = 0,7 га тенг бўлса, сарфланадиган қувват миқдори ҳисоблаб топилсин.

1.24. Трубадан нисбий зичлиги 0,9 ва температураси  $60^\circ\text{C}$  бўлган какао ёғи узатилмоқда. Трубанинг гадир-бу.урлиги  $e = 0,9$  мм, узунлиги  $l = 200$  м, баландлиги  $H = 8$  м, сууюқлик сарфи  $V_c = 0,001$  м<sup>3</sup>/с ва босими 250 кПа бўлса, унинг диаметри ҳисоблаб топилсин.

1.25. Диаметри  $38 \times 3$  мм ли трубадан соатига  $20^\circ\text{C}$  ли ...

узум суслоси 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  $\rho_{\text{орт}} = 0,4 \text{ кг}\cdot\text{к}/\text{см}^2$  ни кўрсатаётган бўлса, шакар қиёмининг сатҳи ушбу манометр ўрнатилган нуқтадан қандай баландликда бўлади?

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

1.28. Зичлиги  $1032,5 \text{ кг}/\text{м}^3$  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, эҳтимий сарфи 18 м<sup>3</sup>/соат бўлган миқдордаги сут қонхона цехидан омбордаги резервуарга юборилмоқда. Труба қувурининг узунлиги 25 м. Унда 90°ли ( $R_{\text{бур}} = 50 \text{ см}$ ) 5 та тирсак бор. Труба қувурининг диаметри ва гидравлик қаршилиги аниқлансин.

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

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N1

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

•

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

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

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №2

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

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G	T	0,54	0,9	1,08	1,8	3,6	1,44	1,08	0,72	0,36	0,18
t	°C	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70
N	пахта ёғи, вино, сут, пиво, этил спирти, қанд қиёми, нефть, бензин, мазут, HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , симос, HCl, глицерин, тоғул										

## СУЮҚЛИКЛАРНИ УЗАТИШ ВА СИҚИШ

### Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

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

Насослар асосан икки турга: динамик ва ҳажмий насосларга бўлинади. Динамик насосларда суюқлик ташқи куч таъсирида ҳаракатга келтирилади. Насос ичидаги суюқлик насосга кириш ва чиқиш трубалари билан узлуксиз боғланган бўлади. Суюқликка таъсир қиладиган кучнинг турига кўра, динамик насослар парракли ва ишқаланиш кучи ёрдамида ишлайдиган насосларга бўлинади. Саноатд. 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 бирликлардаўлчанади.

Марказдан қочма насосларнинг сарфи қуйидагича ҳисобланади:

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

ёки

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

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

$d_1, d_2$  - насос гилдирагининг ички ва ташқи диаметрлари;  
 $\delta$  - насос курақларининг қалинлиги;  
 $z$  - курақлар сони;  
 $b_1, b_2$  - курақларнинг кириш ва чиқишдаги эни;  
 $\beta_1, \beta_2$  - курақларнинг кириш ва чиқишдаги эгрилик бурчаклари.

Энг содда поршенли насоснинг сарфи ушбуга тенг:

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

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

Кўп йўлли поршен насосининг сарфи

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

бу ерда  $i$  - насос цилиндрларининг сони.

Икки йўлли бир поршенли насоснинг сарфи:

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

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

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

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

$h_{yM} = h_c + h_x$  - трубаинг умумий гидравлик қаршилиги;

$H_r = H_c + H_x$  - геометрик баландлик.

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

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

Насоснинг ўқидаги қуввати фойдали қувватдан каттароқ бўлади, яъни:

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

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

Насоснинг иш унумдорлиги, напори, 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 ҳарakterистикаси деб юритилади.

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

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

2. Газодувкалар  $1,1 < P_2/P_1 < 3$  газ трубаларида катта 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 принципига кўра компрессорлар ҳажмий ва парракли бўлади. Газнинг ҳажми, босими ва температураси ўртасидаги боғланиш

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

$R$  газнинг босими,  $\text{H}/\text{м}^2$ ;  $v$  газнинг ҳолиштирма ҳажми  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;  $R = 8314/\text{M}$  - газларнинг универсал константаси,  $\text{Ж}/\text{кг с}$ ;  $\text{M}$  - молекуляр масса,  $\text{кг}/\text{кмоль}$ ;  $T$  - температура,  $\text{K}$ .

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

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

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

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

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

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

Вентиляторларнинг ҳажмий самардорлиги 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  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $\eta_{\rho}$  - ф.и.к. (вентиляторнинг аэродинамик хусусиятига кўра танла-

нади).

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

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

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

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

Умумий қувват куйидаги формуладан топилади:

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

Насос қурилмаларини ўрнатиш учун зарур бўлган қувват куйидагича аниқланади:

$$N_g = \beta \cdot N_{\text{ов}}$$

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

2.1-жадвал

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

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

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



ёки

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

Адиабатик сиқиш жараёни охиридаги газнинг температураси ушбу тенгламадан топилади:

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

(2.14-2.16) формулаларда:

$k$  адиабата кўрсаткичи;  
 $P_1$  ва  $P_2$  газнинг бошланғич ва охириги босими, Па  
 $V$  газнинг бошланғич шароитидаги солиш-  
ирма қажми, яъни  $P_1$  ва  $T_1$  бўлганда,  
 $m^3/kg$ ;  
 $i_1$  ва  $i_2$  - газнинг бошланғич ва охириги энтальпия  
лари, Ж/кг;  
 $R = 8310/M$  - газ константаси, Ж/кг·К;  
 $M$  - газнинг моляр массаси.  
 $G = 1$  кг газни бошланғич  $P_1$  босимдан охириги  $P_2$  бо-  
симга бир поғонада сиқиш пайтида компрессорнинг двигатели  
истеъмол қиладиган қувват  $N$  (кВт) ушбу тенгламада  
хисобланади:

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

$\eta$  - компрессор қурилмасининг ф.и.к.

Оддий поршенли компрессор иш унумдорлиги  $Q$  ( $m^3/c$ ) 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 полигона кўрсаткичи.

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

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

ёки

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

бу ерда  $n$  - сиқиш поғоналари сони;

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

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

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

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 қесимининг юзаси кўшни 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 коэффициенти 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:

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

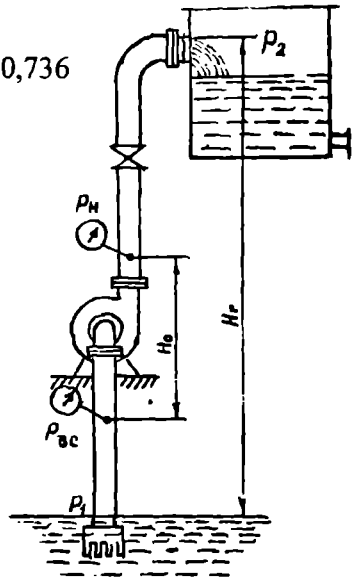
Ҳақиқий узатилган суюқлик миқдори:

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

Бунда, узатиш коэффициенти қуйидагиге тенг бўлади.

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

2-2. Ҳайдаш трубасига қўйилган манометр кўрсаткичи  $3,8 \text{ кгк/см}^2$  ( $0,38 \text{ МПа}$ ) га тенг. Насос суyoқлик (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 и ш:**

Сўриш трубасидаги сувнинг тезлиги

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

Ҳайдаш трубасидаги сувнинг тезлиги

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

Ҳайдаш трубасидаги босим атмосфера босимига тенг  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$  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  $\rho = 1120 \text{ кг/м}^3$

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

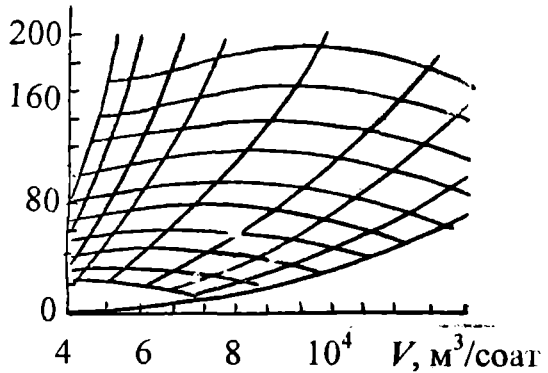
$$\eta_2 = \frac{1120 \cdot 9,81 \cdot 25,40 \cdot 0,02}{1000 \cdot 10,1} = 0,55$$

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 камайtirилса, марказдан қочма вентиляторнинг дросселлаш натижасида истеъмол қилаётган қуввати хисоблаб топилсин.

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



2.2-расм. Марказдан қочма типдаги вентиляторнинг характеристикаси

**Ё ч и ш:**

Бойданғич берилган асосан истеъмол қилаётган қувват қиймати

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

Ўзгартириш туфайли бурчак тезлиги доимий бўлган ҳолда, қилин

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

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

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-

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

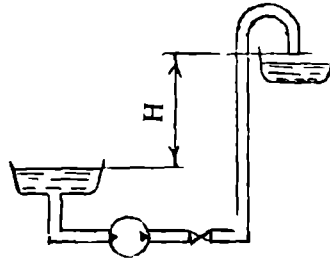
Бу қиймат эса аввалгилан бирмунча кичик қийматни ташкил этади.

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

**Е ч ш:**

Масалани ишлаш куйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

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



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

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

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

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

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

6) жақшалға асосан, чизікті интерполяциядан фойдаланиб,  
 $\Delta p/l = 8 \text{ кПа/м}$  лигини аниқлай лиз.

3) Топилган маълумотларни Бернулли тенгламасига қўйиб,  
 қуйидаги 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 нәпори  $22 \text{ м}$ , ҳажмий сарфи  $5 \text{ м}^3/\text{соат}$  бўлган насоснинг кавитация ва тез юривчанлик коэффициентларини, ҳамда истеъмол қилаётган қуввати ҳисоблаб чиқилсин. Суюқлик зичлиги  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

**Ечиш:**

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 коэффициентини эса қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

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

Кавитация коэффициентини эса ушбу тенгламадан топиш мумкин:

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

Ҳисоблаб топилган  $N$ ,  $\eta_{\text{тюз}}$  ва  $\nu$  параметрларнинг сон қийматлари шуни кўрсатадики, насоснинг ишлаш режими саноат миқёсида қўллаш учун ҳавфсиздир



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

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

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 коэффициенти ушбу формуладан ҳисобланади:

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

Берилган миқдордаги ҳавони узатиш учун зарур умумий напор

қуйидаги теңгламадан аниқланади:

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

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

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

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

2-9. Вентилятор ўқи  $n=500$  айлмин бўлганда  $0,8 \text{ м}^3/\text{с}$  миқдорда ҳаво оқиб ўтмоқда. Ҳаво қувурида ҳосил бўлган босим  $\Delta p=32 \text{ мм.суб.уст.}$  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 кўпайса, унинг иш унумдорлиги қуйидагича ўзгаради:

$$Q_2 = Q_1 \frac{n_2}{n_1} = 0,8 \cdot \frac{700}{500} = 1,12 \text{ м}^3/\text{с}$$

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 қувири учун ишлаётган насоснинг режим параметрларини ҳисоблаш;
3. Насосни ўрнатиш жойини аниқлаш;
4. Насос-труба қувири системасининг иш параметрларини ростлаш.

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

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

## КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

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

2.2. Насос атмосфера босими остидаги резервуардан,  $37 \text{ кгк/см}^2$  (~3,7 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 топилсин.

2.3. Насос нисбий зичлиги 0,91 га тенг бўлган писта ёғи. 380  $\text{дм}^3/\text{мин}$ . ҳажмий сарф билан узатмоқда. Насос двигатели истеъмол 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. Урнатилиши 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.у.ст.ни ташкил этади. Геометрик сўриш баландлик 3,6 м га тенг. Сувнинг қайси максимал температурасида, суюқликни сўрилиши мумкин бўлмайди?

2.6. Плуножер босиб ўтадиган масофа 480 мм, айланишлар сони минутига 60 га тенг. Узатиш коэффициенти эса 0,85. Плуножерли насоснинг поғонаси плуножернинг ҳар бир томонида узатаётган суюқлик миқдорини ва дифференциал поршенли насоснинг иш унумдорлигини (сарфини) қуйидаги шартлар бўйича аниқланг. Поғонали плуножер, катта диаметри 340 мм. кичиги 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 плуножерининг диаметри 180 мм, штокнинг диаметри 50 мм, кривошип радиуси эса 145 мм. Айланишлар частотаси минутига 55 га тенг. Насоснинг узатиш коэффициенти

тини топинг.

2.8. Бир минутда айланиш частотаси 1800 бўлган марказдан қочма насос температураси 30°C бўлган сувни соатига 140 м<sup>3</sup> миқдорда узатиб бериши керак. Насос ўрнатилган жойдаги ўртача атмосфера босими 745 мм.с.м.уст.ни ташкил этади. Сўриш тармоғидаги тула йўқотилган напор миқдори 4,2 м га тенг. Рухсат этилган назарий сўриш баландлигини аниқланг.

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

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

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

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

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

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

2.15. Узунлиги 30 м ва диаметри 0,15 м бўлган труба қувури орқали конфет массаси узатилмоқда. Унинг сарфи  $0,35 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/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, ёғнинг қовушоқлик коэфф.иенти  $\mu = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ , зичлиги  $\rho = 910 \text{ кг/м}^3$ , насоснинг ф.и.к.  $\eta_n = 0,80$ , сўриш трубасининг узунлиги  $l_{\text{сўр}} = 3 \text{ м}$ , узатиш трубасиники эса  $l_{\text{узат}} = 5 \text{ м}$  бўлса, ёғни  $V_c = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$  ҳажмий сарфда узатиш учун насоснинг напори ва қуввати қанча бўлиши керак?

2.17. Икки томонлама ишлайдиган плунжерли насос соатига  $20 \text{ м}^3$  сутни 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 коэффициенти 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  $0,205 \text{ м}$ ,  $R_{\text{бур}}/d = 4$ , кўтарилиш баландлиги  $h_f = 3 \text{ м}$ , 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 қувватини ҳисоблаб топинг.

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

2.21. Агарда, марказдан қочма тидаги насоснинг айланмишлар сопи  $2950$  дан  $2500 \text{ айл/мин}$  гача камайтирилса, унинг қуввати қанчага пасаяди. Ўзгартириш киритилгунга қадар, ишлайётган насос қуввати  $3 \text{ кВт}$  эди.

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

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №3

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

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

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №4

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

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги 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

Параметр	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  $Lu$  ва Рейнольдс  $Re$ .

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

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

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

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

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

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

$d$  - шарсимон заррача диаметри, м;  $\rho_k$  - заррача зичлиги,  $кг/м^3$ ;  $\rho$  - муҳит зичлиги,  $кг/м^3$ ;  $\mu$  - муҳитнинг динамик қовушоқлик коэффициентини, Па·с; яъни Н·с/м<sup>2</sup>, ёки  $кг/(м \cdot с)$ .

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

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

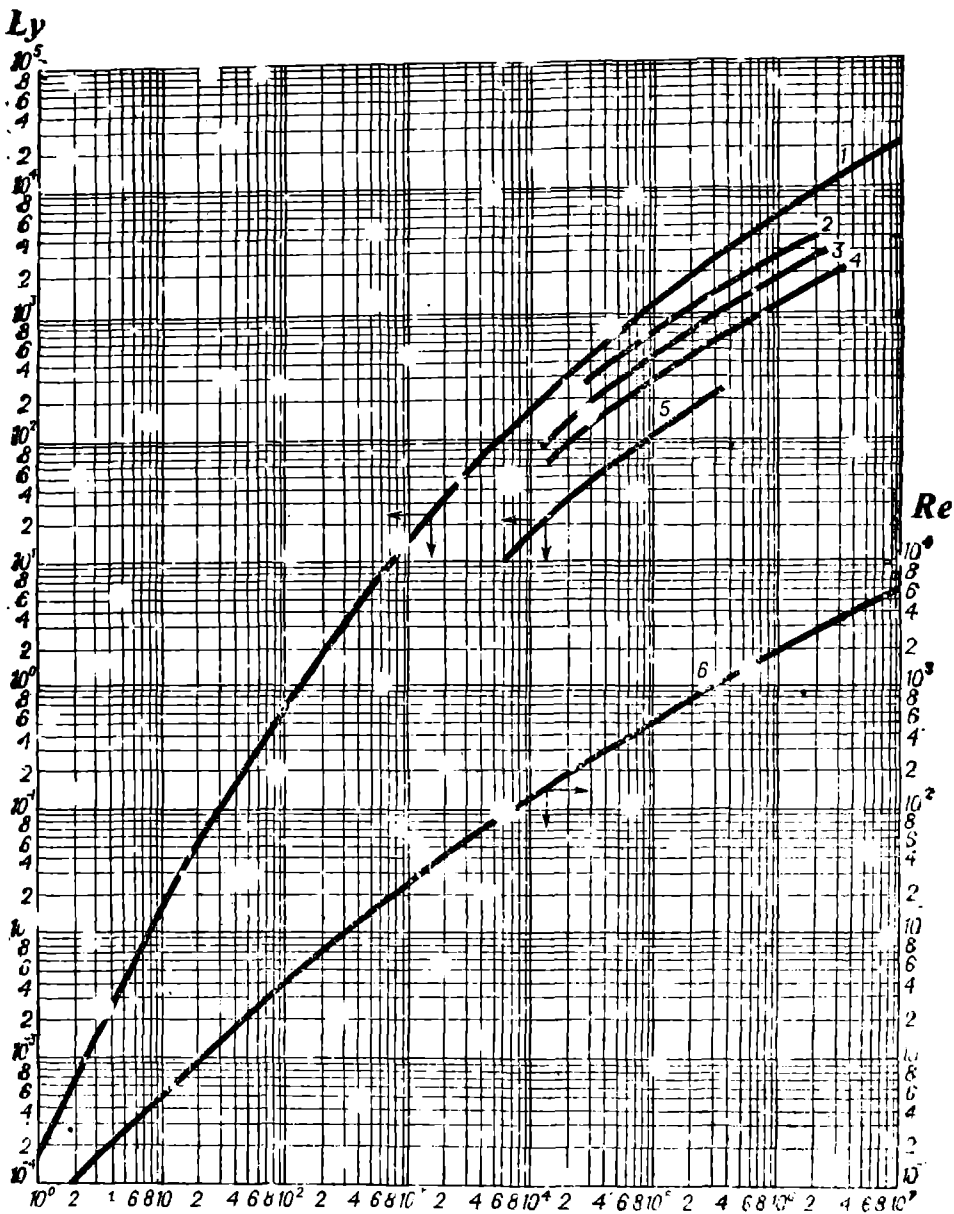
Архимед критерийси қуйидаги формуладан аниқланилади.

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

Ғалилей критерийси: Газли муҳитда чўктириш учун:

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





3.1-расм. Кузалмас қатламда қаттиқ заррачанин чўкиш ҳоли учун  $Re$  ва  $Ly$  критерийларининг  $Ag$  критерийиغا боғлиқлиги. 1,6-нارسимон заррачалар; 2-ду-ма юк; 3-бўрчаксимоя; 4-чўзинчок; 5-пластинасимон

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

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

ёки

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

Кейин эса чўктириш тезлиги ҳисобланади

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

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

$$w_v = \frac{w_k^2 \cdot \mu}{\mu \cdot g \cdot (\rho_k - \rho)} \quad (3.6)$$

Ундан сўнг Архимед критерийси 3'-расмдан аниқланади.

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

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

$V$  қурилма чўктириш юзасига параллел ҳолда ўтаётган суюқликнинг джмий сарфи,  $m^3/c$ ;  $w_v$  заррачанинг ўртача ҳисобий чўктириш тезлиги,  $m/c$ .

7. Узлуксиз ишлайдиган тиндиргич учун (3.7) формула

қуйидаги кўринишга эгадир:

$$F_v = \frac{G_0 \cdot \left(1 - \frac{c_6}{c_0}\right)}{\rho \cdot w_v} \quad (3.8)$$

$F$  - тиндиргичнинг чўктириш юзаси, м<sup>2</sup>;

$G_0$  - бошланғич концентрацияли суспензиянинг массавий сарфи, кг/с;

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

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

$\rho$  - тозаланган суюқлик зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;

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

Чўктириш қурилмаларининг иш унумдорлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

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

бу ерда  $F$  - чўқиш юзаси ёки резервуарнинг қўндаланг кесими, м<sup>2</sup>;  $h$  - суюқлик устунининг баландлиги, м;  $\tau$  - чўктириш вақти, с.

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

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

$\phi$  - заррача шаклига боғлиқ тузатиш коэффициенти.

3.1 - жадвал

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

Нотўғри шаклли 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>.

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

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

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

## ФИЛЬТРЛАШ

*Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар.*

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

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

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

бу ерда  $C$  — фильтр тўсиқнини гидравлик қаршилигини тавсиф қилувчи фильтрлаш доимийси,  $\text{м}^2/\text{м}^2$ ;  $K$  — чўкма га суяқликни физик-кимёвий хоссаларни ва фильтрлаш жараёни режимини ҳисобга олувчи фильтрлаш доимийси,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\tau$  — фильтрлаш давомийлиги, с.

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

13. Берилган ҳолатдаги фильтрлаш тезлиги ушбу тенглама орқали аниқланади:

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

ёки (3.14) тенгламани 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  $V$  катталақлар орасидаги боғлиқлик тўғри чизини орқали  $K$  ва  $C$  доимийликлар таж, иба йўли билан аниқланади. Улчанган  $V_1, V_2$ , катталиқларни абсцисса ўқига, ордината ўқига эса  $\Delta\tau_1/V_1, \Delta\tau_2/V_2$  қийматлари қўйилади. Бу олинган нуқталар орқали ўтган тўғри чиз қўрамада  $K$  ва  $C$  лар қўйидаги тенглама ёрдаида аниқланади:

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

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

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

бу ерда  $\Delta p$  - фильтрлаш жараёнидаги бссимлар фарқи, Па;  $\mu$  - фильтратнинг динамик қосушоқлик коэффициенти, Па·с;  $r$  - чўкманинг соллштирма қаршилиги (чўкма таркибидаги 1 кг қаттиқ, қуруқ моддалар ҳисобида), м/кг;  $c$  - фильтрлаш юзаси орқали 1 м<sup>3</sup> фильтрат ўтганда 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 фильтрат миқдори  $V$ , унинг зичлиги  $\rho$ , чўкманинг намлиги  $m$ , суспензиядаги қаттиқ заррачалар массавий қисми  $x$  боғлиқлик бўлиб, қуйидаги формула ёрдамида ифодаланади:

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

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

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

20. Суспензия зичлиги эса:

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

$x$  - суспензия таркибидаги қаттиқ фазанинг массавий 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>;  $n$  - суспензиядаги бир қисм қаттиқ фаза оғирлигига тўғри келадиган суюқ фаза оғирлиги ( $K:C=1:n$ ).

Узлукли ишлайдиган фильтрларнинг 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.

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

$\tau_\phi$  - филтрлаш вақти, с,  $\tau_{\text{ёрд}}$  - 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 ушғу 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:

$$p_n = h \cdot F_{\text{эф}} \quad (3.28)$$

$p_n$  - филтрлаш жараёнининг босими, Па;  $F_{\text{эф}}$  - плиталарга 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 ағи 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:

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



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

Центрифугала ҳосил бўлаётган марказдан қочма кучлар микдорининг оғирлик кучи тезланишдан неча марта кўплигини кўрсатувчи катталик ажратиш коэффициентини 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, с<sup>-1</sup>.

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 енгил учун сарф бўладиган иш, Ж.

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

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

бу ерда  $\lambda$  - ишқаланиш коэффициенти, 0,07-0,1 ораликда бўлади;  $M$  - айланишда ишқаланиш этилувчи материаллар оғирлиги, кг;  $w_b$  - вал цапфасининг айланиш тезлиги, м/с.

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

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

$\rho_x$  - ҳаво зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $\beta$  - қаршилик коэффициенти, ўртача қиймати 2,3 га тенг.

Центрифугани юргизиш пайтидаги умумий қуввати:

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

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

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

Центрифугаларни ўрнатиш қуввати зарур бўлган қувватдан 10-20 % кўпроқ қилиб белгиланади.

Чўктирувчи центрифуга иш унумдорлиги қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

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

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

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

$D_T$  ва  $L_T$  -  $\phi$  гатни чиқариш цилиндрининг диаметри ва узунлиги, м;  $d$  - чуқайтган энг кичик заррачалар диаметри, м;  $n$  - роторнинг айланиш частотаси, айл/мин;  $\mu$  - муҳитнинг динамик қорушоқлик коэффициентини, Па·с.

Труба-симон, юқори самарали центрифуга иш унумдорлиги қуйидаги кўринишдаги тенгламадан топилади:

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

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

## МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИНИНГ ГИДРОДИНАМИКАСИ:

Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

°

Қаттиқ жисмлардан иборат қўзғалмас қатлам ғоваклиги,

қаттиқ жисмлар эгалламаган бұш ҳажм улушига тенгдир:

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

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

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

Бу ерда  $V$ ,  $V_k$  - заррачалар ва қатлам ҳажмлари,  $m^3$ ;  $\rho$ ,  $\rho_k$  - 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 қиймати 0,4 га тенг деб қабул қилиш мумкин.

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

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

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

Мавҳум қайнаш қатламини гидродинамикасининг асосий харақтеристикаси —  $\Delta p_{кат}$  ўзгармасчигидир:

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

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

Мавҳум қайнаш қатламининг гидравлик қаршилиги куйидагича аниқланади:

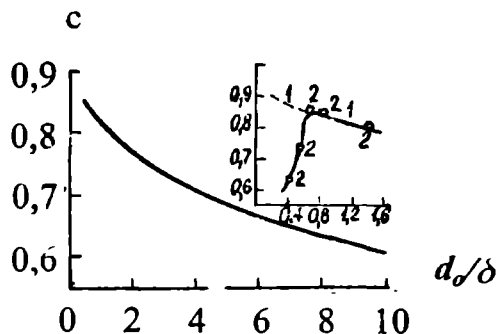
$$\Delta p = g \cdot (\rho_M - \rho) \cdot (1 - \varepsilon) \cdot h = g \cdot (\rho_M - \rho) \cdot (1 - \varepsilon_0) \cdot h \quad (3.44)$$

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

Газ тарқатувчи тўр. лнг гидравлик қаршилиги куйидаги тенглама орқали топилади:

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

бу ерда -  $\varphi = 0,010-0,05$  - газ тарқатувчи тўр тел.ликларининг 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. Коппел 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.

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

Ушбу тенглама кўзгалмас қатламнинг ҳолаклиги  $\epsilon_0 = 0,4$  учун келтириб чиқарилган ва  $\pm 20\%$  хаголикка эга.

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

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

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

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

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

ёки

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

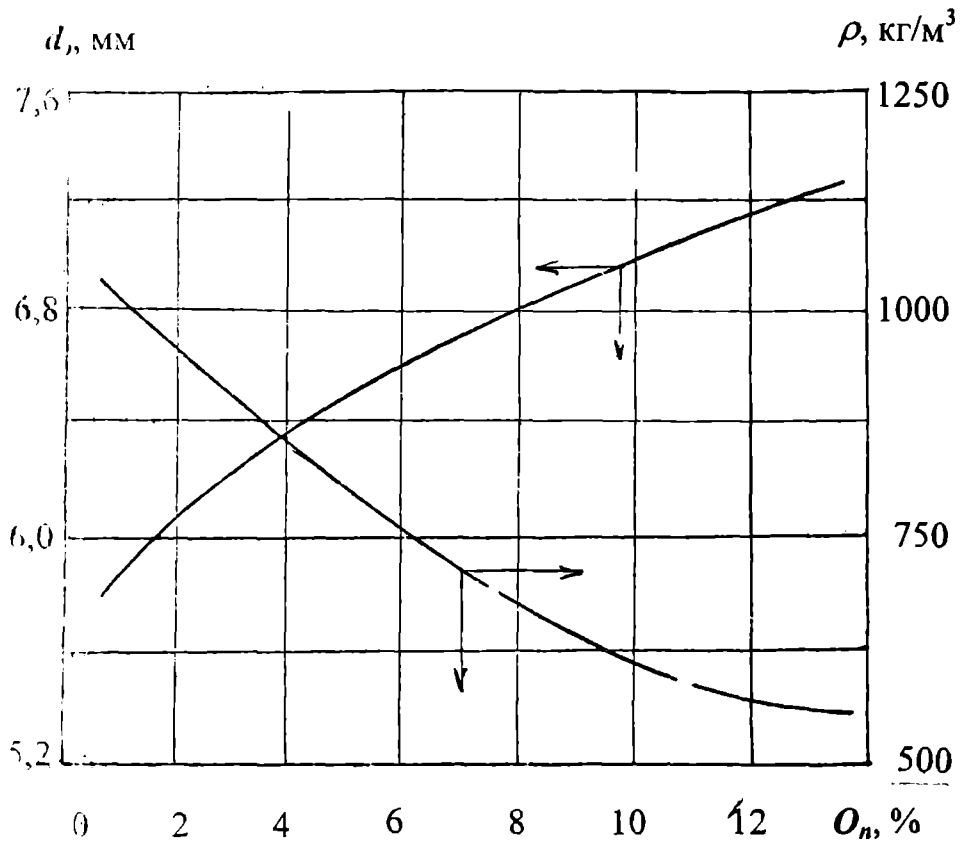
бу ерда  $\eta$  туклилик коэффициенти ва у қуйидаги формула ёрдамида топилади:

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

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

$$\text{Re}_{\text{мк}} = \frac{\eta^{-0,422} \cdot \text{Ar}}{20,16 + 0,687 \sqrt{\text{Ar}}} \quad (3.50)$$

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



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

Шарсимон бўлмаган заррачаларнинг шаклини белгилловчи катталик  $\Phi$  ҳисобга олган формула ушбу кўринишга 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 фазаклиги 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.

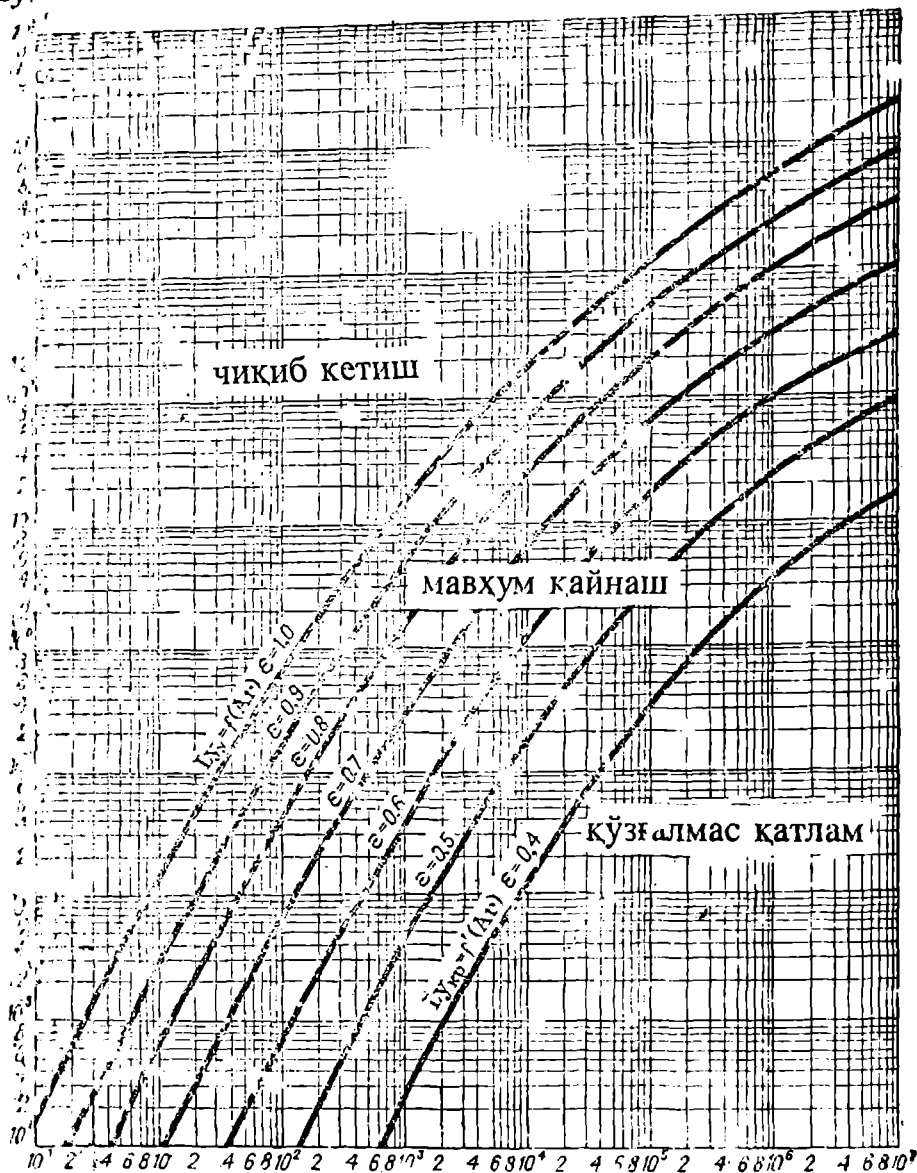
Оқимнинг ҳақиқий тезлиги қуйидаги тенглама билан ифодаланadi.

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

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

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

Lu



3.4-расм. Lu критерийсининг  $Ag$  критерийси ва қатлам ларнинг ғовақлиги  $\epsilon$  га боғлиқлиги.



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

Заррачаларнинг қатламда ўртача бўлиш вақти  $\tau$ :

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

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

## СУЮҚЛИКЛАРНИ АРАЛАШТИРИШ

### *Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар*

Ара аштириш жараёни учун гидродинамик ўхшашлик критерийлари қуйидаги кўринишга эга:

$$Re_{\text{м.коч}} = \frac{\rho \cdot n \cdot d^{12}}{\mu} \quad (3.59)$$

Кувват критерийси:

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

Фруд критерийси (марказдан қочма)

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

Бу критерийларда:  $N$  - аралаштиргич истеъмод қилаётган 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 ун. мдорлиги қуйидагича формула орқали топилади:

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

Узлуксиз ишлайдиган аралаштиргичларнинг иш унумдорлиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

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

$G_u$  - аралаштиргичга солинган маҳсулот миқдори, кг ( $M^3$ );  $\tau_\delta$  - 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 кувларини енгиш учун зарур қувват  $N_2$  қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

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

$f$  - ўқнинг сальникга ишқаланиш коэффициенти ( $f=0,2$ );  $l$  - сальник узунлиги, м;  $d$  - аралаштиргич ўқи 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 парракларига тушаётган қапшилик кучи

$$p = \frac{M_{a\Omega_1}}{r_0 \cdot z} \quad (3.67)$$

формула билан ҳисоблаб топилади. Бу ерда Майл. - айлантририш моменти, I .м;  $r_0$  ўқнинг ўртасидан парракнинг учига бўлган масофа, м;  $z$  - парраклар сони.

$$M_{a\Omega_1} = \frac{0,163 \cdot N_1}{n} \quad (3.68)$$

Аралаштиргич ўқининг диаметри қуйидагича формуладан топилади:

$$d = 1,71 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{a\Omega_1}}{\sigma_p} + c} \quad (3.69)$$

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

### МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ 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 қ и ш :**

Чўктириш тезлиги (3.1) формуладан аниқланади:

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

Заррачаларнинг чўкиши учун керакли вақт эса.

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

Чўктириш қурилмасининг узунлиги  $l$  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 фильтрпресснинг юзаси  $F=0.1 \text{ м}^2$  бўлганда, температураси  $20^\circ\text{C}$  ли тарқибда 13,9% кальций карбонат сэр сувли суспензияни филтратда 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
3,43·10 <sup>4</sup>	0,35	2,92	146
		7,80	888
10,3·10 <sup>4</sup>	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 фойдаланилад:

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

Агарда, босим  $3,43 \cdot 10^4$  Па ( $0,35 \text{ кг·к/см}^2$ ) бўлса, тажрибалар қуйидаги натижалар берди:

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

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

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

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

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

Тенгламалар системасини ечиб,  $K=278 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{соат}$  га  $C=4,7 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{м}^2$  тенглигини топами. 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 заррачаларнинг зичлиги  $\rho=2525 \text{ кг/м}^3$  ва энг кичик заррача диаметри  $3 \text{ мкм}$ . АОТ-800 маркали чўктирувчи автоматик центрифуга қуйидаги кўрсаткичларга эга: барабан диаметри  $800 \text{ мм}$ , ён деворининг устки қисми  $570 \text{ мм}$  ва узунлиги  $400 \text{ мм}$ . Айланиш частотаси  $1200 \text{ айл/мин}$ . Центрифуга ишлаш цикли  $20 \text{ мин}$ , шундан  $18 \text{ мин}$  суспензия чзатишга,  $2 \text{ мин}$  эса чўкманни олиб ташлашга сарфланади.

Юқорида қайд этилган шароитда, центрифуганинг иш унумдорлиги ҳисоблансин.

**Е ч я ш :**

Иш унумдорлиги (3.37) формула ёрдамида аниқланади:

$$V_v = 25,3 \cdot \eta \cdot L \cdot n^2 R_0^3 \cdot w \cdot k$$

Заррачалар чўкиш тезлигини Стокс формуласидан опиш мумкин:

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

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

Марказдан қочма куч таъсиридаги чўкиш тезлиги қуйидагича ҳисобланади:

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

Чўкиш режимини текширамиз:

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

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

Сўнгра,  $k$  ни аниқлаймиз:

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

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

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

3-4. Курилмадаги силикагелдан иборат мавҳум қайнаш қатлами, қуйидаги гранулометриқ тағ қибга 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  $\rho = 1100 \text{ кг/м}^3$ , тўпلام зичлиги эса  $\rho_{\text{тўп}} = 650 \text{ кг/м}^3$ . Ҳаво температураси 150°C. Мавҳум қайнаш сони  $K_v = 1,6$ .

Ҳавонинг қўштик, ҳақиқий ва илпчи 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.

Ғалвирдан ўтган 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:

$$d_3 = \frac{1}{\frac{0,43}{1,75} + \frac{0,28}{1,25} + \frac{0,1}{0,75} + \frac{0,12}{0,375}} = 1 \text{ мм}$$

Ҳавонинг  $150^\circ\text{C}$  даги динамик қовушоқлик коэффициентини аниқланади  $\mu = 0,024 \cdot 10^{-3}$  Па·с (Иловадаги 1.4 - расм).

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

$$\rho = 1,29 \cdot \frac{273}{273 + 150} = 0,35 \text{ м/с}$$

Архимед критерийси қўйидагига тенг бўлади:

$$Ar = \frac{g \cdot d_3^3 \cdot \rho_k \cdot \rho}{\mu^2} = \frac{9,81 \cdot 1^3 \cdot 10^{-9} \cdot 1,1 \cdot 10^3 \cdot 0,835}{2,4^2 \cdot 10^{-10}} = 1,555 \cdot 10^4$$

$Ar = 1,565 \cdot 10^4$  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 тезлигини аниқлаймиз

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

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

$$L_y = K_w^3 \cdot L_{y_{кр}} = 1,6^3 \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 1,23 \cdot 10^{-1}$$

3.4- расмдан  $L_y=1,23 \cdot 10^{-1}$  ва  $A_r = 1,565 \cdot 10^4$  бўлганда қатлам ғоваклиги  $\epsilon = 0,47$ .

Қатламнинг бўш ғўндаланг кесимида эвонинг ҳақиқий тезлиги ушбу формуладан топилади:

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

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,

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

3-6. Барабаннинг максимал диаметри 390 мм ва баландлиги 400 мм бўлган сепаратор куйидаги техник характеристикаларга эга: иш унумдорлиги  $M=13,9 \cdot 10^{-7}$  л.<sup>3</sup>/с; тарелкалар сони  $z=110$  та; тарелкалар баландлиги  $H=138$  мм;  $R_{ка}=140$  мм;  $\alpha=55^\circ$ ; барабаннинг айланиш частотаси  $n=100$  с<sup>-1</sup>. Тарелкалар орасидаги масофа  $h=0,5$  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 џ и ш:

Сепарация жараёни инг биринчи босқ. чи ҳаракат пайтида ҳосил бўлаётган ёғ шарчаларининг энг катта ўлчами ушбу формула орқали топиш мумкин;

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

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

$$= 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

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

$$= \frac{13,9 \cdot 10^{-7} \cdot 10^6}{5,55 \cdot 10^4 \cdot (14 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 110 \cdot 0,57 \cdot 2900 \cdot 40} = 7 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Сепараторнинг ажратиш фактори қуйидаги формула да ҳисобланади:

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

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

Сепаратор истеъмол қилаётган қувват ушбу формуладан

аниқланади:

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

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

$R_{\text{ка}}$  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

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

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

$R_{\text{ки}}$  учун

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

Суюқлик оқимининг тезлиги эса, ушбу формуладан аниқланади:

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

$R_{\text{ки}}$  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 писта 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 топилсин.

**Е ч и ш:**

Филтрпресснинг иш унумдорлиги ушбу формуладан ҳисобланади:

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

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

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

Ёғнинг зичлиги  $\rho=904$  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 (змеевик) 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 тўғри келади (Re=100).

Аралаштириш жараёнининг Эйлер критерийси сон қийматини

аниқлаймиз:

$$Eu = 0,84 \cdot Re^{-0,05} = 0,84 \cdot 17000^{-0,05} = 0,52$$

Ўнгра, аралаштириш учун зарур ишчи қувватни топамиз:

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

Қабул қилинган аралаштиргич ўлчамлари, геометрик ўхшашлик шартларига мос келмаганлиги учун, қуйидаги берилаётган тенгламадан кузатиш 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 змеєвик ўрнаилган 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  $l$  ушбу йўл билан топил мумкин:

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

Демак,

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

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

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

### КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

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

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

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

3.4. Таркибида 20% (массавий) қаттиқ фаза, нисбий солиштирама оғирлиги 1,2 га тенг булган  $10 \text{ м}^3$  суспензия филтрлангандан сўнг, филтрда қанча миқдорда ҳу чўкма йиғилади? Чўкманинг намлиги 5%.

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

3.6 3-8 намунада ечиб кўрсатилган масала шартлари асосида

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

3.7. Температураси 40°C бўлган 20 м<sup>3</sup> пахта ёғи бор. Ушбу миқдордаги ёғни 29430 Па босимда 4 соат мобайнида фильтрлаш учун неча дона типиги фильтрпресслар керак?

3.8. 30°C температура ва 14750 Па босимда зиғир ёғи фильтрлаш юзаси 5 м<sup>2</sup> бўлган лаборатория фильтрпрессидида фильтрланмоқда. Фильтрпресс 30 минут ишлаганда 480 л ёғ олинди, Жараённинг фильтрлаш коэффициенти аниқлансин.

3.9. 50°C температура ва 20000 Па босимда пахта ёғи фильтрлаш юзаси 7,6 м<sup>2</sup> бўлган фильтрпрессда фильтрланмоқда. Агарда, 90 мин вақт ичида 3 м<sup>3</sup> ёғни фильтрлаш зарур бўлса, жараённинг босими қанча бўлиши керак?

3.10. Центрифуга барабанининг ички диаметри 1 м га, айланиш частотаси эса, минутига 500 га тенгдир. Сууюқлик қатламининг қалинлиги 10 см бўлганда, барабан деворига кўрсатилаётган солиштирма босимни ҳисобланг. Сууюқлик зичлиги 1100 кг/м<sup>3</sup> га тенг.

3.11. Центрифуга барабани 0,5 м бўлганда, айланишлар частотаси (1 минутдаги айланишлар с ни) ни аниқлаш керак. Барабан деворларига кўрсатилади ан босим 5 кгк/см<sup>2</sup> (0,5 МПа)га тенг бўлиши керак. Ажратиш учун центрифугага 400 кг суспензия солинган.

3.12. Куйидаги шартлар ёрдамида гранулламанган алюмосиликагел заррачалари маълум қайнаш қатлами ҳолатига ўтказиш учун талаб қилинадиган ҳаво тезлигини аниқланг: ҳаво температураси 100°C, алюмосиликагелнинг зичлиги 968 кг/м<sup>3</sup>, заррача диаметри 1,2 мм. Кўзгалмас қатлам баландлиги 400 мм бўлганда, унинг гидравлик қаршилиги қандай бўлади?

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

3.14. Қурилмада ҳаво оқимининг тезлиги 0,2 м/с бўлганда, мавҳум қайнаш ҳолатига ўтаётган гранулламанган кўмир заррачаларининг энг катта диаметрини топинг. Ҳавонинг температураси 180°C. Агарда ҳаво тезлиги 0,4 м/с гача оширилса, заррачаларнинг хажмий концентрациясини ҳам аниқланг. Кўмирнинг зичлиги 660 кг/м<sup>3</sup>

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

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

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

3.17. Агарда 3 та циклда 42 м<sup>3</sup> вино тозаланса, пластиналарни филтёрнинг ўртача иш унумдорлигини аниқланг. Ҳар бир цикл филтёрлаш вақти (3 соат) ва филтёрни тозалаш ва ишга тайёрлаш вақти (1 соат) лардан ташкил топган.

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

3.19. Узлукли ишлайдиган центрифуганинг диаметри 0,8 м ва баландлиги 0,4 м барабани 1700 айл/мин частота билан айланиб суспензия центрифугаланмоқда. Цантурилмага 15 кг суспензия берилмоқда. Суспензиянинг зичлиги 1480 кг/м<sup>3</sup>. Юқоридаги шарт шариоитларда центрифуганинг ажратиш коэффициентини ва филтёрлаш босимини аниқланг.

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

3.21. Қуйидаги маълумотларга асосланиб НИИ "ОГАЗ" типидаги циклон танлансин: чанг ҳаво сарфи 5100 м<sup>3</sup>/соат (0°C ва 760 мм.с.м.уст.), температураси 50°C, зичлиги 1200 кг/м<sup>3</sup> ва энг кичик заррачалар диаметри 15 мкм. Циклоннинг гидравлик қаршилиги ҳам аниқлансин.

3.22. Ювиш интенсивлиги 10 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>мин); чўкма қатлам қалинлиги 25 мм; ювиш суви филтёратидаги тузнинг бошланғич концентрацияси 40 г/дм<sup>3</sup>; филтёрлаш вақти 1 соат 10 минут бўлса, ювиш тезлиги константани аниқланг.

3.23. Ўқдаги қувват 7 кВт бўлган, умумий ўқда ўрнатилган 2 га икк парралли аралаштиргични мустақкамлиги ҳисоблансин. Парраллар диам. тори 1,6 м, энг 0,16 м ва ўқнинг айланми соми 48 айл/мин. Аралаштиргич Ст.3 материалдан тайёрланган ва ўқнинг диаметри 0,16 м

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

3.25. Техник глицеринни ( $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$ ,  $\mu=1.6 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ) 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 пропеллерни аралаштиргич минутига 90 марта айланиб винони аралаштириши учун қандай қувватли двигател зарур? Вино солинган резервуар диаметри 0,12 м., баландлиги 1,5 м, идишдаги суюқлик баландлиги 1,2 м, пропеллер диаметри 0,3 м, ўқ диаметри 0,05 м, вино температураси  $15^\circ\text{C}$ .

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

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

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

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

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



## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №5

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

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\rho$	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

Тараметр	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 шаргли тезлиги -  $w_{ш}$ , м/с;

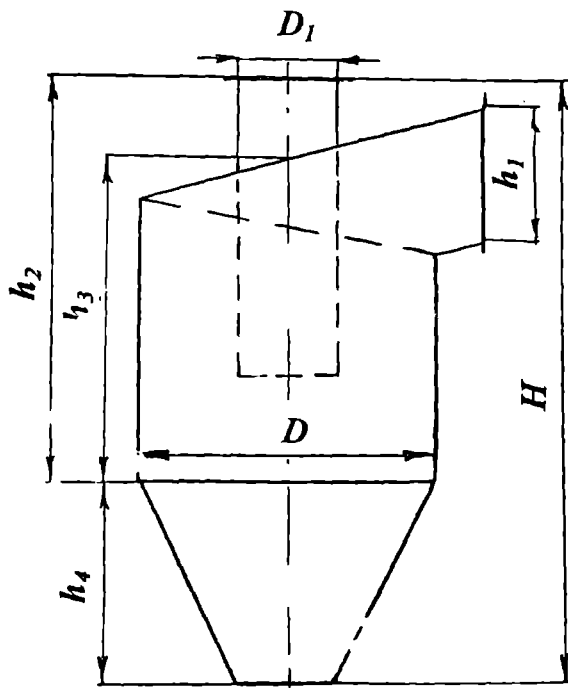
б) циклон диаметри -  $D$ , м;

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

Пара-метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охиридан олдинги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\xi$	—	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.

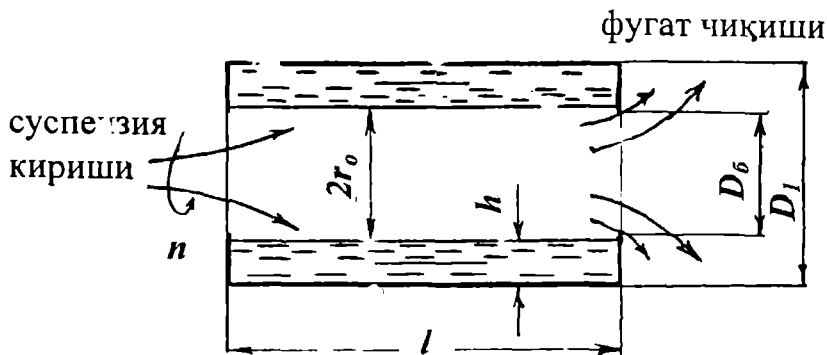
## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N7

CaCl<sub>2</sub> нинг сувга эритмаси кристаллизаторга юборилмоқда. Кристаллизаторда ҳосил бўлаётган суспензия горизонтал автоматик центрифугага туширилмоқда. Центрифуга ф.и.к.  $\eta=0,5$  деб қабул қилинсин. CaCl<sub>2</sub> заррачаларнинг зичлиги  $\rho_k=2500$  кг/м<sup>3</sup>, муҳитники эса  $\rho=1200$  кг/м<sup>3</sup>, суспензиянинг температураси 45°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, фугат ўз хоссалари бўйича сувга яқин деб ҳисобласак, центрифуганинг иш унумдорлиги аниқлашсин.

Ла- рам е-р	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 <sub>6</sub>	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 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 ТОПШИРИҚ №8

Туклилиги  $O_p$  бўлган пахта чигитини температураси . ҳаво эндамида мавҳум қайнаш ҳолатига келтирилмоқда. Мавҳум қайнаш қур'лмасидаги босим - атмосфера босимига тенг.

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

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

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №9

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

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t_1$	мин	2	4	20	15	6	16	12	18	14	8
$V_1$	дм <sup>3</sup>	1	2	8	5	3	8	6	9	7	4
$t_2$	мин	15	25	100	50	30	50	60	100	90	55
$V_2$	дм <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 АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИ

Кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноатларда материалларни иссиқлик ёрдамида ишлов бериш жуда кенг тарқалган жараёнлардан биридир. Технолгик жараённинг мақсади ва характериға қараб материалнинг температураси бир меъёрда ушлаб турилади, иситилади, совути ади ёки музлатилади, буёлар 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,

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

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>;  $\Delta t_{\text{ур}}$  – иссиқ ва совуқ муҳитлар температуралари ўртасидаги фарқи, °С.

#### 2. Иссиқлик алмашининг қурилмасининг иссиқлик баланси.

2.1. Иссиқлик ташувчи агентларнинг агрегат ҳолати ўзгараганда:

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

2.2. Иссиқлик ташувчи муҳитларнинг бирортасининг агрегат ҳолати ўзгарганда:

$$Q = D \cdot r + D \cdot c_{\text{конд}} \cdot (t_6 - \theta_{\text{конд}}) = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_2'' - t_2') + Q_{\text{инк}} \quad (4.3)$$

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

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

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

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

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

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

$K$  ва  $K_1$  лар ўртасида куйидаги боғлиқлик бор.

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

(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 қалинлиги, м;  $\lambda_{\text{д}}$  — деворнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $d_1$  ва  $d_2$  — трубанинг ички ва ташқи диаметрлари, см;  $\Sigma r_{\text{и}}$  — девор ва ундаги ифлосликларнинг термик қаршиликлар йиғиндисин;  $t_{\text{и1}}$

ва  $\gamma_{и2}$  - трубаинг ички ва ташқи деворларидаги ифлосликларнинг термик қаршилиги,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ .

Баъзи бир иссиқлик ташувчи агентларнинг  $\gamma$  тахминий қийматлари 4.1-жадвалда келтирилган.

4.1-жадвал

Иссиқлик ташувчи агент	$R_{\text{ифл}}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$
Ифлосланган сув	$(7,19-5,3) \cdot 10^{-4}$
Ўртача ифлосланган сув	$(5,3-3,4) \cdot 10^{-4}$
Тезаланган 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:

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

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

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

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

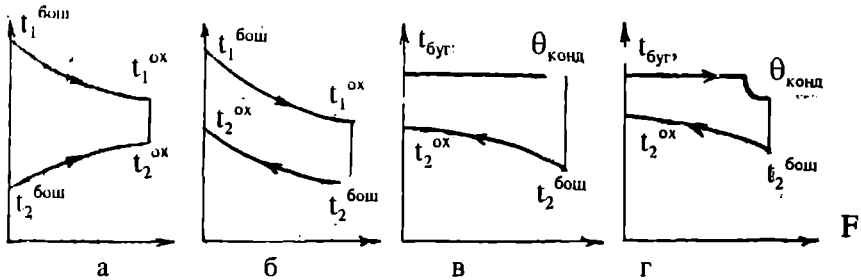
4.1. Иссиқлик ташувчи муҳитларнинг агрегат ҳолати ўзгарганда (4.1а,б-расмлар)  $\Delta t_{\text{ка}}$  ва  $\Delta t_{\text{ки}}$  қуйидагича аниқланади.

бир хил йўналиш учун

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

қарама-қарши йўналиш учун

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



4.1-расм. Иссиқлик алмашиниш жараёнида температураларнинг ўғариш графиклари. а-бир хил йўлли, агентларнинг агрегат ҳоли ўзгармайди; б-қарама-қарши, агентларнинг агрегат ҳоли ўзгармайди; в-қарама қарши агентларнинг агрегат ҳоли ўзгарди.  $\theta_{\text{конд}} = t_3$ ; г-худди /в/ дагидек, фақат  $\theta_{\text{конд}} < t_3$ .

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

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

5. Иссиқлик бериш коэффициентини  $\alpha$  критериял тенгламаларда топилди.

Конвектив иссиқлик алмашинишнинг критериял тенгламаси умумий ҳолда қуйидаги кўриниши эга

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

Бу ердаги, асосий ўхшашлик критерийлари ушбу формулаларда топилди:

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



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

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

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

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

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

Фазовий ўзгариш критерийсини қуйидаги тенгламадан аниқланади:

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

(4.11-4.18) формулаларга кирувчи параметрлар:

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

Ушбу катталиклар ҳар бир ҳуюқлик учун ўртача температурада топилади:

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

Температуралар фарқи олатда тегишли ҳисоблар ўтказиш учун олдиндан берилади ва ундан сўнг кетма-кет яқинлашиш усули ёрдамида аниқроқ қиймати топилади.  $\Delta t$  ва  $t_d$  катталиклари солиштирма иссиқлик оқимларнинг баланси тенгласидан 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 оқим 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 тўлиқ периметри,  $m$

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

5.1. Иссиқлик тапқувчи 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 коэффициенти  $\alpha_1$  қуйидагича ҳисоблаш

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

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

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

4-2 жадвал

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

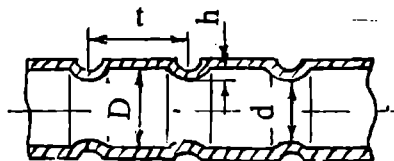
Тўғри труба ва каналларда ламинар режимда ( $Re < 2320$ ) иссиқлик бериш қуйидаги ҳисоблаш тенгламасидан аниқланади:

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

ёки

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

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



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

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

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

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

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

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

Газларни иситиш пайтида,

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

Газларни совитиш пайтида

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

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

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

бу ерда

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

7 Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг (4.3-расм) иссиқлик ўтказиш юзаси ушбу формула орқали топилади:

$$F = n \cdot d_{\text{ср}} \cdot l \cdot n \quad (4.32)$$

бу ерда  $n$  - трубалар сони,  $m$ ;  $l$  - 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 трубади қурилманинг қўллар 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 муҳимнинг зичлиги,  $\text{кг/м}^3$

9. Иссиқлик ўтказувчанлик.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$c$  – 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 топилади:

$$\lambda_1 = \lambda_{90} \cdot [1 - \varepsilon \cdot (t - 30)] \quad (4.43)$$

бу ерда  $\varepsilon$  – температуравий коэффициент.

