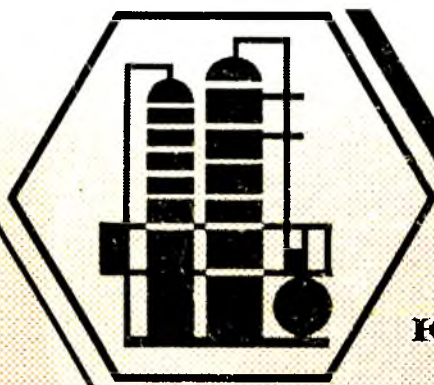


Юсупбеков Н.Р.  
Ғурмухамедов Х.С.  
Асматуллаев П.Р.  
Зокиров С.Г.  
Маннонов У.В.



ОЛИЙ  
ЎҚУВ  
КУРТЛАРИ  
УЧУН

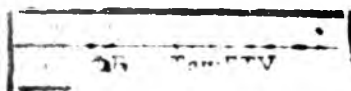
**КИМЁ ВА  
ОЗИҚ-ОВҚАТ  
САНОАТЛАРИНИНГ  
АСОСИЙ ЖАРАЁН ВА  
ҚУРИЛМАЛАРИНИ  
ҲИСОБЛАШ ВА  
ЛОЙИХАЛАШ**



олий ўқув  
юртлари  
ўчун

*Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С.,  
Исматуллаев П.Р., Зокиров С.Г., Маннонов У.В.*

# Кимё ва озиқ-овқат саноатларнинг асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш



Муаллифлар: Н.Р.Юсупбеков, Х.С.Нурмухамедов,  
П.Р.Исмагуллаев, С.Г.Зокиров, У.В.Маннонов.

Ушбу ўқув қўлланма кимё, озиқ-овқат, нефть ва бошқа саноатларнинг типик жараёнларини ташкил этиш учун зарур қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш асослари баён этилган. Жумладан, иссиқлик ва модда алмашилиш жараёнларни, ҳамда қурилмаларни механик ҳисоблари келтирилган. Курс лойиҳани бажаришнинг келтирилган, унинг ҳажми, тушунтириш хати, лойиҳанинг график қўлланма бажариш тартиб ва усуллари берилган.

Ундан ташқари, асосий қурилма ва ҳаракатларни ҳисоблаш ва танлаш асослари, ҳамда ёрдамчи ускуналар, труба қувурлари ва арматураларни ҳисоблашлар келтирилган.

Китобнинг иловасида жадваллар, қўшимча маълумотлар, типик қурилмалар конструкцияси, умумий кўриниши ва бўлақлари келтирилган.

Ушбу ўқув қўлланма техника олий юртларининг бакалавриатурасида таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган.

Китобда 50 та жадвал, 45 та расм, 99 та адабиёт ва 39 та иловалар келтирилган.

Такризчилар: - “Ўзбеккимёмаш” ОТАЖ;  
- ЎзР ФА акад. Беглов Б.М.;  
- т.ф.д. Косимхўжаев Б.К.

Н.Р.Юсупбеков, Х.С.Нурмухамедов, П.Р.Исмагуллаев,  
С.Г.Зокиров, У.В.Маннонов. Кимё ва озиқ-овқат  
саноатларнинг асосий жараён ва қурилмаларини  
ҳисоблаш ва лойиҳалаш.-Тошкент, ТошКТИ, 2000. - 231 бет.

(с) Тошкент Кимё Технология Институту, 2000 йил.

Муаллифлар: Н.Р.Юсулбеков, Х.С.Нурмухамедов,  
П.Р.Исматуллаев, С.Г.Зокиров, У.В.Маннонов

Ушбу ўқув қўлланма кимё, озиқ-овқат, нефть ва бошқа саноатларнинг типик жараёнларини ташкил этиш учун зарур қўлланма ҳисоблаш ва лойиҳалаш асослари баён этилган. Жумладан, нефть ва модда алмашиниш жараёнларни, ҳамда қурилмаларни механик ҳисоблаш келтирилган. Курс лойиҳани бажариш кетма-кетлиги, унинг ҳажми, тушунтириш хати, лойиҳанинг график қисмларини бажариш тартиб ва усуллари берилган.

Ундан ташқари, асосий қурилма ва жараёнларни ҳисоблаш ва танлаш асослари, ҳамда ёрдамчи ускуналар, труба қувурлари ва арматураларни ҳисоблашлар келтирилган.

Китобнинг иловасида жадваллар, кўшимча маълумотлар, типик қурилмалар конструкцияси, умумий кўриниши ва бўлақлари келтирилган.

Ушбу ўқув қўлланма техника олий юрларининг бакалавриатурасида таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган.

Китобда 50 та жадвал, 45 та расм, 99 та адабиёт ва 39 та иловалар келтирилган.

Тақризчилар: - “Ўзбеккимёмаш” ОТАЖ;  
- ЎЗР ФА акад. Беглов Б.М.;  
- т.ф.д. Қосимхўжаев Б.К.

Н.Р.Юсулбеков, Х.С.Нурмухамедов, П.Р.Исматуллаев,  
С.Г.Зокиров, У.В.Маннонов. Кимё ва озиқ-овқат  
саноатларнинг асосий жараён ва қурилмаларини  
ҳисоблаш ва лойиҳалаш.-Тошкент, ТошКТИ, 2000. - 231 бет.

(с) Тошкент Кимё Технология Институти, 2000 йил.

	бет
<b>МУҚАДДИМА</b> . . . . .	7
<b>КИРИШ. КУРС ЛОЙИҲАНИНГ МАЗМУНИ ВА ҲАЖМИ.</b> . . . .	9
Умумий тушунчалар. Хом-ашё, материал ва маҳсулотларнинг асосий хоссалари. . . . .	12
<b>1 боб. ҚУРИЛМАЛАРНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБЛАРИ</b> . . . . .	23
1.1. Трубаларнинг гидравлик қаршиликларини ҳисоблаш . . . . .	23
1.2. Трубаларнинг оптимал диаметрларини ҳисоблаш . . . . .	25
. . . . .	
1.3. Насос ва вентиляторларни ҳисоблаш . . . . .	27
1.4. Циклонни ҳисоблаш . . . . .	35
<b>2 боб. ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.</b> . . . . .	40
2.1. Иссиқлик алмашилиш қурилмаларини технологик ҳисоблашнинг умумий схемаси . . . . .	40
2.2. Иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблаш учун тенгламалар. . . . .	42
2.3. Иссиқлик алмашилиш қурилмаларининг асосий параметрлари ва конструкциялари. . . . .	52
2.4. Иссиқлик алмашилиш қурилмаларини ҳисоблаш. . . . .	76
<b>3 боб. МОДДА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.</b> . . . . .	93
3.1. Уч корпусли буғлатиш қурилмасини ҳисоблаш . . . . .	93
3.2. Тарелкали ректификацион колоннани ҳисоблаш . . . . .	101
3.3. Ротор-дискли экстракторни ҳисоблаш . . . . .	109
3.4. Мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларни ҳисоблаш. . . . .	120
3.5. Барабанли қуритгични ҳисоблаш . . . . .	128
<b>4 боб. ҚУРИЛМАЛАРНИНГ БЎЛАК ВА ДЕТАЛАРИНИ МЕХАНИК ҲИСОБЛАШ.</b> . . . . .	141
4.1. Умумий тушунчалар . . . . .	141
4.2. Обечайка деворининг қалинлигини ҳисоблаш . . . . .	144
4.3. Днише деворининг қалинлигини ҳисоблаш. . . . .	145
4.4. Фланец ва штуцерлар . . . . .	149
4.5. Қурилмаларнинг таянчлари . . . . .	154
4.6. Кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаларнинг асосий элементлари. . . . .	155

<b>5 боб. КУРС ЛОЙИХАНИ ГРАФИК БЕЗАШ.</b> . . . . .	160
---	-----

5.1. Умумий тушунчалар ва талаблар . . . . .	160
5.2. Технологик схемалар . . . . .	161
5.3. Умумий кўриниш чизмаларига кўйиладиган талаблар . . . . .	162

<b>ВАКУУМ-НАСОСНИ ҲИСОБЛАШ.</b> . . . . .	165
---	-----

<b>АСОСИЙ КОНСТРУКЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИ ТАНЛАШ</b> . . . . .	166
---	-----

<b>ИССИҚЛИК ҚОПЛАМАНИНГ ҚАЛИНЛИГИНИ АНИҚЛАШ.</b> . . . . .	177
--	-----

<b>ИЛОВАЛАР.</b> . . . . .	178
----------------------------	-----

ИЛОВА 1. Тушунтириш хатининг титул варағи . . . . .	179
ИЛОВА 2. Ковушокликнинг атом константалари . . . . .	180
ИЛОВА 3. Баъзи газлар учун $\sqrt{MT_{кр}}$ нинг қийматлари. . . . .	181
ИЛОВА 4. Суюқлик ва эритмаларнинг сиртий таранглиги. . . . .	181
ИЛОВА 5. Махаллий қаршиликлар коэффициентлари . . . . .	182
ИЛОВА 6. Марказдан қочма насосларнинг техник характеристикалари . . . . .	185
ИЛОВА 7. Марказдан қочма, кўп босқичли насосларнинг техник характеристикалари . . . . .	186
ИЛОВА 8. Марказдан қочма, кўп босқичли, секцияли насосларнинг техник характеристикалари . . . . .	187
ИЛОВА 9. Ўқли насосларнинг техник характеристикалари . . . . .	187
ИЛОВА 10. Ўқли, циркуляцион насосларнинг техник характеристикалари . . . . .	188
ИЛОВА 11. Кичик унумдорлик, уярмавий насосларнинг техник характеристикалари . . . . .	188
ИЛОВА 12. Плунжерли насосларнинг техник характеристикалари . . . . .	189
ИЛОВА 13. Уч плунжерли насосларнинг техник характеристикаси . . . . .	189
ИЛОВА 14. Марказдан қочма вентиляторларнинг техник характеристикалари. . . . .	190
ИЛОВА 15. Газодувкаларнинг техник характеристикалари . . . . .	190
ИЛОВА 16. Этил спирти-сув аралашмасининг қайнаш температу- раси, суюқлик ва бугининг мувозанат таркиблари . . . . .	191
ИЛОВА 17. Сув-спирт эритмаларнинг солишгирма иссиқлик сифими . . . . .	191
ИЛОВА 18. Сув буги тўйинган ҳолатда (босим бўйича) . . . . .	192
ИЛОВА 19. Сув-спирт буғларининг $10^5$ Па босимдаги конденса- цияланиш температураси ва энтальпияси. . . . .	192
ИЛОВА 20. Турли типдаги тарелкаларнинг ўртача ф.и.к. . . . .	193
ИЛОВА 21. Атмосфера босимида қайнайдиган баъзи сувли эритмаларнинг концентрацияси . . . . .	193

ИЛОВА 22. Рамзиннинг I-х нам ҳаво диаграммаси . . . . .	194
ИЛОВА 23. Кожух фланецининг қўзғалмас труба тўр пардалари билан бирлаштиришнинг типик усуллари . . . . .	195
ИЛОВА 24. Ҳаракатчан труба тўр пардасини зичлашнинг баъзи усуллари. . . . .	197
ИЛОВА 25. Уч корпусли буғлатиш қурилмасининг технологик схемаси . . . . .	199
ИЛОВА 26. Абсорбцион қурилманинг технологик схемаси. . . . .	201
ИЛОВА 27. Ректификацион қурилманинг технологик схемаси . . . . .	203
ИЛОВА 28. Экстракцион қурилманинг технологик схемаси . . . . .	205
ИЛОВА 29. Қуритиш қурилмасининг технологик схемаси . . . . .	207
ИЛОВА 30. «Труба ичида труба» типигаги иссиқлик алмашилиш қурилмаси . . . . .	209
ИЛОВА 31. Қўп йўлли, кожух-трубали горизонтал конденсатор. . . . .	211
ИЛОВА 32. Кожух - трубали, вертикал қайнатгич. . . . .	212
ИЛОВА 33. «Накатка» трубали, самарадор иситгич . . . . .	215
ИЛОВА 34. Линза компенсаторли, «накатка» трубали самарадор иситгич . . . . .	217
ИЛОВА 35. Мажбурий циркуляцияли буғлатиш қурилмаси. . . . .	218
ИЛОВА 36. Клапан тарелкали ректификацион колонна . . . . .	220
ИЛОВА 37. Ротор-дискли экстрактор . . . . .	222
ИЛОВА 38. Барабанли қуритгич қобиғи . . . . .	225
ИЛОВА 39. Курс лойиҳанинг топшириқ бланкаси . . . . .	226
<b>АДАБИЁТЛАР. . . . .</b>	<b>227</b>

## МУКАДДИМА

Техника фанлари бакалаврларини тайёрлашда “Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари” фанининг ўрни катта ва муҳимдир. Ушбу курс табиий фанларнинг фундаментал қонунларига таянади. “Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари” фани асосий жараёнларнинг назарияси, ушбу жараёнларни амалга оширадиган машина ва қурилмаларнинг тузилиш принциплари ва уларни ҳисоблаш усулларини ўргатади [1-3].

Асосий жараёнларнинг қонуниятларини ўрганиш ва қурилмаларни ҳисоблаш усуллари тузишда кимё, физика, физик-кимё, термодинамика, иссиқлик ва совуқлик техникаси, иктисодиёт каби фанларнинг фундаментал қонунлари асос қилиб олинади. Ушбу фан кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноатларнинг турли соҳаларида ишлатилаётган ва ташқи кўринишдан ҳар хил бўлган жараён ва қурилмаларнинг ўхшашликларини аниқлашга асосланади. Ҳозирги кунда, замонавий кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноатлар физик-кимёвий хоссалари тубдан фарқ қиладиган хом-ашёларни қайта ишлашда хилма-хил технологик жараёнлардан фойдаланилади. Шунинг учун, бакалаврлар жараёнларнинг физик-кимёвий асосларини, қурилмалар тузилиши, ишлаш принципларининг алоҳида ҳолларини билибгина қолмасдан, балки жараёнларни ҳисоблаш ва таҳлил қилиш, уларнинг оптимал параметрларини, ҳамда энг самарадор қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашни билишлари зарур [4-12].

Маълумки, “Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари” фани юқори малакали мутахассис тайёрлашда ва йўналиш фанларни ўзлаштиришда пойдевор бўлиб хизмат қилади. Фаннинг ҳисоблаш ва лойиҳалаш қисми бу фанни мукамал ўзлаштиришга катта ёрдам беради.

“Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари” фанидан бажариладиган курс лойиҳа талабаларнинг бу курс бўйича яқунловчи иши бўлиб, олий ўқув юртидаги илк катта мустақил бакалаврлик ишидир.

Курс лойиҳа ўз ичига типик қурилмаларни (буғлатгич, иссиқлик алмашилиш қурилмаси, ректификацион колонна, қуритгич ва бошқаларни) ҳисоблаш ва уларни график безашни қамраб олган. Лойиҳани бажаришда талаба саноатда қўлланилаётган ГОСТ, ОСТ, нормаллар билан танишади, қурилма ва ёрдамчи ускуналарни танлаш, ёрдамчи адабиётлардан фойдаланиш, техник-иктисодий асослаш ва техник ҳужжатларни тузиш билан танишади.

Ушбу ўқув қўлланма кириш, 5 та боб, конструкцион материалларни танлаш, ёрдамчи ускуна ва иссиқлик қопламани ҳисоблаш, адабиётлар ва иловалардан таркиб топган.

Китобнинг биринчи боби гидравлик ҳисоблашларнинг умумий принципларига бағишланган. Бу ерда берилган формулалар, ёрдамчи маълумотлар ва тавсиялар гидравлик ҳисоблашларни амалга оширишга ёрдам беради. Чунончи, трубаларнинг гидравлик қаршилиқларини ҳисоблаш, оптимал диаметрларини аниқлаш, насос, вентилятор ва циклонларни батафсил ҳисоблашлар келтирилган.

Иккинчи бобда иссиқлик алмашилиш жараёнини ва унга оид турли хил қурилмаларни ҳисоблаш, ҳамда иссиқлик алмашилиш қурилмаларининг асосий конструкциялари, қисмлари ва параметрлари берилган. Ундан ташқари, қурилмаларнинг тузилиш ва типик ўлчамлари бўйича ёрдамчи маълумотлар келтирилган.



Китобнинг учинчи бобида модда алмашилиш жараёнлари ва қурилмаларини ҳисоблаш формулалари ва усуллари баён этилган. Бу ерда ректификацион колонна, уч корпусли буғлатгич, абсорбер, экстрактор, ба- рабанли ва мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларнинг тўлиқ ҳисоблаш на- муналари аниқ маълумотлар асосида ҳисоблаб кўрсатилган.

Тўртинчи бобда қурилма ва ускуналарнинг асосий қисмлари, детал ва конструктив бўлимларининг механик ҳисоби келтирилган.

Нихоят бешинчи бобда курс лойиҳанинг чизмаси ва тушунтириш хатларини тузишга қўйиладиган талаблар ва технологик схемаларни бажариш намуналари берилган.

Ундан кейин ҳисобланган қурилмаларга конструкцион материалларни танлаш ва иссиқлик копланасининг қалинлигини аниқлаш, вакуум-насос ҳисоблари келтирилган.

Китобнинг иловасида хом-ашёлар, суюқлик, газ ва қаттиқ моддалар- нинг физик-механик, иссиқлик-диффузион хослари жадваллари, қўшимча маълумотлар, типик қурилмалар конструкциялари, уларнинг умумий кўринишлари, бўлак ва деталлари келтирилган.

“Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари” фанидан курс лойиҳани ЭХМ да ҳисоблаш программаларини тузишда ҳар бир кафедра ўз имкониятлари ва конкрет шароитлардан келиб чиқиши керак. Лекин, курс лойиҳанинг маълум бир қисмини талаба қўлда бажариши керак.

Ушбу ўқув қўлланма ТошКТИ “Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари” кафедрасининг профессор-ўқитувчиларининг кўп йиллик тажрибасига таяниб ёзилган. Кириш, 3 ва 4 бобларни УзР ФА академиги, проф. Юсупбеков Н.Р., 1-5 бобларни проф.Нурмухамедов Ҳ.С., 4-5 боб- ларни проф.Исматуллаев П.Р., 2 ва 5 бобларни проф.Маннонов У.В., 2 - бобни проф. Зокиров С.Г. лар ёзишган.

Муаллифлар доц. Тўйчиев И.С., доц.Фулотова Н.У. ва доц.Нигмаджанов С.К. ларга 1 ва 3 бобларнинг айрим бандларини ёзиб берганликлари учун катта миннатдорчилик билдиришади.

Китоб матнини компьютерда теришни кафедранинг катта ўқитувчиси Абдуллаев А.Ш., инженерлари Хасанов Х.Р., Хайдарова М.А. лар бажаришган. Муаллифлар номидан уларга катта миннатдорчидик билдирамыз.

Таклиф этилаётган китоб биринчи бор давлат тилида ёзилди ва энг кенг тарқалган жараёнларни ҳисоблаш йўл-йўриқлари баён этилган. Ушбу китоб мазмунини яхшилашга йўналтирилган таклифлар ва танқидий фикр- мулоҳазалар муаллифлар томонидан самимий миннатдорчилик билан қабул қилинади.

## КИРИШ

### КУРС ЛОЙИХАНИНГ МАЗМУНИ ВА ҲАЖМИ

«Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари» фанидан курс лойиҳа чизма қисми ва тушунтириш хатларидан таркиб топган бўлади. Қуйида курс лойиҳанинг мазмуни ва ҳажми, техник ҳужжатларни тузиш тартиби ва лойиҳани ҳимоя қилиш учун талаблар баён этилган.

Курс лойиҳанинг тушунтириш хати ўз ичига ҳамма бошланғич, ҳисобланган ва чизмачилик (ёрдамчи) маълумотларни камраб олади ва қуйидаги кетма-кетликда тузилиши керак:

1. Титул varaғи;
2. Лойиҳанинг топширик бланкаси;
3. Мундарижа;
4. Кириш;
5. Қурилманинг технологик схемаси ва унинг тавсифи;
6. Қурилма учун конструкцион материални танлаш;
7. Асосий ва ёрдамчи қурилмаларни танлаш;
8. Қурилмаларни технологик ҳисоблаш;
9. Қурилмаларнинг мустаҳкамлик ҳисоби;
10. Ёрдамчи усқуналарни ҳисоблаш ёки танлаш;
11. Текшириш нукталарини танлаш;
12. Яқун (хулосалар ва таклифлар);
13. Қўлланилган адабиётлар рўйхати.

**Титул varaғи.** Ушбу varaқнинг намунаси илова-1 да кўрсатилган бўлиб, унда лойиҳанинг номи, қурилманинг тури, унумдорлиги албатта берилган бўлиши керак.

**Лойиҳанинг топширик бланкаси.** Курс лойиҳага раҳбар профессор-ўқитувчи томонидан ушбу бланк тўлдирилган ва тасдиқланган ҳолда ҳар бир талабага берилади. Ушбу бланк намунаси илова - 39 да келтирилган.

**Мундарижа.** Унда курс лойиҳага кирган ҳамма материалларнинг сарлавҳалари, уларга оид бетлари билан берилади.

**Кириш.** Лойиҳанинг бу бўлимида жараённинг асосий мазмуни ва моҳиятини қисқача баён этиш, уни амалга ошириш учун мўлжалланган қурилмаларни бир-бирига таккослаб, афзаллик ва камчиликларини таккослаб ёзиш керак. Ундан ташқари, жараён натижасида олинаётган маҳсулотнинг халқ ҳўжалигидаги ўрни ва аҳамияти ёритилиши муҳимдир.

**Қурилманинг технологик схемаси.** Бу бўлимда қурилманинг принципал схемаси, уларнинг баёни тартиб ўрни билан берилиши зарур. Схепада окимларнинг йўналишлари, сарфи, температураси ва бошқа параметрлар қўйиладиган (технологик схемани тўғри тасвирлашнинг намунаси илова 25-29ларда келтирилган).

**Қурилма учун конструкцион материални танлаш.** Ушбу бўлимда технологик схемага кирувчи қурилмаларнинг тайёрланиши учун зарур бўлган материални танлашни асослаб (муҳитни ҳисобга олган ҳолдаги материални емирилиши, унинг механик, иссиқлик ва физик хоссалари) берилиши керак.

Асосий ва ёрдамчи қурилмалар танлашнинг асослари. Одатда, бу бўлимда асосий жараённинг тури, иш унумдорлиги, бошланғич ва охириги концентрациялари (ёки температуралари) кўрсатилади. Асосий

қурилманинг турини, ишлаш режимлари ва шароитларини талабанинг ўзи мустақил танлаши лозим.

**Қурилмаларни технологик ҳисоблаш.** Ушбу бўлимни бажаришдан мақсад қурилманинг асосий ўлчамларини (диаметри, баландлиги, иссиқлик алмашилиш юзаси ва ҳоказоларни) ҳисоблашдир. Бунинг учун, дастлаб адабиётлардан қайта ишланаётган модданинг физик-кимёвий хоссалари (зичлик, солиштира иссиқлик сиғим, иссиқлик утказувчанлик коэффициент, қовушоклик ва ҳоказолар) аниқлаб олинади, моддий ва иссиқлик баланслари тузилади. Сўнгра эса, адабиётлардаги маълумотлар таҳлили ва ушбу китобда таклиф этилаётган услублардан бири қурилмани ҳисоблаш усули танланади. Шунга алоҳида эътибор бериш керакки, услубни танлашда қурилманинг гидродинамик иш режимига, унинг техник-иктисодий кўрсаткичларини ҳисобга олиш мақсадга мувофиқдир. Бу бўлимда қурилма қаршиликлари ҳам аниқланиши керак. Ундан ташқари, ушбу бўлимда қурилманинг иссиқлик қопламасининг қалинлиги ҳам ҳисобланади.

**Қурилмаларнинг мустаҳкамлик ҳисоби.** Ушбу бўлимдаги ҳисобларга қурилманинг мустаҳкамлигини таъминловчи асосий ўлчамларини аниқлаш, яъни қопқок, корпус ва бошқа деталлар деворларининг қалинликлари, ундан ташқари, труба тўр пардалари, флпнецлар, штуцерлар ва бошқаларнинг ҳисоблари ҳам қиради. Лекин, бу бўлимдаги ҳисоблар амалга оширилаётганда, албатта қурилманинг ишлатилиш шароитлари (босим, температура ва бошқалар) кўзда тутилган ҳолда амалга оширилиши керак. Агарда зарур бўлса, қурилманинг шамол кучига нисбатан бардош бериши ҳам ҳисобланади.

**Ёрдамчи усқуналарни ҳисоблаш ёки танлаш.** Технологик схемадан маълумки, унга асосий қурилмалардан ташқари турли ёрдамчи усқуналар қиради, яъни насослар, вентиляторлар, газодувка, компрессорлар, вакуум-насоолар, конденсат чиқарувчи хом-ашё ва тайёр маҳсулот сакловчи идишлар ва мосламалар. Юқорида қайд этилган ҳамма усқуналар ҳисобланган ёки нормал, ГОСТ, каталоглар ёрдамида аниқ шароитни ҳисобга олган ҳолда танланиши зарур.

**Текшириш нукталарини танлаш.** Лойиҳанинг бу бўлимида технологик схемадаги қурилманинг ишлаш режимларини текшириб туриш учун (суюқлик ёки газнинг сарфи, босими, температураси, концентрацияси, сатҳи ва ҳоказолар) белгиланиши зарур. Технологик схеманинг айрим қурилмаларида уларнинг иш режимларини ростлаш принциплари кўрсатилган.

**Яқун (хулоса ва таклифлар).** Лойиҳанинг ҳисоблаш қисми яқунида олинган натижаларни таҳлил қилиш, уларнинг лойиҳа топшириқларига мослиги, ўрганилган жараёни такомиллаштириш йўллари ва қурилма тўғрисида ўз фикр ва мулоҳазаларини баён этилиши керак.

**Қўлланилган адабиётлар рўйҳати.** Курс лойиҳа бажарилиши даврида қўлланилган адабиётлар тушунтириш хатида баён этилиши ёки муаллифлар фамилиясининг биринчи Ҳарфи асосида алифбо бўйича келтирилади. Китоблар бўйича қуйидаги маълумотлар берилиши даркор: фамилия ва исми, шарифи, кигобнинг номи, чоп этган нашриёт, унинг жойлашган жойи, йили ва бетлар сони. Масалан: Касаткин А.Г., Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. - М.: Химия, 1973. - 752 б.

Мақолалар тўғрисидаги маълумот эса, қуйидагича берилиши керак:  
Равшанов И.С. Пахта чигитини мавҳум қайнаш қатламида қуритиш // Озиқ-овқат саноати журнали, 1999. - №2. - 17-19 бет.

**Тушунтириш хатини расмийлаштириш.** Тушунтириш хати А-11 ўлчамли стандарт қоғозда расмийлаштирилади. Одатда ҳамма ёзувлар кўлда бажарилади. Аммо, айрим ҳолларда машинкада ёки компьютерда ҳам ёзилган ҳолда ҳам келтирилиши мумкин. Ёзиш пайтида қоғознинг чап томонидан 30 мм, ўнг томонидан—10 мм, юқори ва паст қисмларида - 20 мм дан хошия қолдирилиши керак.

Тушунтириш хатининг бетларига кетма-кет тартиб рақамлари қўйиладиган ва ҳар бир бобга тегишли бетлар муңдарижада акс эттирилади. Бобларнинг номи қисқа ва лўнда бўлиши тавсия этилади. Шуни эсда тутиш керакки, бобларнинг сарлавҳалари кўчирилмайди ва уларнинг охирида нукта қўйилмайди. Сарлавҳа ва матнлар орасида 10 мм, ҳамда бобларнинг охириг қатор и билан янги сарлавҳа орасида 15 мм масофа қолдирилиши мақсадга мувофиқдир.

Сўзларни ихтисерий ҳолда, илмий-техник адабиётларда қабул қилинмаган қисқартирилишлар ман этилади.

Тушунтириш хатида келтириладиган ҳисоблаш формулалари умумий ҳолда берилади, сўнг эса тартиб билан рақамланади ва кейин ундаги белгилар тушунтирилади ва ўлчов бирликлари баён этилади. Ҳамма ҳисоблар Ҳалқаро ўлчов бирлиги СИ да бажарилиши зарур. Тушунтириш хати матнида бошка бирламчи адабиётлардан олинган маълумотларга таяниш квадрат кавсда кўрсатилади. Масалан: «...пахта чигитининг намлиги қуйидаги формуладан топилади [8,171 бет]».

Матнда келтирилган тасвирлар (чизмалар, схемалар, графиклар), расмлар деб номланади. Расмлар оддий ва аниқ бўлиши ва қурилма бўлаги ёки детали тўғрисида умумий тушунча бериши керак. Ҳамма расмлар қора ёки рангли қаламда миллиметрли ёки оддий қоғозда бажарилади. Расмлар тартиб билан рақамланади ва матнда у тўғрисидаги маълумотлардан сўнг келтирилади. Расмларнинг номлари қисқа бўлиши шарт.

Жадваллар ҳам матнлар каби тартиб билан рақамланади. Жадвал номи «Жадвал» сўздан кейин ёзилади.

Одатда тушунтириш хатининг ҳажми 25-30 ва ундан ортиқ бет бўлади.

**Курс лойиҳанинг график қисми.** Одатда унда технологик схема, асосий қурилманинг чизмаси ва унинг айрим бўлаклари 1-1.5 ватман қоғозида чизилади.

**Курс лойиҳани ҳимоя қилиш.** Курс лойиҳани белгиланган ҳажм ва ушбу ўқув кўланма талабларига мос равишда бажарган талабалар ҳимояга руҳсат оладилар. Ҳимояга киритилаётган талабада ҳамма чизмалар ва тушунтириш хати раҳбари томонидан кўл қўйилган бўлиши шарт. Курс лойиҳанинг ҳимоясини 2 та профессор-ўқитувчидан иборат ҳайъат қабул қилади. Лекин, семестр давомида раҳбарлик қилган ўқитувчи ҳимояда қатнашиши мажбурийдир. Ҳимоя қилиш учун талабага 5-6 минутгача вақт ажратилади ва у ўз маърузасида қурилмани танлаш, ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг асосий мазмунини ёритиши зарур. Маъруза тамом бўлгандан сўнг ҳайъат аъзолари лойиҳа мавзуси бўйича саволлар беришади. Талабанинг курс лойиҳасини баҳолашда ҳайъат аъзолари ҳисоблар, тушунтириш хати, чизмалар сифатини, маъруза ва саволлар жавобларни қай даражада эканлигини ҳисобга олади. Ҳимоядан сўнг, ҳайъат аъзолари тушунтириш хатининг титул варағи ва чизмада баҳони, қўйишади. Ҳимоя даврида қатнашиш истагини билдирган ҳамма талабалар кириб ўтириши мумкин.

## УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида турли хил хом-ашёлар қайта ишланади ва натижада қаттиқ, суюқ, буг ва газ агрегат ҳолатларидаги турли-туман тайёр маҳсулотлар олинади. Маълумки, ҳар бир жараён ва қурилмаларни ҳисоблаш учун хом-ашё ва маҳсулотларнинг хоссаларини билиш зарур [4-12].

### ХОМ-АШЁ, МАТЕРИАЛ ВА МАҲСУЛОТЛАРНИНГ АСОСИЙ ХОССАЛАРИ

Хом-ашёни қайта ишлаш натижасида ҳосил бўлган кўпгина кимё ва озиқ-овқат маҳсулотлари турли жинсли системалардан ташкил топган бўлади. Уларнинг асосий физик-механик ва диффузион-иссиқлик хоссалари - зичлик, солиштира оғирлик, қовушоқлик, сиртий таранглик, иссиқлик сиғим ва ўтказувчанлик, температура ўтказувчанликлар ва бошқалар билан ҳарактерланади.

**ЗИЧЛИК.** Ҳажм бирлигидаги  $V$  бир жинсли жисмнинг массаси  $m$  зичлик  $\rho$  деб юритилади:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

бу ерда  $\rho$  - зичлик,  $\text{кг/м}^3$ ;  $m$  - масса,  $\text{кг}$ ;  $V$  - ҳажм,  $\text{м}^3$ .

Зичлик катталигига тескари бўлган катталик солиштира ҳажм  $v$  деб юритилади:

$$v = \frac{V}{m} \quad (2)$$

бу ерда  $v$  - солиштира ҳажм,  $\text{м}^3/\text{кг}$ .

Нисбий зичлик  $\Delta$  деб модда зичлигининг  $\rho$  сув зичлиги  $\rho_c$  нисбатига айтилади ва у ушбу кўринишга эга:

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_c} \quad (3)$$

Суюқ, тоза моддалар эритмаларининг зичлиги эриган модда концентрацияси ва эритма температурасига боғлиқ:

$$\rho = f(KM, T) \quad (4)$$

бу ерда  $KM$  - қуруқ модда концентрацияси, %;  $T$  - эритма температураси,  $\text{К}$ .

Суюқлик аралашмасининг ҳажмини компонентлар ҳажмларининг йиғиндисига тенг деб қабул қилиб, унинг зичлигини ушбу формуладан аниқлаш мумкин:

$$\frac{1}{\rho_{ар}} = \frac{x_1}{\rho_1} + \frac{x_2}{\rho_2} + K \quad (5)$$

бу ерда  $x_1, x_2, \dots$  - компонентларнинг массавий улушлари;  $\rho_{ар}, \rho_1, \rho_2, \dots$  - аралашма ва компонентларнинг зичликлари,  $\text{кг/м}^3$ .

Суспензия зичлиги  $\rho_{сус}$  куйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$\frac{1}{\rho_{сус}} = \frac{x}{\rho_k} + \frac{1-x}{\rho_c} \quad \text{ёки} \quad \rho_{сус} = \rho_k \cdot x + \rho_c \cdot (1-x) \quad (6)$$

бу ерда  $x$  - суспензия таркибидаги қаттиқ фазанинг массавий улуши;  $\rho_k$  ва  $\rho_c$  - қаттиқ ва суюқ фазаларнинг зичликлари,  $\text{кг/м}^3$ .

Қанд қиёми, мева ва мева-резаворларнинг шарбати ёки шакарли сут каби суюқликларнинг  $20^\circ\text{C}$  температурадаги зичлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$\rho_{20} = 10 \cdot [1,42 \cdot x + (100 - x)] \quad (7)$$

бу ерда  $x$  - курук моддалар концентрацияси, %.

Агарда, температура  $20^\circ\text{C}$  дан фаркли бўлса, куйидаги формула қўлланилади:

$$\rho_t = \rho_{20} - 0,5 \cdot (t - 20) \quad (8)$$

бу ерда  $t$  - маҳсулот температураси,  $^\circ\text{C}$ .

Томат маҳсулотларининг зичлиги эса, ушбу формулада ҳисобланади:

$$\rho = 1016,76 + 4,4 \cdot x - 0,53 \cdot t \quad (9)$$

$a$  ва  $b$  компонентлардан ташкил топган бинар, турли жинсли система-ларнинг зичлиги:

$$\rho = \left( \frac{m_a}{\rho_a} + \frac{m_b}{\rho_b} \right)^{-1} \quad (10)$$

формуладан аниқланади. Бу ерда  $m_a$  - аралашма таркибида  $a$  компонентнинг массавий улуши;  $m_b = 1 - m_a$  - аралашма таркибида  $b$  компонентнинг массавий улуши;  $\rho_a$  ва  $\rho_b$  -  $a$  ва  $b$  компонентларнинг зичликлари,  $\text{кг/м}^3$ .

Агарда, бинар, турли жинсли система  $\rho_k$  бўлган қаттиқ заррачалар ва  $\rho_c$  бўлган суюқ, моддалардан таркиб топган бўлса, унинг зичлиги куйидаги формуладан топилади:

$$\rho = \left( \frac{m_k}{\rho_k} + \frac{1 - m_k}{\rho_c} \right)^{-1} \quad (11)$$

бу ерда  $m_k$  - аралашмадаги заррачаларнинг массавий улуши  
Исталган газнинг  $T$  температура ва  $P$  босимдаги зичлиги ушбу  
формулада ҳисобланади:

$$\rho = \rho_0 \cdot \frac{T_0 \cdot p}{T \cdot p_0} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273 \cdot p}{T \cdot p_0} \quad (12)$$

бу ерда  $\rho_0 = M/22,4$  - нормал шароитда ( $0^\circ\text{C}$  ва  $760$  мм.с.м.уст.)  
газнинг зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $M$  - моляр масса,  $\text{кг}$ ;  $T$  - температура,  $\text{К}$ .  
Газ аралашмасининг зичлиги эса қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\rho_{\text{ар}} = y_1 \cdot \rho_1 + y_2 \cdot \rho_2 + \dots \quad (13)$$

бу ерда  $y_1, y_2, \dots$  - аралашма компонентларининг ҳажмий улушлари;  
 $\rho_1, \rho_2, \dots$  - компонентларнинг тегишли зичликлари,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Сочилувчан материал ва маҳсулотлар зичлиги одатда «тўкма» зичлик  
оркали ифодаланиб, материалнинг қаттиқ заррачаларининг ҳақиқий зич-  
лиги ва улар орасидаги бўшлиққа боғлиқдир:

$$\rho_T = (1 - \varepsilon) \cdot \rho_k \quad (14)$$

бу ерда  $\rho_T$  - сочилувчан материалнинг «тўкма» зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\rho_k$  -  
қаттиқ заррачаларнинг ҳақиқий зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\varepsilon$  - қатлам заррачалари  
орасидаги бўшлиқ

$$\varepsilon = \frac{V - V_0}{V} \quad (15)$$

бу ерда  $V$  - донасимон қатлам ҳажми,  $\text{м}^3$ ;  $V_0$  - қатламдаги заррачалар  
эгаллаган ҳажм,  $\text{м}^3$ .

Оддий сочилувчан материаллар "тўкма" қатламининг бўш ҳажми одат-  
да  $\varepsilon = 0,38-0,42$  га тенгдир.

Қаттиқ мева ва мева-резаворларнинг физик зичлиги ва "тўкма" зич-  
ликлари орасида қуйидаги боғлиқлик бор:

олма ва карам учун

$$\rho_T = 0,55 \cdot \rho$$

қолган хом-ашёлар учун эса

$$\rho_T = 0,6 \cdot \rho$$

Пахта чигитининг ҳақиқий зичлиги қуйидаги формула ёрдамида

ҳисоблаб топиш мумкин [13]:

$$\rho = 666,7 \cdot O_n^{0,2} \quad (16)$$

Чигитнинг «келтирилган» зичлиги унинг момиклигига боғлиқ бўлиб, сон жихатдан  $650 \div 1110 \text{ кг/м}^3$  ораликда бўлади [4,13].

**СОЛИШТИРМА ОГИРЛИК.** Ҳажм  $V$  бирлигидаги суюкликнинг оғирлиги  $G$  солиштирма оғирлик  $\gamma$  дейилади:

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (17)$$

бу ерда  $G$  - суюклик оғирлиги, Н;  $V$  - ҳажм,  $\text{м}^3$ ;  $\gamma$  - солиштирма оғирлик,  $\text{Н/м}^3$ .

Масса билан оғирлик ўзаро қуйидагича боғланган:

$$m = \frac{G}{g} \quad (18)$$

бу ерда  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  - эркин тушиш тезланиши.

Массанинг микдорини солиштирма оғирлик формуласига қўйсақ, зичлик билан солиштирма оғирликнинг ўзаро боғланиш нисбати қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (19)$$

**ҚОВУШОҚЛИК.** Динамик қовушоқлик коэффициентини  $\mu$  нинг суюклик зичлиги  $\rho$  га нисбати кинематик қовушоқлик  $\nu$  дейилади:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (20)$$

бу ерда  $\nu$  - кинематик қовушоқлик,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\mu$  - динамик қовушоқлик, Па·с.

$20^\circ\text{C}$  температурада кўпчилик органик суюқликларнинг динамик қовушоқлик коэффициенти қуйидаги эмпирик формула ердамида ҳисобланса бўлади [5]:

$$\lg(\lg \mu) = \left( \sum A \cdot n + \sum P \right) \cdot \frac{\rho}{10^3 \cdot M} - 2,9 \quad (21)$$

бу ерда  $\mu$  - атмосфера босими ва  $20^\circ\text{C}$  да суюқликнинг динамик қовушоқлик коэффициенти,  $\text{мПа}\cdot\text{с}$ ;  $\rho$  - суюқлик зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;  $M$  - моль масса,  $\text{кг/кмоль}$ ,  $A$  - органик бирикма таркибидаги бир хил атомларнинг сони;  $n$  - атом молекуласи константасининг сон қийматлари;  $P$  - атомлар орасидаги боғлиқлик характери ва гуруҳлашга киритиладиган тузатма қиймати.



Атом константалари  $n$  ва тузатма  $p$  ларнинг қийматлари иловадаги 2 - жадвалда келтирилган.

Нормал (ассоциацияланмаган) суюқликлар аралашмасининг динамик қовушоқлик коэффициентлари  $\mu_{ap}$  ушбу формула орқали ҳисоблаб аниқлаш мумкин:

$$\lg \mu_{ap} = x_1 \cdot \lg \mu_1 + x_2 \cdot \lg \mu_2 + K \quad (22)$$

бу ерда  $\mu_1, \mu_2 \dots$  - компонентларнинг динамик қовушоқлик коэффициентлари;  $x_1, x_2 \dots$  - аралашмадаги компонентларнинг моль улуши.

Суспензиянинг динамик қовушоқлик коэффициенти қуйидаги формула ёрдамида топилиши мумкин:

каттик фаза концентрацияси 10% (хажм) дан кам бўлганда

$$\mu_{свс} = \mu_c \cdot (1 + 2,5 \cdot \varphi) \quad (23)$$

каттик фаза концентрацияси 10% (хажм) дан кўп бўлганда

$$\mu_{свс} = \mu_c \cdot (1 + 4,5 \cdot \varphi) \quad (24)$$

каттик фаза концентрацияси 30% (хажм.) гача бўлганда

$$\mu_{свс} = \mu_c \cdot \frac{0,59}{(0,77 - \varphi)^2} \quad (25)$$

бу ерда  $\mu_c$  - тоза суюқликнинг динамик қовушоқлик коэффициенти;  $f$  - суспензия таркибидаги каттик фазанинг хажмий улуши. Кўпчилик суюқликларнинг динамик қовушоқлик коэффициентлари адабиётларда берилган [4, 5, 14-17].

Бирор  $t$  температурада шарбатлар, қиёмлар, қуюлтирилган ва хом сутларнинг динамик қовушоқлик коэффициенти ушбу формуладан аниқланади:

$$\mu_t = \frac{12,9 \cdot \mu}{t^{0,85}} \quad (26)$$

бу ерда  $\mu$  - 20°C температурадаги динамик қовушоқлик. Хом сут учун

$$\mu_t = 0,7 \cdot \exp(0,06 + 0,08 \cdot x) \quad (27)$$

бу ерда  $x$  - қуруқ моддалар концентрацияси.