Газли 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:

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

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

9.6. Газларнинг паст Ҳосимлардаги 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

на 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 ИШЛАШ НАМУНАСИ

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

**Е ч и ш:**

Ҳисоблаш қуйидаги тартибда олиб борилади:

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

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

2. Буғнинг параметрлари 22-жадвалдан топилди. Буғнинг  
концентрацияси 75% бўлганда конденсацияланиш темпера-  
тураси  $t = 82,8^{\circ}\text{C}$ , буғланиш иссиқлиги  $r = 1210$  кЖ/кг, зичлиги эса  $\rho =$   
 $1,145$  кг/м<sup>3</sup>.

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,  $\Delta t_{\text{ур}}$  (4.7) формула орқали  
ҳисобланади:

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



4. Қондeсаторнинг иссиқлик юкламаси (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, қондeсацияланаётган суюқлиқнинг массавий сарфи (4.3) формуладан топилади:

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

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

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

4-2. Қожух-труба илтиқлик алмашилиш қурилмасининг диаметри  $d=25 \times 2$  мм ли, 13 та трубадан ясалган. Қожухнинг ички диаметри 273 мм. Қурилмада соатига 10 т сув  $10^\circ$  дан  $70^\circ\text{C}$  га чад иситилмоқда. Сув труба ичидан ва трубалараро бўшлиқдан ўтаётган пайтидаги илтиқлик эриш коэффициентини топилин

**Е ч и ш:**

Ҳисоблаш қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

1. Илтиқладаги 4-жадвалдан  $t_{\text{гр}} = 40^\circ\text{C}$  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 критерийи  $Pr = 4,31$ .

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

$$w = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2 \cdot n \cdot 3600 \cdot \rho} = \frac{4 \cdot 10000}{3,14 \cdot 0,021^2 \cdot 13 \cdot 992 \cdot 3600} = 0,62 \text{ м/с}$$

3. Рейнольдс критерийи (4.14) формуладан топилади:

$$Re = \frac{0,62 \cdot 0,021 \cdot 992}{657 \cdot 10^{-6}} = 19658,8$$

5.  $Re > 10000$  бўлгани учун,  $\epsilon_1 = 1$  ва  $(Pr/Pr_d) = 1$  деб қабул қилиб, Нуссельт  $Nu$  қиймати (4.22) тенглама орқали аниқланади:

$$Nu = 0,021 \cdot 19568,8^{0,6} \cdot 4,31^{0,43} = 107,17$$

унда иссиқлик бериш коэффициентини қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\alpha_2 = \frac{107,17 \cdot 0,634}{0,021} = 3234 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

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  $S = 0,052 \text{ м}^2$  - трусларо 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. Трубаларо бўшлиқнинг эквивалент диаметрини (4.21) формуладан топиш мумкин:

$$d_s = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot (0,273^2 - 13 \cdot 0,025^2)}{3,14 \cdot (0,273^2 + 13 \cdot 0,025^2)} = 0,11 \text{ м/с}$$

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  $Nu$  (4.22) 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  $(Pr/Pr_s) = 1$  инobatга олиб, турбулент ҳаракат режими учун (4.22) 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 оралигидаги фарқ 2,9% ни ташкил этади.

4-3. Диаметри 1,8 м ва баландлиги 2,6 м ўлчамларга эга бўлган цилиндрик резервуарнинг 80% қувватланган вино билан тўлдирилган. Ушбу винони 15°C дан 57°C гача иситиш учун қанча иссиқлик миқдори сарф бўлади? Иссиқликнинг атроф муҳитга 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,

$$V_a = \varphi \cdot V$$

формуладан аниқланди. Унинг миқдори эса,

$$M = V_a \cdot \rho$$

бу ерда  $\rho = 1010 \text{ кг/м}^3$ . Унда,

$$M = \varphi \cdot \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot H \cdot \rho = 0,8 \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} \right) \cdot 2,6 \cdot 1010 = 5346 \text{ кг}$$

Иситиш учун зарур иссиқлик миқдори

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

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

## КОЖУХ-ТРУБАЛИ ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШИ ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Ректификацион колоннадан чиқаётган  $G_1 = 6,0 \text{ кг/с}$  миқдордаги куб қолдиги  $t_{\text{қолдиги}} = 102,5^\circ\text{C}$  дан  $t_{10} = 30^\circ\text{C}$  гача совитиш учун кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси (4.3-расм) ҳисоблангани ва нормаллашган қурилма танлансин. Куб қолдиги коррозияга актив органик суюқлик бўлиб, ўртача  $t_1 = 0,5(t_{16\text{с.ш}} + t_{10\text{х}}) = 66^\circ\text{C}$  да қуйидаги физик-кимёвий характери-стикаларга эга:

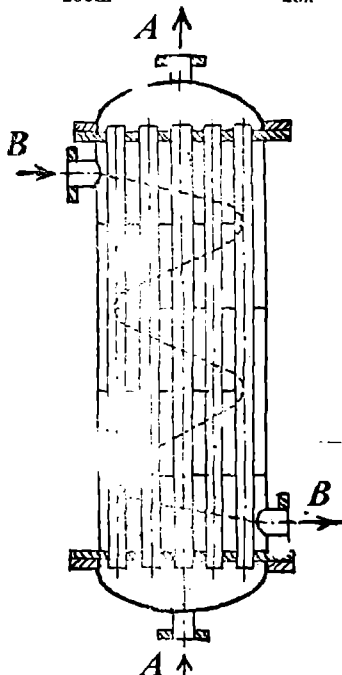
$$\rho_1 = 906 \text{ кг/м}^3;$$

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

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

$$\beta_1 = 0,00048 \text{ К}^{-1}.$$

Совитиш сув ёрдамида амалга оширилмоқда ва унинг температура-  
тураси  $t_{26\text{ош}} = 20^\circ\text{C}$  дан  $t_{20\text{х}} = 40^\circ\text{C}$  гача қўтарилмоқда.



4.3-расм. Сетма-т шаклидаги қўндаланг тўсиқли кожух - труба-ли иссиқлик алмашиниш қурилмаси

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

1) Қурилманинг иссиқлик алмашиниш юзламини топаётган:

$$Q = G_1 \cdot c_1 (t_{1\text{боил}} - t_{1\text{ох}}) = 0,6 \cdot 4,20 \cdot (102,5 - 30) = 1820000 \text{ Вт}$$

2) Иссиқлик баланси тенгласидан сувнинг сарфлини аниқлаймиз:

$$G_2 = \frac{Q}{c_2 \cdot (t_{2\text{ох}} - t_{2\text{боил}})} = \frac{1820000}{4180 \cdot (40 - 20)} = 21,8 \text{ кг/с}$$

бу ерда  $c_2 = 4180 \text{ Ж/кг}\cdot\text{К}$  - сувнинг  $t_2 = 0,5 \cdot (t_{2\text{боил}} + t_{2\text{ох}}) = 30^\circ\text{C}$  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:

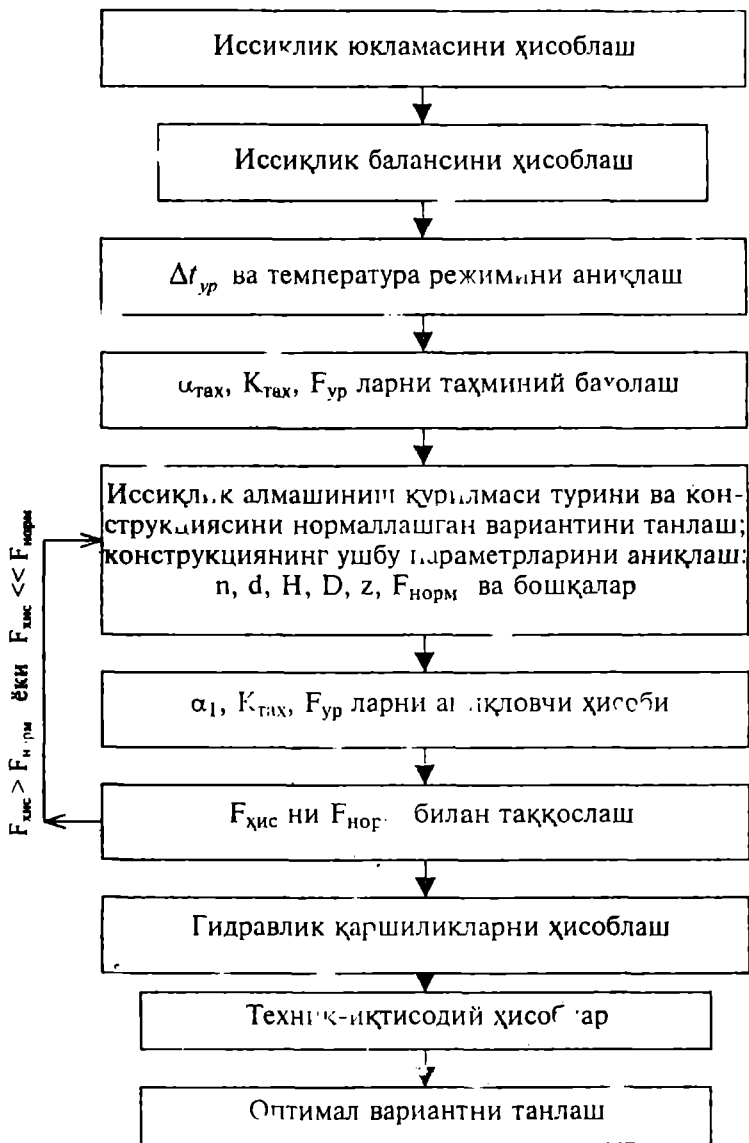
$$\Delta t_{\text{лр}} = \frac{(t_{1\text{боил}} - t_{2\text{ох}}) - (t_{1\text{ох}} - t_{2\text{боил}})}{\ln \frac{t_{1\text{боил}} - t_{2\text{ох}}}{t_2 - t_{2\text{боил}}}} = \frac{(102,5 - 40) - (30 - 20)}{\ln \frac{62,5}{10}} = 28,6^\circ\text{C}$$

#### 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 қолдиги - коррозия оқшол муҳит бўлгани учун уни труба ичига йўналтирамиз, сувни эса трубалараро бўшлиққа юборамиз.

Труба ичидаги суюқликнинг оқиши турғун, турбулент режим ва унга тегишли Рейнольдс сонини тахминан  $Re_{\text{тах}} = 15000$  деб қабул қиламиз. Суюқликнинг бундай оқиш режими диаметри  $d = 20 \times 2 \text{ мм}$ , трубалар сони  $n$  та бўлган бир йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмасида мумкин.

$$\frac{n}{z} = \frac{4 \cdot G_1}{n \cdot d \cdot Re_{\text{тах}} \cdot \mu_1} = \frac{4 \cdot 6,0}{n \cdot 0,016 \cdot 15000 \cdot 0,00054} = 59$$



4.4-расм. Исциклик алмашинини қурilmасини ҳисоблаш схемаси

$d = 25 \times 2$  мм ли трубалар учун

$$\frac{n}{z} = \frac{4 \cdot 6.0}{n \cdot 0.021 \cdot 15000 \cdot 0.00054} = 45$$

Суюқликларни турбулент режимда оқишига тегишли иссиқлик ўтказиш коэффициентининг тахминий минимал сон қиймати қуйидагига тенг бўлади:  $K_{\text{таж}} = 800 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  (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	140 – 340
углеводород, мойлар учун	120 – 270	30 – 60
Конденсацияланаётган сув буғидан сувга	800 – 3500	300 – 1200
Конденсацияланаётган сув буғидан органик суюқликга	120 – 340	60 – 170
Конденсацияланаётган органик суюқлик буғидан сувга	300 – 800	230 – 460
Конденсацияланаётган сув буғидан қайнаётган сувга	-	300 – 2500

Шунда, иссиқлик алмашиниш юзасининг тахминий сон қиймати қуйидагига тенг бўлади:

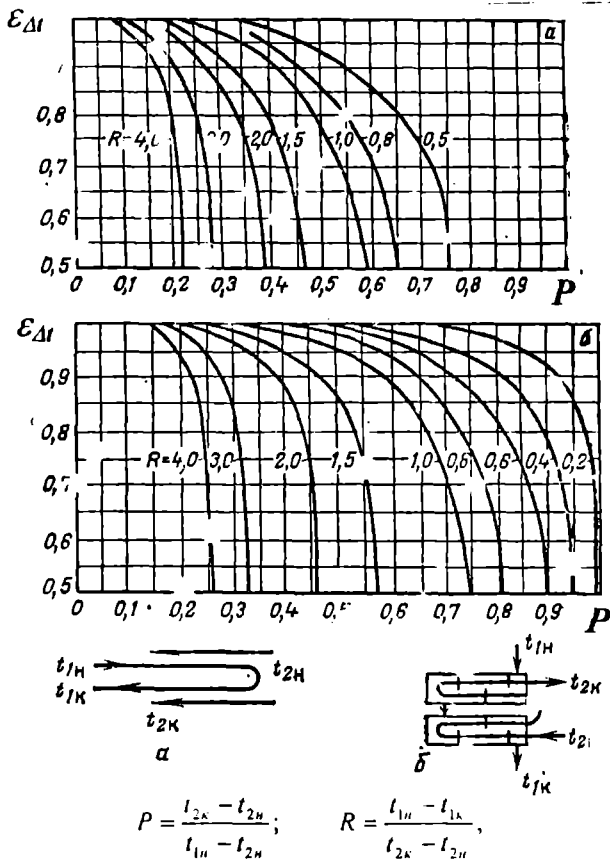
$$F = \frac{Q}{\Delta t_{\text{ср}} K} = 79,5 \text{ м}^2$$

6- жадвалдан кўрииб турибдики, ушбу юзали иссиқлик ал-



машиниш қурилмаси кожухининг диаметри 600-800 мм дир. Шунга аҳамият бериш керакки, фағ т йўллар сони  $z = 4$  ва 6 бўлган қўл йўлли қурилмалардагин:  $n/z$  нисбати 50 га яқин.

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



4.5-расм. Иссиқлик ташувчи агентларнинг ўзаро мураккаб ҳаракатлари учун  $\epsilon_{\Delta t}$  тузатмани аниқлаш.

4.5 расмдан ўртача температуралар фарқи учун тегишли тузатиш қийматини топамиз:

$$P = \frac{t_{2ox} - t_{2boи}}{t_{1boи} - t_{2boи}} = \frac{40 - 20}{102,5 - 20} = 0,24$$

$$R = \frac{t_{1boи} - t_{2ox}}{t_{2ox} - t_{2boи}} = \frac{102,5 - 30}{40 - 20} = 3,6$$

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

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

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

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

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

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

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

### 5) Иссиқлик ўтказиш юзасини аниқловчи ҳисоби:

#### Вариант Iк

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

$$Pr_1 = \frac{c_1 \cdot \mu_1}{0,662} = \frac{410 \cdot 0,0054}{0,662} = 3,4$$

Труба ичида турбулент режимда оқаётган суюқликни иссиқлик алмашиниш коэффициенти қуйидаги формула орқали аниқланади:

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

$t_1$  ва  $t_{1деп}$  температуралар фарқи кичик бўлгани учун ( $\Delta t_{ур} = 28,6^\circ\text{C}$  дан кам)  $(Pr/Pr_{деп})^{0,25}$  тузатма ҳисобга олинмаса ҳам бўлади.

Унда,

$$\alpha_1 = \frac{0,662}{0,621} \cdot 0,023 \cdot 13100^{0,8} \cdot 3,4^{0,4} = 2360 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Трубалараро бўшлиқдаги оқимнинг минимал кўндаланг кесим юзаси  $S_{траб} = 0,040 \text{ м}^2$  ва унда,

$$Re = \frac{G_2 \cdot d_T}{S \cdot \mu_2} = \frac{21,8 \cdot 0,025}{0,040 \cdot 0,000804} = 16960$$

$$Pr_2 = \frac{c_2 \cdot \mu_2}{\lambda_2} = \frac{4180 \cdot 0,000804}{0,618} = 5,43$$

Девордан сувга иссиқлик гиш пайтидаги иссиқлик алмаши-ниш коэффициенти куйидагича топилади:

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

$$\alpha_2 = \frac{0,618}{0,025} \cdot 0,23 \cdot 16960^{0,6} \cdot 3,4^{0,36} = 3785 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

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

Ундан ташқари, куб қолдиғи коррозия фаоллиғи сабабли, трубалар мате-риали зангламайдиган пўлатдан танланган. Бу пўлатнинг иссиқлик ўтказиш коэффициенти  $\alpha_{пўлат} = 17,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Иссиқлик ташувчи агенти	$\frac{1}{r_{ифл}}$
Сур	
ифлос танган	1400 - 1860
ўртача сифатли	1860 - 2900
яхши сифатли	2900 - 5800
дистилланган	11600
Хаво	2800
Нефт маҳсулотлари, мой, сс- витувчи агент буғи	2900
Нефт хом ашёси	1160
Органик суюқлик, суюқ сову- тувчи агентлар	5800
Таркибида мой бор сув буғи	5800
Органик суюқлик буғлари	11600

Девор ва ифлосликларнинг термик қаршиликларининг йиғиндиси қуйидагига тенг:

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,002}{17,5} + \frac{1}{5800} + \frac{1}{5800} = 0,0004588 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

Иссиқлик ўтказиш коэффициенти эса,

$$K = \frac{i}{\frac{1}{2360} + \frac{1}{3785} + 0,0004588} = 874 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

Зарур иссиқлик алмашилиш юзаси эса,

$$F = \frac{1820000}{22,0 \cdot 874} = 94,6 \text{ м}^2$$

64-жадвалдан, келтирилган масала учун  $F = 94,6 \text{ м}^2$  бўлгани учун трубаларнинг узунлиги  $L = 6,0 \text{ м}$  ва номинал юзаси  $F_{\text{ин}} = 97 \text{ м}^2$  ли иссиқлик алмашилиш қурилмаси тўғри келади.

Демак, юза бўйича заҳира

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

ни ташкил этади.

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

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

Бўлиниг учун керакли бошланғич маълумотлар — иссиқлик ал машииниш юзаси  $F$  ва трубаиниг узунлиги  $L$ .

Т пиш к,рак: трубалар сони -  $n$ , уларнинг жойлашнинг, қурилма корпусининг диаметри  $D$ , труба ва трубалараро бўшлиқдаги й,ллар сонларини, ҳамда штуцерларнинг геометрик ўлчамларини.

Трубалар сони ушбу тенглама орқали топилади:

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

бу ерда  $d_{\text{тр}}$  - трубаиниг ҳисобий диаметри, агарда  $\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  бир- бирига яқинроқ сон қийматларга эга бўлса,

$$d_{\text{тр}} = \frac{d_{\text{маи}} + d_{\text{ин}}}{2}$$

агарча  $\alpha_1 \gg \alpha_2$  ёки  $\alpha_1 < \alpha_2$  бўлса, унда  $d_{\text{тр}}$  сон қиймати суяқлик билан ювилаётган трубаиниг  $\alpha$  си томончаги диаметрига  $d_{\text{тр}}$  тенг бўлади.

Одатда, трубалар труба тўрлаи га тўғри олтибурчак қирралари, квадрат томонлари, ҳамда концентрик айланалар бўйлаб жойлаштирилади.

Тўғри олтибурчак қирралари бўйлаб жойлаштирилганда

$$n = 3 \cdot a \cdot (a + 1) + 1$$

бу ерда  $a$  айлана марказидан бошлаб ҳисобланганда, олтибурчакнинг тартиб рақами.

Энг қатта 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  $t$  трубаининг ташқи диаметрига боғлиқ ва ушбу тенглиқдан 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. Шунинг назарда тутиш керакки,  $b$  ва параметрлар бутун сон бўлиши шарт.

Қурилма корпусининг ички диаметри қуйидаги формула билан аниқланади:

бир йўлли бўлганда

$$D_{\text{ич}} = t \cdot (6 - 1) + 4 \cdot d_{\text{таш}}$$

эки

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

кўп 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 тўлдирилган коэффициент ва у ҳисоблаш бўли топилади.  $D_{\text{нч}}$  нинг сон қиймати стандарт ёки нормаллардаги бутун сон қийматларига яхлитланади.

Труба тўплари опасидаги масоқ  $l_1$ , яъни трубаларнинг ишчи узунлиги  $l_1$  қуйидаги ҳисоблаш формуласидан топиш мумкин:

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

бу ерда  $z$  – йўллар сони;  $r$  - бир йўлдаги трубалар сони.

Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ишчи узунлиги қуйидагиларга тенг қилиб олиш тавсия этилади:

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

Кўп йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаси йўллар сони ҳақдоим жуфт бўлиши тавсия қилинади. Агарда, кўп йўлли қурилма трубалари узунликлари руҳсат этилганидан ортиқ бўлса, йўллар сони 7 ўзгартрилади.

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг умумий баландлиги труба узунлиги  $l_1$  ва 2 та тақсимловчи камералар баландликлари  $h$  ларнинг йиғиндисига тенг, яъни:

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

бу ерда  $h = 200-400$  мм.

Бошқа турдаги иссиқлик алмашиниш қурилмалари учун конектив ҳисоблашлар қўшимча адабиётларда келтирилган [5.16.31]

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

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

суюқлик алмашиниш қурилмаси лнинг сегментлар сони 67 - жадвалда берилган.

Л) Гидравлик қаршилиқни ҳисоблаш.

Трубада босимнинг йуқотилиши ушбу формула ёрдамида ошқланади:

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

бу ерда суюқликнинг ҳаракат йўли  $L \cdot z$  бўлади.

Труба ичида оқаетган суюқлик тезлиги қуйидаги формулада ҳисобланади:

$$w_{yp} = \frac{4 \cdot G_{mp} \cdot z}{\pi \cdot d^2 \cdot n \cdot \rho_{mp}}$$

Ишқаланиш коэффиценти  $\lambda$  оқимнинг ҳаракат режими ва ламинар-будурлигига боғлиқдир.

Ламинар режимда

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

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

Қўйида 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 ( $2320 < Re < 10 \frac{1}{e}$ )

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



Кўндаланг кесим шекли	A	$d_3$
D диаметри ай- лана	64	d
A томонли квад- рат	57	a
A энли халқа	96	2a
Баландлиги a, эни b бўлган тўғри тўртбурчак		
$B \gg a$	96	2a
$B/a = 10$	85	1,81a
$B/a = 4$	73	1,6a
$B/a = 2$	52	1,3a

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

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

4-6 жадвал

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
Ишлатилган, чўян труба	1,4
Текис алюминий трубалар	0,015 - 0,06
Латунь, мис, кўргошин 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,  $Re_{гр} > 2300$  бўлса, ишқаланиш коэффициенти ушбу формуладан топилadi:

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

Т: уба ичида суюқлик оқиши пайтидаги маҳаллий қаршиликлар:

$\zeta_{гр} = 1,5$  - камерага кириш ва чиқиш;

$\zeta_{гр} = 2,5$  - йўллар орасидаги бурилиш;

$\zeta_{гр} = 1,0$  - 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:

$$w_{\text{тpаб}} = \frac{G_{\text{тpаб}}}{S_{\text{тpаб}}}$$

Трубалараро бушликта суюқлик оқиши пайтидаги маҳаллий қаршиликлар:

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

$\zeta_{\text{тpаб}2} = 1,5$  - сегмент түсік орқали бурилиш;

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

бу ерда  $m$  - труба қаттолариининг сони.

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

Шундай қилиб, трубалар ичидаги гидравлик қаршиликни ҳисоблаш куйидаги формула ёрдамида олиб борилади:

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

Труба қаттолариининг сони ушбуга тенг:

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

яхлитлангандан сўнг  $m = 9$

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

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

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

га тенг бўлади.

Трубалараро бўшлиқда қўйидаги маҳаллий қаршиликлар жор: штуцерлар орқали кириш ва чиқиш, сегментлар орқали ўтиш пайтида 18 та  $(x - 1)$  ва трубалар пакетини сўриб ўтиш вагида 19  $(x + 1)$  та бурилтиш.

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршиликлар эса, ушбу тенгламадан топилади:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{труб}} &= \frac{3 \cdot m \cdot (x + 1)}{\text{Re}_{\text{труб}}^2} \cdot \frac{\rho_{\text{труб}} \cdot w_{\text{труб}}^2}{2} + x \cdot 1,5 \cdot \frac{\rho_{\text{труб}} \cdot w_{\text{труб}}^2}{2} + \\ &+ \frac{\rho_{\text{труб}} \cdot w_{\text{трубш}}^2}{2} = \frac{3 \cdot 9 \cdot (18 + 1)}{(16960)^{0,2}} \cdot \frac{996 \cdot 0,546^2}{2} + 18 \cdot 1,5 \cdot \frac{996 \cdot 0,546^2}{2} + \\ &+ 3 \cdot \frac{996 \cdot 0,546^2}{2} = 9720 + 4010 + 725 = 11455 \text{ Па} \end{aligned}$$

бу ерда  $x$  - сегмент тўсиқлар сони.

Гидравлик қаршиликларни енгиш учун сарф бўлагига қувват миқдор қўйидаги формуладан аниқланади:

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

бу ерда  $V$  - лсс: қлик ташувчи агент сарфи, м<sup>3</sup>/с;  $\Delta p$  - напорнинг тўлиқ йўқотилиши, Па;  $\eta$  - насоснинг ф.и.к.

**8) Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини механик ҳисоблаш.**

Бу ҳисоблаш, қурилманинг детал, қисм ва бўлақларини мустақамликка текширишдан иборатдир.

**9) Цилиндрик обечайкани ҳисоблаш.**

Ички босим остида ишлайдиган қурилмалар обечайкасининг

мустаҳкамлиги ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$S = \frac{P_{\text{ҳис}} \cdot D_{\text{ич}}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{\text{рз}}] - P_{\text{ҳис}}} + C + C_1$$

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

$\sigma_{\text{рз}}$  - материалнинг руҳсат этилган кучланиши. Баъзи материаллар учун 4.6 - расмда  $\sigma_{\text{рз}}$  - сон қийматлари келтирилган.

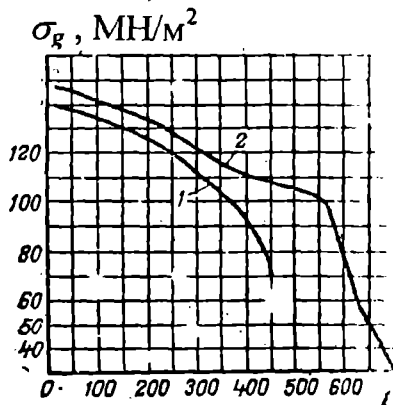
$\varphi = 1,0$  бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш беради;

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

$\varphi = 0,9$  бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни бир томонлама пайвандлаш беради;

$\varphi = 0,8$  бундай мустаҳкамликни устма-уст ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш беради;

Ҳисобланган қалинликка берилдиган қўшимча қалинликнинг миқдори коррозия тезлиги ва қурилманинг ишлатиш давомийлигига боғлиқдир. Масалан: 10 йил мобайнида ишлатиладиган қурилмада коррозия тезлиги 0,1 мм/йил бўлса,  $C = 1$  мм га тенг бўлади.



4.6-расм. Ст 3 (1) ва X18Г10Т (2) пўлатлар учун  $\sigma_{\text{рз}}$

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

$$C = \Pi \cdot \tau_a$$

$\Pi$  - коррозия тезлиги, мм/йил;  $\tau_a$  - амортизация муддати, йил. Мустақкамланмаган тешик ва пайвандлаш доклари туфайли обечайка мустақкамлигининг камайишини  $\varphi$  коэффициентини ҳисобга олади.

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

$$\varphi_o = \frac{D_{ув} - d_o}{D_{ув}}$$

Рухсат этилган босим қуйида келтирилган формуладан аниқланади:

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

Оқорида берилган  $S$  ва  $\sigma_{рз}$  формулалар ушбу шарт бажарилмайдиганида қўлланилади:

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

#### 10) Қопқоқларни ҳисоблаш.

Эллиптик шаклдаги қопқоқ деворининг қалинлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

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

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

Рухсат этилган босим эса,

$$p_{ps} = \frac{2 \cdot (s_1 - C) \cdot \varphi \cdot [\sigma_{ps}]}{R + 0,5 \cdot (s_1 - C)}$$

Юқорида берилган  $s_1$  ва  $p_{ps}$  формулалар ушбу шарт ба жазилгандагина қўлланилади:

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

Конусли қопқоқнинг  $l_{кон}$

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

масофадаги қалинлиги  $s_1$  мана шу тенгламадан топиш мумкин.

$$s_1 = \frac{P_{хис}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{ps}] - P_{хис}} \cdot \frac{D_{uy}}{\cos \alpha} + C + C_1$$

Цилиндрик қисмнинг  $l_y$

$$l_y = 0,5 \cdot \sqrt{D_{uy} \cdot (s_1 - C)}$$

масофадаги қалинлиги  $s_1$  эса ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \frac{P_{хис} \cdot D_{uy} \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{ps}]} + C + C_1$$

Юқорида келтирилган, конус ва цилиндрик қисмларининг қалинликларини тегишли формулаларда ҳисоблаб чиқилган  $s_1$  ларнинг энг каттаси қабул қилинади, лекин  $s_1$  обечайканч қалинчилиги  $s$  дан кам бўлиши мумкин эмас, яъни ( $s_1 > s$ ).

Думалоқ, текис қопқоқлар қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \left( \frac{K}{K_0} \right) \cdot D_{уч} \sqrt{\frac{P_{хис}}{\sigma_{рз}}} + C + C_1$$

бу ерда К қопқоқ конструкциясига боғлиқ ва у жадвалдан танланади [34].

**11) Энергетик сарфларни ҳисоблаш.**

а) Қурилма ва ускуналарга хизмат қилаётган электродвигател-лер бир соатлик қуввати қуйидагига тенг:

$$N_{соат} = N_1 + N_2 + \dots + N_n, \text{ [кВт]}$$

Бир суткасига эса,

$$N_{сут} = N \cdot \tau$$

б) Қурилма ва ускуналарга ишлатилаётган буғ сарфи:

$$D_{соат} = D_1 + D_2 + \dots + D_n, \text{ [кг/соат]}$$

Бир суткасига эса,

$$D_{сут} = D \cdot \tau$$

в) Қурилма ва ускуналардаги суғ сарфи:

$$W_{соат} = W_1 + W_2 + \dots + W_n, \text{ [кг/сс т, м}^3\text{]}$$

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:

$$D_6 = (1,1 + 1,2) \cdot D_{\text{ичф}}^{0,933}$$

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

Болтларнинг диаметри ушбу

$$d_6 = \frac{D_6 - D_7}{2} - 0,006$$

формуладан топилади, ва кам сон қиймат томонига яхлитланади. Бу ерда  $D_7$  - фланец пайвандлаш чокининг диаметри, м.

Болтлар сони ушбу формуладан аниқланади:

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

бу ерда  $F_6$  болт резьбасининг ички диаметри бўйича аниқланган кўндаланг кесим кўлиси, м<sup>2</sup>;  $\sigma_{\text{рз}}$  - болтлар чўзилишига рухсат этилган кучланиш.

Ҳисоблаб топилган болтлар сони яқинидаги бутун сонгача яхлитланади. Бу сон 4 қарра бўлиши керак.

Фланец ташқи диаметри эса, ушбу т нглама орқали ҳисобланади:

$$D_{\phi} = D_{\delta} + (1,8 \div 2,5) \cdot d_{\delta}$$

Текис фланецнинг баландлигини топиш учун дастлаб қуйидаги қийматлар аниқланади:

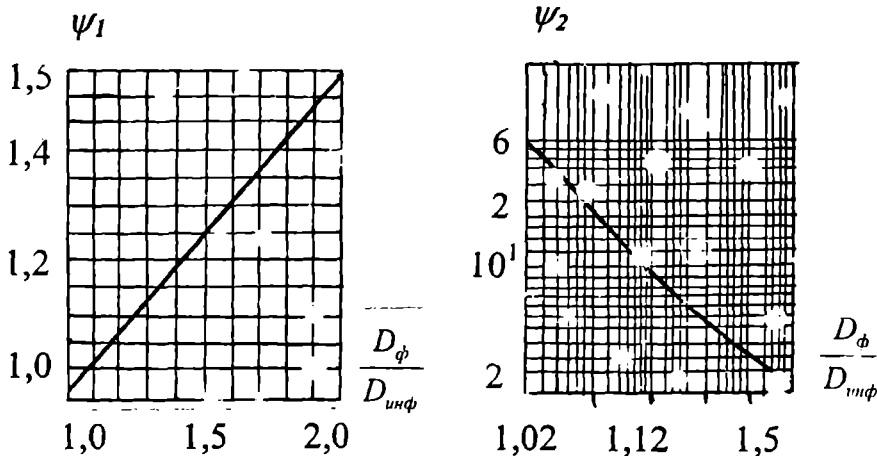
ишчи шароитда фланецга тушаётган юклама

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

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

$$A = 2 \cdot \psi_2 \cdot \delta^2, [M^3]$$

$\sigma_T$  — ишчи температурада фланец материалнинг оғ зчанлик чегараси,  $MH/M^2$ ;  $\delta$  — фланец билан бирлаштирилган обечайканинг қалинлиги,  $m$ ;  $\psi_1, \psi_2$  — коэффициентлар, 4.7 - расмдан топилади.



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

## КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

4-1. Қўндаланг кесими квадрат, тсмони  $d=10$  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  $\alpha$  аниқлансин.

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 коэффициенти 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 коэффициенти, иссиқлик ўтказиш коэффициенти, 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  $38$   $2,5$  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. Диаметр  $60 \times 3$  мм ли пўлат труба қалинлиги  $30$  мм ли пўлак ва унинг устидан  $40$  мм ли қалинликда совелит ( $85\%$  магний +  $15\%$  асбест)ли қатлам билан қопланган. Труба деворининг температураси  $110^{\circ}\text{C}$ , қоплам ташқи деворининг температураси  $10^{\circ}\text{C}$ . Трубанинг  $1$  м узунлигида  $1$  соат мобайнида йўқотилаётган иссиқлик миқдорини аниқланг.

4.7. Қуришма фиштли қоплама билан қопланган бўлиб, улар-

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

4.8. Буғл-тувчи қурилмадан чиқаётган қуюқлаштирилган (концентрланган) эритма температураси  $106^{\circ}\text{C}$  бўлиб, у суюлтирилган совуқ эритмани  $50^{\circ}\text{C}$  гача иситиш учун фойдаланилмоқда. Сову-тувчи 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 ал-машиниш қурилмада  $19^{\circ}\text{C}$  кг/соат сарф билан ўтказган бутил спиртини  $90^{\circ}\text{C}$  дан  $50^{\circ}\text{C}$  гача совитиш керак. Иссиқ мухит темпе-ратураси  $18^{\circ}\text{C}$  бўлган сув билан совутилмоқда. Иссиқлик алмаши-ниш қурилмасидаги иссиқлик ўтказиш коэффициентининг қиймати  $230\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ ;  $\Delta t$  ўртача арифметик ҳолда ҳисоблансин. Иссиқлик алмашиниш қурилмаси орқали 1 соатда неча метр куб сув оқиб ўтатиш керак?

4.10. Узунлиги 1,2 м диаметри  $18\times 2\text{ мм}$  ли 19 та латун трубадан тайёрланган кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилма асбоб-ускуна (жиҳоз)лар омборида сақланмоқда. Сувнинг бошланғич температураси  $15^{\circ}\text{C}$  ва охириги  $35^{\circ}\text{C}$  бўлса, иссиқлик ўтказиш коэффициенти  $700\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$  га тенг бўлганда, соатига 350 кг тўйинган этил спирти бўлини конденсациялаш (суюқликка айлан-тириш) учун қурилманинг юзаси етарли бўладими? Суюлтирилган спирт қурилмадан конденсацияланиш температурасида чиқазиб олинмоқда, жараён эса атмосфера босими остида олиб бори-моқда.

4.11. Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси бўйича қуйидаги маълумотлар аниқ бўлса иссиқлик ўтказиш коэффици-енти топилсин: иссиқлик алмашиниш 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. Сувнинг 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 алмашиниш қурилмаси диаметри  $16\times 2\text{ мм}$  ли 19 та трубалардан иборат ва унинг трубалари ичидан суюқлик ҳаракати қилмоқда. Агарда девор температураси  $60^{\circ}\text{C}$  деб қабул қилинса, иссиқлик бериш коэфф.-

циентини аниқланг.

4.13. Кожух-трубали қурилманинг 46x3 мм диаметрли труба-ларидан 0,7 м/с тезликда сув ўтиб иситилмоқда. Агарда сувга тегиб турган деворнинг ўртача температураси 90°C, сувнинг ўртача температура 46°C бўлса, иссиқлик бериш коэффициентини аниқланг.

4.14. Олтингургурт (П)-у-деродининг сарфи 0,85 м<sup>3</sup>/соат бўлиб, атмосфера босими остида қайнаш температурасида 22°C гача совутилганда қарама-қарши йўналишли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг юзасини аниқланг. Совуtuvчи 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 чўкма қопламаси қалинлигини ҳисобга олган ҳолда  $\gamma_{иф}=0,00069$ (м<sup>2</sup>·К/Вт) қабул қилиб, сувнинг сарфини ҳам топинг.

4.15. "Труба ичидаги труба" иссиқлик алмашиниш қурилмаси 10 секциядан ташкил топган. Ҳар бир секция узунлиги 5 м, ички трубалар диаметри  $d = 38 \times 2$  мм. Қурилмада 40°C пахта ёғи 10°C гача сув ёрдамида совутилмоқда. Бунда сувнинг температураси 5°C дан 25°C гача иссиётти. 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 оқётган ифлосланган деворнинг термик қаршилиги  $R_1=2 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>·К/Вт бўлса, сув оқётган трубаники эса  $R_2=4 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>·К/Вт. Трубалар материали зангламай-диган 1x18Н10Т п/латдан ясалган. Сувнинг массавий сарфи аниқлансин.

4.16. "Труба ичидаги труба" иссиқлик алмашиниш қурилмасида иссиқлик ташувчи муҳитлар қарама-қарши ҳаракат қилиб, совутгич 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 иссиб чиқса, қанча миқдорда "Лаззат" пивосини 90°C дан 10°C гача совитиш мумкин.

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

4.17. Ректификацион колонани конденсаторида 80% ли (масс) сув-спирт буғи конденсацияланмоқда. Конденсаторга юборилган совуқ сув 10°C дан 60°C гача иситилмоқда. Конденсатор диаметри 35x1,5 мм узунлиги 1,3 м бўлган 121 та трубадан ташкил топган. Қурилманинг иссиқлик ўтказиш коэффициенти 400 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Конденсациялаётган буғ сарфи топилсин.

4.18. Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси диамет

ри 25x2 мм ли 13 та трубадан иборат. Кожухнинг ички диаметри 273 мм. Қурилмадан 10000 кг/соат сарф билан оқатган сув 10°C дан 60°C гача исимоқда. Агарда сув труба ичида ва трубалараро бўшлиқдан ўтаётган пайтда труба девори юзасидан сувга бўлган иссиқлик бериш коэффициентини аниқлансин.

4.19. Иссиқлик ишлов берилган 360° л/соат қувватланган вино температураси 57°C дан 25°C гача совутилиши керак. Совутувчи агент-сунинг 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 сунинг сарфини аниқлансин.

4.20. Винога ишлов бериш қуйидаги жараёнлардан иборат: иссиқ сув ёрдамида пастеризация қилиш, "этилтигич", рекуперация секцияларида совитиш ва сув ёрдамида зарур температурагача совутилмоқда. Пластинали совитиш қурилмасининг, 2150 л/соат миқдордаги нордон винога ишлов бериш учун қурилманинг яроқлигини аниқланг.

Ҳисоблаш учун маълумотлар: винонинг бошланғич температураси 15°C, охириги температураси - 20°C, пастеризация температураси - 70°C, иссиқ сувнинг бошланғич температураси - 87°C, совуқ сувники эса - 10°C. Иссиқликни регенерация қилиш коэффициенти - 0.8. Пластиналарнинг ишчи юзаси: рекуперация секциясида - 5,4 м², пастеризация секциясида - 2,2 м², ва совитиш секциясида - 2,2 м².

Иссиқ ва совуқ сув миқдорини, виноникига қараганда 3 марта кун 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 бўшлиғида спирт ламинар режимида оқиб ўтган 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 460 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 алмашилиш қурилмасида узун шарбати иситилмоқда. Узун шарбатининг zichлиги 1075 кг/м<sup>3</sup>. Юқорида кўрсатилган иш унумдорлигини ушлаб турувчи учун шарбатининг тезлиги қанча бўлиши зарур.

4.24. "Труба ичидаги труба" типдаги қарам-қарши йўналишли иссиқлик алмашилиш 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 ти "Ол-мал" пивосини 10°C гача совитиш мумкин. Иссиқлик ўтказиш коэффициенти  $K=460 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$  деф қабул қилинсин.

4.25. "Труба ичидаги труба" типдаги иссиқлик алмашилиш қурилмаси 10 та секциядан иборат. Ҳар секциянинг узунлиги 5 м, ички труба диаметри 38x3 мм. Қурилмада 40°C дан 10°C гача пиво совитилмоқда. 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  $r_7=4\cdot 10^{-4} \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ . Трубалар зангламадиган Х18Н10Т пўлатдан ясалган. Юқоридаги шарт-шароитлар учун сувнинг сарфи ҳисоблаб топилсин.

4.26. Вертикал кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаси диаметри 25x2 мм, узунлиги 1,2 м ли мис трубалардан ясалган. Трубалараро бўшлиқда 300 м<sup>3</sup>/соат миқдорда 80% ли (ҳажмий) сув-спирт буғлари конденсацияланмоқда. Труба ичидан 0,4 м/с тезликда сув оқиб ўтмоқда. Сувнинг бошланғич температураси 10°C, охириги 60°C. Трубага ёпишган ифлосликларнинг термик қаршилиги  $r_{\text{иф}} = 7,17\cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{Вт}\cdot\text{К}$ . Қурилмадаги трубалар сонини аниқлансин.

4.27. Вертикал кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмасида 350 л писта ёғи 45 минут давомида 6°C дан 40°C гача буғлардан 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  $\chi$  қисқаб чиқилсин.

4.29. Бошланғич температураси 85°C бўлган сут 750 л/соат массавий сарфда 25°C гача ювилиб турувчи иссиқлик алмашиниш қурилмасида совутилмоқда. Жараён пайтида сув 1°C дан 37°C гача исимокда. Иссиқлик алмашиниш юзаси 4,2 м<sup>2</sup>, сув секциясида иссиқлик алмашиниш коэффициенти 1745 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Сувнинг сочиб берувчи тарновдаги сарфи 15 см. Социб берувчи 2 мм ли тешиклардан неча дона бўлиши керак?

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N10

Куйидаги келтирилган бошланғич маълумотларга эга 10 л йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмасида N суюқлик иситилмоқда:

Иситилган сув миқдори	– G;
суюқликнинг бошланғич температураси	– $t_b$ ;
суюқликнинг охири температураси	– $t_o$ ;
иситувчи буғ босими	– p;
иссиқликнинг атроф-муҳитга йўқотилиши	– $Q_{\text{йўқ}}$ ;
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 қолда чиқилсин.

Пара метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири 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
$t_b$	°C	20	22	10	15	17	18	20	25	20	15
$t_o$	°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, пахта ёғи									

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ N11

Агарда, деворнинг усти 3 мм қалинликда Х материал билан қопланган бўлса, диаметри D мм ли У материалдан ясалган деворнинг термик қаршилиги неча баробар ортади?

Пара метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
δ	мм	0,1	0,3	0,2	0,5	1,0	0,6	0,8	1,1	1,5	1,4
D	мм	25x2	38x3	20x2	14x1	76x4	32x2	57x3	20x2	14x1	108x5
У		Al	Si	Ст4 5	Брон	Ag	Al	Чун	Ti	Si	лаг
X		Асбест, эмал, торфплита, сов. лит, пенопласт, винипласт, фторопласт, фаолит, пўкак									

## Б У Ф Л А Т И Ш

## Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар.

1. Буғлатиш жараёнининг моддий баланс тенгламаси:

$$G_{\text{бош}} = G_{\text{ох}} + W \quad (5.1)$$

$$G_{\text{бош}} \cdot x_{\text{бош}} = G_{\text{ох}} \cdot x_{\text{ох}} \quad (5.2)$$

бу ерда  $G_{\text{бош}}$ ,  $G_{\text{ох}}$  эритманинг (дастлабки) бошланғич ва охири (буғлатилган) моддий сарфи, кг/с  $x_{\text{бош}}$ ,  $x_{\text{ох}}$  - эритманинг бошланғич ва охири эритилган моддадаги моддий у. д.лари;  $W$  - буғлатилаётган сувнинг моддий сарфи, кг/с

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

2. Буғлатиш қурилмасининг иссиқлик баланс тенгламаси:

$$Q + G_{\text{бош}} \cdot c_{\text{бош}} \cdot t_{\text{бош}} + G_{\text{ох}} \cdot c_{\text{ох}} \cdot t_{\text{ох}} + W \cdot i_{\text{ух}} + Q_{\text{йук}} + Q_{\text{оет}} \quad (5.4)$$

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

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

$i_{\text{ух}}$  - иккиламчи буғнинг қурилмадан чиқаётгандаги солиштирма энтальпияси, Ж/кг;

$Q_{\text{йук}}$  - атраф муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдори қ.Эймати  
 Вт

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

3. Буғлатишга сарфланган иссиқлик миқдорини аниқлаш.

(5.4) тенгламадан қуйидаги ҳолдаги кўринишни ҳосил қиламиз:

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

бу ерда:  $t_{\text{ох}}$  — га мос келган сувнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К).

Агар эритма буғлатиш қурилмасига қиздирилган ҳолатда, яни ( $t_{\text{бош}} > t_{\text{ох}}$ ) бўлса, у ҳолда  $Q = G_{\text{бош}} \cdot c_{\text{бош}} \cdot (t_{\text{ох}} - t_{\text{бош}})$  бўлиб, манфий ишорага эга бўлади ва бу ерда маълум қисм сув эритмани совиши туфайли буғланади.  $G_{\text{бош}} \cdot c_{\text{бош}} \cdot (t_{\text{ох}} - t_{\text{бош}})$  қиймат ўз-ўзини буғлатиш қиймати деб номланади.

Атроф муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдорини ҳисоблаш учун буғлатиш қурилмасининг  $Q_{\text{исит}} + Q_{\text{бвт}}$  йиғиндисининг 3-5% ни олсак, ҳато қилмаган бўламиз.  $Q_{\text{йук}}$  қийматини қуйидагича ҳам ҳисоблаш мумкин:

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

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

4. Буғлатиш қурилмасидаги иситувчи буғ сарфи  $G_1$

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

бу ерда  $j''$  — тўйинган қуруқ буғнинг солиш тирма энтальпияси, Ж/кг;  $j'$  — конденсацияланиш температурадаги конденсатнинг солиштирма энтальпияси Ж/кг;  $x$  — қизитил буғнинг намлик даражаси (қуруқлик даражаси);  $r_{\text{уб}}$  — қиздириш буғи солиштирма конденсацияланиш иссиқлиги, Ж/кг.

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

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

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

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

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

Икки компонентли суюлтирилган, сувли эритмалар (сув эритилган модда) нинг солиштирма иссиқлик сифimini ҳисоблаш учун қуйидаги таҳминий 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 таҳминий қийматини топиш мумкин:

$$M \cdot c = n_1 \cdot C_1 + n_2 \cdot C_2 + n_3 \cdot C_3 + \dots \quad (5.12)$$

бу ерда  $M$  - кимёвий бирикманинг моляр массаси;  $c$  - кимёвий бирикманинг массавий солиштирма иссиқлик сифими,  $\text{Ж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;

$n_1, n_2, n_3, \dots$  - бирикмадаги элементлар атом сонини;

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

(5.12) формула ёндамида бирикмаларнинг солиштирма ис-  
сиқл к сифмини ҳисоблаш учун 5-1 жадвалдаги атом иссиқлик  
сифимлағ дан фойдаланиш керак бўлади.

5-1 жадвал

Элемент	Атом иссиқлик сифим. кЖ/(кг· К)		Элемент	Атом иссиқлик сифими кЖ/(кг· К)	
	қаттиқ ҳолда	суяқ ҳолда		қаттиқ ҳолда	суяқ ҳолда
C	7,5	11,7	F	20,95	29,9
Ч	9,6	18,0	P	22,6	31,0
B	11,8	19,7	S	22,6	31,0
Si	15,9	24,3	Қолганлари	26,0	33,6
O	1с,8	25,1			

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

1 усул. Агарда эритманинг маълум босимда 2 та қайнаш тем-  
ператураси маълум бўлс қуйида 1 тенгламадан

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

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

2 усул. Агарда, эритманинг фақат маълум бир босимда битта қайнаш температураси аниқ бўлс, бошқа босимдаги қайнаш температураси Бабо қондасидан фойдаланиб топилиши мумкин.

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

бу ерда  $p$  - эритма буғининг босими;  $P_0$  - ўша температурада

тоза эритувчининг тўйинган буғ босими.

Концентрланган сувли эритм. лар учун (5.14) формула проф. В.И. Стабников топган коэффициентларни (5-2 жадвал) инobatга 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 мусбат бўлса (эритиш, пайтида иссиқлик ажралиб чиқса) тузатиш коэффициенти қўшилади манфий бўлса - айирилади.

7.  $t_{кал}$  - бу труба ичида эритманин. ўртача қайнаш температураси.

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

бу ерда  $t_{г.эф}$  - гидростатик депрессия, ёки гидростатик босим ҳисобига эритманин. қайнаш температурасини ортиши (гидростатик эффект).

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

Буғлатилаётган эритманин. ўрта қатламидаги босим ушбу формула ёрдамида топилади:

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

гидростатик депрессия  $\Delta t_{г.эф}$  бевосита  $\Delta p_{г.эф}$  билан боғлиқдир ва  $H_{ур}$  эритма баландлиги сатҳи ва зичлигига боғлиқ. Оптимал баландлик сатҳи, қўйидаги формула билан ҳисоблаб топилади:

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

Агар,  $t_{кай}$  бўйича маълумотлар бўлмаса,

$$(\rho_p + \rho_o)_{t_{кай}} \approx (\rho_p + \rho_o)_{t=20^\circ C} \quad (5.18)$$

деб олса ўлади.

Гидростатик депрессия  $\Delta t_{г.эф.}$  қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\Delta t_{г.эф.} = t_{ур} - t_1 \quad (5.19)$$

бу ерда  $\Delta t_{ур}$  -  $\Delta p_{ур}$  босимд<sup>2</sup> сурчинг қайнаш температураси.

Эритманинг ўртача қайнаш температураси қуйидаги тенглама орқали ҳисобланади:

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

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

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

Иситувчи буг конденсацияланиш температураси  $t_{ноб}$  ва эритма қайнаш температура  $t_{кай}$  орасидаги фарқга - фойдали температуралар фарқи дейилади:

$$\Delta t_{фой} = t_{ноб} - t_{кай} = \Delta t_{ум} - \sum \Delta t \quad (5.22)$$

Бўғлатиш қурчолмасининг иссиқлик ўтказиш юзаси ушбу формула ёрдамида аниқланади:

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

9. Кристаллизаторда ҳосил бўлган кристаллар массаси  $G_{кр}$  моддий баланс тенгламасидан 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 с.т.иш-тирма иссиқлиги қуйидаги тенгламадан топилади:

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

бу ерда  $r$  ва  $r_{эт}$  —  $p$  босимда изланаётган ва эталон суюқликларнинг буғ ҳосил қилиш с.т.иш-тирма иссиқлиги, Ж/кг;  $M$  ва  $M_{эт}$  суюқликларнинг моль массаси, кг/моль;  $T$  ва  $\theta$  —  $p$  босимдаги суюқликларнинг қайнаш температураси, К;  $d\theta$  ва  $dL$  — изланаётган ва эталон суюқликларнинг қайнаш температура ш.т.иш-ференциали.

Поляр бўлмаган суюқликларнинг буғ ҳосил қилиш с.т.иш-тирма иссиқлик Кистяковский формуласи ёрдамида топилади:

$$r = 19,2 \cdot 10^3 \cdot \frac{T}{M} (1,91 + \lg T) \quad (5.26)$$

бу ерда  $T$  қайнаш температураси, К;  $M$  — суюқлик моль массаси, кг/моль.



## МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ ЧАМУНАСИ

Бошланғич натрий гидрооксид эри масининг 1 литрида 79 г сув бор. Буғлатилган эритманинг 30 С даги эчкилиги 1,555 г/см<sup>3</sup> тенг, концентрацияси эса 840 г/л, 1 т бошланғич эритма учун буғлатилган сув миқдорини аниқланг

**Е ч и ш:**

бошланғич эритмада эриган модданинг масс вий улуши қуйидагича топилади:

$$x_{\text{бош}} = \frac{79}{1000 + 79} = 0,0733$$

охирги эритмадаги эса,

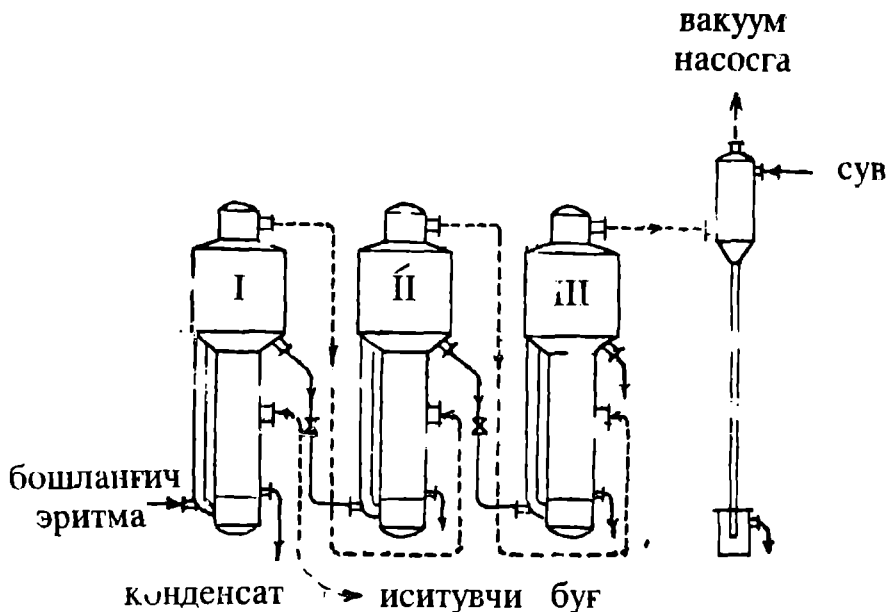
$$x_{\text{ох}} = \frac{840}{1555} = 0,54$$

1 т бошланғич эритмадан буғлатилган сув миқдори ушбу формулалар ҳисобланади:

$$W = G_{\text{бош}} \cdot \left(1 - \frac{x_{\text{бош}}}{x_{\text{ох}}}\right) = 1000 \cdot \left(1 - \frac{0,0733}{0,54}\right) = 865 \text{ кг}$$

## УЧ КОРПУСЛИ БУҒЛАТИШ ҚУРИЛМАСИНИ ҲИСОБЛАШ НАМУНАСИ.

NaNO<sub>3</sub> нинг 12% ли сувли эритмасини 5 °C соат сарфда концентрациялаш учун уч корпусли табиий циркуляция қурилмаси ҳисоблаб чиқилсин (расм.5.1). Эритманинг охирги концентрацияси 40% (масс.). Буғлатиш қурилмасида қайнаш температураси иситилган эритма буғлатиш учун узатилади. Тўйинган иситувчи сув буғининг абсолют босими 4 кг·к/см<sup>2</sup>. Иситувчи трубалар узунлиги 4 м. Барометрик конденсатордаги вакуум 0,8 кг·к/см<sup>2</sup> га тенгдир.



5.1 расм. Уч корпусли буғлатиш қурилмасининг схемаси

**Е ч и ш :**

1) Учала қурилмаларла буғланаётган эритувчининг умумий миқдори:

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

2) Ҳар бир корпусга тоқламини тақсимлаш.

Назарий таҳлил ва саноатдаги кўп йиллик натижалар асосида, ҳар бир корпусдаги иккиламчи буғнинг миқдорини аниқлаймиз.

$$W_1 \quad W_2 \quad W_3 = 1,0 \quad 1,1 \quad 1,2$$

Ҳар бир корпусда ҳосил бўлган иккиламчи буг миқдори чи то-  
памиз:

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

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

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

---

Жами:  $W = 0,97 \text{ кг/с}$

3) Корпуслар бўйича эритманинг концен рациясини ҳисоблаш  
эритманинг бошланғич концентрацияси  $x_{\text{бош}}$ . Биринчи корпусдан  
иккинчисига кираётган эритманин 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,

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

концентрацияси эса

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

4) Корпуслар бўйича иситувчи буғ босимининг тақсимланиши.  
Биринчи корпус ва барометрик конденсаторлардаги иситувчи буғ босимларининг фарқи.

$$\Delta p = 4,0 - 0,2 = 3,8 \text{ кгк/см}^2$$

Дастлаб, ушбу босимлар фарқини корпуслар ўртасида баробар тақсимлаймиз, яъни

$$\Delta p = \frac{3,8}{3} = 1,27 \text{ кгк/см}^2$$

Бунда, корпуслардаги абсолют босим қуйидагича бўлади:

3-корпусда  $p_3 = 0,2 \text{ кгк/см}^2$  (барилган)

2-корпусда  $p_2 = 0,2 + 1,27 = 1,47 \text{ кгк/см}^2$

1-корпусда  $p_1 = 1,47 + 1,27 = 2,74 \text{ кгк/см}^2$

Иситувчи буғ босими:

$$p = 2,74 + 1,27 = 4 \text{ кгк/см}^2$$

Жадваллардан, корпусларда қабул қилинган босимлар учун сувнинг тўйинган буғи температуралари ва солиштирма буғ ҳосил қилиш иссиқликларини топаёمиз.

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

Ушбу температура тар, корпуслар бўйича иккиламчи буллар конденсацияланиш температуралари бўлади.

5. Корпуслар бўйича температуранинг пасайишини ҳисоблаш  
а) температур депрессиясидан.

36-жадвалдан атмосфера босимида эритмаларни қайнаш температураси топилади.

Корпуслар	NaNO <sub>3</sub> Концентрацияланган	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

Ушбу корпус бўйича депрессия

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

б) Гидростатик эффект депрессияси

20°C температурада NaNO<sub>3</sub> эритманинг зичлиги танланган [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 қайнашнинг ҳисоблаймиз:

1 - корпусда

$$H_{с.н} = [0,026 + 0,0014 \cdot (\rho_{эр} - \rho_{с.н})] \cdot H_{эр} =$$

$$= [0,26 + 0,0014 \cdot (1098 - 1000)] \cdot 4 = 1,589 \text{ м}$$

$$\rho_{эр} = \rho + 0,5 \cdot \rho_{эр} \text{ г } H_{инт} = 2,74 + \frac{0,5 \cdot 1098 \cdot 2,8 \cdot 1,589}{9 \cdot 10^4} =$$

$$= 2,827 \text{ кгк/см}^2$$

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

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

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

2 корпусда

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

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

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

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

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

3 - корпусда

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

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

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

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

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

---

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

в) Гидравл қаршилик депрессияси

Ҳар бир корпус оралиғида температуралар пасайишини 1К деб қабул қиламиз. Оралиқлар ҳаммаси булиб 3 (1-2, 2-3, 3-кот.денсатор). Демак,

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

Бутун қурилма учун температуралар йўқотилишининг йиғиндис:

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

6 Температураларнинг фойдали фарқи.  
температураларнинг умумий фарқи:

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

Демак, температураларнинг фойдали фарқи

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

7 Корпусларда қайнаш температураларини аниқлаймиз

3 корпусда

$$t_3 = 59,7 + 1 + 7 + 14,69 = 82,4^{\circ}\text{C}$$

2 корпусда

$$t_2 = 110,1 + 1 + 3 + 2,2 = 116,3^{\circ}\text{C}$$

1 корпусда

$$t_1 = 129,4 + 1 + 2 + 1,2 = 133,6^{\circ}\text{C}$$

8. Ҳар бир корпус учун иссиқлик ўтказиш коэффициентини аниқлайми

Қурилмадаги эритмаларнинг қайнаш температураси ва концентратсияси қараб маҳсус адабиётлардан эритманинг физик хоссалари (зичлик, қовушқўнлик, иссиқлик ўтказувчанлик, иссиқлик сизими ва шу кабилар) аниқланади. Иситиш трубаларининг турига қараб қабул қилинади. Сўнгра, конденсацияланаётган буғ ва қайнаётган эритма учун тегишли критериял теңгламалар ердамида иссиқлик бериш коэффициентларидан иссиқлик ўтказиш коэффициентини топилади.

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

Дастлабки ҳисоблар осуда қуйидаги қийматларни қабул қиламиз.

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

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

$$3 - \text{корпус учун} \quad K_3 = 590 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Тузнинг сувли эритмаларини буғлатиш жараёнида корпуслар бўйича иссиқлик ўтказиш коэффициентларининг тахминий нисбати қуйидагича:

$$K_1 \quad K_2 \quad K_3 \quad | \quad 0,58 \quad 0,34$$

9 Корпуслар бўйича иссиқлик балансларини тузамиз.

Таҳминий ҳисобларни соддалаштириш мақсадида иссиқлик балансларини иссиқлик йўқотилишини ҳисобга олмаган ҳолда тузамиз ва бир корпусдан иккинчисига эритма ўртача қайнаш температурасида ўтади деб қабул қиламиз.

Шартга биноан 1 - корпусга буғлатиш учун эритмани қайнаш температурасигача қиздирилган ҳолда ўлатилади.

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 ўртача 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  $W_1 \cdot r_1 = 643000 \text{ Вт}$ . Иссиқлик кириши ва сарф бўлишининг фарқи 1%.

3 - корпусдаги иссиқлик миқдорининг сарфи

$$Q_3 = W_3 \cdot r_3 - G_3 \cdot c_3 \cdot (t_2 - t_3) =$$

$$0,351 \cdot 2357 \cdot 10^3 - 0,77 \cdot 4190 \cdot 0,784 \cdot (116,3 - 82,7) = 743000 \text{ Вт}$$

10. 1 - корпусда иситувчи буғ сарфи

$$G_{уб} = \frac{643000}{2141 \cdot 10^3} = 0,3 \text{ кг/с}$$

Буғнинг солиштирма сарфи:

$$d = \frac{G_{уб}}{W} = \frac{0,3}{0,97} = 0,31 \text{ кг/с}$$

11. Фойдали температуралар фарқининг корпуслар бўйича тақсимланиши. Бу 2 усул ёрдамида қилиш мумкин: ҳамма қурилмаларнинг иситиш юзаси бир хил бўлган шароитда ва умумий иситиш юзаси энг кам бўлган шароитларда, топиш мумкин,



яъни  $Q/K$  га ва  $\sqrt{Q/K}$  га пропорционаллик шартидан.

Пропорционаллик факторларини топамиз:

Нисбат	$\frac{Q}{K}$	$\sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot 10^3$
1 – корпус	$\frac{643000}{17000} = 378$	615
2 – корпус	$\frac{657000}{990} = 664$	815
3 – корпус	$\frac{7+3000}{580} = 1280$	1131

$$\sum \frac{Q}{K} = 2322$$

$$\sum \sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot 10^3 = 2561$$

Фойдали температуралар фарқи корпуслар бўйича қуйидагича чиқланади:  $\circ$

корпусларнинг иситиш  
юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси  
энг кам вариант

$$\Delta t_1 = \frac{\frac{Q_1}{K_1} \cdot \Delta t}{\sum \frac{Q}{K}} = \frac{50,21 \cdot 378}{2322} = 8,174; \Delta t_1 = \frac{\sum \sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot \Delta t}{\sum \sqrt{\frac{Q}{K}}} =$$

$$= \frac{50,21 \cdot 615}{2561} = 12,057$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 664}{2322} = 14,358;$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 815}{2561} = 15,978;$$

$$\Delta t_3 = \frac{50,21 \cdot 1280}{2322} = 27,682;$$

$$\Delta t_3 = \frac{50,21 \cdot 1131}{2561} = 22,174;$$

## 12. Ҳар бир корпуснинг иситувчи юзаси топлади

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси энг кам вариант

$$F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 8,174} = 46,27; \quad F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 12,057} = 31,27$$

$$F_2 = \frac{657000}{990 \cdot 14,358} = 46,27; \quad F_2 = \frac{557000}{990 \cdot 15,978} = 41,58$$

$$F_3 = \frac{743000}{580 \cdot 27,682} = 46,28; \quad F_3 = \frac{743000}{990 \cdot 27,682} = 57,77;$$

$$\sum F = 138,8 \text{ м}^2 \qquad \sum F = 138,8 \text{ м}^2$$

Демак, корпусларнинг бир хил иссиқлик алмашилиш юзалари бўлганда, умумий иситиш юзаси атиги 6% га кўпдир. Шунинг учун, корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант қиллинади, чунки бу вариант қурилмаларнинг бир хиллигини таъминлайди.

Корпуслар бўйича босим ва иккиламчи буғ температурасини текширмиш.

Корпус	Қайнаш температураси $\Delta t_{\text{қай}} = t_c - \Delta_{\text{фойд}}$	Иккиламчи буғ конденсатининг температураси, °С $t_c = t_{\text{қай}} - \sum \Delta_{\text{иқк}}$	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 - 13,32 = 60,0	0,2

Шундан сўнра, аэроф муҳитга иссиқлик йўқотилишини ва температурани, босимларнинг корпуслар бўйича тақсимланишини бир-мунча ўзгарганини ҳисобга олиб, корпусларнинг иситиш юзалари топилган тўғрисида қурилманинг аниқ ҳисоби ўтказилди.

## КОНТРОЛ МАСАЛЛАЛАР

5.1. Атмосфера босими остида ва эфиракланиш ҳолатида, яъни  $P_0 = 0,8 \text{ кгк/см}^2$  бўлганда: сувни буғлатиш учун қуруқ тўйинган сув буғининг солиштирма сарфи ҳисоблансин. Сув буғининг иккала ҳолатдаги абсолют босими  $P_{\text{абс}} = 2 \text{ кгк/см}^2$  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 ҳорли 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%(массасиз)) 1840  $\text{кг/м}^3$  зичликгача (98,7%(массасивий)) бориши учун қанча сув буғлатилиши керак? Қуюқлаштирилган кислота қандай ҳажмига эгалланади?

5.5. Охириги қуюқлиги 32% (массавий) бўлган атмосфера босими остида буғлатилаётган бошланғич қуюқлиги 9% бўлган эритма  $1,4 \text{ т/соат}$  сарф билан қурилмага келиб тушмоқда. Суюлтирилган эритма  $18^\circ\text{C}$  температура билан буғлатишга киририлмоқда. Буғлатилгандан сўнг, эритма  $105^\circ\text{C}$  температура билан қурилмадан чиқмоқда. Суюлтирилган эритманинг солиштирма иссиқлик сифими  $3800 \text{ Ж/(кг}\cdot\text{K)}$ . Эритмача босими  $P_{\text{орт}} = 2 \text{ кгк/см}^2$  га тенг бўлган иситувчи буғининг сарфи  $1450 \text{ кг/соат}$  бўлиб, уни намлиги 4,5% ни ташкил этади. Атроф муҳитга йўқотилаётган иссиқлик миқдори топилсин.

5.6. Тарк бида 2 л сув, 8 кг муз ва 5 кг ош тузидан ҳосил бўлган совутувчи аралашмани солиштирма иссиқлик сифими аниқлансин.

5.7. Эритма таркибида 0,7  $\text{м}^3$  100% ли сульфат кислота, 400 кг мис купороси ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ва 1,4  $\text{м}^3$  сув бор. а) Эритманинг иссиқлик сифими; б) Эритма  $12^\circ\text{C}$  дан  $58^\circ\text{C}$  гача иситиш учун керак бўладиган абсолют босими  $2 \text{ кгк/см}^2$  бўлган тўйинган қуруқ

сув буғининг (сарф) миқдорини аниқланг. Эритмани иситиш лавомида қурилманинг ташқи муҳитга йўқотган иссиқлик миқдори 25100 Вт/с ни ташкил этади. Сульфат кислота ва мис купоросининг солиштирма иссиқлик сифимини (5.12) формула ёрдамида аниқланг.

5.8. 7% ли сувли эритма атмосфера босимида 2,69 т/соат сарф билан буғлатиш қурилмасида буғлатилмоқда. Эритманинг бошланғич температураси 95°C охиригиси 103°C да. Қурилмадаги ўртача қайнаш температура 105°C. Иситувчи тўйинган буғнинг ортиқча босими 2 кгк/см<sup>2</sup>. Қурилманинг иссиқлик алмашилиш юзаси 52 м<sup>2</sup>, иссиқлик ўтказиш коэффициентини 1060 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Атроф муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдори 110000 Вт га тенг.

а) Эритманинг охириги қуюқчилигини (контцентрациясини)

б) Намлиги 5% бўлган иситувчи буғнинг сарфини аниқланг.

5.9. Атмосфера босими остида 255°C температура билан дифенил (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub> қайнамоқда. Суюқ дифенилнинг солиштирма буғлатиш иссиқлиги ва солиштирма сифимини ҳисоблаб топинг.

5.10. Атмосфера босимида ишлайдиган иссиқлик алмашилиш 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 суюқ эритма бўйича) 900 кг/соат, лекин маълум вақтдан сўнг, кўрсаткич деворлар ифлосланиши туфайли 500 кг/соат гача пасайди. Атроф муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдорини ҳисобга олманган ҳолда ҳосил бўлган қоқлама (накип) қатламнинг қалинлигини аниқланг. Қоқламанинг  $\lambda=1,4$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) га тенг.

Гидростатик эффектни ҳисобга олманг.

5.11. Концентрацияси 15% дан 70% гача ортиши учун 1000 кг қанд эритмасининг қанча суғини буғлатиш керак?

5.12. 15% ли қанд эритмасининг солиштирма иссиқлик сифимини ҳисобланг.

5.13. 70% ли қанд эритмасининг солиштирма иссиқлик сифимини топинг.

5.14. Қанд эритмаси  $x_{\text{бош}} = 15\%$  (қуруқ модда ҳисобида) дан  $x_{\text{ох}} = 65\%$  гача атмосфера босимида буғлатиш қурилмасида қуюқлаштирилмоқда.

Қурилманинг иситиш юзаси  $F = 65$  м<sup>2</sup>, қайнатилган трубагининг

а) буглатиш давлари учун иссиқлиги  $110 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Иситувчи агрегатордан туйинган сув буғи индустриаларда

1-корпусда  
2-корпусда  
3-корпусда  
4-корпусда  
5-корпусда  
6-корпусда  
7-корпусда  
8-корпусда  
9-корпусда  
10-корпусда  
11-корпусда  
12-корпусда  
13-корпусда  
14-корпусда  
15-корпусда  
16-корпусда  
17-корпусда  
18-корпусда  
19-корпусда  
20-корпусда  
21-корпусда  
22-корпусда  
23-корпусда  
24-корпусда  
25-корпусда  
26-корпусда  
27-корпусда  
28-корпусда  
29-корпусда  
30-корпусда  
31-корпусда  
32-корпусда  
33-корпусда  
34-корпусда  
35-корпусда  
36-корпусда  
37-корпусда  
38-корпусда  
39-корпусда  
40-корпусда  
41-корпусда  
42-корпусда  
43-корпусда  
44-корпусда  
45-корпусда  
46-корпусда  
47-корпусда  
48-корпусда  
49-корпусда  
50-корпусда  
51-корпусда  
52-корпусда  
53-корпусда  
54-корпусда  
55-корпусда  
56-корпусда  
57-корпусда  
58-корпусда  
59-корпусда  
60-корпусда  
61-корпусда  
62-корпусда  
63-корпусда  
64-корпусда  
65-корпусда  
66-корпусда  
67-корпусда  
68-корпусда  
69-корпусда  
70-корпусда  
71-корпусда  
72-корпусда  
73-корпусда  
74-корпусда  
75-корпусда  
76-корпусда  
77-корпусда  
78-корпусда  
79-корпусда  
80-корпусда  
81-корпусда  
82-корпусда  
83-корпусда  
84-корпусда  
85-корпусда  
86-корпусда  
87-корпусда  
88-корпусда  
89-корпусда  
90-корпусда  
91-корпусда  
92-корпусда  
93-корпусда  
94-корпусда  
95-корпусда  
96-корпусда  
97-корпусда  
98-корпусда  
99-корпусда  
100-корпусда

15. 20°C дан ўй бўлган уч вариантта эришма ҳисобида қурилманинг иш қилиши.

Эритма ҳисобида 2650 кг/соат миқдоридан таъминлашга эга буглатиш қурилмасида ёғсинлантирилган қуюқлаштирилган қуюқда. Бошланғич маҳсулот концентрацияси 5% ҳисобида, қуюқлаштирилганнинг эса 15% (қуюқлаштирилган ҳисобида, %М).

Маҳсулот бўйича қурилманинг иш унумдорлиги белгиленсин.

16. Температураси 15°C ва бошланғич концентрацияси 7% (КМ) бўлган 69 т/соат томат шарбати атмосфера босимида буглатиш қурилмасида қуюқлаштирилган қуюқда. Шарбатнинг қайнаш температураси 103°C, иситувчи буғ босими  $p_{абс} = 295 \text{ кПа}$ , қурилманинг иссиқлик алмашиш юзеси  $57 \text{ м}^2$ , иссиқлик ўт эшиш коэффициенти  $274,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Атроф муҳитта иссиқликнинг йўқотилиши 12,2 кВт.

Эритманинг охириги концентрациясини топиш.

5.17 Қанд эритмаси 15 дан 65% (М) қуюқлаштирилган учун циркуляция кўп корпусли буглатиш қурилмасида неча корпус бўлиши керак.

Биринчи корпусда иситувчи буғ босим  $p_{абс} = 323 \text{ кПа}$ , конденсатордаги қолдиқ босим 19,6 кПа.  $\lambda$  амма корпуслардаги температуралар йўқотилишининг йиғиндиси  $\sum \Delta t_{ок} = 41^\circ \text{C}$  деб қабул қилинсин. Ҳар бир корпусдаги р. ҳаят бўлган темпе. нурадалар фойдали фарқи 8°C дан юқори.

5.18 Бошланғич концентрация 10% (КМ) 300 кг/соат сарфда эришма 2-корпусли буглатиш қурилмасида қуюқлаштирилган қуюқда 1-корпусда эришманинг охириги концентрацияси 15% (КМ), 2-корпусда эса 30% (КМ) 1-корпусда қайнаш температураси 100°C, 2-да эса 95°C.

2-корпусда буглатилган сув миқдори аниқлансин.

5.19. Бир нунадишли схема бўйича иккиламчи икки корпусли қурилмасига 1000 кг/соат миқдорда сув буғлатилиши режалаштирилган. Буғлатилиш режими нуноказа эритмаси берилмоқда. Эритманинг бошланғич температураси 8% (КМ), охиригиси эса 30% (КМ).

1-корпусда буғлатилиш  $p=98,1$  кПа,  $t=105^{\circ}\text{C}$  да 2-корпусда буғлатилиш  $p=29,4$  кПа ва  $t=80^{\circ}\text{C}$  да олиб ёришмоқда.

1-корпусда 400 кг/соат миқдорда иккиламчи буғлатилиш бўлиши режалаштирилган. Шундан бир қисми четга (экстра буғ), бошқа зарур бўлган қисми эритмага қайтарилиши режалаштирилган.

Четга олинадиган экстра буғ миқдори аниқ қилинсин.

5.20. Қандиيارбати эритмаси 15 ва 65% (КМ) гача бир йулдан икки корпусли буғлатилиш қурилмасида буғлатилишмоқда. Бошланғич эритма сарфи 5500 кг/соат ва у буғлатилиш қурилмасига қайнаган сув температураси киритилишмоқда. Иситувчи буғ босими (1-корпус)  $p_{абс}=343$  кПа, охири 2-корпусдаги иккиламчи буғ босими  $p_{абс}=108$  кПа. Ҳамма корпусларнинг иситкилик алмашиши юзаси тенг бўлиши керак. Ушбу жараён учун табиий, ички циркуляцияли буғлатилиш қурилмалари қўлланилсин.

## КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №12

Натрий гидрооксиданинг бошланғич эритмаси таркибида А ва В модлари суви бор.  $30^{\circ}\text{C}$  температурада буғлатилган эритманинг таркиби Б. Бу эритманинг В қол. центрифугасига ўғри келади. 1 ва 2 корпусли буғлатилиш эритма ҳисобига буғлатилган сув миқдорини аниқлаш.

Шифонинг охириги рақами бўйича вариация

гр.	вариация	Шифонинг охириги рақами бўйича вариация								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	г/ч	75	75	70	50	50	90	100	30	
В	г/см <sup>3</sup>	1,55	1,40	1,50	1,60	1,35	1,70	1,5	1,30	1,65
Б	г/л	800	700	750	840	630	890	920	550	870

## МОДДА АЛМАШТИРИШ АСОСЛАРИ. АБСОРБЦИЯ

### Ҳисоблаш формуллари ва асосий Тоғлиқликлар

1. Сууюқлик-газ (буғ) икки компонентли системаларнинг таркибини ёқода этиш усуллари 6-1 жадвалда келтирилган.

6-1 жадвал

№ т/б	Концентрация	1-компонент концентрациясининг белгила-ниши	
		сууюқ фазада	газ фазада
1.	Моль улуши, кмоль А/кмоль (А + Б)	$x$	$\bar{y}$
2.	Массавий улуши, кг А/кг (А + Б)	$X$	$Y$
3.	Нисбий моль концентрация	$\lambda$	$\bar{Y}$
4.	Нисбий массавий концентрация	$C_x$	
5.	Ҳажмий моль концентрация, кмоль А/м <sup>3</sup> (А + Б)	$C_x$	$C$
6.	Ҳажмий массавий концентрация, кг А/м <sup>3</sup> (А + Б)		

2. Газ фазадаги компонент концентрацияси унинг парциал босими оқали ифодаланиши мумкин. Клапейрон ва Дальтон тенгламасига биноан идеал газ аралашмасининг исталган компоненти учун массавий (ҳажмий) улуши қуйидагича топилади:

$$y = \frac{p}{P} \quad (6.1)$$

бу ерда  $p$  - газ аралашмаси компонентининг парциал босими;

$P = p_A + p_B + p_C$  газ ёки буғлар аралашмасининг умумий босими бўлиб, ҳамма компонентларнинг умумий босими

3. Идеал эритмалар учун фазалараро мувозанат қонуни.

а) Генри қонуни:

$$p^* = E \cdot x \quad (6.2)$$

$p^*$  газ аралашма компонентининг парциал босими;  $x$  – суюқликдаги компонентнинг моль улуши;  $E$  - Генри коэффициент, суюқлик ва газнинг температураси ва ҳоссаларига боғлиқ. Унинг сон қийматлари илованинг 74 - жадвалида келтирилган.

Агар (6.2) тенгламага (6.1) нинг  $p^* = y^* \cdot P$  кўринишини қўйсак, қуйидаги тенгламанни оламиз:

$$y^* = m \cdot x \quad (6.3)$$

бу ерда  $y^*$  суюқлик билан мувозанатдаги газ фазадаги компонентнинг моль улуши  $m = E/P$  - ўлчамсиз коэффициент,  $t = const$  ва  $P = const$  бўлганда газ-суюқлик системаси учун ўзгармасдир.

б) Рауль қонуни:

$$p^* = P \cdot x \quad (6.4)$$

бу ерда  $p^*$  - суюқлик устидаги мувозанат шароитидаги буғ-газ аралашмаси компонентининг парциал босими;  $P$  тоза компонент тўйинган бугининг босими - температурага бевосита боғлиқдир;  $x$  - суюқликдаги компонентнинг моль улуши.

Агарда,  $p^* = y^* \cdot P$  ни (6.4) тенгламага қўйсак қуйидаги кўринишга эга бўламиз:

$$y^* = \frac{P}{P} \cdot x \quad (6.5)$$

бу ерда  $y^*$  суюқлик билан мувозанатдаги буғ фазадаги компонентнинг моль улуши.

6. Фазаларни ажратувчи юза бўйлаб ҳаракат қилганда, уларнинг концентрациялари ўзгаради. Натижада жараёни ҳаракатга келтирувчи кучи ҳам ўзгаради. Шу сабабли, модда ўтказишнинг асосий тенгласига ўртача ҳаракатлантирувчи куч тушунчаси  $\Delta x_{ур}$  ва  $\Delta y_{ур}$  киритилади:

$$M = K_y \cdot F \cdot \Delta y_{ур}$$



$$M = K_x \cdot F \cdot \Delta x_{yp} \quad (6.6)$$

бу ерда  $M$  – тарқалган модда массаси, кг;  $A$  – фазаларни ажратувчи юзаси, м<sup>2</sup>;  $\Delta x_{yp}$  ёки  $\Delta y_{yp}$  модда алмашиниш жарайнининг ўртача ҳаракатлантирувчи кучи.

$$\Delta x_{yp} = \frac{\Delta x_{ka} - \Delta x_{ku}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta x_{ka}}{\Delta x_{ku}}} \quad (6.7)$$

$$\Delta y_{yp} = \frac{\Delta y_{ka} - \Delta y_{ku}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta y_{ka}}{\Delta y_{ku}}} \quad (6.8)$$

бу ерда  $\Delta y_{ka}$  – қурилманинг биринчи (ёки иккинчи) чеккасидаги концентрацияларнинг катта фарқи;  $\Delta y_{ku}$  – қурилманинг иккинчи (ёки биринчи) чеккасидаги концентрацияларнинг кичик фарқи.

Агарда,  $\Delta y_{ka} / \Delta y_{ku} < 2$  бўлса, техникавий ҳисоблар учун модда ўтказишнинг ҳаракатлантирувчи кучи ўртача арифметик қиймат орқали топилади:

$$\Delta x_{yp} = \frac{\Delta x_{ka} + \Delta x_{ku}}{2} \quad (6.9)$$

$$\Delta y_{yp} = \frac{\Delta y_{ka} + \Delta y_{ku}}{2} \quad (6.10)$$

7. Модда ўтказиш ва бериш коэффициентлари ўртасидаги боғлиқликни аниқлаш учун фазаларни ажратиб турувчи юзада мувозанат ҳолати ўрнатилган теб фараз қилинади. Бу ҳол фазаларни ажратувчи юзанин модданинг тишига қаршилик йўқ деган маънони билдиради. Натижада фазавий қаршиликларнинг аддитивлик қоидаси келиб чиқади. Асосан  $K$  ва  $\beta$  ўртасида қуйидаги боғлиқликлар бор:

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x} \quad (6.11)$$

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y \cdot m} \quad (6.12)$$

бу ерда  $K_x$ ,  $K_y$  газ ёки суюқлик концентрациялари орқали ифодаланган модда ўтказиш коэффициентлари;  $\beta_x$ ,  $\beta_y$  - модда бериш коэффициентлари.

Бу тенгламаларнинг чап томонлари модданинг бир фазадан иккинчи фазага ўлиши учун умумий қаршилиқнинг ўнг томонлари эса фазалардаги модда бериш жараёнининг қаршилиқлари йиғиндисини билдиради.

Агарда, асосий диффузия қаршилиги газ фазادا, яъни

$$\frac{m}{\beta_x} \ll \frac{1}{\beta_y} \quad (6.13)$$

бўлса,

$$K_y \approx \beta_y \quad \text{бўлади.} \quad (6.14)$$

Агарда, асосий диффузия қаршилиги суюқлик фазادا, яъни

$$\frac{1}{\beta_y \cdot m} \ll \frac{1}{\beta_x} \quad (6.15)$$

бўлса,

$$K_x \approx \beta_x \quad \text{бўлади.} \quad (6.16)$$

Олинган натижаларни ва (6.11) (6.12) формулалар таҳлил қилинса, қуйидаги қўлинишдаги тенглама келиб чиқади:

$$K_y = \frac{K_x}{m} \quad (6.17)$$

8. Турғун модда алмашиниш жараёнларининг асосий хлмашлик диффузион критерийлари.

Нуссульг диффузия критерийси қуйидаги қўринишга эга:

$$Nu = \frac{\beta \cdot l}{D} \quad (6.18)$$

Пекле диффузия критерийси эса:

$$Pe' = \frac{w \cdot l}{D} \quad (6.19)$$

Прандтл диффузия критерийси эса:

$$Pr = \frac{Pe'}{Re'} = \frac{\nu}{D} = \frac{\mu}{\rho \cdot D} \quad (6.20)$$

бу ерда  $\nu$  - кинематик қовушоқлик коэффициентини, м<sup>2</sup>/с;  $D$  - молекуляр диффузия коэффициентини, м<sup>2</sup>/с.

○ Агарда, бирор А газнинг В гада (ёки В газнинг А гадаги) молекуляр диффузия коэффициентларининг тажрибавий натижалари йўқ бўлса, унинг коэффициентини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$D_2 = \frac{4,3 \cdot 10^{-7} T^{1,5}}{\rho \cdot (v_A^{0,33} + v_B^{0,33})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (6.21)$$

бу ерда  $D_2$  - диффузия коэффициентини, м<sup>2</sup>/с;  $T$  - температура, К;  $\rho$  - босим (абсолют), кгк/см<sup>2</sup>,  $M_A$ ,  $M_B$  - А ва В газларнинг моль массаси;  $v_A$ ,  $v_B$  - А ва В газларнинг моль ҳажми.

Бирор  $T_1$  температура ва босим  $p_1$  да диффузия коэффициентини  $D_1$  маълум бўлса,  $T_2$  ва  $p_2$  даги диффузия коэффициентини  $D_2$  қуйидаги формула ёрдамида топилиши мумкин:

$$D_2 = D_1 \cdot \frac{p_1}{p_2} \cdot \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{1,5} \quad (6.22)$$

Температураси 20°C суюқликдаги диффузия коэффициентини ушбу формула орқали тахминан ҳисоблаш мумкин:

$$D_c = \frac{1 \cdot 10^{-5}}{A \cdot B \cdot \sqrt{\mu} \cdot (v_A^{0,33} + v_B^{0,33})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (6.23)$$

бу ерда  $\mu$  - динамик қовушоқлик коэффициентини.

Сувда эриган баъзи моддалар учун А коэффициентнинг сон қийматлари:

Газлар учун	A = 1,0
Этил спирти учун	A = 1,24
Метил спирти учун	A = 1,2
Сирка кислотаси учун	A = 1,27

В коэффициентнинг сон қийматлари:

Сув учун	B = 4,7
Этил спирти учун	B = 2,0
Метил спирти учун	B = 2,0
Ацетон учун	B = 1,15
Ассоц. ацияланмаган суюқликлар учун	B = 1,0

Маълум бир  $t$  температурада суюқликда эриган газнинг диффузия коэффициентини  $D$  нинг диффузия коэффициентини  $D_{20}$  (20°C температурасида) билан боғлиқлиги ушбу тахминий формула орқали ифодаланади:

$$D_t = D_{20} \cdot [1 + b \cdot (t - 20)] \quad (6.24)$$

бу ерда  $b$  - температура коэффициентини ва ушбу эмпирик тенглама ёрдамида аниқланиши мумкин.

$$b = \frac{0,2 \cdot \sqrt{\mu}}{\sqrt[3]{\mu}} \quad (6.25)$$

$\mu$  20°C температурасида суюқликнинг динамик қовушоқлик

коэфф<sup>т</sup> ициенти, мПа·с,

Сувда триган айрим газларнинг диффузия коэффициентлари  
73 - жадвалда келтирилган.

## МҲСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

6-1. Суяк аралаг ма таркиби 58,3% (моль) толуол ва 41,2% (моль)  $CCl_4$  дан иборат. Толуолнинг нисбий массавий концентрацияси ва  $\bar{X}$   $\left( \frac{\text{кг толуол}}{\text{кг } CCl_4} \right)$  ва унинг ҳажмий массавий концентрацияси  $C_x$  (кг/м<sup>3</sup>) аниқлансин.

**Е ч и ш :**

Толуолнинг нисбий массавий концентрацияси қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\bar{X} = \frac{M_{\text{толуол}} \cdot x}{M_{CCl_4} \cdot (1 - x)}$$

бу ерда  $M_{\text{толуол}} = 92$  кг/кмоль толуолнинг моль массаси;  
 $M_{CCl_4} = 154$  кг/кмоль;  $x$  - толуолнинг моль улуши.

Сон қийматларни формулага қуйиб, қуйидаги натижани оламиз:

$$\bar{X} = \frac{92 \cdot 0,588}{154 \cdot 0,412} = 0,853 \frac{\text{кг толуол}}{\text{кг } CCl_4}$$

Толуолнинг ҳажмий массавий концентрацияси  $\bar{C}_x$  ни ҳисоблаш учун аралашманинг зичлиги  $\rho_{\text{ар}}$  ни билиш зарур. Бунини 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

$\text{CCl}_4$  учун

$$\rho_{\text{тол}} = 870 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho = 1630 \text{ кг/м}^3;$$

Аралаштириш пайтида ҳажм ўзгармайди деб ҳисоблаб, 1 кг аралашманинг ҳажмини аниқлаймиз:

$$\frac{0,461}{870} = \frac{0,539}{1630} = 0,862 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Аралашманинг зичлиги эса,

$$\rho_{\text{ар}} = \frac{1}{0,862 \cdot 10^{-3}} = 1160 \text{ кг/м}^3$$

Аралашма зичлигини бошқа усул билан ҳам топса бўлади:

$$\rho_{\text{ар}} = \frac{1 - \bar{X}}{\frac{1}{\rho_{\text{CCl}_4}} + \frac{1}{\rho_{\text{тол}}}} = \frac{1 + 0,853}{\frac{1}{1630} + \frac{1}{870}} = 1160 \text{ кг/м}^3$$

Толуолнинг ҳажмий массавий концентрацияси куйидагига тенг 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 бутан ва пропани тўлиқ ажратиб олиш учун моль массаси 224 кг/кмоль суюқ ютувчининг назарий минимал сарфи аниқлансин. Газ аралашмаси таркибда 15% (ҳажмий) пропан ва 10% (ҳажмий) бутан бор. Абсорбер ичидаги босим 3 кгк/см<sup>2</sup>, температура эса 30°C. Пропан ва бутаннинг ютувчида эришиш Рауль қонуни

билан ифода қилинади.

### Ечи

Скруббернинг оқиб чиқаётган ютувчи таркибидаги пропаннинг максимал концентрацияси (6.5) формулада топилади:

$$x_p^* = \frac{P}{P_p} \cdot y_p = \frac{294}{981} \cdot 0,15 = 0,045$$

бу ерда  $p_p = 981 \text{ кПа}$  ( $10 \text{ кгк/см}^2$ ) —  $30^\circ\text{C}$  температурадаги пропаннинг туйинган буғи босими.

Газ аралашмадан ютилиши керак бўлган пропан миқдори ушбу тенгламадан аниқланади:

$$G_p = \frac{V \cdot y_p}{22,4} = \frac{1000 \cdot 0,15}{22,4} = 6,7 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Пропанни ютиш учун ютувчининг минимал сарфи ушбу тенгламадан топилади:

$$\frac{L_{\min}}{1 - x_p^*} = G_p$$

Ундан

$$L_{\min} = \frac{G_p \cdot (1 - x_p^*)}{x_p^*} = \frac{6,7 \cdot 0,955}{0,045} = 142 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

ёки  $142 \cdot 224 = 31800 \text{ кг/соат}$

Скруббернинг пастки қисми дан оқиб чиқаётган ютувчи таркибидаги энг кўп бўлиши мумкин бўлган бутан концентрацияси куй тағича топилади:

$$x_b^* = \frac{P}{P_b} \cdot y_b = \frac{294}{265} \cdot 0,10 = 0,11$$

бу ерда  $p_6 = 265 \text{ кПа}$   $30^\circ\text{C}$  температурадаги бутаннинг тўйинган буғи босими.

Ютиляётган бутан миқдори

$$G_6 = \frac{V \cdot \rho_6}{22,4} = \frac{1000 \cdot 0,10}{22,4} = 4,47 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Бутанни ютиш учун ютувчининг минимал сарфи ушбу тенгламада белги топилади:

$$L_{\min} = \frac{G_6 \cdot (1 - x_6^*)}{x_6^*} = \frac{4,47 \cdot 0,09}{0,11} = 36,1 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

Пропан учун	Бутан учун
$L_{\min} = 142 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$	$L_{\min} = 36,1 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$

Бутанни тўлиқ ютиши учун зарур ютувчининг минимал сарфи, пропанни ютишга керагидан анча кам бўлади

Демак,  $L_{\min} = 142 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$  миқдордаги ютувчида бутан тўлиқ ютилади.

## НАСАДКАЛИ АБСОРБЕРЛАРНИҲИСОБЛАШ [6].

Абсорбердан газ ўтганда напорнинг йўқотилиши содир бўлади. Унинг миқдори насадканинг ҳарактерига газнинг тезлиги, насадканинг зичлигига боғлиқ. Қуруқ насадкадаги напорнинг йўқотилиши ёки қуруқ насадканинг қаршилиги қуйидагича аниқланади:

$$\Delta p_k = \lambda \cdot \frac{H}{d_s} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \quad (6.26)$$

бу ерда  $H$  - насадка қатламнинг баландлиги, м,  $d_s = 4 \cdot \varepsilon / a$



-насадка элементлари ташки қилган каналларнинг эквивалент диаметри, м;  $w - w_0/\varepsilon$  - насадка қатламидаги газнинг ҳа акий тезлиги, м/с;  $\varepsilon$  - насадкалар орасидаги бўшлиқ;  $a$  - насадкаларнинг солиштира юзаси, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>;  $\lambda$  - ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликларни енгиш учун кетган босимнинг йўқотилишини ҳисобга олувчи қаршилик коэффициенти.

Қаршилик коэффициенти  $\lambda$  нинг қиймати  $Re$  критерийсига боғлиқ. У насадканинг турли элементлари учун газнинг ҳаракат режимига боғлиқ бўлиб, асосан эмпирик тенгламалар билан аниқланади:

Агарда  $Re < 40$ , яъни ламинар режим бўлса,

$$\lambda = \frac{140}{Re} \quad (6.27)$$

Турбулент режимдаги газнинг ҳаракати учун, яъни  $Re > 40$  бўлса,

$$\lambda = \frac{140}{Re^{0.2}} \quad (6.28)$$

Колоида тартибсиз жойлаштирилган халқали насадкалар учун

$$\lambda = \frac{140}{Re^{0.375}} \quad (6.29)$$

Намланган насадкалар гидравлик қаршилиги  $\Delta p_x$  қуруқ насадканинг никидан катта, чунки суяқлик маълум миқдори насадканинг ҳўлланиши натижасида унинг юзасида ва унинг тор каналларида ушланиб қолади. Ҳўлланган насадканинг гидравлик қаршилиги  $\Delta p_x$  ушбу тахминий эмпирик формула орқали топилади:

$$\Delta p_x = 10^{6a} \Delta p_x \quad (6.30)$$

ерда  $a$  - намлаш зичлиги, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>;  $b$  - насадканинг қатлами ва начилиги ҳараб тажриба орқали аниқланадиган коэффициент.

коэффициент.

Намлашган тезда  $a_n$  нинг ҳаммиг насадка элементларининг солинигиорма юзасининг  $a$  га нисбати насадканинг намлаш коэффициенти  $\psi$  ни беради:

$$\psi = \frac{a_n}{a} \quad (6.31)$$

Насадканинг намлашниш коэффициенти қуйидаги тенглама билан аниқланадигини ҳам мумкин:

$$\psi = 1 - \Phi \cdot e^{-m} \quad (6.32)$$

Даража кўрсаткичи  $m$  нинг қиймати:

$$m = c \cdot \text{Re} \epsilon_c^n = c \cdot \left( \frac{A \cdot u \cdot \rho}{a \cdot \mu} \right) \quad (6.33)$$

Насадканинг турига қараб  $A$ ,  $c$  ва  $n$  ларнинг миқдори махсус адабиётлардан топилади. Масалан, Рашид аҳмад қаси учун  $A = 1,02$ ;  $c = 0,16$ ;  $n = 0,4$  [7].

Абсорбернинг диаметри қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$u = \frac{L_0}{0,785 \cdot D^2} \quad (6.34)$$

бу ерда  $L$  - абсорбердаги ҳажмий сўф,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Абсорбернинг тегиш бала диги насадкаларининг ҳажмига қараб аниқланади. Насадканинг ҳажми эса,  $\psi$  навбатида худди шу насадка учун унинг мода ўтказиш юзасига боғлиқ. Бу ҳолда насадканинг ҳажми:

$$V = H \cdot S = \frac{F}{a \cdot \psi} \quad (6.35)$$

бу ерда  $S$  - колоннанинг қўндалаган қесим юзаси  $\text{м}^2$ ;  
Мода ўтказиш юзаси эса, мода ўтказишнинг асосий тенгла-

масидан аниқланади  $F$  нинг қиймати (6.35) тенг мага қўйиб, абсорбернинг баландлигини аниқлаш мумкин.

$$H = \frac{V_{нас}}{S} = \frac{F}{S \cdot a \cdot \psi} = \frac{\Lambda_1}{S \cdot a \cdot \psi \cdot K_y \cdot \Delta u_{yr}} \quad (6.36)$$

Модда ўтказиш коэффициентлари  $K_x$ ,  $K_y$  ларни ҳисоблашда, газ фазасидаги модда бериш коэффициенти  $\beta_2$  тартибсиз ўрнатилган насадкалар учун қуйидаги критериял тенгладан аниқланади:

$$Nu'_2 = C_1 \cdot Re_2^{0,665} \cdot (Pr')^{0,33} \quad (6.36)$$

Газ фазаси учун баландлик бирлигидан ўтаётган газ фазасидаги ўтказиш соғанинг баландлиги қуйидагича:

$$h_2 = 0,615 \cdot a_2 \cdot Re_2^{0,345} \cdot (Pr')^{0,66} \quad (6.37)$$

Тартибли жойлаштирилган насадкалар учун:

$$Nu'_2 = 0,167407 \cdot Re_2^{0,74} \cdot (Pr')^{0,33} \left( \frac{l}{d_3} \right)^{0,47} \quad (6.38)$$

ёки

$$h_2 = 1,5 \cdot a_2 \cdot Re_2^{0,26} \cdot (Pr')^{0,67} \left( \frac{l}{d_3} \right)^{0,17} \quad (6.39)$$

бу ерда  $l$  - насадканинг баландлиги.

(6.36), (6.39) тенгламаларда топилган  $Nu_2 = \beta_2 \cdot d_y \cdot D$  ва  $Re_2 = w_0 \cdot d_3 \cdot \rho_2 / \mu_2$  критерийларда аниқловчи геометрия катталиқ сифатида насадканинг эквивалент диаметри олинади ( $d_3 = 4 \cdot \varepsilon / a$ ). Халқасимон насадкалар учун суюқлик фазасидаги модда бериш коэффициентларининг бирлик юзасига бўлган нисбати қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$Nu'_c = 0,0021 \cdot Re_c^{0,75} \cdot (Pr')^{0,3} \quad (6.40)$$

бу ерда

$$Nu_c = \frac{L_c \cdot \delta_x}{D_c}$$

бу ерда  $Nu_c$  Нуссельт критерийси ҳосил бўлган юпқа қатлам қалинлиги учун ҳисооланган.

Сууюқ фазадаги ўтказиш сонининг баландлиги эса:

$$h_c = 119 \cdot c_x \cdot Re_c^{0,25} \cdot (Pr_c)^{0,5} \quad (6.41)$$

## К О Н Т Р О Л    М А С А Л А Л А Р

6.1. Ўзаро ҳажмлари тенг бўлган бензол ва нитробензол сууюқликлари аралаштирилган. Аралашманинг ҳажми ташкил этувчи компонентлар ҳажмлари йиғиндисига тенг деб олиб, аралашманинг зичлигини, нитробензолнинг  $\bar{X}$  солиштирма массавий концентрациясини ва унинг ҳажмий моляр конценрациясини  $C_x$  ни аниқланг.

6.2. Сууюқ аралашманинг таркиби куйидагилардан иборат: 20% хлороформ, 40% ацетон ва 40% олтингугурт углерод. Унлар молекуляр ҳолатда ҳисобланган. Компонентларни бирига аралаштириш натижасида ҳажмлари ўзгармайди деб ҳисоблаб, аралашманинг зичлиги ни ҳисоблаб топинг.

6.3. Ҳаво этил спиртининг буғи билан тўйинтирилган. Бу ҳаво-буғ аралашмасининг умумий босими 600 мм.с.м уст, температураси 60°C. Иккала ташкил этувчилар идеал газ деб ҳисобланиб, аралашмадаги этил спиртининг нисбий массавий концентрациясини  $Y$  ва аралашма зичлигини аниқланг.

6.4. Таркибида 26% водород 60% метан ва 14% этилен газлари бўлган аралашма босими  $P_{абс} = 30$  кгқ/см<sup>2</sup> ва температура, си 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) Хлороформ ва бензол қайси аралашмадан қайсинисида те-  
мон ҳаракат қилишини;

б) Буг ва суюқлик фазалари бўйича бугнинг суюқликка ки-  
ришида модда ўтказиш жараёнини даракатга келтирувчи қўшни-  
(моляр улушда) аниқланг.

Мувозанат таркиби бўйича маълумотлар 62-жадвалда берилган.

6.6.  $CCl_4$  бугини даво билан, абсолют (сими  $10 \text{ кгк/см}^2$ ) га те-  
с қилиб, тўқнашмоқда сув билан совутилмоқда.  $40^\circ\text{C}$  да  
 $CCl_4$ нинг кондензацияланиши бошланади.

а) Бошланғич аралашмада  $CCl_4$ нинг массавий фазини  
аниқланг.

б)  $27^\circ\text{C}$  гача совутилгандан сўнг газ аралашмасидан ажратиш  
кўрсаткичини аниқланг.

$CCl_4$ нинг тўқнашган бугини босими И7 ёки И8 – расмларда  
олинади.

6.7. Таркибида 0,8% (% хажмий) октан бўлган газ аралашма  
компрессор ёрдамида  $p_{абс} = 5 \text{ кгк/см}^2$  гача сиқилиб, сўнг тез  
 $25^\circ\text{C}$  гача совутилмоқда. Окτανнинг ажратиш кўрсаткичинини  
аниқланг. Агар сиқилган газ аралашма совуtuvчи агент ёрдамида  
 $0^\circ\text{C}$  гача температураси пасайтирилса, унинг ажратиш кўрсаткичи  
қанчага ўзгаради? Окτανнинг тўқнашган бугинини босими И7  
расм, 31 нуктадан аниқланади.

6.8 а) Температураси  $100^\circ\text{C}$  бўлганда бензол бугинини тў-  
луқ бугидаги; б) Температураси  $92^\circ\text{C}$  бўлганда этил спирит  
бугинини сув бугидаги молекуллар диффузия коэффициентларини  
атмосфера босимига тегишли босим учун аниқланг.

6.9. Агарда, абсорберда сув пуркалиб берилётган пайтидаги  
 $\beta_y = 2,76 \cdot 10^{-3}$  кмоль/(м<sup>2</sup> соат·кПа) ва  $\beta_x = 1,17 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с  
бўлса, мода ўтказиш коэффициентини аниқланг. Қурилмадаги  
босим  $p_{абс} = 1,67 \text{ кгк/см}^2$  га тенг. Мувозанат чизиқ тенглама-  
си моль улушда бўлиб, қўшнидаги қўринишга эга:  $y^* = 102x$ .

6.10. Температураси  $20^\circ\text{C}$  бўлган, углерод диоксидага насадкани  
абсорберда сизда ютилган газ пайтида, суюқ фазанинг мода бе-  
риш коэффициенти хисоблаб толинг. Суюқлик пуркаш қў-  
лиги  $60 \text{ м}^3/\text{соат}$ . Керамик халқалар ўлчами  $35 \times 35 \times 4 \text{ мм}$  бўлиб,  
улар қурилмага тартибсиз жойланган. Насадканинг ҳўлланиш  
коэффициенти  $\psi = 0,86$ .

### КОНТРОЛ ТОПШИРИ К №13

Температура  $t$  бўлганда,  $A$  модданинг суздаги диффузия коэффициентини ҳисоблаб чиқилсин.

Пара-метр	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

Пара-метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$A$	-	NO	SO	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	COS	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	CO	Cl <sub>2</sub>

### КОНТРОЛ ТОПШИРИК №14

Абсолют босим  $P$  остида ишлайётган модда алмашинини қурilmаси қуйидаги модда бериш коэффициентини таъинлашга:

$$V = 1,1 \text{ кмоль/м}^2 \cdot \text{соат}; \quad C = 25 \text{ кмоль/м}^2 \cdot \text{с.т.}$$

Газ ва суюқлик фазаларининг мувозанат таркиби Генри қонуни билан ifодаланган  $p_0 = 0,08 \cdot 10^6 \text{ х.}$

Юқоридаги маълумотларга таяниб, қуйидаги параметрлар ҳисоблансин:

- 1)  $K_v$  ва  $K_x$  модда ўтказиш коэффициентлари;
- 2) суюқ фазанинг диффузион қаршилиги, газ фазанинг диффузион қаршилигидан неча марта фарқ қилиши.

Пара-метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$P$	кгк/см <sup>2</sup>	2,5	3,1	3,5	5,0	1,5	2,8	4,0	4,5	6,0	1,5
$V$	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

## СҮЮҚЛИКЛАРИНИ ҲАЙДАШ

## Ҳисоблаш формулалар ва асосий боғлиқликлар

1. Оддий ҳайдаш тенгламаси:

$$\ln \frac{F \cdot x_p}{W \cdot x_1} = \int \frac{dx}{y^x - x} \quad (7.1)$$

бу ерда  $F$  - ҳайдалган аралашманинг бошланғич миқдори,  $W$  - ҳайдаш жараёнидан сўнг кубда қолган суюқлик миқдори,  $y$  ва  $x$  - буг ва суюқликдан енгил учувчи компонентнинг мувозанат концентрациялари;  $x_p$  - бошланғич аралашмадаги енгил учувчи компонент миқдори;  $x_w$  - ҳайдаш жараёнидан сўнг ҳосил бўлган қолдиқда енгил учувчи компонент миқдори.

Ҳайдалган суюқликнинг ўрта таркиби қуйидаги формула орқали топилади:

$$x_d = \frac{F \cdot x_p - W \cdot x_1}{F - W} \quad (7.2)$$

2. Сувда эримай қолган суюқликларни буғ ёрдамида ҳайдаш пайтидаги буғнинг сарфи ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$G_B = G \cdot \frac{M_B \cdot (n - m)}{M \cdot P \cdot \varphi} \quad (7.3)$$

бу ерда  $G_B$  - ҳайдалган суюқлик билан кетаётган сув буғи миқдори, кг;  $G$  - ҳайдалаётган суюқлик миқдори, кг;  $M$  ва  $M_B$  - сув ва ҳайдалган аралашманинг моль массаси;  $P$  - ҳайдаш температурасидаги ҳайдалаётган суюқлик тўйинган буғининг босими;  $n$  - аралашма буғларининг умумий босими;  $\varphi$  - 0.7-0.8.

Икки компонентли А ва В фазаларнинг таркиби моль фазлар (% мол.) ва влушларга:

$$x_{\text{мол}} = \frac{\text{кмоль } A}{\text{кмоль } (A + B)} \cdot 100 \quad (7.4)$$

массавий фоиз (% мас) ва улушларда:

$$x_{\text{мас}} = \frac{\text{кг } A}{\text{кг } (A + B)} \cdot 100 \quad (7.5)$$

ҳажмий фоиз (% ҳажм) ва улушларда:

$$x_{\text{ҳажм}} = \frac{M^3 \cdot A}{M^3 \cdot (A + B)} \cdot 100 \quad (7.6)$$

ифodalаниши мумкин. Бу ерда  $x$  – суюқ фазадаги енгил учувчан А компонентнинг концентрацияси.

Концентрациялар ўртасидаги нисбатлар қуйидаги кўринишда бўлади:

$$x_{\text{ҳажм}} = \frac{x_{\text{ҳажм}} \rho_{\text{H}}}{\rho_{\text{ҳажм}}} \quad (7.7)$$

$$x_{\text{ҳажм}} = \frac{x_{\text{мас}} \rho_{A\text{ҳажм}}}{\rho_A} \quad (7.8)$$

бу ерда  $20^\circ\text{C}$  температурада тоза компонент А нинг зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (14-жадвалдан топилади);  $\rho_{A\text{ҳажм}}$   $20^\circ\text{C}$  ҳаялий концентрацияда А компонентнинг зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (23 - жадвалдан аниқланади)

$$x_{\text{мас}} = \frac{\frac{x}{100} \cdot M_A}{\frac{x_{\text{мас}}}{100} \cdot M_A + \frac{100 - x_{\text{мас}}}{100} \cdot M_B} \quad (7.9)$$

$$x_{\text{мас}} = \frac{x_{\text{мас}} \cdot M_A \cdot 100}{x_{\text{мас}} \cdot M_A + (100 - x_{\text{мас}}) \cdot M_B} \quad (7.10)$$

$M_A$  ва  $M_B$  – А ва В тоза компонентларнинг мол масса сифат кўрсаткичи (20 - жадвалдан олинади).



Сув спирт аралашмаси учун массавий фозидан моль фозига ўтиш ушбу формула ёрдамида амалга оширилиши мумкин:

$$x_{\text{сп}} = \frac{x_{\text{мас}}}{256 - 1,58 \cdot x_{\text{мас}}} \quad (7.11)$$

Бинар аралашмалар моль массаси (кг/кмоль) қуйидаги формуладан топилади:

$$M = \frac{100}{\frac{x_{\text{мас}}}{M_A} + \frac{100 - x_{\text{мас}}}{M_B}} \quad (7.12)$$

3. Узлуксиз ишлайдиган ректификация колоннасининг моддий баланс тенгламаси 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 енгил учувчан компонентнинг массавий ёки моль миқдори.

4. Иш чизиқ тенгламалари:

а) Колоннанинг юқориги буг таркибини оширувчи қисми учун иш чизиғи қуйидагича аниқланади.

$$Y = \frac{R_{\phi}}{R_{\phi} + 1} \cdot x + \frac{R_{\phi}}{R_{\phi} + 1} \quad (7.15)$$

б) колоннанинг энг пастки қисми учун иш чизиғи тенгламаси ушбу кўринишга э:

$$Y = \frac{R + F}{R + 1} \cdot x - \frac{F - 1}{R + 1} \cdot x_y \quad (7.16)$$

Ректификацион колонналарда, назарий таҳлиллар асосида,

унинг бутун баландлиги бўйича суюқлик ва буғнинг моль сарфлар ўзгармас деб қабул қилинади.

Агарда, нисбий моль сарфлар қўлланилса, (7.13) ва (7.14) тенгламалар қуйидаги кўринишда эга бўлади.

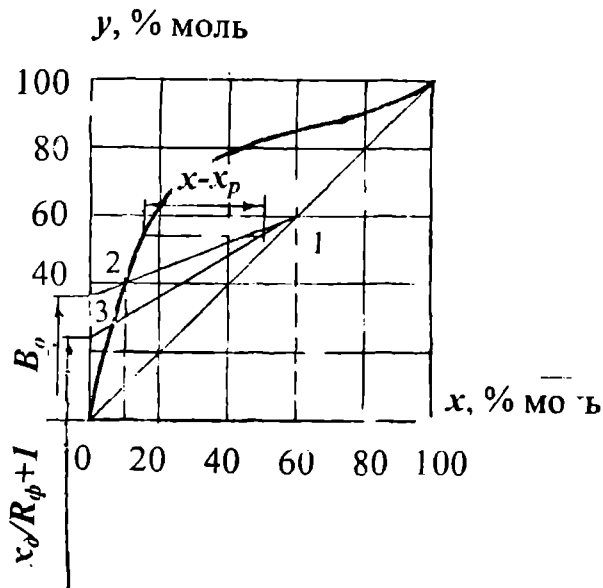
$$F = L + W \quad (7.17)$$

$$F \cdot x_F = x_D \cdot L + W \cdot x_W \quad (7.18)$$

бу ерда

$$W = \frac{G_W}{G_D} = \frac{x_D - x_W}{x_F - x_W}$$

5. Мувозанат эгри чизигиде синиш нуқталари бўлганда, узлуксиз ишлайдиган ректификацион колоннанинг минимал флегма сони  $R_{\min}$  қуйидаги тенгламадан топилади (7.1-расм):



7.1-расм. Минимал ва оптимал флегма сони аниқловчи  $x - y$  диаграмма

$$R_{\min} = \frac{x_D - y_P^x}{y_P^x - x_P} \quad (7.19)$$

бу ерда  $x_D$  — энгил учувчан компонентнинг дистиллятдаги моль улуши,  $x_F$  — худди шу, фақат колоннанинг бошланғич суюқлигида;  $y_F$  — худди шу, фақат бошланғич суюқликнинг мувозанат буғида.

Минимал флегма сони:

$$R_{\min} = \frac{x_D - B_0}{B_0} \quad (7.19a)$$

формула ёрдамида ҳам ҳисобласа бўлади.  $B_0$  — 7.1 расмдан, мувозанат чизигининг ордината ўқидаги кесмасининг қиймати.

Ҳақиқий флегма сони тахминий усул билан ушбу тенгликдан топилади яъни,

$$R = \varphi R_{\min} \quad (7.20)$$

бу ерда  $\varphi > 1$  флегманинг кўпроқ олинishiни ҳисобга олувчи коэффициент, одатда  $\varphi = 1.04-1.05$ .