Усимлик егларининг динамик қовушоқлик коэффициенти (мПа·с):

$$\mu_t = \frac{0,175}{10 \cdot \exp(0,31 + 0,026 \cdot t)} \quad (28)$$

томат маҳсулотлари учун (Па·с):

$$\mu_i = 0.0199 \cdot x^{2.92} \cdot t^{-1.17} \quad (29)$$

Хар хил температураларда газларнинг динамик қовушоклик коэффициентлари махсус адабиётларда келтирилган [18].

Газ аралашмаларининг динамик қовушоклик коэффициенти қуйидаги тахминий формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$\frac{M_{ар}}{\mu_{ар}} = \frac{y_1 \cdot M_1}{\mu_1} + \frac{y_2 \cdot M_2}{\mu_2} + K \quad (30)$$

бу ерда  $M_{ар}$ ,  $M_1$ ,  $M_2$ , ... - газ аралашмаси ва компонентларнинг моль массаси;  $\mu_{ар}$ ,  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ , ... - тегишли динамик қовушоклик коэффициентлари;  $y_1$ ,  $y_2$ , ... - аралашмадаги компонентларнинг ҳажмий улушлари.

Атмосфера босимида бир қатор газларнинг (кокс, генератор газлари ва бошқалар) динамик қовушоклик коэффициенти  $\mu_{ар}$  ни ҳисоблаш учун қуйидаги эмпирик формулани ҳам қўлаш мумкин:

$$\mu_{ар} = \frac{y_1 \cdot \mu_1 \cdot \sqrt{M_1 \cdot T_{кр1}} + y_2 \cdot \mu_2 \cdot \sqrt{M_2 \cdot T_{кр2}} + K}{y_1 \cdot \sqrt{M_1 \cdot T_{кр1}} + y_2 \cdot \sqrt{M_2 \cdot T_{кр2}} + K} \quad (31)$$

бу ерда  $\mu_{ар}$  - аралашманинг  $t$  температурадаги динамик қовушоклик коэффициенти;  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ , ... -  $t$  температурада компонентларнинг динамик қовушоклик коэффициентлари;  $y_1$ ,  $y_2$ , ... - компонентларнинг ҳажмий улушлари;  $M_1$ ,  $M_2$ , ... - компонентларнинг моль массалари;  $T_{кр1}$ ,  $T_{кр2}$ , ... - компонентларнинг критик температуралари, К.

Хар хил газлар учун  $\sqrt{M \cdot T_{кр}}$  қийматлари иловадаги 3 - жадвалда берилган.

Динамик қовушоклик коэффициентининг температурага боғлиқлиги ушбу формула билан ифодаланади:

$$\mu_t = \mu_0 \cdot \frac{273 + C}{T + C} \cdot \left( \frac{T}{273} \right)^{1.5} \quad (32)$$

бу ерда  $\mu_0$  - 0°С температурадаги динамик қовушоклик коэффициенти;  $T$  - температура, К;  $C$  - Сатерленд константаси.

**СИРТИЙ ТАРАНГЛИК**  $\sigma$  - ўзгармас температурада фазаларни ажратувчи юзани бир бирликка кўпайтириш учун сон жихатдан баробар сарфланадиган ишга тенг қийматдир.

Агарда, бир томчи суюқлик ташки кучлардан холи бўлса, у сиртий таранглик кучи таъсирида шар шаклини олади.

Сиртий таранглик температурага боғлиқ бўлади ва температура ортishi билан унинг сон қийматлари камаяди.

Баъзи суюқликлар учун сиртий тарангликнинг сон қийматлари 1-1 жадвалда ва иловадаги 4 - жадвалда келтирилган.

1-1 жадвал

Суюқликларнинг сиртий таранглиги

Суюқлик	Температура, °С	Сиртий таранглик, $\sigma \cdot 10^3$ , Н/м
Сув	0	75,6
	20	72,8
Оливка ёғи	20	32,0
Этил спирти	20	24,1
Метил спирти	20	22,6
Сирка кислота	20	27,8

**ИССИҚЛИК СИГИМ  $c$**  - моддага қандайдир жараёнда берилаётган иссиқлик микдорининг тегишли температура ўзгариши нисбатига айтилади.

Амалда массавий, ҳажмий ва моль солиштирма иссиқлик сифимлари ишлатилади. Солиштирма иссиқлик сифими қайси жараёнда (изобар, изохор, изотермик, адиабатик, политроник) модда ва атроф муҳит орасида энергия алмашилишига боғлиқдир. Ҳисоблашларда жуда кўп изобар  $c_p$  ва изохор  $c_v$  иссиқлик сифимлар қўлланилади.

Узро бу икки солиштирма иссиқлик сифимликлар Майер формуласи билан боғлиқдир [18]:

$$c_p - c_v = R \quad (33)$$

бу ерда  $R$  - универсал газ константаси, Ж/(моль·К) ёки Ж/(кг·К).

Изобар иссиқлик сифимнинг изохор иссиқлик сифим нисбатига адиабата кўрсаткичи дейилади:

$$\frac{c_p}{c_v} = \kappa \quad (34)$$

1-2 жадвал

Баъзи моддаларнинг солиштирма иссиқлик сифими

№ т/б	Моддалар номи	Солиштирма иссиқлик сифими, кЖ/(кг·К)
1.	Суюқликлар	0,8 - 4,19
2.	Газлар	0,5 - 2,2
3.	Қаттиқ моддалар	0,13 - 1,8
4.	Ҳайвон маҳсулотларининг курук моддалари	1,38 - 1,68
5.	Ўсимлик маҳсулотларининг курук моддалари	0,71 - 1,36

Турли жинсли системаларнинг солиштирма иссиқлик сифими одатда аддитивлик коидасига (тўғри пропорционаллик) бўйсинади ва ушбу формуладан аниқланади:

$$c_p = c_2 \cdot m_2 + c_1 \cdot m_1 + c_1 \cdot m_1 + \dots \quad (35)$$

бу ерда  $c_1, c_2, c_3, \dots$  - компонентларнинг солиштирма иссиқлик сифимлари;  $m_1, m_2, m_3, \dots$  - аралашмадаги компонентларнинг массавий улуши.

Томат маҳсулотларининг солиштирма иссиқлик сифими ушбу формулада ҳисобланади:

$$c = 4228,7 - 20,9x - 10,88t \quad (36)$$

Ўсимлик хом-ашелариники эса

$$c = c_{окм} \cdot (1 - 0,01 \cdot W) + 41,87 \cdot W \quad (37)$$

бу ерда  $c_{окм}$  - абсолют қуруқ модданинг солиштирма иссиқлик сифими;  $W$  - намлик, %.

Сахарозанинг солиштирма иссиқлик сифими

$$c = 4190 - 0,01 \cdot x \cdot 2510 - 7,54 \cdot t + 4,61 \cdot (100 - Дб) \quad (38)$$

бу ерда  $x$  - қуруқ моддалар концентрацияси;  
Дб - маҳсулот сифати, %.

хамирники:

$$c = 1675 \cdot (1 + 0,015 \cdot W) \quad (39)$$

бугдойники:

$$c = 1550 + 26,4 \cdot W \quad (40)$$

Пахта чигити мураккаб, кўп компонентли система бўлгани учун тўғридан-тўғри унинг солиштирма иссиқлик сифимини аниқлаш қийин. Чигит каби гетероген материаллар учун эффектив солиштирма иссиқлик сифимини топиш мақсадга мувофиқдир. Бунинг учун ҳар бир компонентнинг, яъни мағиз, чигит қобиғи ва пахта толаларининг солиштирма иссиқлик сифимларини билиш керак [13].

Пахта толасининг солиштирма иссиқлик сифимини қуйидаги формула орқали топилади [20]:

$$c = c_{окм} \cdot \left(1 - \frac{u}{100}\right) + \frac{c_c \cdot u}{100} \quad (41)$$

бу ерда  $c_c$  - сувнинг солиштирма иссиқлик сифими.

Пахта чигитининг мағизи ва қобиғининг солиштирма иссиқлик сифимлари проф.Нурмухамедов Х.С. томонидан тақлиф этилган эмпирик

формулар ердамида ҳисобланади [21, 22]:  
мағиз учун

$$c = 540 + (3,56 \cdot W^{0,8} + 0,73) \cdot (T - 110,5) \quad (42)$$

қобиг учун

$$c = 60 + 4 \cdot (T - 50) \cdot \exp 0,028 \cdot W \quad (43)$$

кунжара учун

$$c = (0,05 + 0,02 \cdot W) \cdot T^{1,25} \quad (44)$$

бу ерда  $W$  - материал намлиги, %;  $T$  - абсолют температура, К.  
Пахта чигитининг эффектив солиштирма иссиқлик сизими ушбу формулада ҳисобланади [23]:

$$c_{ef} = m_1 \cdot \left[ c_{акм} \cdot \left( 1 - \frac{W}{100} \right) + \frac{c_c \cdot W}{100} \right] + m_2 \cdot [60 + 4 \cdot (T - 50) \cdot \exp 0,028 \cdot W] + m_3 \cdot [540 + (3,56 \cdot W^{0,8} + 0,73) \cdot (T - 110,5)] \quad (45)$$

бу ерда  $m_1, m_2, m_3, \dots$  - пахта толаси, чигит мағизи ва қобигининг массавий улушлари.

(45) формула ёрдамида ҳисоблаб чиқилган пахта чигитининг эффектив солиштирма сизимлари 1-3 жадвалда келтирилган [21,23].

1-3 жадвал

T, K	Эффектив солиштирма иссиқлик сизими $c_{ef}$ , Ж/(кг·К)							
	Пахта чигитининг молиғлиги, %							
	0	5	10	15	20	25	30	35
250	1466	1460	1454	1448	1441	1435	1429	1423
300	1812	1808	1804	1801	1797	1793	1789	1785
350	2158	2137	2116	2095	2073	2052	2031	2010
400	2504	2466	2427	2389	2360	2312	2273	2245
450	2850	2794	2738	2683	2627	2571	2515	2460

**ИССИҚЛИК ЎТКАЗУВЧАНЛИК  $\lambda$**  - бу микроразрачаларнинг ўзаро таъсири ва иссиқлик ҳаракати натижасида иссиқ жисмдан совуқ жисмга энергия ўтказилиши туфайли жисм температурасининг турғунлашишидир.

Қаттиқ материал, суюқлик ва газларда иссиқлик ўтказувчанликнинг

интенсивлиги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини  $\lambda$  билан характерланади.

30°C температурадаги суюқликнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини ушбу формула ёрдамида ҳисобланиши мумкин:

$$\lambda_{30} = A_I \cdot c \cdot \rho \cdot \sqrt[3]{\frac{\rho}{M}} \quad (46)$$

бу ерда  $A_I$  - суюқликнинг ассоциацияланиш даражасига боғлиқ коэффициент;  $c$  - суюқликнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К);  $\rho$  - суюқлик зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $M$  - моль масса.

$$\begin{array}{ll} \text{сув учун} & A_I = 3,58 \cdot 10^{-8} \\ \text{бензол учун} & A_I = 4,22 \cdot 10^{-8} \end{array}$$

Бирор  $t$  температурадаги суюқликнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини ушбу формуладан топилади:

$$\lambda_t = \lambda_{30} \cdot [1 - \varepsilon \cdot (t - 30)] \quad (47)$$

бу ерда  $\varepsilon$  - температура коэффициенти.

$$\begin{array}{ll} \text{Метил спирти учун} & \varepsilon = 1,2 \cdot 10^3 \text{ C}^{-1}; \\ \text{Этил спирти учун} & \varepsilon = 1,2 \cdot 10^3 \text{ C}^{-1}; \end{array}$$

Мева, мева-резаворлар шарбати, киемлар, шакарли суг учун  $\lambda$  коэффициентини ушбу формуладан аниқланади:

$$\lambda_t = \lambda_{20} + 0,00068 \cdot (t - 20) \quad (48)$$

20°C да эса

$$\lambda_{20} = 0,593 - 0,025 \cdot x^{0,53} \quad (49)$$

бу ерда  $x$  - абсолют куруқ моддаларнинг концентрацияси.

Томаг маҳсулотларининг  $\lambda$  коэффициентини қуйидаги формуладан топилади:

$$\lambda = (528 - 4,04 \cdot x + 2,05 \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad (50)$$

$0 < x < 65\%$  ва 80°C гача бўлган ораликда сахарозанинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини эса,

$$\lambda = (1 - 5,479 \cdot 10^{-3} \cdot x) \cdot (0,5686 + 1,514 \cdot 10^{-3} \cdot t - 2,2 \cdot 10^{-6} \cdot t^2) \quad (51)$$

Донасимон тукли, кўп компонентли пахта чигитининг эффектив ис-

сиклик ўтказувчанлик коэффициенти ҳам проф. Нурмухамедов Х.С. томонидан келтириб чиқарилган формуладан топилади [23, 24]:

$$\lambda_{\text{эф}} = f \cdot \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_5} \right) \cdot \left[ \frac{1}{\lambda_1} \cdot \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) + \frac{1}{\lambda_2} \cdot \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} \right) + \frac{1}{\lambda_3} \cdot \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) + \frac{1}{\lambda_4} \cdot \left( \frac{1}{r_4} - \frac{1}{r_5} \right) \right]^{-1} \quad (52)$$

бу ерда  $r_1, r_2, r_3, r_4, r_5$  - бўшлиқ, ядро, ҳаво катлами, қобиг ва момиклик радиуслари, м;  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  - ядро, ҳаво, қобиг ва пахта толаларнинг исиклик ўтказувчанлик коэффициентилари, Вт/(м·К);  $f$  - шакл коэффициенти.

Нотўғри шаклга эга бўлган пахта чигити учун  $f$  ушбу формуладан топилади [13]:

$$f = 1.063 + 5.5 \cdot 10^{-2} \cdot O_n \quad (53)$$

бу ерда  $O_n$  - пахта чигитининг момиклиги бўлиб, одатда унинг сон қийматлари  $f = 0.89-0.93$  оралиқда бўлади.

(52) формула ердамида ҳисобланган пахта чигитининг эффектив исиклик ўтказувчанлик коэффициентининг қийматлари 1-4 жадвалда келтирилган.

1-4 жадвал

Т, К	$O_n$ , момикликдаги $\lambda$ , Вт/(м·К)					
	0	3	6	9	12	15
250	0,484	0,477	0,470	0,464	0,457	0,453
300	0,406	0,401	0,395	0,390	0,384	0,380
350	0,433	0,427	0,421	0,415	0,409	0,405
400	0,322	0,318	0,313	0,309	0,304	0,301
450	0,291	0,287	0,283	0,279	0,275	0,272

Маълумки, температура ўзгариши билан маҳсулотнинг исиклик ва физик хоссалари кескин ўзгаради. Материал хоссаларининг бунчалик ўзгаришига уларнинг таркибидаги сув ёки музларнинг асосий хоссаларидаги катта фарқ сабабчидир (1-5 жадвал).

1-5 жадвал

№ т/б	Хоссалар	Бирлиги	Сув	Муз
1.	Солиштирма исиклик сизим	$c, \text{кЖ}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	4,19	2,10
2.	Исиклик ўтказувчанлик	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	0,554	2,21
3.	Температура ўтказувчанлик	$a \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	0,13	0,17
4.	Зичлик	$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	999,5	916,2

# 1 - боб. ГИДРАВЛИК ХИСОБЛАР

## 1.1. ТРУБАЛАРНИНГ ГИДРАВЛИК ҚАРШИЛИКЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

Трубаларнинг гидравлик қаршиликларини аниқлашдан мақсад, суюқлик ва газларни узатиш учун мўлжалланган насос, вентилятор, газодувка каби ускуналарнинг энергия сарфини аниқлашдир.

Маълумки, ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликлар мавжуддир. Уларнинг пайдо бўлишига суюқлик оқимининг йўналиши ва тезлигининг ўзгариши сабабчидир.

Босимнинг ( $\Delta P_{гвк}$ ) ёки напорнинг ( $h_{гвк}$ ) йўқотилиш ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликларни енгитишга сарф бўлади ва улар қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

$$\Delta P_{гвк} = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{\rho w^2}{2} \quad (1.1)$$

$$h_{гвк} = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{w^2}{2g} \quad (1.2)$$

бу ерда  $\lambda$  - ишқаланиш коэффициентини;  $l$  ва  $d$  - трубанинг узунлиги ва диаметри, м;  $\sum \xi$  - маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндиси;  $\rho$  - газ ёки суюқликнинг зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

Трубанинг эквивалент диаметри ушбу формуладан топилади:

$$d_{э} = \frac{4S}{\Pi} \quad (1.3)$$

бу ерда  $S$  - оқим кўндаланг кесимининг юзаси, м<sup>2</sup>;  $\Pi$  - ҳўлланган периметр.

Ишқаланиш коэффициенти  $\lambda$  ни ҳисоблаш формуласи суюқликнинг оқиш режими ва трубанинг ғадир-будурлигига боғлиқдир.

Ламинар режимда,

$$\lambda = \frac{A}{Re} \quad (1.4)$$

бу ерда  $Re = wd\rho/\mu$  - Рейнольдс сони;  $A$  - трубанинг кўндаланг кесимига боғлиқ коэффициент. Қуйида баъзи кўндаланг кесимлар учун экви-



валент диаметр ва  $A$  коэффициентларининг сон қийматлари 1-6 жадвалда келтирилган:

1-6 жадвал

Кўндатанг кесим шакли	d	A
d - диаметрли айлана	d	64
a - томонли квадрат	a	57
a - томонли тенг ёнли учбурчак	0,58a	53
a - кенгликка эга халқа	2a	96
балаңдлиги a, эни b бўлган тўғри тўртбурчак		
a/b=0	2a	96
a/b=0,1	1,81a	85
a/b=0,25	1,6a	73
a/b=0,5	1,3a	62
Эллипс (a - кичик ярим ўқ, b - катта ярим ўқ):		
a/b=0,1	1,55a	78
a/b=0,3	1,4a	73
a/b=0,5	1,3a	68

Турбулент режимда эса 3 та зона бор ва улар учун ишқаланиш коэффициентини  $\lambda$  қуйидаги формулалар орқали ҳисобланади:

Текис ишқаланиш зонаси учун ( $2320 < Re < 10/e$ )

$$\lambda = \frac{0,315}{\sqrt[4]{Re}} \quad (1.5)$$

аралаш ишқаланиш зонаси учун ( $10/e < Re < 560/e$ )

$$\lambda = 0,11 \left( e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (1.6)$$

$Re$  ( $Re > 560/e$ ) сонига нисбатан автомодел зона учун

$$\lambda = 11 \cdot e^{0,25} \quad (1.7)$$

(1.5) - (1.7) формулаларда  $e = \Delta/d_j$  - трубанинг нисбий ғадир-будурлиги;  $\Delta$  - трубанинг абсолют ғадир-будурлиги (труба юзасидаги дўнгликларнинг ўртача балаңдлиги). 1-7 жадвалда баъзи бир трубаларнинг абсолют ғадир-будурликлари ( $\Delta$ ) нинг тахминий сон қийматлари келтирилган.

Трубалар	$\Delta$ , мм
Янги, пўлат	0,06 - 0,1
Озгина коррозияга учраган пўлат труба	0,1 - 0,2
Ифлосланган, эски труба	0,5 - 2
Янги чўян, керамик трубалар	0,35 - 1
Ишлатилган, чўян труба	1,4
Текис алюминий трубалар	0,015 - 0,06
Латунь, мис, кўрғошин ва шиша трубалар	0,0015 - 0,01
Тўйинган буғ учун	0,2
Буғ учун, узлукли ишлайдиган трубалар	0,5
Конденсация учун, узлукли ишлайдиган трубалар	1,0

Маҳаллий қаршилиқлар коэффициентларининг сон қийматлари суюқликнинг оқиш режими ва маҳаллий қаршилиқнинг турига боғлиқдир.

Энг кўп тарқалган маҳаллий қаршилиқларнинг турлари ва уларга тааллуқли сон қийматлари иловадаги 5-жадвалда келтирилган.

## 1.2. ТРУБАЛАРНИНГ ОПТИМАЛ ДИАМЕТРЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

Думалок кўндаланг кесимли трубаларнинг ички диаметри қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади [1]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w}} \quad (1.8)$$

бу ерда  $V$  - ҳажмий сарф, м<sup>3</sup>/с;  $w$  - тезлик, м/с.

Одатда, узатилаётган суюқликнинг сарфи маълум бўлади (ёки берилган бўлади). Демак, трубанинг диаметрини аниқлаш учун факат битта параметрни топиш керак, яъни тезлиги  $w$  ни. Оқимнинг тезлиги қанча катта бўлса, шунчалик трубанинг зарур диаметри кичик бўлади. Бу ҳол эса труба қувири нархининг арзонлашишига, уни таъмирлаш ва монтажи учун сарфлар камайишига олиб келади.

Аммо, оқимнинг тезлиги ортиши билан труба қувирида напорнинг йўқотилиши ўсиб кетади. Бу эса, суюқликни узатиш учун зарур бўлган босимлар фарқининг кўпайишига сабабчи бўлади, яъни энергетик сарфлар ортади.

Суюқлик ёки газни узатиш пайтида жами сарфлар минимал бўлган трубанинг оптимал диаметрини техник-иктисодий ҳисоблар орқали аниқлаш керак. Амалиётда эса оптимал диаметрли трубадаги тезликларга яқин тезликлар орқали топилади (1-8 жадвал).

Узатиштига н муҳит	W, м/с
<b>СУЮҚЛИКЛАР</b>	
Уз-узидан оқиш пайти қовушқок кам қовушқок	0,1 - 0,5 0,5 - 1,0
Насос ёрдамида узатишда сўриш труба ва оқида хайдаш труба ва оқида	0,8 - 2,0 1,5 - 3,0
<b>ГАЗЛАР</b>	
Таблий чиқишида	2 - 4
Кичик босимда узатишда	4 - 15
Катта босимда узатишда	15 - 25
<b>БУГЛАР</b>	
Ута қизитилган	30 - 50
Тўниган буглар қуйидаги босимларда, Па	
$10^5$ Па дан кўп бўлинган	15 - 25
$(1-0,5) \cdot 10^5$	20 - 40
$(5-2) \cdot 10^4$	40 - 60
$(2-0,5) \cdot 10^4$	60 - 75

Қуйида берилган 1-9 жадвалида саноатда қўлланиладиган баъзи бир пўлат трубаларнинг параметр ва халлари келтирилган (4 - белги углеродли пўлат, 3 - зағипламайдиган пўлат трубаши билдиради.)

1-9 жадвал

Ташқи диаметр ва девор қалинлиги, мм	Материал	Ташқи диаметр ва девор қалинлиги, мм	Материал	Ташқи диаметр ва девор қалинлиги, мм	Материал
14x2,5	4,3	133x4	3	133x4	4
14x3	3	133x6	4	133x6	3
16x2	4	133x7	3	133x7	4
18x2	44	159x4,5	4	159x4,5	4
18x3	4,3	159x5	4	159x5	4
20x2	4,3	159x6	4	159x6	3
20x2,5	3	159x7	3	159x7	4
22x2	4	194x6	4	194x6	4
22x3	4,3	194x10	4	194x10	4
22x3	4	219x6	4,3	219x6	4

25x2	4,3	89x4,5	4,3	219x8	4
25x3	4	89x6	4	245x7	4
32x3	3	90x4	3	245x10	4
32x3,5	4	90x5	4	273x10	4
38x2	4,3	95x4	4,3	325x10	4
38x3	3	95x5	4	325x12	4
38x4	4	108x4	4	377x10	4
45x3,5	3	108x5	4	426x11	4
45x4	4	108x5	3		

### 1.3. НАСОС ВА ВЕНТИЛЯТОРЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

Кимё ва озик-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқариш технологияларида ишлатиладиган насосларнинг асосий турлари: марказдан қочма, поршенли ва пропеллерли (ўкли) насослардир.

Бу типдаги қурилмаларни лойиҳалашда белгиланган сарфда суюқликни насос ёрдамида узатиш учун зарур напор ва қувватни аниқлаш масаласини ечиш керак. Ушбу, яъни напор ва қувват топилгандан сўнг аниқ бир насос танланади [1,5.26,27].

Суюқликни узатиш учун сарфланаётган фойдали қувват қуйидаги формуладан аниқланади:

$$N_{\phi} = \rho g H Q \quad (1.9)$$

бу ерда  $Q$  - суюқлик сарфи, м<sup>3</sup>/с;  $H$  - насос напори, м.  
Насоснинг ўқидаги қувват қуйидаги тенглама билан топилади:

$$N_e = \frac{N_{\phi}}{\eta_n} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_n} \quad (1.10)$$

Насоснинг напори эса ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + H_r + h_{\text{ўқ}} \quad (1.11)$$

бу ерда  $p_2, p_1$  - суюқликнинг насосга киришидаги ва чиқишидаги босими, Па;  $H_r$  - суюқликни геометрик кўтарилиш баландлиги, м;  $h_{\text{ўқ}}$  - сўриш ва ҳайдаш трубаларидаги йўқотилишларнинг йиғиндиси, м.

Двигатель истеъмол қиладиган қувват насос ўқидаги қувватдан ортиқроқ бўлади, чунки қувватнинг бир қисми электр двигателънинг ўқида ва электр двигателъдан механик энергия насосга берилаётганда сарф бўлади, яъни

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{ов}} \eta_{\text{уз}}} = \frac{N_{\text{ф}}}{\eta_{\text{и}} \eta_{\text{ов}} \eta_{\text{уз}}} \quad (1.12)$$

Агарда, насоснинг ф.и.к. номаълум булса, унда куйида берилаётган тахминий ф.и.к. сон киматлари билан иш тутса бўлади:

<i>Насос</i>	<i>Марказдан қочма</i>	<i>Пропеллерли</i>	<i>Поршенли</i>
ф.и.к.	0,4-0,7 (кичик ва ўрта сарфли)	0,7-0,9	0,65-0,85
ф.и.к.	0,7-0,9 (катта сарфли)	-	-

Агарда двигателънинг ф.и.к. номаълум бўлса, номинал қувватига қараб ф.и.к. ни танласа бўлади:

$N_{\text{дв}}, \text{кВт}$	0,4 ÷ 1	1 ÷ 3	3 ÷ 10	10 ÷ 30	30 ÷ 100	100 ÷ 200
$\eta_{\text{дв}}$	0,7 ÷ 0,78	0,78 ÷ 0,83	0,83 ÷ 0,87	0,87 ÷ 0,9	0,9 ÷ 0,92	0,92 ÷ 0,94

Агарда  $N_{\text{дв}} > 200$  кВт булса, двигатель ф.и.к. 0,94 га тенг бўлади.

Технологик схемага насосни ўрнатиш пайтида шуни назарда тутиш керакки, суриш баландлиги қуйидаги формуладан олинган сон қийматидан катта бўлиши мумкин эмас:

$$H_c \leq \frac{p_l}{\rho g} - \left( \frac{p}{\rho g} + \frac{w_c^2}{2g} + h_{c\text{цвк}} + h_{\text{зак}} \right) \quad (1.13)$$

бу ерда  $p_l$  - ишчи температурада узатилаётган суюкликнинг тўйинган буғи босими, Па;  $w_c$  - суриш трубасидаги суюкликнинг тезлиги, м/с;  $h_{c\text{цвк}}$  - сўриш трубасида напорнинг йўқотилиши, м;  $h_{\text{зак}}$  - кавитация ҳодисасини бартараф қилиш учун напор заҳираси, м.

Марказдан қочма насослар учун

$$h_{\text{зак}} = 0,3 \cdot (Q \cdot n^2)^2 \quad (1.14)$$

бу ерда  $n$  - валнинг айланиш частотаси,  $\text{с}^{-1}$ .

Поршенли насослар учун

$$h_{\text{зак}} = 1,2 \cdot \frac{l}{g} \cdot \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{u^2}{r} \quad (1.15)$$

бу ерда  $l$  - сўриш трубасидаги суюкликнинг баландлиги, м;  $f_1$  ва  $f_2$  - поршен ва трубаларнинг кўндаланг кесим юзаси,  $\text{м}^2$ ;  $u$  - айланишнинг доира бўйлаб тезлиги,  $\text{с}^{-1}$ ;  $r$  - кривошип радиуси, м.

**Вентиляторлар.** Газларни узатиш пайтида босимни 1,15 гача кўтарадиган машиналарга вентиляторлар дейлади. Саноатда энг кенг тарқалган вентиляторларнинг тури - марказдан қочма ва пропеллерли (ўқли). Хосил қилаётган босимга қараб, вентиляторлар 3 гуруҳга бўлинади:

- паст босимли - 981 Па гача;
- ўрта босимли - 981÷2943 Па;
- юқори босимли - 2943÷11772 Па.

Вентиляторлар ёрдамида газлар узатилганда, газнинг термодинамик ўзгариши жуда кичик бўлади. Шунинг учун ушбу ўзгаришни ҳисобга олмас ҳам бўлади ва уларга сикилмайдиган муҳитлар учун машиналар назариясини қўлласа ўринлидир.

Вентилятор истеъмол қилаётган қувватни аниқлаш учун (1.9), (1.10) ва (1.12) формулалардан фойдаланиш мумкин.

Вентиляторнинг напори эса ушбу тенгламадан топилади:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h_{\text{в.т.к}}$$

бу ерда  $p_1$  - газ сўриб олинаётган қурилмадаги босим, Па;  $p_2$  - газ ҳайдалаётган қурилмадаги босим, Па;  $h_{\text{в.т.к}}$  - сўриш ва ҳайдаш йўлларида йўқотилган напорларнинг йиғиндиси.

Марказдан қочма вентилятор ф.и.к.  $\eta_b = 0,6 \div 0,9$  пропеллерли (ўқли) вентиляторники эса  $\eta_b = 0,7 \div 0,9$ . Агарда двигатель билан вентилятор ўқлари бевосита бирлаштирилган бўлса,  $\eta_{\text{в.т.к}} \approx 1,0$ .

Йлювадаги 6 жадвалда саноатда қўлланиладиган насос ва вентиляторларнинг асосий техник характеристикалари берилган.

#### **Насосни ҳисоблаш намунаси.**

Ортиқча босими 0.1 МПа да ишлайдиган қурилмага очик идишдан 20°C ли сувни узатиш учун қандай насос урнатилиши керак. Сувнинг сарфи  $1,2 \cdot 10^2$  м<sup>3</sup>/с. Сувни 15 м баландликка кўтариш зарур. Сўриш трубагининг узунлиги 10 м, ҳайдаш йўлиники эса 40 м. Ҳайдаш йўлида 2 та 120° ли бурилиш радиуси трубагининг 6 та диаметрига тенг 10 та 90° ли тирсак ва 2 та нормал вентилятор бор. Сўриш йўлида эса 2 та вентилятор ва бурилиш радиуси трубагининг 6 та диаметрига тенг 4 та 90° ли тирсаклар мавжуддир.

Сув идиши сатҳидан 4 м баландликда насосни ўрнатиш мумкинлигини аниқлаш керак.

#### **Труба қувурини танлаш.**

Сўриш ва ҳайдаш труба қувурлари учун сувнинг оқиш тезлигини бир хил, яъни 2 м/с деб қабул қиламиз. Унда, труба диаметри (1.8) формулага биноан қуйидагига тенг бўлади:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{3,14 \cdot 2}} = 0,088 \text{ м}$$

1-9 жадвалдан ташқи диаметри 95 мм, деворининг қалинлиги 4 мм ли пўлат трубагини танлаймиз. Ушбу трубагининг ички диаметри  $d = 87$  мм бўлади. Трубадаги сувнинг ҳақиқий тезлиги:

$$v' = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^3} = \frac{4 \cdot 1,2 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 0,087^2} = 2,02 \text{ м/с}$$

Трубанинг емириги шини ҳисобга олмаса бўладиган даражада кам деб қабул қиламиз.

**Ишқаланиш ва маҳаллий қаршилиқлар туфайли напорнинг йўқотилиши.**

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{2,02 \cdot 0,087 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 174500$$

Яъни, сувнинг оқиши турбулент режимга тўғри келади. Трубанинг абсолют гадир-будурлигини  $\Delta = 2 \cdot 10^{-4}$  м деб қабул қиламиз. Унда

$$e = \frac{\Delta}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,087} = 0,0023$$

$$\frac{l}{e} = 435; \quad \frac{560}{e} = 244000; \quad \frac{10}{e} = 4350;$$

$$435 < Re < 244000$$

Кўриниб турибдики, трубанинг ичида аралаш ишқаланиш мавжуддир. Шунинг учун  $\lambda$  коэффициентни (1.6) формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\lambda = 0,11 \left( 0,0023 + \frac{68}{174500} \right)^{0,25} = 0,025$$

Маҳаллий қаршилиқ коэффициентлар йиғиндисини топамиз:

Суриш йўли учун:

1) трубага кириш (ўткир қиррали ҳол учун):  $\xi_1 = 0,5$ ;

2) вентиллар:  $d = 0,076$  учун  $\xi = 0,6$ ;

$d = 0,10$  учун  $\xi = 0,5$ ;

интерполяция қилиш нагжасида,  $d = 0,087$  учун  $\xi = 0,56$ ; олинган натижани тузатиш коэффициентни  $k = 0,925$  кўпайтириб  $\xi_2 = 0,52$  эканлигини аниқлаймиз.

3) тирсақлар: коэффициент  $A = 1$ ; коэффициент  $B = 0,09$ ;  $\xi = 0,09$ .

Суриш йўлидаги маҳаллий қаршилиқ коэффициентларининг йиғиндисини топамиз:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + 2\xi_2 + 4\xi_3 = 0,5 + 2 \cdot 0,52 + 4 \cdot 0,09 = 1,9$$

Иловадаги 6 - жадвалдан ушбу иш унумдорлик ва напорга мос, ҳамда энг яқини Х45/31 маркали марказдан қочма насос тўғри келади. Бу насоснинг оптимал иш режимида  $Q = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $H = 31 \text{ м}$ .  $\eta_n = 0,6$ . Насосга А02-52-2 электр двигатели ўрнатилган бўлиб, унинг номинал қуввати  $N = 13 \text{ кВт}$ ,  $\eta_{\text{дв}} = 0,89$ . Двигатель ўқининг айланиш частотаси  $n = 48,3 \text{ с}^{-1}$ . Кавитация учун напорнинг заҳираси (1.14) формуладан топилади:

$$h_{\text{кав}} = 0,3 \cdot (0,012 \cdot 48,3^2)^{2/3} = 2,77 \text{ м}$$

Тўйинган сув буғининг босими [4,5] дан аниқланади ва у  $20^\circ\text{C}$  да  $p_v = 2,35 \cdot 10^3 \text{ Па}$  га тенгдир. Атмосфера босими  $p_a = 10^5 \text{ Па}$  ва сўриш патрубканинг диаметри труба қувурининг диаметрига тенг деб қабул қиламиз. Унда, (1.1) формула орқали

$$H_c \leq \frac{10^5}{998 \cdot 9,81} - \left( \frac{2,35 \cdot 10^3}{998 \cdot 9,81} + \frac{2,02}{2 \cdot 981} + 0,99 + 2,77 \right) = 6,0 \text{ м}$$

эканлигини топамиз. Шундай қилиб, насосни идишдаги суюқлик сатҳидан 4 м балангликда ўрнатиш мумкин.

### Вентиляторни ҳисоблаш намунаси

Хавонинг температураси  $20^\circ\text{C}$ , сарфи эса -  $0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ . Ҳаво адсорбернинг пастки қисмига юборилмоқда. Адсорбент қатламининг остидаги ва устидаги хавонинг босими атмосфера босимига тенгдир. Сорбент заррачаларининг зичлиги  $\rho_k = 800 \text{ кг}/\text{м}^3$ , ўртача ўлчами  $d = 0,0020 \text{ м}$  ва шакл фактори  $\Phi = 0,8$ . Қўзғалмас сорбент қатламининг баланглиги  $H = 0,65 \text{ м}$ , ғоваклиги  $\varepsilon = 0,4 \text{ м}^3/\text{м}^3$ . Адсорбернинг ички диаметри  $D = 1,34 \text{ м}$ . Ҳаво сўриб олиш жойидан адсорбергача бўлган жойидан труба қувурининг узунлиги  $l = 20 \text{ м}$ . Труба қувурида  $90^\circ$  ли 4 та тирсақлар ва 1 та задвижка ўрнатилган.

Адсорбер орқали хавони узатиш учун вентилятор танлансин.

Қатлам ҳолатини аниқлаймиз.

Қурилмадаги хавонинг фиктив тезлигини топамиз:

$$w_0 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 1,34^2} = 0,284 \text{ м}/\text{с}$$

Архимед критерийсини қуйидаги формуладан ҳисоблаймиз:

$$Ar = \frac{g \cdot d^2}{\mu^2} \cdot (\rho_s - \rho) \cdot \rho = \frac{9,81 \cdot 0,00205^3}{(1,85 \cdot 10^{-5})^2} \cdot (800 - 1,206) \cdot 1,206 = 2,38 \cdot 10^5$$



$Re_{мк}$  ни проф. Тодес О.М. формуласи орқали ҳисоблаб топиш мумкин [1-10, 25]:

$$Re_{мк} = \frac{Ar}{1400 + 5.22\sqrt{Ar}} = \frac{2,38 \cdot 10^5}{1400 + 5.22\sqrt{2,38 \cdot 10^5}} = 60,3$$

Мавҳум қайнаш тезлигини эса ушбу формуладан аниқланади:

$$w_{мк} = \frac{Re_{мк} \cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{60,3 \cdot 1,85 \cdot 10^{-5}}{0,00205 \cdot 1,206} = 0,451 \text{ м/с}$$

Шундай қилиб,  $w_0 < w_{мк}$  ( $0,284 \text{ м/с} < 0,451 \text{ м/с}$ ); демак қатлам кўзгалмас ҳолатда.

Қатламдаги Рейнольдс критерийсининг қиймати и аниқланади:

$$Re = \frac{2}{3} \cdot \frac{\phi}{(1-\varepsilon)} \cdot Re_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{0,8}{(1-0,4)} \cdot \frac{0,284 \cdot 0,00205 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 33,7$$

Қаршилик коэффицент  $\lambda$  ушбу формуладан топилади:

$$\lambda = \frac{133}{Re} + 2,34 = \frac{133}{33,7} + 2,34 = 6,29$$

Адсорбент қатламининг гидравлик қаршилиги ҳисобланади:

$$\Delta P_{кат} = \frac{3 \cdot \lambda \cdot H \cdot (1-\varepsilon) \cdot \rho \cdot w_0^2}{4 \cdot \varepsilon^3 \cdot d \cdot \Phi} = \frac{3 \cdot 6,29 \cdot 0,65 \cdot (1-0,4) \cdot 1,206 \cdot 0,284^2}{4 \cdot 0,4^3 \cdot 0,00205 \cdot 0,8} = 1705 \text{ Па}$$

Адсорбердаги газ тақсимловчи түр парда ва бошқа ёрдамчи элементларнинг гидравлик қаршилиги қатлам қаршилигининг 10% ни ташкил этади деб қабул қиламиз. Унда, қурилманинг гидравлик қаршилиги қуйидагига тенг бўлади:

$$\Delta P_{куп} = \Delta P_{кат} \cdot 1,1 = 1705 \cdot 1,1 = 1876 \text{ Па}$$

Труба қувуридаги ҳавонинг тезлигини  $w = 10 \text{ м/с}$  деб қабул қиламиз. Унда, труба қувурининг диаметри (1.8) формуладан ҳисоблаб чиқарилади

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 10}} = 0,226 \text{ м}$$

Ташқи диаметри 245 мм ва деворининг қалинлиги 7 мм бўлган пўлат труба танланади. Трубанинг ички диаметри  $d = 0,231$  м ва ундаги ҳақиқий тезлик қуйидагига тенг бўлади:

$$w = \frac{0,4 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,231^2} = 9,55 \text{ м/с}$$

Труба қувуридаги оқим учун Рейнольдс критерийси:

$$Re = \frac{9,5 \cdot 0,231 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 149800$$

Труба қувури ишлатилган, озгина емирилган деб қабул қиламиз. Унда  $\Delta = 0,15$  мм бўлса, қуйидаги натижалар олинади:

$$e = \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{0,231} = 6,49 \cdot 10^{-4}; \quad \frac{l}{e} = 1541; \quad 10 \cdot \frac{l}{e} = 15410$$

$$560 \cdot \frac{l}{e} = 862900; \quad 15410 < Re = 143800 < 862900$$

Шундай қилиб,  $\lambda$  ни ҳисоблаш арабаш ишқаланиш зонаси учун чиқарилган (1.6) формуладан топиш керак.

$$\lambda = 0,11 \left( 6,49 \cdot 10^{-4} + \frac{68}{143800} \right)^{0,25} = 0,020$$

Маҳаллий қаршилик коэффициентлари аниқланади:

- 1) трубага кириш (ўткир қиррали):  $\xi_1 = 0,5$ ;
- 2) задвижка:  $d = 0,231$  м учун  $\xi_2 = 0,22$ ;
- 3) тирсак;  $\xi_3 = 1,1$ ;
- 4) трубадан чиқиш:  $\xi_4 = 1$

Маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндиси

$$\Sigma \xi = 0,5 + 0,22 + 4 \cdot 1,1 + 1 = 6,12$$

га тенг бўлади.

Труба қувурининг гидравтик қаршилиги (1.1) формула орқали аниқланади:

$$\Delta P_{\text{гид}} = \left( \frac{0,02 \cdot 20}{0,231} + 6,12 \right) \cdot \frac{1,206 \cdot 9,55^2}{2} = 432 \text{ Па}$$

Қурилма ва труба қувурларининг қаршиликларини енгиш учун вентилятор қуйидаги микдорда ортиқча босим бера олиши керак:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{квр}} + \Delta P_{\text{аук}} = 1876 + 432 = 2308 \text{ Па}$$

Шундай қилиб, ўрта босимли вентилятор керак экан.  
 Вентиляторнинг фойдали қуввати (1.9) формуладан аниқланади:

$$N_{\phi} = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q = Q \cdot \Delta P = 0,4 \cdot 2308 = 923 \text{ Вт} = 0,923 \text{ кВт}$$

Агар  $\eta_{\text{э}} = 1$  ва  $\eta_{\text{м}} = 0,6$  деб қабул қилинса, унда электродвигатель ўқидаги қувват (1.12) формулага биноан қуйидагига тенг бўлади:

$$N = \frac{0,923}{0,6 \cdot 1} = 1,54 \text{ кВт}$$

Иловадаги 14 - жадвалдан кўриниб турибдики, олинган маълумотларга Ц1-1450 вентилятори мос келади.