Ректификацион колонналарни ҳисоблашда флегманинг ҳақиқий сони қилидаги формула ёрдамида аниқланади:

6. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колонна учун қуйидаги ҳисоқлик балансини тузиш мумкин:

$$Q_K + G_F \cdot i_F = Q_D + G_D \cdot i_D + G_W \cdot i_W + Q_{\text{ўж}} \quad (7.21)$$

бу ерда  $Q_K$  — қайнаётган суюқликка иситувчи буғдан ўтаётган иссиқлик миқдори, Вт;  $Q_D$  — дефлегматорда конденсацияланаётган буғлардан совитувчи сув ёрдамида олинаётган иссиқлик миқдори, Вт;  $Q_{\text{ўж}}$  — атроф муҳитга иссиқликнинг йўқотилиши, Вт;  $i_F$ ,  $i_D$ ,  $i_W$  — бошланғич суюқлик, дистиллят ва куб қолдиғи энтальпиялари.

Олинган (7.21) тенгламадан  $Q_K$  ни топиш мумкин:

$$Q_K = Q_D + G_D \cdot i_D + G_W \cdot i_W + G_F \cdot i_F + Q_{\text{ўж}} \quad (7.22)$$

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:

$$Q_D = Q_D \cdot (1 + R) r_D \quad (7.23)$$

$R$  - 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<sup>3</sup>/с;  $w$  - буғ тезлиги, м/с.

Кўп қўлланиладиган буғнинг тезлиги эса, ушбу формуладан топилди:

$$w = C \sqrt{\frac{p_c - p_a}{p_b}} \quad (7.25)$$

агарда  $p_c \gg p_b$  бўлса:

$$w = C \sqrt{\frac{p_c}{p_b}} \quad (7.26)$$

8. Ректификацион колонна баландлиги қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$H_T = (n - 1) h \quad (7.27)$$

$n$  - тарелкалар сони,  $h$  - тарелкалар орасидаги масофа.

Тахминий ҳисоблар учун тарелкалар сонини уларнинг ўртача ф.и.к. орқали аниқлаш мумкин:

$$n = \frac{n_T}{\eta}$$

$n_T$  тарелчаларнинг назарий сони.

## МИСОҶЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

7.1 Бензол 4% (моль) ва толуолдан 6% (моль) ташкил тоʻлган 60°C ли суюқ аралашма учун буғ фазасининг мувозанат таркиби ҳисоблансин. Аралашма Рауль қонун. билан характерланади. Атмосфера босими 760 мм.с.м.у.ст. ва температура 90°C да қайғийдиган, бензол ва толуолнинг суюқ аралашмасининг таркиби аниқлансин.

### Ечиш

И8 расмдан 60°C учун бензол ва толуолнинг тўйинган буғларининг босимини топамиз: бензол учун  $P_6 = 385$  мм.с.м.у.ст. ва толуол учун  $P_T = 140$  мм.с.м.у.ст.

Бензол ва толуол учун парциал босимлар ушбу формуладан аниқланади:

$$P_0 = P_6 \cdot x_6 = 385 \cdot 0,4 = 154 \text{ мм.с.м.у.ст.}$$

$$P_T = P_0 \cdot x_T = P_T (1 - x_6) = 140 (1 - 0,4) = 84 \text{ мм.с.м.у.ст.}$$

Умумий босим эса,

$$P = P_0 + P_T = 154 + 84 = 238 \text{ мм.с.м.у.ст.}$$

Буғ фазасининг таркиби ушбу тенглама орқали аниқланади.

$$y_6 = P_0 / P = 154 / 238 = 0,648$$

Демак, мувозанатдаги буг таркибид: 64,8% (моль) бензол ва 35,2% ( моль) толуол бор.

Атмосфера босими 760 мм.сим.уст. ва температура 90° С да қайнабдиган, бензол ва толуолнинг суяқ аралашмасининг таркиби аниқлаш учун ушбу те гламани ёзамиз:

$$P = P_6 \cdot x_6 + P_T \cdot x_T$$

ёки

$$760 = 1013 \cdot x_6 + 408 \cdot (1 - x_6)$$

ундан  $x_6 = 58,3 \%$ ;  $x_T = 41,7 \%$

Бу ерда: 1013 ва 408 (мм.сим.уст.) - тоза бензол ва толуолнинг 90°С даги тўйинган бугларининг босими.

7-2. Аралашма Раул қонуни билан характерланади. Атмосфера босимида бензол-толуол аралашмаси учун  $t - x$ ,  $y$  ва  $y^*$   $x$  координатларида мувозанат диаграммасини қуринг ва фазаларнинг мувозанат таркибини ҳисобланг.

**Е ч и ш**

Фазаларнинг мувозанат таркиби қуйидагича аниқланади:

$$p_6 = P_6 \cdot x; \quad p_T = P_T \cdot (1 - x)$$

Дальтон қонунига биноан

$$P = p_6 + p_T = P_6 \cdot x + P_T \cdot (1 - x)$$

Бундан

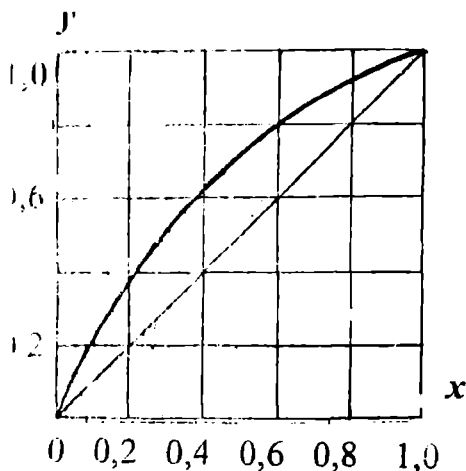
$$x = \frac{P - P_T}{P_6 - P_T}$$

(6.5) формулага биноан

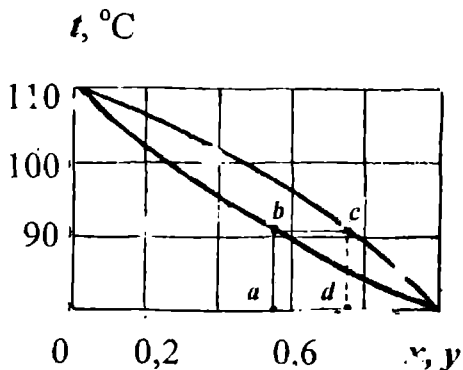
$$y^* = \frac{P_6}{\Pi} \cdot x$$

Олинган н.г.г.ж.лар 7.1 жадвалда келтирилган ва 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 - масалага ҳам оид.)

7-3. Конденсатордан чиқётган дистиллят концентрацияси  $x_d = 71,2\%$  (ҳажмий), флегма сони  $R_{\min} = 1,9$  бўлса, дефлегматорга айлётган буг концентрацияси ва флегмадаги этил спирт концентрацияси аниқлансин.

**Ҳал:**

Ҳисоблаш кесма-кетлиги куйидагича бўлади:

1. (7.7) ва (7.8) формулалар орқали % (ҳажмий) концентрацияси, % (мас) ва % (моль) ларга қайта ҳисобланади.

$$x_d = 71,2\% \text{ (ҳажмий)} = 65\% \text{ (мас)} = 40,8\% \text{ (моль)}$$

2. 27-жадвал маълумотлари асосида  $t - x, y$  диаграмма тўрилади (7.3-расм). Ушбу диаграммадан, дистиллят концентрацияси  $x_d = 40,8\%$  (моль) учун флегмани концентрацияси  $x_q = 8,0$  (моль) топамиз.

3.  $a + b = (40,8 - 8,0) = 32,8\%$  (моль) кесманинг қиймати топилади.

Флегма сони

$$R_{\phi} = 1,9 = a/b \text{ да}$$



$$a/1,9 + a = 32,8 \%$$

Демак,  $a = 21,5 \%$

4. Кесма  $a$  нинг 1-ийги ити нуқта 1 нинг ўрнини аниқлашга ёрдам беради ва унга қараб буғнинг концентрацияси  $y_6 = 19,6 \%$  (моль) ёки  $38,2 \%$  (масо) топилади.

7-4. Аввалги, 7-3 масаланинг берилган шароитлари бўйича, конденсатордан чиқаётган дистиллят миқдори  $G_d = 155$  кг/соат бўлса, флегма миқдори  $G_f$  аниқлансин.

**Е ч и ш**

1. (7.12) формула ёрдамида буғ ва дистиллятнинг моль массаси ҳисобланади:

$$M_d = \frac{100}{63,8 / 46,07 + (100 - 53,8) / 18,02} = 29,2 \text{ кг / кмоль}$$

$$M_6 = \frac{100}{38,2 / 46,07 + (100 - 38,2) / 18,02} = 23,5 \text{ кг / кмоль}$$

2. Қуйидаги формула орқали эса дефлегматорга кираётган буғнинг миқдорчи аниқланади:

$$G_6 = 155 \cdot (1,9 + 1) / 23,5 = 19,12 \text{ кмоль/соат}$$

3.  $M_d = 29,2$  кг/кмоль эканлигини ҳ. собга олиб, дистиллят миқдорини кг/соат дан кмоль/соат бирлигига ўтказамиз.

$$G = \frac{155}{29,2} = 5,31 \text{ кмоль / соат}$$

4. Дефлегматорнинг моддий баланстан, флегма миқдорини аниқлаймиз:

$$G_A = 19,12 - 5,31 = 13,89 \text{ кмоль/сат}$$

5. (7.12) формула ёрламида,  $x_{\phi} = 8,0\%$  (моль) =  $18,2\%$  (м.г.) бўлганда, флегманинг моль массаси ҳисоблаб топилди:

$$M_D = \frac{100}{13,2 / 46,07 + (100 - 18,2) / 13,02} = 20,3 \text{ кг / кмоль}$$

Бўлса, флегманинг миқдори қуйи ағига тенг бўлади:

$$13,89 \cdot 20,3 = 281,9 \text{ кг/соат}$$

### ТАРЕЛКАЛИ РЕКТИФИКАЦИОН ҲИСОТЛАШ НАЪУНАСИ

Унумдорлиги  $\Sigma_D = 155$  кг/соат спирт ишлаб чиқарадиган брагоректификацион колоннани ҳисобланг (7.4 - расм).

Ҳисоблаш учун маълумотлар:

- бошланғич аралашма таркибида спирт миқдори  $w_{\text{бош}} = 10\%$  (ҳажмий), куб қолдиғи  $x_k = 0,0064\%$  (ҳаллм), дистиллят эса  $x_d = 69,3\%$  (ҳажм);

- флегманинг кўпроқ олинишини ҳисобга олувчи 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.

**Е ч и ш :**

Ҳисоблаш ушбу кетма кетликда олиб борилади.

Бошлан ич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларнинг концентрациялари ҳажмий фозидан (ҳажм), массавий фозидан (масс) (7.1) формула ёрдамида, сўнгра э.л (7.9) формула ёрдамида массавий фозидан (масс) ҳажмий фозидан (ҳажм) қайта ҳисобланади.

Натижада бошланғич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларининг концентрациялари туйида сон қийматларига эга бўлади:

$$x_{\text{бош}} = 10 \% \quad \text{ҳажм} = 8,01 \% \quad \text{масс} = 3,34 \% \quad \text{моль.}$$

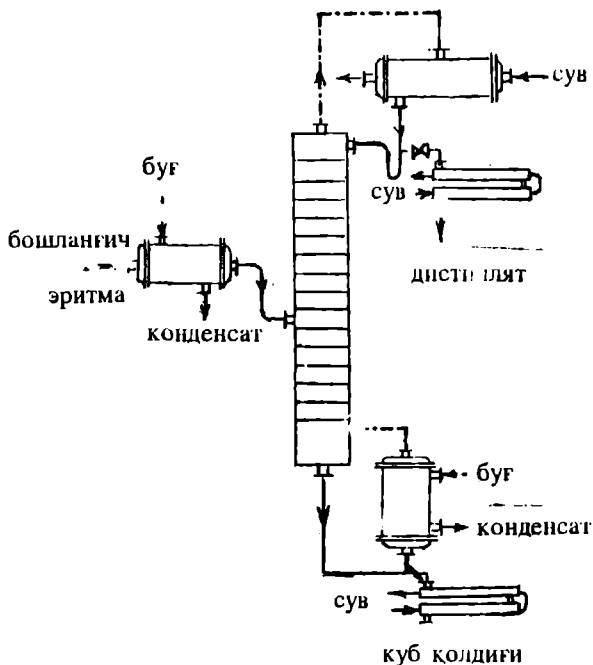
$$x_{\text{бош}} = 69,3 \% \quad \text{ҳажм} = 61,6 \% \quad \text{масс} = 38,5 \% \quad \text{моль.}$$

$$x_{\text{к}} = 0,0064 \% \quad \text{ҳажм} = 0,005 \% \quad \text{масс} = 0,002 \% \quad \text{моль.}$$

2. (7.19<sub>а</sub>) формула ёрдамида минимал флегма сони аниқланади.

2.1. 27 - жадвалдаги маълумотлар асосида  $x - y$  мувозанат чизиги кўрилади (7.5-рasm).

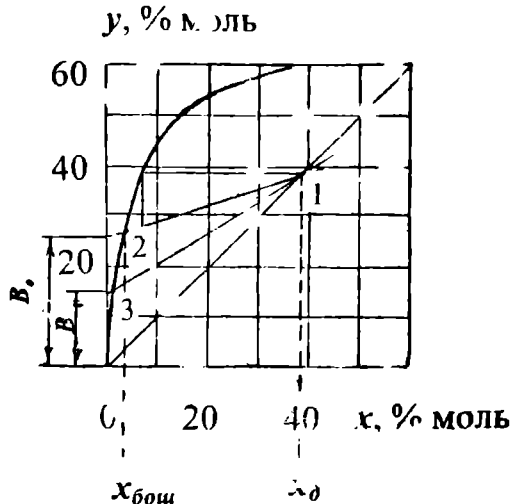
2.2. Абсцисса ўқидаги  $x_r = 38,5$  мольга тааллуқли нуқтадан диагонал чизинги билан нуқтада кесилгунча вертикал чизик ўтказилади.



7.4-рasm. Ректификация қурилмасининг схемаси

2.3. Абсцисса ўқидаги  $x_{\text{бoш}} = 3,34$  моль га тааллуқли нуқтадан мувознат чизиғи билан нуқта 2 да кесишгунча вертикал чизиқ ўтказилади.

2.4. Нуқталар 1 ва 2 ўзаро бирлаштирилади ва ордината ўқи билан кесишгунча давом эттирилади ва  $V_0 = 26,5$  моль қиймат топилади.



7.5-расм. Сув-спирт аралашмасининг минимал флегма ва қол панинг ҳақори 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:

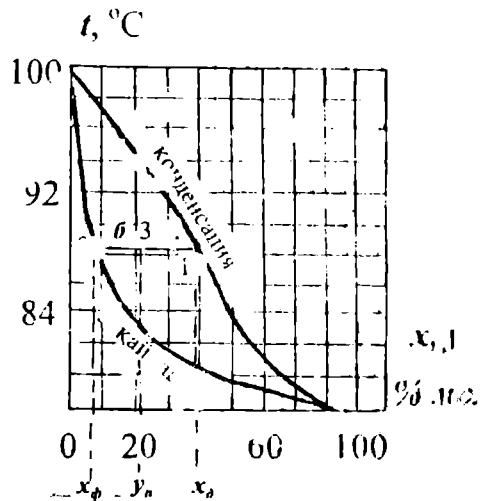
$$R_{\Phi} = 0,453 \cdot 3,1 = 1,4$$

4. 27 - жадвалдаги маълумотлар асосида диафрагма кўрилади ва кейинги ҳисобларда зарур флегма таркиби, дефлегматорга бериладиган буғ таркиби ва температуралар аниқланади (7.6-расм).

4.1. Дистиллятнинг концентрацияси  $x_d = 38,5\%$  мольга қараб флегма таркиби  $x_f = 6,8\%$  моль  $= 15,9\%$  масс, ҳамда буғнинг конденсацияда шпинг бошланиш температураси  $t_k = 88,5^\circ\text{C}$  белгилаб олинди.

4.2. Кесмалар нисбати  $a/b = R_{\phi} = 1,4$  га қараб нуқта 3 топилади. Бу нуқта, дефлегматорга кираётган бутон концентрациясини характерлади:  $y_6 = 21\%$  моль  $= 46,3\%$  масс.

5. Колоннадан дефлегматорга кираётган бутоннинг ушбу тентликдан аниқланади:



7.6-расм. Сув-спирт аралашмаси буғнинг концентрацияси ва флегма сонини аниқлаш учун  $t-x, y$  диаграмма

$$G_6 = \frac{G_6 \cdot (R_{\phi} + 1)}{M_6} = \frac{155 \cdot (1,4 + 1)}{20,8} = 12,9 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

ёки

$$G_6 = 12,9 \cdot 23,9 = 308,5 \text{ кг/соат}$$

Дистиллят  $M$  нинг моль массаси (7.12) формула орқали аниқланади:

$$M_T = \frac{100}{\frac{61,6}{47,07} + \frac{100 - 61,6}{18,02}} = 28,8 \text{ кг / кмоль}$$

Худди шу қўл билан буғнинг моль массаси ҳисобланади

$$M_6 = 23,9 \text{ кг/моль}$$

Дистиллят ҳосил бўлиши учун сарф бўлган буғ миқдори

$$\frac{155}{28,8} = 5,38 \text{ кмоль / соат}$$

б. Флегма миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_{\phi} = G_{\phi} + G_{\text{д}} = G_{\text{д}} \cdot (R_{\phi} + 1)$$

$$G_{\phi} = G_{\phi} - G_{\text{д}} = 12,9 - 5,3 = 7,52 \text{ кмоль/соат}$$

ёқин

$$G_{\phi} = 7,52 \cdot 20 = 150,4 \text{ кг/соат}$$

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 бошлангич ара-  
вешма миқдори  $G_{\text{баш}}$  ва куб қолдиги  $G_{\text{ок}}$  аниқланади:

$$\begin{cases} G_{\text{баш}} = 155 + G_{\text{к}} \\ \frac{G_{\text{баш}} \cdot 8,01}{100} = \frac{155 \cdot 61,6}{100} + \frac{G_{\text{к}} \cdot 0,605}{100} \end{cases}$$

Бу тенгламаларда

$$G_{\text{к}} = 1037,5 \text{ кг/соат}$$

$$G_{\text{баш}} = 1192,65 \text{ кг/соат}$$

8. Иқтидовчи буғ сарфини билиш учун колоннанинг иссиқлик  
балансін тузилади

## Иссиқлик кириши:

8.1. Да глабки аралашма билан

$$Q_1 = 1192,65 \cdot 27 \cdot 85 = 432872,3 \text{ кЖ/соат}$$

Температураси ва концентрацияси маълум бўлган бошланғич аралашманинг солиштирма иссиқлик с.ғими 15- жадвалдан топилди ( $c_{\text{бош}} = 4,27 \text{ кДж/(кгК)}$ ).

8.2. Флегма билан

$$Q_2 = 150,4 \cdot 4,31 \cdot 88,5 = 57367,8 \text{ кЖ/соат}$$

Флегманинг солиштирма иссиқлик с.ғими  $c_{\text{ф}}=4,27 \text{ кЖ/(кгК)}$  (15 - жадвалдан)

8.3. Иситгичда иситувчи буғ билан

$$Q_3 = D \cdot 2711,3$$

Иситувчи буғнинг солиштирма эн.альгияси унинг босимига қараб 38 - жадвалдан танланади.

## Иссиқлик сарфи:

8.4. Колоннадан дефлегматорга ўтаётган буғлар билан

$$Q_4 = 308,3 \cdot 2086,8 = 643360,4 \text{ кЖ/соат}$$

Спирт буғи концентрациясига қараб 22 - жадвалдан унинг солиштирма эн.альгияси топилди 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 с.ғими аниқланади:  $c_{\text{к}} = 4,27 \text{ кЖ/(кгК)}$

8.6. Иситувчи буғ сарфи ушбу формуладан топилди.

$$D = \frac{643360,4 + 445227,5 - 43272,3 - 57367,8}{2711,3 - 516,25} = 272,5 \text{ кг / соат}$$

Агроф муҳитга йўқотишлар билан ( $Q_{\text{йук}} = 5\%$ ).

$$D = 1,05 \cdot 272,5 = 286,2 \text{ кг/соат}$$

9. Ҳисувчи буғнинг солиштирма сарфи ушбу җл билан топилади.

$$d_6 = \frac{286,2 \cdot 100}{156 \cdot 61,6} = 2,99 \text{ кг / кг}$$

10. Қолоннанинг тарелкалари сонини аниқлаш.

10.1. Бунинг учун 7.15 формула асосида қолоннанинг юқори қисми учун ишчи чизиқ тенгламаси ёзилади:

$$y = \frac{38,5}{1,4+1} + \frac{1,4}{1,4+1} \cdot x$$

$$y = 16 + 0,5^{\circ}4 \cdot x$$

Ушбу тенгламага биноан, 7.3 расмнинг ордината ўқиға 0-3 кесмаси қўйилади ( $B = 16$  моль). Сўнг нуқталар 1 ва 3 бирлаштирилади ва ҳосил бўлган 1-3 чизиқ қолоннанинг юқори қисмининг ишчи чизигини ифодалайди. Нуқта 1 дан бошлаб, мувофиқат ва ишчи чизиқлар орасидан,  $x_{\text{бош}}$  гача вертикал ва горизонтал чизиқлар ўтказилади. Ҳосил бўлган зиналар сонини назарий тарелкалар сонини  $n^{\text{н}} = 1,8$  курсатади.

10.2. Қолоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар сонини. Бунинг учун

$$y = \frac{G}{G_0} \cdot (x) + \left[ 1 - \frac{G_c}{G_0} \right] \cdot x_k$$

формула ёрдамида қолоннанинг пастки қисми учун ишчи чизиқ тенгламаси ёзилади.



Колоннадаги суюклик оқимининг миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_c = \frac{G_{\text{бош}}}{M_{\text{бош}}} + \frac{G_{\phi}}{M_{\phi}} = \frac{1192,65}{18,96} + 7,52 = 70,41 \text{ кмоль / соат}$$

Бошланғич аралашма мол массаси (7.12) тенгламадан аниқланади:

$$V_{\text{бош}} = \frac{100}{\frac{8,01}{46,07} + \frac{100 - 8,01}{18,02}} = 18,96 \text{ кг / кмоль}$$

Колоннадаги (сув спирт буғлари) буғ оқимининг миқдори асосида аниқлаш мумкин:

$$G_{\delta} = \frac{G_{\text{д}} \cdot (R + 1)}{M_{\delta}} = \frac{D}{M_c} = \frac{272,5}{10,02} = 15,1 \text{ кмоль / соат}$$

бу ерда  $M_{\phi}$ ,  $M_{\text{бош}}$ ,  $M_c$  флегма, бошланғич аралашма ва сувнинг моль массалари

Унда,

$$y = \frac{70,41}{15,1} \cdot x + \left[ 1 - \frac{70,41}{15,1} \right] \cdot 0,002$$

$$\text{ёки} \quad = 4,66 x - 0,0073$$

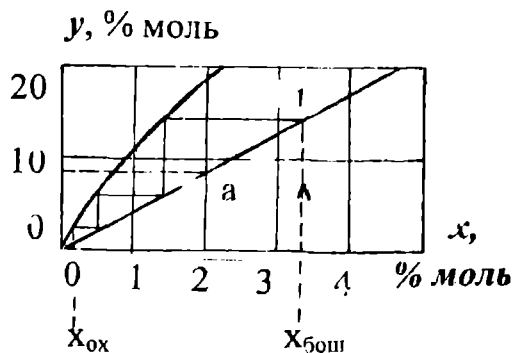
Сўнгра, мувозанат чизиғи кўрилати (7.7 расм).

Бунинг учун қуйидагилар топилади:  $x = 0$  бўлганда  $O$  нуқтада  $y = -0,0073$ ;  $x = 2$  бўлганда,  $a$  нуқтада  $y = 9,3$   $O$  ва  $a$  нуқталар бирлаштирилса, колоннанинг пастги қисми  $y$  нуқтида ишчи чизиғи ҳосил бўлади

Агар, нуқта  $1$  д.  $1$  мувозанат чизиғи билан кесишгунча горизонтал ва вертикал чизиқлар ўтказсак, дистилляция жараёни учун назарий тарелкалар сони чиқади

$$n''_1 = 2,9$$

Бошланғич аралашмани концентрациясини 0,2 % моль дан 0,002 % моль га пайсайтириш учун зарур тарелкалар сони ушбу формулада ҳисобланади:



7. расм. Сув-спирт аралашмаси учун колоннанинг настьки қисмидаги тарелкалар сони аниқлаш учун  $x - y$  диаграмма.

$$n_{n2}^n = \frac{4,34 \cdot \ln \left[ 1 + \frac{x_{\text{бoш}}}{x_{\text{ox}}} \cdot \left( \frac{G_b \cdot k_v}{G_c} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{G_b \cdot k_v}{G_c}} - 1 =$$

$$\frac{4,34 \cdot \ln \left[ 1 + \frac{0,2}{0,002} \cdot \left( \frac{15,1 \cdot 13}{70,41} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{15,1 \cdot 13}{70,41}} - 1 = 4,0$$

10.3. Колоннанинг умумий назарий тарелкалар сони қуйида ича аниқланади:

$$n_{n1} = n_{n1}^{no} + n_{n1}^n + n_{n1}^z = 1,8 + 2,9 + 4,0 = 8,7$$

10.4. Ҳақиқий тарелкалар сонини билиш учун, 49 - жадвалдан уларнинг ф.п.к. топилади:

Колоннанинг юқори қисми, қалпоқчалар тарелкалар учун  $\eta = 0,5$ .

$$n_x^o = \frac{r}{\eta} = \frac{1,8}{0,5} = 3,6 \approx 4 \text{ дона тарелка}$$

Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар учун  $\eta = 0,5$ ,

$$n_x^n = \frac{2,9 + 4,0}{0,5} = 13,8 \approx 14 \text{ дона тарелка}$$

11. Колоннанинг одда алмашиниш қисмининг баландлиги қандайдиги ҳисобланади:

$$h_{\text{кол}} = (n_x - 1) \cdot h = 0,25 \cdot (4 + 14 - 1) = 4,25 \text{ м}$$

12. Колонна пастки қисми диаметри (7.24) формула ёрдамида топилади.

12.1. Буғ ҳажми ушбу формулада ҳисобланади:

$$V = \frac{G_b \cdot i_{b_{\text{ин}}}}{r_b \cdot i_b \cdot 3600} = \frac{286,2 \cdot 2711,3}{3600 \cdot 0,632 \cdot 2568} = 0,14 \text{ м}^3/\text{с} = 478, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{ч}$$

Бошланғич аралашма тарелкаларга кираётган пайтда  $u_b = u_{\text{бош}} = 8,0$  м/с,  $r_b = 0,632$  кг/м<sup>3</sup> ва  $i_b = 2568$  кДж/кг параметрларга эга булган ҳол учун  $r_b$  ва  $i_b$  лар 22 - жадвалдан танланади.

12.2. Дарботаж чуқурлиги  $z = 30$  мм қабул қилиб, колоннанинг буш кўндалига кесилми учун буғнинг тезлиги

$$w = \frac{0,30 \cdot h}{60 + 0,05 \cdot h} = 0,012 \cdot z$$

формуладан топилади:

$$w = \frac{0,305 \cdot 250}{60 + 0,05 \cdot 250} - 0,012 \cdot 30 = 0,69 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Колонна диаметри эса

$$d_k = \sqrt{\frac{0,14}{0,785 \cdot 0,69}} \approx 0,52 \text{ м}$$

Каталог ёрдамида юқори ва пастки қисмларда қалпоқчали (ТСК ' ) тарелкалар диаметри 600 мм тенг колонна танланади [3].

## К О Н Т Р О Л М А С А Л А Л А Ф

7.1. Крезол ( $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ ) сув буги ёрдамида а) атмосфера босими остида; б) 300 мм.сим.уст. остида ҳайдалмоқда. Қуйидагиларни аниқлаш керак: ҳайдаш температурасини; олинаётган аралашманинг массавий таркибини; Крезолнинг бугдаги ҳажмий фоизи (%)ни ва унинг парциал босимини,  $\varphi = 0,8$  деб қабул қилинсин. Крезолнинг тўйинган буги босимини И7 расмдан (м-крезол) олинсин

7.2. Бензол ва толуол аралашмаси 760 мм.сим.уст. босими остида ва 95°C температурада қайнамоқда. 90°C температурада бензолнинг тўйинган буги босими 480 мм.сим.уст. нига тенг. Аралашма Раул қонуни бўйича характерланадими 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 буг мувозанат ҳолат таркибларини қуйидаги 2 шарҳ бўйича аниқланг: а) 300 мм.сим.уст. босим остида ва б) 500 мм.сим.уст. босими остида бўлганда аниқланг. Аралашма Раул

қонуни бўйича характерланади деб олинсин.

б) ҳолат бўйича олинган маълумот изоҳлаб берилсин.

7.4. Раул қонунини қўллаш мумкин деб ҳисоблаб, гексан гептан аралашмаси учун умумий бошим  $2 \text{ кг/см}^2$  бўлганда  $x_1$  мувозанат ҳолат эгри чизигини кўринг. Ташкил этувчиларнинг алоҳида олинган бўйинган буглар, босимларини номограммалаб олинг (И7 расм).

7.5. Суёқ 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 бўйингани учун, суёқ аралашма юқорисыда ҳосил бўладиган мувозанат ҳолатдаги бугини, таркибини аниқлаб беринг.

7.6. 1000 кг ли 2 компонентли аралашма, бензол толуолдан иборат бўлиб, унинг 30% (масс) ни бензол ташкил этади. Бу аралашма атмосфера босими остида оддий ҳайдалмоқда. Агар қолдиқ йиғичда 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 кислотаси 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 этди.

Қолдиқ ва дистиллят миқдорлари ва дистиллятнинг таркибиди аниқланг. Ташкил этувчиларнинг мувозанат ҳолати ҳақидаги маълумотни 62-жадвалдан олинг.

7.8. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колоннада этил учувчан 24% (моль) ли сув ҳлик келиб тушмоқда. Дистиллятнинг концентрацияси (қуюқлиги) 95% (моль), қайнатгичдаги қолдиқ этил учувчан компонентининг (куб) миқдори 3% (моль) ни ташкил этди. Соатига 850 кмоль миқдордаги бут дефлегматорга тулади ва дефлегматордан 670 кмоль соат миқдорда флегма колоннага қайтиб келади. Қайнатгич (куб)даги қолдиқ миқдори қанча бўлишини аниқланг.

7.9. Узлуксиз ишлайдиган ректификацион колонна ёрдамида этил спирти ва сув аралашмаси ҳайдаб ажратилмоқда. Колонна пастки қисми ишчи чизиги тенгласи.  $y = 1,28x - 0,0143$ . Қайнатгич (куб) даги спирт қолдиқининг массавий % миқдори аниқлансин. Колонна дуруқ (глухой) бут билан ишлалмоқда.

7.10. Узлуксиз ишлайдиган колоннада бензол ва хлор форм аралашма маси қайта ишланмоқда. Ректификация қилингандан сўнг дистиллят таркибида енгил учувчан модда компонентдан 95% (масс) ҳосил бўлмоқда. Ютувчи (таъминловчи) суюқлик таркибида ушбу компонентдан 40% бор. Флегмани иш қиймаги минимал қийматдан икки баробар катта бўлиши маълум бўлса, колонна юқори қисми илти қизиги инг оғиш бурчаги тангенсини аниқлаб беринг. Ташкил этувчиларнинг мувозанат ҳолатлари маълумотлари 62-жалвалдан олинг.

7.11. Гексан ва сувдан ташкил топган 65 °C температурали суюқ аралашма учун буғ фазасининг мувозанат таркиби ҳисоблансин. Иккала суюқлик ўзаро эримайди деб гаҳмин қилинсин.

7.12. Сув ва бензолдан иборат суюқ аралашма учун атмосфера босимида қайнаш температураси аниқлансин. Улар бир бирига эримаслиги ҳисобга олинсин.

7.14. Атмосфера босимида Рауль қонуни билан ҳарактерланган бензол-толуол аралашмаси учун  $t-x$  ва  $y^*-x$  координатларида мувозанат диаграммаси ва фазаларнинг мувозанат таркиби ҳисоблансин.

7.15.  $t-x, y$  диаграммаси (7.3 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 дистиллят концентрацияси  $x = 75,2\%$  (ҳажмий), флегма сони  $R_{\min} = 1,6$  бўлса, дефлегма-горга кираётган буғ концентрацияси ва флегмадаги метил спирти концентрациялари аниқлансин.

7.18. Конденсатордан  $G = 155$  кг/соат сарфда дистиллят чиқса, 17 масала шартлари бўлган жарасин учун флегма миқдори  $G_f$  ҳисоблансин.

7.19. Сув-спирт аралашмада спирт концентрацияси  $x = 8,0\%$  (ҳажмий) дистиллятда эса  $x_d = 69,5\%$  (ҳажмий) бўлганда минимал флегма сонини аниқланг.

7.20. Бугдан спиртининг концентрацияси 35,0%, 55,0%, 93,5% (ҳажмий), қайнаётган сув-этил спирт аралашмада эса 4,0%, 10,0%, 91,8% (ҳажм). Бугланиш коэффициенти чиқлансин.

7.21. Конденсаторда  $G_d = 1200$  кг/соат сарф билан ацетон-этил-спирт конденсацияланмоқда. Дистиллят таркибида ацетон концентрацияси 50%, конденсацияланаётган буғда эса 43% (моль).

Флегма сони ва унинг миқдори топилсин.

7.22. Концентрацияси  $x_{\text{босн}} = 10\%$  бўлган 800 л миқдордаги, таркибида спирт бор сувоқлик ҳайдалмо да. Ҳайдаш жараёни тугатгандан сўнг концентрацияси  $x_d = 24\%$  (ҳажм) бўлган 270 л сувоқлик олинди. Қолдиқдаги спирт концентрацияси  $x_k = 0,15\%$  (ҳажмий). Ҳайдаш учун юқорилаётган аралашнинг температураси  $t = 60^\circ\text{C}$ , ҳистувчи буг босими  $p = 0,15 \text{ МПа}$  га тенг.

7.23. Сув-алкогол аралашмаси фазаларга ажратилиши керак. Бошланғич аралашма таркибидаги ацетон концентрацияси 10% (масс), дистиллятдаги эса - 92,5% (масс).

Минимал флегма сони ҳисоблансин.

7.24. Концентрацияси 60% (ҳажмий) бўлган 300 кг/соат сарфда аралашма брага ҳайдаш қурилмасига юборилмоқда. Флегма сони 2,0 га тенг. Колоннадаги бугнинг тезлиги 0,5 м/с, босим эса 1,2-1,05 Па. Колонна юқори қисмининг диаметри аниқлансин.

7.25. Концентрацияси 8% (ҳажмий) бўлган сув-спирт аралашма 1200 кг/соат миқдорда брага ҳайдаш қурилмасига киришмоқда. Концентрацияси 30% (ҳажмий) бўлган флегма миқдори 200 кг/соатни ташкил этади. Қолдиқдаги спирт миқдори - 0,01% (ҳажмий). Флегма сони 2,0.

Колоннанинг пастки қисмида назарий тарелкалар сони топилсин.

## КОНТРОЛ ТОШЧИРИШ №15

A % (ҳажм) концентрацияли дистиллят B кг/соат массавий сарфда конденсатордан оқиб чиқмоқда. Флегма сони C га тенг. Оқиб чиқадиган флегмада этил спиртининг концентрацияси ни ва унинг миқдори аниқлансин.

Вариант	Ушлов б.лриги	Шифрнинг охириги раками буйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A	% (ҳажм)	70	73	65	75	68	80	58	55	85	83
B	кг/соат	130	135	120	140	128	150	110	100	170	160
C		1,8	1,5	1,2	1,9	1,4	2,5	1,1	1,0	2,6	2,6

### КОНТРОЛ ТОПИШРИҚ НИС

Ректификацион колоннанинг тарелкалари орасидagi масофа L ва қурилмадан V ҳажмий сарфда буғ ўтмоқда. Нормал шароитда буғнинг зичлиги  $1,25 \text{ кг/м}^3$ , суюқликники эса  $430 \text{ кг/м}^3$ . Колоннадаги абсолют босим P ўрта а температура - t. Колоннанинг диаметри d қанча бўлиши керак?

Вариант	Ушлов б.лриги	Шифрнинг охириги раками буйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L	мм	25	40	50	30	35	27	32	50	45	47
P	кгк/см <sup>2</sup>	1,2	1,5	1,8	1,2	1,3	1,18	1,22	1,4	1,6	1,7



## ЭКСТРАКЦИЯЛАШ

### Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

Экстракциялаш эб шундай жараё га айтиладики, аралашмани таркибидан қаттиқ ёки суюқ ҳолатдаги бир ёки бир неча компонентни эритувчи (экстрагент) ёрдамида бошқа компонентга нисбатан эритиб ажратиб олишга айтилади. Ҳосил бўлган аралашма таркибидан эса, керакли компонентни буғлатиш ёки ректификациялаш ёрдамида ажратиб олинади.

Қаттиқ жисملардан эрийдиган моддаларни экстракция қилиш жараёнлари шакар, ўсимлик, крғ мал, патока, шайбатлар, витаминлар, фармацевтика, нефтни қайта ишлаш, нодир ва камёб элементларни олиш, чиқинди сувларни тозалаш, ишқор, кислот ва гузларни олиш технологияларида, ҳамда озиқ-овқат маҳсулоатларини ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади.

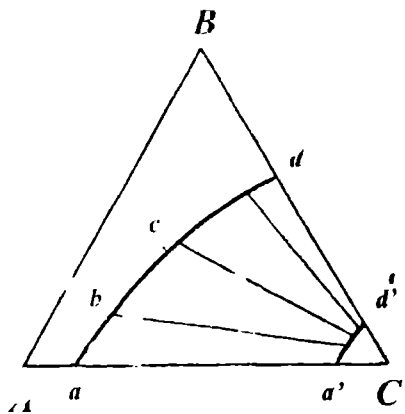
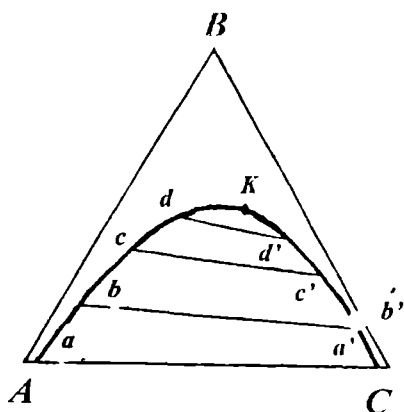
Суюқлик экстракциясини қўлладан мақсад:

1) ректификация ёрдамида аралашмадан ажралдиган азеотроп аралашма ҳосил бўлиши, компонентларни термик чидамсизлиги ва ушиб чиқа олмаслиги туфайли;

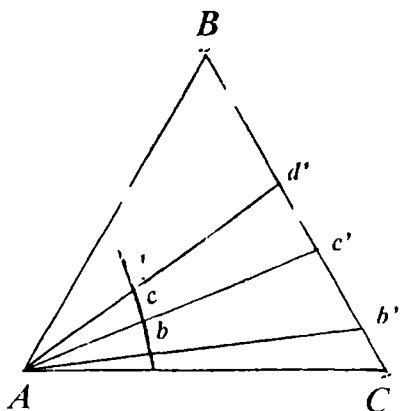
2) ташкил этувчи компонентларни қайнаш температуралари бир бўлишга яқин бўлиб, ёки контракцияси кам бўлса, ёки бошқа сабаблар билан ректификация усули экстракцияга нисбатан иқтисодий сарф ҳажат катта бўлганда.

8.1- расм:  $abcdKd's'b'a'$  чегаравий чизик (бирода); ушбу эгри чизик ичига жойлашган майдон б<sub>1</sub>; 2 та ташкил этувчи фаза жойлашган ажратувчи аралашма майдони бўлиб, унинг ташкил этувчиларнинг қийматлари шу эгри чизикдаги нуқталар билан ифода этилади. Эгри чизик ташқарисида жойлашган майдон эса, бу раймайдондан эритмалар майдони қилиб белгиланади.

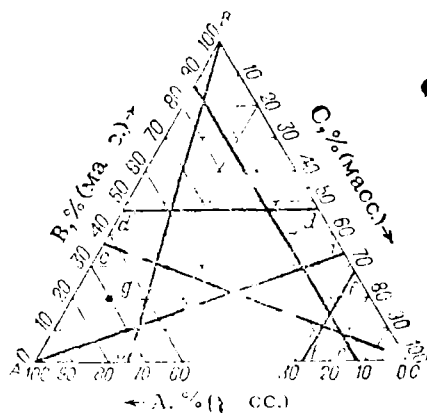
К нуқта критик нуққа ҳисобланади; чегаравий эгри чизикнинг э. қисми рафина тинийг шохобчаси (бирламчи эритувчининг қондиги шу қолдигдан экстракцияланган моддадан олингандан сўнгги ҳолати); эгри чизик чегарани ўнг – экстрактлар шохобчаси;  $bb'$ ,  $cc'$ ,  $dd'$  ўлшаш фазаларни бирлаштурувчи нуқталар яъни мувозанат бўлаклари;



8.1-расм.  $t = \text{const}$  бўлганда, бир (а) ва икки (б) бир-бирига қисман эрийдиган компонентли «сууюқлик-сууюқлик» системаси.



8.2-расм.  $t = \text{const}$  бўлганда «қаттиқ жисм-сууюқлик» системаси



3-расм. Мувоzanатлини учбурчакли диаграммаси

8.2-расмда abcde - chegaraliy эгри чизик бўлиб, унинг чап томони уч компонентли гетероген аралашма майдонни; ўнг томон эса қатлам, арга ажралниш майдонни

Учбурчакнинг BC томони оқимини (қатаамнинг) юқори қисмини ҳарактерлайди (эксцентриланастанган модданинг эри-

тувчидаги эритма қисми) чегарави. эгри чизиқ эса, пастки оқим (қатлам)нинг таркибини характерлайди: bb', cc', dd', мувозанат бўлаклари бўлиб ҳисобланади. Учбурч книнг А чўққиси с,қали 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 Аа, Вв, Сс нурлар бошқа икки компонентдан ташкил топган, бир хил ўзгармас  $x_B/x_C$ ,  $x_A/x_C$ ,  $x_A/x_B$  нуқталарнинг геометрик ўрнини кўрсатади.

в) dd', ee', ff чизиқлар, учбурчакнинг АС, ВС, АВ томонларига параллел бўлиб, ўзгармас В/А, С компонентли аралашмаларнинг геометрик ўрнини кўрсатади.

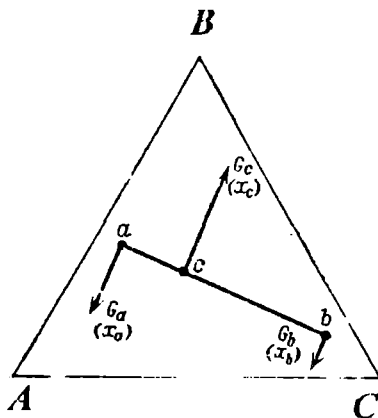
2) Посонги қондаси (оғирлик кучи маркази қондасининг хусусий ҳоли). Исталган 2 та эритма қўшилганда, уларнинг таркиби диаграммада "а" ва "b" нуқталар билан берилган бўлсин. Аралашманинг умумий таркиби ab тўғри чизиқда ётган "с" нуқта орқали ифодаланган. ас ва бс кесмалар олинган эритмалар миқдорига тескари пропорционалдир (3.4- расм):

$$G_a + G_b = G_c \quad (8.1)$$

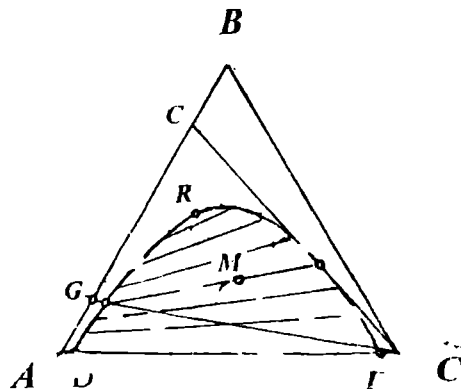
бунда  $x_a + x_b + x_c = 1$

$$\left. \begin{aligned} G_c / ac = G_b / bc & \quad G_c / bc = G_b / ac; \\ G_c / ac = G_a / ab, & \\ G_c / bc = G_a / ab; & \quad G_c / ab = G_b / ac = G_a / bc \end{aligned} \right\} (8.2)$$

бу ерда  $G_a$ ,  $G_b$ ,  $G_c$  аралашмадаги а, в ва с компонентлар массаси кг;  $x_a$ ,  $x_b$  исгалган (А, В ва С) компонентнинг а, в ва аралашмадаги миқдори, (масса)



8.4-рasm. Посоғи қонуни



8.5-рasm. Экстракция жараёнининг у бурчакли диаграммаларда тасвири

3. Ибурчак диаграмма ёрдамида экстракторда юз бераётган жараёнларни ифодалаш мумкин (8.5-рasm). Дастлабки аралашманинг таркиби E нуқта, экстракционинг таркиби эса, D нуқта билан белгилансин. D нуқтага мос келган аралашманинг миқдори  $G_D$ , E нуқтага мос келган экстрагентнинг миқдори  $G_E$  га тенг.

Дастлабки аралашма ва эритувчини аралаштириш натижасида ҳосил бўлган суяқлик аралашмаси M нуқта билан эългиланади:

Бунда

$$\frac{G_D}{G_E} = \frac{ME}{MD} \quad (8.3)$$

M нуқтага тўғри келган аралашма экстракт ва рафинатга ажраллади. Шундай қилиб, дастлабки аралашманинг эритувчи билан бир марта тўқнашуви орқали 2 та ҳола (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 қилинган компонент В нинг экстракт ва рафинат фазалари ўртасидаги қисмлик тиш коэффициентни қуйидаги нисбатдан топилади:

$$k = \frac{y_B}{x_B} \quad \begin{matrix} k < 1 \\ k > 1 \end{matrix} \quad (8.5)$$

бу ерда  $y_B$  — экстракт таркибидаги В компонент миқдори, % (масса);

$x_B$  — рафинат фазасидаги В компонентининг мувозанат миқдори, % (масса).

Одатда таққисланган коэффициентни концентрацияга боғлиқ бўлади. Шунинг учун аналитик ҳисоблар фақат таҳминий натижалар беради.

5. Тўғри тўртбурчак диаграммалари.

Агар табирлашни А ва иккиламчи В эритмаларнинг ўзаро эришгичи ҳисобга олинмаса, граф усулда ҳисоблаш учун тўғри тўртбурчак диаграммадан фойдаланилади. Бунинг учун  $x'$  —  $y'$  координатларидаги диаграмма жуда қўлайдир.

Унда

$$x'_B = \frac{x_B}{100 - x_B} \left\{ \frac{\text{кг-экстракция шувчи компонент}}{\text{кг-бирламчи эритма}} \text{ раф. ф. азда} \right\} \quad (8.6)$$

$$y'_B = \frac{y_B}{100 - y_B} \left\{ \frac{\text{кг-экстракция шувчи компонент}}{\text{кг-бирламчи эритма}} \text{ экстр. ф. азда} \right\}$$

6. Эритмани қисман алмаштириш усули билан қатъик жисмдан экстракция қилиш, n-посонани экстракциянинг умумий моддий баланси қуйидаги кўринишга эга:

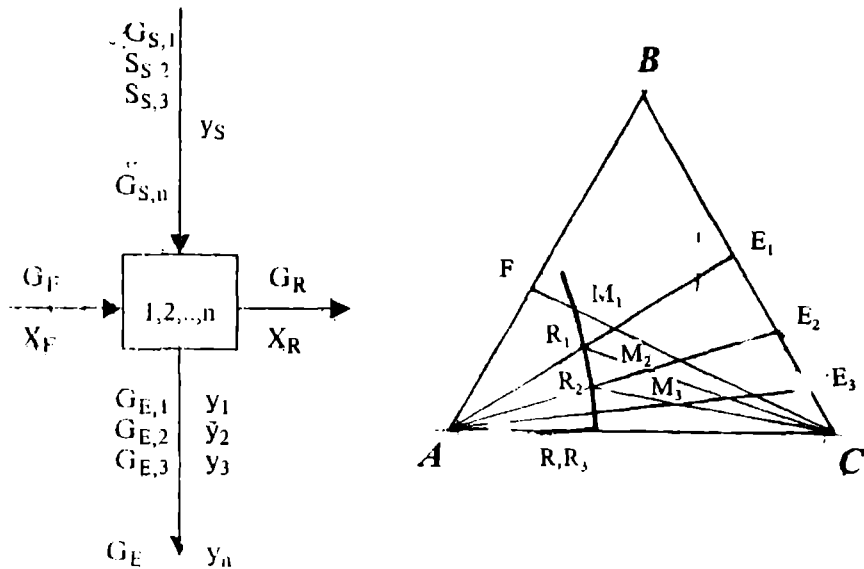
$$G_{R,n} + G_{S,n} = G_{R,n} + G_{E,n} \quad (8.7)$$

Экстракция қилинган компонент бўйича n-посонани умумий моддий баланси ушбу формула орқали топилади:

$$G_{R,n-1} x_{n-1} + G_{S,n} y_S = G_{R,n} x_n + G_{E,n} y_n \quad (8.8)$$

7 Қаттық жисмларни тўғри йўналишли экстракциялаш.

Моддий баланс тенгамаси худди қарама-қарши йўналишли суюқлик экстракцияси тенгамаси кабидир, яъни 8.6-расм, ва ушбу тенгамалар орқали топилади.



8.6-расм. Эритувчини вақти-вақтда алмаштириш усулида қаттық жисмдан экстракция қилиш.

Моддий баланси экстракторнинг умумий моддий баланси тенгамаси

$$G_F + G_S = G_R + G_E$$

Экстракция қилинаётган компонент бўйича моддий баланс тенгамаси ушбу кўринишга эга.

$$G_F x_f + G_S x_s = G_R x_R + G_E x_E$$

Агар биринчи поғонадан ташқари ҳамма поғоналар учун оқимлар нисбати ўзгармас бўлса яъни  $a_2 = a_3 = \dots = a_1 = \text{const}$ , экстракциялашган компонентнинг қал ажратиладиган поғонаси куйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$\varphi = \frac{1}{1+a_1 \cdot (1+a_1 a^2 + \dots + a^{n-1}) - \frac{G_s \cdot y_s}{G_{R,n} \cdot x_n} [1+a_1 \cdot (1+a_1 a^2 + \dots + a^{n-1})]} \quad (8.9)$$

Тоza эритувчини қўлласак,  $y_s=0$  бўлади ва (8.9) кўришнинг куйидагича бўлади:

$$\varphi = \frac{1}{1+a_1 \cdot (1+a_1 a^2 + \dots + a^{n-1})} \quad (8.10)$$

Бундан ташқари, киритилаётган қаттиқ модда миқдори эригма миқдорига тенг бўлса ва худди поғоналар орасидек бўлса, яъни  $a_1=a$  бўлса, у ҳолда

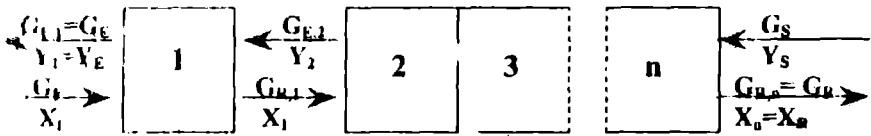
$$\varphi = \frac{1}{1+a+a^2+\dots+a^n} \quad (8.11)$$

Экстракциялашнинг назарий поғоналар сонни  $n$  аниқлаш учун, оқимлар нисбати  $a_2 = a_3 = \dots = a_n = \text{const}$  ўзгармас бўлганда куйидагича аниқланади:

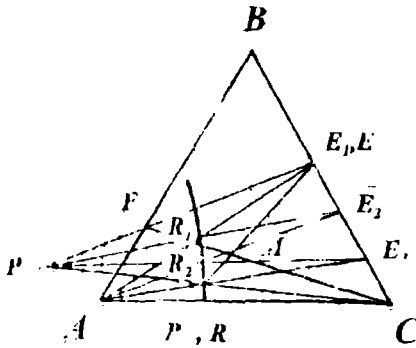
$$n_c - 1 = \frac{\lg \frac{x_R - y_S}{x_1 - y_2}}{\lg \frac{y_2 - y_S}{x_1 - x_R}} = \frac{\lg \frac{x_1 - y_2}{x_R - y_S}}{\lg \frac{x_1 - x_R}{y_2 - y_S}} \quad (8.12)$$

Юқоридаги сонни график ёрдамида аниқлаш мумкин, худди бинар системаларини аниқлагандек  $y = x'$  тўғри координатда диаграммада.  $x' = x_1 / (1 - x_A)$ ; яъни эримайлиган қаттиқ жисм массаси ҳисобда иштирок этади.

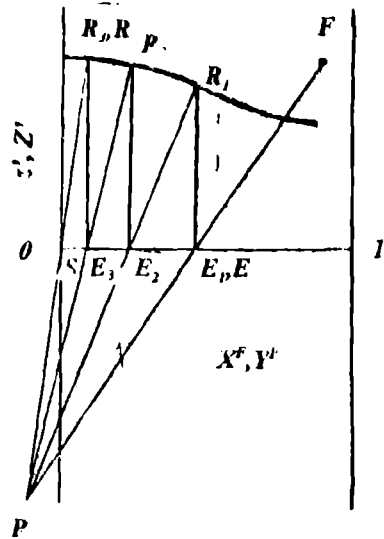
Мувозанат чизиқ тенгласи ушбу ҳолатда  $y^* = x'$ ; иш чизини тенгламаларини моддий баланс тенгламаларидан чиқариш мумкин.



б)



в)



8 7-расм. Қаттық жисмдан қарама-қаршы йўналишыи экстракция қилиш жараёни.

Қаттық жисмларни экстракция қилиш жараёнида молекуляр диффузия йўли билан ажратиб олинган модданиши миқдори суўидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$G = \frac{D_u}{l} (c_1 - c_2) F \tau \quad (8.13)$$



$D_k$  молекуляр ички диффузия коэффициентлари,  $m^2/soat$ ;  $l$  қаттиқ жисмнинг геометрик ўлчами,  $m$ ;  $\tau$  экстракциялаш вақти,  $soat$ ;  $F$  жисм юзаси,  $m^2$ ;  $c_1$  қаттиқ жисмдан ажратиб олинаётган модданинг ўргача концентрацияси,  $kg/m^3$ ;  $c_2$  - ажратиб олинаётган модданинг экстрактдаги концентрацияси,  $kg/m^3$ .

Конвектив диффузия йўли билан экстрактга ўтган модданинг миқдори ушбу формула орқали топилади:

$$G = \frac{D_T}{S} \cdot (c_1 - c_2) \cdot F \cdot \tau \quad (8.14)$$

бу ерда  $D_T$  - конвектив (ташқи) диффузия коэффициентлари,  $m^2/soat$ ;  $\delta$  - чегаравий қатлам қалинлиги,  $m$ ;  $c_3$  - ажратиб олинаётган модданинг эритмадаги концентрацияси,  $kg/m^3$ .

"Газ - газ" ва "газ - суюқлик" системаларида диффузия коэффициентини аниқлаш. Газ А нинг В газдаги диффузия коэффициенти (ёки В нинг А даги) қуйидаги тенглама ёрдамида топиш мумкин:

$$D = \frac{0,00435 \cdot 10^{-4} \cdot T^{1,5}}{p \cdot [V_A^{0,33} + V_B^{0,33}]} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (8.15)$$

$T = 273,16 + t$  абсолют температура,  $K$ ;  $p$  - босим,  $MPa \cdot 10^6$ ;  $V_A, V_B$  - газларнинг молчр ҳажмлари  $cm^3/mol$ ;  $M_A, M_B$  - газларнинг молекуляр массалари.

Агарда газлар учун  $T_0$  температура ва  $p_0$  босимдаги диффузия коэффициенти маълум бўлса, унда  $T$  температура ва  $p$  босимдаги диффузия коэффициенти ушбу формуладан ҳисоблаб топилади.

$$D = D_0 \cdot \frac{p_0}{p} \cdot \left[ \frac{T}{T_0} \right]^{1,5} \quad (8.16)$$

$20^\circ C$  температурада, суюқликда эриган газнинг диффузия коэффициенти эса қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$D_{20} = \frac{10^{-6}}{AB \cdot \sqrt{\mu_{20}} \cdot [V_A^{0,33} + V_B^{0,33}]} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (8.17)$$

Агарда 20°C температура учун D маълум бўлса, бошқа температураларга тегйшли диффузия коэффициентлари ушбу формула орқали ҳисоблаб топилади:

$$D = D_0 [1 + b (t - 20)] \quad (8.18)$$

$$b = \frac{0,2 \cdot \sqrt{\mu_{20}}}{\sqrt[3]{\mu}}$$

бу ерда  $b$  - коэффициент;  $\rho$  - суюқликнинг ҳажмий массаси, кг/м<sup>3</sup>.

Температура 20-90°C оралиқда сахарозанинг сувда эриган концентрацияси  $c = 5-30$  % бўлса, диффузия коэффициенти ушбу формуладан топилади:

$$D = 1,422 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,015c} \cdot e^{-\frac{2700}{T}} \quad (8.19)$$

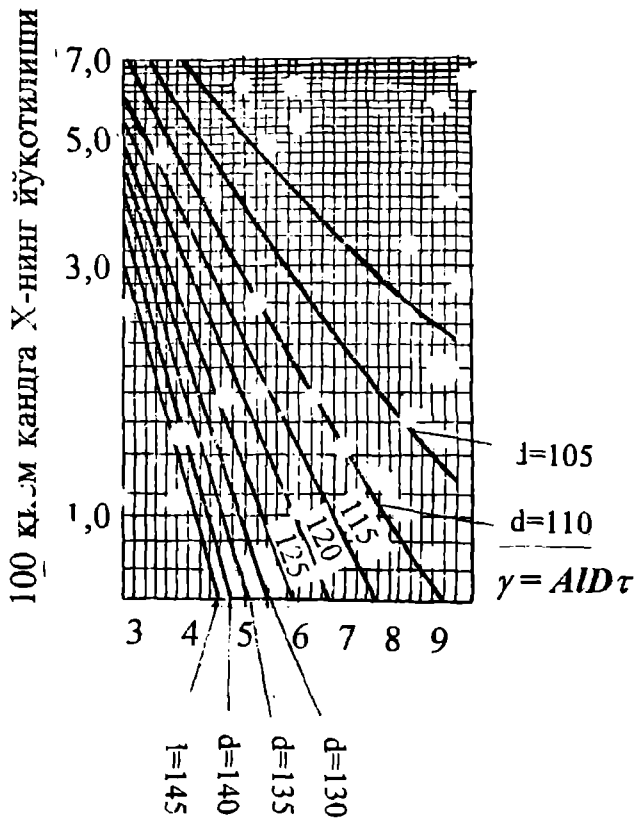
## МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

8-1. Лавлаги таркибидаги бўшликнинг 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 айланмиш вақти  $\tau = 70$  мин, экстракт саралаб олинганда  $a = 17,5$  % бўлса, 14 қимли диффузион батареяда қайта ишланаётган лавлаги парракларидан қандай миқдори  $C$  олиқлансин.

Самарали диффузия вақти:

$$\tau = \frac{\tau_0 \cdot (m - 4)}{14}$$

бу ерда  $m$  - диффузион батареялар сони; 4 - жараёнда иштирок этмаётган диффузион тар сони [20].



°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 үчүн номограмма

$$\tau = \frac{70 \cdot (14 - \tau)}{14}$$

8-1 жадвал

Диффузорлар сони	12	14	16
Коэффициент А	$6,5 \cdot 10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-5}$

Коэффициент А диффузион багареялар тартибидagi блокларга боғлиқ бўлиб,  $\delta$   $\tau$  қадвалдан танланади.

$$\gamma = A \cdot D \cdot \tau = 5,7 \cdot 10^{-5} \cdot 69,2 \cdot 20 \cdot 50 = 3,94$$

Агар,  $\eta = 125\%$  ва  $\gamma = 3,94$  аниқланганидан сунг, номограммалан (8.8-расм) жом билан йўқотилинаётган қанд миқдори топилади, яъни 100 қисм қанд ҳисобига  $X = 2,65\%$ .

Агар, бошлангич лавлаги паррақларида қанд миқдори 17,5% бўлса, қанда ишланган жом тартибидagi 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 коэффициенти аниқланг.

**Ечиш:**

Жараён температураси  $T = 273 + 70 = 343$  К га тенг бўлади.  
Диффузия коэффициенти (8.19) формула орқали топилади

$$D = 0,22 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,015c} \cdot e^{-\frac{2700}{T}} = 0,422 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,015 \cdot 20} \cdot e^{-\frac{2700}{343}} =$$

$$= 0,422 \cdot 0,7408 \cdot 0,3882 \cdot 10^{-8} = 1,195 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$$

### УЗЛУКСИЗ ИШЛАЙДИГАН ЭКСТРАКТОРЛАРНИНГ ГИДРОДИНАМИК ҲИСОБИ [6,10]

Одатда, тарелкалардаги тешиклар диаметри  $d_0 = 3-6$  мм, тенг томонли учбурчак шаклида бўлиши буюйича жойлаштириш қадами  $\Delta = 12 \pm 20$  мм. Кўпгина тажрибалар шундан кўрсатдики, ушбу тешикларда дисперс фазанинг тезлиги 0,15-0,30 м/с бўлиши оптимал режимга тўғри келади.

Санъатда галвирсимон 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 тешиклариининг) 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, кг/м<sup>3</sup>;  $w_o$  - томчининг нисбий тезлиги.  $W_o = 0,15 - 0,30$  м/с;  $\varepsilon$  - тарелканинг перфорацияланган қисми, эркин кесимининг коэффициентиги. Бу коэффициент тешиклари учбурчак учлари бўйича ҳойлаштирилганда қуйидагига топилади:

$$\varepsilon = 0,907 \frac{d_o^2}{t^2} \quad (8.21)$$

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, кг/м<sup>2</sup>;  $w_c$  - бу фазанинг патрубкдаги тезлиги, м/с.

Қуйилиш патрубкисидаги яхлит фаза оқими орқали олиб кетилаётган майда томчиларнинг диаметри ёрдамида  $w_c$  шунинг қийматини аниқлаш мумкин:

$$w_c = \frac{\Delta \rho \cdot d_{c,T}^2}{18 \cdot \mu_c} \quad (8.23)$$

бу ерда  $\mu_c$  - яхлит фазанинг динамик қовушқуқлик коэффициентини Па·с;  $\Delta \rho$  - дисперс ва яхлит фазаларнинг солиштирма массалари орасидаги фарк, Н/м<sup>3</sup>.

Тарелкани қуролма корпусига бирлаштириш ва қуйилиш қуролмаларини йиғиш учун  $F_1$  ва  $F_2$  юзалар йиғиндисининг 10% ыга тенг бўлган ҳолатда қўйилиш қўйилиши қўйилиши:

10% га тенг бўлган ҳалқасимон кесимли майдон қолдирилади:

$$F_3 = 0,1 (F_1 + F_2) \quad (8.24)$$

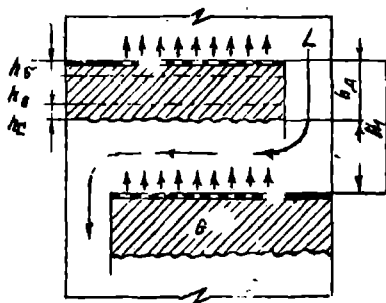
Бунда экстракторнинг чўчки диаметри қуйидагича аниқланади:

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} (F_1 + F_2 + F_3)} \quad (8.25)$$

Ҳар бир тарелка остидаги (ёки устидаги) томчиланган суяқлик тиргович қатламининг баландлиги (8.9-расм) қуйидаги йиғиндига тенг:

$$h_D = h_s + h_O + h_{II} \quad (8.26)$$

(8.26) тенгламадаги фазаларнинг ўзаро кучини енгил учун зарур бўлган томчиланган суяқлик қатламининг баландлиги  $h_s$  қуйидаги тенгламадан топилади:



8.9-расм. Тиргович баландлигини ва тарелкалар орасидаги масофани ҳисоблаш

$$h_s = \frac{4 S}{d_{MT} \cdot \Delta \gamma} \quad (8.27)$$

бу ерда  $d_{MT}$  суяқликни томчиларга ажратувчи қурилма шиқларининг диаметри, м,  $S$  - фазалар орасидаги таранглик кўчи, Н/м.

Тешиқлардаги иш тезлиги  $w_0$  ни ҳосил қилиш учун керак бўлган томчиланган суяқлик қатламининг баландлиги  $h_c$  қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\sigma = \zeta_0 \cdot \frac{w_0 \cdot \gamma_d}{g \cdot \Delta \gamma} \quad (8.28)$$

бу ерда  $\sigma_d$  дисперс фазанинг солиштирма массаси,  $\text{Н/м}^2$ ;  
 $\zeta_0 = 1,82$  - тешикларнинг қаршиллик коэффиценти.

Қуйилиш патрубкларида яхлит фазанинг  $w_n$  тезлик билан ҳаракатланиши учун зарур бўлган томчиланган суюқлик қатлами учун баландлиги  $h_n$  куйидаги ифодадан топилади:

$$h_n = \zeta_n \cdot \frac{w_n^2 \cdot \gamma_c}{2 \cdot g \cdot \Delta \gamma} \quad (8.29)$$

бу ерда  $\zeta_n$  яхлит фазанинг солиштирма массаси,  $\text{Н/м}^2$ ,  $\zeta_n = 4,5$  қуйилиш патрубкларининг қаршиллик коэффиценти.

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 қатламиниинг баландлиги  $h_c = 0,2$  м бўлганда модда ўтказиш жараёни алта тез боради. Тарелкалар орасидаги масофа  $0,25 - 0,6$  м қилиб бўлилади. Катта ўлчамдаги колонналар учун  $H_T = 0,4 - 0,6$  м, шунда тарелкаларни вақт-вақти билан дозалаб туриш учун тарелкалар орасига люклар ўрнатилиши керак.

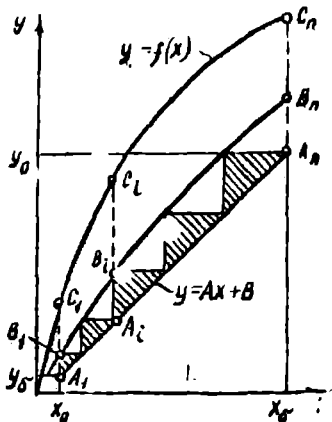
Тарелкалар юзасига нисбатан олинган модда ўтказиш коэффиценти  $K_{UT}$  ни билган ҳолда тарелканинг ўтказиш биринчи сонини топилади:

$$n_{UT} = \frac{1,4 \cdot M}{G} \quad (8.31)$$

бу ерда  $y$  - диаграммасига мувозират чизиғи  $y_M = f(x)$  ва экстракциялашнинг ишчи чизиғи  $y = Ax + B$  ни жонлаштириш орқали жаргоннинг хинс ил чизиғини ҳам чизиш мумкин (8.10-расм). Бунинг учун мувозират ва ишчи чизиқлари орасидаги масофалар куйидаги нибатлар бўйича бўлилади:

$$\frac{A_1 C_1}{B_1 C_1} = \frac{A_2 C_2}{B_2 C_2} = \dots = \frac{A_i C_i}{B_i C_i} = \dots = \frac{A_n C_n}{B_n C_n} = L_{\text{нум}} \quad (8.32)$$

$L_{\text{нум}}$  ning қийматларини билиш орқали  $B_1, B_2, \dots, B_i, \dots, B_n$  нуқталарни аниқлаймиз. Сўнг, бу нуқталарни ўзаро бирлаштириб кинетик эгри чизигини ҳосил қиламиз.  $y$   $x$  диаграммада топилган кинетик эгри чизиқ ишчи чизиги орасида ва берилган концентрациялар  $x_0, x_0$  ёки  $y_0, y_0$  чегараларида тузилган поғоналарнинг соли қолинидаги тарелкалар сони  $n$  ни беради.



8.10-расм. Қарама қарши ўнашли экстракторларда тарелкадаг сонини аниқлаш.

Шундай қилиб, экстракторларнинг ишчи баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$N_{\text{иш}} = N_T \cdot n \quad (8.33)$$

## КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР

8.1 Температураси  $25^\circ\text{C}$  бўлганда сув-сирка кислота этил эфири ( $84^\circ\text{C}-8,8\%-7,2\%$ )сistemаси учун учбурчакли мувозанат диаграммасини кўринг

8.2. 10 кг сув, 5 кг этил эфири ва 5 кг сирка кислотали қатламларга ажраланиган аралашманинг, таркиби ва фазалар миқдорини аниқлаб беринг. Қанча миқдорда этил эфири чиқиб



кетиши билан ушбу аралашма қатл мларга ажралиши тўхтайди.

8.3. 25°C температурада таркибида 1% (масс) сувли эритмадан сирка кислотаси экстракцияланмоқда. Аралашманинг дастлабки массаси 1200 кг. Агарда экстракция қарама-қарши йўналишда тоза эфир ёрдамида олиб бориладиган бўлса, эритувчини ҳайдаб бўлгандан сўнг, ҳосил бўладиган маҳсулот миқдори ва таркибини аниқлаб беринг. Жараён, эритувчисининг массасининг ишлов берилаётган аралашмасига нисбати 1,5 баробар катта бўлганда 2 та поғона ёрдамида олиб борилмоқда.

8.4. Таркибида 20% (масс) сирка кислотаси бўлган сувли эритмадан экстракция ёрдамида, этил эфири оқими қарама-қарши йўналганда сирка кислота ажратиб олинмоқда. Агарда экстракт миқдори 60% (масс), рафинатда эса 2% кислота қолиши керак бўлса, (эритувчи ҳайдалгангандан сўнг) дастлабки эритма миқдори 1000 кг/соат учун зарур бўладиган эритувчининг 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 ювиш тарклигини аниқланг (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>:

0,182; 2,45; 6,12; 18,2; 44,5;

8.6. Бензолнинг 25% ли сувдаги эритмасида 0,5% (масс) 1,4-диоксан бўлиб, у қарама-қарши оқимли экстракторда экстракцияланмоқда. Диоксаннинг сувдаги охириги миқдори 2% (масс) ташкил этмоқда.

1) 100 кг дастлабки аралашмага тўғри келадиган эритувчиларнинг минимал миқдори;

2) Экстракциялаш учун керакли назарий поғоналар сонини;

3) Эритувчининг миқдорини минимал миқдоридан 1,5 баробар кўп бўлганда экстракт таркибини аниқланг.

25° C даги мувозанат ҳолатдаги маълумотлар қуйидагича:

Диоксаннинг сувдаги миқдори кг/м<sup>3</sup> 0,0537; 0,233; 0,337;

Диоксаннинг бензолдаги миқдори кг/м<sup>3</sup> 0,0548; 0,291; 0,471,

8.11. Экстра. ва рафинагнинг бир қисми қайта келиши билан экстракция қурилмасида 25°C да метилциклогексан гептандаги 10% эритмасидан ан.лин ёрдамида экстракцияланмоқда. Экстракт таркибида метилцикло.ексан миқдори 98%, рафинит таркибида эса 1% (эритувчидан ташқари) ташкил этади. Қайтувчи экстракт миқдорини экстракт-маҳсулот миқдорига нисбатини минимал қийматида 1,615 баробар кўп деб олиш керак. Дастлабки аралашма миқдори 100 кг/соат. бўлганда, экстракциялаш поғоналар сонини, рафинит ва экстракт таркибини, рафинит ва экстрактнинг, қайтувчиларнинг ва эритувчининг миқдорлари аниқлансин.

8.12. Ҳар бири 7 м<sup>3</sup> ҳа кмга эга бўлган қарама-қарши оқимли 3 та тиндиргич батареясига, СаСО<sub>3</sub> чўкмаси 1 м<sup>3</sup> сувда 2 т NaOH эритма киритилмоқда ва буғлатиш учун эса 6 м<sup>3</sup> шивари ган концентрланган эритма олинмоқда. Бошқа томондан эса, эритувчи сифатида батареяга 2000 кг NaOH га мос равишда 6 м<sup>3</sup> тоза сув киритилмоқда. СаСО<sub>3</sub> чўкмаси поғонадан поғонага ўтишда ва батареядан чиқариб ташлгчаётган пайтида 1 м<sup>3</sup> эритмани ушлаб қолмоқда.

Юқоридаги шароитларда қуйида иларни аниқланг:

- а) шламдаги NaOH миқдорини;
- б) NaOH ажратиб олинишини;
- в) буғлатишга юборилаётган эритмадаги NaOH неча фоизни ташкил қилади.

8.13. NaOHнинг чиқариб олиш даражаси 0,98 га тенг бўлганда, 8.12 масала шарти бўйича экстракциялаш поғона сонини аниқлаб беринг.

8.14. Агар экстрактда СиСl<sub>2</sub> миқдори 9% бўлиб (масс) ва мисни чиқариб олиниш даражаси 92% ташкил этса, 8.13 масала шарти бўйича экстракциялаш жараёнининг поғоналар сонини аниқлаш керак.

8.15. Температура 20°C ва босим 1·10<sup>5</sup> Па бўлганда, аммиакни сувдаги диффузия коэффициентини аниқлашсин.

8.16. Температура 20, 50, 100°C бўлганда аммиакни сувдаги диффузия коэффициентини ҳисоблаб чиқилсин.

8.17. Температураси 60°C ва концентрацияси 25% бўлганда сахарозани сувдаги диффузия коэффициенти топилсин.

8.18. Босим 2·10<sup>5</sup> Па ва температура: си 70°C бўлганда, улерод диоксидининг ҳаводаги диффузия коэффициенти аниқлашсин.

8.19. Жом таркибида шакар миқдори 0,1% бўлиши учун 16

қисми батареядан экстракт (қанд лавлаги массасига % ҳисобида) олинди қандай бўлиши керак? Қанд лавлаги таркибида шакар миқдори 19%. 100 г қанд лавлаги паррагининг узунлиги 20 м Жараён температураси 70° С ( $D = 79,4 \text{ м}^2/\text{с}$ ). Батарея тўлиқ айла-ниши  $\tau = 80$  мин.

8.20. Жом таркибида шакар миқдори 0,4% (лавлаги массасига олинганда) бўлиши учун узлуксиз ишлайдиган колонна диффузи-он: қурилмада экс.ракция жараёни қанча вақт  $\tau$  бўлишини ҳисобланг. Қанд лавлаги таркибидagi шакар миқдори 18%, жара-ён температураси 75°С,  $D = 83,5 \text{ м}^2/\text{с}$ , экстракт олғичиши  $a = 120\%$  (қанд лавлаги массасига), 100 г қанд лавлаги парраги узун-лиги  $l = 10$  м,  $A = 6 \cdot 10^{-5}$ .

### КОНТРОЛ ШОПШИРИК N17

Концентрацияси  $x$  в температураси  $t$  бўлганда, сахароза-нинг сувдаги диффузия коэффициентини ҳисоблаб чиқилсин.

Пара-метр	Ўлчов бир-лиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$x$	%	70	50	40	60	30	20	10	50	80	40
$t$	°С	50	20	30	60	40	80	60	35	25	90

### КОНТРОЛ ТОПЦАРИК N18

Узгармас концентрацияли ва температураси  $t$  бўлган Z мод-данини сувдаги диффузия коэффициентини ҳисоблаб топилсин. Ко-эффициент  $\beta = 0,02$ .

Параметр	Ўлчов бир-лиги	Шифрнинг охири рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t$	°С	100	30	90	120	200	60	50	150	300	70
Z		N <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Cl	CO	NO	H <sub>2</sub> S	CH <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>

## АДСОРБЦИЯ

Газ ёки суюқ фаза таркибидаги бир ёки бир неча компонентларни қаттиқ жисм ёрдамида ютилиш жараёни адсорбция деб аталади.

Адсорбция пайтида ютиляётган модда адсорбтив деб юритилади.

Адсорбция жараёни саноатда газларни тозалаш ва қуритиш, эритмаларни тозалаш ва тиндириш, ҳамда газ ва буғ аралашмаларини ажратиш учун ишлатилади. Масалан, ҳаво ва бошқа газ аралашмаларидан учувчан эритувчиларни ажратиш, аммиакни тозалаш, табиий газни қуритиш, кокс газидан ароматик углеводородларни ажратиш, гластмас ва синтетик каучук ишлаб чиқаришда, нефтни қайта ишлаш атижасида ҳосил бўлган газ аралашмаларидан водород ва этилени, бензин фракцияларидан ароматик углеводородларни ажратиш олишда, ёғларни, вино маҳсулотларини ҳар хил мела-сабзавот шартларини тозалашда адсорбция жараёни кенг ишлатилади.

Саноат газларини  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $CS_2$ ,  $NO$  ва бошқа шу каби бирикмалардан адсорбентлар ёрдамида тозалаш, атроф муҳитни муҳофаза қилишда ишлатилади.

Қаттиқ жисмнинг юзасига таъсир 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 беради.

### *Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқлар*

Адсорбциядаги мувозанат концентрациялари ўртасидаги боғлиқлик қуйидаги шартда орқали аниқланади:

$$x^* = f(\bar{y}, T) \quad (9.1)$$

Агарда температура ўзгармас бўлса,

$$x^* = f(\bar{y}) \quad (9.2)$$

бу ерда  $x^*$  газ ёки суюқлик фазасидаги адсорбтивнинг, концентрациясига тенг бўлган адсорбтивнинг адсорбентдаги нисбий концентрасияси;

$\bar{y}$  юти аётган газ ёки суюқлик аралашмаларидан адсорбтивнинг нисбий концентрасияси;

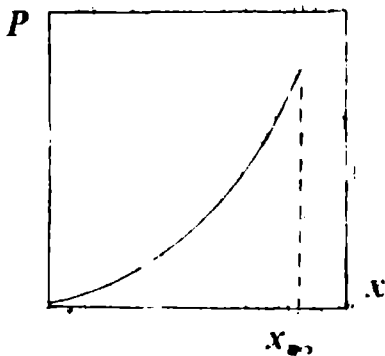
Хусусий ҳолатларда буғ-газ аралашмаларидан ютилаётган модданинг концентрасияси унинг нормал босими билан алмаштирилиши мумкин.

$$x^* = f(P) \quad (9.3)$$

Умуман олганда  $x^* = f(\bar{y})$  ва  $x^* = f(P)$  боғлиқликлар адсорбция пайтидаги мувозанат чизиқлари, ёки адсорбция изотермаларини ифода қилади.

Изотерманинг аниқ шакли адсорбент ва ютилаётган модданинг хоссаларига ва улар ўртасидаги ўзаро таъсир қилиш кучларига боғлиқ бўлади.

Агар, адсорбция изотермасини  $P$ - $x$  координатларида ифода этилса, эгри чизиқни бошланғич қисмида  $P$  ва  $x$  ларнинг таъминан тўғри пропорционалтиги борлиги, охири қисмида эса, эгри чизиқ асимптотик ҳолати адсорбтивнинг қаттиқ фазадаги чегара концентрасияси  $x_0$  га интилганини кўрамиз.



9.1-расм. Адсорбция жараёни изотермаси

9.1-расмдаги эгри чизиқнинг ўрта қисми Фрейдлихнинг эмпирик тенгламаси орқали ифодаланади.

$$P = K \cdot \bar{x}^n \text{ ёки } \bar{x} = K \cdot P^{1/n}$$

бу ерда  $K$  ва  $n$  таъриба йўли билан топиладиган константалар.

Физик адсорбция жараёни. Лангмюр тенгламаси билан ифода қилинади:

$$x = \frac{a \cdot b \cdot p}{1 + e^{\gamma}} \quad (9.4)$$

бу ерда  $a, b$  температурага боғлиқ ва тажриба йўли билан топиладиган коэффициентлар.

Стандарт модда буғининг  $T_1$  температурадаги адсорбция изотермасига кўра бошқа модда буғининг  $T_2$  температурадаги адсорбция изотермасичи ҳисоблаш мумкин.

Адсорбция пайтида ютилган модданинг миқдорини аниқлаш учун қуйидаги тенгламадан фойдаланилади:

$$a_2^* = a_1^* \cdot \frac{V_1}{V_2} \quad (9.5)$$

бу ерда  $a_1^*$  стандарт модда адсорбция изотермасининг ординатаси, кг/кг;  $a_2^*$  - аниқланаётган изотерманинг ординатаси, кг/кг;  $V_1, V_2$  стандарт ва текширилаётган модданинг моль ҳажмлари, м<sup>3</sup>/кмоль.

Жараён узғувсиз равишда олиб борилганда, адсорбция жараёнининг модд й балансини қуйидагича топиш мумкин:

$$L \cdot (a - a_0) = G \cdot (c_0 - c_1) \quad (9.6)$$

бу ерда  $L$  адсорбентнинг сарфи, кг/с;  $a_0, a_1$  ютилаётган модданинг адсорбентдаги бошланғич ва охири таркиби;  $G$  ташувчи газнинг сарфи, кг/с;  $c_0$  ютилаётган модданинг адсорбция пайтида чиқаётган газлардаги ўлгача таркиби;  $c_1$  адсорбтивнинг ташувчи газдаги таркиби.

Адсорбция жараёни иссиқлик ажралиб чиқиши билан боғлиқ. Шу сабабли, саноатда ажралиб чиққан иссиқликни фойдали сарфлайдиган қурилмадан фойдаланилади.

Адсорбция жараёнида ажралиб чиққан иссиқлик яширин буғланиш иссиқлиги дейилади ва у ютилган буғ миқдорига боғлиқ бўлиб қуйидаги формуладан аниқланади:

$$q = m \cdot a^n$$

бу ерда  $a$  - ютилган буғ миқдори, дм<sup>3</sup>/кг қўмир;  $m$  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	0,958	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 жараёнишиг кинетикаси

Адсорбция жараёнишида модда ўтказиш 2 босқичдан иборат бўлади:

- ташқи диффузия;
- ички диффузия.

Ташқи диффузиянинг тезлиги асосан жараённинг 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:

$$\frac{da}{a \cdot t} = \beta_y \cdot (\bar{C} - \bar{C}_n) \quad (97)$$

бу ерда  $a$  ютилган модданинг миқдори;  $t$  вақт, с;  $\bar{C}$  ютиляётган компонентнинг буг, газ аралашмаси ҳажмигаги концентрацияси, кг/м<sup>3</sup> инерт газ;  $\bar{C}_n$  - ютиляётган компонентнинг юзасидаги концентрацияси, кг/м<sup>3</sup> инерт газ;  $\beta_y$  - модда бериш коэффициенти, с

Ички диффузияда пайванди модда ютишининг тезлиги

молекуляр диффузия тенгламаси билан ифодаланади:

$$\frac{dc}{d\tau} = D_3 \cdot \left( \frac{d^2c}{dx^2} + \frac{d^2c}{dy^2} + \frac{d^2c}{dz^2} \right) \quad (9.8)$$

бу ерда  $D_3$  - диффузиянинг эффектив коэффициент. Жараён давомида  $D$  нинг қиймати ўзгармас деяртлинади.

Адсорбция кинетиқасини ифодалайдиган критериял тенглама  $Nu'$  ни аниқлаш мумкин:

$$Nu' = A \cdot Re^m \cdot (Pr')^n \quad (9.9)$$

бу ерда  $Nu'$  - Нуссельт диффузия критерияси;  $Pr'$  - Прандтл диффузия критерияси;  $Re$  - Рейнольдс критерияси;  $A, m, n$  - тажриба йўли билан аниқланадиган доимий қийматлар.

Масалан, писта кўмир учун ( $d_3 = 1,7-2,2$  мм,  $w_g = 0,3-2$  м/с) критериял тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Nu' = A \cdot Re^{0,54} \quad (9.10)$$

бу ерда

$$Nu' = \frac{\beta \cdot d_3^2}{D}; \quad Re = \frac{w_g \cdot d_3}{\nu_g}$$

$D$  - диффузия коэффициент, м<sup>2</sup>/с;  $d_3$  - адсорбент заррачаларининг ўргача диаметри, м;  $w$  - буғ-газ аралашмасининг тезлиги, м/с;  $\nu_g$  - газнинг кинематик қовушқлик коэффициент, м<sup>2</sup>/с.

Юқоридаги тенгламадан  $\beta$  топилади:

$$\beta = \frac{1,6 \cdot D \cdot w_g^{0,54}}{\nu_g^{0,54} \cdot d_3^{0,46}} \quad (9.11)$$

Исталган температура ва босим учун диффузия коэффициентни  $D$  қуйидагича топилади:



$$D = D_o \cdot \left( \frac{P_o}{P} \right) \cdot \left( \frac{T}{T_o} \right)^{1,5} \quad (9.12)$$

Ютувчи сорбент қатламиниңг ҳимоя ҳаракати вақти Н.А.Шилов тенгләмаси ёрдамида ҳисобланади:

$$\tau = K \cdot (H - h)$$

бу ерда  $\tau_o = K \cdot h$

Демак,  $\tau = K \cdot H - \tau_o$

$K$  - сорбент қатламиниңг ҳимоя ҳаракати коэффициенти;  $H$  - сорбент қатламиниңг баландлиги, м;  $h$  - динамик таъриба шароитида сорбент қатламиниңг ишлатилмаган баландлиги, м;  $\tau_o$  - сорбент қатламиниңг ҳимоя ҳаракати вақтининг йўқотилиши ёки кинетик коэффициент, с.

Сорбент қатламиниңг ҳимоя ҳаракати коэффициентини қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$K = \frac{a_o}{w \cdot C_o} \quad (9.14)$$

бу ерда  $a_o$  - мувозанат абсорбцион ҳажм, кг/м<sup>3</sup>;  $w$  - тезлик, м/с;  $C_o$  - газ аралашмасидаги ютиладиган модданиң бошланғич концентрацияси, кг/м<sup>3</sup>.

Узлуқли адсорбция жараёнининг давоийлиги ютилган модда баланс, адсорбция кинетикаси ва изотермаси тенгләмалари системасини ечиш орқали аниқланади.

Адсорбция изотермаси 3 қисмга бўлинади:

а) Бу қисмда адсорбция изотермаси тўғри чиқиқли ва тахминан Генри қонуни билан тўғраланади.

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\frac{a_o}{w \cdot C_o}} \cdot \sqrt{H} - b \sqrt{\frac{a_o}{w \cdot C_o}} \quad (9.15)$$

$\tau$  адсорбция жараёни давомийтиги, с,  $w$  буғ газ оқимининг тезлиги, м/с;  $H$  - писта кўмир қатлам баландлиги, м;  $C_0$  - буғ газ оқимида ютиладиган моддан нг бошланғич концентрацияси, кг/м<sup>3</sup>;  $a_0^*$  оқим концентрацияси  $C_0$  билан мувозанатдаги ютилган модда миқд  $r^*$ , кг/м<sup>3</sup>;  $\beta$  модда алмашилиш 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	- 0,40
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 ушбу тенгламада фойдаланилади.

$$\tau = \frac{a_0^*}{w \cdot C_0} \cdot \left\{ H - \frac{w}{\beta_y} \cdot \left[ \frac{1}{P} \cdot \ln \left( \frac{\bar{C}_0}{C} - 1 \right) + \ln \frac{\bar{C}_0}{C} - 1 \right] \right\} \quad (9.16)$$

в) Адсорбция изотермасининг учинчи қисми учун  $\tau$  ни, топиш учун қуйидаги тенглама тўғри келади.

$$\tau = \frac{a_0^*}{w \cdot C_0} \cdot \left[ H - \frac{w}{\beta_y} \cdot \ln \left( \frac{\bar{C}_0}{C} - 1 \right) \right] \quad (9.17)$$

Модда ўтказиш зонасининг баландлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$h_0 = H \cdot \frac{\tau_{\text{мўй}} - \tau_{\text{ск}}}{\tau_{\text{мўй}} - (1 - f) \cdot (\tau_{\text{мўй}} - \tau_{\text{ск}})} \quad (9.18)$$

бу ерда  $\tau_{\text{мўй}}$  мувозанатли тўйинишсиз кетган вақт;  $\tau_{\text{ск}}$

$$D = D_o \cdot \left( \frac{P_o}{P} \right) \cdot \left( \frac{T}{T_o} \right)^{1,4} \quad (9.12)$$

Ютувчи сорбент қатламининг ҳимоя ҳаракати вақти Н.А.Шилов тенгләмаси ёрдамида ҳисобланади:

$$\tau = K \cdot (H - h)$$

бу ерда  $\tau_o = K \cdot h$

Демак,  $\tau = K \cdot H - \tau_o$

$K$  - сорбент қатламининг ҳимоя ҳаракати коэффициентини;  $H$  - сорбент қатламининг баландлиги, м;  $h$  - динамик тажриба шароитида сорбент қатламининг ишлатилмаган баландлиги, м;  $\tau_o$  - сорбент қатламининг ҳимоя ҳаракат вақтининг йўқотилиши ёки кинетик коэффициент, с.

Сорбент қатламининг ҳимоя ҳаракати коэффициентини қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$K = \frac{a_o}{w \cdot C_o} \quad (9.14)$$

бу ерда  $a_o'$  мувозанат абсорбцион ҳажм, кг/м<sup>3</sup>;  $w$  тезлик, м/с;  $C_o$  газ аралашмасидаги ютиладиган модданинг бошланғич концентрацияси, кг/м<sup>3</sup>.

Узлуqli адсорбция жараёнининг давомийлиги ютилган модда баланс, адсорбция кинетикаси ва изотермаси тенгламалари системасини ечиш орқали аниқланади.

Адсорбция изотерма 3 қисмга бўлинади:

а) Бу ҳисманда адсорбция изотермаси тўғри чизиqli ва тахминан Генри қонуни билан тўғраланади.

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\frac{a_o'}{w \cdot C_o}} \cdot \sqrt{H} - b \sqrt{\frac{a_o'}{w \cdot C_o}} \quad (9.15)$$

$\tau$  адсорбция жараёни давомийлиги, с,  $w$  буғ газ оқимининг тезлиги, м/с;  $H$  писта кўмир қатлам баландлиги, м;  $C_0$  — буғ - газ оқимида ютиладиган моддан инг бошланғич концентрацияси, кг/м<sup>3</sup>;  $a_0^*$  оқим концентрацияси  $C_0$  билан мувозанатдаги ютилган модда миқдори, кг/м<sup>3</sup>;  $\beta$  модда алмашилиш 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	1,34	0,2	0,63	0,7	0,27
0,01	1,67	0,3	0,42	0,8	- 0,40
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 ушбу тенгламада фойдаланилади.

$$\tau = \frac{a_0^*}{w \cdot C_0} \cdot \left\{ H - \frac{w}{\beta_y} \cdot \left[ \frac{1}{P} \cdot \ln \left( \frac{\bar{C}_0}{C} - 1 \right) + \ln \frac{\bar{C}_0}{C} - 1 \right] \right\} \quad (9.16)$$

в) Адсорбция изотермасининг учинчи қисми учун  $\tau$  ни топиш учун қуйидаги тенглама туғри келади.

$$\tau = \frac{a_0^*}{w \cdot C_0} \cdot \left[ H - \frac{w}{\beta_y} \cdot \ln \left( \frac{\bar{C}_0}{C} - 1 \right) \right] \quad (9.17)$$

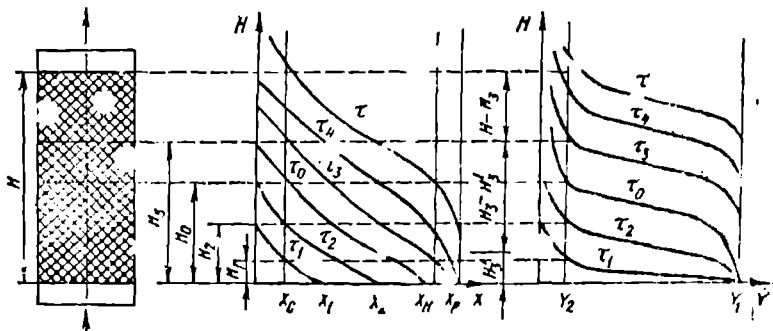
Модда ўтказиш зонасининг баландлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$h_0 = H \cdot \frac{\tau_{\text{мий}} - \tau_{\text{ск}}}{\tau_{\text{мий}} - (1 - f) \cdot (\tau_{\text{мий}} - \tau_{\text{ск}})} \quad (9.18)$$

бу ерда  $\tau_{\text{мий}}$  мувозанатли тўйинишга кетган вақт;  $\tau_{\text{ск}}$

қилиш йўли билан топилади. Ютиладиган модданинг адсорбентдаги миқдори  $x$  қатлам баландлиги ва вақт бўйича ўзгаради (9.2 - расм).  $x_c$  — адсорбентдаги модданинг  $y_2$  га тўғри келган концентрацияси.  $x_c$  бирор вақтдан сўнг, адсорбентнинг  $H$  баландлигида ҳосил бўлади. Шу сабабдан  $H$  баландлиқда амалий жиҳатдан ютилиши керак бўлган модда адсорбентга тўла ютилган бўлади.

$\tau_0$  — вақтнинг бошланишида адсорбентдаги модданинг концентрацияси  $x_H$  бўлади,  $x_p$  эса  $y_1$  билан мувозанатда бўлган концентрациячир.



9.2-расм. Адсорбция жараёнида кўзғолмас адсорбент қатламининг концентрациялар айдоми [10].

Адсорбция вақти Н.А. Шипов тенгламасидан аниқланади:

$$\tau = \tau_0 + k \cdot (H - H_0) \quad (9.26)$$

$k$  қатламнинг ютиш қобилиятини ҳарактерловчи коэффициент, с/м.

Бу коэффициент  $l$  м адсорбент қатламининг тўйиниш вақтини ҳарактерлайди ва қуйидаги моддий баланс тенгламаси орқали топилади:

$$S \cdot \rho_a \cdot x_H = G \cdot y_1 \cdot k \quad (9.26)$$

бундан 
$$k = \frac{S \cdot \rho_a \cdot x_H}{G \cdot y_1} \quad (9.27)$$

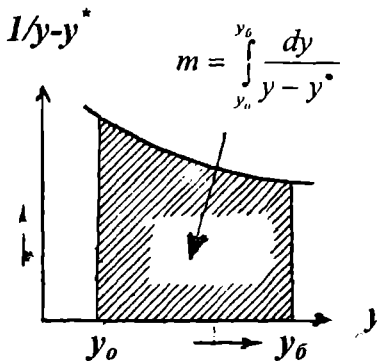
бу ерда  $S$  адсорбернинг қўндаланг кесим юзаси,  $m^2$ ;  $\rho_a$  адсорбентнинг зичлиги,  $kg/m^3$ ;  $G$  - газнинг сарфи,  $kg/c$ .

$\tau_0$  - нинг қиймати қуйидаги ифода о, қали аниқланади:

$$\tau_0 = \frac{\rho_0}{\nu} \int_0^{x_0} \frac{dx}{y_1 - y_2} \quad (9.28)$$

бу ерда,  $K$  модда ўтказиш коэффициентти,  $\text{кг м}^2/\text{с}$ ; адсорбентнинг солиштирма юзаси;  $y_1$   $y_2$  жараёнини ҳаракатга келтирувчи куч.

Интегралнинг ўнг томони график усулда топилади. Уннинг қиймати  $I/y_1$   $y_2$  координаталарида чизилган эгри чизиқнинг юзасига тенг (9.3 расм). Мсда ўтказиш коэффициентти  $K_y$  қуйидаги тенгламалар орқали аниқланади:



9.3-расм. Жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучини интеграллаб, ўтказиш бирлигини аниқлаш [6].

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}} \quad (9.29)$$

$Re = 2 \dots 30$  бўлганда,

$$= 0,725 Re^{0,47} (Pr)^{0,33} \quad (9.30)$$

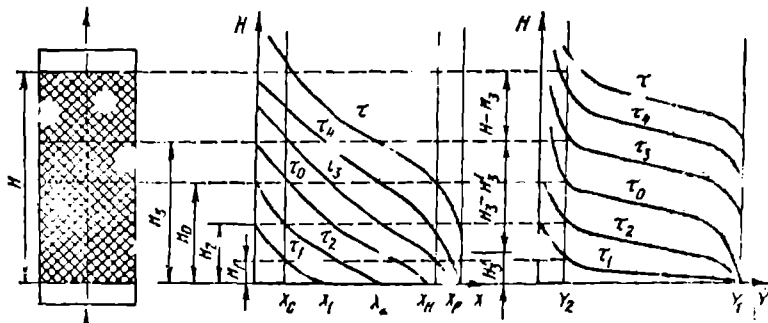
$N_0$  нинг қиймати қуйидагича топилади:

$$N_0 = n \cdot h \quad (9.31)$$

бу ерда  $h$  ўтказиш бирлигининг баландлиги, м;  $n$  ўтказиш

қилиш йўли билан топилади. Ютиладиган модданинг адсорбентдаги мққдори  $x$  қатлам баландлиги ва вақт бўйича ўзгаради (9.2 - расм).  $x_c$  — адсорбентдаги модданинг  $y_2$  га тўғри келган концентрацияси.  $x_c$  бирор вақтдан сўнг, адсорбентнинг  $H$  баландлигида ҳосил бўлади. Шу сабабли  $H$  баландлигида амалий жиҳатдан ютилиши керак бўлган модда адсорбентга тўла ютилган бўлади.

$\tau_0$  — вақтнинг бошланишида адсорбентдаги модданинг концентрацияси  $x_n$  бўлади,  $x_p$  эса  $y_1$  билан мувозанатда бўлган концентрациячир.



9.2-расм. Адсорбция жараёнида қўзғолмас адсорбент қатламиниң концентралациялар таъйини [10].

Адсорбция вақти Н.А. Шичов тенгламасидан аниқланади.

$$\tau = \tau_0 + k \cdot (H - H_0) \quad (9.26)$$

$k$  қатламнинг ютиш қобилиятини ҳарактерловчи коэффициент, с/м.

Бу коэффициент 1 м адсорбент қатламиниң тўғрисиш вақтини ҳарактерлайди. Ёа қуйидаги моддий баланс тенгламаси орқали топилади:

$$S \cdot \rho_a \cdot x_n = G \cdot y_1 \cdot k \quad (9.26)$$

бундан 
$$k = \frac{S \cdot \rho_a \cdot x_n}{G \cdot y_1} \quad (9.27)$$

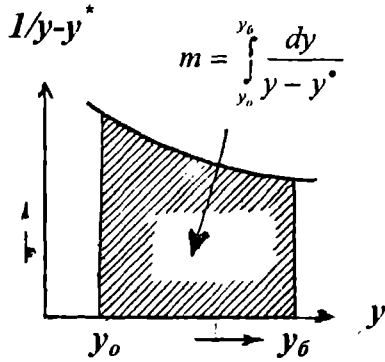
бу ерда  $S$  адсорбернинг қўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>;  $\rho_a$  адсорбентнинг зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $G$  - газнинг сарфи, кг/с.

$\tau_0$  - 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,  $\text{кг м}^2/\text{с}$ ; адсорбентнинг солиштирма юзаси;  $y_1$   $y_2$  жараёнини ҳаракатга келтирувчи куч.

Интегралнинг ўнг томони график усулда топилади. Унинг қиймати  $1/y_1$   $y_2$  координаталарида чизилган эгри чизиқнинг юзасига тенг (9.3 расм). Метда ўтказиш коэффициентини  $K_y$  қуйидаги тенгламалар орқали аниқланади:



9.3-расм. Жараёнининг паракатлаштирувчи кучини интеграллаб, ўтказиш бирлиги.. аниқлаш [6].

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{B_y} + \frac{m}{\beta_v}} \quad (9.29)$$

$Re$  2 30 бўлганда,

$$Nu' = 0,725 \cdot Re^{0,47} (Pr')^{0,33} \quad (9.30)$$

$N_0$  нинг қиймати қуйидагича топилади:

$$N_0 = n \cdot h \quad (9.31)$$

бу ерда  $h$  ўтказиш бирлигининг баланглиги,  $m$ ;  $n$  - ўтказиш

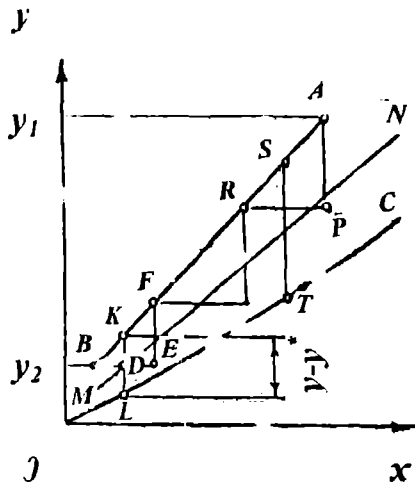


бирлигининг сони.

$n$  — нинг миқдори график усул билан топилади (9.4 расм).  $AB$  — иш чизиғи;  $OC$  мувозанат чизиғи;  $M - A$  ва  $OC$  чизиқларни ўртасидан тенг бўлувчи чизиқ;  $K$  биринчи бўлақдаги жараёни ҳаракатга келтирувчи кучни ифодалайди.

Ўтказиш бирлиги сонини топиш учун  $B$  нуқтадан горизонтал чизиқ ўтказамиз.  $BF = 2BD$  деб оламиз. Сунгра  $E$  нуқтада  $AB$  билан кесишгунча вертикал чизиқ ўтказиб,  $B$  нуқтни ҳосил қиламиз.  $BEF$  учбурчак битта ўтказиш бирлигига тенг бўлади ва унинг ўртача ҳаракатлантирувчи кучи  $KL$  га тенг. Худди шу усул билан  $A$  нуқтада  $A$  нуқтага учбурчакликлар чизамиз. Учбурчакларнинг сони ўтказиш бирлигининг сонини белгилайди.

Ўтказиш бирлигининг сони:



9.4-расм. Ўтказиш бирлиги сони график усулда аниқлаш.  $OC$ —мувозанат чизиғи;  $AB$ —иш чизиғи;  $M$ —мувозанат чизиғи билан иш чизиқларининг ордината қисмини тенг иккага бўлувчи

$$n = \frac{y_1 - y_2}{\Delta y_s} \quad (9.32)$$

$\Delta y_s$  — ўртача ҳаракатлантирувчи куч. Ўтказиш бирлигининг баландлигини қуйидагича аниқлайди:

$$h = \frac{G}{K S f} \quad (9.33)$$

бу ерда  $S$  — аппарат кўндалинг кесимининг юзаси;  $m^2$ .

Адсорбер кесимининг юзаси қуйидаги тентлама билан

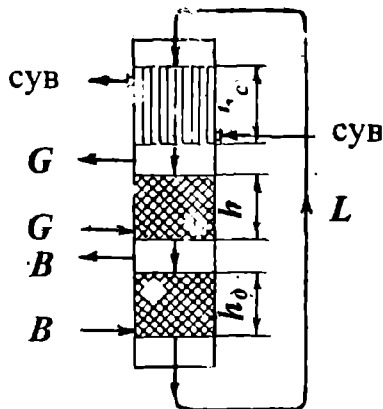
топилади:

$$S = \frac{G}{w_0 \cdot \rho_r} \quad (9.34)$$

бу ерда  $G$  - газ сарфи, кг/с;  $w_0$  - газнинг мавҳум (қурилма тўла кесимига нисбатан олинган) тезлиги, м/с;  $\rho_r$  газнинг зичлиги кг/м<sup>3</sup>. Одатда  $w = 0,08 \div 0,25$  м/с қилиб олинади.

Ўзгарувчан қатламли ўзлүксиз ишлайдиган адсорберларни ҳисоблаш.

Бу қурилмаларда донадор қатламли адсорбент юқоридан пастга томон спиралсимон ҳаракат қилиб, кетма кет равишда баландликдаги совитиш, баландликдаги десорбция ва иситиш соҳаларидан ўтади (9.5 - расм). Қурилманинг умумий иш баландлиги эса учала баландликнинг йиғиндисига тенг:



9.5-расм. Қурилманинг умумий баландлигини аниқлаш [10].

$$H = h_c + h + h_0 \quad (9.35)$$

фазаларнинг бир-бирига тегиб турган ҳолатда ўтказишнинг асосий тенгламаларидан аниқланади:

$$F = \frac{M}{K \cdot \Delta y_{ур}} \quad (9.36)$$

бу ерда

$$\Delta y_{ур} = \frac{\bar{y}_o - \bar{y}_o}{\int_{y_o}^{y_m} \frac{dy}{y - y_m}} \quad (9.37)$$

$M$  адсорбция қилинган модданинг миқдори;  $K$  модда ўтказиш коэфф.иенти;  $y_o$  газ аралашмасидagi ютилатган модданинг бошлагич концентрацияси;  $y_m$  - газ аралашмасидаги ютилатган модданинг охириги концентрацияси;  $y_m$  муьозанат концентрацияси.

Ўзгарувчан қатламдаги донатор қатламли адсорбентнинг кўндаланг кесим юзаси сарф тенгласидан аниқланади:

$$S = \frac{V_c}{w} \quad (9.38)$$

бу ерда  $V_c$ - қурлмадаги газ аралашмасининг сa.фи, м<sup>3</sup>/с,  $w$  - газ оқими.нинг тезлиги, м/с.

Адсорбция зонасининг баландлиги куйидагича аниқланади:

$$h = \frac{F}{S \cdot f} \quad (9.39)$$

бу ерда  $f$  - адсорбентнинг солиштирма юзаси, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

Қурилманинг қолган иш қисми.нинг баландликлар. куйидаги 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, соъитиш ва десорбция учун кетган вақтни кўрсатади.

Адсорбция учун кетган вақт қуйидагича аниқланади:

$$\tau = \frac{L_c \cdot h}{L_c} \quad (9.42)$$

бу ерда  $L_c$  - адсорбентнинг сарфи, м/с.

Адсорбентнинг сарфи эса материал баланс тенгламасидан аниқланади.

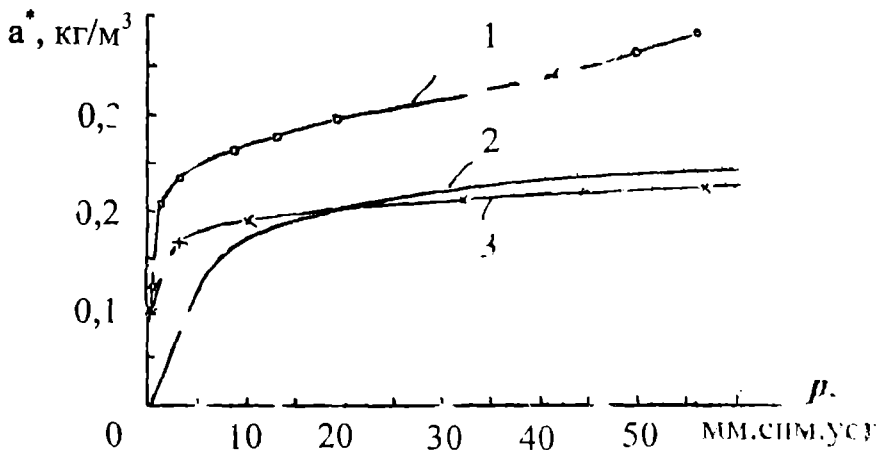
## КОНТРОЛ МАСАЛАЛАР.

9.1. Октан буғларининг бошланғич концентрациясининг миқдори  $C_0 = 0,012$  кг/м<sup>3</sup>, тезлиги 20 м/мин, кўмирнинг бензолга кўрсатадиган активлиги 7%, кўмирнинг тўкиб уйиб қўйилгандаги зичлиги 350 кг/м<sup>3</sup>, абсорбер ичидаги кўмирнинг қатламининг баландлиги  $H = 0,8$  м бўлган ҳолда, абсорбер диаметри ва ҳаво билан аралашган 100 кг октан буғининг ютилиш даври давомийлигини юқоридаги маълумотлар ёрдамида аниқлаб беринг

9.2. Углерод заррачалардан иборат қатламининг баландлиги  $H = 0,1$  м бўлганда  $CCl_4$  буғлари адсорбцияланиши учун нинг сакрагунча бўлган ютилиш давомийлигини ва  $\tau_0$  ҳимоя ҳаракати вақтининг йўқотилишини аниқлаш керак. Газ-буғ аралашманинг тезлиги 5 м/мин, кўмир заррачаларининг диаметри  $d = 2,75$  мм, динамик коэффициентлар қиймати  $P_1$

$=14500, R_2 = 529/5$ .

9.3. 20°C даги бензол адсорбцияси изотермаси ёрдамида (9 б-расм) 25°C этил спирти буғи адсорбцияси изотермасини чизилиши курилинг.



9.6-расм. 20°C температурала адсорбция изотермалари [7].

9.4. 9.6 расмдаги бензол адсорбцияси изотермасини ёрдамида бошланғич концентрацияси  $\bar{C}_0 = 0,11 \text{ кг/м}^3$  бўлган, газ-буғи аралашманинг узлуксиз адсорбцияланганидаги тезлигини ва кўмир қатлами баландлигини аниқлаш керак. Аралашманинг ўтиш тезлиги  $w = 20 \text{ м/т ин}$ , модда бериш коэффициенти  $k_y = 4 \text{ с}^{-1}$ . Кўмир ўзининг статик фаоллигида адсорбцияланган жараёнда 80% ача тўйинади. Кўмирнинг десорбциялангангайи сўнг, бошланғич статик фаоллигига нисбатан қолдиқ фаоллиги 14,5% ни ташкил этади. Газ-буғи аралашма концентрация миқдори  $\bar{C}_0 = 0,01 \text{ кг/м}^3$  дан ошмаган қийматгача тозаланиши керак.

9.5. Диаметри 3 м бўлган вертикал адсорберга, диаметри 0,35 м бўлган пўлат қувурдан 170 м<sup>3</sup>/мин миқдорда газ-буғи аралашма кирмоқда. Газ-буғи аралашмадаги этил спиртининг бошланғич концентрацияни миқдори  $\bar{C}_1 = 0,02 \text{ кг/м}^3$ . Этил спиртининг адсорбердан чиқиб кетаётган газдаги концентрацияси  $\bar{C}_2 = 0,0002 \text{ кг/м}^3$  адсорбернинг кўмир қатламининг баландлиги  $H = 1,5 \text{ м}$ ,

кўмирнинг тўкиб уйилиш зичлиги  $500 \text{ кг/м}^3$ . Бир этиш даврининг вақти 4 соат 37 мин. Биринчи давр учун адсорбердан ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорини аниқлаш керак.

9.6. Колоннада қурилмада ҳавони узоқ муддат қуригандда қуйидаги маълумотлар олинган:

$$\bar{C}_a = 0,01 \text{ кг/м}^3, \quad \bar{C}_{\text{кел}} = 2,9 \cdot \text{кг/м}^3, \quad d_a = 0,002 \text{ м}; \quad a_0^* = 170 \text{ кг/м}^3$$

*NaA* типдаги цеолитнинг минимал тезлик ҳаракатини аниқлаш. Қурилманинг кўндаланг кесими бўйича газ оқими тезлиги  $0,5 \text{ м/с}$ .

### КОНТРОЛ ТОПШИРИҚ №19

Кўзгалмас қатлам баландлиги  $H$ ,  $C_0 = 0,01 \text{ кг/м}^3$ , қурилманинг тўлиқ кўндаланг кесими юзасига ҳисобланган буғ-ҳаво аралашмаси оқимининг тезлиги  $w = 0,5 \text{ м/с}$ ,  $\tau = x \text{ мин}$ ,  $\tau_{\text{кел}} = y \text{ мин}$ .

Юқорида қайд этилган шароитлар учун газларни туқур қуриштиш ( $C_{\text{кел}} = 2,94 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$ ) жараёнининг колонналик қурилманинг ишчи баландлиги ва *NaA* ( $d_s = 0,002 \text{ м}$ ) типдаги цеолит кўзгалмас қатламининг модда ўтказиш соҳасининг узунлиги аниқлансин.

Тараф метр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\tau_{\text{кел}}$	мин	200	150	160	190	170	120	100	250	230	300
$\tau_{\text{кел}}$	мин	115	80	90	110	100	70	60	150	140	190

Параметр	Ўлчов бирлиги	Шифрнинг охириги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$H$	м.	0,4	0,3	0,5	0,1	0,2	0,15	0,25	0,6	0,45	0,7

## Қ У Р И Т И Ш

## Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

1. Нам модда намлик миқдори унинг умумий массасига нисбатан ( $u$ ) фоиз ҳисобида, ёки қуруқ модда массасига нисбатан ( $u'$ ) ифодалиши мумкин.  $u$  ва  $u'$  катталиқлар 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  $u_{\text{бош}}$  даъ  $u_{\text{ох}}$  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  $n$  и сақлаш миқдори қуруқ модда массасига нисбатан фоизда ( $u'$ ) берилган бўлса, у ҳолда

$$W = G_{\text{кур}} \cdot \frac{u'_{\text{бош}} - u'_{\text{ох}}}{100}$$

$G_{\text{кур}}$  - абсолют қуруқ моддага нисбатан қуритилгичнинг маҳсулдорлиги, кг/с.