#### 1.4. ЦИКЛОННИ ҲИСОБЛАШ

20000 кг/с миқдордаги чангли газ аралашмасида чанг заррачаларининг бошланғич концентрацияси  $y_6 = 0,5\%$  тозаланган газ аралашмасидаги чанг заррачаларининг охириги концентрацияси  $y_0 = 0,05\%$  дисперс фаза системасининг зичлиги  $\rho_c = 1250 \text{ кг/м}^3$ , дисперс муҳитнинг зичлиги  $\rho_m = 1,06 \text{ кг/м}^3$ , дисперс муҳитнинг қовушоклиги  $\mu = 2,01 \cdot 10^{-5} \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$ . Циклонда чўкаётган чанг заррачаларининг энг кичик диаметри  $d = 30 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ .

Циклонни ҳисоблаш учун жараённинг моддий баланс тенгламаси асосида тозаланган газ ва чанг заррачаларининг миқдорини аниқлаймиз:

$$G_c = G_s \frac{100 - y_0}{100 - y_6}$$

бу ерда  $G_c$  – тозаланаётган газ аралашмасининг миқдори  $G_s = 20000 \text{ кг/с}$ .

$$G_c = G_s \frac{100 - y_0}{100 - y_6} = 20000 \frac{100 - 0,5}{100 - 0,05} = 19909,95 \text{ кг/с}$$

Газ аралашмасидан ажратилган чанг заррачаларининг миқдори.

$$G_i = G_s - G_c = 20000 - 19909,95 = 90,05 \text{ кг/с}$$

$$G_c = G_0 + G_i = 19909,95 + 90,05 = 20000 \text{ кг/с}$$

Системанинг зичлиги:

Циклонга кираётган чангли газ аралашмасининг зичлиги:

$$\rho_l = \frac{100}{\frac{y_{\text{г}}}{\rho_{\text{г}}} + \frac{100 - y_{\text{г}}}{\rho_{\text{св}}}} = \frac{100}{\frac{0,5}{1250} + \frac{99,5}{1,06}} = 1,065$$

Тозаланган газнинг зичлиги:

$$\rho_n = \frac{100}{\frac{y_{\text{г}}}{100} + \frac{100 - y_{\text{г}}}{\rho_{\text{св}}}} = \frac{100}{\frac{0,05}{100} + \frac{100 - 0,05}{1,06}} = 1,06 \text{ кг/с}^3$$

Системанинг ҳажми:

Кираётган чангли газ аралашмасининг ҳажми :

$$V_{\text{г}} = \frac{G_{\text{г}}}{\rho_{\text{г}}} = \frac{20000}{1,065} = 18779,3 \text{ м}^3$$

Тозаланган газ аралашмасининг ҳажми:

$$V_m = \frac{G_m}{\rho_m} = \frac{19909,95}{1,06} = 18782,97 \text{ м}^3$$

Ажратилган чангли газ заррачаларининг ҳажми:

$$V_r = \frac{G_r}{\rho_r} = \frac{90,05}{1250} = 0,072 \text{ м}^3$$

Курилманинг унумдорлиги.

$$V_{\text{к}} = \frac{G_{\text{к}}}{\rho_{\text{св}}} = \frac{20000}{1,06 \cdot 3600} = 5,24 \text{ м}^3$$

### **Конструктив ҳисоб.**

Марказий чиқиш трубасининг радиусини аниқлаймиз:

$$r_l = \sqrt{\frac{V_{\text{к}}}{\pi w_{\text{г}}}} = \sqrt{\frac{5,24}{3,14 \cdot 4}} = 0,65 \text{ м}$$

бу ерда  $w_{\text{г}}$  – трубадаги газ оқимининг тезлиги  $w_{\text{г}} = 2 \div 5$  бўлгани учун  $w_{\text{г}} = 4$  м/с деб қабул қиламиз.

Газ аралашмаси кирадиган штуцернинг ўлчам катталикларини аниқлаймиз. Бу ҳолда унинг баландлигини энига бўлган нисбатини 2 га тенг деб олиб, штуцердаги газ оқимининг тезлигини  $w_{\text{шт}} = 21$  м/с деб оламиз.

Штуцернинг кенглиги:

$$v = \sqrt{\frac{V}{2 \cdot w_{\text{ум}}}} = \sqrt{\frac{5,24}{2 \cdot 21}} = 0,35 \text{ м}$$

Штуцернинг баландлиги  $h = 0,7 \text{ м}$ .

Цилиндрсимон корпуснинг радиусини қуйидаги тенглама орқали ҳисоблаймиз.

$$r_2 = r_1 + \delta_1 + \Delta r$$

бу ерда  $\delta_1$  - марказий чиқиш трубагининг қалинлиги. Унинг қиймати  $\delta_1 = 0,05 \text{ м}$  деб оламиз.

$\Delta r$  - корпус цилиндр қисмининг юзаси билан марказий чиқиш труба-си орасидаги масофа. Унинг қиймати  $\Delta r = 0,395 \text{ м}$  деб қабул қиламиз.

Бу ҳолда

$$r_2 = r_1 + \delta_1 + \Delta r = 0,6 + 0,05 + 0,395 = 1 \text{ м}$$

Циклондаги газ оқимининг айланма тезлигини аниқлаймиз:

$$w_{\text{н}} = \frac{w_{\text{ум}}}{c} = \frac{21}{1,4} = 1,5 \text{ м/с}$$

бу ерда  $c = 1,4$ .

Циклондаги газ оқимининг айланиш радиусини икки хил усул билан аниқланади.

ўртача логарифмик:

$$r_{\text{лп}} = \frac{r_2 - (r_1 + \delta_1)}{2,3 \cdot \lg \frac{r_2}{r_1 + \delta_1}} = \frac{1 - 0,605}{2,3 \cdot \lg \frac{1}{0,605}} = 0,784 \text{ м}$$

ўртача арифметик:

$$r_{\text{лп}} = \frac{r_2 + (r_1 + \delta_1)}{2} = \frac{1 + 0,605}{2} = 0,8025 \text{ м}$$

Циклондаги газ оқимининг айланма бурчак тезлиги:

$$w_{\text{н}} = \frac{w_{\text{н}}}{r_{\text{лп}}} = \frac{15}{0,8025} = 18,2 \text{ м/с}$$

Ўтиш режимида чанг заррачаларининг циклондаги марказдан қочма куч таъсирида ҳаракат тезлигини ҳисоблаймиз:

$$w = \frac{\mu \cdot g}{d \cdot \gamma} \cdot (6 \cdot Ar \cdot Fr)^{1/n} = \frac{2,05 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6}}{30 \cdot 10^{-6} \cdot 1,06} \cdot \left( \frac{23,8}{13,9} \right)^{0,74} \cdot 0,77 = 0,71 \text{ м/с}$$

$$n = 0,6 \quad Ar \cdot Fr = \frac{\delta^3 \cdot \rho_L \cdot \rho \cdot g}{\mu} \cdot \frac{w^2 \cdot r_c}{g}$$

Газнинг циклонда бўлиш вақтини топамиз.

$$Q = \frac{\Delta r}{w} = \frac{0,395}{0,71} = 0,55 \text{ c}$$

Циклоннинг ишчи ҳажмини ҳисоблаймиз.

$$V_n = V_c \cdot Q = 5,24 \cdot 0,55 = 2,88 \text{ м}^3$$

Циклон корпусининг цилиндрик қисмининг баландлигини ушбу формула ёрдамида ҳисоблаб топиш мумкин:

$$H = \kappa \cdot \frac{V_n}{\pi [r_2^2 - (r_1 + \delta)^2]}$$

$\kappa$  - цилиндрик баландлик қисмининг захира коэффиценти,  $\kappa = 1,25$  деб оламиз.

$$H = 1,25 \cdot \frac{2,88}{3,14 \cdot [1^2 - 0,605^2]} = 1,75 \text{ м}$$

Циклон конус қисмининг баландлигини топишда ушбу формула қўлланса бўлади:

$$H_k = (r_2 - r_0) \cdot \operatorname{tg} \alpha_0$$

бу ерда  $r_0$  - конуснинг пастки қисмидаги чиқадиган мосламанинг радиуси, м. Одатда унинг қиймати  $r_0 = 0,2$  га тенгдир.

$\alpha_0$  - конус ҳосил қилувчи қисм билан корпус радиуси орасидаги бурчак,  $\operatorname{tg} \alpha_0$  бурчагининг қийматини  $60^\circ$  деб оламиз.  $\operatorname{tg} \alpha_0 = 60^\circ$ .

$$H_k = (1 - 0,2) \cdot \operatorname{tg} 60^\circ = 1,4 \text{ м}$$

Циклондаги газ оқими ўрамларининг айланишлар сонини ҳисоблаймиз.

$$n = \frac{\theta \cdot w_n}{2 \cdot \pi} = \frac{0,55 \cdot 18,2}{2 \cdot 3,14} = 1,59 \approx 1,6$$

Ҳисоблашнинг тўғрилигини текшириш  
Фруд критерийси.

$$Fr = \frac{w_n^2 \cdot r_{yp}}{g} = \frac{18,2 \cdot 0,8025}{9,81} = 27,1$$

Циклоннинг унумдорлигини баландлик захирасини ҳисобга олмаган ҳолда аниқлаймиз:

$$V_{стк} = Fo \cdot w, \quad \text{м}^3/\text{с}$$

$$Fo = 2 \cdot \pi \cdot r_{yp} \cdot H, \quad \text{м}^2$$

бу ерда  $H$  - циклон цилиндр қисмининг баландлиги,

$$H = \kappa \cdot H_0 \cdot n, \quad \text{м}$$

$H_0$  - ҳаракатланувчи оқимнинг бир айланишлар сонигадаги баландлиги:

$$H_0 = C \cdot \frac{v \cdot h}{r_2 - (r_1 + \delta_1)}$$

$$C = \frac{w_1}{w_0} = 1,4$$

бу ерда  $w$  - заррачаларнинг чуқуш тезлиги, м/с.

$$w = \frac{r_0 - (r_1 + \delta_1)}{Q} \quad \text{м/с}$$

$$V_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,784 \cdot \frac{1,75}{1,25} \cdot 0,71 = 4,9 \approx 5 \text{ м}^3$$

Газ оқимининг бир айланиш ўрамлар сонига ҳаракатланувчи катламдаги баландлиги

$$H_0 = C \cdot \frac{v \cdot h}{r_2 - (r_1 + \delta_1)} = 1,4 \cdot \frac{0,35 \cdot 0,7}{1 - 0,605} = 0,87 \text{ м}$$

Циклон цилиндрик қисмининг баландлиги эса,

$$H = \kappa \cdot H_0 \cdot n = 1,25 \cdot 0,87 \cdot 1,6 = 1,74 \text{ м}$$

Текшириш ҳисобларининг натижаларига асосан циклоннинг ҳисоблари тўғри эканлиги тасдиқланди.

## 2 - б о б. ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ КУРИЛМАЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

### 2.1. ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ КУРИЛМАЛАРИНИ ТЕХНОЛОГИК ХИСОБЛАШНИНГ УМУМИЙ СХЕМАСИ

Иссиқлик алмашиниш қурилмасини ҳисоблаш ўз ичига берилган оптимал технологик шароитларга тўғри келадиган зарур иссиқлик ўтказиш юзасини, қурилманинг турини ва конструкциясининг нормаллашган вариантларини ташлашдан иборатдир. Зарур иссиқлик ўтказиш юзаси иссиқлик ўтказишнинг асосий тенгламасидан топилади [1-5]:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{ср}}} \quad (2.1)$$

Берилган технологик шароитларга мос иссиқлик юкласи  $Q$  ни иссиқлик ташувчи агентлардан бирининг иссиқлик баланси тенгламасидан аниқланади.

а) агарда иссиқлик ташувчи агентнинг агрегат ҳолати ўзгармаса,

$$Q = G_i \cdot c_i \cdot (t_{\text{доп}} - t_{\text{ох}}), \quad i = 1, 2 \quad (2.2)$$

б) тўйинган буғларнинг конденсатлари совитилмаса ёки қайнаш пайтида

$$Q = G_i \cdot V_i, \quad i = 1, 2 \quad (2.3)$$

в) ўта қизиган буғларни конденсацияланишида, конденсат совитилган ҳолда

$$Q = G_i \cdot (I_{\text{доп}} - c_i \cdot t_{\text{ох}}) \quad (2.4)$$

бу ерда  $I_{\text{доп}}$  - ўта қизиган буғ энтальпияси. Қурилмалар иссиқлик қопламаси билан ўралган бўлса, иссиқликнинг агроф муҳитга йўқотилиши жуда кам бўлади. Шунинг учун (2.2) ÷ (2.4) тенгламаларда улар ҳисобга олинмаган.

Агарда, иссиқлик ташувчи агентнинг агрегат ҳолати ўзгармаса, унинг ўртача температурасини бошланғич ва охири температураларнинг ўрта арифметик қиймати сифатида ҳисоблаб топиш мумкин

$$t_i = \frac{t_{\text{доп}} + t_{\text{ох}}}{2}, \quad i = 1, 2 \quad (2.5)$$

Иссиқлик ташувчи агентнинг агрегат ҳолати ўзгарса, иссиқлик алмашиниш юзаси бўйлаб унинг сон қиймати қайнаш (ёки конденсация бўлиш) температураси, босим ва агентнинг таркибига боғлиқдир.

Иссиқлик ташувчи агентларнинг ҳаракат йўналишлари бир хил ва қарама-қарши йўлли бўлган иссиқлик алмашиниш қурилмаларида оқимларнинг ўртача температуралар фарқи (2.6) ÷ (2.8) тенгламалардан топилади.

Қурилмага кириш ва ундан чиқишда иссиқлик ташувчи агентларнинг катта ва кичик фарқларининг нисбати катта ( $\Delta t_{\text{ки}}/\Delta t_{\text{чи}} > 2$ ) бўлса:



$$\Delta t_{y.p.} = \Delta t_{y.p. \text{ теор.}} = \frac{\Delta t_{кв} - \Delta t_{кн}}{\ln \frac{\Delta t_{кв}}{\Delta t_{кн}}} = \frac{\Delta t_{кв} - \Delta t_{кн}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{кв}}{\Delta t_{кн}}} \quad (2.6)$$

$\Delta t_{кв}/\Delta t_{кн} < 2$  бўлса, ўртача температуралар фарқи қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\Delta t_{y.p. \text{ а.р.}} = \frac{\Delta t_{кв} + \Delta t_{кн}}{2} \quad (2.7)$$

Агар иссиқлик ташувчи агентларнинг ҳаракат йўналишлари ўзаро кесишса, ўртача температуралар фарқи қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$\Delta t_{y.p.} = \varepsilon_{\Delta t} \cdot \frac{\Delta t_{кв} - \Delta t_{кн}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{кв}}{\Delta t_{кн}}} \quad (2.8)$$

бу ерда  $\varepsilon_{\Delta t}$  - муҳитларнинг температуралар нисбатига боғлиқ бўлган коэффициент.

Иссиқлик алмашиниш юзасини аниқлаш ва қурилманинг конструкциясини танлаш учун иссиқлик ўтказиш коэффициентини ҳисоблаб топиш керак.

Уни ҳисоблаш учун ушбу формуладан фойдаланса бўлади:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{дев.}}}{\lambda_{\text{дев.}}} + r_{1\text{уфл.}} + r_{2\text{уфл.}} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (2.9)$$

бу ерда  $\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  - иссиқлик ташувчи агентлар томонидаги иссиқлик бериш коэффициентлари;  $\lambda$  - девор материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти;  $\delta$  - девор қалинлиги;  $r_{1\text{уфл.}}$  ва  $r_{2\text{уфл.}}$  - деворнинг иккала томонидаги ифлослик қатламларининг термик қаршиликлари. 2.9 тенглама текис ва цилиндрсимон ( $R_{\text{таш.}}/R_{\text{ич.}} < 2$ ) деворлар орқали иссиқлик ўтиши жараёни учун тўғри келади.

Маълумки,  $\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  лар ҳисобланаётган иссиқлик алмашиниш қурилма конструкциясининг параметрларига боғлиқдир. Шунинг учун бу босқичда иссиқлик ўтказиш коэффициентини юқори аниқликда топиб бўлмайди. Демак, аввал тахминий ҳисоблар асосида иссиқлик ўтказиш коэффициенти аниқланади ва унга мос юза ва қурилманинг аниқ конструкцияси топилади. Сўнг эса, иссиқлик ўтказиш коэффициенти ва зарур иссиқлик алмашиниш юзасини аниқловчи ҳисоблари қилинади.

Ҳисоблаб топилган юзанинг сон қийматининг нормаллашган иссиқлик алмашиниш қурилмаси билан таққосланиб, ҳисоблаш учун танланган вариантнинг қанчалик тўғри эканлигига жавоб беради. Агарда, фарқ катта бўлса, албатта ҳисоблаш бошқа вариантда олиб борилиши керак.

2.1-расмда иссиқлик алмашиниш қурилмасини ҳисоблаш схемаси келтирилган.

## 2.2. ИССИКЛИК БЕРИШ КОЭФФИЦИЕНТИНИ ХИСОБЛАШ УЧУН ТЕНГЛАМАЛАР

Иссиқлик бериш коэффициентларини аниқ ҳисоблаш учун формуларни танлаш иссиқлик алмашиниш характерига (агрегат ҳолати ўзгармаганда, қайнаш даврида ёки конденсацияланган пайтда), танланган иссиқлик алмашиниш юзаси турига (текис, трубали, қиррали ва ҳ.), конструкция турига (кожух-трубали, змеевикли, бурама, труба ичида трубали, U-симон трубали ва ҳ.) ва иссиқлик ташувчи агентларнинг оқиш режимига боғлиқдир. Умумий ҳолда, иссиқлик бериш коэффициентини аниқлаш учун критериял формула куйидаги кўринишга эга:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr, \Gamma_1, \Gamma_2, \dots) \quad (2.10)$$

бу ерда  $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots$  - геометрик ўхшашлик.

Ҳисоблашнинг биринчи босқичида  $\alpha$  ва  $K$  коэффициентлар номаълум бўлгани учун уларнинг тахминий сон қийматларини белгилаб оламиз. Сўнг эса, ҳисоблар охирида, дастлабки қабул қилинган параметрлар тўғрилиги текширилади.

Куйида иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблашда кўп қўлланиладиган тенгламалар келтирилган.

1. Думалоқ кўндаланг кесимли тўғри труба ёки каналларда, иссиқлик ташувчи агентларнинг агрегат ҳолати ўзгармасдан турбулент ( $Re \geq 10000$ ) режимда оқиши пайтида ушбу формулани қўллаш мумкин:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \quad (2.11)$$

бу ерда  $Pr_0$  - Прандтл критерийси, труба деворининг температурасида ҳисобланган.

Иссиқлик ташувчи агентлар тезликларининг тахминий қийматлари 2-1 жадвалда келтирилган.

$Re$  ва  $Nu$  критерийларини ҳисоблашда аниқловчи геометрик ўлчов вазифасини эквивалент диаметр бажаради, яъни

$$l = d_e = \frac{4 \cdot f}{\Pi} \quad (2.12)$$

бу ерда  $f$  - оқимнинг кўндаланг кесим юзаси;  $\Pi$  - оқим кесимининг тўла периметри.

Иссиқлик ташувчи агентнинг физик хоссаларини ҳисоблашда аниқловчи температура сифатида газ ёки суюқликнинг ўртача температураси хизмат қилади.

Иситгич каналларида иссиқлик ташувчи агентнинг  
мажбурий ҳаракатида тавсия этиладиган  
тезликлар  $w$  қийматлари

Мухит	Ҳаракат шaroити	$w$ , м/с
Ковушоқлиги кам суюқлик (бен- зин, керосин, сув ва ҳ)	хайдаш йулида	1 - 3
	суриш йулида	0,8 - 1,2
Ковушоқ суюқлик (енгил ва оғир ойлар, тузлар ва эритмалари)	хайдаш йулида	0,5 - 1,0
	суриш йулида	0,2 - 0,8
Кам ва ўрта қовушоқли суюқлик	узи оқиш	0,1 - 0,5
Катта напорли газ	компрессорнинг хайдаш йулида	15 - 30
Кичик напорли газ	вентилятор ва газ қувурининг хайдаш йулида	5 - 15
Тоза газ, атмосфера босимида	газ қувури	12 - 16
Чангли газ, атмосфера босимида	газ қувури	6 - 10
Газ, табиий тортилишда	газ қувури	2 - 4
Сув буғи :	---	30 - 75
	---	100 - 200
Тўйинган буғлар (углеводородлар)	босим, МПа	
	0,005 - 0,02	60 - 70
	0,02 - 0,05	40 - 60
	0,05 - 0,1	20 - 40
	0,1	10 - 25

(2.11) формула қуйидаги ораликда қўлланса бўлади:

$$Re = 10^4 \div 5 \cdot 10^6; \quad Pr = 0,6 \div 10; \quad L / d \geq 50$$

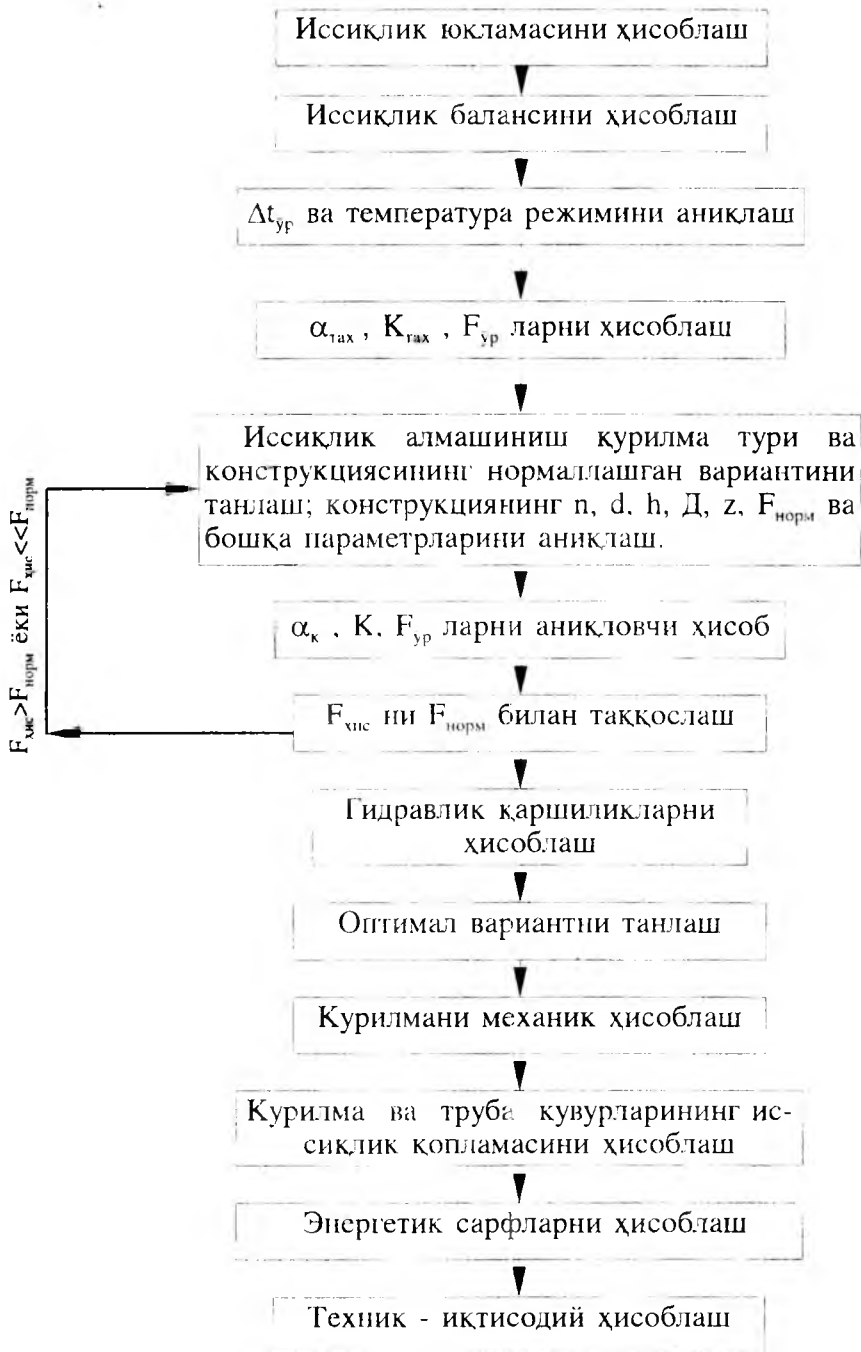
Змеевикли труба учун  $\alpha$  ни топиш учун (2.11) да аниқланган  $\alpha$  нинг қиймати ушбу тузатиш коэффициентга кўпайтирилади:

$$\alpha_{zw} = \alpha \cdot \left( 1 + 3,54 \cdot \frac{d}{D} \right) \quad (2.13)$$

бу ерда  $d$  - змеевик трубасининг ички диаметри;  $D$  - змеевик ўрамининг диаметри.

2. Ўтиш режимида ( $2300 < Re < 10000$  ва  $Gr \cdot Pr < 8 \cdot 10^3$ ) иссиқликнинг берилиши учун аниқ формула бўлмаганлиги сабабли қуйидаги тахминий критериял тенгламадан фойдаланиш мумкин:

$$Nu = 0,008 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,43} \quad (2.14)$$



2.1 - расм. Иссиқлик алмашиниш қурилмасини ҳисоблаш схемаси.

3. Тўғри труба ва каналларда ламинар режимда ( $Re \leq 2300$ ) ис-  
 сикликни берилиши. Эркин конвекция таъсири кам бўлганда ( $Gr \cdot Pr$   
 $< 8 \cdot 10^5$ ,  $Re > 10$  ва  $L/D > 10$ ) куйидаги ҳисоблаш формуласидан фойда-  
 ланилади.

$$Nu = 1,4 \cdot \left( Re \cdot \frac{d}{L} \right)^{0,4} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \quad (2.15)$$

Текис трубалар ўрамини оқимнинг кўндаланг ҳаракати пайтидаги ис-  
 сиклик бериши:

а) коридор (йўлак)симон ва шахматли ўрам учун ( $Re < 1000$ ):

$$Nu = 0,56 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,36} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_{\varphi} \quad (2.16)$$

б) коридорсимон ўрам учун ( $Re > 1000$ ):

$$Nu = 0,22 \cdot Re^{0,65} \cdot Pr^{0,36} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_{\varphi} \quad (2.17)$$

в) шахматли ўрам учун:

$$Nu = 0,4 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_{\varphi} \quad (2.18)$$

Аниқловчи температура сифатида суюқликнинг ўртача температураси,  
 аниқловчи ўлчам сифатида эса - трубанинг ташқи диаметри олинади.  $\varepsilon_{\varphi}$  -  
 коэффициент оқимнинг труба ўқиға нисбатан қандай бурчак остида таъсир  
 қилаётганлигини ҳисобға олади.

Оқимнинг таъсир бурчаги	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Коэффициент	1	1	0,98	0,94	0,88	0,78	0,67	0,52	0,42

Газлар учун ҳисоблаш тенгламаси соддалашади. Масалан, трубалар шахмат усули билан жойлаштирилганда ҳаво учун ( $Re > 10^3$ ) ҳисоблаш формуласи қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Nu = 0,356 \cdot Re^{0,6} \cdot \varepsilon_{\varphi} \quad (2.19)$$

Қиррали трубалар ўрама учун оқимнинг айланиб ўтишидаги ис-  
сикликнинг берилиши

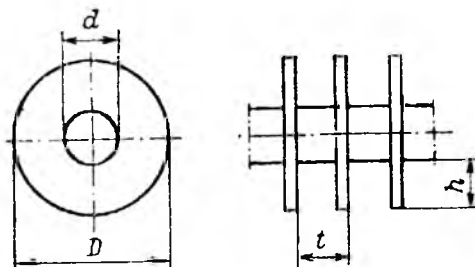
$$Re = (3 \div 25) \cdot 10^3 \quad \text{ва} \quad 3 < \frac{d}{L} < 4,8$$

шароит учун ҳисоблаш тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$Nu = C \cdot \left(\frac{d}{t}\right)^{-0,54} \cdot \left(\frac{h}{t}\right)^{-0,14} \cdot Re^n \cdot Pr^{0,4} \quad (2.20)$$

бу ерда  $d$  - трубанинг ташқи диаметри;  $t$  - қирралар орасидаги масо-  
фа;  $D$  - қирранинг диаметри;  $h = (D/d)/2$  - қирранинг баландлиги.

Аниқловчи температура - суюқликнинг ўртача температураси,  
аниқловчи ўлчам эса - қирранинг баландлиги (2.2 - расм).



2.2 - расм. Кўндаланг қиррали труба

Коридорсимон ўрам учун:  $C = 0,116$ ;  $\pi = 0,2$   
Шахматли ўрам учун:  $C = 0,25$ ;  $\pi = 0,65$ .

(2.20) формуладан қиррали трубалар учун топилган,  $\alpha_p$  ни ис-  
сиклик ўтказиш коэффицентини аниқловчи формулага қўйсақ ушбу формулани  
оламиз:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_p} + \frac{1}{\alpha_{mp}} \cdot \frac{F_{max}}{F_u} + \sum \frac{\delta}{\lambda} \quad (2.21)$$

бу ерда  $\alpha_{mp}$  - труба ичида ис-  
сиклик ташувчи агентнинг ис-  
сиклик бериш коэффицентини;  $F_{max}$  - қиррали трубанинг тўлиқ ташқи юзаси;  $F_{ич}$  -  
трубанинг ички юзаси;  $\sum \delta / \lambda = \delta_d / \lambda_d + r_{иф\phi 1} + r_{иф\phi 2}$  - труба девори ва иф-  
лослик қатламларининг термик қаршиликларининг йиғиндиси.

### Иссиқлик ўтказиш коэффициентини $K$ нинг тахминий қийматлари (Вт/м<sup>2</sup>·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 туйнаётган сувга	-	300 – 2500

2-3 жадвал

Иссиқтик ташувчи агент	$\frac{1}{r_{ифл}}$
Сув	
ифлосланган	1400 – 1860
ўртача сифатли	1860 – 2900
яхши сифатли	2900 – 5800
дистилланган	11600
Хаво	2800
Нефт маҳсулотлари, мой, совитувчи агент буғи	2900
Нефт хом ашёси	1160
Органик суюқлик, суюқ совуқ элтгичлар	5800
Таркибида мой бор сув буғи	5800
Органик суюқлик буғлари	11600

Сегмент тўсиқли, кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг трубалараро бўшлиғидан суюқлик оқиб ўтаётган пайтида иссиқлик бериш коэффициенти қуйидаги тенгламалар орқали аниқланиши мумкин:

$Re \geq 1000$  бўлганда

$$Nu = 0,24 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \quad (2.22)$$

$Re < 1000$

$$Nu = 0,34 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \quad (2.23)$$

(2.22) ва (2.23) тенгламаларда аниқловчи геометрик ўлчам қилиб труба-нинг ташки диаметри қабул қилинади.

(ГОСТ 15118-79, ГОСТ 15120-79 ва 15122-76)

Ко	ЖУХ диаметр, мм	Труба диаметр, мм	Ишт лар сони	Тру- лар ниги жум ляни сони	Трубалар, узунлиги куйлагичга бўйлагич, исскилик алмашиниш юзаси, м <sup>2</sup>						Труба- ларо буй- лик оқин- мининг энг тор кўйла- ганг ке- сим	Трува бир ичининг куй- лагич кесим юзаси, м <sup>2</sup>	
					1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0			9,0
159	20x2	25x2	1	19	1,0	2,0	2,5	3,5	-	-	-	0,003	0,004
273	20x2	20x2	1	13	1,0	1,56,0	2,0	3,0	-	-	-	0,004	0,005
325	20x2	25x2	1	61	4,0	4,5	7,5	11,5	-	-	-	0,007	0,012
	25x2	20x2	1	37	3,0	9,5	6,0	9	-	-	-	0,009	0,013
	25x2	25x2	1	100	-	8,5	12,5	19	25,0	-	-	0,011	0,020
400	20x2	25x2	2	90	-	7,5	11,0	17	22,5	-	-	0,011	0,009
	25x2	25x2	1	62	-	6,5	10,0	14,5	19,5	-	-	0,013	0,021
	20x2	20x2	2	56	-	-	9,0	13	17,5	-	-	0,013	0,010
600	20x2	25x2	2	181	-	-	23,0	34	46,0	68	-	0,017	0,036
	25x2	20x2	1	166	-	-	21,0	31	42,0	63	-	0,017	0,017
	25x2	25x2	2	111	-	-	17,0	26	35,0	52	-	0,020	0,038
	20x2	20x2	2	100	-	-	16,0	24	31,0	47	-	0,020	0,017
	25x2	25x2	1	389	-	-	49	73	98	147	-	0,041	0,078
	25x2	25x2	2	370	-	-	47	70	93	139	-	0,041	0,037
	25x2	25x2	4	334	-	-	42	63	84	126	-	0,041	0,016
	25x2	25x2	6	316	-	-	40	60	79	119	-	0,037	0,009
	25x2	25x2	2	257	-	-	40	61	81	121	-	0,040	0,089
	25x2	25x2	2	240	-	-	38	57	75	113	-	0,040	0,042
	25x2	25x2	4	206	-	-	32	49	65	97	-	0,040	0,018
	25x2	25x2	6	196	-	-	31	46	61	91	-	0,037	0,011
	25x2	25x2	1	717	-	-	90	135	180	270	-	0,069	0,144
	25x2	25x2	2	690	-	-	87	130	173	260	-	0,069	0,069
	25x2	25x2	4	638	-	-	80	120	160	240	-	0,069	0,030
	25x2	25x2	6	618	-	-	78	116	155	233	-	0,065	0,020
	25x2	25x2	1	456	-	-	73	109	146	219	-	0,070	0,161
	25x2	25x2	2	442	-	-	69	104	139	208	-	0,070	0,077
	25x2	25x2	4	404	-	-	63	95	127	190	-	0,070	0,030
	25x2	25x2	6	386	-	-	60	90	121	181	-	0,065	0,022
	25x2	25x2	2	1173	-	-	221	295	442	663	-	0,101	0,236
	25x2	25x2	4	1138	-	-	214	286	429	643	-	0,101	0,114
	25x2	25x2	4	1072	-	-	202	269	404	606	-	0,101	0,051
	25x2	25x2	6	1044	-	-	197	262	393	590	-	0,096	0,034
	25x2	25x2	2	747	-	-	176	235	352	528	-	0,106	0,259
	25x2	25x2	4	718	-	-	169	226	338	507	-	0,106	0,124
	25x2	25x2	4	666	-	-	157	209	314	471	-	0,106	0,055
	25x2	25x2	6	642	-	-	151	202	302	454	-	0,102	0,036
	25x2	25x2	2	1701	-	-	417	547	827	1217	-	0,145	0,342
	25x2	25x2	4	1658	-	-	417	547	827	1217	-	0,145	0,165
	25x2	25x2	4	1580	-	-	397	595	893	1317	-	0,145	0,079
	25x2	25x2	6	1544	-	-	388	582	873	1317	-	0,131	0,049
	25x2	25x2	2	1083	-	-	340	510	766	1131	-	0,164	0,375
	25x2	25x2	1	1048	-	-	329	494	740	1094	-	0,164	0,179
	25x2	25x2	4	986	-	-	310	469	697	1031	-	0,164	0,084
	25x2	25x2	6	958	-	-	301	451	677	1001	-	0,142	0,052



Харакатчан қалпоқчали кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилма ва конденсаторларнинг параметрлари (ГОСТ 14246-79, ГОСТ 14247-79)

Кожух диаметри D, мм	Труба диаметри, d*, мм	Йул сонини p**	Трубалар буйича бир йулнинг қундаланг кесими, м <sup>2</sup>		Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашилиш юзаси, м <sup>2</sup>			Трубалараро бўшлиқ оқимнинг энг тор қундаланг кесим юзаси***, м <sup>2</sup>			
					3,0	6,0***	9,0***				
325	20x2	2	0,007	----	13	26	---	---	0,012	---	
	25x2	2	0,007	----	10	20	---	---	0,012	---	
400	20x2	2	0,012	----	23	46	---	---	0,020	---	
	25x2	2	0,014	----	19	38	---	---	0,019	---	
500	20x2	2	0,020	----	38	76	---	---	0,031	---	
	25x2	2	0,023	----	31	62	---	---	0,030	---	
600	20x2	2	0,030	0,034	---	117	131	176	196	0,048	0,042
		4	0,013	0,014	---	107	117	160	175	0,048	0,042
		6	----	0,008	---	---	113	---	---	0,048	0,042
	25x2	2	0,034	0,037	---	96	105	144	157	0,043	0,040
		4	0,015	0,016	---	86	94	129	141	0,043	0,040
		6	----	0,007	---	---	87	---	---	0,043	0,040
800	20x2	2	0,026	0,063	---	212	243	318	364	0,043	0,071
		4	0,025	0,025	---	197	225	295	337	0,078	0,071
		6	----	0,016	---	---	216	---	---	0,078	0,071
	25x2	2	0,060	0,069	---	170	184	255	286	0,074	0,068
		4	0,023	0,024	---	157	173	235	259	0,074	0,068
		6	----	0,018	---	---	164	---	---	0,074	0,068
1000	20x2	2	0,092	0,106	---	346	402	519	603	0,115	0,105
		4	0,043	0,049	---	330	378	495	567	0,115	0,105
		6	----	0,032	---	---	368	---	---	0,115	0,105
	25x2	2	0,103	0,119	---	284	325	426	488	0,117	0,112
		4	0,041	0,051	---	267	301	400	451	0,117	0,112
		6	----	0,034	---	---	290	---	---	0,117	0,112
1200	20x2	2	0,135	0,160	---	514	604	771	906	0,138	0,147
		4	0,064	0,076	---	494	576	741	864	0,138	0,147
		6	----	0,046	---	---	563	---	---	0,138	0,147
	25x2	2	0,155	0,179	---	423	489	635	733	0,126	0,113
		4	0,072	0,086	---	403	460	604	690	0,126	0,113
		6	----	0,054	---	---	447	---	---	0,126	0,113
1400	20x2	2	0,188	0,220	---	715	831	1072	1246	0,179	0,198
		4	0,084	0,102	---	693	798	1040	1197	0,179	0,198
		6	----	0,059	---	---	782	---	---	0,179	0,198
	25x2	2	0,214	0,247	---	384	675	876	1012	0,174	0,153
		4	0,099	0,110	---	561	642	841	963	0,174	0,153
		6	----	0,074	---	---	626	---	---	0,174	0,153

\* - 25x2 мм ли трубалар легирилган пўлатдан ясалиши керак; углеродли пўлатдан ҳам ясалиши мумкин, фақат 25x2 мм улчамли трубалардан ташқари.

\*\* - трубалар йули буйича 6 та йулли фақат конденсаторларга тегишли.

\*\*\* - ўнг устундаги қийматлар труба тўр пардаларда тенг томонли учбурчак чўққиларида жойлаштирилишига тегишли; қолганлари - квадрат чўққиларида жойлаштирилишига оид (ГОСТ 13202-77).

U-симон кожух-трубали иссиқлик алмашиниш  
қурилмаларининг параметрлари (ГОСТ 14245-79)

Кожух диа- метри $D$ , мм	Труба буйича йуллар сони *, $m^2$	Трубалар узунлиги қуйидагича булганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, $m^2$			Трубалараро бушлиқда оқимнинг энг тор қундаланг кесим юзаси, $m^2$
		3,0	6,0**	9,0**	
325	0,007 ----	14	27 ---	---- ----	0,011 ----
400	0,013 ----	26	51 ---	---- ----	0,020 ----
500	0,022 ----	43	85 ---	---- ----	0,032 ----
600	0,031 0,039	--	120 150	178 223	0,047 0,037
800	0,057 0,067	--	224 258	331 383	0,085 0,078
1000	0,097 0,112	--	383 437	565 647	0,120 0,108
1200	0,142 0,165	--	564 654	831 961	0,135 0,151
1400	0,197 0,234	--	790 930	1160 1369	0,161 0,187

\* - трубанинг ташқи диаметри буйича ҳисобланган

\*\* - ўнг устундаги қийматлар труба тур пардаларда тенг томонли учбурчак чўққиларида жойлаштирилишига тегишли; қолганлари - квадрат чўққиларида жойлаштирилишига оид (ГОСТ 13203-77).

**Суюқликларни аралаштиргичлар билан аралаштириш пайтида иссиқликнинг берилиши.** Змеевикли, қобикли ва аралаштиргичли қурилмаларда иссиқлик бериш коэффициентини  $\alpha$  ни қуйидаги тенглама билан аниқлаш мумкин:

$$Nu = c \cdot Re^m \cdot Pr^{0,33} \cdot \left( \frac{\mu}{\mu_0} \right)^{0,14} \cdot \Gamma^{-1} \quad (2.24)$$

$$\text{бу ерда} \quad Nu = \frac{\alpha \cdot d_{ap}}{\lambda}; \quad Re = \frac{\rho \cdot n \cdot d_{ap}}{\mu}; \quad \Gamma = \frac{D}{d_{ap}};$$

$D$  - қурилма диаметри;  $n$  - аралаштиргичнинг айланишлар сони;  $d_{ap}$  - аралаштиргич диаметри;  $\mu_0$  - суюқликнинг қобик девори ёки змеевик температураси буйича топилган динамик қовушоқлик коэффициенти;  $\mu$  - суюқликнинг ўртача температураси  $t_{cp} = (t + t_0)/2$  буйича топилган динамик қовушоқлик коэффициенти.

Тўйинган буғнинг юққа қатламда (плёнкали) конденсация ва оғирлик кучи таъсири остида конденсат қатламининг ламинар оқиб туришида иссиқлик бериш коэффициентини ушбу формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

$$\alpha = a \cdot \sqrt{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot l}} \quad (2.25)$$

бу ерда вертикал юзалар учун  $a = 1,15$ ,  $l = H$ ; битта горизонтал труба учун  $a = 0,72$ ,  $l = d_{\text{труб}}$ .

Ушбу формулада  $\Delta t = t_{\text{кон}} - t_{\text{дл}}$ . Солиштирма конденсацияланиш ис-  
~~сиклиги~~  $r$  ни конденсацияланиш температураси  $t_{\text{конд}}$  да аниқланади;  
 конденсатнинг физик хоссалари конденсат юпка қатлами (плёнкаси) нинг  
~~уртача~~ температураси  $t_{\text{пл}} = 0,5 \cdot (t_{\text{кон}} + t_{\text{дл}})$  да ҳисоблаб топилади.  $\Delta t \leq 30 \div$   
~~40~~°C бўлган ҳолларда конденсатнинг физик хоссалари  $t_{\text{конд}}$  температурада  
~~ҳисобланса~~, катта хатоликка олиб келмайди.