3. Б,г-ҳаво аралашмасида буғ миқдори  $x$  (кг-буғ/кг-қуруқ газ):

$$x = \frac{M_{\text{б}}}{M_{\text{г}}} \cdot \frac{P_{\text{б}}}{P - P_{\text{б}}} \quad (10.4)$$

$M_6$  ва  $M_7$  буғ ва ҳавонинг моляр массаси;  $\Pi$  - буғ-ҳаво аралашмасининг умумий босим.;  $P_6$  - буғнинг парциал босими.

Буғ ва ҳаводан иборат аралашманинг нам сақлаш миқдори  $x$  кг-сув буғи/кг-қуруқ ҳаво):

$$x = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\text{буғ}}}{\Pi - \varphi \cdot P_{\text{буғ}}} \quad (10.5)$$

бу ерда 0,622 - сув буғи ва ҳавонинг моляр массалари нисбати;  $\varphi$  - ҳавонинг нисбий намлиги:

$$\varphi = \frac{P_n}{P_{n, \text{к}}} \quad (10.6)$$

$P_{\text{н}}$  - сув буғининг ҳаводаги парциал босим. (қуруқ термометр температураси бўйича).

$P_{\text{н, к}}$  шу температурадаги тўйинган сув буғининг босими (иловадаги 34-жадвал).

4. Нам ҳавонинг энтальпияси  $I$  (кЖ/кг-қуруқ ҳаво)

$$I = (c_x + c_0 \cdot x) \cdot t + r_0 \cdot x = (1,01 + 1,97 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot x \quad (10.7)$$

бу ерда  $c_x = 1,01$  кЖ/(кг·К) - қуруқ ҳавонинг ўртача солиштирма иссиқлик сифими (босим ўзгармас бўлганда)  $c_0$  1,97 кЖ/(кг·К) - сув буғининг ўртача солиштирма иссиқлик сифими.

$x$  - ҳавонинг нам сақлаши, кг-буғ/кг-қуруқ ҳаво;

$t$  - ҳаво ҳарорати (қуруқ термометр бўйича), °С;

$r_0$  2493 кЖ/кг - сувнинг 0°С да буғга айланиш солиштирма иссиқлик миқдори.

Қуригиш жараёнининг потенциали қуйидаги формула бўйича чиқарилади:

$$\varepsilon = t_{\text{к}} - t'_{\text{н}}$$

бу ерда  $t_{\text{к}}$  - қуруқ термометр бўйича ҳавонинг температураси;

$t'_{\text{н}}$  - нам термометр бўйича ҳавонинг температураси;

$\varepsilon$  - 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  $x$ ,  $t$ ,  $\varphi$ ,  $\Gamma$  орасидаги боғлиқликлар Рамзиннинг  $1-x$  диаграммаси оқ ҳали осон аниқланади (10-1 расм) ва унинг ёрдамида нам материални конвектив қуритиш масалалари ечилати.

6. Босим:  $\Pi$ , температураси  $T$  бўлган нам ҳавонинг зичлиги қуйидагича аниқланади:

$$\rho_n = \rho_{кх} + \rho_b \quad (10.8)$$

бу ерда  $\rho_{кх}$  - қуруқ ҳаво зичлиги;  $\rho_b$  - с, в буғининг зичлиги, ўз парциал босими ёрдамида аниқланган:

$$\rho_n = \frac{M_x \cdot T_o \cdot (n \cdot \varphi \cdot P_{myu})}{22,4 \cdot T \cdot n_o} \quad (10.9)$$

$$\rho_b = \frac{M_o \cdot T_o \cdot \varphi \cdot P_{myu}}{22,4 \cdot T \cdot \Pi_o} \quad (10.10)$$

яъни  $\Pi$  - буғ-ҳаво аралашмасининг умумий босими,

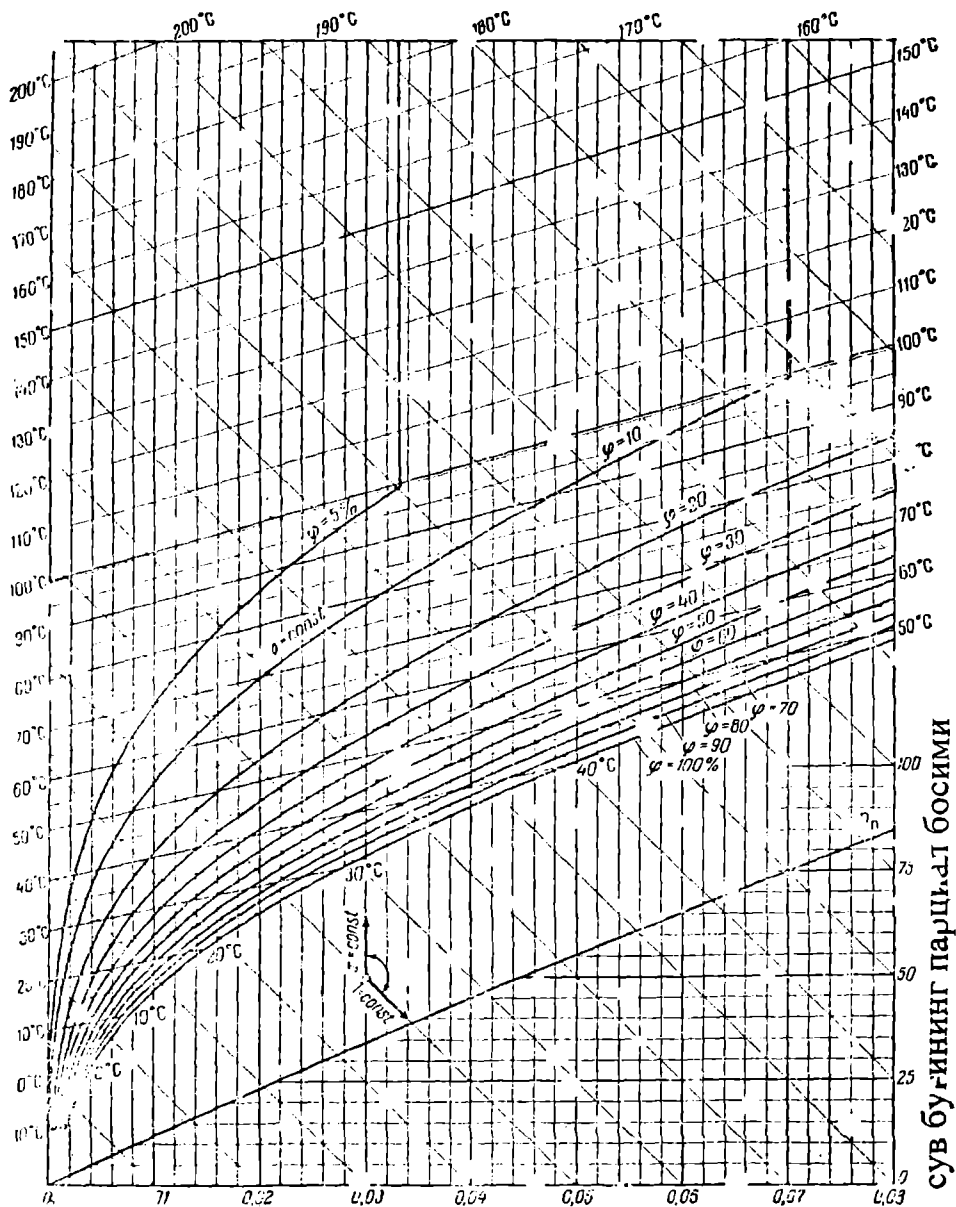
$\Pi_o$  - нормал босим (0,1013 МПа ёки 1 атм)

(10.8)-(10.10) формулаларни қўшиб қуйидаги формулани ҳосил қиламиз:

$$\rho_n = \frac{M_x \cdot T_o \cdot \Pi}{22,4 \cdot T \cdot \Pi_o} \cdot \left[ 1 - \left( 1 - \frac{M_o}{M_x} \right) \cdot \frac{\varphi \cdot P_{myu}}{\Gamma} \right] =$$

$$1,293 \cdot \frac{273 \cdot \Pi}{T \cdot 101300} \cdot \left( 1 - 0,378 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{myu}}{\Pi} \right) = \quad (10.11)$$

$$\frac{3,48 \cdot 10^{-3}}{T} \cdot (\Pi - 0,378 \cdot \varphi \cdot P_{myu})$$



Нам сақлаш  $x$ , кг/кг қуоуқ ҳаво

10.1-рasm. Нам ҳавонинг  $t$ - $x$  диаграммаси.

8. Қуритгич орқал ўтадиган қуруқ ҳаво сарфи  $L$  (кг/с, ушбу тенгламадаг аниқланади:

$$L = W/l \quad (10.12)$$

бу ерда  $W$  қуритгичнинг буғлатилаётган (моддадан ажралаётган) намлик бўйича унумдорлиги, кг/с;  $l$  қуруқ ҳаво солиштирма сарфи, кг/кг буғланаётган намлик.

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (10.13)$$

$x_0$  ва  $x_2$  қуритгичга кираётган ва ундан чиқаётган ҳавонинг нам сақлаши.

9. Қуритгич жараёни нормал шароитда олиб борилганда, калорифердаги иссиқлик сарфи  $Q$  (Вт),

$$Q = L \cdot (I_1 - I_0) \quad (10.14)$$

бу ерда  $I_0$  ва  $I_2$  ҳавонинг калориферга кириш ва ундан чиқишдаги энтальпиялари, Ж/кг қуруқ ҳаво.

Қуритгичда жараён нормал қуритиш шароитида олиб борилганда иссиқлик баланси ушбу кўринишга эга:

$$Q = L \cdot (I_2 - I_0) + \sum Q \quad (10.15)$$

$I_2 - I_0$  - қуритгичдан чиқаётган ҳаво энтальпияси;

$\sum Q$  материални қиздириш учун сарф бўлган иссиқлик, транспорт қурilmасини иситиш учун ва а.роф муҳ.га йўқотилган иссиқликлар йиғиндисига тенг.

$L \cdot (I_2 - I_0)$  намликни буғланиши, ҳаво ва буғ илтишинга сарф бўлган асосий иссиқлик миқдorigа нисбатан  $\sum Q$  жуда кичик бўлгани учун ҳисобга олмаймиз. Унда, назарий қуритгич учун тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Q_{\text{теор}} = L \cdot (I_2 - I_0) \quad (10.16)$$

10. Ҳақиқий қуритгичдаги солиштирма иссиқли. сарфи  $q$  (Ж/кг буғланаётган намлик) лшбу 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

$$q_{наз} = \frac{I_2 - I_0}{x_2 - x_0} \quad (10.18)$$

Ҳақиқий ва назарий қуритгичларнинг солиштирма иссиқлик сарфларининг фарқи:

$$q - q_{наз} = \frac{I_2 - I_0}{x_2 - x_0} - \Delta \quad (10.19)$$

агарда, қуритгич камерасида қўшимча иситкич бўлмаса, унда:

$$\Delta = \frac{\sum Q}{W} = q_{mat} + q_{тр} + q_{уух} - c \cdot \theta_6 \quad (10.20)$$

Бу ерда

$$q_{mat} = \frac{G_6}{W} \cdot c_{ox} \cdot (\theta_{ox} - \theta_6); \quad q_{тр} = \frac{G_{тр}}{W} \cdot c_{ox} \cdot (\theta_{ox} - \theta_6);$$

$$q_{уух} = \frac{Q_{уух}}{W}$$

бу ерда  $c_{ox}$ ,  $c_{тр}$ ,  $c$  қуритилган материалнинг, транспорти қурилмаси, сувнинг солиштирма иссиқлик сифимлари;  $G_6$ ,  $\theta_{ox}$  – 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 айтидаги температура бўйича аниқланадиган (хўл термометр температураси бўйича), сувнинг буғга айланиш солиштирма иссиқлиги,  $J/kg$ ;  $q$  қуритгичдаги иссиқликнинг солиштирма сарфи,  $J/kg$ .

Ўзгармас бир хил шароитда қуритиш жараёнининг даражасини қўйидаги тахминий формулалар ёрдамида топиш мумкин:

а) ўзгармас тезлик даври (I-давр) учун

$$\tau_1 = \frac{1}{N} \cdot (u'_{\text{бош}} - u'_{\text{кр}}) \quad (10.22)$$

б) камаювчан тезлик даври (II-давр) учун

$$\tau_2 = \frac{u'_{\text{кр}} - u_m}{N} \cdot 2,3 \cdot \lg \frac{u'_{\text{кр}} - u'_m}{u'_{\text{ох}} - u'_m} \quad (10.23)$$

бу ерда  $N$  I-давр қуритиш тезлиги;  $u'_{\text{бош}}$   $u'_{\text{кр}}$ ,  $u'_{\text{ох}}$ ,  $u'_m$  жараённинг бошланғич, критик, сирридаги ва мувозанат ҳолатидаги материал намлиги.

Умумий қуритиш вақти

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 \quad (10.24)$$

Ўртача ҳаракатлантирувчи куч ушбу формулалар орқали аниқланади:

$$\Delta x_{\text{ур}} = \frac{\Delta x_1 - \Delta x_2}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}} \quad (10.25)$$

бу ерда

$$\Delta x_1 = x_{mya} - x_1$$

$$\Delta x_1 = x_{mya} - x_2$$

I давр қуритиш тезлиги  $N$  таъриба ўтказиш йўли билан ёки модда бериш коэффициентини орқали аниқланиши мумкин.

Нам материал юзасидан ўўлағилган намлик миқдори

$$W = \beta \cdot F \Delta x_{yp} \quad (10.26)$$

булса, қуритиш тезлиги  $N$  ушбу ифода ёрдамида топилади:

$$N = \frac{W}{G_k} = \frac{\beta \cdot F \Delta x}{G_k} p = j \cdot f \Delta x_{yp} \quad (10.27)$$

бу ерда,  $\beta$  газ фазасидаги модда бериш коэффициентини,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кг}/\text{кг})$ ;  $F$  - буғланиш юзаси,  $\text{м}^2$ ;  $f = F/G_{kyp}$  - солишларма юза,  $\text{м}^2/\text{кг}$ ;  $\Delta x$  - ўртача ҳаракатга келтирувчи куч,  $\text{кг} \cdot \text{буғ}/\text{кг} \cdot \text{қуруқ} \cdot \text{ҳаво}$ .

Модда бериш коэффициентини  $\beta$  ушбу критериял тенгламадан топилади:

$$Nu' = A \text{Re}'^n \cdot (\text{Pr}')^{0,33} \cdot \text{Gu}^{0,136} \quad (10.28)$$

бу ерда  $Nu' = \frac{\beta \cdot l}{D}$ ;  $\text{Re}' = \frac{w \cdot l}{\nu}$   $\text{Pr}' = \frac{\nu}{D}$

Гухман критерийси:

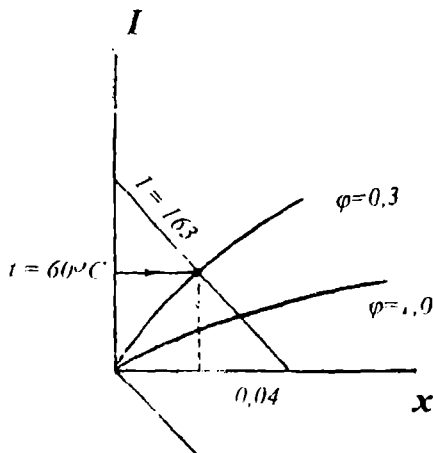
$$\text{Gu} = \frac{T_k - T_n}{T_k} \quad (10.29)$$

## МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАМУНАСИ

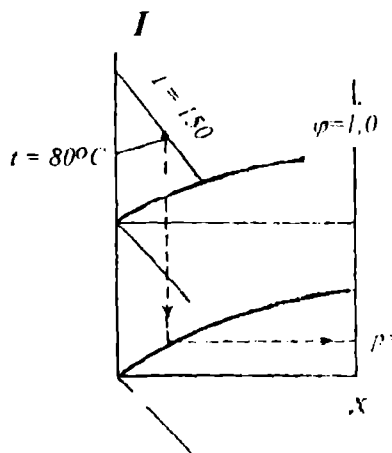
10-1. Писбий намлиги  $\varphi = 0,3$  ва температураси  $60^\circ\text{C}$  бўлган ҳавонинг энтальпияси ва нам сақлаши Рамзиннинг I х шағраммасидан топчи.

**Е ч и ш**

10.2-расмда кўрсатилгандек, энтальпия  $I = 163$  кЖ/кг-қуруқ ҳаво нам сққлаши  $x = 0,04$  кг/кг-қуруқ ҳаво.



10.2-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 аралашмасидаги сув бугининг парциал босими аниқлансин.

**Е ч и ш**

Расмнинг  $I$ - $x$  (10.1-расм) диаграммасидан  $80^{\circ}\text{C}$  ли изотерма ва  $I = 150$  кЖ/кг-қуруқ ҳаво чизиқларининг кесилиши нуқтасини топиб, уни сув бугининг парциал босими чизиғига туширилади, сўнг эса абсцисса ўқига параллел ўлда ординатага чўзиб оқиб борами

Демак,  $t = 80^{\circ}\text{C}$  ва  $I = 150$  кЖ/кг-қуруқ ҳаво у н парциал босим  $p_n = 28$  мм.с.м.уст.га тенг. Ечишнинг график схемаси 10.3-расмда келтирилган.

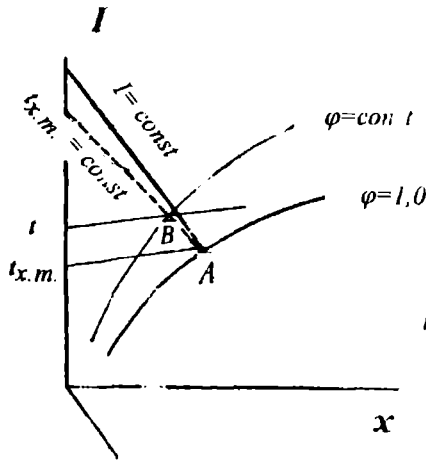




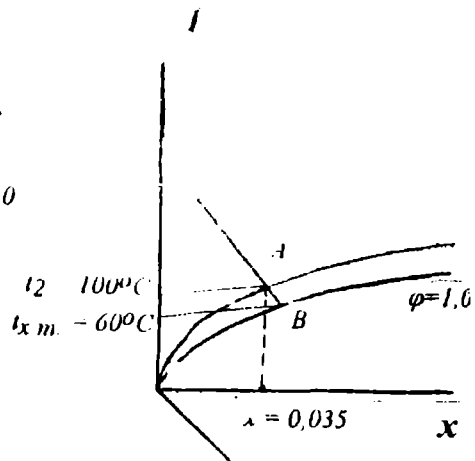
## Е ч и ш:

Нам ҳаво совитилчб борилса, маъҷум те пературага ттач, намлик шудринг сифатида ажрати бошлайди. Намликнинг бундай ҳолатда ажратишига тугри келадиган температурага шудринг нуқтаси деб аталади. Бу нуқтани топиш учун I-x диаграмманинг ордината ўқидаги  $10^{\circ}\text{C}$  га тенгишли нуқтадан изотерма чизигини  $\varphi = 0,8$  билан кесишгунча давом эттирамиз. Тугашиган ушбу A нуқтадан  $x = \text{const}$  чизик бўйлаб пасга  $\varphi = 1,0$ , яъни тўйиниш чизиги билан кесишгунча туширамиз (10.5-р.см). Берилган параметрларга тўғри келган нам сақлаши  $x = 0,039$  кг/кг ва шудринг нуқтаси  $t_x = 36^{\circ}\text{C}$ .

10-5. Тенхралаги кўрсаткичи куйидагича. куруқ термометр  $t_k = 10^{\circ}\text{C}$ , ҳуқ термометр эса  $t_x = 36^{\circ}\text{C}$ . I-x диаграммадан ҳавонинг нисбати намлиги аниқлансин.



10.6-рasm. 10-5 масалага оид



10.7-рasm. 10-6 масалага оид

$t_x = 35^\circ\text{C}$  изотермани  $\varphi = 100\%$  билан кесі шгунча чўзиб борализ 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 аниқлаймиз.

Бизнинг мисолимиз учун  $t_k = 40^\circ\text{C}$  ва  $t_x = 35^\circ\text{C}$  бўлганда  $I = \text{const}$  чизиғи бўйича  $\varphi = 70\%$  л.ғини топамиз.

10-6. Қуритгичдан чиқаётган ҳаво температураси  $t_2 = 100^\circ\text{C}$  ва нам сақлаши  $x_2 = 0,0135$  кг/кг ва материалнинг намлиғи критик намлик юқори бўлса, материалнинг температураси топилсин.

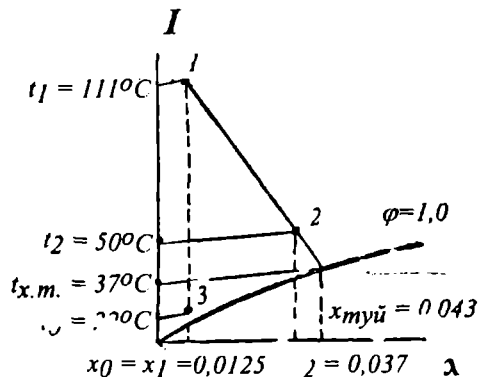
**Е ч и ш:**

Қуритиш жараёнининг I-даврига нам материалнинг температураси ҳўл термометрнинг температураси  $t_x$  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  $t_1 = 60^\circ\text{C}$  изотерма ўтади.

10-7. Соатига 550 кг, намлиғи 23% гўча қуритилган мармелад ишлаб чиқариш учун қуритиш қуръимасиға намлиғи 30% бўлган мармеладдан қанча миқдорда қуритиш керак.



10.8-расм. 10-7 масалага оид

**Е ч и ш :**

Нам материал бўйича қуритгичнинг шумдорлиғини ҳисоблаш учун (10.2) формуладан фойдаланамиз:

$$G = 550 \cdot \frac{100 - 23}{100 - 30} = 605 \text{ кг/ соат}$$

10-8. Ушбу шароитлар:  $t_0 = 22^\circ\text{C}$   $t_2 = 50^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_0 = 0,75$ ,

$\psi_2=0,45$  учун назарий қуритгичнинг ҳаракатга келтирувчи кучлари  $\Delta x_{\text{вр}}$  ва  $\Delta u_{\text{ур}}$  ларни ҳисоблаб топинг.

**Е ч и ш:**

I-х диаграммаси (10.8 расм) дан  $x_1 = 0,0125$  кг/кг;  $x_2=0,037$  кг/кг;  $x_{\text{т.с.}} = 0,043$  кг/кг;  $\theta = 37^\circ\text{C}$  ларни топамиз.

Демак,

$$\Delta x_{\text{вр}} = \frac{\Delta x_1 - \Delta x_2}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}} = \frac{(0,043 - 0,0125) - (0,043 - 0,037)}{2,3 \cdot \lg \frac{0,043 - 0,0125}{0,043 - 0,037}} = 0,0152 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

$$\Delta x_{\text{ур}} = \frac{x_1 - x_2}{2,3 \cdot \lg \frac{x_1}{x_2}} = \frac{(111 - 37) - (50 - 37)}{2,3 \cdot \lg \frac{111 - 37}{50 - 37}} = 35^\circ\text{C} = 35\text{K}$$

10-9. Нормал қуритиш шароитида ишлаётган узлуксиз қуритгич учун ҳаво сарфи иситувчи буғнинг зарур босими ва сарфи ҳам аниқлансин:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| нам материал бўйича қуритгичнинг   |   |
| иш унумдорлиги                     | - $G_{\text{к}} = 350$ кг/соат;                   |
| - материалнинг бошланғич намлиги   | - $u_{\text{бог}} = 42\%$ ;                       |
| - материалнинг охириги намлиги     | - $u_{\text{ох}} = 11\%$ ;                        |
| - материалнинг бошланғич           | - $\theta_1 = 18^\circ\text{C}$ ;                 |
| температураси                      |   |
| - қуритгичдан чиқаётган ҳаво       | - $\theta_2 = 47^\circ\text{C}$ ;                 |
| температураси                      |   |
| - ҳавонинг ҳолат характеристикалар |   |
| алорифергача бўлган                | - $t_0 = 15^\circ\text{C}$ ; $\varphi_0 = 70\%$ ; |
| - қуритгичдаги чиққандаги          | - $t_2 = 45^\circ\text{C}$ ; $\varphi_2 = 60\%$ ; |
| - қуритилган материалнинг          |   |
| солиш ирма иссиқлик сифими         | - $c_{\text{ох}} = 2350$ Ж, т·К;                  |
| - транспортёр массаси              | - $G_{\text{тр}} = 600$ кг;                       |
| - атроф муҳитга иссиқликнинг       | - $Q_{\text{нук}} = 12\%$ ;                       |
| йўқотилиши                         |   |
| иситувчи буғ намлиги               | - $6\%$ .   |

**Е ч и ш :**

Қуритгичда булганган намлик (ёки материалдан чиқарилган сувнинг) миқдорини қуйидаги тенглам орқали топилади:

$$W = G_{\text{бул}} \cdot \frac{u_{\text{бул}} - u_{\text{ох}}}{100 - u_{\text{ох}}} = 350 \cdot \frac{42 - 11}{100 - 11} = 122 \text{ кг/ соат}$$

Сўнгра,  $x_0 = 0,0777$ ,  $x_2 = 0,038$ ,  $I_0 = 35 \text{ кЖ/кг}$ ,  $I_2 = 145 \text{ кЖ/кг}$  ларни аниқлаймиз

Калориферга киришдан олдин да қуритгичдан чиққан пайтдаги ҳавонинг нам саклашини ва энтальпиясини 1-х диаграммалдан аниқлаймиз.

$W$  (кг/соат) миқдордаги сувни (намликни) буллатиш учун ҳавонинг сарфи (қуруқ ҳаво ҳисобида) ушбу формула ва 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:

$$G_{\text{ох}} \cdot c_{\text{ох}} \cdot (\theta_1 - \theta_2) = \frac{350 - 122}{3600} \cdot 2,35 \cdot 10^3 \cdot (47 - 17) = 4360 \text{ Вт}$$

Транспортёрни қиздириш учун кетган иссиқлик

$$G_{\text{тр}} \cdot c_{\text{тр}} \cdot (\theta_1 - \theta_2) = \frac{600 \cdot 0,5 \cdot 10^3 \cdot (47 - 18)}{3600} = 2420 \text{ Вт}$$

га тенг бўлади. Бу ерда  $0,5 \cdot 10^3$  пўлатнинг солиштирма иссиқлик сизими,  $\text{кЖ/(кг} \cdot \text{К)}$  (иловадаги 42-ҳаддидач танланади).

Материал билан киратган иссиқлик миқдорини айнириб ташлаш керак ва унинг сон миқдори ушбу йўл билан топилади:

$$W \cdot \theta_1 \cdot c_c = \frac{122}{3600} \cdot 18 \cdot 4,19 \cdot 10^3 = 2560 \text{ Bm}$$

Атроф муҳитга йўқотилишни ҳисобга олсак, умумий иссиқлик миқдори қуйидагига тенг бўлади:

$$Q = (123000 + 4300 + 2420 - 2560) \cdot 1,12 = 142500 \text{ Bm}$$

Назарий ва ҳақиқий Ҷритгичлардаги иссиқлик сарфи миқдорларини солиштирсак, ҳақиқий Ҷритгичдаги иссиқлик сарфи 15% юқорилиги кўринади, чунки  $12300 < 14250$  дан.

$$Q = L \cdot (I_1 - I_0) = 142500 \text{ Bm}$$

унда

$$I_1 - I_0 = \frac{Q}{L} = \frac{142500 \cdot 3600}{4000} = 127500 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{курук хаво}}$$

Демак,

$$I_1 = 127,5 + I_0 = 127,5 + 35 = 162,5 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{курук хаво}}$$

$I_1 = 162,5$  калорифердан чиқаётган ҳавонинг энтальпиясига  $I - x$  диаграммада  $t_1 \approx 138^\circ\text{C}$  тўғри келади.

Калорифердан чиқаётган ҳавонинг ва иситувчи буғ температураларининг фарқи

$$\Delta t = t_{\text{уб}} - t_1 = 10^\circ\text{C} = 10\text{K}$$

га тенг бўлади. Унда,  $t_{\text{уб}} = 138 + 10 = 148^\circ\text{C}$

Бу температурага  $p_{\text{абс}} \approx 0,461$  МПа ёки  $4,7$  кгк/см<sup>2</sup> тўғри келади (34 - жалвал).

Иситувчи буғ сарфи куйидагича 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 буғнинг солиштирма конденсацияланиш иссиқлиги.

Иситувчи буғнинг солиштирма сарфи

$$d = \frac{G_{ис}}{W} = \frac{257}{122} = 2,1 \frac{\text{кг иситувчи буғ}}{\text{кг буғлатилган суғ}}$$

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  $120^\circ\text{С}$ , чиқётганники 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 миқдори, 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 кираётган ҳавонинг нам сақлаши:

$$x_1 = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_{\text{туғ}}}{P - \varphi \cdot P_{\text{туғ}}} = 0,622 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,00238}{0,1 - 0,6 \cdot 0,00238} = 0,009 \text{ кг/кг}$$

Хулоса: шундай, қуритгичдан чиқётган ҳавонинг нам сақлашини аниқлаймиз:

$$x_2 = 0,622 \cdot \frac{r \cdot 18 \cdot 0,02031}{0,1 - 0,18 \cdot 0,02031} = 0,0236 \text{ кг/кг}$$

Қуритгичга кираётган нам ҳавонинг энтальпияси:

$$\begin{aligned} I_1 &= (1000 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot x) \cdot t + 2493 \cdot 10^3 \cdot t = \\ &= (1000 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot 0,009) \cdot 60 + 2493 \cdot 10^3 \cdot 0,009 = 14,56 \cdot 10^4 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}} \end{aligned}$$

$$I_2 = (1000 + 1,97 \cdot 10^3 \cdot 0,0236) \cdot 60 + 2493 \cdot 10^3 \cdot 0,0236 = 12,26 \cdot 10^4 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}}$$

Унда

$$L = \frac{0,086}{0,0236 - 0,009} = 5,89 \text{ кг/с} = 0,205 \text{ кг/соат}$$

Ҳавонинг солиштирма сарфи

$$l = \frac{L}{W} = \frac{5,89}{0,086} = 68,5 \text{ кг/соат}$$

Материалга ҳаво билан берилган иссиқлик миқдори

$$Q = \frac{L \cdot (I_1 - I_2)}{0,5} = \frac{5,89 \cdot (14,56 - 12,26) \cdot 10^4}{0,5} = 27,1 \cdot 10^4 \text{ Ъ.л} = 271 \text{ кВт}$$

## МАВҲУМ ҚАЙЧАШ ҚАТЛАМЛИ ҚУРИТГИЧЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

Иш унумдорлиги

(қуритиладиган материал бўйича)  $-G_{ox} = 0,556 \text{ кг/с}$   
 материал куйидаги таркибдаги фракцияла дан иборат  
 диаметри 2,0 дан 1,5 мм гача  $25\%$   
 диаметри 1,5 д. 1,0 мм гача  $75\%$

Грануланган кунжара намлиги:

Бов танғич  $u_{boш} = 12\%$   
 охиргисн  $u_{ox} = 0,5\%$

Нам материалнинг температураси

$\theta_1 = 18^\circ\text{C}$

Тоза ҳаво параметрлари:

температураси  $t_0 = 18^\circ\text{C}$

нисбий намлиги  $\varphi_0 = 72\%$

Қуритгичдаги босим

$p_0 = 1 \text{ атм.}$

Калорифердан чиқётган ҳаво

температураси  $t_1 = 130^\circ\text{C}$

1кг сувни буғлатиш учун атроф муҳитга солиштира

иссиқликнинг йўқотилиши  $q_{уик} = 22,6 \text{ кЖ/кг}$

Буғланган намликнинг (ёки материалдан чиқарилган сувнинг) миқдори куйидаги тенглама орқали топиш мумкин:

$$w = G \cdot \frac{u_{boш} - u_{ox}}{100 - u_{ox}} = 0,556 \cdot \frac{12 - 0,5}{100 - 12} = 0,0726 \text{ кг/с}$$

Қуритгичдан чиқётган нам ҳавонинг температурасини  $60^\circ\text{C}$  деб қабул қилиб, унинг асосий параметрларини аниқ-лайл из. Одатда, мавҳум қайнаш қатламли қуритгичдаги 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  $\theta_2 = 58^\circ\text{C}$ .

Қуритгичнинг ички иссиқлик балансини ушбу тенглама орқали ҳисоблайми



$$\Delta = c \cdot \theta_1 + q_{\text{куш}} - (q_2 + q_m + q_{\text{ж}}) = 4,19 \cdot 18 -$$

$$- \frac{0,556 \cdot 0,88 \cdot (58 - 18)}{0,0726} - 22,6 = -192 \text{ кЖ/кг намлик}$$

Рамзиннинг  $I - x$  диаграммасидан, маълум  $t_1 = 18^\circ\text{C}$  ва  $\varphi_0 = 72\%$   $x_0$ ,  $I_0$  н<sup>о</sup> топамиз:

$$x_0 = 0,0092 \text{ кг-намлик/кг-курук хаво};$$

$$I_0 = 41,9 \text{ кЖ/кг-курук хаво.}$$

Ҳаво  $t_1 = 130^\circ\text{C}$  гача иситилганда, унинг энтальпияси  $I_1 = 157$  кЖ/кг гача ортади, чунки жараён  $x_2 = x_1$  шароитда олиб борилади. Сўнг, қуригичдан чиқаётган иссиқ ҳавонинг бошқа параметрларини топиш учун ихтиёрч<sup>а</sup>  $x = 0,04$  нам сақлаш миқдорини танлаб, қуйидаги формула орқали унинг энтальпиясини топамиз:

$$\text{Кейин, } I_1 \quad x_0 = 0,0092 \text{ кг/кг, } I_1 = 157 \text{ кЖ/кг}$$

$$\text{ва } x = 0,04 \text{ кг/кг, } I = 151 \text{ кЖ/кг}$$

нуқталари орқали  $t_2 = 60^\circ\text{C}$  мос келадиган нуқта билан туташгунча чизиқ ўтказ. ғиз.

Қуригич чизиғи ва  $60^\circ\text{C}$  ли к<sup>о</sup>н<sup>д</sup>ермағ<sup>и</sup>нинг кесилиш нуқтасида қуригичдан чиқаётган хавонинг охириги нам сақлаши  $x_2 = 0,035$  кг/кг а<sup>н</sup>иқланади.

Қуруқ ҳавочинг сарфи  $L$  ушбу тенгламадан топилади:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{0,0726}{0,035 - 0,0092} = 2,81 \text{ кг/с}$$

Қуритгичдаги иссиқ ҳавонинг ўртача температураси  $t_{\text{ур}}$  суйидаги формуладан аниқлаш мумкин;

$$t_{\text{ур}} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{130 + 60}{2} = 95^\circ \text{C}$$

Бу иссиқ ҳавонинг ўртача нам сақлаш  $x_{\text{ур}}$  эса,

$$x_{\text{ур}} = \frac{x_a + t_2}{2} = \frac{0,0092 \cdot 0,035}{2} = 0,0211 \frac{\text{кг} \cdot \text{намлик}}{\text{кг} \cdot \text{қуруқ ҳаво}}$$

Ҳавонинг  $\rho_{\text{ур}}$  ва сув буғирининг  $\rho_c$  ўртача з. а.ликлари. суйидагига тенг:

$$\rho_{\text{ур}} = \frac{M}{v_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{\text{ур}}} = \frac{29}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0,16 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$\rho_c = \frac{18}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0,596 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Ҳаво бўйича ўрта ҳажмий  $V$  шунундорлик  $V$  ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$V = \frac{x_{\text{ур}} \cdot L}{\rho_c} = \frac{2,81 \cdot 0,0221 \cdot 2,81}{0,16 \cdot 0,536} = 3,04 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Қатламнинг мавҳум қайнашининг бошланиш тезлиги  $w_{\text{чк}}$  қуйидагича топилади:

$$w_{\text{чк}} = \frac{Re \cdot \mu_{\text{ур}}}{\rho_{\text{ур}} \cdot d_s}$$

бу ерда

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

$$Ar = \frac{g \cdot d_s^3 \cdot \rho \cdot \rho_{\text{ж}}}{\tau \cdot \rho}$$

Полдисперс материал заррачаларининг эквивалент диаметри ушбу формула ёрдамида хисобланади:

$$d_s = \frac{1}{\sum_i^n \frac{m_i}{d_i}} = \frac{1}{\frac{0,25}{\left(\frac{2,0-1,5}{2}\right) \cdot 10^{-3}} + \frac{0,25}{\left(\frac{2,0+1,5}{2}\right) \cdot 10^{-3}}} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Архимед критерийси эса

$$Ar = \frac{(1,35 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 0,96 \cdot 9,8 \cdot 1500}{(2,2 \cdot 10^{-5})^2} = 7,17 \cdot 10^4$$

Рейнольдс критерийси

$$Re_{\text{мк}} = \frac{7,17 \cdot 10^4}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{7,17 \cdot 10^4}} = 25,6$$

$$v_{\text{мк}} = \frac{25,6 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3}} = 0,435 \text{ м/с}$$

Мавҳум қайнаш қатламининг энг юкори чегараси чиқиб кетиш тезлиги билан белгиланади.

Энг кичик заррачанинг диаметри 1 мм булса, 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,

$$w_{\text{yc}} = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 10^{-3}} \cdot \left( \frac{2,91 \cdot 10^4}{18 + 0,575 \sqrt{2,91 \cdot 10^4}} \right) = 5,75 \text{ м/с}$$

Иситувчи агентнинг ишчи тезлиги  $w_{\text{мк}}$  ва  $w_{\text{ур}}$  оралигида бўлади.

Агар

$$K_{\text{кет}} = \frac{w_{\text{yc}}}{w_{\text{мк}}} = 40 \div 50 \text{ булса,} \quad K_y = \frac{w}{w_{\text{мк}}} = 3 \div 7$$

агарда

$$K_{\text{кет}} \leq 20 \div 30 \text{ булса,} \quad K_y = 1,5 \div 3$$

Бизнинг шароит учун  $K_y = 2,3$  деб қабул қиламиз. Унда, иситувчи агентнинг ишчи тезлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$v = k_y \cdot w_{\text{мк}} = 2,3 \cdot 0,435 = 1,0 \text{ м/с}$$

Куритгичнинг диаметри  $d$  ушбу формуладан топилади:

$$d = \sqrt{\frac{l}{F \cdot w}} = \sqrt{\frac{3,04}{0,785 \cdot 1^2}} = 1,97 \approx 2 \text{ м/с}$$

Қуритилаётган материал учун мавҳум қайнаш қатлами-нинг баландлигини аниқлаш.

Мавҳум қайнаш қатламининг баландлигини иссиқлик ва модда алмашинини кинетикаси асосида аниқлаш мумкин.

Модда бериш ва молдий баланс формулаларини тенглаштириб, қуйидаги тенгламани оламиз:

$$\dot{M} = w \cdot \rho_{\text{г}} \cdot S \cdot dx = \beta_y \cdot (x^* - x) \cdot dF$$

$\dot{M}$  буғлатилган намлик ҳисобида қуритгичнинг ички унумдорлиги, кг/с;  $S$  қуритгичнинг қўндаланг кесими юзаси, м<sup>2</sup>;  $x$ ,  $x^*$  ҳавонинг ишчи ва мувозан нам сақлаш, кг намлик/кг қуруқ ҳаво;  $F$  материал юзаси, м<sup>2</sup>;  $\rho_{\text{г}}$  қуритгичдаги қуруқ ҳавонинг ўртача температурадаги зичлиги кг/м<sup>3</sup>

Шарсимон заррачаларнинг юзаси

$$dF = \left[ \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_p} \right] \cdot S \cdot dh$$

бу ерда  $h$  – мавҳум қайнаш қатламининг баландлиги, м.

Ўзгариши параметрларни бўлиб, интегралласак ва қатлам баландлиги бўйича заррачаларнинг температураси ўзгармас деб ҳисобласак, қуйидаги қўринишдаги тенгламани оламиз:

$$\frac{x^* - x_2}{x^* - x_0} = \exp \left[ - \frac{\beta_y}{w \cdot \rho_{\text{г}}} \cdot \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_p} \cdot h \right]$$

Иситувчи агентнинг мувозанат нам саклаши  $x^*$  ни  $I - x$  диаграммадан ишчи қуритиш чизиғини  $\varphi = 100\%$  чизиғи билан кесилиш нуқтасининг абсцисса миқдори олинади, яъни  $x^* = 0,0438$  кг/кг га тенг эканлигини топамиз.

(А) Тенгламанинг чап тарафони қуйидаги миқдорга тенгдир:

$$\frac{x^* - x_2}{x^* - x_0} = \frac{0,0438 - 0,035}{0,0438 - 0,0092} = 0,204$$

Қатламнинг коэффициенти  $\varepsilon$  ушбу формуладан аниқланади:

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

Рейнольдс критерийси

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho_{yp}}{\mu_{yp}} = \frac{1,0; 1,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,96}{2,2 \cdot 10^{-3}} = 58,9$$

$$\varepsilon = \left( \frac{18 \cdot 58,9 + 0,36 \cdot 58,9^2}{7,16 \cdot 10^{-4}} \right)^{0,21} = 0,4886 \text{ в}^3 / \text{м}^3$$

Материал юзасидан намлиқ буғланаётган пайтидаги модда бериш коэффициенти  $\beta_y$  ушбу критериял тенгламадан топилади:

$$Nu' = 2 + 0,51 \cdot Pr^{0,52} \cdot Pr_y^{0,33}$$

Қуритгичдаги ўртача температура сув бугларининг ҳаводаги диффузия коэффициентини:

$$D = D_{20} \cdot \left( \frac{T + t_{yp}}{T_0} \right)^{1,5}$$

бу ерда  $D_{20} = 21,9 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Унда,

$$D = 21,9 \cdot 10^{-6} \cdot \left( \frac{273 + 96}{273} \right)^{1,5} = 3,44 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$$

$$Pr'_y = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 3,4 \cdot 10^{-3}} = 0,67$$

Модуль бериш коэффициентини ушбу формула орқали аниқланади:

$$\beta_y = \frac{D}{d_s} \cdot \left( 2 + 0,51 \cdot Re^{0,52} \cdot Pr_y^{0,33} \right) = \frac{3,44 \cdot 10^{-5}}{1,35 \cdot 10^{-3}} \cdot \left( 2 + 0,51 \cdot 58,9^{0,52} \cdot 0,67^{0,33} \right) = 0,145 \text{ м/с}$$

Қуритишдаги материалларнинг таъхум қайнаш баъарчилиги

$$0,254 = \exp \left[ - \frac{0,145}{1 \cdot 0,96} \cdot \frac{6 \cdot (1 - 0,48)}{1,35 \cdot 10^{-3}} \cdot h \right]$$

Бу тенглама  $h$  таъхум баъарчилиги ечилиб, қуйидаги натижани оламиз:

$$h = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларни кимё ва бошқа саноат корхоналарида кўп йиллик ишлатиш шуни кўрсатдики, қурилманинг баландлиги

$$H \approx 4 H_{cm}$$

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 ўшбу стандарт ўлчам эр 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 қатлами баландлиги

$$H = 80 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,2 \text{ м}$$

Газ тақсимловчи тўр пардадаги тешиклар сонини  $n$  қуйидагича ҳисоблайди:

$$n = \frac{4 S F_{mn}}{\pi d_o^2} = \frac{d^2 F_{mn}}{d_o^2}$$

$S$  — тўр парда кўндаланг кесимининг сон қиймати қуритгич кўндаланг кесимига тенг;  $F_{mn}$  — тўр парда тешиклари юзасининг ўлиши, оғлатда  $F_{mn} = 0,02-0,1$ .

Агарда  $F_{mn} = 0,05$  деб қабул қилсак, тўр пардадаги тешиклар сонини

$$n = \frac{2^2 \cdot 0,05}{0,0025^2} = 32000$$



Қурилманинг сепарация қилими  $H_c$  ни маъхум қайнаш қатлам баландлигидан 4-6 мартаба катта қилиб қабул қилинади

$$H_c = 5 \quad H = 5 \quad 0,2 = 1 \text{ м}$$

### Қуритгичнинг гидравлик қаршилиги

Қуритгичнинг асосий гидравлик қаршилиги маъхум қайнаш қатлами  $\Delta P_{mk}$  ва тўр парда  $\Delta P_{mn}$  ларнинг қаршилиқларининг йиғиндисига тенг

$$\Delta P = \Delta P_{mk} + \Delta P_{mn}$$

$\Delta P_{mk}$  қиймати эса, ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\Delta P_{mk} = \rho_k \cdot (1 - \varepsilon) \cdot g \cdot H = 1500 \cdot (1 - 0,486) \cdot 9,8 \cdot 0,2 = 1511 \text{ П}$$

Тўр парданинг минимал гидравлик қаршилиги  $\Delta P_{mn \text{ min}}$  куйидагича топилиши мумкин:

$$\Delta P_{mn \text{ min}} = \Delta P_{mk} \cdot \frac{K_u^2 \cdot (\varepsilon - \varepsilon_v)}{(K_u^2 - 1) \cdot (1 - \varepsilon_v)} = 1,311$$

$$\left( \frac{2,3^2}{2,3^2 - 1} \right) \cdot \left( \frac{0,486 - 0,4}{1 - 0,486} \right) = 1,2 \text{ Па}$$

Танланган тўр парданинг гидравлик қаршилиги ушбу тенгшамадан аниқланади:

$$\Delta P_{mn} = r \cdot \left( \frac{w}{F_{mn}} \right)^2 \cdot \frac{\rho_{ур}}{2}$$

бу ерда  $r = 1,5$ .

Унда

$$\Delta P_{mn} = 1,75 \cdot \left( \frac{1}{0,05} \right)^2 \cdot \frac{0,96}{2} = 336 \text{ П}$$

$\Delta P_{mn} = 336 > \Delta P_{mn \text{ min}} = 312$ . Қурутгичнинг умумий гидравлик қаршилиги.

$$\Delta P = \Delta P_{mk} + \Delta P_{mn} = 1511 + 336 = 1847 \text{ Па}$$

га тенглигини аниқлаб, ҳамда газ тозалаш қурилмаларини (циклон, скруббер, фильтр ва ҳоказолар) билган ҳолда сентилятс ва турбогазодувкалар танланади.

## К О Н Т Р О Л    М А С А Л А Л А Р

10.1. 1 кг нам материалдан 50% дан 25% гача қурутганда, 1 кг нам материални 2% дан 1% гача қурилди. Га қанчалар неча баробар қўл намлик чиқарилади (умумий массага нисбатан ҳисобланганда).

10.2. Қурутгичдан чиқаётган ҳавонинг температураси  $t = 50^\circ\text{C}$  ва нисбий намлиги  $\varphi = 0,7$  бўлганда уни га нам қлаши, энтальпияси, ҳўл термометр температураси ва шудрин. нуқталарини аниқлаш.

10.3. Ҳавонинг қурут. термометрдаг. ҳарорати  $50^\circ\text{C}$  ва ҳўл термометрдаги температураси  $30^\circ\text{C}$  бўлганда, ҳавонин. қол. н

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 аралашманинг нисбий намлиги  $\varphi$  нам сақлашини аниқлаб беринг.

10.5. Сув буғининг а) ҳаво билан; б) водород билан ва в) этан билан аралашмасидаги температурда  $t = 35^\circ\text{C}$  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 шароити) учун ҳавонинг солиштирма сарфи ва иситкич 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 буғлантилган бўлса, олинган пастиланча неча фоиз намликда бўлади?

10.11. Қутидаги шароитларда, яъни  $t_0 = 15^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_0 = 0,8$ ,  $t_2 = 45^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_2 = 0,6$ ;  $P = 150 \text{ мм.с.м.уст.}$  да қуритлаётган материаллардан соатига  $100 \text{ кг}$  намлик ажралаётган бўлса, вентиляторнинг иш сунумдорлигини 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 нуқтасини аниқлаб беринг. Қуритиш  $I = const$  қизиги

бўйлаб бормоқда деб ҳисоблансин.

10.13. Нон маҳсулотларини қу, итиш жараёнида чиқиб кетаётган иссиқ ҳавонинг бир қт эмини қуритгичга қайтариш шартларида ишламоқда:

Ҳавонинг параметрлари қу идагича:  $t_0 = 30^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_0 = 19\%$ ;

Ишлатиб бўлинган иссиқ ҳаво параметрлари:  $t_2 = 52^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_2 = 55\%$ ;

Аралаштириш 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; қуритгичга киришдаги ҳавонинг солиштирма намлиги, энтальпияси, температураси ва нисбий намлиги. Ҳисоблар аналитик ва график ( $I-x$  диаграммаси ёрдамида) қилинсин ва бир-бирига таққослансин.

10.14. Иш унумдорлиги  $G_1 = 1600$  кг/соат бўлган қуритгич нонни нормал қуритиш жараёнида қуритмоқда. Ноннинг намлиги  $u_1 = 52\%$ , қуритилгандан кейин эса,  $u_2 = 9\%$

Қуритилма ўрнатилган цех 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 ҳаво, калорифердан чиқаётган, ишлатиб бўлинган иссиқ ҳаво ҳажмлари ва калориферда сарфланаётган иссиқлик миқдори аниқлансин.

10.15. Намлиги 52% (умумий массага нисбатан) нон 1600 кг/соат сифда тоннелли қуритилмада қуритилмоқда. Қуритилган нон намлиги 9%. Қуритилган нондаги абсолют қуруқ модданинг солиштирма иссиқлик сизими  $c_{\text{кн}} = 1,42$  кЖ/к. К.

Қуритилма ўрнатилган бино ичидаги ҳавонинг температураси  $22^\circ\text{C}$ , калорифердан чиқаётганники эса  $105^\circ\text{C}$ , қуритгичда ишлатиб бўлинган ҳавоники 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.



Юқорида келтирилган маълумотлар асосида ҳавонинг ва пениқил ва сарфи, ҳамда иситувчи бугнинг сарфлари аниқлансин. Назарий ва ҳақиқий қуритиш жараёни Рамзиннинг I - x диаграммасида тасвирлансин.

ара ср	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 <sub>1</sub>	оат	30	34	31	33	35	32	30	34	31	30
U <sub>2</sub>	%	10	11	9	10	11	10	9	10	10	11
c <sub>н</sub>	%	2,14	2,25	2,18	2,22	2,37	2,20	2,12	2,26	2,19	2,15
G <sub>нр</sub>	Ж/	700	2000	1500	3100	1100	2000	4000	3700	1500	2100
c <sub>нр</sub>	кг-К	1,57	1,58	1,55	1,65	1,62	1,68	1,59	1,50	1,5	1,60
t <sub>нр</sub>	г/с	20	18	22	19	21	23	17	21	24	16
t <sub>ох</sub>	оат	60	55	57	58	50	53	60	56	54	59
q <sub>нр</sub>	Ж/	10	12	11	11	13	12	15	16	9	7
θ <sub>1</sub>	кг-К	20	18	22	19	21	23	17	21	24	16
θ <sub>2</sub>	°С	60	55	57	58	50	53	62	56	54	59
	°С										
	%										
	°С										
	°С										

ара ср	лчо ирл ги	Шифрнинг охиридан аввалги рақами бўйича вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
φ <sub>н</sub>		68	60	65	69	57	65	70	78	55	60
t <sub>1</sub>	°С	110	115	100	95	105	120	112	100	117	99
t <sub>н</sub>	°С	20	22	18	20	19	21	20	18	22	21

## С О В И Т И Ш

## Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

1. Икки изотермик ва икки изоэнтropic жарайилард ташкил т лган Кар юнинг совитиш цикли учун коэффициентни, қуйидагича аниқлангчи:

$$\varepsilon_k = \frac{Q_o}{L} = \frac{Q_o}{L_k - L_d} = \frac{Q_o}{Q - Q_o} = \frac{T_o}{T - T_o} \quad (11.1)$$

$Q_o$  - совитгичнинг  $T_o$  температурада совитилаётган муҳитдан олган иссиқлик миқдори сарфи, Вт;  $Q$  - совитгичдан  $T$  температурада сувга бераётган иссиқлик миқдори сарфи, Вт;  $L_k$  - компрессорда ишчи муҳит буғлини сиқиш пайтида сарфланган қуввати, Вт;  $L_d$  - детандерда совитгични изоэнтropic кенгайтириш пайти а олаётган қувват ми қдори, Вт;  $L = L_k - L_d = Q - Q_o$  - циклда сарфланаётган назарий қувват, Вт.

Юқорида келтирилган (11.1) формуладан дуриниб турибдики, назарий қиҳатдан  $\varepsilon$  фақат  $T$  ва  $T_o$  температуралар қиймаларига болиқдир. Лекин совитгичнинг физик-кимёвий хоссаларига боғлиқ эмас.

2. Ҳақиқий нам цикли буғ компрессион совитиш қурилмаси учун совитиш коэффициенти қуйидагича топилади:

$$\varepsilon_k = \frac{Q_o}{L} = \frac{Q}{Q - Q_o} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_3}{i_2 - i_1} \quad (11.2)$$

$L$  - совитувчи агентни компрессорда иқиш пайтида сарфланаётган қувват, Вт;  $i_1, i_2, i_3, i_4$  - циклниң 1, 2, 3 ва 4 нуқталаридаги совитувчи агентнинг энтальпияси.

3. Ктрүк цикли бир босқичли буғ компрессион совитиш қурилмаси учун (11.1 расм).

а) суюқ совитувчи агентни ута совитилмаган (1-2-3-4-4') ҳолати учун

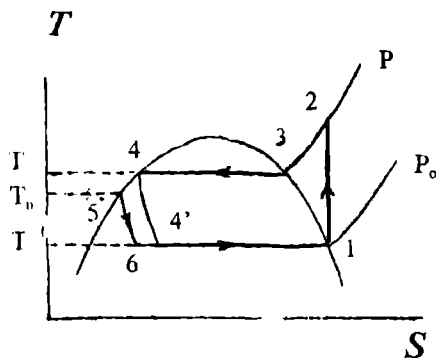
$$\varepsilon = \frac{Q_0}{L} = \frac{i - i'_4}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} \quad (11.3)$$

б) суюқ совитувчи агентни ўта совитилмаган (1-2-3-4-5-6) ҳоли учун

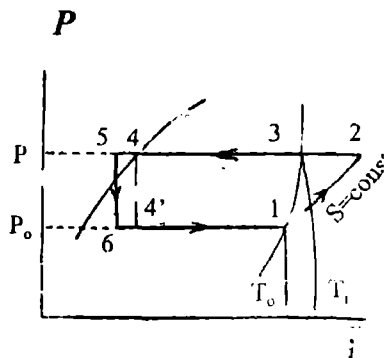
$$\varepsilon = \frac{Q_0}{L} = \frac{i_1 - i_0}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_5}{i_2 - i_1} \quad (11.4)$$

бу ерда, (11.4) формулада:  $\varepsilon$  - совитилиш коэффициенти;  $Q_0 = G_1(i_1 - i_5)$  совуқ ишлаб чиқариш қобилияти, Г;  $L = Q - Q_0 = G \cdot (i_2 - i_1)$  компрессор сарфлаётган назарий қувват Вт;  $Q = G \cdot (i_2 - i_5)$  конденсатордаги сувга совитувчи агентдан берилаётган иссиқлик сарфи, кг/с;  $i_1, i_2$  совитувчи агентнинг тегишли нуқталардаги солиштирма энтальпиялари, Ж/кг.

11.2-расмда қуруқ, бир погональ компрессион қурилманинг қуруқ цикли  $p - i$  координатларда тасвирланган.



11.1-расм. Қуруқ цикл.



11.2-расм.  $p - i$  координаталарда қуруқ цикл тасвири

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 белгирилган теъгликдан топилди:

$$\eta = \eta_i \cdot \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{уз}} \cdot \eta_{\text{дв}} \quad (11.6)$$

$\eta_i$  - компрессорнинг индикатор ф.и.к.;  $\eta_{\text{мех}}$  - компрессорнинг механик ф.и.к. ишқаланишга сарфланаётган ўқотилишни ҳисобга олади (11.3 расм);  $\eta_{\text{уз}}$  - узатиш механизми ф.и.к.;  $\eta_{\text{дв}}$  - компрессор электродвигалининг ф.и.к..

Ҳақминий ҳисоблар учун  $\eta_{\text{мех}} = 0,8 - 0,9$ ,  $\eta_{\text{уз}} = \eta_{\text{дв}} = 0,95$ .

5. Компрессорнинг совуқлик ишлаб чиқариш қобилияти  $Q$  (Вт) ушбу формуладан ҳисоблаб чиқарилади:

$$Q_0 = \lambda \cdot V_c \cdot q_v \quad (11.7)$$

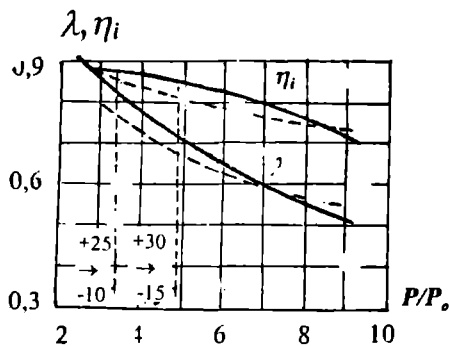
бу ерда  $\lambda$  - компрессорнинг узатиш коэффициенти (11.3 расмдан топилш мумкин);  $q_v$  - совитувчи агентнинг ҳажмий совуқлик ишлаб чиқариш коэффициенти ва у

$$q = \rho_1 \cdot (i_1 - i_5) \quad (11.8)$$

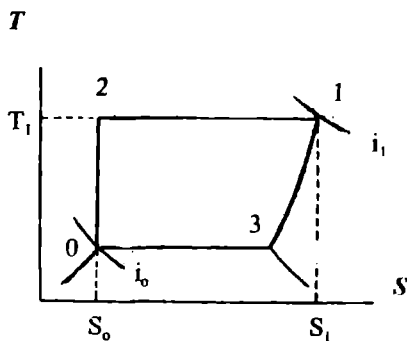
формула ёрдамида аниқланади.  $i_1$  ва  $i_5$  — буғлатгичга кириш ва чиқиш пайтида совитувчи агентнинг солишгирма энтальпиялари, Ж/кг;  $\rho_1$  компрессор сўриб олаётган буғ зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

6. Компрессорнинг совуқлик ишлаб чиқариш қобилияти  $Q_0$  (айланиш сони  $n = \text{const}$ ) ни бошқа  $Q'_0$  дароит учун ушбу формуладан фойдаланилади:

$$\frac{Q_0}{Q'_0} = \frac{q_v \cdot \lambda}{q'_v \cdot \lambda'} \quad (11.9)$$



11.3-расм. Тўғри йўлли вертикал ва икки босқичли горизонтал ам. дакли ком. ессорлари учун (—) ва (-----) коэффициентларнинг қийматлари.



11.4-расм. Газларни суюлтиришнинг идеал жараёни

Бу таниш температураси  $10^{\circ}\text{C}$ , конденсацияланиш температураси  $25^{\circ}\text{C}$ , ўта совитилган суюқ агентнинг температураси  $15^{\circ}\text{C}$  .и параметрлар бир босқичли буф ком ессорли совитиш қурилмалари учун нормал иш шароити деб ҳисобланади.

7 Идеал суюлтириш жараёнида, 1 кг газни суюлтириш учун сарфланадиган минимал и.ш (11.4-расм):

$$L_{\min} = T_1 \cdot (S_1 - S_0) \cdot (i_1 - i_0) \quad (11.10)$$

бу ерда  $T_1$ ,  $S_1$  ва  $i_1$  - газнинг бошланғич (1 нукта) ҳолатдаги температураси, солиштирма энтропияси ва эн. альпиялари;  $S_0$ ,  $i_0$  0 нуктадаги суюқликнинг солиштирма энтропия ва энтальпиялари.

Идеал суюлтириш жараёни ҳаёнда амалга ошириб бўлмаганига қарамасдан,  $L_{\min}$  ни аниқлаш катта аҳамиятга эга, чунки идеал шароитдаги  $L_{\min}$  реал цикллар учун олинган  $L_{\min}$  аниқлашда масштаб вазифасини ўтади.

10. Совуқликнинг йўқотилиши ишбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$C_{\text{сув}} = q_{\text{рв}} + q_{\text{амв}} \quad (11.11)$$

Рекуперация бўлмаганлиги сабабли совуқликни йўқотилиши

ушбу формуладан топилади.

$$Q_{об} = c_p \cdot \Delta t \quad (11.12)$$

Бу ерда  $c_p$  газнинг иссиқлик алмашилиш қурилмасидан чиққан пайтдаги температурага мос солиштирма иссиқлик сизими, Ж/(кг·К);  $\Delta t$  – иссиқлик алмашилиш қурилмасига кирган ва ундан чиққан сиқиланган газ температураларининг фарқи, К.

Нормал шароитда  $1 \text{ м}^3$  ҳаво қайта ишланганда атроф муҳитга қоплама орқали йўқотилаётган совуқлик миқдори  $Q_{атм} = 4 + 12$  кЖни ташкил этади.

## МИСОЛЛАРНИ ИШЛАШ НАЛУНАСИ

11-1. Карно циклида ишлайдиган компрессион совитиш қурилмасининг совитиш коэффициентини топинг.

**Е ч и ш :**

(11.1) формула орқали талаб қилинаётган коэффициент ҳисоблаб топилади:

$$\varepsilon_o = \frac{T_o}{T - T_o} = \frac{273 - 23}{(273 + 27) - (273 - 23)} = 5$$

11-2  $-19^\circ\text{C}$  температурада  $17400 \text{ Ж}$  и циклик 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:

$$\varepsilon_o = \frac{T_o}{T - T_o} = \frac{254}{263 - 254} = 7,7$$

Назариі. қувват эса,

$$N_n = \frac{L}{1000} = \frac{Q_o}{\varepsilon_{ox} \cdot 10^3} = \frac{17400}{7,5 \cdot 10^3} = 2,32 \text{ кВт}$$

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 қутичадаги 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:

$$Q_1 = G \cdot c \cdot (t_1 - t_{кр}) = 400 \cdot 3,352 [19 - (-2)] = 28156,8 \text{ кВт}$$

бу ерда  $t_{кр} = 2^\circ\text{C}$  олхўрининг криоскопик температураси 11-1 жадвалдан олинди;  $c = 3,352 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$  олхўрининг солиштирма иссиқлик сифими.

11-1 жадвал

Маҳсулот	Криоскопик температура, $t_{кр}, ^\circ\text{C}$	Маҳсулот	Криоскопик температура, $t_{кр}, ^\circ\text{C}$
Узум	-2,2 ÷ -5	Қиёмда и мев	-5 ÷ 7
Олча	-2,4 ÷ -3,5	Балиқ (денгизники)	
Нок	-2,0	Балиқ (дёрёники)	-0,8 ÷ -2
Кўк нўхат	-1,1	Олхўри	
Пиёз	1,1	Томат	-0,5 ÷ -1
Малина	-0,9	Олма	-2,0
Гушт	-0,6 ÷ 1,2		-0,9
Ёнғоқ	-6 ÷ 7		-2,0

2. Олхўри таркибидаги сувни музлатиш учун зарур совуқлик миқдори ушбу формуладан аниқланади:

$$Q_2 = G \cdot W \cdot \omega \cdot r_{\text{муз}}$$

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
Ёғлик қўй гўшти	0,533	Сабзи	0,868
Узум	0,782	Шафтоли	0,800
Олча	0,798	Олхўри	0,812
Ёғлик мол гўшти	0,530	Сариг ёғ	0,136
Ёғсиз мол гўшти	0,764	Ёғлик чўчқа гўшти	0,474
Нок	0,830	Ёғсиз чўчқа гўшти	0,725
Камбала	0,840	Смородина	0,784
Карам	0,900	Треска	0,815
Сут (си ир)	0,872	Чўтон балиқ	0,796
Нъматак	0,876	Тухум (овуқ)	0,736
Лосъ	0,515	Олма	0,848
Пиёз	0,86	Гилос	0,735
Ўрик	0,850	Беҳи	0,825

музлатилган сув миқдорининг 1 кг олхўри таркибидан сув миқдорига нисбати ва ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\omega = \frac{110,5}{1 + \frac{0,31}{\lg[t_{\text{ср}} + (1 + t_{\text{в}})]}} = \frac{110,5}{1 + \frac{0,31}{\lg[18 + (1 + 2)]}} = 88\% = 0,88$$

$t_{\text{в}} = 335,2$  КК, лг сувнинг музлаш иссиқлиги.

$$Q_2 = 400 \cdot 0,812 \cdot 0,88 \cdot 335,2 = 94400 \text{ кВт}$$

3. Маҳсулот таркибидаги қуруқ моддалар,  $m_3$  ва музламган сувларни криоскопик нуқтадан пастки температурагача совитиш учун сарф булаётган совуқлик миқдори ушбу теңламадан топиш мумкин:

$$Q_3 = G \cdot c_m \cdot (t_{кр} - t_{охур})$$

бу ерда  $c_m$  музлатилган маҳсулотнинг солиштирма иссиқлик сифими. Уни қуйидаги формулада аниқласа бўлади:

$$\begin{aligned} c_m &= (1-W) \cdot c_{кыр} + w \cdot W \cdot c_{суз} + (1-w) \cdot c_{сув} = \\ &+ (1-0,812) \cdot 1,257 + 0,88 \cdot 0,812 \cdot 2,095 + (1-0,88) \cdot 0,8 \cdot 2,419 = \\ &= 0,236 + 1,497 + 0,408 = 2,141 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К} \end{aligned}$$

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 совитиш учун сарф булган иссиқлик миқдори:

$$Q_4 = G_k \cdot c_k \cdot (t_{бош} - t_{охур})$$

бу ерда

$$G_k = \frac{400}{0,5} \cdot 0,03 = 24 \text{ кг}$$

Битта картон қутининг массаси - 0,03 кг;  $c_k$  картоннинг солиштирма иссиқлик сифими  $c_k = 1,341 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$

$$Q_4 = 24 \cdot 1,341 \cdot [(19 - (-18))] = 1190,8 \text{ кВт}$$

5. Зарур бўлган совуқликнинг умумий сарфи қуйидагиси ҳисобланади:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = \\ = 28156,8 + 94400 + 13702,4 + 1190,8 = 137450 \text{ кВт}$$

## К О Н Т Р О Л   М А С А Л А Л А Р

11.1.  $-10^\circ\text{C}$  температурада буғлатувчи совитиш бўйича унумдорлиги 6400 Вт бўлган Карно циклида ишловчи совитиш қурилмасининг талаб этувчи қуввати ва совитиш коэффициентини ҳисоблаб топинг. Конденсацияланиш температураси  $22^\circ\text{C}$ .

11.2.  $0^\circ\text{C}$  температурага эга бўлган, сувдан соатига 100 кг муз (яъ) ишлаб берувчи конденсаторда сарфланувчи сувни ва (Карно цикли бўйича) минимал сажарилган ишнинг миқдорини топинг. Совуқлик ташувчи (агент)  $-5^\circ\text{C}$  да буғланиб,  $25^\circ\text{C}$  да конденсацияланади. Конденсаторга сув  $17^\circ\text{C}$  да киритилиб,  $20^\circ\text{C}$  да чиқарилиб юборилади. Сувнинг солиштира музларнинг иссиқлиги 335 кЖ/т

11.3. а) аммиак; б) углеводород диоксиди; в) дифтордихлорметан  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  ларнинг цикллари учун совитиш коэффициентини ва совуқлик ташувчи агентларнинг солиштира совитиш унумдорлигини аниқлаб беринг. Агар буғланиш температураси  $-15^\circ\text{C}$ , конденсацияланиш температураси  $30^\circ\text{C}$  бўлса, циклни қуруқ ҳисоблаб, дросселлашдан олдин суёқлик қайта совитилмайди. (Совитувчи агент керагидан олтиқча совитилмайди).

11.4. Агар конденсацияланиш температураси  $20^\circ\text{C}$  ва буғланиш температураси  $-40^\circ\text{C}$  бўлганда, углекислотали совитиш қурилмасининг назарий совитиш коэффициентини ҳисоблаб топинг. Цикл қуруқ бўлиб, суёқлик дросселланишдан олдин керагидан олтиқча совитилмайди.

11.5. Буғланиш температураси  $-20^\circ\text{C}$  ва конденсацияланиш температураси  $30^\circ\text{C}$  да ишловчи аммиакли компрессор совитувчи қурилманинг қуйидаги бир нечта цикллари бўйича назарий

совитиш коэффициентларини солиштириб кўринг: а) карно цикли бўйича; б) реал нам цикли бўйича; в) суюқ аммиакни керагидан ортиқча совутилмаган қуруқ цикл бўйича; г) суюқ аммиакни конденсациядан сўнг  $25^{\circ}\text{C}$  гача совитилганда қуруқ цикл бўйича.

11.7. Соатига  $20 \text{ м}^3$  совитилми аммиакли қурилма конденсаторида сув  $6 \text{ К}$  га совитилади. Компрессор сарфлайдиган назарий қувват  $23,5 \text{ кВт}$ . Қурилманинг совуқлик бўйича унумдорлиги ва совутиш коэффициентини аниқланг.

11.8. Совуқлик унумдорлиги  $58,10 \text{ кВт}$  бўлган, конденсацияланиш температураси  $75^{\circ}\text{C}$ , совитилмайдигач, буғланиш температураси  $-15^{\circ}\text{C}$ , қуруқ циклда ишловчи қурилманинг компрессорга келадиган аммиакнинг бир соатдаги ҳажмий 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 қайнайдиган аммиак ёрдамида совитилмоқда. Компрессор сарфлаётган назарий қувватни миқдорини аниқлаш керак.  $75^{\circ}\text{C}$  температурада конденсацияланмоқда. Цикл қуруқ бўлиб, дросселлашлан олдин суюқлик 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 температураси ишлайди. Конденсаторнинг абсолют босими  $75 \text{ кгк/см}^2$  ва  $25^{\circ}\text{C}$  гача ўта совутилади (қайта совутилади) компрессор иш йўли қуруқ циклда. 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 совитувчи агент  $-12^{\circ}\text{C}$  да қайнамоқда ва конденсаторда  $30^{\circ}\text{C}$  да конденсацияланмоқда. Совитиш машинаси Карно циклида иш айди, Конденсаторда сув  $20$  дан  $25^{\circ}\text{C}$  гача исийди. Назарий энергия сарфи  $N$  ва совитувчи сув сарфи  $G$  аниқлашсин.

11-13. Кондитер маҳсулотларини совитиш учун температураси  $t_2 = 5^{\circ}\text{C}$  бўлган соатига  $5000 \text{ м}^3$ /соатига ҳаво керак. Бунинг учун



атроф муҳитдан ҳаво  $t_1 = 15^\circ\text{C}$ ,  $\eta = 70\%$  вентилятор ёрламида трубали ҳаво совитгичга юборилади ва у ерда қайнаётган фреон ҳисобига зарур температурагача пасайтирилади. Совитгич трубасининг ташқариси қовурғани юза қилиб ясалган. Қайнаётган фреон ва ҳаво орасидаги температуралар фарқи  $8^\circ\text{C}$  ни ташкил этади.

Ҳаво совитгич трубаларининг юзаси  $F$  ва узовдан конденсацияланаётган буғнинг миқдори топилинсин.

### КОНТРОЛ ТОПИШИРИҚ №22

Ҳар бир картон қутичага  $M_1$  миқдорда ҳўл мева солинган бўлса,  $M_2$  маҳсулотни музлатиш учун қанча миқдорда совуқлик сарфланган керак. Ҳўл меванинг бошланғич температураси  $t_{\text{бош}}$ , жараён тугагандан кейинги 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	гилс	узум	олма	олхўри	ўрик	малина	нок		

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. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. — М.: Химия, 1995. — кч.1-2. — 768 с.
6. Салимов З., Тўйчиев И.С. Кичёвий 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.Дытнерского. — М.: Химия, 1991. — 494 с.
9. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк Э.М., Курочкина М.И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии. — СПб.: Химия, 1987. — 540 с.
10. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. — М.: Химия, 1987. — 540 с.
11. Руководство к практическим занятиям в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии / Под рук. П.Г.Романкова. — Л.: Химия, 1979. — 256 с.
12. Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. — М.: Химия, 1980. — 248 с.
13. Сажин Б.С. Основы техники сушки. — М.: Химия, 1984. — 319 с.
14. Липатов Н.Н. Руководство 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.: 1960. - 484 с.
16. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств / С.М.Гребенюк, Н.С.Михеева, Ю.П.Грачев и др. М.: Агропромиздат, 1987. - 304 с.
17. Зайчик Ц.Р. Сборник задач по расчетам оборудования винодельческого производства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 200 с.
18. 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. Ржекина 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 пищевой промышленности. М.: Агропромиздат, 1985. - 336 с.
27. Расчеты и аппараты кипящего слоя: Справочник / Под ред. И.П.Муленова, Б.С.Сажина, В.Ф.Фролова. Л.: Химия, 1986. - 352 с.
28. Процессы и аппараты пищевых производств. Примеры и задачи / А.П.Николаев, А.С.Марценюк, Л.В.Зоткина. Киев: Высшая школа, 1992. - 232 с.

29. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селиверстов В.М. Справочник по теплообменным аппаратам. М.: Машиностроение, 1989. - 366 с.

30. Нурмухамедов Х.С. Научные основы разработки процессов и аппаратов для сушки и гранулирования зернисто-волоконистых материалов. Дисс. докт. 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, 1964. - 226 с.



**БАЪЗИ КИМӨВИЙ 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	Ниш	As	74,922
Бериллий	Be	9,012	Натрий	Na	22,990
Бор	B	10,81	Никель	Ni	58,70
Бром	Br	79,904	Қапай	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	Қўрғошин	Pb	207,2
Темир	Fe	55,84	Кумуш	Ag	107,868
Олтин	Au	196,967	Олтингугурт	S	32,06
Йод	I	125,905	Стронций	Sr	87,62
Кацмий	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	24,304			

### АЙРИМ МОДДАЛАРНИНГ АТОМ ВА МОЛЬ ҲАЖМИ, ҲАМДА МОЛЬ МАССАСИ

Модда	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
Хлор	24,6	35	Углерод диоксид	34	44
Водород (атомар)	3,7	1	Аммиак	25,8	17
Водород	14,3	2	Сув	18,8	18
Ҳаво	29,9	29	Бром	53,2	100
Кислород	25,6	32			
Кислород (иккит тўйинган боғ билан)	7,4	16			

3-жадвал

<i>Атом ҳажми, см<sup>3</sup>/атом</i>		<i>Моль ҳажми, см<sup>3</sup>/моль</i>	
B	27,0	H <sub>2</sub>	14,3
C	14,8	C <sub>2</sub>	29,6
Cl	24,6	N <sub>2</sub>	31,2
H	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 мураккаб 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	CO <sub>S</sub>	51,5
Cl <sub>2</sub>	18,4	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 халқаси</i>		<i>15</i>	
<i>Нафталин халқаси</i>		<i>- 30</i>	
<i>Антрацен халқаси</i>		<i>- 47,5</i>	

## КАТТИҚ ЖИСМЛАРНИНГ ЗИЧЛИГИ

Материал	Зичлиги кг/м <sup>3</sup>	Сочилувчан халдаги зичлиги, кг/м <sup>3</sup>	Материал	Зичлиги кг/м <sup>3</sup>	Сочилувчан халдаги зичлиги, кг/м <sup>3</sup>
Алебастр	2500	-	Бетон	2300	-
Антрацит	1800	-	Рчинпласт	1380	-
Апатит	3190	1850	Гипс	2240	1300
Асбест	2600	-	Сода	1450	800
Курук лой	-	1380	Туз	2350	1020
Гранит	2700	-	Калай	500	-
Кул	2200	680	Шиша	2500	-
Курук ер	1800	1300	Текстолит	1380	-
Каолин	2200	-	Писта кўмир	1450	200
Каучук	930	-	Тог кўмир	1350	800
Кварц	2600	1500	Фаолит	1730	-
Сопол оддий	1500		Фосфорит		1600
			Цемент	2900	-
Кокс	1300	500	Эмаль	2350	-
Колчедан (куч ранг)	5000	3300	М Е Т А Л Л А Р		
			Дўлат	7850	
Чарм	860	-	Чугун	7250	-
Мел	2200	1300	Мис	8000	-
Мармар	2600	-	Л тунь	8500	
Парафин	900	-	Алюминий	2700	-
Паросит	1200	-	Кўргошин	11400	-
Кум	1500	1200	О Л О З Б А Р Д О Ш Л А Р		
Поташ	2260	-	Динас	1900	-
Пўкак	240	-	Магнетит	2900	-
Резина	1500	-	Шамот	1900	-
Селитра (гигрилли)	2260	1260			



**БАЪЗИ ЁИР СУУҚЛИКЛАРНИНГ 0-20°С  
ТЕМПЕРАТУРАДАГИ ЗИЧЛИГИ**

<i>Сууқлик.</i>	<i>З. члик, кг/м<sup>3</sup></i>	<i>Сууқлак</i>	<i>Зичлик, кг/м<sup>3</sup></i>
Азот кислотаси, 92%	1500	Сульфат кислотаси, 30'	1220
Аммиак, 26%	910	Хлорид кислотаси,	
Бензин	760	(тутайдиган)	1210
Глицерин, 100%	1270	Сирка кислотаси, 70%	1070
Этил эфир	710	Хлороформ	1530
Керосин	850	Карбон IV хлорид	1630
Мазут	890-950	Этил хлорид	1280
Метил спирти, 90%	820	Этил спирти, 100%	790
	950	70%	850
30%	1100	10%	920
Нафталин (эритмаси)	790-950	Симоб	13600
Нефть			

6 - жадвал

**СУВ-СПИРТ АРАЛАШМАЛАРИНИНГ ЗИЧЛИГИ,  
ҲАЖМИЙ ВА МАССАВИЙ % ЛАР ҚИСҚАТИ.**

<i>% ҲАЖМ</i>	<i>% МАСС.</i>	<i>Зичлик кг/м<sup>3</sup></i>	<i>% ҲАЖМ</i>	<i>% МАСС.</i>	<i>Зичлик кг/м<sup>3</sup></i>	<i>% ҲАЖМ</i>	<i>% МАСС.</i>	<i>Зичлик кг/м<sup>3</sup></i>
0	0,00	998	10	8,01	985	20	16,21	973
1	0,79	996	11	8,83	983	21	17,04	972
2	1,59	995	12	9,64	982	22	17,88	971
3	2,38	993	13	10,46	981	23	18,71	970
4	3,19	992	14	11,27	980	24	19,54	969
5	3,98	991	15	12,09	978	25	20,37	968
6	4,78	990	16	12,91	977	26	21,22	966
7	5,59	988	17	13,74	976	27	22,06	965
8	6,40	987	18	14,56	975	28	22,91	964
9	7,20	986	19	15,37	974	29	23,76	963

Мсдда	Температура, °С				
	-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	943
Сув					

8 - жадвал.

## СУВ БУҒИ ТҮЙИНГАН ҲОЛДА (босим бўйича)

$P \cdot 10^3$ , Па	$t$ , °С	$i$ , кЖ/кг	$r$ , кЖ/кг	$i'$ , кЖ/кг
10	45,83	2584,4	2392,6	191,84
20	60,09	2609,6	2351,1	251,46
30	70,12	2625,3	2336,0	269,81
40	75,89	2636,8	2319,2	310,65
50	81,35	2646,0	2305,4	340,57
60	85,95	2653,6	2293,7	359,93
100	99,53	2665,7	2258,2	417,51
150	111,7	2693,9	2226,8	467,13
200	120,23	2706,9	2202,2	504,7
250	127,43	2717,2	2181,0	535,4
300	133,54	2725	2164,1	561,4
350	138,88	2732,5	2148,2	584,3
400	143,62	2738,5	2130,8	604,7
450	147,92	2743,8	2120,6	623,2
470	149,93	2745,8	2115,7	630,1

## ПИСЛАНИНГ ҲАЖМИЙ МАССАСИ ВА ЗИЧЛИГИ [24]

Навнинг номи	Ўртача ҳажмий масса, кг/м <sup>3</sup>	Ўртача зичлик, кг/м <sup>3</sup>
ВНИИМК - 1646	404	
- 8931	423	
- 6540	407	
Передовик	422	
Армавирский 3497	438	-
Смена	425	708,5
Стенняк	433	676,9
Зеленка	423	678,7
завод аралашмаси:		
Краснодар ЕМК	405	749,8
Хволинск ЕМК	380	656,0
Россоши ЕМК	396	705,0
Николаев ЕМК	418	712,1
турли жойларники	392-462	

## 10 - жадвал

## ПАҲТА ЧИГИТИ, ЯДРОСИ ВА ШУЛҲАСИНИНГ ЗИЧЛИГИ [24]

Материал номи	Зичлик, кг/м <sup>3</sup>	
	Зоҳирий	Ҳақиқий
Пахта чигити:		
108-ф нави	1,05 - 1,06	1,11 1,16
153-ф нави	1,03 1,06	1,11 1,13
5904-и чигитга толали	1,06 1,07	1,11 1,12
Ядро		1,04 1,05
Шулҳа		1,34 1,36

**ТАРКИБИДА ЁҒ БОР УРУҒЛАРНИНГ  
ФИЗИК-МЕХАНИК ХОССАЛАРИ**

Номч	Ҳажмий масса кг/м <sup>3</sup>	Зичлиги, кг/м <sup>3</sup>	Шакли
Ер ёнғок	430-450		
Тарвуз	460-470		
Бук ёнғоғи	460-470		учбурчак
Узум данаг:	446-558	1041-1060	
Горчица	666-712	1040-1100	
Жвт	680-690	1000-1350	учбурчак
Кедр ёнғоғи	520-560	-	-
Крамбе	230-350	1030	шарсимон
Кунжут (U=4,5%)	598-616,~	1250	
Мак (U = 5,5%)	732	1140	эллипс
Рапс	636	1134-1143	
Тамаки	709		эллипс
Хурмо	680-690	-	чўзинчок
Писта	457	730	чўзинчок
Соя	700	1240	шарсимон

**С.ЛИРТНИНГ ТУРЛИ ТЕМПЕРАТУРА ВА КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРДА  
УВ-СПИРТ АРАЛАШМАСИНИНГ СОЛИШТИРМА ИССИКТИК  
СИҒИМИ (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
<b>Пахта ёғи</b>							
$\mu \cdot 10^3, \text{Па} \cdot \text{с}$	140	100	75	56	42	32	25
$\rho, \text{кг/м}^3$	850	840	835	830	825	820	815
<b>Пилга ёғи</b>							
$\mu \cdot 10^3, \text{Пч} \cdot \text{с}$	73,4	5	56,	47	39	30	21
$\rho, \text{кг/м}^3$	920	910	905	900	895	890	885

**КАНД ҚИЁМИНИНГ ЗИЧЛИГИ ВА ҚОВУШОҚЛИК  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ**

Соғиштирма иссиқлик сифими  $C = 2514 \text{ Ж/кг} \cdot \text{К}$

$t, ^\circ\text{C}$	30	40	50	60	70	80	90
$\mu \cdot 10^3, \text{Па} \cdot \text{с}$	90	53,2	34,0	21,0	14,0	10,5	7,8
$\rho, \text{кг/м}^3$	1310	1205	1299	1293	1288	1282	1276

**УЗУМ СУСЛОСИННИНГ КЎРСАТКИЧЛАРИ [17]**

Умумий экстрак ми дорн, %	Зичлик			Олишти рма иссиқ- лик сифими КЖ / (кг·К)	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти Вт/м·К		Кинематик қовушоқлик коэффициенти $10^3 \text{ м}^2/\text{с}$		
					20	60	10	30	50
	10	30	50		20	60	10	30	50
10	1038	1034	1027	3,92	0,570	0,648	1,83	1,500 <sup>9</sup>	0,7
15	1058	1054	1049	3,8	0,546	0,615	2,10	1,36	0,68
20	1080	1075	1070	3,72	0,535	0,592	2,44	1,46	1,01
25	1102	1099	1093	3,64	0,522	0,582	2,84	1,65	1,14
30	1125	1123	1116	3,0	0,500	0,570	1,4	1,87	1,20

УЗУМ ВА МЕВАЛАР ВИНОЛАРИНИНГ  
БАЪЗИ БИР КУЇ САТКИЧЛАРИ [17]

Вино тури	Параметр	Ўртача кўрсаткичлар			
		0	20	40	60
<b>Нордон</b>	$\rho$	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	10,3	8,84
	$\mu \cdot 10^6$	3,01	1,52	1,04	0,90
<b>Кувватданган</b>	$\rho$	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
	$\mu \cdot 10^6$	5,26	2,30	1,29	1,03
<b>Мева-резавор</b>	$\rho$	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
<b>Оқ мускат</b>	$\rho$	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	1,26

**БУҒЛАТИШ ЖАРАЁНИДАН КЕЙИНГИ  
ҚУЮҚЛАШТИРИЛҒАН МАҶСУЛОТНИҒЫҒ ФИЗИК  
КЎРСАТКИЧЛАРИ**

<i>Қуруқ моддаларының моль улуши</i>	<i>Қовушоқлик мПа·с</i>	<i>Зичлик кг/м<sup>3</sup></i>
<i>Нормал аралашма</i>		
1,8	2,3	1027
<i>Сут-шакар аралашмасы (30 минут бұғлатылгандан сўнг)</i>		
20,9	4,0	1054
57,3	436,0	1231
<i>Сут-ш кар аралашмасы бұғлатылгандан чыкқан пайы</i>		
63,5	530,0	1281
88,4	1090,0	1276
<i>Қуюқлаштирилган махсулот сатутичга берилгандан лаввал</i>		
70,5	3320,0	1283

**СУТ ЁҒЛИҚЛИГІНИНГ ЗИЧЛИККА ТАЪСИРИ**

<i>Сутнинг ёғлиқлиги, %</i>	<i>20°С дағи зичлик, кг/м<sup>3</sup></i>	<i>Сутнинг ёғлиқлиги, %</i>	<i>20°С дағи зичлик, кг/м<sup>3</sup></i>
0,05	1034	6,0	1027
1,0	1033	7,0	1026
2,0	1032	8,0	1025
3,0	1030,5	9,0	1024
4,0	1029	10,0	1023
5,0	1028		
<i>Қовушоқлик коэффициенти - 0,02 пуаз.</i>			

ТЕМПЕРАТУРА 20°С БЎЛГАНДА  
СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ХАЖМИЙ КЕНГАЙИШ  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, (1/К)

Суюқлик	$\beta \cdot 10^6$	Суюқлик	$\beta \cdot 10^6$
Бензин	12,5	Пентан	159
Глицерин	53	CaCl <sub>2</sub> эритмаси, 6%	25
Керосин	100	CaCl <sub>2</sub> эритмаси, 41%	46
М-Ксилол	101	NaCl эритмаси, 26%	44
Оливка мойи	70		
Парафин мойи			

20 - жадвал

БАЪЗИ ПАСТЕРИЗАЦИЯ ҚИЛНГАН  
СУТЛАРНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Сут	Массавий улуш		Зичлик, кг/м <sup>3</sup>
	ЛФ	СОМО	
Табиий	3,2 - 3,5	8,1	1027
Қам ёғли	2,5	8,7	1027
Ёлиқлиги			
Нормадан юқори	4,0	8,0	1025
	6,0	8,0	102
Оқсилли	2,5	10,5	1036
	1,0	11,0	1037
Ёғизлаштирилган		8,1	1030



**СУЮҚ МОДДАЛАР ВА СУВЛИ ЭРИТМАЛАР  
ЗИЧЛИКЛАРИНИНГ ТЕМПЕРАТУРАГА БОҒЛИҚЛИГИ**

Модда	Зичлиги, кг/м <sup>3</sup>					
	-20 °C	0 °C	20 °C	60 °C	100 °C	120 °C
Азот кислотаси, 100%	1582	1547	1513	1443	1373	1338
50	-	1334	1310	1263	1212	1186
Аммиак (суюқ)	665	639	610	545	462	390
Аммиакли сув, 25%	-	918	907	887	866	856
Анилин	1039	1022	987	952	933	-
Ацетон	835	813	791	746	693	665
Бензол	-	900	879	836	793	769
Бутил спирти	338	824	810	781	751	735
Сув	-	1000	998	983	958	943
Гексан	693	677	660	622	581	559
Глицерин, 50%	-	1136	1126	1106	996	986
Олтингугурт диоксиди (суюқ)	1484	1434	1483	1264	1111	1010
Дихлорэтан	1310	1282	1254	1194	1133	1102
Диэтил эфири	758	736	714	666	611	576
Изопропил спирти	817	801	785	752	718	700
Кальций хлорид, 25%	1248	1239	1230	1210	1190	1180
m-Ксилол	-	882	865	831	796	77
Метил спирти, 100%	828	810	792	756	714	-
40	-	946	935	913	891	880
Чумоли кислотаси	-	1244	1220	1171	1121	1096
Ишқорий натрий, 50%	-	1540	1525	1497	1469	1454
40	-	1443	1430	1403	1375	1360
30	-	1340	1328	1303	1276	1261
20	-	1230	1219	1196	1170	1155
10	-	1117	1109	1089	1064	1049
Хлорли натрий, 20%	-	1157	1148	1130	1110	1100
Нитробензол	-	1223	1203	1163	1123	1103
Октан	734	718	702	669	635	617

Олеум, 20%		1922	1896	1844	1792	1766
Пропил спирти.	-	819	804	770	735	711
Сульфат кислотаси, 98%	-	1857	1837	1798	1761	1742
	2	1866	1845	1824	1785	1772
	75	1739	1689	1669	1632	1597
	60	1532	1515	1498	1466	1434
Олтингугурт 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	978
Фенол суолтирилган	-	1075	1040	1000	987	987
Хлорбензол		1150	1128	1107	1065	1021
Хлороформ		1563	1526	1489	1411	1280
Карбон IV хлорид		1673	1633	1594	1517	1390
Этилацетат		947	924	901	851	797
Этил спирти, 100%		823	806	789	751	693
	80	-	857	843	813	768
	60	-	904	891	864	835
	40	-	947	935	910	872
	20		977	969	949	922

22-жадвал

УРУФ ВА УНИ ҚАЙТА ИШЛАШДА  
 ҲОСЧИ БЎЛАДИГАН МАҲСУЛОТЛАРНИНГ  
 ТЎКМА ЭФИЎЛИГИ

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
Наша	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 ирик уни	425
Ёр ёнгоқ	240	Писта йирик уни	425

0°С ТЕМПЕРАТУРАДА  
АБСОЛЮТ ҚУРУҚ  
УРУҒЛАРНИНГ  
ИССИҚЛИК  
СИҒИМИ

Номи	$c$ , кЖ/кг·К
Писта	0,356
Зигир	0,390
Гүлша	0,363
Канақунжут	0,434

УРУҒ ВА ЯНЧИМАЛАР  
ТАРКИБИЙ  
ҚИСМАЛЛАРИНИНГ  
ИССИҚЛИК СИҒИМИ

Номи	$C$ , кЖ/ кг·К
Ёғ	0,490
Клетчатка	0,320
Протеин ва азотсиз экстрактив моддалар	0,340

БАЪЗИ ЁҒЛАРНИНГ  
МОЛЕКУЛЯР  
ОҒИРЛИГИ

Ёғ номи	$M$
Писта	873
Пахта	863-905
Кастор	938
Зигир	875-902

БАЪЗИ СУУҚЛАРНИНГ  
ҲАЖМИЙ КЕНГАЙИШ  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Суюқлик номи	$\beta$
Ўсимлик ёғи	0,00070
Бензин	0,00085
Дихлорэтан	0,00142
Сув	0,00018

## БАЪЗИ ЁГЛАРНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ [33]

Тем- пера- тура, °С	соли шти рма огир лик, кг/м <sup>3</sup>	Динам ик ковуш клик коэфф ициент и, 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 огир лик, кг/м <sup>3</sup>	Динам ик ковуш оклик коэфф ициен ти кг·с/м <sup>2</sup> · 10 <sup>4</sup>	Соли штир а иссиқ- лик сигна- ми, ккал/ кг·°С	Иссиқ -лик ўтка- зув чанли к, ккал/ м·соат °С
Писта ёғи					Пахта ёғи			
25	921	0,474	0,430	0,142				
30	919	0,387	0,435	0,143	919	0,455	0,425	0,143
35	914	0,303	0,440	0,142				
40	909	0,272	0,445	0,141	912	0,366	0,435	0,141
45	908	0,231	0,450	0,140	-			
50	904	0,212	0,455	0,140	904	0,218	0,445	0,140
55	901	0,179	0,460	0,140				
60	898	0,156	0,465	0,140	898	0,162	0,455	0,140
65	894		0,470	0,139				
70	891	0,116	0,475	0,138	891	0,123	0,465	0,138
75	887		0,480	0,137				
80	884	0,870	0,485	0,137	884	0,950	0,475	0,137
85	881		0,490	0,136				
90	878	0,740	0,495	0,135	871	0,770	0,485	0,135
95	874		0,500	0,135				
100	871	0,600	0,505	0,134	871	0,610	0,495	0,134
110	864	0,520	0,515	0,133	864	0,510	0,505	0,133
120	857	0,420	0,525	0,132	857	0,440	0,515	0,132
130	850	0,360	0,535	0,131	850	0,370	0,525	0,131
140	845	0,310	0,545	0,130	843	0,320	0,535	0,130

## СУВНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\Gamma \cdot 10^3 \text{ Ж/кг}$	$c \cdot 10^3 \text{ /кг}\cdot\text{К}$	$\lambda \cdot 10^2 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$	$\mu \cdot 10^6 \text{ Па}\cdot\text{с}$	$\nu \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}$	$\beta \cdot 10^4 \text{ 1/К}$	$i \cdot r$
0	1000	0	4,23	55,1	1790	1,70	-0,63	13,7
10	1000	41,9	4,19	57,5	1310	1,31	+0,70	9,52
20	998	83,8	4,19	59,9	1000	1,01	1,82	7,02
30	996	126	4,18	61,8	804	0,81	3,21	5,42
40	992	168	4,18	63,4	657	0,66	3,87	4,31
50	988	210	4,18	64,8	549	0,556	4,49	3,54
60	983	251	4,18	65,9	470	0,478	5,11	2,98
70	978	293	4,19	66,8	406	0,415	5,70	2,55
80	972	335	4,19	67,6	355	0,365	6,32	2,21
90	965	376	4,19	68,0	314	0,326	6,95	1,95
100	958	419	4,23	68,2	283	0,295	7,52	1,75
120	943	502	4,27	68,5	238	0,252	8,84	1,47
140	926	590	4,27	86,5	201	0,217	9,72	1,26

29 - жадвал

## АЙРИМ СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ

Модда	Моль массаси, кг/кмоль	20°С температурада тўйинган буғ босими		$p = 0,098$ МПа босимдаги кайиш температура си, °С
		мм.с.и.м.с.г	кПа	
Ацетон	58,08	186	24,73	56,6
Дихлорэтан	98,97	65	8,61	83,7
Этил спирти	46,07	44	5,85	78,3
Сув	18,02	17	2,33	99,0

БАЪЗИ БИР ГАЗЛАРНИНГ АСОСИЙ ФИЗИК ХОССАЛАРИ  
СИ системасида: 1 г/л сим.уст.=133,3 Па; 1 кгк/см<sup>2</sup> =9.81·10<sup>4</sup> Па.

Номи	Формула	θ°С ва 760 мм сим. уст. даги зичлик, кг/м <sup>3</sup>	Молекуляр оғирлиги	20°С ва P <sub>атм</sub> ≈0,1 МПа Ж/(кг·К)		k= c <sub>p</sub> /c <sub>v</sub>	760 мм сим. уст. даги айна температураси °С	760мм с.м. уст. Бугланишнинг соиштирма сикл к сифими кЖ/кг	Критик нукталар		θ°С ва P <sub>атм</sub> =1 кгк/см <sup>2</sup> даги қовушоқлик	
				c	c				смп <sub>о</sub> атура, °С	осим(э-олк.) кгк. см <sup>2</sup>	Т° Па-с	Кон-станта, С
Азот	N <sub>2</sub>	1,25	28	1,05	0,75	1,40	-195,8	1 2,4	-147,1	33,39	17	114
Аммиак	NH <sub>3</sub>	0,77	17	2,22	1,68	1,29	-33,4	1374	+132	111,5	9,18	626
Аргон	Ar	1,78	39,9	0,53	,33	1,66	-185,9	163	-122,4	48,00	20,9	142
Ацитилен	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1,171	26,0	1,38	1,36	1,24	-83,7	830	+35,7	61,6	9,35	198
Гелиол	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>		78,1	1,25	1,14	1,1	+80,2	394	+228	47,7	7,2	
Бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,673	58,1	1,92	1,80	1,08	-0,5	387	+152	37,5	8,1	377

Хаво		1,293	(29,0)	1,01	0,72
Водород	H <sub>2</sub>	0,0899	2,02	14,3	10,1
Гелий	He	0,179	4,0	5,28	3,18
Азот диоксида	NO <sub>2</sub>		46,0	0,80	0,62
Олтингу, рт					
Диоксида	SO <sub>2</sub>	2,93	64,1	0,53	0,50
Углерод					
Диоксида	CO <sub>2</sub>	1,98	44,0	0,84	0,65
Кислород	O <sub>2</sub>	1,429	32	0,91	0,65
Метан	CH <sub>4</sub>	0,72	16,0	2,23	1,70
Углерод оксиди	CO	1,25	28,0	1,05	0,75
Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>		72,0	1,72	1,58
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2,02	44,1	1,87	1,65
Пропилен	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	1,91	42,1	1,63	1,44
Водород					
сульфид	H <sub>2</sub> S	1,54	34,1	1,06	0,80
Хлор	Cl <sub>2</sub>	3,22	70,9	0,48	0,36
Хлорли метил	CH <sub>3</sub> Cl	2,3	50,5	0,4	0,58
Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,36	30,1	1,73	1,45
Этилен	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1,26	28,1	1,53	1,26

0,40	-195	197	-140,7	37,2	17,3	124
0,41	-252,8	455	239,9	12,80	8,42	73
1,66	-69,9	19,5	-268,0	2,26	18,8	78
1,3	+21,2	112	+158	100,00		
1,25	-10,8	394	+158	7,78	11,7	396
1,30	-78,2	574,0	+31,1	72,9	13,7	254
1,40	-183,0	213	-118,8	19,71	20,3	131
1,31	-161,6	511	-82,15	45,6	10,3	107
1,40	-191,5	212	-140,2	34,53	16,6	100
1,09	+36,1	360	197,1	33,0	9,74	
1,1	-421	427	95,6	43	7,95	278
1,17	-47,7	440	91,4	45,4	8,35	377
1,30	-60,2	549	100,4	188,9	11,6	
1,36	-33,8	306	144,0	76,1	12,9	351
1,25	-21,4	406	148	66,0	9,89	454
1,20	-88,50	486	32	48,85	8,5	287
1,20	-103,7	482	9,7	50,2	9,85	241



**СУВ БУҒИНИНГ КОНДЕНСАЦИЯЛАНАЁТГАН ПАЙТИДАГИ  
КОНДЕНСАТИНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ  
(ТҮЙИНИШ ЧИЗИҒИДА)**

$\rho$ кг/см <sup>3</sup>	$t$ °C	$\rho_v$ кг/м <sup>3</sup>	$i$ кЖ/кг	$c$ кЖ/кг·K	$\lambda \cdot 10^2$ Вт/м·K	$a \cdot 10^7$ м <sup>2</sup> /с	$\mu \cdot 10^6$ Па·с	$\nu \cdot 10^6$ м/с	$\beta \cdot 10^6$ K <sup>-1</sup>	$\sigma \cdot 10^4$ кг/с <sup>2</sup>	$Pr$
1	0	1000	0	4,23	55,1	1,31	790	1,79	-0,63	756	13,7
1	10	1000	41,9	4,19	57,5	1,37	310	1,31	+0,7	762	9,52
1	20	998	83,8	4,19	59,9	1,43	000	1,01	1,82	727	7,02
1	20	996	126	4,18	61,8	1,49	804	0,81	3,21	712	5,42
1	40	992	168	4,18	63,4	1,53	657	0,66	3,87	697	4,31
1	50	988	210	4,18	64,8	1,57	549	0,56	4,49	677	3,54
1	60	983	251	4,18	65,9	1,61	470	0,48	5,11	662	2,98
1	70	978	293	4,19	66,8	1,63	406	0,42	5,70	643	2,55
1	80	972	335	4,19	67,5	1,66	355	0,37	6,32	626	2,21
1	90	965	377	4,19	68,0	1,68	315	0,33	6,95	607	1,95
1,03	100	958	419	4,23	68,3	1,69	282	0,30	7,5	589	1,75
1,46	110	951	461	4,23	68,5	1,69	256	0,27	8,0	569	1,58
2,02	120	943	503	4,23	68,6	1,72	231	0,24	8,6	549	1,43
2,75	130	935	545	4,27	68,6	1,72	212	0,23	9,2	529	1,32
3,68	140	926	587	4,27	68,5	1,72	196	0,22	9,7	507	1,23
4,85	150	917	629	4,32	68,4	1,72	185	0,20	10,3	487	1,17
6,30	160	907	671	4,36	68,3	1,72	174	0,19	10,8	466	1,10
8,08	170	897	713	4,40	67,9	1,72	163	0,18	11,5	444	1,05
10,2	180	887	755	4,44	67,5	1,72	153	0,17	12,2	424	1,01

**ЭРИТМАЛАРНИНГ СИРТҒИЙ ТОРТИЛИШ КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ**

Эритилган молда	Темпера- тура, °C	Турли концентрацияларда [масс % да] $i$ $\sigma \cdot 10^4$ (Н/м) сон сиймаглари			
		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	67,5
MgCl <sub>2</sub>	18	73,8	-	-	-

**СУЎҚЛИК ВА СУВЛИ ЭРИТМАЛАРНИНГ СИРТГИЙ  
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 кисл.-си,	100%	48,3	44,8	41,4	38,2	35,2	32,4	29,8	27,4
	50	-	68,2	65,5	62,2	58,8	55,2	51,5	47,
Аммиак (сув)		38	27	21,2	16,8	12,8	-	-	-
Аммиакли сув,	25	-	65,7	62,9	59,7	56,3	52,7	49	45
Ацетон		28,7	26,2	23,7	21,2	18,6	16,2	13,8	11,4
Бензол		-	31,7	29	26,3	23,7	21,3	18,8	16,4
Бутил спирти		28	26,2	24,6	22,9	21,2	19,5	17,8	16
Сув			75,6	72,8	69,6	66,2	62,6	58,9	54,9
Гексан		22,6	20,5	18,4	16,3	14,2	12,1	10	7,9
Глицерин,	50%		72,4	69,6	66,4	63	59,4	55,7	51,7
Диэтил эфири		22,	19,5	17	14,6	12,4	10,2	8	6,1
Дихлорэтан		37,8	35	32,2	29,5	26,7	24	21,3	18,6
Метил спирт,	100%	26,6	24,5	22,6	20,9	19,3	17,6	15,7	13,6
Чумоли кислотаси			39,8	37,6	35,5	33,3	31,2	29	26,8
Ишқорий натр,	50%			130	130	129	129	128	128
	30%			97	96,4	95,8	95,3	94,4	93,6
	10%			77,3	76,1	75	73	70,7	69
Нитробензол			46,4	43,9	41,4	39	36,7	34,4	32,2
Сульфат кисл.-а,	98%		55,9	55,1	54,3	53,7	53,1	52,5	51,
	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 хлорид	30%		72,6	69,8	66,6	63,2	59,6	55,9	51,9
Толуол		33	30,7	28,5	26,2	23,8	21,8	19,8	18
Сирка кислотаси,	100%		29,7	27,8	25,8	23,8	21,8	19,8	18
	50%		43	40	37	33	30	27	24
Фенол (эритилган)			43,1	40,9	38,8	36,6	34,4	32,2	30
Хлороформ		32,8	30	27,2	24,4	21,7	19	16,3	13,6
Этил спи. ги,	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

ТҮЙИНГАН СУВ БҒИНИНИГ  
ТЕМПЕРАТУРАГА БОҒЛИКЛИГИ

СИ сис.емаси бирлигигч ҳа.облаш:  $1 \text{ кгк/см}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Гч}$ .

Тем ератур а, °С	Босим (абсолют) кгк/см <sup>2</sup>	Солнш- тҒрма гажм, м <sup>2</sup> /к <sup>2</sup>	Эичлик, Кг/м <sup>3</sup>	Суяқ- ликнинг олиштирм и, кЖ/кг	Бугнинг олишти.рм а энтальпия си. олишти.р.м а ҳажм, м <sup>3</sup> /кг, кЖ/кг	олиштир ма буғланиш ссиқлиги, кЖ/кг
0	0,0062	206,5	0,00484	0	2493,1	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	2380,0
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	2,023	0,893	1,1199	504,1	2711	2207
130	2,755	0,6693	1,4704	546,8	2726	2179
140	3,685	0,5096	1,962	589,5	2740	2150
150	4,855	0,3933	2,543	632,7	2753	2120
200	15,85	0,1276	7,840	852,7	2798	1945
250	40,55	0,0499	20,01	1082	2792	1710
300	87,6	0,0213	47,93	1377	2710	1364
350	168,6	0,0088	113,2	1638	2519	881,2
37	225	0,00313	22,6	2100	2100	0

БАЪЗИ ЁГЛАРНИНГ СОЛИШТИРМА ИССИҚЛИК СИҒИМИ РА  
УТКАЗУВЧАНЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ [24]

Температура, °С	Солиштира иссиқлик сиғими кЖ/кг·К	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт·м·К
Писта ёғи		
15 - 25	1,76	0,169
15 - 50	1,80	0,166
15 - 100	1,93	0,163
50 - 100	2,01	0,159
50 - 150	2,10	0,156
50 - 200	2,21	0,152
50 - 250 ва 70 - 200	2,30	0,149
100 - 150	2,22	0,152
120 - 200	2,35	0,148
150 - 200	2,30	0,149
100 - 250	2,43	0,145
Пахта ёғи		
15 - 50	1,80	-
15 - 100	1,93	-
50 - 100	2,01	-
70 - 100	2,05	0,157
120 - 200	2,35	0,482

ГЛИЦЕРИННИНГ ДИНАМИК ҚОВУШОҚЛИК  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

температура °С	Динамик қовушқоқлик коэффициенти мПа·с (сП)	температура, °С	Динамик қовушқоқлик коэффициен ти мПа·с(сП)	температура, °С	Динамик қовушқоқлик коэффициенти мПа·с(сП)
0	12100	40	330	100	13
5	7000	50	180	120	5,2
10	3950	60	102	140	1,8
15	2350	70	59	160	1,0
20	1480	80	35	180	0,45
30	600	90	21	200	0,22

**БАЪЗИ ЭРИТМАЛАР ДИНАМИК ҚОВУШОҚЛИК  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ**

Эриган модда	Концен трация, % (масс)	Динамик қовушқлик коэффициенти, мПа·с (сII)				
		0°С	20°С	30°С	40°С	60°С
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
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10		1,74	1,38	1,1	
	20		4,02	2,91	2,25	
KOH	10		1,23	1,0	0,83	
	20		1,63	1,3	1,11	
KCl	5	1,7	0,99	0,8	0,66	0,48
	15	1,58	1,0	0,83	0,69	0,52
KNO <sub>3</sub>	20		1,02	0,85	0,72	0,54
	5	1,68	0,98	0,8	0,75	0,49
	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	0,92	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 СУЮҚЛИКЛАР ВА ЭРИТМАЛАРНИНГ ТУРЛИ ТЕМПЕРАТУРАЛАРДА  
ДИНАМИК ҚОҶУШҚИЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Модда		Динамик қошушлик коэффициенти, мПа·с (сП)							
		-10°C	0°C	10°C	30°C	50°C	80°C	100°C	120°C
Азот к-таси	100%	1,24	1,0	0,92	0,72	0,57	0,39	0,35	0,31
	50%	1	3,05	2,4	1,55	1,7	0,6	0,53	0,44
Суюқ аммиак	25%	0,251	0,244	0,23	0,217	0,199			
Аммиакли сув				1,2	1,05	0,71	0,4	0,32	0,23
Анилин			10,2	6,5	3,12	1,8	1,1	0,8	0,59
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			5,19	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,	50%		12	8,2	4,25	2,6	1,2	0,73	0,45
Олтингурт									
Диоксиди (суяқ)		0,41	0,368	0,34	0,28				
Дихлорэтан		1,24	1,08	0,95	0,74	0,565	0,4	0,36	0,31
Диэтил 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% ҳаствор		7	4,47	3,36	2,25	1,55	-		
Метил спирти	100%	0,97	0,817	0,68	0,51	0,396	0,29	0,24	0,21
	40%		3,65	2,54	1,37				
Чумоли кислотаси				2,25	1,46	1,03	0,68	0,54	0,4
Ишворий натр.	50%	-	-	-	46	16	5,54	3,97	3,42

	40%		
	30%		
	20%		
	10%		
Хлорли натрий			
20% эритма		4,08	2,67
Нитробензол		-	3,09
Октан		0,829	0,703
Олеин,	20%		95
Сульфат кислота,	98%		55
	92%	90	48
	75%	50	30
	60%	15	10,5
Углерод сульфид		0,488	0,433
Хлорид кислота,	30%	-	
Толуол		0,9	0,768
Сирка кислота,	100%		-
	50%		4,25
Фенол (суво)		-	-
Хлорбензол		1,24	1,06
Хлороформ		0,79	0,7
Карбон IV хлорид		1,68	1,35
Этилацетат		0,67	0,578
Этил спирти,	100%	2,23	1,78
	80%		3,69
	60%		5,25
	40%		7,14
	20%		5,32

	23	9,2	3,62	2,72	2,37
	9	4,6	2,16	1,82	1,51
	3,3	2	1,27	1,15	1,08
	1,45	0,98	0,7	0,65	0,6
1,99	1,24	0,87	0,57	0,46	0,38
2,46	1,69	1,24	0,87	0,7	0,58
0,61	0,479	0,76	0,29	0,245	0,208
6	28,8	12,8	5,3		
37	17,1	9,46	4,1	2,7	2
32	15,6	8,4	3,8	2,5	1,95
20	10,6	5,9	2,3	1,9	1,45
7,7	4,08	2,8	1,5	1,07	0,9
0,396	0,319	0,27	0,21	0,19	0,17
2,1	1,48				
0,667	0,522	0,2	0,319	0,27	0,231
	1,04	0,79	0,56	0,46	0,37
3,03	<u>1,7</u>	1,11	0,65	0,5	0,4
-	7	3,43	1,55	1,05	0,78
0,91	0,71	0,57	0,435	0,37	0,32
0,63	0,51	0,426	0,33	0,29	0,26
1,13	0,84	0,65	0,472	0,387	0,323
0,507	0,4	0,326	0,248	0,21	0,178
1,46	1,0	0,71	0,435	0,326	0,248
2,71	1,53	0,97	0,57	0,52	0,43
3,77	1,93	1,13	0,6	0,45	0,34
4,39	2,02	1,13	0,6	0,44	0,34
3,17	1,55	0,91	0,51	0,38	0,3



## НОРДОН ВИНОЛАР ҚОВУШОҚЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, [сНз]

Температура, °С	Спирт микдори, %					
	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

40 - жадвал

## ТАРКИБИДА ШАКАРИ БОР ВИНОЛАР ҚОВУШОҚЛИГИ, [сНз]

Температура, °С	Спирт микдори, % (ҳажмий)					
	12		18		24	
	Шакар микдори, % (ҳажмий)					
	8	23	8	23	8	23
-10		13,47		15,75		17,90
0	4,4	8,40	5,2	9,80	5,70	11,80
10	2,96	5,33	3,39	6,31	3,65	7,28
20	2,17	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  
АРАЛАШИМЛАРНИНГ СОЛИҚТИРМА  
ИССИҚЛИК С.ФИ. ИИ, кЖ/кг·К.