Пуфакчали қайнаш пайтида иссиқлик бериш коэффициентлари  
~~қуйидаги~~ тенгламалар орқали аниқланади:

а) катта ҳажмдаги суюқликка туширилган жисм юзаларида

$$\alpha = 0,75 \left[ 1 + 10 \cdot \left( \frac{\rho}{\rho_{\text{буз}}} - 1 \right)^{-0,56} \right] \cdot \left( \frac{\lambda^2 \cdot \rho}{\mu \cdot \sigma \cdot T_{\text{кай}}} \right)^{0,33} \cdot q^{0,66} \quad (2.26)$$

б) труба ичида

$$\alpha = \frac{780 \cdot \lambda^{1,3} \cdot \rho^{0,5} \cdot \rho_{\text{буз}}^{0,06} \cdot q^{0,6}}{\sigma^{0,5} \cdot r^{0,5} \cdot \rho_{\text{буз},0}^{0,66} \cdot c^{0,3} \cdot \mu^{0,3}} \quad (2.27)$$

Маълумки, катта ҳажмда суюқликларнинг пуфакчали қайнаш  
~~ҳолатидан~~ юпка қатламда (плёнкали) қайнаш ҳолатига ўтиш пайтида ис-  
~~сиклик~~ бериш коэффициенти максимал қийматга эга бўлади ва ўша пайт-  
~~даги~~ критик солиштирма иссиқлик юқламаси

$$q_{\text{кр}} = 0,14 \cdot r \cdot \sqrt{\rho_{\text{буз}}} \cdot \sqrt{g \cdot \sigma \cdot (\rho_c - \rho_{\text{буз}})} \quad (2.28)$$

(2.26) - (2.28) формулалардаги суюқликнинг ҳамма физик хоссалари  
~~қайнаш~~ температурасида, яъни ишчи босимда ( $T_{\text{кай}}$ , К) аниқланади.

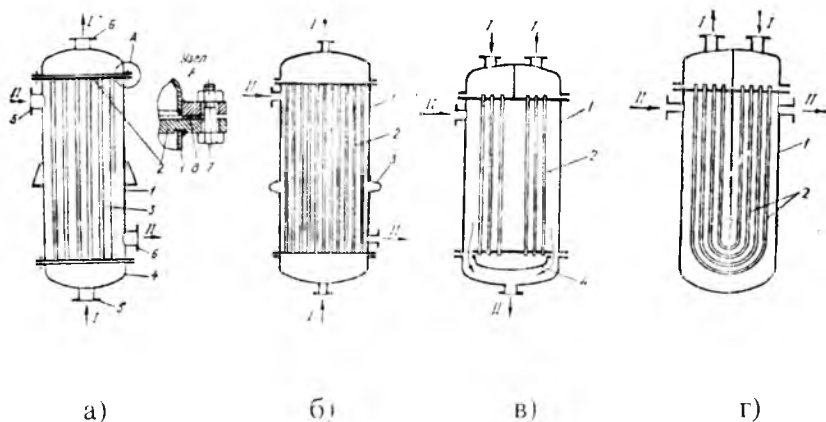
Атмосфера босими  $p_0$  ва ишчи босим  $p$  лардаги бугнинг зичлигини  
~~қуйидаги~~ формулалардан ҳисоблаб топиш мумкин.

$$\rho_{\text{буз},0} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273}{T_{\text{кай},0}} \quad (2.29)$$

$$\rho_{\text{буз}} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273}{T_{\text{кай}}} \cdot \frac{\rho}{\rho_0}$$

бу ерда  $M$  - бугнинг молекуляр массаси;  $T_{\text{кай},0}$  - атмосфера босимида  
~~қайнаш~~ температураси.

Буглатгич	ИН ва ИК ИП ва ИУ	-30...+350 -30...+450	Турли суюқ муҳитларни иситиш ва буглатиш учун
Совутувчи конденсатор	КТ	0...+100 (совуқ элтгичнинг конденсацияси); совутувчи -20...+50	Аммиакли ва углеводородли (пропан, пропилен) совитиш машиналарида совуқ элтгични суюлтириш учун
Совутувчи испаритель	ИТ	-40...+40 (туйиниш)	Аммиакли ва углеводородли (пропан, пропилен) совитиш машиналарида 0,6 МПа босимда сув ва эритмаларни совитиш учун
		+40...-60	1-2,5 МПа босим остида техно- логик суюқ муҳитларни совитиш учун



2.3 - расм. Кожух-трубаги иссиқлик алмашилиш қурилмалари.

- а) бир йўдли; б) линза компенсаторли;  
 в) ҳаракатчан қапшоқчали; г) U - симон трубаги.  
 1 - қобиг; 2 - трубагар; 3 - линза компенсатор;  
 4 - ҳаракатчан қапшоқча; 5 - труба турлари; 6 - қопқоқ;  
 7,8 - кириш ва чиқиш штуцерлари; 9 - болт;  
 10 - қистирма

Кожух-трубаги иссиқтичлар ва совитиқчиларда қобиг ва трубагар ора-  
 сидаги температураларнинг фарқига қараб труба қобигининг узайиши ҳар  
 хил бўлади. Шунини учун бу қурилмалар конструкциясига қараб икки хил  
 бўлади:

- Н - кўзгалмас тўр пардани;  
 К - линза компенсаторли.

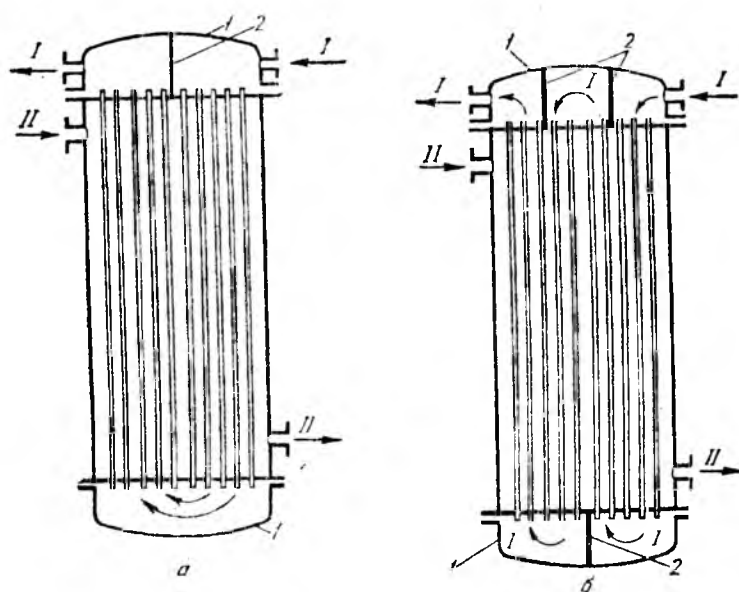
Компенсацияловчи мосламалар қурилмалар трубагарини етарли да-  
 ражада узайишига имкон беради. Бу турдаги қурилмалар трубагараро  
 бўшлиғидаги босим  $6 \cdot 10^5$  Па гача бўлганда ишлатилади.

Кўзгалмас тўр пардали иситгичларда иссиқлик таъсирида трубалар ва қобик ҳар хил узаяди. шу сабабли бу турдаги иситгичлар трубалар ва қобик ўртасидаги температуралар фарқи катта бўлмаганда (20-60°C гача) ишлатилади. Мухитларнинг температуралар фарқи 60°C дан катта бўлганда, трубалар ва қобикнинг ҳар хил узайишини йўқотиш учун, линзали компенсатор (2.3б -расм), ҳаракатчан қалпоқчали (2.3в - расм) ва U - симон трубали (2.3г -расм) кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмалари ишлатилади [28].

**Ҳаракатчан қалпоқчали иситгичлар** температуралар фарқи катта бўлганда ишлатилади. Бу турдаги иситгичда пастдаги труба тўри ҳаракатчан бўлиб, бунда трубалар урами (тўплами) қурилманинг қобиғида температура таъсирида узайганда ҳам бемалол ҳаракат қилади. Трубаларнинг узайишини йўқотувчи компенсацияли иситгичларнинг конструкцияси мураккабдир.

**U - симон кожух-трубали иситгичларда** иссиқлик таъсирида трубаларнинг узайишидаги компенсацияни труба урамнинг ўзи бажаради. Шунинг учун уларнинг конструкцияси содда бўлиб, трубалар тўплами битта кўзгалмас тўрга ўрнатилади. Бу иситгичларда трубаларнинг ички юзасини тозалаш қийин ва трубаларни тўрга жойлаштириш анча мураккабдир.

Кимё ва озиқ-овқат саноатининг барча тармоқларида 2-6 йўлли иситгичлар қўлланилади. Лекин шунини таъкидлаш керакки, йўлларнинг сони ортиши билан қурилманинг гидравлик қаршилиғи ортади ва конструкцияси мураккаблашади (2.4 -расм).



2.4- расм. Кўп йўлли, кожух-трубали иситгичлар.

а) икки йўлли; б) тўрт йўлли.

I - II - иссиқлик ташувчи агентлар.

1 - қопқоқ; 2 - қурилманинг тўсиқлари.

Иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг трубалари, қобиғи, кожухи ва бошқа элементлари углеродли ёки зангламайдиган пўлат, титандан, со-  
витгичларнинг трубалари эса латун, мис каби материаллардан тайёрланиши  
мумкин.

Гидравлик қаршилиқ ва зарур иссиқлик алмашиниш юзасини  
аниқловчи ҳисоби учун нормаллашган иссиқлик алмашиниш қурилмалар  
ва совитгичларнинг иссиқлик ўтказиш юзаси, конструкция параметрлари  
ва массалари 2.4, 2.8 -2.11 жадвалларда келтирилган.

**2-8 жадвал**

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмалар  
штуцерларининг диаметри

Кожух диаметри, мм	Труба бўшлиғи учун штуцерларнинг шартли ўтиш диаметри, мм				Трубалараро бўшлиғи учун штуцерларнинг шартли ўтиш диаметрлари, мм
	Иўллар 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	-

**2-9 жадвал**

Нормаллашган кожух-трубали иссиқлик алмашиниш  
қурилмаларида сегмент тусиқлар сони

Кожух диамет ри, мм	Қўйидаги трубаларнинг узунликларида (м) сегмент тусиқлар 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	-	6	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	-

Эслатма: қавс ичидаги сонлар ҳаракатчан қалпоқчали ва U-симон  
трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларига оид.

Пулат трубали иссиқлик алмашилиш қурилма, совутгич, иситгич ва конденсаторларнинг массалари  
(ГОСТ 15119-79 - ГОСТ 15122-79)

Босим, МПа	Кожух диаметри, мм	Йўллар сони	Диаметри 20x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
<b>Кожух трубалн совутгичлар массаси, кг</b>									
1,6	159	1	174	196	217	263	-	-	-
1,6	273	1	320	388	455	590	-	-	-
1,6	325	1	-	495	575	735	895	-	-
1,6	325	2	-	510	575	740	890	-	-
1,0	400	1	-	-	860	1130	1430	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	8400
1,0	800	2,4,6	-	-	2750	3550	4350	5950	8500
0,6	1000	1	-	-	-	5000	6520	9030	12800
0,6	1000	2,4,6	-	-	-	5450	6750	9250	12850
0,6	1200	1	-	-	-	-	9000	12800	18400
0,6	1200	2,4,6	-	-	-	-	9750	13400	18900

## 2-10 жадвал давом

Босим, МПа	Кожух диаметри, мм	Йўллар сони	Диаметри 25x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
<b>Кожух-трубалн совутгичлар массаси, кг</b>									
1,6	159	1	174	192	211	255	-	-	-
1,6	273	1	404	465	527	649	-	-	-
1,6	325	1	-	485	540	680	820	-	-
1,6	325	2	-	485	550	690	820	-	-
1,0	400	1	-	-	780	1035	1290	1750	-
1,0	400	2	-	-	820	1040	1260	1600	-
1,0	600	1	-	-	1350	1810	2410	3150	-
1,0	600	2,4,6	-	-	1480	1890	2290	3130	-
1,0	800	1	-	-	2280	3130	3720	5360	7400
1,0	800	2,4,6	-	-	2520	3230	3950	5360	7488
0,6	1000	1	-	-	-	4500	5600	7850	11200
0,6	1000	2,4,6	-	-	-	4850	6100	8160	11400
0,6	1200	1	-	-	-	-	8000	11250	16000
0,6	1200	2,4,6	-	-	-	-	8700	11850	16550

## 2-10 жадвал давоми

Босим, МПа	Кожух диаметри, мм	Йўллар сони	Диаметри 20x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
<b>Буглагич ва конденсаторлар массаси, кг</b>									
1,0	600	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	1970	2420	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	-

## 2-10 жадвал давоми

Босим, МПа	Кожух диаметри, мм	Йўллар сони	Диаметри 25x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
<b>Буглагич ва конденсаторлар массаси, кг</b>									
1,0	600	1	-	-	1340	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	1970	2420	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	-



Кожух-трубали конденсатор ва иситгич параметрлари  
(ГОСТ 15119-79)

Кожух диаметри, мм	Труба-нинг диаметри, мм	Иулар сонн	Труба-лар-нинг умумий сонн	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, исиклик алмашилиш юзаси, м <sup>2</sup>				Труба бир йулининг кундаланг кесим юзаси, м <sup>2</sup>		
				2,0	3,0	4,0	6,0			
600	20x2	2	370	---	70	93	139	0,037		
		4	334	---	63	84	126	0,016		
		6	316	---	60	79	119	0,009		
	25x2	1	257	40	61	81	---	0,089		
		2	240	---	57	75	113	0,042		
		4	206	---	49	65	97	0,018		
		6	196	---	46	61	91	0,011		
		800	20x2	2	690	---	130	173	260	0,069
				4	638	---	120	160	240	0,030
1000	25x2	6	618	---	116	155	233	0,020		
		1	466	73	109	146	---	---		
		2	442	---	104	139	208	0,077		
	20x2	4	404	---	95	127	190	0,030		
		6	386	---	90	121	181	0,022		
		2	1138	---	214	286	429	0,114		
		4	1072	---	202	269	404	0,051		
		25x2	6	1044	---	197	262	393	0,034	
			1	747	117	176	235	---	---	
2	718		---	169	226	338	0,124			
1200	20x2	4	666	---	157	209	314	0,055		
		6	642	---	151	202	302	0,036		
		2	1658	---	---	417	625	0,165		
	25x2	4	1580	---	---	397	595	0,079		
		6	1544	---	---	388	582	0,049		
		1	1083	---	256	340	---	---		
		2	1048	---	---	329	494	0,179		
		4	986	---	---	310	469	0,084		
		6	958	---	---	301	451	0,052		
1400	20x2	2	2298	---	---	---	865	0,230		
		4	2204	---	---	---	831	0,110		
		6	2162	---	---	---	816	0,072		
	25x2	1	1545	---	372	486	---	---		
		2	1504	---	---	---	708	0,260		

2-12 жадвал

«Накатка» трубали, самарадор кожух-трубали исиклик алмашилиш қурилмасининг асосий ўлчамлари.

Кожух диаметри, D <sub>к</sub>	ξ	A <sub>0</sub>	A	l <sub>0</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	H/2	D <sub>y</sub>	D <sub>в1</sub>	D <sub>в2</sub>	l <sub>1</sub> *
600	2000	550	1450	800	1200	500	530	150	200	50	290
	2500		1950	1150	1350	550					
	3000		2450	1500	1500	650					

	4000 5000		3450 4450	2000 2500	1800 1800	800 1000					
800	2000 2500 3000 4000 5000	630	1450 1950 2450 3450 4450	800 1150 1500 2000 2500	1200 1350 1500 1800 1800	500 550 650 800 1000	627	200	250	50	310
1000	2500 3000 4000 5000	715	1850 2250 3250 4250	1150 1500 2000 2500	1350 1500 1800 1800	550 650 800 1000	729	250 200**	300	80	370
1200	3000 4000 5000	765	2100 3150 4150	1500 2000 2500	1500 1800 1800	650 800 1000	990	300 200**	300	80	400
1400	4000 5000	880***	3000 4000	2000 2500	1800 1800	800 1000	990	350 200**	350	80	450

2-13 жадвал

Кожух диаметри, мм	Труба сортименти, мм	Труба сони, дон	Труба бўйича йўллار сони	Труба бўйича битта йўlining ўтиш кесими нинг юзаси, м <sup>2</sup> · 10 <sup>2</sup>	Ушбу трубалар узунлигида, қурилмаларнинг иссиқлик алмашилиш юзаси, м <sup>2</sup>																		
					2000	2500	3000	4000	5000														
600	25x2	269	1 2 4	9.32 4.66 2.33	41	51	62	63	104														
800	25x2	511	1 2 4 6	17.7 8.85 4.43 2.95	68	98	118	158	198														
			38x2	1 2 4 6						19.16 9.58 4.79 3.19	49	61	74	99	124								
1000				25x2						805						1 2 4 6	27.88 13.94 6.97 4.65	-	154	186	249	312	
																1000	38x2						349
	1200	25x2			1163	1 2 4 6	40.28 20.14 10.07 6.71	-	-														
38x2			511	1 2		46.4 23.2	-			-	179	240	301										

			4	11,6					
			6	7,73					
1400	25x2	1625	1	56,28	-	-	-	502	630
			2	28,14					
			4	14,07					
			6	9,38					
1400	38x2	703	1	63,83	-	-	-	329	413
			2	31,91					
			4	15,96					
			6	10,64					

2-14 жадвал

Қобиг диаме- три, D <sub>н</sub> , мм	Труба узунлиги, мм	Узунлиги L, мм					
		Ясашиш типи					
		I		II		III	
		Труба урамидаги шартли босим, кгк/см <sup>2</sup>					
		6,10	16,25	6,10	16,25	6,10	16,25
600	2000	3180	3230	3300	3340	3450	3550
	2500	3680	3730	3800	3840	3950	4050
	3000	4180	4230	4300	4340	4450	4550
	4000	5180	5230	5300	5340	5450	5550
	5000	6180	6230	6300	6340	6450	6550
800	2000	3280	3290	3480	3600	3670	3660
	2500	3780	3890	3980	4100	4170	4160
	3000	4280	4390	4480	4600	4670	4660
	4000	5280	5390	5480	5600	5670	5660
	5000	6280	6390	6480	6600	6670	6660
1000	2500	4000	4100	4200	4290	4490	4640
	3000	4500	4600	4700	4790	4990	5140
	4000	5500	5600	5700	5790	5990	6140
	5000	6500	6600	6700	6790	6990	7140
1200	3000	4630	4750	4900	4980	5190	5370
	4000	5630	5750	5900	5980	6190	6370
	5000	6630	6750	6900	6980	7190	7370
1400	4000	5860	6030	6080	6270	6420	6640
	5000	6860	7030	7080	7270	7420	7640

Самарадор «накатка» трубалари кожух-труба иссиқлик алмашининиш қурилмаларининг массалари.

Кобик диаметри, $D$ , мм	Кобик-дағи босим $P$ , МПа	Трубалар 25 x 2, узунлиги, мм					Трубалар 38 x 2, узунлиги, мм				
		2000	2500	3000	4000	5000	2000	2500	3000	4000	5000
		Масса*, кг									
600	0.6 (6)	860	950	1070	1310	1550	-	-	-	-	-
	1.0 (10)	880	1010	1140	1400	1640	-	-	-	-	-
	1,6 (16)	950	1080	1220	1500	1760	-	-	-	-	-
	2.5 (25)	1010	1150	1290	1560	1820	-	-	-	-	-
800	0.6 (6)	1410	1650	1860	2330	2760	1150	1330	1460	1910	2110
	1.0 (10)	1530	1780	1990	2420	2860	1260	1420	1550	1900	2200
	1,6 (16)	1670	1920	2140	2600	3060	1420	1610	1860	2090	2420
	2.5 (25)	1810	2140	2370	2850	3330	1560	1930	2000	2340	2690
1000	0.6 (6)	-	2540	2940	3640	4340	-	2080	3310	2900	3410
	1.0 (10)	-	2730	3030	3720	4450	-	2230	2480	2970	3490
	1,6 (16)	-	2870	3190	3890	4620	-	2400	2630	3130	3660
	2.5 (25)	-	3300	3660	4420	5190	-	2800	3000	3640	4220
1200	0.6 (6)	-	-	3920	4960	5800	-	-	3170	3940	4650
	1.0 (10)	-	-	4200	5120	6100	-	-	3460	4070	4790
	1,6 (16)	-	-	5250	6300	7400	-	-	4450	5250	6100
1400	0.6 (6)	-	-	-	6610	7950	-	-	-	5100	5770
	1.0 (10)	-	-	-	7060	8440	-	-	-	5500	6670
	1,6 (16)	-	-	-	8800	10356	-	-	-	7200	8380

Трубалар сони ва ташқи диаметри бўйича иссиқлик алмашининиш юзаси

Кожух-нинг ички диаметри мм,	Трубалар сортаменти, мм	Трубалар сони	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда (мм) уларнинг юзаси, м <sup>2</sup>			
			2000	3000	4000	6000
800	20 x 2	761	94	142	190	287
	25 x 2	507	78	118	158	238
1000	20 x 2	1225	148	229	307	462
	25 x 2	801	121	186	249	376
1200	20 x 2	1781	-	353	445	671
	25 x 2	1155	-	267	361	544
1400	20 x 2	2451	-	457	612	924
	25 x 2	1611	-	375	502	758

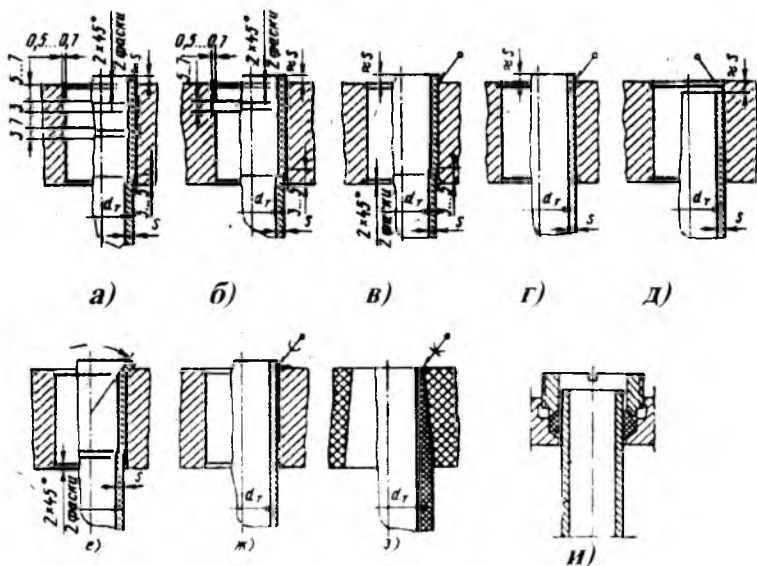
## Бир йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг асосий ўлчамлари

Қо- жуқ ди- а- метри мм	Босим $P_p$ МПа  (кгк/ см <sup>2</sup> )	l	L	A	l <sub>0</sub>	l <sub>1</sub>	D <sub>y</sub>	D <sub>y1</sub>	H/2	l <sub>2</sub>		h	l <sub>3</sub>	
										ТНГ ТКГ	ТНВ ТКВ			
800	1,0 (10)	2000	3115	1450	800	780	250	250	627	592	1542	612	400	
		3000	4115	2450	1500					692	1842		600	
		4000	5115	3450	2000					992			800	
		6000	7115	5450	3000					1592	2141		1200	
	1,6 (16)	2000	3075	1450	800	810				608	1558	400		
		3000	4075	2450	1500					608	1858	600		
		4000	5075	3450	2000					1008		800		
		6000	7075	5450	3000					1398	2158	1200		
	2,5 (25)	2000	3215	1450	800	880				570	1570	400		
		3000	4215	2450	1500					670	1870	600		
		4000	5215	3450	2000					970	2170	800		
		6000	7215	5450	3000					1570		1200		
4,0 (40)	2000	3425	1350	800	1035	602	1652	400						
	3000	4425	2350	1500		702	1952	624	600					
	4000	5425	3350	2000		1002	2252	800						
	6000	7425	5350	3000		1602		1200						
1000	0,6 (6)	3000	4265	2350	1500	919	300	300	729	834	1884	712	400	
		4000	5365	3350	2000					1134	2184		600	
		6000	7265	5350	3000					1534			1200	
	1,0 (10)	3000	4315	2350	1500					910	834	1884	400	
		4000	5315	3350	2000						1134	2184	712	600
		6000	7315	5350	3000						1534		1200	
	1,6 (16)	3000	4365	2400	1500					977	834	1884	450	
		4000	5365	3400	2000						1134	2184	716	650
		6000	7365	5400	3000						1534		1250	
	2,5 (25)	3000	4370	2400	1500					977	794	1894	500	
		4000	5370	3400	2000						1094	2194	720	700
		6000	7370	5400	3000						1494		1300	
4,0 (40)	3000	4645	2350	1500	1130	818	1968	500						
	4000	5645	3350	2000		1118	2258	730	700					
	6000	7645	5350	3000		1518		1300						
1200	0,6 (6)	4000	5400	3200	2000	1050	350	350	831	960	2260	812	700	
		6000	7400	5200	3000					1460			1200	
	1,0 (10)	4000	5465	3300	2000					1015	925	2225	822	800
		6000	7465	5300	3000						1425			1300
	1,6 (16)	4000	5515	3350	2000					1050	900	2200	822	850
		6000	7515	5350	3000						1400			1350
	2,5 (25)	4000	5635	3250	2000					1196	1000	2300	822	750
		6000	7635	5250	3000						1500			1350

Бир йўлли иссиқлик алмашилиш қурilmаларининг асосий ўлчамлари

Қо жух диа- мет- ри, мм	Бо- сим $P_v$ , МПа (кгк/ см <sup>2</sup> )	$l$	$L$	$A$	$A_0$	$l_0$	$l_1$	$D_v$ (трубалар бўйича йўллар сони)			$D_{v1}$	$H/2$	$l_2$		$h$						
													ТНГ ТКГ	ТНВ ТКВ							
800	1,0 (10)	2000	3235	1450		800		250	200	150	250	627	592	1542	612						
		3000	4235	2450	630	1500	446						692	1842							
		4000	5235	3450		2000							992								
		6000	7235	5450		3000							1592	2141							
	1,6 (16)	2000	3215	1450		800													608	1558	
		3000	4215	2450	630	1500	562												608	1858	
		4000	5215	3450		2000													1008		
		6000	7215	5450		3000													1398	2158	
	2,5 (25)	2000	3320	1450		800													570	1570	616
		3000	4320	2450	655	1500	485												670	1870	
		4000	5320	3450		2000													970	2170	
		6000	7320	5450		3000													1570		
4,0 (40)	2000	3445	1350		800							602	1652	624							
	3000	4445	2350	789	1500	476						702	1952								
	4000	5445	3350		2000							1002									
	6000	7445	5350		3000							1602	2252								
1000	0,6 (6)	3000	4340	2350		1500		300	200	150	300	729	834	1884	712						
		4000	5340	3350	685	2000	508						1134	2184							
		6000	7340	5350		3000							1534								
	1,0 (10)	3000	4440	2350		1500													834	1884	
		4000	5440	3350	685	2000	530												1134	2184	
		6000	7440	5350		3000													1534		
	1,6 (16)	3000	4425	2400		1500													834	1884	716
		4000	5425	3400	685	2000	545												1134	2184	
		6000	7425	5400		3000													1534		
	2,5 (25)	3000	4480	2400		1500													794	1894	720
		4000	5480	3400	710	2000	550												1094	2194	
		6000	7480	5400		3000													1494	2194	
4,0 (40)	3000	4705	2350		1500							818	1968	730							
	4000	5705	3350	835	2000	552						1118	2258								
	6000	7705	5350		3000							1518									
1200	0,6 (6)	4000	5530	3200		2000		350	250	200	350	831	960		812						
		6000	7530	5200	765	3000	620						1460	2260							
	1,0 (10)	4000	5645	3300		2000													925	2225	812
		6000	7645	5300	765	3000	615						1425	2225							
	1,6 (16)	4000	5660	3350		2000													900		822
		6000	7660	5350	765	3000	620						1400	2200							
	2,5 (25)	4000	5730	3250		2000													1000		
		6000	7730	5250	565	3000	620						1500	2300							

Трубалар түр пардаларга развальцовка, пайвандлаш, кавшарлаш ва сальниклар ёрдамида бириктирилади (2.5 - расм).

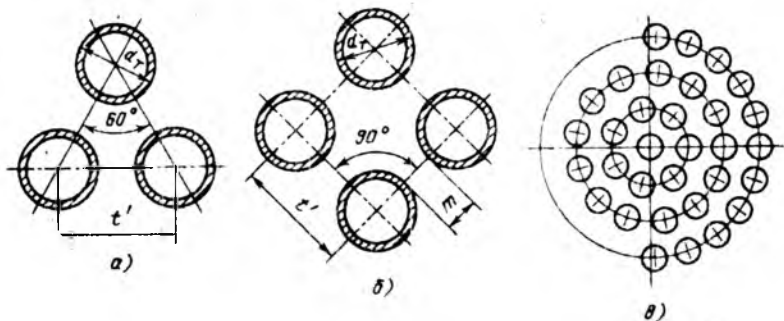


2.5 - расм. Трубаларни труба түрларига бириктириш усуллари.

- а - иккита каналга развальцовка қилиш;
- б - битта каналга развальцовка қилиш;
- в - пайвандлаш ва развальцовка қилиш;
- г, д - пайвандлаш;
- е - текис тешикга развальцовка қилиш ва четини буклаш;
- ж - кавшарлаш;
- з - олимлаш;
- и - сальник билан эпчлаш.

Кожух-трубали қуритмаларда трубалар түр пардага асосан 3 хил усул билан жойлаштирилади (2.6 - расм):

- а) тўғри олтибурчак қирралари бўйлаб;
- б) концентрик айланалар бўйлаб;
- в) квадратнинг томонлари бўйлаб.



2.6 - расм. Трубаларни труба түр пардаларида жойлаштириш схемаси.

- а - тенг ёни учбурчак чуққиларида;
- б - квадрат чуққиларида;
- в - айлана бўйлаб.

## Труба ўрамида трубаларни жойлаштириш усуллари

Жойлаш	Схема	Характеристикаси
Тенг ёнли учбурчак чўккиларига		Трубалар сони $n_{тр} = 3a_n(a_n+1)+1$ , бу ерда $s_1 = s_2 = s = (1,2-1,4) \cdot d$ , $s = d+6$ мм дан кам эмас
Концентрик айланалар бўйлаб		$s_1 = s_2 = s$
Йўлаксимон		$s_1 = s_2$ ва $s_1 \neq s_2$
Шахматли: кўндаланг бир хил қадамли		$s = (1,3-1,8) \cdot d$ вальцовка учун ва $s = (1,25-1,3) \cdot d$ пайвандлаш учун
кўндаланг ҳар хил қадамли		$s_1' \neq s_1''$

Эслатма:  $a_n$  - айлананинг марказидан ҳисоблаганда, олтибурчакнинг тартиб рақами.

**Кожух-трубали конденсаторлар** буларни трубалараро бўшлиқда конденсациялаш учун, ҳамда конденсацияланиш иссиқлиги ҳисобиға газ ва суюқликларни иситиш учун мўлжалланган. Улар кўзгалмас тўр пардали ёки қобиғида температура компенсаторли, ўрнатилишиға қараб вертикал ва горизонтал бўлади. Кожух-трубали совитгичлар каби конденсаторлар икки, тўрт ва олти йўлли бўлади. Совитгичлардан фарқи шундаки, конденсаторларнинг трубалараро бўшлиқгача буғнинг кириши ва чиқиши учун мўлжалланган штуцерлар диаметри каттароқ бўлади.

**Кожух-трубали буғлатгич** трубалари ичида суюқлик қайнайди, трубалараро бўшлиқда эса суюқ, газ, буғ, буғ-газли ёки буғ-суюқлик агент ҳаракат қилади. Бу турдаги қурилмалар вертикал бир йўлли, трубаларининг диаметри 20x2, 25x2, 38x3 мм ли бўлиши мумкин (2-11 жадвал).

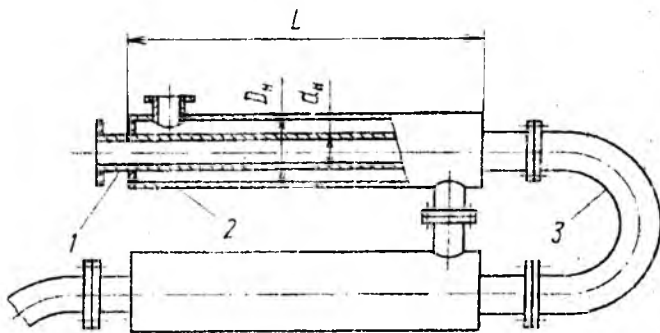


**«Труба ичида труба» типидagi иссиқлик алмашиниш қурилмалари.**

Зарур иссиқлик алмашиниш юзаси 20 -30 м<sup>2</sup> ва катта бўлмаган иссиқлик юкламаларида «труба ичида труба» типидagi иссиқлик алмашиниш қурилмаларни қўллаш мақсадга мувофиқдир. Ушбу иссиқлик алмашиниш қурилмалар қуйидаги типларда тайёрланади:

- бир оқимли, яхлит, кичик габаритли;
- бир ва икки оқимли, кичик габаритли;
- бир оқимли, қисмларга ажраладиган;
- кўп оқимли, қисмларга ажраладиган.

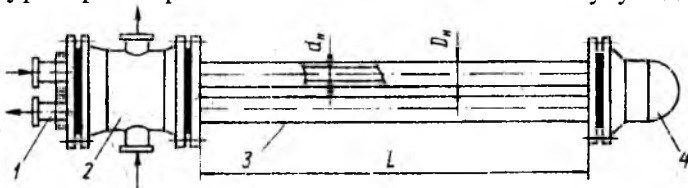
«Труба ичида труба» типидagi яхлит иссиқлик алмашиниш қурилмаси (2.7-расм)да келтирилган. Бундай қурилмалар бир ва кўп йўлли бўлиши мумкин, одатда улар жуфт йўлли бўлади [29].



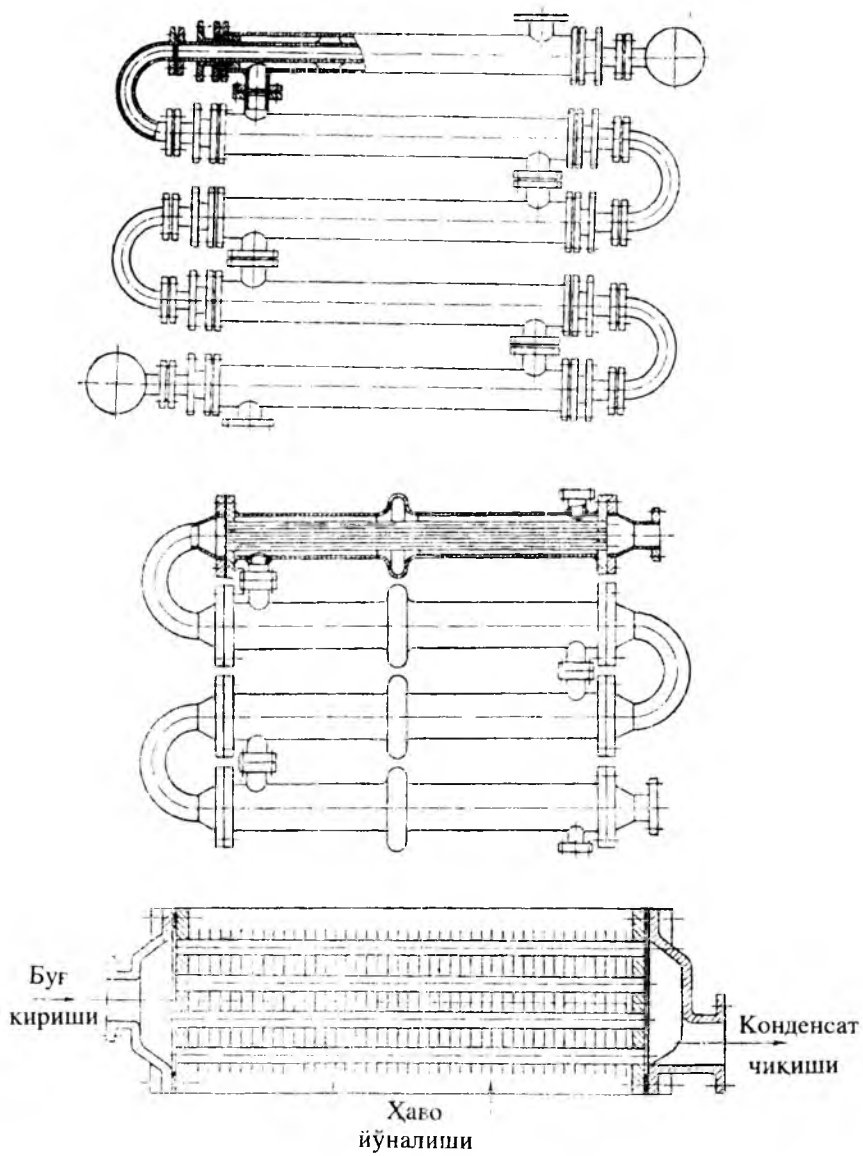
2.7 - расм. «Труба ичида труба» типидagi ажралмас иссиқлик алмашиниш қурилмаси.  
1 - труба; 2 - кожух трубаси; 3 - калач;

2.8 - расмда икки трубалар (а), элементлари (б) ва қовурғали (в) «труба ичида труба» типидagi иссиқлик алмашиниш қурилмаси келтирилган.

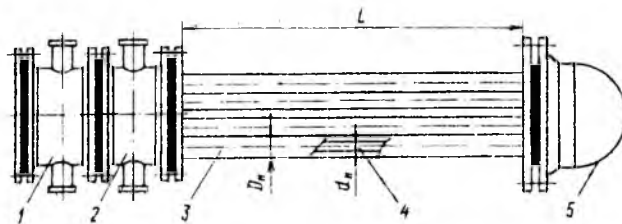
Қисмларга ажралувчи конструкцияли иссиқлик алмашиниш қурилмалари 2.9- ва 2.10-расмларда кўрсатилган. Бир оқимли кичик габаритли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг (2.9-расм) трубалараро бўшлиғида иссиқлик ташувчи агент учун тақсимловчи камера ўрнатилган. Ушбу камера тўсиқ ёрдамида уни иккига бўлади. Трубалар калач ёрдамида бирлашган бўлиб устидан қопқоқ билан ёпилган. Кожух вазифасини бажарувчи ташқи труба тўр пардага пайвандланади, ички трубалар эса, тўр пардага развальцовка ёки пайвандлаш усулида зичланади.



2.9 - расм. «Труба ичида труба» типидagi бир оқимли ажралувчан иссиқлик алмашиниш қурилмаси.  
1 - труба; 2 - ташқи муҳит учун тақсимлаш камераси;  
3 - кожух трубаси; 4 - қопқоқ



2.8 - расм. Икки труба (а), элементли (б) ва қовурғали (в) «труба ичида труба» типигаги иссиқлик алмашилиш қурилмаси.



2.10 - расм. «Труба ичида труба» типдаги икки оқимли ажралувчан иссиқлик алмашиниш қурилмаси.  
1, 2 - ички ва ташқи муҳитлар учун тақсимлаш камералари; 3 - кожух трубаси; 4 - труба; 5 - конок

Икки оқимли қисмларга ажратадиган иссиқлик алмашиниш қурилмасининг бир оқимли қурилмалардан принципиал фарқи йўқ.

«Труба ичида труба» типдаги нормалланган иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг асосий параметрлари ва иссиқлик алмашиниш юзалари 2-20 ва 2-21 жадвалларда берилган.

### 2-20 жадвал

1 ва 2 оқимли, бўлақларга ажралувчан ва ажралмас «труба ичида труба» типдаги иссиқлик алмашиниш қурилмасининг асосий параметрлари ва юзалари

Труба диаметри мм.	Параллел оқимлар сони	Трубаларнинг умумий сони	Трубалар узунлиги қуйдагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м <sup>2</sup>						Кожухнинг диаметри, мм
			1,5	3,0	4,5	6,0	9,0	12,0	
25x3	1	1*	0,12	0,24	0,36	0,48	---	---	57x4
	1	2	0,24	0,48	0,72	0,96	---	---	
	2	4	0,48	0,96	1,44	1,92	---	---	
38x3,5	1	1*	0,18	0,36	0,54	0,72	---	---	57x4; 76x4 89x5
	2	2	0,36	0,72	1,08	1,44	---	---	
	2	4	0,72	1,44	2,16	2,88	---	---	
48x4	1	1*	0,23	0,45	0,68	0,90	---	---	76x4; 89x5 108x4
	1	2	0,46	0,90	1,36	1,80	---	---	
	2	4	0,92	1,80	2,72	3,60	---	---	
57x4	1	1*	0,27	0,54	0,81	1,08	---	---	89x5; 108x4
	1	2	0,54	1,08	1,62	2,16	---	---	
	2	4	1,08	2,16	3,24	4,32	---	---	
76x4	1	1*	---	---	---	1,43	2,14	2,86	108x4; 133x4
	2	2	---	---	2,14	2,86	4,28	---	
89x5	1	1*	---	---	---	1,68	2,52	3,36	133x4; 159x4,5
	2	2	---	---	2,52	3,36	5,04	---	
108x4	1	1*	---	---	---	2,03	3,05	4,06	159x4,5; 219x6
	2	2	---	---	3,05	4,06	6,10	---	
133x4	1	1*	---	---	---	2,50	3,75	5,00	219x6
	2	2	---	---	3,75	5,00	7,50	---	
159x4,5	1	1*	---	---	---	3,00	4,50	6,00	219x6
	2	2	---	---	4,50	6,00	9,00	---	

Кўп окимли, бўлақларга ажратувчан «труба ичидаги труба» типдаги иссиқлик алмашилиш қурилмасининг асосий параметрлари ва юзалари\*

Парал- лел окимлар сони	Труба- ларнинг умумий сони	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашилиш юзаси, м <sup>2</sup>			Окимларнинг кўндаланг кесими, 10 <sup>4</sup> м <sup>2</sup>	
		3,0	6,0	9,0	трубалар ичида	трубалараро бўшлиқда
3	6	3	6	---	38	92
5	10	5	10	---	63	154
7	14	---	14	21	88	216
12	24	---	24	36	151	371
22	44	---	44	66	277	680

\* - иссиқлик алмашилиш трубаларининг диаметри 48x4, кожух тру-  
басиники эса 89x5 мм. Ундан ташқари, шу узунликда иссиқлик алмаши-  
ниш трубаларининг диаметри 38x3,5 ва 57x4 кожух трубасиники эса 108x4  
мм бўлиши ҳам руҳсат этилади. Иссиқлик ташувчи агентларнинг шартли  
босими 1,6 ва 4,0 МПа.

Бўлақларга ажратувчан пластинали иссиқлик алмашилиш қурилманинг  
асосий параметрлари ва иссиқлик алмашилиш юзалари  
(ГОСТ 15518-83)

Битта пластинанинг юзаси $f$ (м <sup>2</sup> ) қуйидагича бўлганда иссиқлик алмашилиш юзаси $F$ (м <sup>2</sup> ), пластиналар сони $N$ (дона) ва қурилманинг массалари $M$ (кг)											
$f = 0,2$			$f = 0,3$			$f = 0,5^*$			$f = 0,6$		
$F$	$N$	$M$	$F$	$N$	$M^{**}$	$F$	$N$	$M^{***}$	$F$	$N$	$M^{**}$
1	8	570	3	12	280	31,5	64	1740	10	20	960
2	12	590	5	20	315	50	100	2010	16	30	1030
5	28	650	8	30	345	63	125	2300	25	44	1130
6,3	34	670	10	36	365	80	160	2480	31,5	56	1220
10	52	750	12,5	44	400	100	200	2755	40	70	1300
12,5	66	800	16	56	440	140	280	3345	50	86	1400
16	84	1340	25	70	485	160	320	4740	63	108	1530
25	128	1480	---	---	---	220	440	5630	80	136	1690
31,5	160	1600	---	---	---	280	560	6570	100	170	1900
40	204	1750	---	---	---	300	600	6810	140	236	2290
---	---	---	---	---	---	320	640	7100	160	270	2470
---	---	---	---	---	---	---	---	---	200	340	3920
---	---	---	---	---	---	---	---	---	250	420	4400
---	---	---	---	---	---	---	---	---	300	504	4890

\* - ярим (чала) ажратувчан, қўшаток пластинали иссиқлик алма-  
шилиш қурилмалари.

\*\* - нейтрал, кам агрессив ва коррозия тезлиги йилига 0,05 мм  
бўлган мухитлар учун; агрессив мухитлар учун қурилмаларнинг массаси  
ўртача 8-10% га кўп бўлади.

\*\*\* - 1,6 МПа гача бўлган босимлар учун.

Бўлақларга ажратувчан пластиналик иссиқлик алмашилиш қурилманинг  
конструктив характеристикалари  
([8]-маълумотлари бўйича)

Характеристикалар	Пластина юзаси, м <sup>2</sup>			
	0,2	0,3	0,6	1,3
Пластина ўлчами				
узунлиги	960	1370	1375	1915
эни	460	300	600	920
калинлиги*	1,0	1,0	1,0	1,0
Каналнинг эквивалент диаметри, мм	8,8	8,0	8,3	9,6
Каналнинг кўндаланг кесими, 10 <sup>4</sup> м <sup>2</sup>	17,8	11,0	24,5	42,5
Каналнинг келтирилган узунлиги, м	0,518	1,12	1,01	1,47
Пластинанинг массаси, кг**	2,5	3,2	5,8	12,0
Штуцерларнинг шарли диаметрлари, мм	80: 150	65	200	300

\* - енгиллаштирилган вариантда пластинанинг калинлиги 0,5 мм гача камайтилиши мумкин.

\*\* - 0,8 мм бўлган пластина учун .

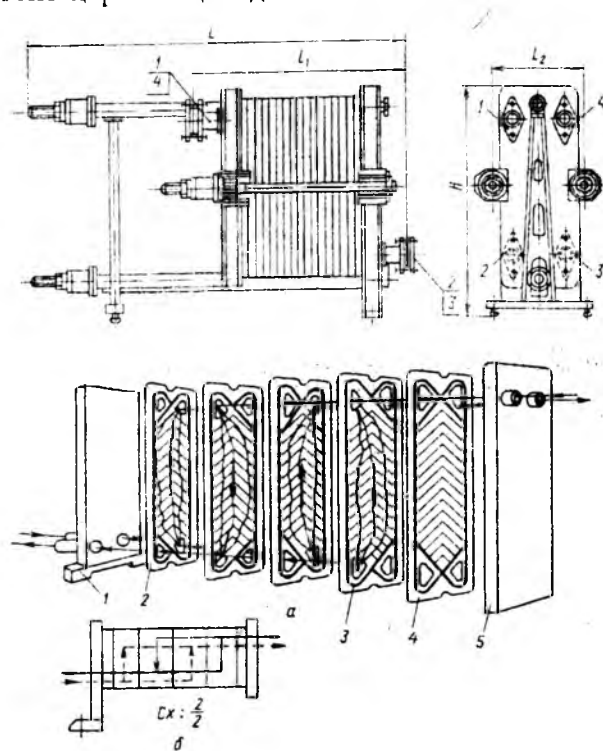
## 2-24 жадвал

Спирал симон иссиқлик алмашилиш қурилманинг  
асосий параметрлари ва иссиқлик алмашилиш юзалари  
(ГОСТ 12067-80)

F, м <sup>2</sup>	Листнинг калинлиги, мм	Листнинг эни, м	Каналнинг узунлиги, м	Каналнинг кўндаланг кесим юзаси 10 <sup>4</sup> м <sup>2</sup>	Қурилма- нинг масса- си, кг	Суюқ агент- лар учун штуцерлар диаметрлари d, мм
10,0	3,5	0,4	12,5	48	1170	65
12,5	3,5	0,4	15,6	60	1270	65
16,0	3,5	0,5	16,0	60	1480	65
20,0	3,5	0,4	25,0	48	1770	100
20,0	4,0	0,7	14,3	84	1620	100
25,0	3,5	0,5	25,0	60	2270	100
25,0	4,0	0,7	17,9	84	1970	100
31,5	3,5	0,5	31,5	60	2560	100
31,5	4,0	0,7	22,5	84	2560	100
40,0	3,5	1,0	20,0	120	2760	100
40,0	4,0	0,7	28,6	84	3160	100
50,0	3,5	1,0	25,0	120	3460	150
50,0	6,0	1,1	22,7	138	3960	150
63,0	3,9	1,0	31,5	120	4260	150
63,0	6,0	1,1	28,6	138	4760	150
80,0	3,9	1,0	40,0	120	5450	150
80,0	6,0	1,1	36,4	138	5450	150
100,0	3,9	1,0	50,0	120	5960	150
100,0	4,0	1,25	40,0	150	5960	150

## Пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

Пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмаси юққа метал пластиналардан тайёрланган бир неча қатор параллел пластиналардан йиғилган бўлади (2.11-расм). Бу қурилмалар конструктив жиҳатдан яхлит (пайвандланган), қисман бўлақларга ажралувчи ва бутунлай қисмларга ажралувчи бўлиши мумкин. Пластиналарнинг биринчи гуруҳ каналларидан иссиқлик ташувчи агент ҳаракат қилса, иккинчи гуруҳ каналларидан эса иссиқлик қабул қилувчи агент ҳаракат қилади.

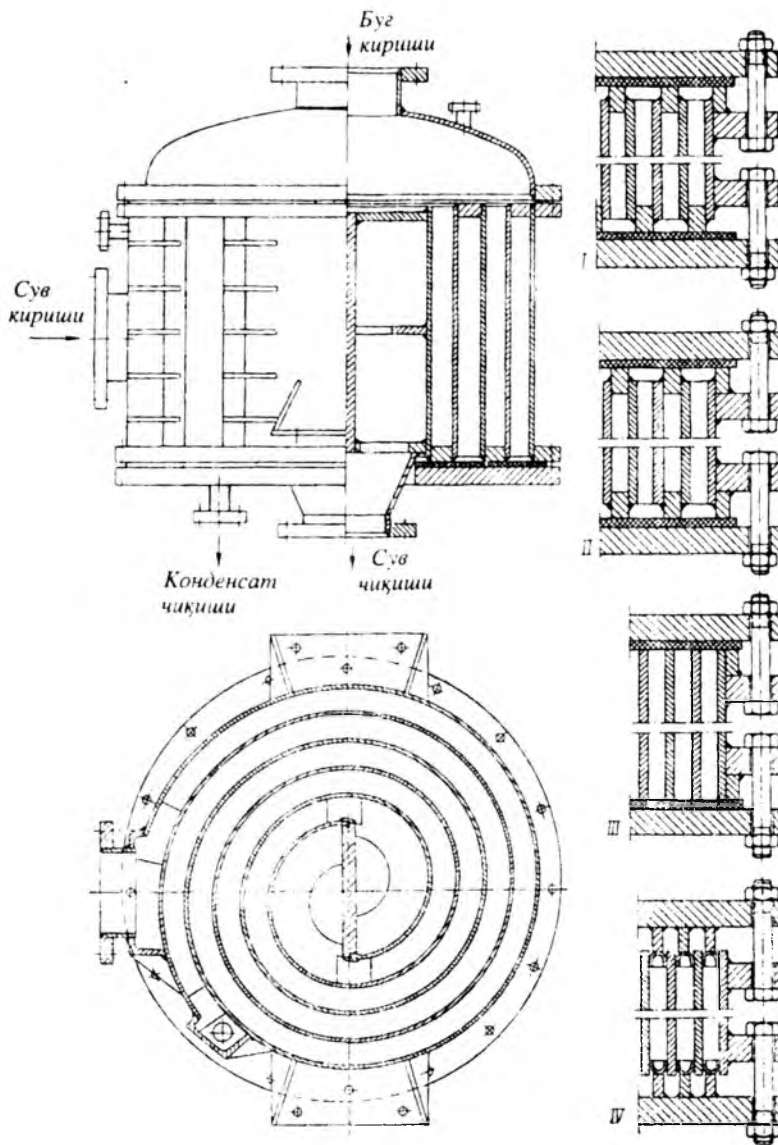


2.11 - расм. Бир пакетли пластинали йиғма иссиқлик алмашиниш қурилмасидаги муҳитларнинг ҳаракатланиш схемаси (а), пластиналарни йиғишнинг шартли схемаси (б) ва икки таянчли пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмаси (в).

(а,б) расмлар учун: 1 - кўзгалмас плита; 2 - пластина; 3 - кистирма; 4 - охириги пластина, 5 - кўзгалувчан плита; (в) расм учун: 1-4-штуцерлар.

Бундай иссиқлик алмашиниш қурилмалари ихчам бўлиб, иккала иссиқлик ташувчи агентларни катта тезлик билан ўтказиш имкониятига ва юқори иссиқлик ўтказиш коэффициентига эга. Бироқ, бундай қурилмалар катта босимга бардош беролмайди. Шунинг учун улар асосан атмосфера босимида, газлар ўртасида иссиқлик алмашиниши учун хизмат қилади.

Қурилмалар  $0,002 \div 1,0$  МПа босим ва муҳитларнинг ишчи температуралари -  $20$  дан  $+180^\circ\text{C}$  гача, қисман бўлақларга ажралувчиларда эса  $0,002 \div 2,5$  МПа ва юқорида қайд этилган температураларда, яхлит

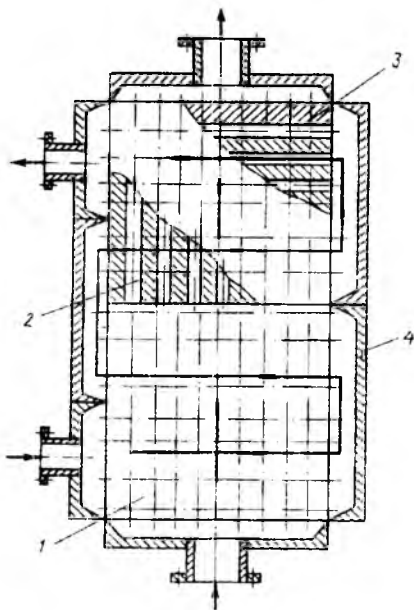


2.13 - расм. Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси ва уни зичлаш конструкциялари.

## Блок-графитли иссиқлик алмашиниш қурилмаси

Блок-графитли иситгичларда графитнинг юқори иссиқлик ўтказувчанлик [100 Вт/(м·К) гача] ва суоқлик таъсирида емирилмаслиги туфайли графитли иссиқлик алмашиниш қурилмалари саноатнинг барча соҳаларида ишлатиладиган иситгичларга нисбатан кенг тарқалган бўлиб, унинг афзалликларини ҳеч қандай иситгич билан солиштириб бўлмайди.

Бу турдаги иссиқлик алмашиниш қурилмаларинг асосий элементи параллелепипед шаклидаги графитли блокдир. Унда иссиқлик ташувчи агентлар учун бир-бири билан кесишмайдиган тешиклар ясалган (2.14-расм). Қурилма бир ёки бир неча тўғри тўртбурчақли блокдан йиғилади.



2.14- расм. Блок-графитли иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

1 - графитли блок; 2 - вертикал каналлар;  
3 - горизонтал каналлар; 4 - қобик.

Ён томонидаги металл плиталар ёрдамида ҳар бир блокда иссиқлик ташувчи агентнинг икки йўлли горизонтал каналларда ҳаракати ташкил этилади. Ўлчами  $350 \times 515 \times 350$  мм<sup>3</sup> бўлган блоклардан йиғилган иссиқлик алмашиниш қурилмасининг вертикал каналлари бўйича агент бир ёки икки йўлли ҳаракат қилиши мумкин. Вертикал йўлларнинг сони қурилманинг пастки ва юқори қопқокларининг конструкциясига боғлиқдир. Графитли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ишчи бо-симнинг қиймати  $2,9 \cdot 10^3$  Па дан ошмаслиги керак.

Блок-графитли қурилмаларни муҳитлардан бири коррозион-актив бўлган ҳолларда ишлатиш мумкин. Агарда иккала муҳит ҳам коррозион-актив бўлса, унда ён томондаги плиталар махсус графит вкледишлар билан ҳимоя қилинади.

Блок-графитли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг асосий параметр ва иссиқлик алмашиниш юзалари 2-25 жадвалда келтирилган.



Змеевикли иссиқлик алмашилиш қурилмасининг асосий ўлчамларини 2-26 жадвалдан топиш мумкин.

2-25жадвал

Блок-графитли иссиқлик алмашилиш қурилмасининг асосий параметрлари ва иссиқлик алмашилиш юзалари ([28] маълумотлари бўйича)

<i>F, м<sup>2</sup></i>	<i>Блоклар сони, дона</i>	<i>Блокдаги каналлар сони</i>		
		<i>горизонтал*, дона</i>	<i>вертикал</i>	
			<i>диаметр, мм</i>	<i>сони, дона</i>
<b>350x515x350 мм ли блоклар</b>				
5,4	2	126	28	84
7,2	2	180	12	252
10,8	4	126	28	84
14,4	4	180	12	252
16,2	6	126	28	84
21,6	6	180	12	252
<b>350x700x350 мм ли блоклар; 2 та вертикал йўлли</b>				
14,6	4	126	28	108
19,6	4	180	12	324
21,9	6	126	28	108
29,4	6	180	12	324
<b>350x700x350 мм ли блоклар; 4 та вертикал йўлли</b>				
13,4	4	126	28	96
19,0	4	180	12	324
20,1	6	126	28	96
28,5	6	180	12	324

\* - горизонтал каналларнинг диаметри 12 мм.

2-26жадвал

<i>Юза F, м<sup>2</sup></i>	<i>Змеевик</i>					<i>Обчайка</i>		
	<i>Труба диаметри ва деворининг қалинлиги d<sub>xs</sub>, мм</i>	<i>Труба-нинг тўлиқ узунлиги L, м</i>	<i>Ўрамининг диаметри D<sub>ор</sub>, мм</i>	<i>Ўрамининг қадами t, мм</i>	<i>Ўрамининг сони n, дона</i>	<i>Масса G, кг</i>	<i>Диаметр D, мм</i>	<i>Баландлиги H, мм</i>
1	32,0x2,5	11,4	350	50	10	20,7	450	704,5
2	32,0x2,5	22,4	500	50	14	40,7	600	904,5
3	32,0x2,5	32,4	600	50	17	59	700	1048
5	32,0x2,5	54,5	750	50	23	99	850	1298
7	44,5x2,5	53,8	850	65	20	139	1000	1542
10	44,5x2,5	75,5	1000	65	24	195	1150	1792
13	44,5x2,5	98,5	1150	65	27	255	1300	1992
15	44,5x2,5	113,5	1200	65	30	294	1350	2192

## 2.4. ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблаш.

Икки сувли органик эритма орасида иссиқлик алмашиниши учун кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси ҳисоблансин ва нормаллашган қурилма танлансин. Иссиқ эритманинг сарфи  $G_1=6$  кг/с ва у  $t_{1,6}=112,5^\circ\text{C}$  дан  $t_{1,0}=40^\circ\text{C}$ , сарфи эса -  $G_2=21,8$  кг/с. Иккала муҳит коррозия-актив ва физик кимёвий хоссалари сувниқига яқин. Иссиқ муҳит ўртача  $t_1=76,3^\circ\text{C}$  да қуйидаги физик- кимёвий хоссаларга эга:

$$\rho_1 = 986 \text{ кг/м}^3;$$

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

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

$$c_1 = 4190 \text{ Ж/(кг}\cdot\text{К)}.$$

Қурилмани ҳисоблаш 2.1-расмдаги блок-схема асосида қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

1. Иссиқлик юқламасини аниқлаймиз:

$$Q = G \cdot c \cdot (t_1 - t_2) = 6,0 \cdot 4190 \cdot (112,5 - 40) = 1822650 \text{ Вт}$$

2. Температураси паст муҳитнинг охириги температурасини иссиқлик баланси тенгламасидан топамиз:

$$t_{2,0} = t_{2,6} + \frac{Q}{G_2 \cdot c_2} = 20 + \frac{1822650}{21,8 \cdot 4180} = 40^\circ\text{C}$$

бу ерда  $c_2 = 4180$  Ж/(кг·К) - совуқ эритма ўртача  $t_2=30^\circ\text{C}$  даги солиштирма иссиқлик сизими. Ушбу температурада совуқ агентнинг физик-кимёвий хоссалари:

$$\rho_2 = 996 \text{ кг/м}^3;$$

$$\lambda_2 = 0,618 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

$$\mu_2 = 0,000804 \text{ Па}\cdot\text{с};$$

3. Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ўрта логарифмик температуралар фарқини ушбу йул билан аниқлаймиз:

$$\Delta t_{\text{лп}} = \frac{\Delta t_{\text{ки}} - \Delta t_{\text{ку}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{ки}}}{\Delta t_{\text{ку}}}} = \frac{(112,5 - 40) - (40 - 20)}{\ln \frac{72,5}{20}} = 40,8^\circ\text{C}$$

4. Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг тахминий танлови. Қайси бир муҳитни труба ичига, қайси бирини трубалараро бўшлиққа йўналтириш уларнинг температурасига, босимига, коррозия фаоллигига,

сарфи, иссиқлик алмашиниш юзасини ифлослантириш ва ҳоказоларга боғлиқ.

Кўрилатган ушбу мисолда кўндаланг кесими кам бўлган труба ичига сарфи кичик муҳитни, яъни иссиқ эритмани юборамиз. Бу эса иккала муҳитнинг тезликлари ва иссиқлик бериш коэффициентларини озгина бўлса ҳам тенглаштиришга имконият беради.

Натижада иссиқлик ўтказиш коэффициенти ортади. Совук муҳитни трубаларо бўшлиққа йўналтирилса, қурилмага иссиқлик қоплама қилинмаса ҳам бўлади.

Трубанинг ичида иссиқ муҳит турғун, турбулент режимда ҳаракат қилмоқда деб, унга мос таҳминий Рейнольдс сони  $Re_{\text{тах}} = 15000$  деб қабул қиламиз.

Маълумки, иссиқлик алмашиниш қурилмасида бундай режимни ташкил этиш учун бир йўлли қурилмадаги трубалар сони қуйидагича топилади:

труба диаметри  $d = 20 \times 2$  мм бўлса,

$$\frac{n}{z} = \frac{4 \cdot G_i}{\pi \cdot d \cdot Re_{\text{тах}} \cdot \mu_l} = \frac{4 \cdot 6,0}{3,14 \cdot 0,016 \cdot 15000 \cdot 0,00054} = 59$$

труба диаметри  $d = 25 \times 2$  мм.

$$\frac{n}{z} = \frac{4 \cdot 6,0}{3,14 \cdot 0,021 \cdot 15000 \cdot 0,00054} = 45$$

Ушбу мисолда муҳитларнинг физик-кимёвий хоссалари бир-биридан кам фарқ қилгани учун 2-3 жадвалдан турбулент режимга мос минимал иссиқлик ўтказиш коэффициентини танлаб оламиз:

$$K_{\text{тах}} = 800 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

Бунда, таҳминий иссиқлик алмашиниш юзаси қуйидаги сон қийматга тенг бўлади:

$$F_{\text{тах}} = \frac{Q}{\Delta t_{\text{урлик}} \cdot K} = \frac{1822650}{40,8 \cdot 800} = 56,8 \text{ м}^2$$

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, ушбу  $F_{\text{тах}} = 56,8 \text{ м}^2$  га тўғри келадиган иссиқлик алмашиниш қурилма кожухининг диаметри 600-800 мм дир. Шунга алоҳида эътибор бериш керакки, фақат кўп йўлли  $z = 4$  ёки 6 булган иссиқлик алмашиниш қурилмаларидагина  $n/z$  параметри 50 га яқиндир.

Кўп йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаларида ўртача температуралар фарқи бир йўлликларникига қараганда бирмунча кам. Бунга сабаб, иссиқлик ташувчи агентларнинг ўзаро аралаш ҳаракатидир. Шунинг учун ўртача температуралар фарқи учун тузатма қийматини қуйидагича топамиз:

$$P = \frac{t_{2o} - t_{2\delta}}{t_{1\delta} - t_{2\delta}} = \frac{40 - 20}{112,5 - 20} = 0,216$$

$$R = \frac{t_{1\delta} - t_{2o}}{t_{2o} - t_{2\delta}} = \frac{112,5 - 20}{40 - 20} = 3,625$$

$$\eta = \sqrt{R^2 + 1} = \sqrt{3,625^2 + 1} = 3,76$$

$$\delta = \frac{R - 1}{\ln \left( \frac{1 - P}{1 - R \cdot P} \right)} = \frac{3,625 - 1}{\ln \left( \frac{1 - 0,216}{1 - 3,625 \cdot 0,216} \right)} = 2,044$$

$$\varepsilon_{\Delta t} = \frac{\eta}{\delta} = \frac{3,76}{2,044} = 0,813$$

$$\varepsilon_{\Delta t} = \frac{\ln \left[ \frac{2 - P \cdot (1 + R - \eta)}{2 - P \cdot (1 + R + \eta)} \right]}{\ln \left[ \frac{2 - 0,216 \cdot (1 + 3,625 - 3,76)}{2 - 0,216 \cdot (1 + 3,625 + 3,76)} \right]} = 0,813$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = \Delta t_{\text{ср,доп}} \cdot \varepsilon_{\Delta t} = 40,8 \cdot 0,813 = 33,2^\circ \text{C}$$

Таҳминий иссиқлик алмашилиш юзаси ҳисоблаб топилган тузатма қиймати билан қуйидагига тенг бўлади:

$$F_{\text{max}} = \frac{Q}{\Delta t_{\text{ср}} \cdot K} = \frac{1822650}{33,2 \cdot 800} = 68,7 \text{ м}^2$$

Энди, қуйидаги вариантларни аниқловчи ҳисоблаш мақсадга мувофиқдир.

$$1 \text{ K: } D = 600 \text{ мм; } d = 25 \times 2 \text{ мм; } z = 4; n/z = 206/4 = 51,5;$$

$$2 \text{ K: } D = 600 \text{ мм; } d = 20 \times 2 \text{ мм; } z = 6; n/z = 316/6 = 52,7;$$

$$3 \text{ K: } D = 800 \text{ мм; } d = 25 \times 2 \text{ мм; } z = 6; n/z = 384/6 = 64,0;$$

5. Иссиклик ўтказиш юзасини аниқловчи ҳисоби.

**Вариант 1К:**

$$Re_1 = \frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot d \cdot \left(\frac{n}{z}\right) \cdot \mu_1} = \frac{4 \cdot 6,0}{3,14 \cdot 0,021 \cdot 51,5 \cdot 0,00054} = 13081$$

$$Pr_1 = \frac{c_1 \cdot \mu_1}{\lambda_1} = \frac{4190 \cdot 0,00054}{0,662} = 3,42$$

Трубалар ичида турбулент ҳаракат қилаётган оқим учун иссиқлик бериш коэффициентини (2.11) формулага биноан қуйидагига тенг:

$$\alpha_1 = \frac{0,662}{0,021} \cdot 0,023 \cdot (13081)^{0,8} \cdot (3,42)^{0,4} = 2300 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

$t_1$  ва  $t_2$  температураларнинг фарқи кичик ( $\Delta t_{\text{ур}} = 33,2^\circ\text{C}$ ) бўлгани учун ( $Pr/Pr_d$ ) тузатмани ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

«Накатка» трубаги иссиқлик алмашилиш қурилмалари учун иссиқлик бериш коэффициентини  $Nu / Nu_{\text{син}}$  нисбати орқали топилади [52, 53, 58, 61-66].

Трубалараро бўшлиқдаги тўсиқлар орасидаги оқимнинг кўндаланг кесим юзаси  $S_{\text{граб}} = 0,045 \text{ м}^2$  (2-4 жадвал). Унда,

$$Re_2 = \frac{21,8 \cdot 0,025}{0,045 \cdot 0,000804} = 15064$$

$$Pr_2 = \frac{4180 \cdot 0,000804}{0,618} = 5,44$$

(2.22.) формулага биноан трубалараро бўшлиқда ҳаракат қилаётган суюқлик ва труба девори орасида иссиқлик бериш коэффициентини қуйидагича ҳисобланади:

$$\alpha_2 = \frac{0,618}{0,025} \cdot 0,24 \cdot (15064)^{0,8} \cdot (5,44)^{0,36} = 3505 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Маълумки, иккала иссиқлик ташувчи агентлар ҳам кичик концентрацияли. Шунинг учун, 2-3 жадвалга биноан трубанинг иккала томонини

ифлосланишини бир хил, яъни  $\Gamma_{ифл 1} = \Gamma_{ифл 2} = 1/2900 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . Иссиклик ташувчи агентлар коррозия актив бўлиши трубалар зангламайдиган пўлатдан ясалишини тақозо этади. Зангламайдиган пўлат трубанинг ис- сиклик ўтказувчанлик коэффициенти  $\lambda_{п} = 67,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  га тенгдир. Труба девори ва ифлосликлар қатламларининг термик қаршилиқларининг йиғиндиси ушбу йўл билан топилади:

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,002}{17,5} + \frac{1}{2900} + \frac{1}{2900} = 0,000804 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Унда иссиклик ўтказиш коэффициенти

$$K = \frac{1}{\frac{1}{3330} + \frac{1}{3505} + 0,000804} = 659 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

га тенг бўлади.

Зарур иссиклик алмашиниш юзаси ушбу тенгламадан аниқланади:

$$F = \frac{1822650}{33,2 \cdot 659} = 83,4 \text{ м}^2$$

2-4 жадвалдан кўришиб турибдики, танланган қатордан трубаларнинг узунлиги 6,0 м ли ва номинал юзаси  $F = 97 \text{ м}^2$  бўлган иссиклик алмаши- ниш қурилмаси тўғри келади. Шунда, иссиклик алмашиниш юзаси бўйича захира

$$\Delta = \frac{(97 - 83,4) \cdot 100\%}{83,4} = 16,4\%$$

Иссиклик алмашиниш қурилмасининг массаси  $M_{\text{К}} = 3130 \text{ кг}$  га тенг (2-10 жадвал)

**Вариант 2К.** Худди шундай ҳисоблар қуйидаги натижаларни беради:

$$Re_1 = 16777; \quad \alpha_1 = 3720 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$Re_2 = 11308; \quad \alpha_2 = 3687 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$K = 744 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \quad F = 74,1 \text{ м}^2$$

2-4 жадвалдан кўришиб турибдики, трубаларининг узунлиги 4,0 м ли иссиклик алмашиниш қурилмасининг иссиклик алмашиниш юзаси бўйича захираси ( $\Delta < 10\%$ ) камлик қилади, яъни тўғри келмайди. Трубаларининг

узудлиги 6,0 м бўлган иссиқлик алмашиниш қурилма юзаси 119 м<sup>2</sup> бўлса ҳам 1К вариантники олдида афзаллиги йўқ, чунки у катта массага эга ( $M_{2К}=3380$  кг) ва унинг гидравлик қаршилиги жуда катта.

**Вариант 3К.** Ҳисоблаш натижалари:

$$Re_1 = 10540; \quad \alpha_1 = 1985 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$Re_2 = 9694; \quad \alpha_2 = 2707 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$K = 596 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \quad F = 92,4 \text{ м}^2$$

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узудлиги 4,0 м, номинал юзаси  $F_{3К}=121$  м<sup>2</sup> бўлганда захира  $\Delta = 30,9\%$ . Демак, захира буйича тўғри келади. Массаси 3950 кг, яъни 1К вариантникига қараганда кўпроқдир. Аммо, трубаларининг узудлиги 1 баробар кам. Ундан ташқари, у ихчам ва трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршилик камроқ бўлади. Трубалар узудлигини янада камайтириш мақсадида яна бир 4К вариантни кўриб чиқиш мумкин.

**Вариант 4К.**  $D = 800$  мм;  $d_3=20 \times 2$  мм;  $z=6$ ;  $n/z=103$ .

Ҳисоблаш натижалари:

$$Re_1 = 8560; \quad \alpha_1 = 2030 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$Re_2 = 7754; \quad \alpha_2 = 2941 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$K = 611 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \quad F = 90,3 \text{ м}^2$$

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узудлиги 3,0 м, номинал юзаси  $F_{4К}=116$  м<sup>2</sup> ва захираси  $\Delta = 28,5\%$  бўлган иссиқлик алмашиниш қурилма тўғри келади. Унинг массаси  $M_{4К}=3550$  кг, бу эса 3К вариантникидан 400 кг га енгилроқ.

### Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг гидравлик қаршилигини ҳисоблаш

Узудлиги  $L_z$  бўлган трубаларда ички ишқаланиш ва маҳаллий қаршилиқлар учун йўқотилган босим (1.1) тенглама орқали топиш мумкин. Трубадаги суюқликнинг тезлиги эса

$$w_{np} = \frac{4 \cdot G_{mp} \cdot z}{\pi \cdot d^2 \cdot n \cdot \rho_{mp}} \quad (2.30)$$

Ишқаланиш коэффициенти (1.4)-(1.7) формулалар ёрдамида аниқланади. Агарда  $Re_{tp} > 2300$  бўлса, ушбу формуладан ҳисоблаб топилади [4,5]:

$$\lambda = 0,25 \left\{ \lg \left[ \frac{e}{3,7} + \left( \frac{6,81}{Re_{mр}} \right)^{0,9} \right] \right\}^{-2} \quad (2.31)$$

бу ерда  $e = \Delta/d$  - трубининг нисбий гадир-будурлиги;  $\Delta$  - гадир-будурликларнинг баландлиги (ҳисоблар учун  $\Delta = 0,2$  мм деб қабул қилса бўлади).

Труба ичида ҳаракат қилаётган оқимга кўрсатилаётган маҳаллий қаршилиқ коэффициентлари:

$$\begin{aligned} \xi_{\text{тр1}} &= 1,5 - \text{камерага кириш ва чиқиш;} \\ \xi_{\text{тр2}} &= 2,5 - \text{йўллар орасидаги бурилиш;} \\ \xi_{\text{тр3}} &= 1,0 - \text{трубага кириш ва чиқиш.} \end{aligned}$$

Тақсимловчи камерага кириш ва ундан чиқиш пайтидаги маҳаллий қаршилиқларни штуцердаги суюқликнинг тезлиги бўйича ҳисоблаш керак. Кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмасининг нормаллашган штуцерларининг диаметрлари 2-10 жадвалда берилган.

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршилиқни ушбу формула орқали ҳисобланади:

$$\Delta P_{\text{траб}} = \sum \xi_{\text{траб}} \cdot \left( \frac{\rho \cdot w_{\text{траб}}^2}{2} \right) \quad (2.32)$$

Суюқликнинг трубалараро бўшлиқдаги тезлиги эса куйидаги формуладан аниқланади:

$$w_{\text{траб}} = \frac{G_{\text{траб}}}{S_{\text{траб}} \cdot \rho_{\text{траб}}} \quad (2.33)$$

$$\begin{aligned} \xi_{\text{тр1}} &= 1,5 && - \text{суюқликнинг кириши ва чиқиши;} \\ \xi_{\text{тр2}} &= 1,5 && - \text{сегмент тўсик орқали бурилиш;} \\ \xi_{\text{тр3}} &= \frac{3 \cdot m}{Re_{\text{траб}}^{0,2}} && - \text{трубалар пакети (дастаси)нинг қаршилиги.} \end{aligned}$$

Бу ерда

$$Re_{\text{траб}} = \frac{G_{\text{траб}} \cdot d_m}{S_{\text{траб}} \cdot \mu_{\text{траб}}} \quad (2.34)$$

$S_{\text{траб}}$  - трубалараро бўшлиқнинг энг тор кундаланг кесими;  $m$  - труба қаторларининг сони.



## Қурилманинг конструктив улчамларини ҳисоблаш

Бунинг учун керакли бошланғич маълумотлар – иссиқлик алмашилиш юзаси  $F$  ва трубаиниң узунлиги  $l$ .

Топиш керак: трубалар сони -  $n$ , уларниң жойлашиши, қурилма корпусиниң диаметри -  $D$ , труба ва трубалараро бушлиғдаги йулар сонларини, ҳамда штуцерларниң геометрик улчамларини.

Трубалар сони ушбу тенглама орқали топилади:

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

бу ерда  $d_{\text{тр}}$  - трубаиниң ҳисобий диаметри, агарда  $\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  бир-бирига яқинрок сон қийматларга эга булса,

$$d_{\text{тр}} = \frac{d_{\text{мин}} + d_{\text{мак}}}{2}$$

агарда  $\alpha_1 \gg \alpha_2$  ёки  $\alpha_1 \ll \alpha_2$  булса, унда  $d_{\text{тр}}$  сон қиймати суюқлик билан ювилаётган трубаиниң  $\alpha$  си томондаги диаметри  $d$  га тенг булади.

Одатда, трубалар труба турларига туғри олтибурчак қирралари, квадрат томонлари, ҳамда концентрик айланатар буйлаб жойлаштирилади.

Туғри олтибурчаклик қирралар буйлаб трубалар жойлаштирилганда, уларниң сони

$$n = 1 + 3a + 3a^2 \quad (2.35)$$

формуладан топилади. Формуладаги айлана марказидан бошлаб ҳисобланганда, олтибурчакниң тартиб рақами.

Энг катта олтибурчак диагоналиндаги трубалар сонини ушбу формуладан топиш мумкин:

$$v = 2 \cdot a + 1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{n-1}{3}} + 0.25 \quad (2.36)$$

Труба қаторлариниң сони  $m$  эса,

$$m = \sqrt{\frac{n-1}{3}} + 0.25 \approx \sqrt{\frac{n}{3}} \quad (2.37)$$

Труба уклари орасидаги масофа ёки қадами  $t$  трубаиниң ташки диаметрига боғлиқ ва ушбу тенгликдан аниқлаш мумкин:

$$t = (1.2 + 1.4) \cdot d_{\text{мин}}$$

Лекин, ҳар қандай шароитда ҳам

$$t = d_{\text{max}} + 6 \text{ мм}$$

дан кам бўлмаслиги керак. Шунинг назарда тутиш керакки,  $b$  ва  $a$  параметрлар бутун сон бўлиши шарт.

Қурилма корпусининг ички диаметри қуйидаги формула билан аниқланади:

бир йўлли бўлганда

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

ёки

$$D_{\text{вн}} = 1.1 \cdot t \cdot \sqrt{n}$$

кўп йўлли бўлганда эса,

$$D_{\text{вн}} = 1.1 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{n}{\eta}}$$

бу ерда  $\eta = 0.6-0.8$  - труба турини трубалар билан тўлдирилиш коэффициентини ва  $u$  ҳисоблаш йўли топилади.  $D_{\text{вн}}$  нинг сон қиймати стандарт ёки нормаллардаги бутун сон қийматларигача яхлитланади.

Труба турлари орасидаги масофа, яъни трубаларнинг ишчи узунлиги  $l_1$  қуйидаги ҳисоблаш формуласидан топиш мумкин:

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

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

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

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

Кўп йўлли иссиқлик алмашилиш қурилмасида йўллар сони ҳар доим жуфт бўлиши тавсия қилинади. Агарда, кўп йўлли қурилма трубаларининг узунликлари руҳсат этилганидан ортиқ бўлса, йўллар сони  $z$  ўзгартирилади.

Кожух-трубати иссиқлик алмашилиш қурилмасининг умумий баландлиги труба узунлиги  $l_1$  ва 2 га тақсимловчи камералар баландликлари  $h$  ларнинг йиғиндисига тенг, яъни:

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

бу ерда  $h = 200-400$  мм.

Бошқа турдаги иссиқлик алмашилиш қурилмалари учун конструктив ҳисоблашлар ушбу адабиётларда келтирилган [4,6,9,10,30,31].

Штуцерларнинг шартли диаметри кожух диаметри ва йўллар сонига боғлиқ бўлиб, 2-8 жадвалдан танланади.

Сегментли тўсиқлар сони иссиқлик алмашилиш қурилмасининг узунлиги ва диаметрига боғлиқ. Нормаллашган иссиқлик алмашилиш қурилмасининг сегментлар сони 2-9 жадвалда берилган.

Суюқликнинг кириши ва чиқиши пайтидаги гидравлик қаршилиги унинг штуцердаги тезлиги орқали ҳисобланса бўлади. Штуцерларнинг шартли диаметрлари 2-8 жадвалда берилган.

Труба ва трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршилиқни ҳисоблаш қуйидаги формула ёрдамида олиб борилади:

$$\Delta P_{\text{троб}} = \lambda \cdot \frac{l \cdot z}{d} \cdot \frac{w_{\text{тр}} \cdot \rho_{\text{тр}}}{2} + [2.5 \cdot (z - 1) - 2 \cdot z] \cdot \frac{w_{\text{тр}}^2 \cdot \rho_{\text{тр}}}{2} + 3 \cdot \frac{w_{\text{тр}} \cdot \rho_{\text{тр}}}{2} \quad (2.38)$$

бу ерда  $z$  - йўллар сони.

$$\Delta P_{\text{троб}} = \frac{3 \cdot m \cdot (x + 1) \cdot \rho_{\text{троб}} \cdot w_{\text{троб}}^2}{Re_{\text{троб}}^{0.2}} + 1.5 \cdot x \cdot \frac{\rho_{\text{троб}} \cdot w_{\text{троб}}^2}{2} + 3 \cdot \frac{\rho_{\text{троб}} \cdot w_{\text{троб}}^2}{2} \quad (2.39)$$

Бу ерда  $x$  - сегмент тўсиқлар сони.

Учта вариант буйича танланган кожух-трубаи иссиқлик алмашилиш қурилмаларнинг гидравлик қаршилиқлари бўйича таккосланади.

Вариант 1К. Суюқликнинг трубадаги тезлиги

$$w_{\text{тр}} = \frac{G_i}{S_{\text{тр}} \cdot \rho_i} = \frac{6.8}{0.018 \cdot 988} = 0.338 \text{ м/с}$$

Ишқаланиш коэффиценти (2.1) формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\lambda = 0.25 \left\{ \lg \left[ \frac{0.2 \cdot 10^{-3}}{0.021 \cdot 3.7} - \left( \frac{6.81}{13100} \right)^{0.9} \right] \right\}^{-2} = 0.0422$$

Таксимловчи камера штуцерининг диаметри  $d_{\text{шт}} = 0.15$  м. Ундаги тезлик

$$w_{\text{мр.ш}} = \frac{6,0 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 986} = 0,334 \text{ м / с}$$

Труба бўшлиғида қуйидаги маҳаллий қаршиликлар бор: камерага кириш ва чиқиш, 180° ли 3 та бурилиш ва 4 марта суюқлик трубага киради ва чиқади.

Трубалардаги гидравлик қаршилик (2.3) формуладан аниқланади:

$$\Delta P_{\text{мр.ш}} = 0,0422 \cdot \frac{6 \cdot 4}{0,021} \cdot \frac{988 \cdot 0,338^2}{2} + [2,5 \cdot (4 - 1) + 2 \cdot 4] \cdot \frac{988 \cdot 0,338^2}{2} + 3 \cdot \frac{986 \cdot 0,344^2}{2} = 2720 + 873 + 175 = 3764 \text{ Па}$$

Трубалараро бўшлиқдаги суюқлик билан ювилиб турган труба қаторларининг сони:

$$m \approx \sqrt{\frac{206}{3}} = 8,29 \approx 9$$

Сегмент тўсиқлар сони  $x = 18$  (2-7 жадвал). Кожухдаги штуцерлар диаметри  $d_{\text{траб}} = 0,2 \text{ м}$  ва ундаги суюқлик тезлиги

$$w_{\text{мр.ш}} = \frac{21,8 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 996} = 0,679 \text{ м / с}$$

Трубалараро бўшлиқнинг энг тор кўндаланг қесими  $S_{\text{траб}} = 0,040 \text{ м}^2$  даги тезлиги

$$w_{\text{мр}} = \frac{21,8}{0,04 \cdot 996} = 0,547 \text{ м / с}$$

Трубалараро бўшлиқда қуйидаги маҳаллий қаршиликлар бор: суюқликнинг штуцерга кириши ва чиқиши, сегмент тўсиқлар орқали 18 та бурилиш ( $x=18$  та) ва труба пакетини суюқлик ювиб ўтишида 19 та қаршилик ( $x+1$ )

Труба тараро бўшликдаги гидравлик қаршилик (2.38) формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\Delta P_{\text{тр.аб}} = \frac{3 \cdot 9 \cdot (18 + 1)}{(16947)^{0.2}} \cdot \frac{996 \cdot 0,547^2}{2} + 1,5 \cdot 18 \cdot \frac{996 \cdot 0,547^2}{2} + 3 \cdot \frac{996 \cdot 0,597^2}{2} = 10902 + 4023 + 725 = 15650 \text{ Па}$$

Вариант 3К. Худди шундай ҳисоблар қуйидаги натижаларни беради:

$$\begin{aligned} w_{\text{тр}} &= 0,277 \text{ м/с}; & \lambda &= 0,0431; \\ w_{\text{тр.и}} &= 0,344 \text{ м/с}; & \Delta P_{\text{тр}} &= 2965 \text{ Па}; \\ w_{\text{тр.аб}} &= 0,337 \text{ м/с}; & m &= 12; \\ w_{\text{тр.б}} &= 0,446 \text{ м/с}; & x &= 8; \\ \Delta P_{\text{тр.аб}} &= 3857 \text{ Па} \end{aligned}$$

Аввалги вариантлар билан таққослаш шуни кўрсатадики, гидравлик қаршилик бўйича вариант 3К яхши.

Вариант 4К. Ҳисоблаш натижалари:

$$\begin{aligned} w_{\text{тр}} &= 0,304 \text{ м/с}; & \lambda &= 0,0472; \\ w_{\text{тр.и}} &= 0,344 \text{ м/с}; & \Delta P_{\text{тр}} &= 3712 \text{ Па}; \\ w_{\text{тр.аб}} &= 0,337 \text{ м/с}; & m &= 15; \\ w_{\text{тр.б}} &= 0,446 \text{ м/с}; & x &= 6; \\ \Delta P_{\text{тр.аб}} &= 3728 \text{ Па} \end{aligned}$$

Аввалги вариант билан солиштириш жуда кам фарқ борлигини кўрсатади, аммо бу вариант афзаллиги шундаки, массаси 400 кг кам. Шунинг учун вариант 3К ни тўғри келмайди. Демак, рақобатбардош деб вариант 1К ва 4К ларни ҳисобласа бўлади. Бу икки вариантдан қайси бирини танлаш техник-иқтисодий таҳлил асосида қилиниши керак.