Модда	ош и тра ция %	Температура, °С					
		-20	0	20	60	100	120
Азот кислотаси	100	1,74	1,75	1,76	1,80	1,84	1,86
	50		2,79	2,83	3,01	3,10	3,18
Глицерин	50	-	3,56	3,56	3,52	-	
Метил спирти	100	2,38	2,47	2,57	2,76	2,96	3,07
	40	-	3,52	3,56	3,6	3,86	3,72
Этил спирти	100	2,12	2,29	2,48	2,96	3,5	3,80
	80		2,68	2,82	3,22	3,64	3,90
	60		3,06	3,14	3,48	3,77	3,98
	40		3,44	3,51	3,69	3,94	4,02
	20		3,81	3,85	3,93	4,06	4,10
Натрий гидро- ксиди эритмаси	50			3,23	3,21	3,19	3,18
	40		3,38	3,41	3,8	3,49	3,49
	30		3,45	3,52	3,62	3,64	3,64
	20		3,53	3,56	3,66	3,72	3,72
	10		3,69	3,77	3,84	3,88	3,89
Натрий хлориди эритмаси	20		3,94	3,92	3,9	3,86	3,86
Сульфат кислотаси	98		1,41	1,46	1,57	1,68	1,73
	92	1,47	1,53	1,58	1,67	1,78	1,83
	75	1,80	1,87	1,94	2,07	2,21	2,27
	60	2,11	2,20	2,28	2,45	2,61	2,70
Хлорид к-таси	30		2,3	2,47	2,80	3,18	3,35
Сирка кислотаси	100		1,88	1,99	1,21	2,42	2,53
	50		3,06	3,10	3,18	3,30	3,45

ТЕМПЕРАТУРА 0-100 °C да ҚАТТИҚ МАТЕРИАЛЛАРНИҢ  
ЎРТАЧА СОЛИШГИ МА ИССИҚЛИК СИҒИМИ, кЖ/(кг · К)

Материал номы	C	Материал номы	C
Алюминий	0,52	Тош кўмир	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	Латунь	0,394
Ёғоч (карагай)	2,72	Муз	2,14
Темир	0,50	Куйма (тош)	0,84
Оҳак	0,92	Магнезия	0,92
Чаолин	0,92	Мис	0,385
Пўлат	0,50	Шиша	0,42-0,84
Нафталин	1,30	Текстолит	1,47
Парафин	2,72	Целлюлоза	1,55
Пўкак	1,68	Чўян	0,50
Резина	1,68	Жун	1,63
Кўрғошин	0,13	Шлак	0,75

ЭТИЛ СПИРТИ-СУВ АРАЛАШМАСИНИҢ ҚАЙНАШ  
ТЕМПЕРАТУРАСИ

Суюқлик эги спирт микдори		айча ш температура-си, °C	Бугдаги спирт ми. дори		Суюқликдаги спирт ми. дори		айна ш емпер ура-си °C	Бугдаги спирт микдори	
мас	% мол	°C	% мас	% мол	% мас	% мол	°C	% мас	% мол
0,01	0,004	99,9	0,15	0,053	25,00	11,53	85,7	68,6	3,08
0,50	0,19	99,3	6,1	2,48	31,00	14,95	84,5	71,7	49,77
1,00	0,39	98,75	10,75	4,51	36,00	18,03	83,7	73,5	57,04
5,00	2,01	94,96	37,0	18,68	40,00	20,68	83,1	74,6	53,46
10,00	4,16	91,3	52,2	29,92	45,00	24,25	82,45	75,9	55,82
15,00	6,46	89,0	60,0	36,98	50,00	28,12	81,9	77,0	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 СОЛИШТИРМА  
ИССИҚЛИК СИФИМЛАРИНИНГ ҚИМАТЛАРИ [18].

Сут ва сут Маҳсуло.лари	Температура, °С			
	0	15	40	60
Зардоб	0,978	0,976	0,974	0,972
Ёғизлаштирилган сут	0,940	0,943	0,952	0,963
Ёғли сут	0,929	0,938	0,930	0,918
Қаймоқ 15 %	0,750	0,923	0,899	0,9
60%	0,560	1,053	0,721	0,737
Ёғ	0,512	0,527	0,556	0,580
Ёғ доначалари	0,445	0,407	0,500	0,530

ГАЗЛАРНИНГ МОЛЯР ИССИҚЛИК СИФИМИ

[кЖ/кмоль·К]

Босим p = 1 атм

Газ	Температура, °С			
	0	100	300	600
N, O, C оксиди	29,0	29,3	30,0	31,0
Аммиак	35,3	37,9	43,2	51
Водород	29,1	29,3	29,7	30,4
Сув буғи	35,0	35,5	36,7	39,3
С ва S диоксиди	38,6	41,1	47	54,33
Ме.л	35,7	39,7	46,8	59,8
Олтинугурт (H <sub>2</sub> )	34,3	35,8	38,8	43,3
Хлор	36,3	36,4	36,7	37,0

МЕВАЛАРНИНГ АБСОЛЮТ ҚУРУҚ МОДДАЛАРИНИНГ  
СОЛИШТИРМА ИССИҚЛИК СИФИМИ [25].

Маҳсулот	$\rho$ , кг/л	$c$ , Ж/кг·К
Олма	804 - 889	1395
Беги	950 - 1092	1376
Нок	850 - 1130	1381
Олхўри	932 - 1089	1391
Ўлча	886 - 1109	1385
Шафтоли	933 - 1081	1397
Олча	970 - 1092	1390
Гилос	970 - 1050	1404
Ушум	1036 - 1100	1412
Малчи	950 - 1020	1385
Рябица	960 - 1010	1380
Смородина	1000 - 1070	1375

ТЕМПЕРАТУРА 0-100 °C да ҚАТТИҚ МАТЕРИАЛЛАРНИҢ  
ЎРТАЧА СОЛИШГИ МА ИССИҚЛИК СИҒИМИ, кЖ/(кг·К)

Материал номи	C	Материал номи	C
Алюминий	0,52	Тош кўмир	1,30
Асбест	0,84	Кварц	0,80
Бетон	1,13	Фишт (сизил)	0,92
Кумуш	0,385	Фишт (оловбардош)	0,88-1,01
Винилпласт	1,76	Кокс	0,84
Лой	0,92	Латунь	0,394
Ёғоч (қарағай)	2,72	Муз	2,14
Темир	0,50	Куйма (тош)	0,84
Оҳак	0,92	Магнезия	0,92
Шаолин	0,92	Мис	0,385
Пўлат	0,50	Шиша	0,42-0,84
Нафталин	1,30	Текстолит	1,47
Графин	2,72	Целлюлоза	1,55
Пўкак	1,68	Чўян	0,50
Резина	1,68	Жун	1,63
Қўрғошин	0,13	Шлак	0,75

ЭТИЛ СПИРТИ-СУВ АРАЛАШМАСИНИНГ ҚАЙНАШ  
ТЕМПЕРАТУРАСИ

Суюқлик эги спирт микдори		айна ш темпе- ратура- си, °C	Бугдаги спирт ми. дори		Суюқликдаги спирт ми. дори		айна ш емпер- ура-си °C	Бугдаги спирт микдори	
мас	% мол	°C	% мас	% мол	% мас	% мол	°C	% мас	% мол
0,01	0,004	99,9	0,13	0,053	25,00	11,53	85,7	68,6	5,08
0,50	0,19	99,3	6,1	2,48	31,00	14,93	84,5	71,7	49,77
1,00	0,39	98,75	10,75	4,51	36,00	18,03	83,7	73,5	52,04
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	42,63	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 МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ СОЛИШТИРМА  
ИССИҚЛИК СИФИМЛАРИНИНГ ҚИМАТЛАРИ [18].

Сут ва сут МаҳсулоTLари	Температура, °С			
	0	15	40	60
Зардоб	0,978	0,976	0,974	0,972
Ёғизланган сут	0,940	0,943	0,952	0,963
Ёғли сут	0,929	0,938	0,930	0,918
Каймоқ 15 %	0,750	0,923	0,899	0,9
60 %	0,560	1,053	0,721	0,737
Ёғ	0,512	0,527	0,556	0,580
Ёғ доначалари	0,445	0,407	0,500	0,530

ГАЗЛАРИНИНГ МОЛЯР ИССИҚЛИК СИФИМИ

[кЖ/кмоль·К]

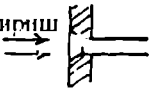
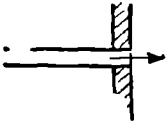
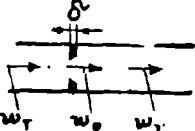
Босим  $p = 1$  атм

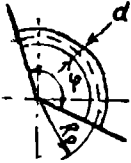
Газ	Температура, °С			
	0	100	300	600
N, O, C оксиди	29,0	29,3	30,0	31,0
Аммиак	35,3	37,9	43,2	51,1
Водород	29,1	29,3	29,7	30,4
Сув буғи	35,0	35,5	36,7	39,3
C ва S диоксиди	38,6	41,1	47,7	54,33
Me л	35,7	39,7	46,8	59,8
Олтинугурт (H <sub>2</sub> )	34,3	35,8	38,8	43,3
Хлор	36,3	36,4	36,7	37,0

МЕВАЛАРИНИНГ АБСОЛЮТ ҚУРУҚ МОДДАЛАРИНИНГ  
СОЛИШТИРМА ИССИҚЛИК СИФИМИ [25].

Маҳсулот	$\rho$ , кг/л	$c$ , К/кг·К
Олма	804 - 889	1395
Беги	950 - 1092	1376
Нок	850 - 1130	1381
Олхўри	932 - 1089	1391
Ўчк	886 - 1109	1385
Шафтоли	933 - 1081	1397
Олча	970 - 1092	1390
Гилос	970 - 1050	1404
Ушум	1036 - 1100	1412
Малгина	950 - 1020	1385
Рябина	960 - 1010	1380
Смородина	1000 - 1070	1375


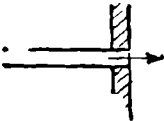
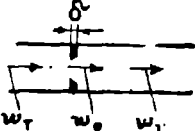
## МАҲАЛЛИЙ ҚАРШИЛК КООФФИЦИЕНТЛАРИ


Қаршиликлар тури	Маҳаллий қаршилк коэффициентларининг қийматлари																												
Трубага кириш 	Ўткир қиралли: $\zeta = 0,5$ силликланган қирралли: $\zeta = 0,2$																												
Трубадан чиқиш 	1.49) формула ёрдамида $\Delta p$ ҳисобланса шбу $\zeta$ қаршилк қиймати ҳисобга линмайди  $\zeta = 1$																												
Тўғри трубада уткир қирралли диафрагма  <p> <math>d</math> - диафрагма тешиги, м;  <math>\delta</math> - диафрагма қалинлиги,              м; <math>w</math> - оқимнинг              тешиктаги ўртача тезлиги,              м/с;  <math>w_0</math> - оқимнинг трубадаги              ўртача тезлиги, м/с  <math>m = (d_0/D)^2</math> <math>D</math>              труба тешигининг диаметри, м.           </p>	$\frac{\delta}{d_0} = \nu - 0,015$ бўлганда, босимнинг йўқотилиши $\Delta p = \zeta \cdot \frac{\rho w^2}{2}$ га тенг бўлади. $\zeta$ нинг қиймати ушбу жадвалдан $\zeta$ топилади.																												
	<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>40,0</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	40,0	$m$	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	40,0																							
$m$	0,24	0,2	0,34	0,5	0,7	0,9																							
$\zeta$	370	22,3	13,1	4,00	0,97	0,15																							

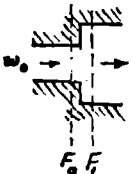
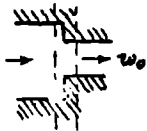
<p>Д - талок ёки тўртбурча кўндаланг кесимли тирсак</p> 	<p>Қаршилик коэффициенти куйидаги жадвалдан топилади</p> <p style="text-align: center;"><math>\zeta = AB</math></p>																							
	<p>Ф бундаги градус</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>20</td> <td>45</td> <td>90</td> <td>130</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0,31</td> <td>0,6</td> <td>1,0</td> <td>1,120</td> <td>1,40</td> </tr> </table>						20	45	90	130	180	A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40							
	20	45	90	130	180																			
A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40																			
<p>d - трубаинг чки диаметри, м; R<sub>0</sub> - трубаинг буюклиши радиуси</p>	<table border="1"> <tr> <td>R/d</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0,21</td> <td>0,15</td> <td>0,11</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> <td>0,04</td> <td>0,03</td> </tr> </table>					R/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50	B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03			
R/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50																	
B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03																	
<p>90° ли стандарт чўян тирсак</p>	<p>Шартли ўтиш, мм</p>	12,5	25	37	50																			
	$\zeta$	2,2	2	1,6	1,1																			
<p>Нормал вентиль</p>	<p>Вентиль тўлик очик бўлганда кийматлари:</p>																							
	<table border="1"> <tr> <td>D, мм</td> <td>13</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>80</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10,8</td> <td>16,0</td> <td>4,9</td> <td>4,0</td> <td>4,1</td> <td>4,7</td> <td>5,1</td> <td>5,5</td> <td></td> </tr> </table>					D, мм	13	20	40	80	100	150	200	250	350		10,8	16,0	4,9	4,0	4,1	4,7	5,1	5,5
D, мм	13	20	40	80	100	150	200	250	350															
	10,8	16,0	4,9	4,0	4,1	4,7	5,1	5,5																
<p>Тўри йўлли</p>	<p>Re <math>\geq 3 \cdot 10^3</math> бўлганда <math>\zeta</math> куйидаги жадвалдан аниқланади:</p>																							
	<table border="1"> <tr> <td>D, мм</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>76</td> <td>150</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,04</td> <td>0,79</td> <td>0,60</td> <td>0,42</td> <td>0,37</td> </tr> </table>					D, мм	25	50	76	150	250	$\zeta$	1,04	0,79	0,60	0,42	0,37							
D, мм	25	50	76	150	250																			
$\zeta$	1,04	0,79	0,60	0,42	0,37																			
	<p>Re <math>&lt; 3 \cdot 10^3</math> бўлганда, қаршилик коэффициент <math>\zeta = \zeta_1 \cdot K</math>  <math>\zeta</math> киймати Re <math>&gt; 3 \cdot 10^3</math> дагидек топилади,  <math>K</math> киймати эса ушбу жадвалда берилган:</p>																							



## МАҲАЛЛИЙ ҚАРШИЛ К КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ

Қаршиликлар тури	Маҳаллий қаршиллик коэффициентларининг қийматлари																												
Трубага кириш 	Ўткир қиралли: $\zeta = 0,5$ силликланган қирралли: $\zeta = 0,2$																												
Трубадан чиқиш 	1.49) формула ёрдамида $\Delta p$ ҳисобланса шбу $\zeta$ қаршиллик қиймати ҳисобга линмайди  $\zeta = 1$																												
Тўғри трубада уткир қирралли диафрагма  <p> <math>d</math> - диафрагма тешиги, м;  <math>\delta</math> - диафрагма қалинлиги,              м; <math>w</math> - оқимнинг              тешикдаги ўртача тезлиги,              м/с;  <math>w</math> - оқимнинг трубадаги              ўртача тезлиги, м/с  <math>m = (d/D)^2</math> <math>D</math>              труба ичк диаметри, м.           </p>	$\frac{\delta}{d_0} = \nu - 0,015$ бўлганда, босимнинг йўқотилиши $\Delta p = \zeta \cdot \frac{\rho w^2}{2}$ га тенг бўлади.. $\zeta$ ининг қиймати ушбу жадвалдан $\zeta$ топилади.																												
	<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>40,0</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	40,0	$m$	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	40,0																							
$m$	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>Дуалок ёки тўртбурча кўндаланг кесимли тирсак</p> 	<p>Қаршилик коэффициентлари куйидаги жаadwalдан топилади</p> <p style="text-align: center;"><math>\zeta = AB</math></p> <table border="1" data-bbox="471 160 955 314"> <tr> <td>Ф бўлганда</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>градус</td> <td>20</td> <td>45</td> <td>90</td> <td>130</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0,31</td> <td>0,6</td> <td>1,0</td> <td>1,120</td> <td>1,40</td> </tr> </table>	Ф бўлганда						градус	20	45	90	130	180	A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40		
Ф бўлганда																					
градус	20	45	90	130	180																
A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40																
<p>d - трубаинг чки диаметри, м; R<sub>0</sub> - трубаинг бўкланиш радиуси</p>	<table border="1" data-bbox="471 314 955 486"> <tr> <td>R/d</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0,21</td> <td>0,15</td> <td>0,11</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> <td>0,04</td> <td>0,03</td> </tr> </table>	R/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50	B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03				
R/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50														
B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03														
<p>90° ли стандарт чўян тирсак</p>	<table border="1" data-bbox="471 486 955 631"> <tr> <td>Шартли ўтиш, мм</td> <td>12,5</td> <td>25</td> <td>37</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>2,2</td> <td>2</td> <td>1,6</td> <td>1,1</td> </tr> </table>	Шартли ўтиш, мм	12,5	25	37	50	$\zeta$	2,2	2	1,6	1,1										
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> <table border="1" data-bbox="471 748 955 864"> <tr> <td>D, мм</td> <td>13</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>80</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10,8</td> <td>16,0</td> <td>4,9</td> <td>4,0</td> <td>4,1</td> <td>4,1</td> <td>4,7</td> <td>5,1</td> <td>5,5</td> </tr> </table>	D, мм	13	20	40	80	100	150	200	250	350		10,8	16,0	4,9	4,0	4,1	4,1	4,7	5,1	5,5
D, мм	13	20	40	80	100	150	200	250	350												
	10,8	16,0	4,9	4,0	4,1	4,1	4,7	5,1	5,5												
<p>Тўри йўлли</p>	<p>Re <math>\geq 3 \cdot 10^5</math> бўлганда <math>\zeta</math> куйидаги жаadwalдан аниқланади:</p> <table border="1" data-bbox="471 981 955 1097"> <tr> <td>D, мм</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>76</td> <td>150</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>1,04</td> <td>0,79</td> <td>0,60</td> <td>0,42</td> <td>0,37</td> </tr> </table>	D, мм	25	50	76	150	250	$\zeta$	1,04	0,79	0,60	0,42	0,37								
D, мм	25	50	76	150	250																
$\zeta$	1,04	0,79	0,60	0,42	0,37																
	<p>Re <math>&lt; 3 \cdot 10^5</math> бўлганда, каршилик коэффициент <math>\zeta = \zeta_0 \cdot K</math>  <math>\zeta_0</math> киймати Re <math>&gt; 3 \cdot 10^5</math> дагидек топилади,  <math>K</math> киймати эса ушбу жаadwalда берилган:</p>																				

	Re	5000	20000	100000	300000			
	K	1,40	0,94	0,91	1			
Кран	Шартли ўтиш диаметри, мм	13	19	25	32	38	50 ва юқори	
Задвижка	Шартли ўтиш Диаметри, мм	15-10	175-200	300	ва юқор			
	$\zeta$	0,5	0,25	0,15				
Трубаги г б дан кенгайиш		$Re = \frac{w_0 \cdot d_1}{\nu}$	$F_0 / F_1$					
			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
Трубагини 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> ; – 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	0,90	0,80
		1000	0,64	1,60	1,4	1,35	0,30	0,24
		3000	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
		3500	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20

ЛАМИН. РЕЖИМДА ТҮРЛИ КЎНДАЛАНГ  
КЕСИМЛАР УЧУН ЭКВИВАЛЕНТ ДИАМЕТР  $\lambda_A$   
А КОЭФФИЦИЕНТ ҚИЙМАТЛАРИ

Кўндаланг кесим шакли	$d$	$A$
$d$ – диаметри айлана	$d$	64
$a$ – томонли квадрат	$a$	57
$a$ – томонли тенг ёнли учбурчак	0,58a	53
$a$ – кенгл. кка ўга халса	2a	96
$a$ и $b$ томонли тўғри тўртбурчак		
$a/b=0$	2a	96
$a/b=0,1$	1,81a	85
$a/b=0,25$	1,6a	73
$a/b=0,5$	1,3a	62
Эллипс ( $a$ – кичик ярим ўк, $b$ – катта ярим ўк):		
$a/b=0,1$	155a	73
$a/b=0,3$	1,4a	68
$a/b=0,5$	1,3a	78

55-жадвал

ДИАФРАГМАНИНГ 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	0,6159	0,6340	0,6600	0,6950	0,8019

$d_1$  – диафрагма тешигининг диаметри,  $m = (d_1/d)^2$

## ТУЗАТИШ КОЭФФИЦИЕНТЎНИНГ ҚИЙМАТЛАРИ

Труба диаметри, м	$m=0,1$	$m=0,2$	$m=0,3$	$m=0,4$	$m=0,5$	$m=0,6$	$m=0,7$
0,05	1,0037	1,0063	1,0082	1,0118	1,0144	1,017	1,02
0,10	1,0024	1,0045	1,0064	1,0065	1,0108	1,013	1,014
0,20	1,0017	1,0023	1,0034	1,004	1,0052	1,006	1,007
0,30	1,0005	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001	1,001

$m=(d_1/d)^2$

БЎЛАК МАТЕРИАЛ ХАЛҚАЛРИДАН ТАШКИЛ ТОПГАН  
СКРУББЕР НАСАДКАЛАРИНИНГ ТАВСИФИ

Насадкалар тури	Насадка элементи нинг ўлчамлари, мм	1 м насадка ли хажм- даги эле- ментлар сони	Ўйи ҳажми, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Солиши тирма юза, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	1 м <sup>3</sup> ҳажм даги на- садка оғиши, кг
Фарфор халқалар	8,3x1,5	1405000	0,64	570	600
Керамик халқалар	15x15x2	25000	0,70	330	690
"	35x35x4	20200	0,78	140	505
"	50x50x5	6000	0,785	87,5	530
Пулат халқалар	35x35x2,5	19000	0,83	147	
"	50x50x1	6000	0,95	110	430
Шағал (дўчалок)	42	14400	0,388	80,5	
Анцезит (бўлақлари)	43,2	12600	0,335	68	1200
Кокс (бўлақлари)	42,6	14000	0,56	77	455
"	24,4	64800	0,532	20	1600
Аммиак синтези					
Катализаторлари	6,1	500000	0,465	90	2420
СО конверсияси катализатори	d=11,5 h=6	1085000	0,38	460	1100

ПОРШНЛИ НАСОСЛАР ЁРДАМИДА  
СУВНИ УЗАТИШ ДАВРИДАГИ СЎРИШ БАЛАНДЛИГИ

Насоснинг айлан- ниш частотаси, айл/мин	Сув температураси, °С						
	0	20	30	40	50	60	70
50	7	6,5	6	5,5	4	2,5	0
60	6,5	6	5,5	5	3,5	2	0
90	5,5	5	4,5	4	2,5	1	0
120	4,5	4	3,5	3	1,5	0,5	0
150	3,5	3	2,5	2	0,5	0	0
180	2,5	2	1,5	1	0	0	0

ТУРЛИ ХИЛДАГИ АРЛАШТИРГИЧЛАР УЧУН  
C ва m КОНСТАНТАЛАР ҚИЙМАТЛАРИ

Арлаштиргичлар р тузилиши	Геометрик таърифнома			Константала р сон қиймати		Эслатма	
	$H/d$	$D/d$	$h/d$	$c$	$m$		
Икки паррақли	2	2	0,36	111,0 11,35	1,0 0,31	Re < 20 Re=100÷5 · 10 <sup>4</sup>	
	3	3	0,33	6,8	0,2		
2 паррақли, парра ги 45° остида	3	3	0,33	4,05	0,2	аррак шакли думалок	
4 паррақли	3	3	0,33	3,52	0,2		
парраги 45° остида	3	3	0,33	5,05	0,2		
4 паррақли, парра ги 60° остида	3	3	0,33	6,20	0,18		
Якорли 2 паррақли	1,11	1,11	0,1	6,2	0,25		
Тўрт паррақли	1,11	1,11	0,11	6,0	0,25		
Пропеллерли уч паррақли, 22,5°	3	3	0,33	0,98	0,15		
Пропеллерли, уч паррақли	3,5	3,8	1	230 4,63 1,19	1,67 0,35 0,15		Re < 80 Re < 5 · 10 <sup>3</sup> Re < 3 · 10 <sup>3</sup>
Турбинали уч пар- рақли	3	3	0,33	3,90	0,2		



**БИНАР АРАЛАШМАЛАРНИНИГ СУЮКЛИК ВА  
БУҒЛАРИНИНИГ МУВОЗАНАТ ТАРКИБИ**

P<sub>абс</sub> = 160 мм. сим. т.

Метил спирт - сув			Хлороформ - бензол		
t, °C	% (мол) метил спирти		t, °C	% (мол) хлороформ	
	суюкликда	буғда		суюкликда	буғда
100,0	0	0	80,6	0	0
96,4	2	13,4	79,	8	10
93,5	4	23,0	79,0	15	20
87,7	10	41,8	77,3	29	40
81,7	20	51,9	76,4	36	50
78,0	30	65,5	75,3	44	60
73,1	50	77,9	71,9	66	80
64,5	100	100,0	61,4	100	100

Сув - сирка кислота			Азот - кислород		
t, °C	% (мол) сув		t, °C	% (мо.) азот	
	суюкликда	буғда		суюк. кда	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



**СУВ-СПИРТ БУҒЛАРИНИҢ КОНТЕНСАЦИЯЛАНИШ  
ТЕМПЕРАТУРАСИ ВА 10<sup>5</sup> Па БОСИМДАҒИ ЭНТАЛПИЯСИ**

<i>Буғ аркиби ағи спирт хажми, % мас.</i>	<i>онденсациялау штемpera град, °C</i>	<i>Суолык ентальпиясi, кЖ/кг</i>	<i>Буғ хосил қилиш ессиклиги г, кЖ/кг</i>	<i>Буғның ентальпияси i, кЖ/кг</i>	<i>Буғның зиглиги, ρ, кг/м<sup>3</sup></i>
0	100	418,70	2256,7	2675	0,589
-	5,4	424,56	2185,6	2610	0,620
10	98,8	426,24	2114,1	2540	0,645
15	98,1	423,3	2045,0	2466,5	0,667
20	97,6	429,79	1972,1	2392,9	0,694
25	97,0	423,37	1902,9	2383,4	0,722
30	96,0	417,86	1833,9	225,5	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	1,145
80	80,8	260,01	1143,0	1403,0	1,214
85	89,6	249,96	1071,8	1321,8	1,295
90	78,7	237,40	996,5	1233,9	1,380
95	78,2	222,71	925,3	1148,0	1,480
100	78,3	209,76	854,1	1063,9	1,598

Кожу диаме три, мм	рубан инг цамет ри, мм	Иул лар сон и	Трубал арнинг узунлиг сони	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м <sup>2</sup>							Трубалара ро бўшли оқининг энг тор қўдаланг кесим юзаси, м <sup>2</sup>	Труба бўш лигининг қўдаланг кесим юзаси, м <sup>2</sup>
				1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0		
159	20x2	1	19	1,0	2,0	2,5	3,5				0,003	0,004
	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
		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
400	20x2	2	56			9,0	13	17,5			0,013	0,010
		1	181			23,0	34	46,0	68		0,017	0,036
	25x2	2	166			21,0	31	42,0	63		0,017	0,017
600	25x2	1	111			17,0	26	35,0	52		0,020	0,038
		2	100			16,0	24	31,0	47		0,020	0,017
	20x2	1	389			49	77	98	147		0,041	0,078
		2	370			47	70	93	139		0,041	0,037
25x2	20x2	4	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

		2	240		38
		4	206		32
		6	196		31
800	20x2	1	717		90
		2	690		87
		4	638		80
		6	618		78
	25x2	1	466		73
		2	442		69
		4	404		63
		61	386		60
1000	20x2	2	1173		
		4	1138		
		61	1072		
		2	1044		
	25x2	4	747		
		61	718		
		2	666		
		4	642		
1200	20x2	1	1701		
		2	1658		
		4	1580		
		6	1544		
	25x2		1087		
			1048		
			986		
			958		

57	75	113		0,040	0,042
49	65	97		0,040	0,018
46	61	91		0,037	0,011
135	180	270	405	0,069	0,144
130	173	260	390	0,069	0,069
120	166	240	361	0,069	0,030
116	155	233	349	0,065	0,020
109	146	219	329	0,070	0,161
104	139	208	312	0,070	0,077
95	127	190	285	0,069	0,030
90	121	181	271	0,065	0,022
221	295	442	663	0,101	0,236
214	286	426	643	0,101	0,114
202	269	404	606	0,101	0,051
197	262	393	590	0,096	0,034
176	235	352	528	0,106	0,259
169	226	338	507	0,106	0,124
157	209	314	471	0,106	0,055
151	202	302	454	0,102	0,036
	427	641	961	0,145	0,342
	417	625	937	0,145	0,165
	397	595	893	0,145	0,079
	388	582	873	0,131	0,049
	340	510	766	0,164	0,375
	329	491	740	0,164	0,179
	310	469	697	0,164	0,084
	301	451	677	0,142	0,052

Бо- сим, МПа	Кожух диаметри мм	Йўллар соғи	Диаметри 20x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м							
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	
<i>Кожух трубади совуғичлар массаси, кг</i>										
1,6	159	1	174	196	217	263				
1,6	273	1	320	388	55	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	6700	
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	13400	18900	

Босим, МПа	оғуҳ ди метри, мм	Йўллар сони	Диаметри 25x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м							
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	
<i>Кожуҳ-трубаларин совуткичлар 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	8100	1400	
0,6	1200	1					8000	11250	16000	
0,6	1200	2,4,6					8700	11850	16550	

65 жадвал давоми

Боси м. МПа	Кожух диамет- ри, мм	Иўдлар соши	Диаметри 20x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м					
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0
<i>Буелатич ва конденсаторлар массаси, кг</i>								
1,0	600	1						
1,0		2,4,6			1970	420	3320	
1,6		1						
1,6	800	2,4,6			2050	2510	3450	
1,0		1						
1,0		2,4,6			3600	4400	5900	
1,6	1000	1						
1,6		2,4,6			3850	4500	6100	
1,0		1						
1,0	1200	2,4,6			5450	6700	9250	
1,6		1						
1,6		2,4,6			5750	7100	9700	
1,0	1400	1						
1,0		2,4,6				10100	13450	
1,6		1						
1,6	1400	2,4,6				10400	13700	
1,0		1						
1,0		2,4,6						18390
1,6	1400	1						
1,6		2,4,6						18790

Боси м, МПа	Кожух диамет- ри, мм	Иўлла сони	Диаметри 25x2 мм бўлган 7, убалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
<i>Буғлаткич ва конденсатор эр массаси, кг</i>									
1,0	500	1			1340				
1,0		2,4,6				1970	2420	3320	
1,6		1				-	-	-	
1,6		2,4,6				2050	2510	3450	
1,0	800	1				-	-	-	
1,0		2,4,6				3600	4400	5900	
1,6		1				-	-	-	
1,6		2,4,6				3850	4500	6100	
1,0	1000	1				-	-	-	
1,0		2,4,6				5450	6700	9250	
1,6		1				-	-	-	
1,6		2,4				5750	7000	9700	
1,0	1200	1				-	-	-	
1,0		2,4,6				-	10000	13450	
1,6		1				-	-	-	
1,6		2,4,6				-	10400	13700	
1,0	1400	1				-	-	-	
1,0		2,4,6				-	-	18390	
1,6		1				-	-	-	
1,6		2,4,6				-	-	18790	



Кожух диаметри, мм	Труба бўшлиғи учун г/туцерларнинг шартли ўтиш диаметри, мм				Трубалараро бўшлиғи учун г/туцерларни г шартли ўтиш диаметрлари, мм
	Ўўлар сони				
	1	2	4	6	
159	80				80
273	100				100
325	150	100			100
400	150	150			150
600	200	200	150	100	200
800	250	250	200	150	250
1000	300	300	200	150	300
1200	350	350	250	200	350
1400		350	250	200	

Кожух диаметри, мм	Қуйдаг. 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 ЛИ ТРУБАЛАРДАН ЯСАЛГАН КОЖУХ-ТРУБАЛИ  
КОНДЕНСАТОР ВА ИСИТКИЧЛАРНИНГ ИССИҚЛИК  
АЛМАШИНИШ ЮЗАСИ**

Кожух ички чамет ри, мм	Трубалар оқи		Труба диаметри, мм				Кури ма тури
	умумий	бир йўл	2	3	4	6	
			Иссиқлик алмашиниш юзаси, м (ташқи д бўйича)				
<b>Бир йўлли</b>							
600	216	261	40	61	81		Исит кич ИК
800	473	473	74	112	150		
1000	783	783	121	182	244		
1200	1125	1125	-	260	348		
1400	1549	1549	-	358	480	-	
<b>Икки 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>Тўрт йўлли</b>							
600	210	52,5		49	65	98	КН, КК конденс аторлар
800	408	102		96	128	193	
1000	702	175,5		163	218	329	
1200	928	257		-	318	479	
1400	1434	58,5	-	-	-	672	
<b>Олти йўлли</b>							
600	198	33		46	62	93	
800	392	65,3		93	123	185	
1000	678	113		160	213	319	
1200	1000	166,6		-	314	471	
1400	1400	223,3	-	-	-	559	

АТМОСФЕРА БОСИМИДА ҚАЙНАЙДИГАН БАЪЗИ СУВЛИ  
ЭРИТМАЛАР КОНЦЕНТРАЦИЯСИ

масс. %

Эриган молда	Қ...йнаш 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	40,8 <sup>2</sup>
	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	18,31	24,24	27,57	32,24	37,69	43,97	50,86	56,04
	13,19	23,66	32,23	39,20	45,11	54,65	62,34	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	3,77
	6,19	11,03	14,67	17,69	20,32	25,09			-
	8,26	15,61	21,87	27,53	32,43	40,47	49,87	60,94	68,94
	15,26	24,81	30,73						
	9,42	17,22	23,72	29,18	33,86				
	26,95	39,98	40,88	44,47					
	20,00	31,22	37,89	42,92	46,15				
	6,10	11,25	15,96	19,30	22,89	28,37	35,90	46,95	

Эриган молда	Темп р а т у р а, °С								
	125	140	160	180	200	220	240	260	300
aCl <sub>2</sub>	45,80	57,89	68,94	75,8					
Cl <sub>2</sub>	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 ТАРЕЛҚАЛАРНИНГ ЎРТАЧА ф.и.к.

Қурилма	Тарелқалар хили	$\eta$
Брага ҳайдаш		
брага колоннаси	..кки 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	Кўп қалпоқчали	0,5
Брага ректификацион		
брага колоннаси	Икки марта қайнатадиган, Ғалвирсимон	0,5
эпюрацион	кўп қалпоқчали	0,7
ректификацион	кўп қалпоқчали	0,5

БАЪЗИ ОРГАНИК МОДДАЛАРНИНГ СОЛИШТИРМА  
АДСОРБЦИЯ ИССИҚЛИГИ

Модда	Формула	Адсорбция иссиқлиги	
		кЖ/ кмоль	кЖ/кг
Бензин		50280	628,5
Бензол	$C_6H_6$	61590	789,8
Бутил хлорид	$CH_3(CH_2)3Cl$	65360	706,4
Бутил хлорид      скиламчи	$CH_3CHClC_2H_5$	69340	652,4
Бутил хлорид      учламчи	$(CH_3)_2CCl$	56980	615,9
Дихлорметан	$CH_2Cl_2$	51960	511,3
Изопропил хлорид	$CH_3CHClCH_3$	54890	699,3
Метан	$CH_4$	18860	1230
Метил хлорид	$CH_3Cl$	38550	160,4
Пропил хлорид	$CH_3(CH_2)_2Cl$	61170	779,3
Олтин турт углерод	$CS_2$	22380	689,3
Метил спирти	$CH_3OH$	54890	1715
Пропил спирти	$C_3H_7OH$	68720	1145
Этил спирти	$C_2H_5OH$	62850	1366
Тўрт хлорли углерод	$CCl_4$	64110	15,2
Хлороформ	$CHCl_3$	60760	508,2
Этил бромид	$C_2H_5Br$	58240	534,6
Этил йодид	$C_2H_5I$	58660	37,3
Этил хлорид	$C_2H_5Cl$	50280	79,3
Этилформиат	$HC_2H_3O_2$	60760	8820,8
Диэтил эфир	$(C_2H_5)_2O$	64950	877,8

АЙРЛИМ ГАЗЛАРНИНГ ДИФФУЗИЯ  
КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ, м<sup>2</sup>/с.

Газ	$P=10^5 \text{ Па}, t=0^\circ \text{C}$ да диффузия коэффициентлари $D_r$			$T=20^\circ \text{C}$ судаги диффузия коэффициенти $D_c \cdot 10^8$
	ҳавода	$\text{CO}_2$ да	$\text{H}_2$ да	
Алот	0,132	0,146	0,674	1,64
Азот оксиди	0,145			1,64
Азот диоксиди	0,119			1,64
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
Олингурут	0,122		0,480	1,47
Диоксиди	0,094			
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

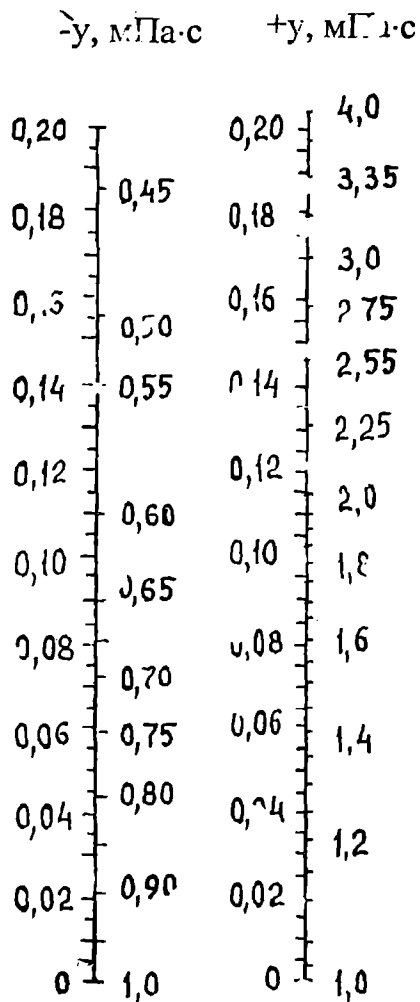
**20°C ТЕМПЕРАТУРАДА СУВДА ЭРИЙДИГАН АЙРИМ  
ГАЗЛАРНИНГ ДИФФУЗИЯ КЭФФИЦИЕНТЛАРИ**

Газ	$D \cdot 10^8, \text{ м}^2/\text{с}$	$D \cdot 10^8, \text{ м}^3/\text{соат}$
Азот	1,9	6,9
Аммиак	1,8	6,6
Водород	5,3	19,1
Углерод диоксида, азот ксида	1,8	6,4
Кислород	2,1	7,5
Хлор, олтингургут водород	1,6	5,8
Хлорли водород	2,3	8,3

74 - жадвал

**АЙРИМ ГАЗЛАРНИНГ СУВЛИ ЭРИТМАЛАРИ УЧУН ГЕНРИ  
КОЭФФИЦИЕНТИ  $E$  НИНИГ СОН ҚИЙМАТЛАРИ**  
( $E, 10^{-6}$  мм.с.м.уст)

Газ	0	10	20	40	80	100
Азот	40,52	50,8	61,1	79,2	95,9	95,4
Ацетилен	0,55	0,73	0,92			
Бром	0,0162	0,02	0,045	0,091	0,307	
Водород	44	48,3	50,9	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	37,7	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	67,3	64,3
Олтингургут водор.	0,203	0,278	0,365	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	5,6
Этилен	4,19	5,84	7,74			



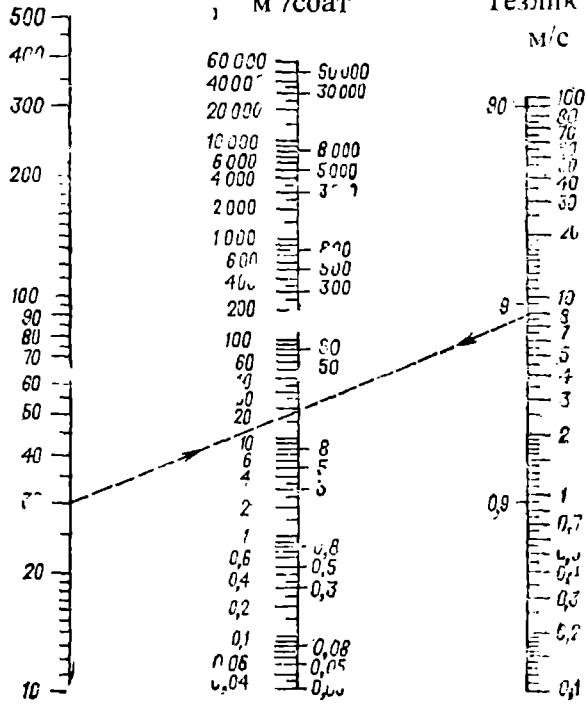
И1-расм. Органик суюқликларнинг динамик қовушоқлик коэффициентини аниқлаш учун номограмма

Диаметр d, мм

Сарф V,

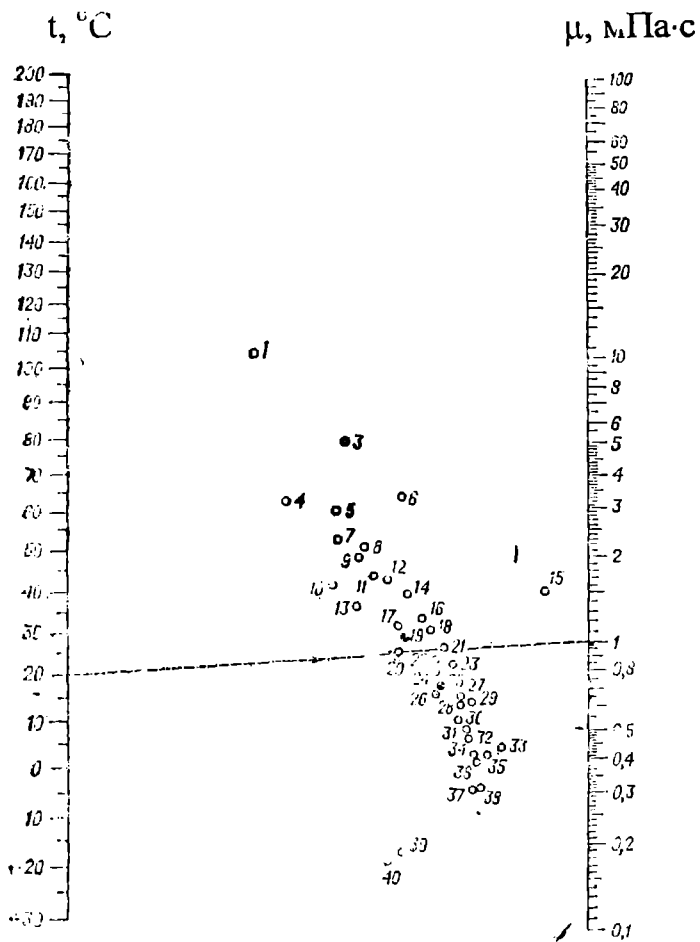
$\text{м}^3/\text{соат}$

Тезлик w,  
 $\text{м}/\text{с}$



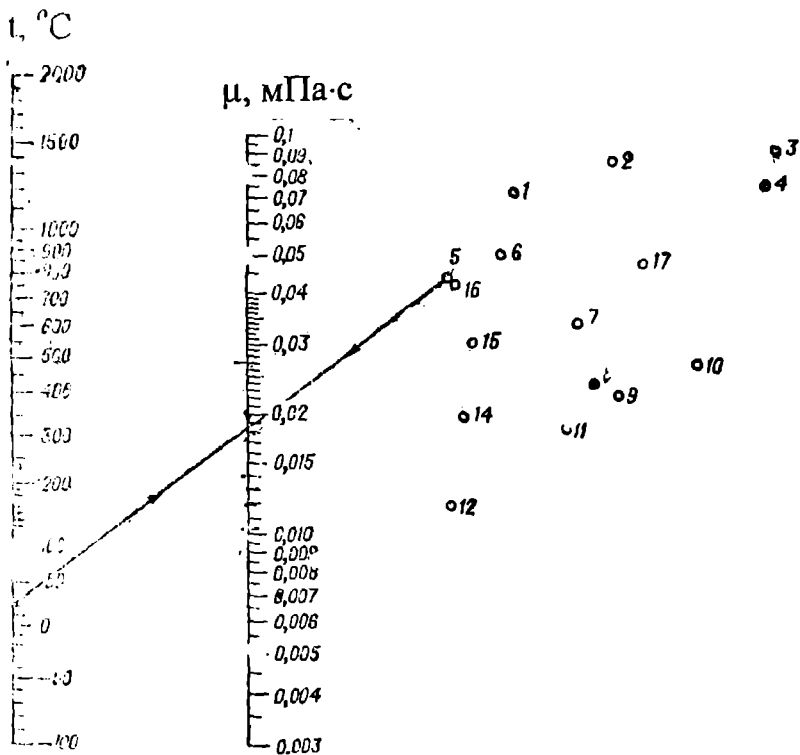
**И2-расм.** Думалоқ кўндаланг қесимли труба қувурларида суюқлик ёки газнинг сарфини аниқлаш учун номограмм





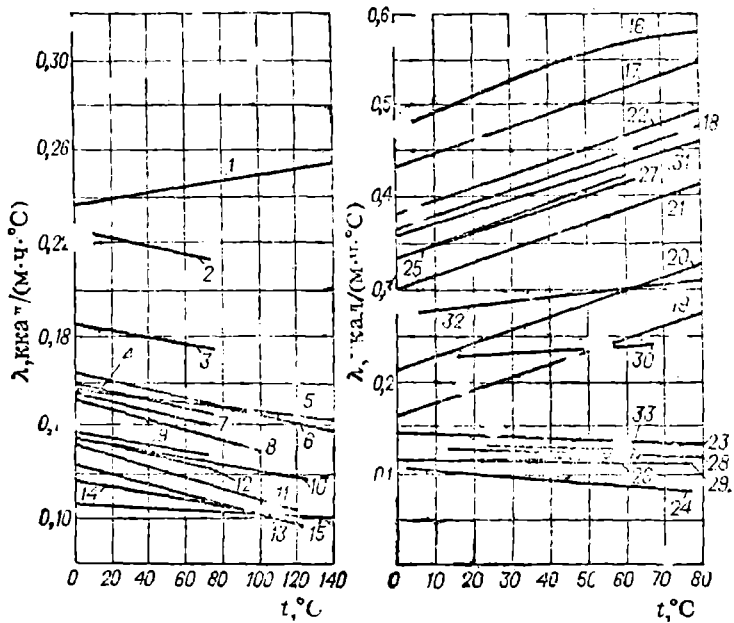
**ИЗ-рasm.** Турли температураларда суюқликларнинг- динамик ковушоқлик коэффициентичи аниқлаш учун номoграмма

Сукциялик	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	7
Нитробензол	14
Этиленгликоль	4
Этил спирти 100%	19
пентан	38
Синтоб	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



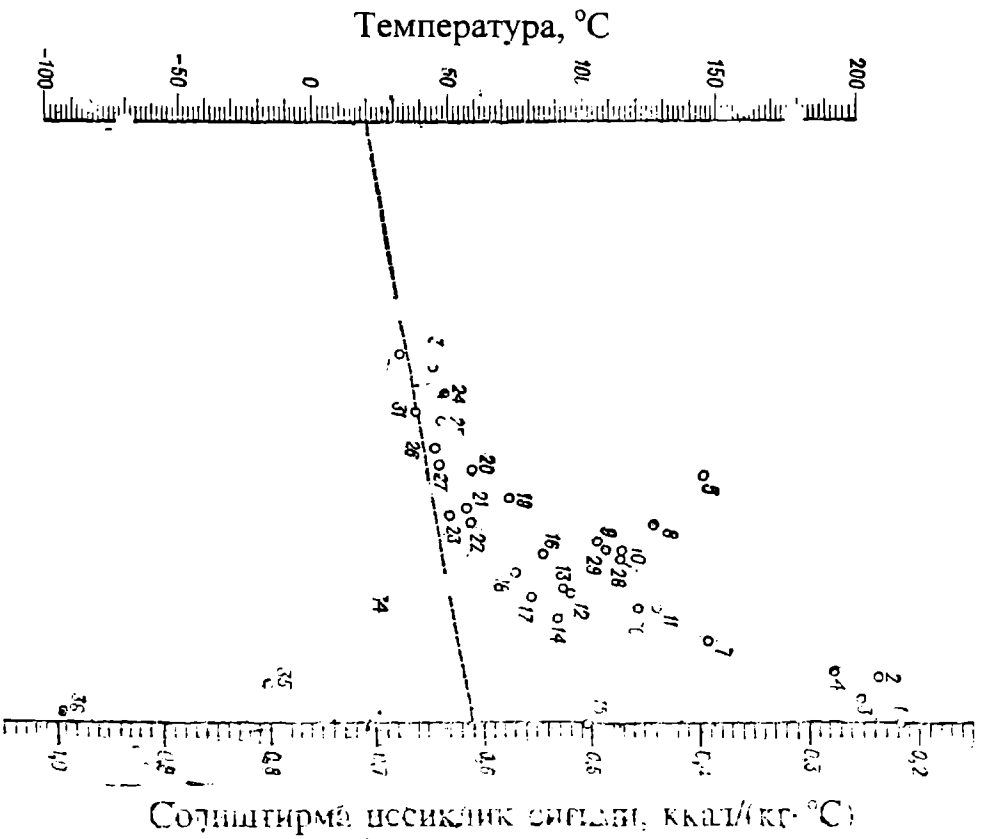
14-расм. Босим  $p = 1$  атм бўлганда газларнинг динамик қонушқлик коэффициентини аниқлаш учун номограмма.

1 - $\text{O}_2$	7 - $\text{SO}_2$	13 - $\text{C}_6\text{H}_6$
2 - $\text{NO}$	8 - $\text{CH}_4$	14 - $9\text{H}_2 + \text{N}_2$
3 - $\text{CO}_2$	9 - $\text{H}_2\text{O}$	15 - $3\text{H}_2 + \text{N}_2$
4 - $\text{HCl}$	10 - $\text{NH}_3$	16 - $\text{CO}$
5 - Хаво	11 - $\text{C}_2\text{H}_6$	17 - $\text{Cl}_2$
6 - $\text{N}_2$	12 - $\text{H}_2$	



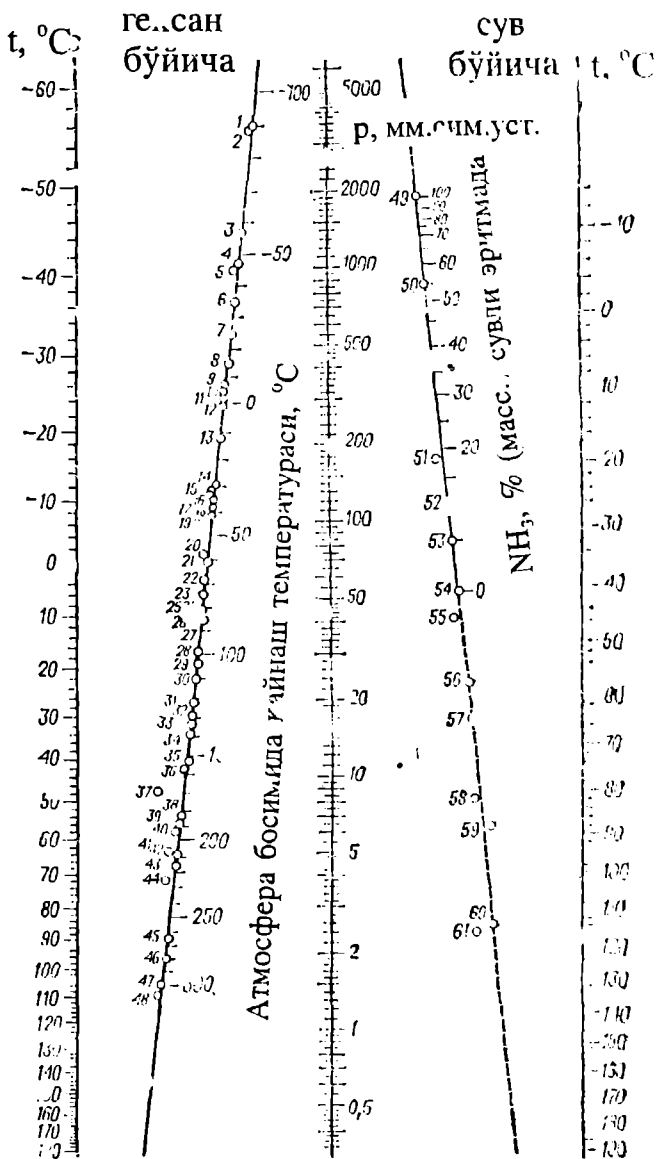
**И5-расм. Айрим суюқликларнинг иссиқлик ўтказувчанлик  
коэффицентлари**

Модда	Чизик рақами	Модда	Чизик рақами
Аммиак 26%	31	Чумоли кислота	2
Анилин	6	Нитробензол	10
Ацетон	8	Экстракт	3
Бензол	11	Сульфат кислота 98%	30
Бутил спирти	9	Селитра	25
Вазелин мойи	15	Водород хлорид 30%	27
Сув	16	Толуол	13
Гексан	26	Сарка кислота	7
Глицерин, сувсиз	1	Кальций хлориди 25%	17
Глицерин 50%	25	Натрий хлориди 25%	18
Диэтил эфир	29	Тўрт хлорли у. перод	24
Изопропил спирти	12	Этил спирти 100%	4
Кастор мойи	5	80%	19
Керосин	28	60%	20
Кислот	14	40%	21
Метил спирти 100%	3	20%	22
40%	32		



Иб-расм. Су-оқликларнинг иссиқлик сыйламини аниқлаш учун номограмма

Модда	Нуқта рақами	Модда	Нуқта рақами
Амилацетат	12	Метил спирти	23
Анилин	14	Октан	15
Ацетон	18	Пропил спирти	25
Бензол	29	Сульфат кислота 100%	7
Этил бромид		Олтингугурт углевод	4
Бутил спирти	24	Водород хлорид 30%	26
Сув	36	Толуол /-60 ÷ 4°C/	28
Гептан	18	/40 ÷ 100°C/	30
Глицерин	21	Сирка кислота 100%	16
Диэтил	8	Хлорбензол	6
Диэтил 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	Тўрт хлорли углевод	2
о-ва м-Ксилол	9	Этилацетат	13
п-Ксилол	10	Этиленгликоль	22
Этил спирти	31		

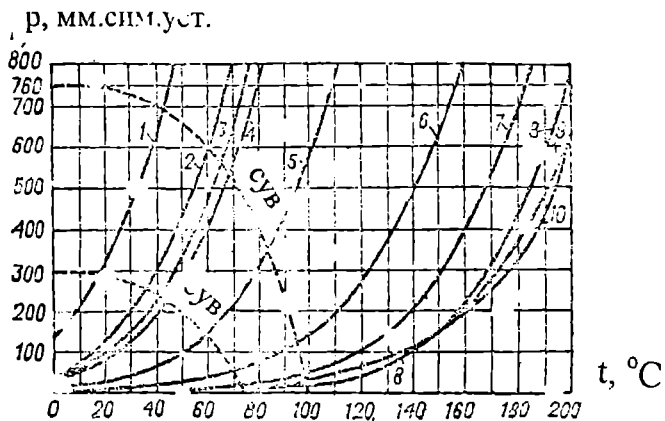


И7-расм. Баъзи бир суюқликларнинг қайнаш температураси ва тўйингчи буги босимиши аниқлаш учун номограмма.



Модда	Нуқта рақам	Модда	Нуқта рақами
Аллен	6	1,2-Дихлорэтан	26
Аммиак	49	Диэтил эфири	15
Анилин	40	Изопен	14
Ацетилен	2	Йодбензол	39
Ацетон	51	м-Крезол	44
Бензол	24	о-Крезол	41
Бромбензол	35	л Ксилол	34
Этилбромид	18	Изо-Моф. кислотаси	57
α-Бромнафталин	46	Метил мин	5
1,3-Бутадиен	10	Метилмонохлорид	3
Бутан	11	Метил спирти	52
α-Бутилен	9	Метилформиат	16
β-Бутилен	12	Нафталин	43
Бензилгликоль	58	α-Нафтол	47
Сув	54	β-Нафтол	48
Гексан	22	Нитробензол	37
Гептан	28	Склян	31
Глицерин	60		32*
Декалин	38	Пентан	17
Декан	36	Пропан	5
Диоксан	29	Хлорли винил	8
Дифенил	45	метил	7
Пропилен	4	метилен	19
Пропион кислотаси	56	этил	13
Симоб	61	Хлороформ	21
Тетралин	42	Турт хлорли углерод	23
Толуол	30	Этан	1
Сирка кислота	55	Этилацетат	25
Фторбензол	27	Фенилгликол	59
Хлорбензол	33	Этил спирти	53
Этилформиат	20		

СИ бирликлар системасида: 1 мм.с.м.уст. = 133,3 Па



**И8-р.а.м.** Су билан аралашмайдиган, с ганик суюқлик-  
нинг тўйинган буғи босимининг температурага  
боғлиқлиги.

1-олтиг угучт углероди; 2-гексал;

3-тўрт хлорли углерод; 4-бензол;

5-толуол; с скинидар; 7-анилин;

8-крезол; 9-нитробензол,

10-нитротолуол.

СД бирлигига ўтказиш: 1 мм.с.и.м.у.ст. = 133,3 Па.

Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович  
Нурмух медов Ҳабчибулла Саъдуллаевич  
Исмагуллаев Патхилла Раҳматович

Кимё ва озиқ-овқат саноатларнинг  
жараёнлари ва қурилмалари фанидан  
ҳисоблар ва мисоллар  
(ўқув қўлланма)

Башкир муҳаррир  
Мусаҳҳиҳ  
Расмлар муҳаррирлари

Т.А.Отақўзиев  
А.Х.Ўкубов  
С.К.Ниғмаджонов  
А.Ш.А. Ёдуллаев

Босишга рухсат этилди 15.12.1999. Бичими 60x84 1/16.  
Типогр. қогози №2. Юқори босма усулда босилди.  
Шарҳи 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+.