Гидравлик қаршиликларни енгиш учун сарф буладиган қувват миқдори қуйидаги формуладан аниқланади:

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

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

### Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини механик ҳисоблаш.

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

### Цилиндрик обечайкани ҳисоблаш.

Ички босим остида ишлайдиган қурилмалар обечайкасининг мустаҳкамлиги ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

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

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

$\sigma_{p,2}$  - материалнинг рухсат этилган кучланиши. Баъзи материаллар учун 2.15 - расмда  $\sigma_{p,2}$  - 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;

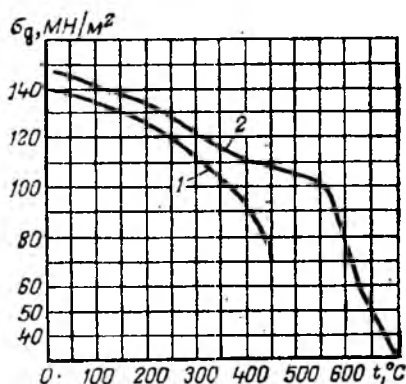
Ҳисобланган қалинликка бериладиган қўшимча қалинликнинг миқдори коррозия тезлиги ва қурилманинг ишлатиш давомийлигига боғлиқдир. Масалан: 10 йил мобайнида ишлатиладиган қурилмада коррозия тезлиги 0,1 мм/йил булса,  $C = 1$  мм га тенг булади.

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

$$C = P \cdot \tau_a$$

2.15-расм. Ст.3 (1) ва X18H10T (2) пулатлар учун  $\sigma_{p,2}$

$P$  - коррозия тезлиги, мм/йил;  $\tau_a$  - амортизация муддати, йил.



Мустаҳкамланмаган тешик ва пайвандлаш чоклари туфайли обечайка мустаҳкамлигининг камайишини  $\varphi$  коэффициенти ҳисобга олади.

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

$$\varphi_o = \frac{D_{\text{вн}} - d_o}{D_{\text{вн}}}$$

Рухсат этилган босим куйида келтирилган формуладан аниқланади:

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

Юқорида берилган  $s$  ва  $\sigma_{\text{рз}}$  формулалар ушбу шарт бажарилгандагина кулланилади:

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

### **Копқокларни ҳисоблаш.**

Эллиптик шаклдаги копқок деворининг калинлиги куйидаги формула ёрдамида аниқланади:

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

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

Рухсат этилган босим эса,

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

Юқорида берилган  $s_1$  ва  $p_{\text{рз}}$  формулалар ушбу шарт бажарилгандагина кулланилади:

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

Конусли копқокнинг  $l_{\text{кон}}$

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

масофадаги қалинлиги  $s_1$  мана бу тенгламадан топиш мумкин:

$$s_1 = \frac{P_{\text{швс}}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{\text{рз}}] - P_{\text{швс}}} \cdot \frac{D_{\text{шв}}}{\cos \alpha} + C + C_1$$

Цилиндрик қисмининг  $l_u$

$$l_u = 0.5 \cdot \sqrt{D_{\text{шв}} \cdot (s_1 - C)}$$

масофадаги қалинлиги  $s_1$  эса ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \frac{P_{\text{швс}} \cdot D_{\text{шв}} \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{\text{рз}}]} + C + C_1$$

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

Думалок, ясси қопқоқлар қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \left( \frac{K}{K_{\text{ш}}} \right) \cdot D_{\text{шв}} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{швс}}}{[\sigma_{\text{рз}}]}} + C + C_1$$

бу ерда  $K$  - қопқоқ конструкциясига боғлиқ ва у махсус адабиётлардаги жадвалдан танланади [30.31].

### **Энергетик сарфларни ҳисоблаш.**

а) қурилма ва усқуналарга хизмат қилаётган электродвигателларнинг бир соатлик қуввати қуйидагига тенг:

$$N_{\text{сoат}} = N_1 + N_2 + \dots + N_n \quad [\text{kBт}]$$

Бир суткасига эса,

$$N_{\text{сут}} = N \cdot \tau$$

б) қурилма ва усқуналарга ишлатилаётган буғ сарфи:

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



Бир суткасига эса,

$$D_{\text{сум}} = D \cdot \tau$$

в) қурилма ва ускуналардаги сув сарфи:

$$W_{\text{сум}} = W_1 + W_2 + \dots + W_n \quad [\text{кг/соат}]$$

Бир суткасига эса,

$$W_{\text{сум}} = W \cdot \tau$$

### **Фланецли бирикмаларни ҳисоблаш.**

Ушбу ҳисоблашда болтлар (ёки шпилькалар) диаметри, уларнинг сонини ва фланец элементларининг улчамларини аниқлашдан иборатдир.

Ишчи шароитда болтларга таъсир этаётган чузувчи кучларнинг миқдори куйидаги формуладан ҳисобланади:

$$P_c = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \cdot p + P_n$$

$D_n$  - қистирманинг уртача диаметри, м;  $P_n$  - зичлаштириш юзасига тушаётган куч, МН;  $p$  - ишчи босим, МПа.

Туғри туртбурчак кундаланг 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 материали ва шаклига боғлиқ коэффициент (текис резина учун  $k=1,0$ ; фторопласт, паронит, чарм учун  $k = 2,5$ ).

Фланецдаги болт учун тешиклар айланасининг диаметрини куйидаги формула билан топиш мумкин:

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

$D_{\text{ицф}}$  - фланецнинг ички диаметри. одатда у қурилманинг ташқи диаметрига тенг булади.

Болтларнинг диаметри ушбу

$$d_{\text{б}} = \frac{D_{\text{ицф}} - D_1}{2} - 0,006$$

формуладан топилади ва кам сон қиймат томонига яхлитланади. Бу ерда

$D_r$  – фланец пайвандлаш чокининг диаметри, м.  
 Болтлар сони ушбу формуладан аниқланади:

$$z = \frac{P_6}{\sigma_{ps} \cdot F_6}$$

бу ерда  $F_6$  - болт резьбасининг ички диаметри буйича аниқланган кундаланг кесим юзаси,  $m^2$ ;  $\sigma_{ps}$  - болтлар чузилишига рухсат этилган кучланиш.

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

Фланец ташқи диаметри эса, ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

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

Текис фланецнинг баландиниғини топиш учун дастлаб қуйидаги қийматлар аниқланади:

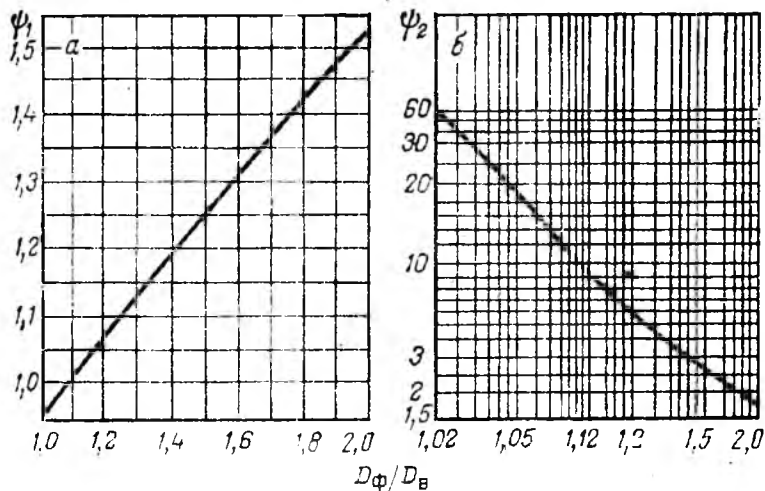
ишчи шароитда фланецга тушаётган юклама

$$P = \frac{D_{\phi}}{D_{\phi} - D_{av}} \cdot \left[ P_0 \frac{D_{av}}{D_c} \cdot \left( \frac{D_n}{D_n} - 1 \right) + \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \cdot P \cdot \left( 1 - \frac{D_n}{D_n} \right) \right], [MH]$$

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

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

$\sigma_T$  - ишчи температурада фланец материалининг оқувчанлик чегараси,  $MH/m^2$ ;  $\delta$  - фланец билан бирлаштирилган обечайканинг қалинлиги, м;  $\psi_1, \psi_2$  - коэффициентлар. 2.16 - расмдан топилади.

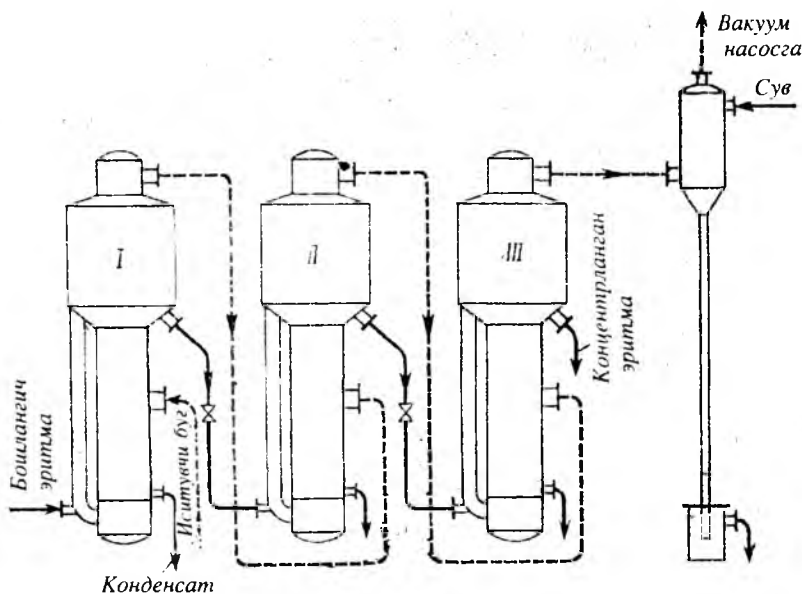


2.14-расм.  $\psi_1$  ва  $\psi_2$  коэффициентларни аниқлаш учун графиклар.

### 3 – боб. МОДА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

#### 3.1 УЧ КОРПУСЛИ БУҒЛАТИШ ҚУРИЛМАСИНИ ҲИСОБЛАШ

$\text{NaNO}_3$  нинг 12% ли сувли эритмасини 5 т/соат сарфда концентрациялаш учун уч корпусли табиий циркуляция қурилмаси ҳисоблаб чиқилсин (расм 3.1). Эритманинг охириги концентрацияси 40% (масс.). Буғлатиш қурилмасида қайнаш температураси иситилган эритма буғлатиш учун узатилади. Тўйинган иситувчи сув буғнинг абсолют босими  $4 \text{ кг·к/см}^2$ . Иситувчи трубалар узунлиги 4 м. Барометрик конденсатордаги вакуум  $0,8 \text{ кг·к/см}^2$  га тенгдир [4].



3.1-расм. Уч корпусли буғлатиш қурилмасининг схемаси

#### Е ч и ш :

1) Учала қурилмаларда буғланаётган эритувчининг умумий миқдори:

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

2) Ҳар бир корпусга юкламани тақсимлаш.

Назарий таҳлил ва саноатдаги кўп йиллик натижалар асосида, ҳар бир корпусдаги иккиламчи буғнинг миқдорини аниқлаймиз.

$$W_1 : W_2 : W_3 = 1,0 : 1,1 : 1,2$$

Ҳар бир корпусда ҳосил бўлган иккиламчи буғ миқдорини топамиз:

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

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

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

*Жами:*  $W = 0,97 \text{ кг/с}$

3) Корпуслар бўйича эритманинг концентрациясини ҳисоблаш эритманинг бошланғич концентрацияси  $x_{\text{бош}}$ . Биринчи корпусдан иккинчисига қираётган эритманинг 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 қираётган 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,

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

концентрацияси эса

$$x_2 = \frac{1,39 \cdot 12}{0,77} = 21,6\%$$

4) Корпуслар бўйича иситувчи буғ босимининг тақсимланиши.

Биринчи корпус ва барометрик конденсаторлардаги иситувчи буғ босимларининг фарки.

$$\Delta p = 4,0 - 0,2 = 3,8 \text{ кгк/см}^2$$

Дастлаб, ушбу босимлар фаркини корпуслар ўртасида баробар тақсимлаймиз, яъни

$$\Delta p = \frac{3,8}{3} = 1,27 \text{ кгк/см}^2$$

Бунда, корпуслардаги абсолют босим қуйидагича бўлади:

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

2-корпусда  $p_2 = 0,2 + 1,27 = 1,47 \text{ кгк/см}^2$

1-корпусда  $p_1 = 1,47 + 1,27 = 2,74 \text{ кгк/см}^2$

Иситувчи буғ босими:

$$p = 2,74 + 1,27 = 4 \text{ кгк/см}^2$$

Жадваллардан, корпусларда қабул қилинган босимлар учун сувнинг тўйинган буғи температуралари ва солиштирма буғ ҳосил қилиш иссиқликларини топамиз.

<i>Корпуслар</i>	<i>Тўйинган буғ температураси, °С</i>	<i>Солиштирма буғ ҳосил қилиш иссиқлиги</i>
<i>1-корпусда</i>	129,4	2179
<i>2-корпусда</i>	110,1	2234
<i>3-корпусда</i>	59,7	2357
<i>Иситувчи буғ</i>	148	2241

Ушбу температуралар, корпуслар бўйича иккиламчи буғлар конденсацияланиш температуралари бўлади.

5. Корпуслар бўйича температуранинг пасайишини ҳисоблаш.

а) температура депрессиясидан.

Иловадаги 21-жадвалдан атмосфера босимида эритмаларни қайнаш температураси топилади.

<i>Корпуслар</i>	<i>NaNO<sub>3</sub> Концентрацияланган</i>	<i>қайнаш температураси, °С</i>	<i>Депрессия, °С ёки К</i>
<i>1-корпусда</i>	15,2	102	2,0
<i>2-корпусда</i>	21,6	103	3,0
<i>3-корпусда</i>	40,0	107	7,0

Уч корпус бўйича депрессия

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

б) Гидростатик эффект депрессияси

20°C температурада  $\text{NaNO}_3$  эритманинг зичлиги танланади [32]:

$\text{NaNO}_3$ концентрацияси, %	15,2	21,6	40,0
Зичлик, $\text{кг/м}^3$	1098	1156	1317

Трубатардаги эритмаларнинг оптимал сатҳда қайнашини ҳисоблаймиз:

1 - корпусда

$$H_{\text{онт}} = [0,026 + 0,0014 \cdot (\rho_{\text{эр}} - \rho_{\text{сув}})] \cdot H_{\text{тр}} =$$

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

$$\rho_{\text{эр}} = \rho + 0,5 \cdot \rho_{\text{эр}} \cdot g \cdot H_{\text{онт}} = 2,74 + \frac{0,5 \cdot 1098 \cdot 9,8 \cdot 1,589}{9 \cdot 10^4} =$$

$$= 2,827 \text{ кгк / см}^2$$

$$p_1 = 2,14 \text{ кгк / см}^2 \text{ да} \quad t_{\text{кин}} = 129,4^\circ\text{C}$$

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

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

2 - корпусда

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

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

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

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

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

3 - корпусда

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

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

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

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

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

Жами:

$$\sum \Delta t_{\text{эрф}} = 1,2 + 2,2 + 14,7 = 18,1^\circ\text{C}$$

в) Гидравлик қаршилик депрессияси

Ҳар бир корпус оралиғида температуралар пасайишини 1К деб қабул қиламиз. Оралиқлар ҳаммаси бўлиб 3 (1-2, 2-3, 3-конденсатор). Демак,

$$\Delta t_{r.k} = 1 \cdot 3 = 3 K$$

Бутун қурилма учун температуралар йўқолишининг йиғиндиси:

$$\sum \Delta t_{yuk} = 1 + 18,1 + 3 = 33,1 K$$

6. Температураларнинг фойдали фарқи.

Температураларнинг умумий фарқи:

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

Демак, температураларнинг фойдали фарқи

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

7. Корпусларда қайнаш температураларини аниқлаймиз

3 - корпусда

$$t_3 = 59,7 + 1 + 7 + 14,69 = 82,4 ^\circ C$$

2 - корпусда

$$t_2 = 110,1 + 1 + 3 + 2,2 = 116,3 ^\circ C$$

1 - корпусда

$$t_1 = 129,4 + 1 + 2 + 1,2 = 133,6 ^\circ C$$

8. Ҳар бир корпус учун иссиқлик ўтказиш коэффициентини аниқлаймиз.

Қурилмадаги эритмаларнинг қайнаш температураси ва концентрациясига қараб махсус адабиётлардан эритманинг физик хоссалари (зичлик, ковшоқлик, иссиқлик ўтказувчанлик, иссиқлик сиғими ва шу қабилар) аниқланади. Иситиш трубаларининг турига қараб қабул қилинади. Сўнгра, конденсацияланаётган буг ва қайнаётган эритма учун тегишли критериал тенгламалар ёрдамида иссиқлик бериш коэффициентларидан иссиқлик ўтказиш коэффициенти топилади.

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

Дастлабки ҳисоблар асосида қуйидаги қийматларни қабул қиламиз.

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

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

$$3 - \text{корпус учун} \quad K_3 = 580 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Тузнинг сувли эритмаларини буғлатиш жараёнида корпуслар бўйича иссиқлик ўтказиш коэффициентларининг тахминий нисбати қуйидагича:

$$K_1 : K_2 : K_3 = 1 : 0,58 : 0,34$$

9. Корпуслар бўйича иссиқлик балансларини тузамиз.

Тахминий ҳисобларни соддалаштириш мақсадида иссиқлик балансларини иссиқлик йўқотилишини ҳисобга олмаган ҳолда тузамиз ва бир корпусдан иккинчисига эритма ўртача қайнаш температурасида ўтади деб қабул қиламиз.

Шартга биноан 1 - корпусга буғлатиш учун эритмани қайнаш температурасигача қиздирилган ҳолда узатилади.

1 - корпусда иссиқлик сарфинининг 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 унда иссиқлик сарфининг миқдори:

$$Q_2 = W_2 \cdot r_2 - G_1 \cdot c_1 (t_1 - t_2) = \\ = 0,324 \cdot 2234 \cdot 10^3 - 1,09 \cdot 4190 \cdot 0,848 (133,6 - 116,3) = 657000 \text{ Вт}$$

1 - корпусдан чиқаётган иккиламчи буғ берадиган иссиқлик миқдори  $W_1 \cdot r_1 = 643000$  Вт. Иссиқлик кириши ва сарф бўлишининг фарқи 1%.

3 - корпусдаги иссиқлик миқдорининг сарфи

$$Q_3 = W_3 \cdot r_3 - G_3 \cdot c_3 (t_2 - t_3) = \\ = 0,351 \cdot 2357 \cdot 10^3 - 0,77 \cdot 4190 \cdot 0,784 (116,3 - 82,7) = 743000 \text{ Вт}$$

10. 1 - корпусда иситувчи буғ сарфи

$$G_{\text{нв}} = \frac{643000}{2141 \cdot 10^3} = 0,3 \text{ кг/с}$$



Бугнинг солиштирма сарфи:

$$d = \frac{G_{ис}}{W} = \frac{0,3}{0,97} = 0,31 \text{ кг/с}$$

11. Фойдали температуралар фаркининг 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	$\frac{743000}{580} = 1280$	1131

$$\sum \frac{Q}{K} = 2322$$

$$\sum \sqrt{\frac{Q}{K} \cdot 10^3} = 2561$$

Фойдали температуралар фарки корпуслар бўйича қуйидагича аниқланади:

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси энг кам вариант

$$\Delta t_1 = \frac{\frac{Q_1}{K_1} \cdot \Delta t}{\sum \frac{Q}{K}} = \frac{50,21 \cdot 378}{2322} = 8,174; \Delta t_1 = \frac{\sum \sqrt{\frac{Q}{K} \cdot \Delta t}}{\sum \sqrt{\frac{Q}{K}}} = \frac{50,21 \cdot 615}{2561} = 12,057$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 664}{2322} = 14,358;$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 815}{2561} = 15,978;$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 1280}{2322} = 27,682;$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 1131}{2561} = 22,174;$$

12. Хар бир корпуснинг иситувчи юзаси топилади:

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси энг кам вариант

$$F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 8,174} = 46,27; \quad F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 12,057} = 31,27$$

$$F_2 = \frac{657000}{990 \cdot 14,358} = 46,22; \quad F_2 = \frac{657000}{990 \cdot 15,978} = 41,58$$

$$F_3 = \frac{743000}{580 \cdot 27,682} = 46,28; \quad F_3 = \frac{743000}{990 \cdot 27,682} = 57,77;$$

$$\sum F = 138,8 \text{ м}^2 \quad \sum F = 138,8 \text{ м}^2$$

Демак, корпусларнинг бир хил иссиқлик алмашиниш юзалари бўлганда, умумий иситиш юзаси атиги 6% га кўпдир. Шунинг учун, корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант қабул қилинади, чунки бу вариант қурилмаларнинг бир хиллигини таъминлайди.

Корпуслар бўйича босим ва иккиламчи буг температурасини текшираимиз.

Корпус	Қайнаш температураси $\Delta t_{\text{қай}} = t_{\text{с.м}} - \Delta_{\text{фойш}}$	Иккиламчи буг конденсатининг температураси, °С $t_0 = t_{\text{қай}} - \sum \Delta_{\text{инк}}$	Босим, $P_{\text{абс}}$ кгк/см <sup>2</sup>
1	143,0 - 10,1 = 132,9	132,9 - 3,59 = 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 сўнг, агроф муҳита иссиқлик йўқотилишини ва температура, босимларнинг корпуслар бўйича тақсимланишини бирмунча ўзгарганини ҳисобга олиб, корпусларнинг иситиш юзалари топилгани туфайли қурилманинг аниқ ҳисоби утказилди.

### 3.2. ТАРЕЛКАЛИ РЕКТИФИКАЦИОН КОЛОННАНИ ҲИСОБЛАШ

Унумдорлиги  $G_d=155$  кг/соат спирт ишлаб чиқарадиган брагоректификацион колоннани ҳисобланг (3.2 - расм) [4].

#### Ҳисоблаш учун маълумотлар:

- бошланғич аралашма таркибида спирт миқдори.  $x_{\text{бош}} = 10\%$  (ҳажмий), куб қолдиғи -  $x_k = 0,0064\%$  (ҳажм), дистиллят эса -  $x_d = 69,3\%$  (ҳажм);
- флегманинг кўпроқ олинishiни ҳисобга олувчи коэффициент  $\beta = 3,1$ ;
- колонна  $p = 0,22$  МПа босимли буг билан иситилмоқда;
- колоннанинг юқори қисмидаги ишчи босим  $p = 0,12$  МПа;
- аралашма тарелкага  $t_{\text{бош}} = 85^\circ\text{C}$  да киритилмоқда;
- колоннадаги тарелкалар орасидаги масофа  $h = 250$  мм.

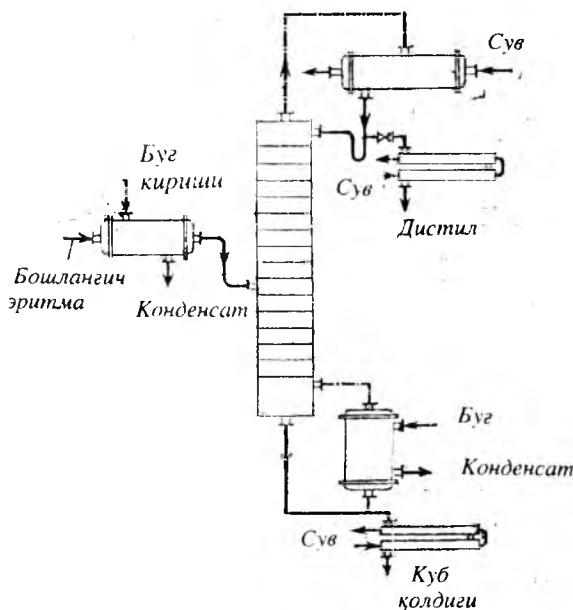
Колоннанинг диаметри, баландлиги, тарелкалар сони ва иситувчи буг сарфи ҳисоблаб топилсин.

**Е ч и ш :** Ҳисоблаш ушбу кетма - кетликда олиб борилади. Бошланғич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларининг концентрациялари ҳажмий фойздан (ҳажм), массавий фойзга (масс)

$$X_{\text{масс}} = \frac{X_{\text{ҳажм}} \cdot \rho_d}{\rho_{\text{ҳажм}}}$$

формула ёрдамида, сўнгра эса

$$X_{\text{мол}} = \frac{\frac{X_A \cdot 100}{M_A}}{\frac{X_{\text{масс}}}{M_A} + \frac{100 - X_{\text{масс}}}{M_B}}$$



3.2-расм. Ректификация қурилмасининг схемаси

формула ёрдамида массавий фойздан (масс) ҳажмий фойзга (ҳажм) қайта ҳисобланади.

Натижада бошланғич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларининг кон-

центрациялари куйида 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. Куйидаги формула ёрдамида эса минимал флегма сони аниқланади.

$$R_{\text{ф мин}} = \frac{X_{\text{д}} - B_{\text{д}}}{B_{\text{о}}}$$

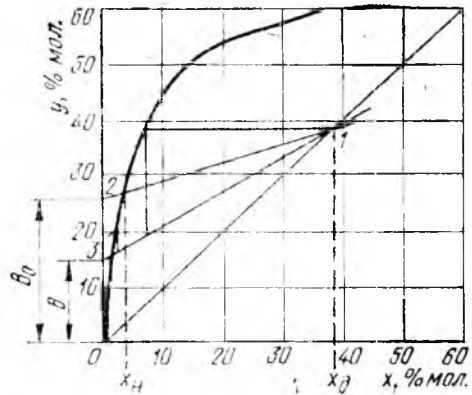
бу ерда  $B_{\text{о}}$  – мувозанат чизигининг ордината ўқидаги кесмасининг қиймати.

2.1. Иловадаги 16 - жадвалдаги маълумотлар асосида  $x - y$  мувозанат чизиги кўрилади (3.3-расм).

2.2. Абсцисса ўқидаги  $x_{\text{д}} = 38,5$  мольга тааллуқли нуқтадан диагональ чизиги билан нуқта 1 да кесишгунча вертикаль чизик ўтказилади.

2.3. Абсцисса ўқидаги  $x_{\text{бош}} = 3,34$  моль га тааллуқли нуқтадан мувозанат чизиги билан нуқта 2 да кесишгунча вертикаль чизик ўтказилади.

2.4. Нуқталар 1 ва 2 ўзаро бирлаштирилади ва ордината ўқи билан кесишгунча давом эттирилади ва  $B_{\text{о}} = 26,5$  моль қиймат топилади.



3.3-расм. Сув-спирт аралашмасининг минимал флегма ва колоннанинг юқори қисмидаги назарий тарелкалар сонларини аниқлаш учун  $x - y$  диаграмма

Минимал флегма сонининг қиймати

$$R_{\text{мин}} = \frac{38,5 - 26,5}{26,5} = 0,453$$

ушбу йўл билан ҳисобланади.

3. Хақиқий флегма сони ушбу формуладан топилади:

$$R_{\phi} = \varphi \cdot R_{мин} = 0,453 \cdot 3,1 = 1,4$$

Бу ерда  $\varphi > 1$  – флегминг кўпроқ олинисини ҳисобга олувчи коэф-  
фициент, одатда  $\varphi = 1,04 - 1,05$ .

4. Иловадаги 16 - жадвалдаги маълумотлар асосида диафрагма қурилади ва кейинги ҳисобларда зарур флегма таркиби, дефлегматорга бериладиган буғ таркиби ва температу-  
ратуралар аниқланади (3.4-расм).

4.1. Дистиллятнинг концентрацияси  $x_d = 38,5\%$  мольга қараб флегма таркиби  $x_w = 6,8\%$  моль =  $15,9\%$  масс. ҳамда буғнинг конденса-  
цияланишининг бошланиш темпе-  
ратураси  $t_k = 88,5^\circ\text{C}$  белгилаб оли-  
нади.

4.2. Кесматар нисбати  $a/b = R_{\phi} = 1,4$  га қараб нукта 3 топи-  
лади. Бу нукта, дефлегматорга қараётган буғ концентрациясини  
характерлайди:  $y_e = 21\%$  моль =  $40,3\%$  масс.

5. Колоннадан дефлегматорга қараётган буғ миқдори ушбу тенглик-  
дан аниқланади:

$$G_n = \frac{G_d \cdot (R_d + 1)}{M_n} = \frac{155 \cdot (1,4 + 1)}{28,8} = 12,9 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

ёки

$$G_n = 12,9 \cdot 23,9 = 308,3 \text{ кг/соат}$$

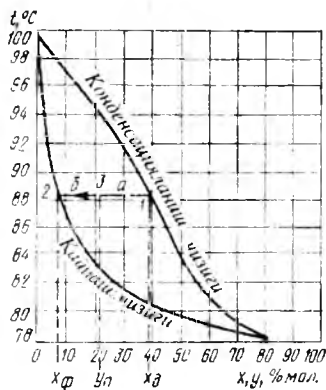
Дистиллят  $M$  нинг моль массаси қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$M = \frac{100}{\frac{x_{ва}}{M_d} + \frac{100 - x_{ва}}{M_n}} =$$

$$= \frac{100}{\frac{61,6}{46,07} + \frac{100 - 61,6}{18,02}} = 28,8 \text{ кг/кмоль}$$

Худди шу йўл билан буғнинг моль массаси ҳисобланади:

$$M_0 = 23,9 \text{ кг/моль}$$



3.4-расм. Сув-спирт аралашмаси  
буғининг концентрацияси ва  
флегма сонини аниқлаш учун  
 $t - x, y$  диаграмма

Дистиллят ҳосил бўлиши учун сарф бўлган буғ миқдори

$$\frac{155}{28,8} = 5,38 \text{ кмоль / соат}$$

6. Флегма миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_{\phi} = G_{\phi} + G_{\Delta} = G_{\Delta} \cdot (R_p + 1)$$

$$G_{\phi} = G_{\phi} - G_{\Delta} = 12,9 - 5,3 = 7,52 \text{ кмоль/соат}$$

ёки

$$G_{\phi} = 7,52 \cdot 20 = 150,4 \text{ кг/соат}$$

Флегманинг моль массаси  $M_{\Delta}$  формуладан топилади:

$$M_{\phi} = \frac{100}{15,9 + \frac{100 - 15,9}{46,07 + 18,02}} = 20,0 \text{ кг / кмоль}$$

Пастда келтирилган формулалардан фойдаланиб бошланғич аралашма миқдори  $G_{\text{бош}}$  ва куб қолдини  $G_{\kappa}$  аниқланади:

$$\begin{cases} G_{\text{бош}} = G_{\Delta} + G_{\kappa} \\ G_{\text{бош}} \cdot X_{\text{бош}} = G_{\Delta} \cdot X_{\Delta} + G_{\kappa} \cdot X_{\kappa} \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{\text{бош}} = 155 + G_{\kappa} \\ \frac{G_{\text{бош}} \cdot 8,01}{100} = \frac{155 \cdot 61,6}{100} + \frac{G_{\kappa} \cdot 0,005}{100} \end{cases}$$

Бу тенгламалардан

$$G_{\kappa} = 1037,5 \text{ кг/соат}$$

$$G_{\text{бош}} = 1192,65 \text{ кг/соат}$$

8. Иситувчи буғ сарфини билиш учун колоннанинг иссиқлик баланси тузилади.

**Иссиқлик кириши:**

8.1. Дастлабки аралашма билан

$$Q_1 = 1192,65 \cdot 4,27 \cdot 85 = 432872,3 \text{ кЖ/соат}$$

Температураси ва концентрацияси маълум бўлган бошланғич аралашманинг солиштирма иссиқлик сифими иловадаги 17- жадвалдан топилади ( $c_{\text{бoш}} = 4,27 \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ).

8.2. Флегма билан

$$Q_2 = 150,4 \cdot 4,31 \cdot 88,5 = 57367,8 \text{ кЖ/соат.}$$

Флегманинг солиштирма иссиқлик сифими  $c_{\text{ф}}=4,31\text{кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$  (17 - жадвалдан)..

8.3. Иситувчида иситувчи буғ билан

$$Q_3 = D \cdot 2711,3$$

Иситувчи буғнинг солиштирма энтальпияси унинг босимига қараб иловадаги 18 - 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 иловадаги 19 - жадвалдан унинг солиштирма энтальпияси топилади ва  $i = 2086,8 \text{ кЖ/кг}$ .

8.5. Қолдик билан

$$Q_5 = 1037,5 \cdot 4,27 \cdot 100,5 = 445227,5 \text{ кЖ/соат}$$

Қолдик ва концентрацияга қараб, иловадаги 17 - жадвалдан унинг солиштирма иссиқлик сифими аниқланади:  $c_{\text{к}} = 4,27 \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .

8.6. Иситувчи буғ сарфи ушбу формуладан топилади.

$$D = \frac{643360,4 + 445227,5 - 43272,3 - 57367,8}{2711,3 - 516,25} = 272,5 \text{ кг / соат}$$

Атроф муҳитга йўқотишлар билан ( $Q_{\text{йўқ}} = 5\%$  ).

$$D = 1,05 \cdot 272,5 = 286,2 \text{ кг/соат}$$

9. Иситувчи буғнинг солиштирма сарфи ушбу йўл билан топилади.

$$d_0 = \frac{286,2 \cdot 100}{156 \cdot 61,6} = 2,99 \text{ кг / кг}$$

10. Колоннанинг тарелкалари сонини аниқлаш.

10.1. Бунинг учун ушбу формула асосида колоннанинг юқори қисми учун ишчи чизик тенграмаси ёзилади:

$$y = \frac{R_{\phi}}{R_{\phi} + 1} \cdot x + \frac{R_{\phi}}{R_{\phi} + 1} = \frac{38,5}{1,4 + 1} + \frac{1,4}{1,4 + 1} \cdot x$$

$$y = 16 + 0,584 \cdot x$$

Ушбу тенгламага биноан, 3.3 - расмнинг ордината ўқида 0-3 кесмаси қўйилади ( $B = 16$  моль). Сўнг нуқталар 1 ва 3 бирлаштирилади ва ҳосил бўлган 1-3 чизик колоннанинг юқори қисмининг ишчи чизигини ифода-лайди. Нуқта 1 дан бошлаб, мувозанат ва ишчи чизиклар орасидан,  $x_{\text{бонт}}$  гача вертикал ва горизонтал чизиклар ўтказилади. ҳосил бўлган зиналар сони назарий тарелкалар сонини  $n_n^* = 1,8$  кўрсатади.

10.2. Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар сони. Бунинг учун

$$y = \frac{G_c}{G_n} \cdot (x) + \left[ 1 - \frac{G_c}{G_n} \right] \cdot x.$$

формула ёрдамида колоннанинг пастки қисми учун ишчи чизик тенгла-маси тузилади.

Колоннадаги суюқлик оқимининг микдори ушбу формуладан топилади:

$$G_c = \frac{G_{\text{сонт}}}{M_{\text{сонт}}} + \frac{G_{\phi}}{M_{\phi}} = \frac{1192,65}{18,96} + 7,52 = 70,41 \text{ кмоль / соат}$$

Бошланғич аралашма моль массаси 5 пунктдаги тенгламадан аниқланади:

$$M_{\text{бонт}} = \frac{100}{8,01 + \frac{100 - 8,01}{46,07 + 18,02}} = 18,96 \text{ кг / кмоль}$$

Колоннадаги (сув - спирт буғлари) буғ оқимининг микдори асосида аниқлаш мумкин:

$$G_s = \frac{G_d \cdot (R + 1)}{M_d} = \frac{D}{M_s} = \frac{272,5}{18,02} = 15,1 \text{ кмоль / соат}$$

бу ерда  $M_{\phi}$ ,  $M_{\text{бонт}}$ ,  $M_c$  - флегма, бошланғич аралашма ва сувнинг моль массалари  
Унда,

$$y = \frac{70,41}{15,1} \cdot x + \left[ 1 - \frac{70,41}{15,1} \right] \cdot 0,002$$

ёки

$$y = 4,66 \cdot x - 0,0073$$

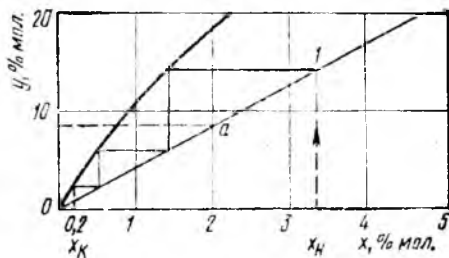


Сўнгра, мувозанат чизиғи кўрилади (3.5-расм).

Бунинг учун қуйидагилар топилади:  $x = 0$  бўлганда  $O$  нуктада  $y = 0,0073$ ;  $x = 2$  бўлганда,  $a$  нуктада  $y = 9,3$   $O$  ва  $a$  нукталар бирлаштирилса, колоннанинг пастки қисми учун ишчи чизиғи ҳосил бўлади.

Агар, нукта  $1$  дан мувозанат чизиғи билан кесишгунча горизонтал ва вертикал чизиқлар ўтказсак, дистилляция жараёни учун назарий тарелкалар сони чиқади.

$$n_{a1}^n = 2,9$$



3.5-расм. Сув-спирт аралашмаси учун колоннанинг пастки қисмидаги назарий тарелкалар сонини аниқлаш учун  $x - y$  диаграмма.

Бошланғич аралашмани концентрациясини  $0,2\%$  моль дан  $0,002\%$  моль га пасайтириш учун зарур тарелкалар сони ушбу формулада ҳисобланади:

$$n_{a2}^n = \frac{4,34 \cdot \ln \left[ 1 + \frac{x_{a2m}}{x_{a2l}} \cdot \left( \frac{G_c \cdot k_n}{G_d} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{G_c \cdot k_n}{G_d}} - 1 =$$

$$\frac{4,34 \cdot \ln \left[ 1 + \frac{0,2}{0,002} \cdot \left( \frac{15,1 \cdot 13}{70,41} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{15,1 \cdot 13}{70,41}} - 1 = 4,0$$

10.3. Колоннанинг умумий назарий тарелкалар сони қуйидагича аниқланади:

$$n_n = n_n^{st} + n_{a1}^n + n_{a2}^n = 1,8 + 2,9 + 4,0 = 8,7$$

10.4. Ҳақиқий тарелкалар сонини битиш учун, иловадаги  $20$  - жадвалдан уларнинг ф.и.к. топилади:

Колоннанинг юкори қисми, қатроқчали тарелкалар учун  $\eta = 0,5$ ,

$$n_n^{sc} = \frac{n_n}{\eta} = \frac{1,8}{0,5} = 3,6 \approx 4 \text{ дона тарелка}$$

Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар учун  $\eta = 0,5$ .

$$n_n = \frac{2,9 + 40}{0,5} = 13,8 \approx 14 \text{ дона тарелка}$$

11. Колоннанинг модда алмашиши қисмининг баландлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$h_{\text{кол}} = (n_n - 1) \cdot h = 0,25 \cdot (4 + 14 - 1) = 4,25 \text{ м}$$

12. Колонна пастки қисми диаметри (1.8) формула ёрдамида топилади.

12.1. Буг ҳажми ушбу формулада ҳисобланади:

$$V = \frac{G_0 \cdot i_{0, \text{м}}}{\rho_0 \cdot i_0 \cdot 3600} = \frac{286,22711,3}{3600 \cdot 0,632 \cdot 2568} = 0,14 \text{ м}^3/\text{с} = 478, \text{ м}^3/\text{соат}$$

Бошланғич аралашма тарелкаларга кираётган пайтда  $y_6 = x_{6, \text{бош}} = 8,01\%$  масс,  $\rho_6 = 0,632 \text{ кг/м}^3$  ва  $i_6 = 2568 \text{ кЖ/кг}$  параметрларга эга бўлган ҳол учун  $\rho_6$  ва  $i_6$  лар иловати 19 - жадвалдан танланади.

12.2. Барботаж чуқурлиги  $z = 30 \text{ мм}$  кабул қабул, колоннанинг бўш кўндаланг кесими учун бўғиннинг тезлиги

$$w = \frac{0,305 \cdot h}{60 + 0,05 \cdot h} = 0,012 \cdot z$$

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

$$d_{\text{кол}} = \sqrt{\frac{0,14}{0,785 \cdot 0,69}} \approx 0,52 \text{ м}$$

Каталог ёрдамида юқори ва пастки қисмларида калпокчали (ТСК-1) тарелкалар диаметри 600 мм тен колонна танланади [33].

### 3.3 РОТОР-ДИСКЛИ ЭКСТРАКТОР ҲИСОБИ

Бензин ёрдамида сувдаги фенол ажратиб олинадиган экстракция жараёнини амалга ошириш учун мўлжалланган ротор-дискли экстракторнинг асосий ўлчамлари қуйидаги шароитларда аниқлансин [6]:

– аралашма сарфи  $V_x = 0,001389 \text{ м}^3/\text{с}$   
( $5 \text{ м}^3/\text{соат}$ );

– сувдаги фенолнинг бошланғич концентрацияси  $C_{x0} = 0,3 \text{ кг/м}^3$ ;

– сувдаги фенолнинг охириги концентрацияси  $C_{x0} = 0,009 \text{ кг/м}^3$   
( $97\%$ );

– экстрагент таркибидаги фенолнинг бошланғич концентрацияси  $C_{y0} = 0,01 \text{ кг/м}^3$ ;

– экстрактордаги температура  $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$V_x = V_d = 0,002778 \text{ м}^3/\text{с}; \quad m = 2,22; \quad m_0 = 0;$$

$$\rho_c = 997 \text{ кг/м}^3; \quad \rho_d = 874 \text{ кг/м}^3; \quad \Delta\rho = 123 \text{ кг/м}^3;$$

$$\mu_c = 0,894 \text{ мПа}\cdot\text{с}; \quad \mu_d = 0,6 \text{ мПа}\cdot\text{с}; \quad D_c = 1,05 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с};$$

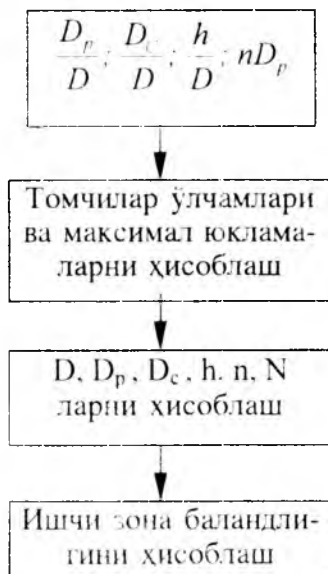
$$D_d = 2 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}; \quad \sigma = 0,0341 \text{ Н/м}; \quad \Phi_s = 0,382.$$

Бундай ажратиб олиш даражаси бўлганда бензолдаги фенолнинг охириги концентрацияси қуйидагига тенг бўлади:

$$C_{y0} = C_{y0} + \left( \frac{V_x}{V_y} \right) \cdot (C_{x0} - C_{x0}) =$$

$$= 0,01 - \left( \frac{0,001389}{0,002778} \right) \cdot (0,3 - 0,009) = 0,1555 \text{ кг/м}^3$$

Ротор-дискли экстракторларни ҳисоблашда фақат колоннанинг диаметри ва ишчи қисмининг баландлигини аниқлаш етарли эмас. Шунинг учун унинг ички қурилмаларининг ўлчамлари (диск ва статор ҳалқалар диаметрлари, дисклар орасидаги масофа) ва дискнинг айланиш частотасини ҳам аниқлаш керак. Ротор-дискли экстракторларни ҳисоблаш учун 3.6 - расмда келтирилган схемадаги услубдан фойдаланилади:



3.6 – расм. Ротор-дискли экстрактор ўлчамларини ҳисоблаш схемаси.

Ушбу услубга биноан  $D_p/D$ ,  $D_c/D$ ,  $h/D$ , ҳамда  $nD_p$  нисбатлар бошланғич маълумотлардир. Бу ерда  $D$  – колонна диаметри;  $D_p$  – диск диаметри;  $D_c$  – статор ҳалқасининг ички диаметри;  $h$  – секция баландлиги;  $n$  – ротор айланишининг частотаси.

Одатда, бундай экстракторларда дискнинг диаметри колонна диаметридан 1,5-2,0, секция баландлиги эса 2-4 мартаба кичик бўлади [34,35].

Қурилманинг ички ускуна ўлчамлари учун қуйидаги нисбатларни қабул қиламиз:

$$\frac{D_p}{D} = \frac{2}{3}, \quad \frac{D_c}{D} = \frac{3}{4}, \quad \frac{h}{D} = \frac{1}{3}$$

ва  $nD_p = 0.2$  м/с шароитда ишлаётган экстракторнинг ўлчамларини ҳисоблаймиз.

**Томчиларнинг ўргача диаметрини аниқлаш** учун секциялар (дисклар) сонини битиш керак. Шунинг учун секциялар сонини  $N = 20$  деб қабул қилиб оламиз ва унда қуйидаги натижани оламиз:

$$d = 16.7 \cdot \frac{(0,894 \cdot 10^{-3})^{0.3} \cdot (0,0341)^{0.5}}{0.2^{0.9} \cdot 997^{0.8} \cdot 9.81^{0.2} \cdot 20^{0.28}} = 0.00203 \text{ м} = 2,03 \text{ мм}$$

**Билкиллаб колиш даврида фазаларнинг умумий фиктив тезлиги.**

Майда томчиларнинг эркин чўкиш тезлигини топиш учун Адамарнинг [34] тенгламасидан фойдаланса бўлади:

$$w_0 = \frac{\Delta\rho \cdot g \cdot d^2 \cdot (\mu_d + \mu_c)}{6 \cdot \mu_c \cdot (2 \cdot \mu_c + 3 \cdot \mu_d)}$$

бу ерда  $w_0$  – эркин чўкиш тезлиги;  $\Delta\rho$  - фазалар зичликларининг фарқи;  $\mu_c$  ва  $\mu_d$  – дисперсион ва дисперс фазалар қовушоқликлари.

Йирик томчиларни эркин чўкиш тезлигини ҳисоблаш учун қуйидаги эмпирик формуладан фойдаланамиз [71]:

$$2 \leq T \leq 70 \text{ да} \quad Q = (0,75 \cdot T)^{0,78}$$

$$T > 70 \text{ булганда} \quad Q = (22 \cdot T)^{0,42}$$

бу ерда

$$Q = 0,75 + \frac{Re}{\rho^{0,15}}$$

$$T = \frac{4 \cdot \Delta\rho \cdot g \cdot d^2 \cdot \rho^{0,15}}{3 \cdot \sigma}$$

$$P = \frac{\rho_c^2 \cdot \sigma^3}{\Delta\rho \cdot g \cdot \mu_c^4}$$

$\sigma$  - фазалар орасидаги тортишиш кучи. Параметр  $T=70$  га тенг бўлса, бу томчиларнинг критик диаметрига мос келади. Ушбу формулалар ёрдамида ҳисоблаш  $w_0 = 5,73$  эканлиги келиб чиқади.

Томчиларнинг характеристик тезликларини ушбу формулалардан аниқлаймиз;

$$\left(\frac{D_c}{D}\right)^2 = \left(\frac{3}{4}\right)^2 = 0,562; \quad 1 - \left(\frac{D_p}{D}\right)^2 = 1 - \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0,556;$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{D_c + D_p}{D}\right) \cdot \left[\left(\frac{D_c - D_p}{D}\right)^2 + \left(\frac{h}{D}\right)^2\right]^{0,6} = \\ & = \left(\frac{3}{4} + \frac{2}{3}\right) \cdot \left[\left(\frac{3}{4} - \frac{2}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2\right]^{0,6} = 0,485 \end{aligned}$$

Демак,  $\alpha = 0,485$  ва томчиларнинг характеристик тезликлари қуйидагига тенг бўлади:

$$w_{хар} = \alpha \cdot w_0 = 0,485 \cdot 5,73 = 2,78 \text{ см/с}$$

Билқиллаб қолиш давридаги фазаларнинг фиктив умумий тезлиги ушбу формуладан топилади:

$$\begin{aligned} (w_v + w_{дл})_0 &= (1 - 4 \cdot \Phi_0 + 7 \cdot \Phi_0^2 - 4 \cdot \Phi_0^3) \cdot w_{хар} = \\ &= (1 - 4 \cdot 0,382 + 7 \cdot 0,382^2 - 4 \cdot 0,382^3) \cdot 2,78 = 0,756 \text{ см/с} \end{aligned}$$

### **Колоннанинг диаметри ва ички ускуналарининг ўлчамлари.**

Ушбу шарт-шароитда колоннанинг рухсат этилган минимал диаметри қуйидаги қийматга тенг:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \cdot (V_d + V_c)}{\pi \cdot (w_v + w_c)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,001389 + 0,002778)}{3,14 \cdot 0,00756}} = 0,84 \text{ м}$$

Колоннанинг ички диаметрини 1 м га тенг деб оламиз. Бундай колоннада фазаларнинг фиктив тезликлари:

$$w_v = w_{дл} = 0,354 \text{ см/с}; \quad w_c = w_c = 0,177 \text{ см/с}$$

га тенгдир.

Фазалар тезликларининг йиғиндиси уларнинг билқиллаб қолиш давридаги умумий тезликнинг 69% ни ташкил қилади.

Экстрактор ички ускуналарининг асосий ўлчамлари:

$$D_p = D \cdot \left( \frac{D_p}{D} \right) = 1 \cdot \frac{2}{3} = 0,667 \text{ м};$$

$$D_c = D \cdot \left( \frac{D_c}{D} \right) = 1 \cdot \frac{3}{4} = 0,75 \text{ м};$$

$$h = D \cdot \left( \frac{h}{D} \right) = 1 \cdot \frac{1}{3} = 0,333 \text{ м};$$

Айланиш частотаси

$$n = \frac{n \cdot D_p}{D_p} = \frac{0,2}{0,667} = 0,3 \text{ с}^{-1}$$

### **Фазалар контакт жойининг солиштирма юзаси.**

Фазаларнинг фиктив тезликларининг ва характеристик тезликлар кийматларини куйидаги тенгламага

$$\Phi^3 - 2 \cdot \Phi^2 - \left( 1 + \frac{w_d}{w_{om}} - \frac{w_c}{w_{om}} \right) \cdot \Phi - \frac{w_d}{w_{хар}}$$

кўйиб, кубик тенгламани оламиз:

$$\Phi^3 - 2 \cdot \Phi + 1,06 \cdot \Phi - 0,127 = 0$$

Ушбу тенгламани ечиб, ушлаб қолиш қобилияти  $\Phi = 0,169$  эканлигини топамиз. Унда, фазаларнинг солиштирма контакт юзаси

$$a = \frac{6 \cdot \Phi}{d} = \frac{6 \cdot 0,169}{2,03 \cdot 10^3} = 500 \frac{м^2}{м^3}$$

### **Колоннанинг ишчи зонасининг баландлиги.**

Дисперсион  $E_c$  ва дисперс  $E_d$  фазаларнинг бўйлама аралашуш коэффициентлари куйидаги эмпирик тенгламалардан топиш мумкин [35]:

$$E_v = E_c = 0,5 \cdot \frac{w_c \cdot h}{1 - \Phi} + 0,09 \cdot \left( \frac{D_p}{D} \right)^2 \cdot \left[ \left( \frac{D_c}{D} \right)^2 - \left( \frac{D_p}{D} \right)^2 \right] \cdot nD_p \cdot h =$$

$$= 0,5 \cdot \frac{0,177 \cdot 10^{-2} \cdot 0,333}{1 - 0,169} + 0,09 \cdot \left( \frac{2}{3} \right)^2 \cdot \left[ \left( \frac{3}{4} \right)^2 - \left( \frac{2}{3} \right)^2 \right] \cdot$$

$$\cdot 0,2 \cdot 0,333 = 6,59 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}$$

$$E_v = E_d = 0,5 \cdot \frac{w_d \cdot h}{\Phi} + 0,09 \cdot \left( \frac{D_p}{D} \right)^2 \cdot \left[ \left( \frac{D_c}{D} \right)^2 - \left( \frac{D_p}{D} \right)^2 \right] \cdot nD_p \cdot h =$$

$$= 0,5 \cdot \frac{0,354 \cdot 10^{-2} \cdot 0,333}{0,169} + 0,09 \cdot \left( \frac{2}{3} \right)^2 \cdot \left[ \left( \frac{3}{4} \right)^2 - \left( \frac{2}{3} \right)^2 \right] \cdot$$

$$\cdot 0,2 \cdot 0,333 = 38 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}$$

Модда бериш коэффициентини аниқлаш учун Рейнольдс критерийси ва томчиларнинг нисбий тезликларини топиш керак:

$$w_{min} = \frac{w_{\text{д}}}{\Phi} + \frac{w_{\text{с}}}{1-\Phi} = \frac{0,177}{0,169} + \frac{0,354}{1-0,169} = 2,3 \text{ см/с}$$

$$Re = \frac{\rho_{\text{с}} \cdot w_{min} \cdot d}{\mu_{\text{с}}} = \frac{997 \cdot 0,023 \cdot 2,03 \cdot 10^{-3}}{0,894 \cdot 10^{-3}} = 52,2$$

Юқорида келтирилган параметр  $T$  эса қуйидагига тенг бўлади:

$$T = \frac{4 \cdot 123 \cdot 9,81 \cdot (2,03 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 40,4}{3 \cdot 0,0341} = 7,85$$

Экстрактордаги секциялар сони  $N = 20$  деб олинган. Экстракторнинг баландлигини биринчи тахминда

$$H = N \cdot h$$

деб қабул қиламиз. Унда унинг баландлиги

$$H = 20 \cdot 0,333 = 6,66 \text{ м}$$

га тенг бўлади.

Модда бериш коэффициенти қуйидагича ҳисобланади:

$$Nu'_{\text{с}} = 0,6 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,5} = 0,6 \cdot 52,5^{0,5} \cdot 854^{0,5} = 127$$

$$\beta_{\text{с}} = \beta_{\text{д}} = Nu'_{\text{с}} \cdot \frac{D}{D} = 127 \cdot \frac{1,05 \cdot 10^{-9}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,657 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$$

$$\tau = \frac{\Phi \cdot H}{w_{\text{д}}} = \frac{0,169 \cdot 6,66}{0,00354} = 318 \text{ с}$$

$$Fo'_{\text{д}} = \frac{4 \cdot D_{\text{д}} \cdot \tau}{d^2} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 318}{(2,03 \cdot 10^{-3})^2} = 0,617$$



$$Nu'_{L} = 31,4 \cdot (Fo'_{L})^{-0,34} \cdot (Pr'_{L})^{-0,125} \cdot We^{0,37} =$$

$$= 31,4 \cdot 0,617^{-0,34} \cdot 343^{-0,125} \cdot 0,0314^{0,37} = 4,96$$

где

$$Pr'_{L} = \frac{\mu_{L}}{\rho_{L} \cdot D_{L}} = \frac{0,894 \cdot 10^{-3}}{997 \cdot 1,05 \cdot 10^{-9}} = 854$$

$$Pr'_{L} = \frac{\mu_{L}}{\rho_{L} \cdot D_{L}} = \frac{0,6 \cdot 10^{-2}}{874 \cdot 2 \cdot 10^{-9}} = 343$$

$$\beta_{L} = \beta_{0} = Nu_{0} \cdot \frac{D_{0}}{d} = 4,96 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-4}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,0488 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$$

Идеал сиқиб чиқариш режимига тўғри келадиган сув фазасида модда ўтказиш коэффициенти ва ўтказиш бирлиги баландлигини ҳисоблаймиз:

$$K_{x} = \left( \frac{1}{\beta_{x}} + \frac{1}{m \cdot \beta_{L}} \right)^{-1} = \left( \frac{1}{0,657 \cdot 10^{-4}} + \frac{1}{2,22 \cdot 0,0488 \cdot 10^{-4}} \right)^{-1} =$$

$$= 0,93 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$$

$$H_{ox} = \frac{w_{x}}{K_{x} \cdot a} = \frac{0,00177}{0,93 \cdot 10^{-5} \cdot 500} = 0,381 \text{ м}$$

Ушбу жараёнда фазаларнинг сарфлари умуман ўзгармайди ва фазалар орасидаги мувозанат тўғри чиқиқли боғлиқлик билан ифодаланadi. Шунинг учун ўтказиш сонининг бирликларини ҳисоблашда ушбу формуладан фойдаланамиз:

$$n_{ox} = \frac{m \cdot V_{y} \cdot V_{x}}{m \cdot V_{y} \cdot V_{x} - 1} \cdot \ln \frac{m \cdot c_{x0} + m_{0} - c_{yox}}{m \cdot c_{x0} + m_{0} - c_{yox}}$$

Ҳисобланаётган жараён учун  $\frac{m \cdot V_{y}}{V_{x}} = 2,22 \cdot 2 = 4,44$ ,  $m_{0} = 0$ .

Демак,

$$n_{ox} = \frac{4,44}{4,44 - 1} \cdot \ln \frac{2,22 \cdot 0,3 - 0,1555}{2,22 \cdot 0,009 - 0,01} = 5,08$$

Шундай қилиб, идеал сиқиб чиқариш режимида иккала фаза бўйича колоннанинг ишчи баландлиги

$$H = n_{ox} \cdot H_{ox} = 5.08 \cdot 0.381 = 1.93 \text{ м}$$

Бўйлама аралашни ҳисобга олган ҳолда колоннанинг баландлигини аниқлаш учун мавҳум утказиш сони бирлигини кетма – кет яқинлашиш усулидан фойдаланамиз. Бунинг учун аввал Пекле критерийсини иккала фазалар учун топамиз:

$$Pe_v = \frac{w_v \cdot H}{E_v} = \frac{0.00354 \cdot 6.66}{38 \cdot 10^{-4}} = 6.2$$

$$Pe_l = \frac{w_l \cdot H}{E_l} = \frac{0.00177 \cdot 6.66}{6.69 \cdot 10^{-4}} = 17.6$$

Биринчи яқинлашувда  $f_v$  ва  $f_l$  коэффициентлар қийматларини аниқлаймиз:

$$f_v = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_v)]^{1/2}}{Pe_v} \right\}^{-1} = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-6.2)]^{1/2}}{6.2} \right\}^{-1} = 1.192$$

$$f_l = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_l)]^{1/2}}{Pe_l} \right\}^{-1} = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-17.6)]^{1/2}}{17.6} \right\}^{-1} = 1.06$$

Олинган натижалар ушбу формулага

$$\begin{aligned} H'_{ox} &= H_{ox} + \frac{E_d}{w_x \cdot f_x} + \left( \frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \cdot \left( \frac{E_v}{w_v \cdot f_v} \right) = \\ &= 0.381 + \frac{660 \cdot 10^{-9}}{0.00177 \cdot 1.06} + 0.2252 \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0.00354 \cdot 1.192} = 0.941 \text{ м} \end{aligned}$$

бу ерда

$$\frac{V_x}{m \cdot V_y} = \frac{1}{2.22 \cdot 2} = 0.2252$$

$H'_{ox} = 0.941 \text{ м}$  қийматга колоннанинг

$$H = H'_{ox} \cdot n_x = 0.941 \cdot 5.08 = 4.78 \text{ м}$$

баладдлиги тўғри келади. Ҳисоблаш натижасида олинган  $H$  ва  $H'_{ox}$  зарурдамида Пекле критерийси,  $f_y$  ва  $f_x$  коэффициентларининг аниқроқ қийматларини топамиз:

$$Pe_y = \frac{0,00354 \cdot 4,78}{38 \cdot 10^{-4}} = 4,45$$

$$Pe_x = \frac{0,00177 \cdot 4,78}{6,69 \cdot 10^{-4}} = 12,6$$

$$f_y = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_y)]^{-1}}{Pe_y} \right\}^{-1} - \left( 1 - \frac{V_y}{m \cdot V_s} \right) \cdot \frac{F_y}{w_y \cdot H'_{ox}} =$$

$$= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-4,45)]^{-1}}{4,45} \right\}^{-1} - (1 - 0,2252) \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0,00354 \cdot 0,941} = 0,401$$

$$f_x = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_x)]^{-1}}{Pe_x} \right\}^{-1} + \left( 1 - \frac{V_x}{m \cdot V_s} \right) \cdot \frac{F_x}{w_x \cdot H'_{ox}} =$$

$$= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-12,6)]^{-1}}{12,6} \right\}^{-1} + (1 - 0,2252) \cdot \frac{6,69 \cdot 10^{-4}}{0,00177 \cdot 0,941} = 1,4$$

Иккинчи кетма-кет яқинлашувда зохирий ўтказиш сонининг бирлиги қуйидаги қийматга тенг булади:

$$H'_{ox} = 0,381 + \frac{6,69 \cdot 10^{-4}}{0,00177 \cdot 1,4} + 0,2252 \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0,00354 \cdot 0,401} = 1,25 \text{ м}$$

$H'_{ox} = 1.25$  м қийматида колоннанинг зарур баладдлиги

$H = 1.25 \cdot 5.08 = 6.35$  м га тенгдир.

$H'_{ox}$  ва  $H$  ларни ҳисоблашни бир неча марта ушбу параметрларнинг охириги икки итерациясининг сон қийматлари тенг бўлгунча ўтказамиз ва

$$H'_{ox} = 1,15 \text{ м}; \quad H = 5,84 \text{ м}$$

эканлигини аниқлаймиз. Дисклар орасидаги масофа 0,33 деб қабул қилганимиз учун  $H = 5,84$  м ли колонна дискларининг сони

$$\frac{5,84}{0,333} = 17,5 \text{ та}$$

Дисклар сонини 18 та десак, ишчи зонанинг баландлиги қуйидаги қийматга тенг бўлади.

$$H = 18 \cdot 0,333 = 6 \text{ м}$$

Микдори 20 га тенг деб олинган эди. Агарда қуйидаги тенгламага:

$$d = 16,7 \cdot \frac{\mu_c^{0,3} \cdot \sigma^{0,5}}{(n \cdot D_p)^{0,9} \cdot \rho_c^{0,8} \cdot g^{0,2} \cdot N^{0,23}}$$

$N = 11$  қўйсақ, томчиларнинг ўртача ўлчами  $d = 2,08$  мм лигини биламиз ва бу ўлчам  $N = 20$  даги  $d$  қиймагидан 25% га фарқ қилади. Томчиларнинг ўлчами ва экстракторнинг қолган бошқа гидродинамик параметрини қайтадан ҳисоблашга ўрин йўқ, чунки бундай четга чиқиш юқорида келтирилган тенгламанинг аниқлик доирасида жойлашган. Колоннанинг баландлигига боғлиқ бўлган дисперс юзадаги модда бериш коэффиценти ҳам муғлақо ўзгармайди. Агар ҳисоблаш натижасида экстракторнинг баландлиги бошида олинган қийматдан фарқ қилганда, ҳамма ҳисоблашни такрорлашга тўғри келар эди. Томчининг ўртача ўлчамини аниқлашдан тортиб экстрактордаги колонна баландлигини ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатадики бўйлама аралаштиришнинг салмоғи анча катта. Бўйлама аралаштириш юқорилиги сабабли керакли ишчи зонасининг баландлиги 3 марта ортади.

Рейнольдс критерийсининг катта қийматлари ( $Re > 10^5$ ) учун айланаётган дискни қувват критерийси тахминан  $K_N = 0,03$  [34]. Бизнинг мисол учун

$$Re_c = \frac{\rho_w \cdot \pi \cdot d_p^2}{\mu_w} = \frac{997 \cdot 0,3 \cdot 0,667^2}{0,894 \cdot 10^{-3}} = 149000$$

Аралаштирилаётган мухитнинг ўртача зичлиги

$$\begin{aligned} \rho &= \Phi \cdot \rho_A + (1 - \Phi) \cdot \rho_w = \\ &= 0,169 \cdot 874 + (1 - 0,169) \cdot 997 = 976 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

Битта диск ёрдамида аралаштириш учун керакли энергия сарфи қуйидагига тенг бўлади:

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D_p^5 = 0,03 \cdot 976 \cdot 0,3^3 \cdot 0,667^5 = 0,1 \text{ Вт}$$

Кўриниб турибдики, аралаштириш учун қувват сарфи кўп эмас ва ҳамма дисклар учун 2 Вт ни ташкил этади. Демак, двигатель қувватини механик ҳисоблар асосида танлаш керак. Унинг қуввати ишқаланиш кучлари ва ишга туршириш моментларни енгиш учун етарли бўлиши зарур.

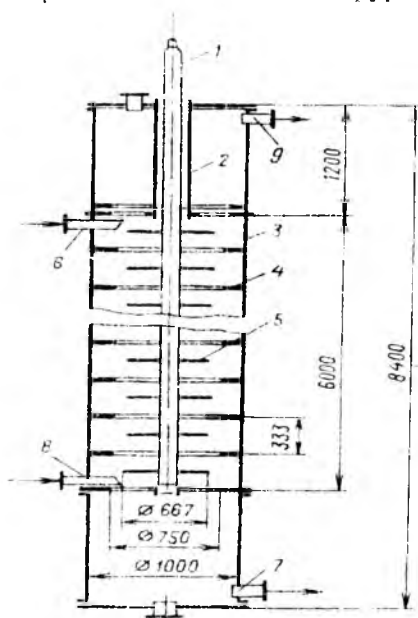
### Чўктириш зоналарининг ўлчамлари

Одатда ротор-дискли экстракторларда ишчи ва чўктириш зоналарининг баландликлари бир хил бўлади. Агарда ушбу формула орқали бензол томчилари коаленценцияси бўлиши учун зарур вакти

$$\tau_{\text{очт}} = 1.32 \cdot 10^8 \cdot \left( \frac{\mu_w \cdot d}{\sigma} \right) \cdot \left( \frac{H}{d} \right)^{0.18} \cdot \left( \frac{\Delta \rho \cdot g \cdot d^2}{\sigma} \right)^{0.32}$$

ва унинг асосида чўктириш зонасининг ҳажми ҳисобланса, ушбу зонанинг баландлиги тахминан 0,2 м га тенг бўлади. Маълумки бу турдаги экстракторларда чўктириш зонаси ишчи зонасининг давоми бўлиб, унда суюқлик интенсив ҳаракат қилади. Шунинг учун чўктириш зонаси 2 қисмдан иборат бўлгани мақсадга мувофиқдир, яъни чўктириш ва оралик турғунлаштирувчи зоналардан. Юқорида айтилганларни ҳисобга олсак, чўктириш зонасининг тулиқ баландлиги 1,2 м га тенг бўлади.

3.7-расмда ротор-дискли экстракторнинг технологик ҳисоблар асосида олинган ўлчамлари келтирилган. Ушбу мисолда ротор-дискли экстрактор ҳисоби  $n \cdot D_p = 0.2$  м/с бўлган шарт-шароит учун бажарилган. Аммо ротор-дискли экстракторларни лойihalашда ҳисоблар  $n \cdot D_p$  кўпайтманинг турли қийматлари учун бажарилиши керак ва олинган натижалардан оптимал варианти танланиши зарур.



3.7-расм. Ротор-дискли экстрактор.

### 3.4. МАВХУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМЛИ ҚУРИТГИЧЛАРНИ ХИСОБЛАШ [4]

Иш унумдорлиги

(куритиладиган материал бўйича)

материал қуйидаги таркибдаги фракциялардан иборат

диаметри 2,0 дан 1,5 мм гача

диаметри 1,5 дан 1,0 мм гача

$$G_{\text{ax}} = 0,556 \text{ кг/с}$$

$$- 25\%$$

$$- 75\%$$

Грануланган кунжара намлиги:

Бошланғич

охиргиси

$$w_{\text{бол}} = 12\%$$

$$u_{\text{ох}} = 0,5\%$$

$$\theta_1 = 18^\circ\text{C}$$

Нам материалнинг температураси

Тоза гаво параметрлари:

температураси

нисбий намлиги

$$t_o = 18^\circ\text{C}$$

$$\varphi_o = 72\%$$

$$p_o = 1 \text{ атм.}$$

куритгичдаги босим

Калорифердан чиқаётган ҳаво

температураси

$$t_1 = 130^\circ\text{C}$$

1кг сувни буғлатиш учун агроф муҳитга солиштира

иссиқликнинг йўқотилиши

$$q_{\text{пук}} = 22,6 \text{ кЖ/кг}$$

Буғланган намликнинг (ёки материалдан чиқарилган сувнинг) миқдори қуйидаги тенглама орқали топиш мумкин:

$$w = G \cdot \frac{u_{\text{бол}} - u_{\text{ох}}}{100 - U_{\text{ох}}} = 0,556 \cdot \frac{12 - 0,5}{100 - 12} = 0,0726 \text{ кг/с}$$

куритгичдан чиқаётган нам хавонинг температурасини  $60^\circ\text{C}$  деб қабул қилиб, унинг асосий параметрларини аниқлаймиз. Одатда, мавхум қайнаш қатламли куритгичдаги материал температурасини чиқиб кетаётган иссиқ хавонинг температурасидан  $1-2^\circ\text{C}$  пастроқ деб ҳисобланади. Демак, қатламдаги материал температураси  $58^\circ\text{C}$  тенг бўлади, яъни  $\theta_2 = 58^\circ\text{C}$ .

Куритгичнинг ички иссиқлик балансини ушбу тенглама орқали ҳисоблаймиз:

$$\Delta = c \cdot \theta_1 + q_{\text{квм}} - (q_v + q_m + q_{\text{пук}}) = 4,19 \cdot 18 -$$

$$- \frac{0,556 \cdot 0,88 \cdot (58 - 18)}{0,0726} - 22,6 = -192 \text{ кЖ/кг намлик}$$

Рамзиннинг  $I-x$  диаграммасидан (Илова 22), маълум  $t_o = 18^\circ\text{C}$  ва  $\varphi_o = 72\%$   $x_o$ ,  $I_o$  ни топамиз (3.7 - расм):

$$x_0 = 0.0092 \text{ кг-намлик/кг-курук хаво:}$$

$$I_0 = 41.9 \text{ кЖ/кг-курук хаво.}$$

Хаво  $t_1 = 130^\circ\text{C}$  гача иситилганда, унинг энтальпияси  $I_1 = 157 \text{ кЖ/кг}$  гача ортади, чунки жараён  $x_0 = x_1$  шароитда олиб борилади. Сўнг, қуритгидан чиқаётган иссиқ хавонинг бошқа параметрларини топиш учун ихтиерий  $x = 0,04$  нам сақлаш микдорини танлаб, қуйидаги формула орқали унинг энтальпиясини топамиз:

$$\text{Кейин, } t_1 = x_0 = 0.0092 \text{ кг/кг, } I_1 = 157 \text{ кЖ/кг}$$

$$\text{ва } x = 0.04 \text{ кг/кг, } I = 151 \text{ кЖ/кг}$$

нукталари орқали  $t_2 = 60^\circ\text{C}$  мос келадиган нукта билан туташгунча чизиқ ўтказамиз.

Қуритиш чизиғи ва  $60^\circ\text{C}$  ли изотерманинг кесилиш нуктасида қуритгидан чиқаётган хавонинг охири нам сақлаши  $x_2 = 0.035 \text{ кг/кг}$  аниқланади.

Куруқ хавонинг 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 хавонинг ўртача температураси  $t_{\text{yp}}$  қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$t_{\text{yp}} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{130 + 60}{2} = 95^\circ\text{C}$$

Бу иссиқ хавонинг ўртача нам сақлаши  $x_{\text{yp}}$  эса,

$$x_{\text{yp}} = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{0.0092 + 0.035}{2} = 0.0221 \frac{\text{кг-намлик}}{\text{кг-курук хаво}}$$

Хавонинг  $\rho_{\text{yp}}$  ва сув буғининг  $\rho_c$  ўртача зичликлари қуйидагига тенг:

$$\rho_{\text{yp}} = \frac{M}{v_{\text{a}}} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{\text{yp}}} = \frac{29}{22.4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0.96 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_c = \frac{18}{22.4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0.596 \text{ кг/м}^3$$

Хаво бўйича ўрта ҳажмий иш унумдорлик  $V$  ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$V = \frac{L}{\rho_{\text{в}}} + \frac{x_{\text{в}} \cdot L}{\rho_{\text{г}}} = \frac{2.81}{0.96} + \frac{0.0221 \cdot 2.81}{0.536} = 3.04 \text{ м}^3/\text{с}$$

Донадор материаллар маъҳум қайнашининг бошланғич тезлиги  $w_{\text{мк}}$  қуйидагича топилади:

$$w_{\text{мк}} = \frac{\text{Re} \cdot \mu_{\text{в}}}{\rho_{\text{г}} \cdot d_{\text{г}}}$$

бу ерда

$$\text{Re}_{\text{мк}} = \frac{Ar}{1400 + 5.22 \cdot \sqrt{Ar}}$$

$$Ar = \frac{g \cdot d_{\text{г}}^3 \cdot \rho_{\text{г}} \cdot \rho_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}^2}$$

Донасимон-толати материалларнинг маъҳум қайнаш тезлиги эса проф. Нурмухамедов Х.С. формуласи ёрдамида аниқлаш мумкин [25].

Полидисперс материал заррачаларининг эквивалент диаметри ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$d_{\text{г}} = \frac{1}{\sum_i^n \frac{m_i}{d_i}} = \frac{1}{\frac{0.25}{\left(\frac{2.0-1.5}{2}\right) \cdot 10^{-3}} + \frac{0.25}{\left(\frac{2.0+1.5}{2}\right) \cdot 10^{-3}}} = 1.35 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Архимед критерийси эса

$$Ar = \frac{(1.35 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 0.96 \cdot 9.8 \cdot 1500}{(2.2 \cdot 10^{-4})^2} = 7.17 \cdot 10^4$$

Рейнольдс критерийси

$$\text{Re}_{\text{мк}} = \frac{7.17 \cdot 10^4}{1400 + 5.22 \cdot \sqrt{7.17 \cdot 10^4}} = 25.6$$



$$w_{\text{МК}} = \frac{25,6 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3}} = 0,435 \text{ м/с}$$

Мавҳум қайнаш қатламининг энг юкори чегараси чиқиб кетиш тезлиги билан белгиланади.

Энг кичик заррачанинг диаметри 1 мм бўлса, унга мос Архимед критерийси қуйидагига тенгдир:

$$Ar = \frac{(10^{-3})^3 \cdot 0,96 \cdot 9,8 \cdot 1500}{(2,2 \cdot 10^{-5})^2} = 2,91 \cdot 10^4$$

Чиқиб кетиш тезлиги эса,

$$w_{\text{уч}} = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 10^{-3}} \cdot \left( \frac{2,91 \cdot 10^4}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{2,91 \cdot 10^4}} \right) = 5,75 \text{ м/с}$$

Иситувчи агентнинг ишчи тезлиги  $w_{\text{МК}}$  ва  $w_{\text{ур}}$  оралиғида бўлади. Агар

$$K_{\text{кел}} = \frac{w_{\text{уч}}}{w_{\text{МК}}} = 40 \div 50 \quad \text{булса,} \quad K_{\text{у}} = \frac{w}{w_{\text{МК}}} = 3 \div 7$$

агарда

$$K_{\text{кел}} \leq 20 \div 30 \quad \text{булса,} \quad K_{\text{у}} = 1,5 \div 3$$

Бизнинг шароит учун  $K_{\text{у}} = 2,3$  деб қабул қиламиз. Унда, иситувчи агентнинг ишчи тезлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$w = k_{\text{у}} \cdot w_{\text{МК}} = 2,3 \cdot 0,435 = 1,0 \text{ м/с}$$

Қуритгичнинг диаметри  $d$  ушбу формуладан топилади:

$$d = \sqrt{\frac{V}{F \cdot w}} = \sqrt{\frac{3,04}{0,785 \cdot 1^2}} = 1,97 \approx 2 \text{ м/с}$$

Қуритилаётган материал учун мавҳум қайнаш қатламининг баландлигини аниқлаш.

Мавҳум қайнаш қатламининг баландлигини иссиқлик ва модда алмашиниш кинетикаси асосида аниқлаш мумкин.

Модда бериш ва моддий баланс формулаларини тенглаштириб, қуйидаги тенгламани оламиз:

$$dM = w \cdot \rho_{\text{г}} \cdot S \cdot dx = \beta_1 \cdot (x^* - x) \cdot dF$$

$M$  - буғлатилган намлик ҳисобида қуритгичнинг иш унумдорлиги, кг/с;  $S$  - қуритгичнинг қўндаланг кесими юзаси, м<sup>2</sup>;  $x, x^*$  - ҳавонинг ишчи ва мувозанат нам сақлаши, кг намлик/кг курук ҳаво;  $F$  - материал юзаси, м<sup>2</sup>;  $\rho_{\text{гкх}}$  - қуритгичдаги курук 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.

Ўзгарувчи параметрларни бўлиб, интегралласак ва қатлам баландлиги бўйича заррачаларнинг температураси узгармас деб ҳисобласак, қуйидаги кўринишдаги тенгламани оламиз:

$$\frac{x^* - x_1}{x^* - x_2} = \exp \left[ - \frac{\beta_1}{w \cdot \rho_{\text{гп}}} \cdot \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_p} \cdot h \right]$$

Иситувчи агентнинг мувозанат нам сақлаши  $x^*$  ни  $I - x$  диаграммадан ишчи қуритиш чизиғини  $\varphi = 100\%$  чизиғи билан кесилиш нуктасининг абсцисса миқдори олинади, яъни  $x^* = 0,0438$  кг/кг га тенг эканлигини топамиз.

(А) Тенгламанинг чап томони қуйидаги миқдорга тенгдир:

$$\frac{x^* - x_1}{x^* - x_2} = \frac{0,0438 - 0,035}{0,0438 - 0,0092} = 0,254$$

Қатламнинг ғоваклиги  $\varepsilon$  ушбу формуладан аниқланади:

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

Рейнольдс критерийси

$$Re = \frac{w \cdot d_s \cdot \rho_{yp}}{\mu_{yp}} = \frac{1,0 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,96}{2,2 \cdot 10^{-5}} = 58,9$$

$$\varepsilon = \left( \frac{18 \cdot 58,9 + 0,36 \cdot 58,9^2}{7,16 \cdot 10^4} \right)^{0,21} = 0,4886 \text{ м}^3 / \text{ м}^3$$

Материал юзасидан намлик буғланаётган пайтидаги модда бериш коэффициенти  $\beta$ , ушбу критериал тенгламадан топилади:

$$Nu'_1 = 2 + 0,51 \cdot Re^{0,52} \cdot Pr'_y{}^{0,33}$$

Куритгичдаги ўртача температура сув буғларининг ҳаводаги диффузия коэффициенти:

$$D = D_{20} \cdot \left( \frac{T_o + t_{yp}}{T_o} \right)^{1,5}$$

бу ерда  $D_{20} = 21,9 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}$ . Унда,

$$D = 21,9 \cdot 10^{-6} \cdot \left( \frac{273 + 96}{273} \right)^{1,5} = 3,44 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 / \text{ с}$$

$$Pr'_1 = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 3,44 \cdot 10^{-5}} = 0,67$$

Модда бериш коэффициенти ушбу формула орқали аниқланади:

$$\beta_1 = \frac{D}{d_s} \cdot \left( 2 + 0,51 \cdot Re^{0,52} \cdot Pr'_1{}^{0,33} \right) = \frac{3,44 \cdot 10^{-5}}{1,35 \cdot 10^{-3}} \cdot \left( 2 + 0,51 \cdot 58,9^{0,52} \cdot 0,67^{0,33} \right) = 0,145 \text{ м/с}$$

Куритилаётган материалларнинг мавҳум қайнаш баландлиги

$$0,254 = \exp \left[ - \frac{0,145}{1 \cdot 0,96} \cdot \frac{6 \cdot (1 - 0,486)}{1,35 \cdot 10^{-3}} \cdot h \right]$$

бу тенглама  $h$  га нисбатан ечилса, қуйидаги натижани оламиз:

$$h = 4 \cdot 10^3 \text{ м}$$

Мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларни кимё ва бошқа саноат корхоналарида кўп йиллик ишлатиш шуни кўрсатдики, қурилманинг баландлиги

$$H \cong 4 \cdot H_{cr}$$

бўлиши керак экан. Бу ерда  $H_{cr}$  - қатламнинг гидродинамик ростлаш соҳасининг баландлиги.

$$H = 80 \cdot d_o$$

бу ерда  $d_o$  - тўр парда тешикларининг диаметри. Диаметрлар ушбу стандарт ўлчамлар қаторидан танланади:

$d_o, \text{ мм}$	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Агарда,  $d_o = 2,5$  мм ни танласак, мавҳум қайнаш қатлами баландлиги

$$H = 80 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,2 \text{ м}$$

Газ тақсимловчи тўр пардадаги тешиклар сони  $n$  қуйидагича топилади:

$$n = \frac{4 \cdot S \cdot F_{mn}}{\pi \cdot d_o^2} = \frac{d^2 \cdot F_{mn}}{d_o^2}$$

$S$  - тўр парда кўндаланг кесимининг сон қиймати қуритгич кўндаланг кесимига тенг;  $F_{mn}$  - тўр парда тешиклари юзасининг улуши, одатда  $F_{mn} = 0,02-0,1$ .

Агарда  $F_{mn} = 0,05$  деб қабул қилсак, тўр пардадаги тешиклар сони

$$n = \frac{2^2 \cdot 0,05}{0,0025^2} = 32000$$

Қурилманинг сепарация бўлими  $H_c$  ни мавҳум қайнаш қатлам баландлигидан 4 - 6 мартаба катта қилиб қабул қилинади

$$H = 5 \cdot H = 5 \cdot 0,2 = 1 \text{ м}$$

## Қуритгичнинг гидравлик қаршилиги

Қуритгичнинг асосий гидравлик қаршилиги мавҳум қайнаш қатлами  $\Delta P_{mk}$  ва тўр парда  $\Delta P_{m1}$  ларнинг қаршилиқларининг йиғиндисига тенг

$$\Delta P = \Delta P_{mk} + \Delta P_{m1}$$

$\Delta P_{mk}$  қиймати эса, ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\Delta P_{mk} = \rho_x \cdot (1 - \varepsilon) \cdot g \cdot H = 1500 \cdot (1 - 0,486) \cdot 9,8 \cdot 0,2 = 1511 \text{ Па}$$

Тўр парданинг минимал гидравлик қаршилиги  $\Delta P_{m1 \text{ min}}$  қуйидагича топилиши мумкин:

$$\Delta P_{m1 \text{ min}} = \Delta P_{mk} \cdot \frac{K_n^2 \cdot (\varepsilon - \varepsilon_0)}{(K_n^2 - 1) \cdot (1 - \varepsilon_0)} = 1511 \cdot \frac{2,3^2}{(2,3^2 - 1)} \cdot \left( \frac{0,486 - 0,4}{1 - 0,486} \right) = 312 \text{ Па}$$

Танланган тўр парданинг гидравлик қаршилиги ушбу тенгламадан аниқланади:

$$\Delta P_{m1} = r \cdot \left( \frac{w}{F_{m1}} \right)^2 \cdot \frac{\rho_{\text{г}}}{2}$$

бу ерда  $r = 1,5$ .  
Унда

$$\Delta P_{m1} = 1,5 \cdot \left( \frac{1}{0,05} \right)^2 \cdot \frac{0,96}{2} = 336 \text{ Па}$$

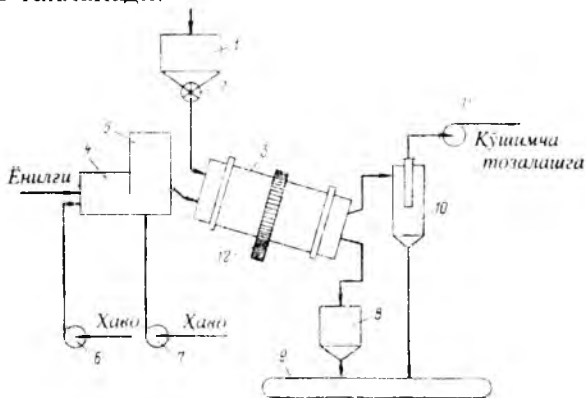
$\Delta P_{m1} = 336 > \Delta P_{m1 \text{ min}} = 312$ . Қуритгичнинг умумий гидравлик қаршилиги.

$$\Delta P = \Delta P_{mk} + \Delta P_{m1} = 1511 + 336 = 1847 \text{ Па}$$

га тенглигини аниқлаб, ҳамда газ тозалаш қурилмаларини (циклон, скруббер, фильтр ва хоказолар) билган ҳолда вентилятор ва турбогазодувкалар танланади.

### 3.5. БАРАБАНЛИ ҚУРИТГИЧНИ ХИСОБЛАШ

Бу қурилмалар атмосфера босимда узлуксиз равишда турли сочилувчан ва донасимон материалларни тугунли газлар ёки иссиқ ҳаво билан қуриштириш учун ишлатилади. Улар цилиндрсимон корпусдан иборат бўлиб, горизонтга нисбатан жуда кичик оғиш бурчада жойлаштирилади. Барабан иккита роликли таянчларга жойлаштирилган бўлиб, электродвигатель ва редуктор ёрдамида айланттирилади. Айланиш сони 5-8 айл/мин. Барабан ичида насадкалар ўрнатилган бўлиб, улар фазалараро контакт юзасини ошириш учун қўлланилади. Насадкалар барабаннинг кўндаланг кесими бўйича материални бир меъёрда тарқатиш ва аралаштиришни таъминлайди. Материал ва қуриувчи агент бир-бирига нисбатан тўғри йўналишда берилса барабаннинг ичида материал ўта қизиқ кетмайди, чунки бу шароитда юқори температурали иситувчи агент катта намликка эга бўлган материал билан контактлашади. Барабанли қуригичлар узунлиги  $L$  ва ташки диаметри  $D$  бўйича танланади.



3.8-расм. Барабанли қуригичнинг принципиал схемаси.

1 - бункер; 2 - таъминлагич; 3 - қуриувчи барабан; 4 - ўтхона; 5 - аралаштириш камераси; 6,7,11 - вентиляторлар; 8 - оралик бункер; 9 - транспортер; 10 - циклон; 12 - тишли узатма.

Нам материал бункер 1 дан таъминлагич 2 орқали айланиб турган барабан 3 га берилади. Материал билан бир хил йўналишда барабанга қуриувчи агент берилади. У ёқилги ўтхонаси 4 да ёнишида ҳосил бўлган газларни аралаштириш камераси 5 да ҳаво билан аралаштириш натижасида ҳосил бўлади. Ҳаво ўтхона ва аралаштириш камерасига вентиляторлар 6 ва 7 ёрдамида берилади.

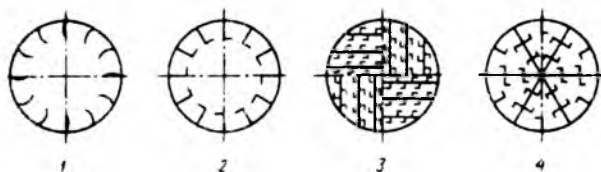
Қуригич материал барабаннинг бошқа томонидан бункер 8 га тушади ва ундан транспортер 9 га ўтади.

Ишлатилган газлар атмосферага чиқариб юборишдан аввал майда заррачалардан циклон 10 да тозаланади ва керак бўлса яна қўшимча тозаланилади.

Қуриувчи агент барабан орқали вентилятор 11 ёрдамида узатилади. Узатилиш даврида унча катта булмаган сийракланиш ҳосил бўлади ва бу эса қуриувчи агентнинг барабанли қуригич тешиклари орқали йуқотилишига йул қўймайди.

Барабан электродвигатель ва тишли узатма 2 ёрдамида айлантириб турилади.

Барабанинг ичида материални бир меъёрда тарқатиш, аралаштириш ва йўналтириш учун насадка жойлаштирилган [39, 47, 48, 72, 75]. Қуритиладиган материал донларининг ўлчамига ва хоссатарига қараб хар-хил насадкалардан фойдаланилади. Катта бўлакли ва қовишиб қолиш хусусиятига эга бўлган материалларни қуритишда кўтарувчи парракли насадкалар, ёмон сочилувчан ва катта зичликка эга бўлган катта бўлакли материалларни қуритиш учун секторли насадка; кичик бўлакли, тез сочилувчан материалларни қуритишда тарқатувчи насадка ишлатилади; майда қилиб эзилган, чанг ҳосил қилувчи кукун материалларни берк ячейкали, довонсимон насадкалар бўлган барабанларда қуритиш мақсадга мувофиқдир. Айрим шароитларда мураккаб насадкалардан фойдаланса ҳам бўлади (3.9-расм).



3.9-расм. Барабанли қуритгич насадкаларининг турлари ва уларнинг тўлдирилиш коэффициентлари  $\beta$ .

- 1 - кўтарувчи - парракли,  $\beta = 12\%$ ;
- 2 - худди аввалгидек,  $\beta = 14\%$ ;
- 3 - таксимловчи,  $\beta = 20,6\%$ ;
- 4 - таксимловчи, ёпик ячейкали,  $\beta = 27,5\%$ .

### I. Қуритиш қурilmасининг ҳисоби

1. Қуритманинг қуритилган модда бўйича унумдорлиги:

$$G = 10 \text{ т/соат}$$

2. Материал заррачаларининг ўлчамлари (NaCl):

$$\begin{aligned} d &= 2,0-1,5 \text{ мм} && - 25\% \\ d &= 1,5-1,0 \text{ мм} && - 75\% \end{aligned}$$

3. Материалнинг намлиги (NaCl):

$$\begin{aligned} \text{бошланғич} & \quad w_0 = 6,0\% \\ \text{охирги} & \quad w_1 = 0,2\% \end{aligned}$$

4. Боку шаҳри учун нам ҳавонини параметрлари

	январь	июль
температура	$t = +3,4^\circ\text{C}$	$t = +25,3^\circ\text{C}$
нисбий намлик	$\varphi_n = 82\%$	$\varphi_n = 65\%$

## 5. Иссиқ хавонинг температураси

барабанга киришда -  $t = 160^{\circ}\text{C}$   
барабандан чиқишда -  $t = 60^{\circ}\text{C}$

### I. Моддий баланс

Моддий баланс тенгламасидан қуритиш давомида буғлатилган намлик микдорини аниқлаймиз.

$$W = G_x \cdot \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1}$$

$$G_x = 10 \text{ м / соат} = \frac{10 \cdot 1900}{3600} = 2,778 \text{ кг / с}$$

$$W = 2,778 \cdot \frac{6 - 0,2}{100 - 6} = 0,171 \text{ кг / с}$$

## 2. Қуритишга сарфланган ҳаво ва иссиқликни аниқлаш

Қуритгичнинг ички иссиқлик балансини ёзамиз:

а) қиш фасли учун:

$$\Delta = c \theta_1 + q_k - (q_{mp} + q_v + q_n)$$

Бу ерда:

$c$  - сувнинг иссиқлик сифими,

$$c = 4190 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К};$$

$q_k$  - қўшимча ички калорифер берган иссиқлик микдори,  $q_k = 0$ ,

$q_{tp}$  - транспорт қурilmатари билан кирган иссиқлик микдори,  $q_{tp} = 0$ ,

$q_n$  - атроф муҳитга йўқотилган иссиқлик микдори, тахминан иситишга сарфланган иссиқлик микдорининг 10% ни олса бўлади;

$q_m$  - моддани иситишга сарфланган иссиқлик микдори,

$$q_m = G_x \cdot c_m \cdot (\theta_2 - \theta_1) / W$$

$\theta_2$  - модданинг қуритгичдан чиқишдаги температураси қуритивчи агент нам ҳавонинг ҳўл термометр температурасига тенг деб оламиз.

$$\theta_2 = t_x = 42^{\circ}\text{C}$$

Рамзининг I - x диаграммасидан аниқланади.

$c_m$  - материалнинг иссиқлик сифими [5]:



$$c_w = (c_{Na} + c_{Cl}) / M_{c_{NaCl}}$$

$$Na = 26,0 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}; \quad Cl = 26,0 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$$

$$c_w = (26 + 26) / 56 = 0,88 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$$

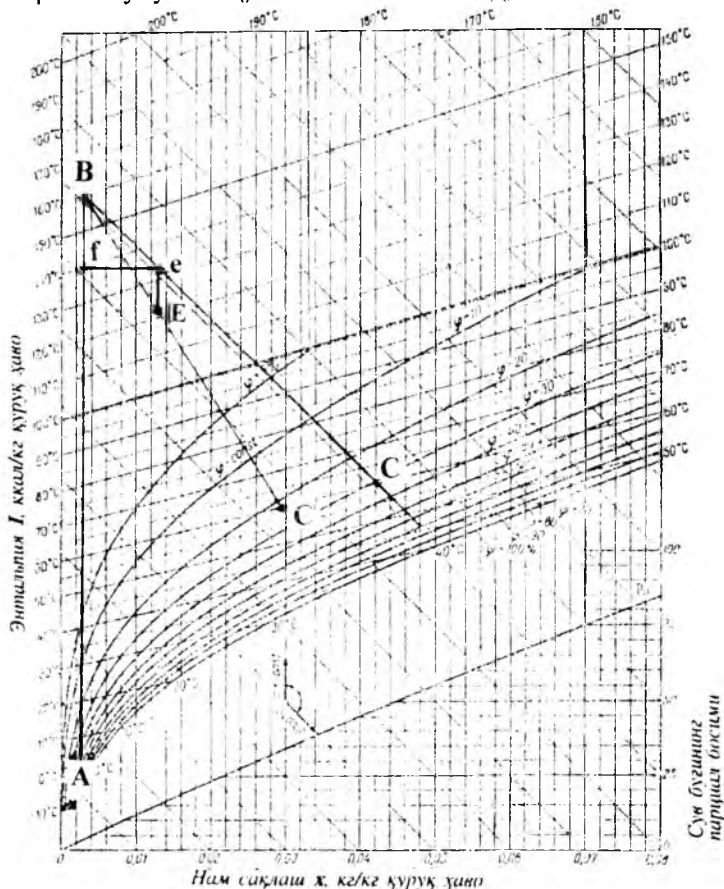
$$q_w = 2,778 \cdot 0,88 \cdot (42 - 3,4) / 0,171 = 551,83 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$$

$$\Delta = 4,19 \cdot 3,14 - 551,83 - 22,6 = -560,185 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$$

Қуритиш жараёнига сарфланган солиштирма ҳаво ва иссиқлик сарфларини аниқлаш учун I - x диаграммаша қуритиш жараёни ифодаланади (3.10-расм).

Боқу шахри учун ҳавонинг ўртача температураси ва нисбий намлиги аниқланади

а) қиш фасли учун  $t_o = +3,4^\circ\text{C}$  ва  $\phi_o = 82\%$ .



3.10 - расм. Нам ҳавонинг I - x диаграммаси

Шу параметрлар бўйича диаграммаша "А" нуқта топилади, яъни калориферга кираётган ҳавонинг параметрларини курсатувчи нуқтани топамиз. "А" нуқтадан, яъни ўзгармас нам сақлаш чизиғи бўйича тўғри чизик ўтказиб, берилган қуритиш температураси билан кесишган "В" нуқтани

топамиз. Бу нукта калориферда иситилган ва қуритгичга кираётган ҳавонинг параметрлари  $x_1 = x_0$ ,  $t_1$ ,  $I_1$  - ларни кўрсатади. АВ чизик ҳавони калориферда иситиш жараёнини ифодалайди. Калориферда ҳаво қиздирилганда унинг нам саклаши ўзгармайди. "В" нуктадан  $I_1$  чизигини - ўзгармас энтальпия чизигини ўтказамиз. Шу  $I_1$  чизигида ихтиёрий бир нукта "е" олинади ва ундан АВ чизигига перпендикуляр туширилади ва ҳосил бўлган "Г" деб белгилаймиз. Сўнг еГ кесманинг узунлиги ўлчанади -  $eГ = 2,4 \text{ см} = 24 \text{ мм}$ . Ниҳоят, қуритишнинг идеал жараёндан фарқи еЕ кесманинг узунлиги ҳисобланади.

$$eE = eГ \cdot \frac{\Delta}{m} = 24 \cdot \frac{(-560,185)}{1250} = 10,75 \text{ мм}$$

бу ерда  $M = 1250$  -  $I - x$  диаграмма масштаби.

Диаграммада еЕ кесмани "е" нуктадан паства  $x = \text{const}$  чизик бўйича ўтказамиз, чунки  $\Delta < 0$ . "В" нуктадан "Е" нукта орқали тўғри чизик ўтказиб, берилган  $t_2 = 60^\circ\text{C}$  чизиги билан кесишгунча давом эттирамиз. Кесишган нуктани "С" деб белгилаймиз ва бу нукта қуритиш қурилмасидан чиқаётган ҳавонинг параметрлари  $x_2$ ,  $t_2$ ,  $I_2$ ,  $\phi_2$  ни кўрсатади:

$x_2 = 0,029$  кг/кг ва  $I_2 = 136$  кЖ/кг ( $I - x$  диаграммадан топилади).

Қиш фаслида қуритиш жараёнига кетган солиштирма ҳаво сарфи:

$$x_w = x_1 = 0,003 \text{ кг/кг} \quad l = \frac{l}{x_2 - x_0} = \frac{l}{0,029 - 0,003} = 38,46 \text{ кг/кг}$$

Ҳавонинг умумий сарфи

$$h = l \cdot W = 38,46 \cdot 0,171 = 6,58 \text{ кг/с}$$

Сарфланган солиштирма иссиқлик миқдори эса:

$$I_0 = 11 \text{ кЖ/кг} \quad q = \frac{I_2 - I_0}{x_2 - x_0} = \frac{136 - 11}{0,029 - 0,003} = 4707,69 \text{ кЖ/кг}$$

ва умумий иссиқлик сарфи:

$$Q = q \cdot W = 4707,69 \cdot 0,171 = 622,12 \text{ кВт}$$

Калорифердаги иссиқлик сарфи:

$$q_k = \frac{I_1 - I_0}{x_2 - x_0} = \frac{169 - 11}{0,029 - 0,003} = 6076,9 \text{ кЖ/кг}$$

$I_1 = 169$  кЖ/кг -  $I - x$  диаграммадан топилади.

б) Ёз фасли учун.

$$\Delta = c \cdot \theta_j + q_k - (q_{np} + q_m + q_a)$$

$$c = 2,95 \cdot 4,19 = 12,36 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$$

$$q_k = 0; \quad q_{\text{ин}} = 0; \quad q_u = G_2 \cdot c_u \cdot (\theta_2 - \theta_1) / W;$$

$$\theta_2 = 42^\circ\text{C} = t_m \text{ ( I - x диаграммадан )}$$

$$\theta_1 = t_o = 25,3^\circ \text{ (Боку шахри учун)}$$

$$q_u = 2,778 \cdot 0,88 \cdot (42 - 25,3) / 0,171 = 238,746 \text{ кЖ/кг}$$

$$\Delta = 12,36 \cdot 42 - 238,746 - 23,87 = 257,77 \text{ кЖ/кг}$$

Нам ҳаво параметрларини, ҳавонинг солиштирма ва иссиқлик сарфини ёз фасли учун аниқлаймиз. Бунинг учун I - x диаграммада қуритиш жараёнини ифодалаймиз.

$$ef = 94 \text{ мм}; \quad M = 1250; \quad E_2 = ef \cdot \frac{\Delta}{M} = 94 \cdot \frac{257,77}{1250} = 19,5 \text{ мм}$$

Сўнг, I - x диаграммадан:

$$x_o = 0,014 \text{ кг/кг}; \quad x_2 = 0,0525 \text{ кг/кг};$$

$$I_o = 55 \text{ кЖ/кг}; \quad I_2 = 192 \text{ кЖ/кг}; \quad I_1 = 195 \text{ кЖ/кг}.$$

$$l = \frac{I}{x_2 - x_o} = \frac{I}{0,0525 - 0,014} = 25,98 \text{ кЖ/кг}$$

$$L = l \cdot W = 25,98 \cdot 0,171 = 4,13 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{I_2 - I_o}{x_2 - x_o} = \frac{195 - 55}{0,0525 - 0,014} = 3381,64 \text{ кЖ/кг}$$

$$Q = q \cdot W = 3381,64 \cdot 0,171 = 578,26 \text{ кВт}$$

$$q_k = \frac{I_1 - I_o}{x_2 - x_o} = \frac{162 - 55}{0,0525 - 0,014} = 3309,18 \text{ кЖ/кг}$$

Ёз ва қиш фасллари учун топилган сарфларни солиштирамиз:

$$L_{\text{қиш}} = 6,58 \text{ кг/с} > L_{\text{ёз}} = 4,13$$

$$Q_{\text{қиш}} = 822,12 \text{ кВт} > Q_{\text{ёз}} = 578,26 \text{ кВт}$$

## II. Барабанли қуритгичнинг асосий ўлчамларини аниқлаш

Барабаннинг ҳажмини топамиз:

$$V_{\text{бар}} = \frac{W}{A_v} \cdot 3600 = \frac{0,171 \cdot 3600}{7,2} = 85,5 \text{ м}^3$$

бу ерда  $A_v$  - барабаннинг намлик бўйича кучланиши,  $A_v = 7,2$  кг/(м<sup>3</sup> · соат) 9.2 - жадвал [6].

Барабаннинг ҳажми бўйича 9.3-жадвалдан барабаннинг асосий ўлчамларини танлаймиз [6.39,40,45,55,68], яъни N 7208. Ушбу сонли барабаннинг асосий параметрлари қуйидагича:

- барабаннинг ички диаметри, м	2,8
- барабаннинг узунлиги, м	14
- деворларнинг қалинлиги, мм	14
- қуритиш ҳажми, м.	86,2
- ячейкалар сони, дона	51
- айланиш тезлиги, айл/мин	5
- умумий массаси, т	70
- истеъмол қилинадиган қувват, кВт	25,8

Хавонинг барабандаги ҳақиқий тезлиги ушбу формулада аниқланади:

$$w_x = V_x / (0,785 \cdot d^2)$$

бу ерда  $V_x$  - қуритувчи агентнинг барабандан чиқишдаги ҳажми сарфи:

$$V_x = L \cdot V_n \cdot \frac{(T_n + t_{y,p})}{T_n} \cdot \left( \frac{1}{M_v} + \frac{x_{y,p}}{M_l} \right)$$

$$t_{y,p} = (t_1 + t_2) / 2 = (160 + 60) / 2 = 110^\circ \text{C}$$

$$x_{y,p} = (x_1 + x_2) / 2 = (0,003 + 0,029) / 2 = 0,016 \text{ кг/кг}$$

$$V_x = 6,58 \cdot 22,4 \cdot \frac{273 + 110}{273} \cdot \left( \frac{1}{29} + \frac{0,016}{16} \right) = 7,31 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$w_x = 7,31 / (0,725 \cdot 2,8^2) = 1,2 \text{ м/с}$$

Материалнинг барабанда ўртача бўлиш вақти :

$$\tau = \frac{G_m}{G_2 + (W \cdot 2)}$$

$G_m$  - барабандаги материалнинг сарфи:

$$G_m = V \cdot \beta \cdot \rho_m$$

бу ерда  $V$  - қуритгичнинг ҳажми,  $86,2 \text{ м}^3$ ;  $\rho_m$  - материалнинг уюлма зичлиги  $\rho_v = 1200 \text{ кг/м}^3$  [5];  $\beta$  - барабанинг тўлдирилиш даражаси, ушбу мисолдаги насадка учун  $12\%$  [6].

$$G_m = 86,2 \cdot 0,12 \cdot 1200 = 12412,8 \text{ кг}$$

унда: 
$$\tau = \frac{12412,8}{2,778 + 0,171 \cdot 2} = 4335 \text{ с}$$

Барабанинг оғиш бурчагини қуйидаги формулада аниқланади:

$$\alpha' = \left( \frac{30 \cdot l}{d \cdot n \cdot \tau} + 0,007 \cdot w_v \right) \cdot \frac{180}{\pi}$$

бу ерда  $l$  - барабанинг узунлиги,  $14 \text{ м}$ ;  $n$  - айланишлар сони,  $5$  айл/мин;  $d$  - барабанинг диаметри,  $2,8 \text{ м}$ .

$$\alpha' = \left( \frac{30 \cdot 14}{2,8 \cdot 5 \cdot 4335} + 0,007 \cdot 1,2 \right) \cdot \frac{180}{3,14} = 0,88^\circ$$

Агар  $\alpha'$  нинг қиймати жуда кичик бўлса ( $0,5$  дан кам), барабанинг айланиш сони  $n$  камайтиради ва ҳисоб қайтарилди.

Материалнинг энг кичик заррачалари қурилмадан ҳаво билан чиқиб кетмаслиги учун, унинг тезлигини ҳисоблаймиз. Бунинг учун модданинг чиқиб кетиш тезлигини, яъни эркин учиш тезлигини топамиз:

$$w_v = \frac{\mu_v}{d \cdot \rho_p} \cdot \left( \frac{Ar}{18 + 0,575 \sqrt{Ar}} \right)$$

бу ерда  $\rho_{gp}$  - қуритувчи агентнинг зичлиги.

$$\rho_{gp} = \left[ m_v \cdot (p_o - p) + m_c \cdot p \right] \cdot \frac{T}{v_o \cdot p_o \cdot (T + t_{gp})}$$

$p$  - нам ҳаводаги буғларнинг парциал босими.

$$p = \frac{x \cdot m_c \cdot p_o}{l \cdot m_v + x \cdot m_o}$$

$p_o = 10^5 \text{ Па}$ , чунки қурилма атмосфера босими остида ишлайди. Қурилмага киришдаги:

$$p_v = \frac{0,003 \cdot 18 \cdot 10^5}{1 \cdot 29 + 0,003 \cdot 18} = 480,81 \text{ Па}$$

Қурилмадан чиқишидаги:

$$p_2 = \frac{0,029 \cdot 18 \cdot 10^3}{1,29 + 0,029 \cdot 18} = 4463,64 \text{ Па}$$

унда ўртача  $p$

$$p = (480,81 + 4463,64) / 2 = 2472 \text{ Па}$$

ва зичлик:

$$\rho_{1,p} = \left[ 29 \cdot (10^3 - 2472) + 18 \cdot 2472 \right] \cdot \frac{273}{22,4 \cdot 10^3 \cdot [273 + 110]} = 0,91 \text{ кг/м}^3$$

Архимед критерисини аниқлаймиз:

$$Ar = d^3 \cdot \rho_3 \cdot \rho_{1,p} \cdot g / \mu_{1,p}^2$$

бу ерда  $\rho_3$  - қуритилмадаги материал заррачаларининг зичлиги,  $\rho_3 = 2165 \text{ кг/м}^3$  [32];  $\mu_{1,p}$  - ҳавонинг ўртача температурадаги ковшоклиги,  $\mu_{1,p} = 0,022 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$  [4, 5].

$$Ar = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 2165 \cdot 0,91 \cdot 9,8}{(0,022 \cdot 10^{-3})^2} = 39891468 \cdot \frac{10^6}{10^9} = 3,99 \cdot 10^4$$

ва чиқиб кетиш тезлиги

$$w_3 = \frac{0,022 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,91} \cdot \left( \frac{3,99 \cdot 10^4}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{3,99 \cdot 10^4}} \right) = 7,3 \text{ м/с}$$

Ҳавонинг қурилмадаги тезлиги 1,2 м/с ва бу 7,3 м/с дан анча кам. Демак, заррачалар қурилмадан ҳаво билан чиқиб кетмайди, чунки  $w_3 < w_4$ .

Агар бу сон аксинча катгарок бўлса, ҳаво тезлиги камайтирилади ва ҳисоб қайтадан ўтказилиши керак.

### III. Қуритиш қурилмасининг гидравлик ҳисоби.

Қуритувчи агент қуритиш ичида ва каналларда ҳаракат қилганда гидравлик қаршиликлар ҳосил бўлади. Улар ишқатаниш  $\Delta P_n$ , маҳаллий  $\Delta P_{m,k}$ , қуритишнинг ичидаги  $\Delta P_k$ , калорифер қаршиликлардан ва чанг тозаловчи қурилма қаршиликларидан ҳосил топади:

$$\Delta P = \Delta P_n + \Delta P_{m,k} + \Delta P_k + \Delta P_{k,d} + \Delta P_u$$

1) Ишқаланиш қаршилиқлари туфайли йўқотилган босимни аниқлаймиз:

$$\Delta P_u = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$$

$\lambda$  - ишқаланиш қаршилиғи коэффициенти, ва  $u$  ҳаракат режимига боғлиқ:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$$

$w$  - қуритувчи агентнинг трубадаги тезлиги, одатда уни 10 - 20 м/с атрофида олиш мумкин [ 6 ];  $d$  - трубанинг диаметри, секундли сарф тенгламасидан аниқлаймиз,

$$d = \sqrt{\frac{V_c}{0,785 \cdot w}}$$

$V_c$  - қуритувчи агентнинг секундги ҳажмий сарфи:

$$V_c = \frac{L}{\rho}$$

$\rho$  - ҳавонинг зичлиги, одатда  $u$  атрофида муҳит температурасида олинади.

$t_0 = + 3,4^\circ\text{C}$  (Боқу шаҳри учун қиш фаслида).

$$\rho = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t)} = \frac{29 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 3,4)} = 1,28 \text{ кг/м}^3$$

ва унда 
$$V = \frac{6,58}{1,28} = 5,14 \text{ м}^3/\text{с}$$

Трубанинг диаметри:

$$d = \sqrt{\frac{5,14}{0,785 \cdot 20}} = 0,570 \text{ м}$$

$$Re = \frac{20 \cdot 0,57 \cdot 1,28}{\mu} = \frac{20 \cdot 0,57 \cdot 1,28}{0,017 \cdot 10^{-3}} = 858353$$

яъни турбулент режим [6]:

$$\lambda = 0,11 \cdot (e + 68 / Re)^{0,25}$$

$$e = \frac{\Delta}{d}; \quad \Delta = 0,08, \quad e = 0,0002$$

$$\lambda = 0,11 \cdot \sqrt[0,25]{0,0002 + 68/858353} = 0,0142$$

Бу ерда  $l$  - трубанинг узунлиги. Вентилятор жойлашишига қараб олинади, бизнинг мисол учун  $l = 2$  м деб ҳисоблаймиз (3.8-расм).

$$\Delta P_m = 0,0142 \cdot \frac{2}{0,57} \cdot \frac{20^3 \cdot 1,28}{2} = 12,78 \text{ Па}$$

2) Маҳаллий қаршиликларни енгилда йўқотилган босим:

$$\Delta P_{\text{ма}} = \sum \xi \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$$

5-7 Бу ерда  $\sum \xi$  - маҳаллий қаршилик коэффициентларини иловадаги жадвалдан аниқлаймиз:

1. трубага кириш	$\xi = 0,5$
2. трубадан чиқиш	$\xi = 1,0$
3. Тўғри бурчак ( $90^\circ$ ) остида трубанинг бурилиши	$\xi = 1,1$
4. Нормал вентил	$\xi = 5,5$
иккита бўлгани учун	$5,5 \cdot 2 = 11$

$$\Delta P_{\text{ма}} = (0,5 + 1 + 1,1 + 11) \cdot \frac{20^2 \cdot 1,28}{2} = 3481,6 \text{ Па}$$

Чанг тозалатич сифатида циклон олсак:

$$\Delta P_{\text{ма}} = \xi \cdot w_{\text{ма}}^2 \cdot \rho / 2;$$

$$\rho = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot (T + t)} = \frac{29 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 60)} = 1,1 \text{ кг/м}^3$$

$\xi = 6$  циклон АТИ учун [44],

$$\Delta P_{\text{ма}} = 6 \cdot 20^2 \cdot 1,1 / 2 = 1320 \text{ Па}$$

Қуритиш барабанининг қаршилиги  $\Delta P_{\text{б}} = 100 \text{ Па}$  [43] ва калори-



фернинг каршилиги  $\Delta P_* = 200 \text{ Па}$  [43].

$$\Delta P = 12,76 + 3481,6 + 200 + 100 + 1320 = 5798,36 \text{ Па}$$

#### IV. Вентиляторни танлаш

Вентилятор асосан икки параметр: ҳавонинг ҳажмий сарфи ва напори орқали танланади:

$$V_* = \frac{h_{max}}{\rho} = \frac{6,58}{1,28} = 5,14 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H = \frac{\Delta P}{\gamma} = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} = \frac{5498,36}{1,28 \cdot 9,8} = 439,87 \text{ м}$$

Бу параметрлар орқали [6] ёки иловадаги 15 жадвалдан газодувка ТВ - 450 - 1,08 ни танлаймиз. у  $V = 5,86 \text{ м}^3/\text{с}$  ва  $\Delta P = 6000 \text{ Па}$  га тўғри келади.

Газодувканинг АО2-82-2 маркали двигатели  $N = 55 \text{ кВт}$  қувватга эга.

#### V. Калорифер ҳисоби

Нам ҳавони иситиш учун кўпинча буғ билан ишлайдиган пластинали калориферлар ишлатилади.

Калориферни танлаш учун иситиш юзасини аниқлаш керак:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{tp}}$$

бу ерда  $Q$  - ҳавони иситишга сарфланган иссиқлик миқдори:

$$Q = h_{max} \cdot c_v \cdot (t_1 - t_0);$$

бу ерда  $c_v$  - ҳавонинг иссиқлик сифими.  $c_v = 0,241 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$  [5];  
 $t_1 = 160^\circ\text{C}$ ;  $t_2 = 3,4^\circ\text{C}$ .

$$Q = 6,58 \cdot 0,24 \cdot (160 - 3,4) = 248,3 \text{ кЖ/с},$$

бу ерда  $k$  - буғдан ҳавога иссиқлик ўтказиш коэффициентини  $k = 40 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$  [46,44];  $\Delta t_p$  - ўртача температуралар фарқи. Буғнинг температурасини  $t_1 = (160^\circ)$  дан  $20^\circ$  баландроқ оламиз [4,18,44].

Буғ конденсатга айланганда унинг температураси ўзгармайди.

$$3,4^\circ \xrightarrow{\text{буғ}} 160^\circ \qquad 180^\circ \xrightarrow{\text{ҳаво}} 180^\circ$$

$$\Delta t_{\text{кв}} = 180 - 3,4 = 176,6^{\circ} \quad \frac{\Delta t_{\text{кв}}}{\Delta t_{\text{кв}}} = \frac{176,6}{20} = 8,83 > 2$$

$$\Delta t_{\text{кв}} = 180 - 160 = 20^{\circ}$$

Ва

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{кв}} - \Delta t_{\text{кв}}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta t_{\text{кв}}}{\Delta t_{\text{кв}}}} = \frac{176,6 - 20}{2,3 \cdot \lg 8,83} = \frac{156,6}{2,3 \cdot 0,946} = 71,2^{\circ}$$

$$F = \frac{248,3 \cdot 10^3}{40 \cdot 71,2} = 87,2 \text{ м}^2$$

Ушбу юза бўйича КФС - 11 калорифер танлаймиз ва ундан икки дона олишимиз керак [44].

КФС - 11 ning характеристикалари:

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| 1. иссиқлик алмашиниш юзаси              | - $F = 54,6 \text{ м}^2$  |
| 2. массаси                               | - $m = 244,45 \text{ кг}$ |
| 3. баландлиги                            | - $h = 1160 \text{ мм}$   |
| 4. эни                                   | - $l = 960 \text{ мм}$    |
| 5. кўндаланг кесим юзаси, м <sup>2</sup> |                           |
| - ҳаво бўйича                            | - $0,638 \text{ м}^2$     |
| - иситгич буг бўйича                     | - $0,0122 \text{ м}^2$    |

## VI. Қуритгичнинг механик ҳисоби.

Барабан деворларининг қатинчилиги

$$\delta = 0,007 \cdot D_{\text{бвр}} = 0,007 \cdot 2814 = 19 \text{ мм}$$

Барабаннинг айланиш тезлиги.

$$n = (m \cdot k \cdot L_{\text{бвр}}) / (\tau \cdot D_{\text{бвр}} \cdot t_{\text{д}} \cdot \alpha)$$

$m$  - насадканинг турига боғлиқ коэффициент:  $m = 0,5$

$$k = 0,5 - 2,0 \quad [44]$$

$$(0,5 \cdot 2 \cdot 14) / (4335 \cdot 2,814 \cdot \lg 24,4) = 0,05 \text{ айл/с}$$

Одатда, кумни қуритишда  $n = 3,8 \text{ айл/мин}$  қабул қилинади  
Барабанни айлантиришга сарфланган қувват:

$$N = 0,078 \cdot D_{\text{бвр}} \cdot L_{\text{бвр}} \cdot \rho \cdot \sigma \cdot n$$

$\sigma$  - қувват коэффициенти, насадка турига ва барабаннинг тўлалик коэффициентига боғлиқ  $\sigma = 0,071$  [44,61].

$$N = 0,078 \cdot 2,814^3 \cdot 14 \cdot 1200 \cdot 0,071 \cdot 3 = 6,22 \text{ кВт}$$

## 4 боб. ҚУРИЛМАЛАРНИНГ БЎЛАК ВА ДЕТАЛЛАРИНИ МЕХАНИК ҲИСОБЛАШ

### 4.1. УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

#### **Ҳисоб температураси.**

Тажриба натижалари ва иссиқлик ҳисоблар асосида ҳисоб температураси аниқланади. Агарда, температуралар мусбат бўлса, ҳисоб температураси қилиб деворнинг энг катта сон қийматли температураси қабул қилинади. Агарда, кимёвий қурилманинг қисмлари манфий температура-ларда ишлаётган бўлса, ҳисоб температураси қилиб 20°C қабул қилинади. Лекин, айрим сабабларга кўра, тажриба ва ҳисоблаш натижаларидан фойдаланиб бўлмаса, унда ҳисоб температураси қилиб муҳитнинг энг катта температураси (20°C дан кам бўлмаган) қабул қилинади. Маълумки, ҳисоб температураси жараёнда қатнашаётган материал ва муҳитларнинг физик-механик характеристикаларини ва рухсат этилган кучланишларни топиш учун қўлланилади [6].

#### **Ишчи босим.**

Жараённинг нормат ўтиши пайтидаги максимал ички ёки ташқи босимга ишчи босим дейилади. Бунда муҳитнинг гидростатик босими ва босимнинг қисқа муддатга сакраб кўтарилишлари ҳисобга олинмайди.

#### **Шартли номинал босим.**

Ҳисоб температураси 20°C даги қурилмани узок муддатли ишлашини таъминловчи энг катта босимга шартли босим дейилади. Шартли босимлар қийматлари нормаллаштирилган ва уни қуйидаги қатордан танлаш керак:

0,1	0,16	0,25	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,25	1,6
2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0
20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	80,0	100	150	200

#### **Ҳисоб босими.**

Ушбу босимда қурилма элементларининг мустаҳкамлик ҳисоблашлари ўтказилади. Одатда, уни ишчи босимга тенг ёки ундан кўпроқ қиймат қабул қилинади. Агар, қурилмага гаъсир қилаётган гидростатик босим ишчи босимнинг 5% ва ундан ортиқ фоизини ташкил этса, ҳисоб босимини шу қийматга кўтариш керак.

#### **Пробали босим.**

Қурилмаларни синаш пайтида қўлланиладиган босим пробали босим дейилади.

#### **Рухсат этилган кучланиш.**

Танлаб олинган материал учун рухсат этилган босимни тахминий ҳисобини ушбу формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma^* \quad (4.1)$$

бу ерда  $\eta$  - коэффициент;  $\sigma^*$  - рухсат этилган норматив кучланиш.

Портлаш ва ёниш хавфи бор муҳитлар учун  $\eta$  коэффициентини 0,9 га тенг деб олинади. Қолган бошқа муҳитлар учун  $\eta = 1,0$ . Бир қатор пўлатлар учун  $\sigma^*$  нинг қийматлари 4-1 жадвалда келтирилган.

Ҳисобланган температураларда танланган турли хил материаллар учун бўйлама эластиклик модулининг кийматлари 4-2 жадвалда берилган.

4-1 жадвал

Баъзи пулатлар учун рухсат этилган кучланиш

Температура, °C	Қуйида келтирилган пулатлар учун рухсат этилган кучланиш, $\sigma^*$ (МПа)													
	ВСтЗ	20, 20К	09Г2С, 16ГС, 17Г1С10Г2С1	10Г2	12ХМ	12МХ	15ХМ	15Х5М	15Х5М-У	08Х22Х6Т, 08Х21Н6М2Т	03Х21М4ГБ	03Х18Н11	03Х16Н15М3	06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ
20	140	147	183	180	147	147	155	146	240	240	180	160	153	147
100	134	142	160	160	-	-	-	141	235	207	173	133	140	138
150	131	139	160	154	-	-	-	138	230	200	171	125	130	130
200	126	136	154	148	145	145	152	134	225	193	171	120	120	124
250	120	132	148	145	145	145	152	127	220	173	167	115	113	117
300	108	119	145	134	141	141	147	120	210	167	149	112	103	110
350	98	106	134	123	137	137	142	114	200	-	143	108	101	107
375	93	98	123	108	135	135	140	110	180	-	141	107	90	105
400	85	92	116	92	132	132	137	105	170	-	140	107	87	103
410	81	86	105	86	130	130	136	103	160	-	-	107	83	-
420	75	80	104	80	129	129	135	101	155	-	-	107	82	-
430	70	75	92	75	127	127	134	99	140	-	-	107	81	-
440	-	67	86	67	126	126	132	96	135	-	-	107	81	-
450	-	61	78	61	124	124	131	94	130	-	-	107	80	-
460	-	55	71	55	122	122	127	91	126	-	-	-	-	-
480	-	44	56	44	114	114	117	86	118	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	96	96	99	79	108	-	-	-	-	-
560	-	-	-	-	33	-	41	40	45	-	-	-	-	-

4-2 жадвал

Пулатлар учун бўйлама эластиклик модули

Пулат	Температура $t$ , °C да бўйлама эластиклик модули $E_{10^\circ}$ , МПа											
	20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	
Углеродли ва кам легирилган	1,99	1,91	1,86	1,81	1,76	1,71	1,64	1,55	1,4	-	-	
Аустенитли, иссиққа чидамли ва оловбардош	2,00	2,00	1,99	1,97	1,94	1,91	1,86	1,81	1,75	1,68	1,61	
Хромли, емирилишга ва иссиққа чидамли	2,15	2,15	2,05	1,98	1,95	1,90	1,84	1,78	1,71	1,63	1,54	

Пайвандланган чокнинг мустаҳкамлик коэффициенти ушбу чокнинг асосий материал мустаҳкамлигига нисбатини характерлайди. Пайвандланган чокнинг мустаҳкамлик коэффициенти пайвандлаш усули ва пайвандлаб бирлаштириш турига боғлиқдир (4-3 жадвал). Чокни йўқ қурилмалар учун  $\varphi = 1,0$ .

4-3 жадвал

Пайванд чокларининг мустаҳкамлик коэффициенти

Пайванд чокнинг тури	$\varphi$	
	чок узунлигининг 100% текширилганда	чок узунлигининг 10-50% текширилганда
1. Учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш.	1,0	0,9
2. Учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама, қўлда пайвандлаш.	1,09	0,95
3. Учма-уч ва таврли бирикмаларни бир томонлама пайвандлаш.	0,9	0,8
4. Устма-уст ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш.	0,8	0,75

Қурилмаларни ҳисоблаш даврида ҳисобланган девор қалинлигига қўшимча қалинлик ( $C$ ) ни ҳам инobatга олиш керак. Элемент деворининг ижроия қалинлиги ушбу формула орқали ҳисобланади:

$$s \geq s_1 + C \quad (4.2)$$

бу ерда

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (4.3)$$

$C_2$  - манфий температура туфайли ҳосил бўладиган ўзгаришларни компенсация қилади;  $C_3$  - қурилма элементини ясаш пайтидаги ўлчамнинг камайишини ҳисобга олади.  $C_2$  ва  $C_3$  технолог ва лойиҳачилар томонидан аввалдан ҳисобга олинади. Шунинг учун энг муҳим  $C_1$  ни ҳисобга олиш, чунки у қурилма элементларининг коррозия ва эрозиясини ҳисобга олиб, компенсация қилади.

Шундай қилиб, (4.3) формула қуйидаги кўринишда ёзилиши мумкин:

$$C = C_1 = \Pi \cdot T_k \quad (4.4)$$

бу ерда  $\Pi$  - коррозия ёки эрозия тезлиги;  $T_k$  - қурилманинг ишлаш муддати.

Устида ҳимоя қопламаси бор элементлар учун  $C = 0$ . Агарда, иккала муҳит ҳам коррозион фаол бўлса, кўшимча  $C_1$  нинг қиймати 2 га кўпайтирилади.

## 4.2. ОБЕЧАЙКА ДЕВОРИНИНГ ҚАЛИНЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

Кимёвий қурилмаларнинг энг асосий элементларидан бири обечайка-дир [6,7,8,36,40]. Обечайка қалинлигининг ҳисоби ГОСТ 14249-80 га биноан олиб борилади [77].

Рангли металл ва қотишмалардан тайёрланадиган қурилмаларнинг ички диаметри қуйидаги қатордан танланиши керак: 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000, 3200, 3400, 3600, 3800, 4000 мм [78].

Пўлат трубалардан тайёрланадиган қурилмаларнинг ташқи диаметри эса ушбу қатордан танланади: 133, 159, 168, 219, 273, 325, 377, 426, 480, 530, 630, 720, 820, 920, 1020, 1120, 1220, 1320, 1420 мм.

Ички босим остидаги обечайка мустаҳкамлиги қуйидаги формулада ҳисобланади:

$$s = \frac{p_x \cdot D_{и}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p_x} + C + C_1 \quad (4.5)$$

бу ерда  $s$  - обечайка девори қалинлиги, м;  $p_x$  - ҳисобланган босим, МПа;  $D_{и}$  - қурилманинг ички диаметри, м;  $\varphi$  - пайванд чокининг мустаҳкамлик коэффиценти;  $C$  - емирилишни ҳисобга олувчи қалинлик, м;  $C_1$  - кўшимча қалинлик, м.

Рухсат этиладиган босим

$$p_{рз} = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] \cdot (s - C)}{D - s + C} \quad (4.6)$$

(4.5) ва (4.6) формулалар қуйидаги

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

шарт бажарилганда қўлланилади.

Ташқи босим остида ишлаётган қурилма деворининг қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s = \frac{1,06 \cdot D}{100} \sqrt[3]{\frac{p_x}{10^{-6} \cdot E} + C + C_1} \quad (4.7)$$

Рухсат этиладиган босим эса,

$$[p] = 0,85 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot \left[ \frac{100 \cdot (s-C)}{D} \right]^2 \quad (4.8)$$

бу ерда  $E$  - буйлама эластиклик модули (4-2 жадват).  
(4.8) формулани қуйидаги шартлар

$$\frac{s-C}{D} \leq 0,95 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_l}{E}} \quad (4.9)$$

бажарилганда қўллаш мумкин.

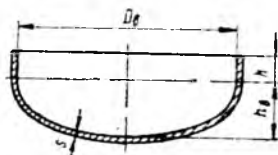
### 4.3. ДНИШЕ ДЕВОРИНИНГ КАЛИНЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

Эллиптик днишелар (4.1a-расм) деворининг қалинлигини ушбу формуладан топиш мумкин:

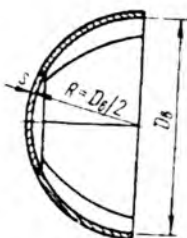
$$s = \frac{p_x \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - 0,5 \cdot p_x} + C + C_l \quad (4.10)$$

бу ерда  $R = D^2/(4H)$  - днише учидаги эгрилик радиуси (стандарт днишелар учун  $H = 0,25 \cdot D$  бўлганда,  $R = D_{нч}$ ).  
Рухсат этилган босим миқдорини эса,

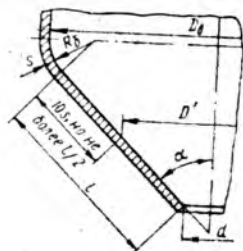
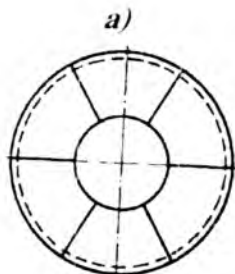
$$p_{p\sigma} = \frac{2 \cdot (s_l - C) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{R + 0,5 \cdot (s_l - C)} \quad (4.11)$$



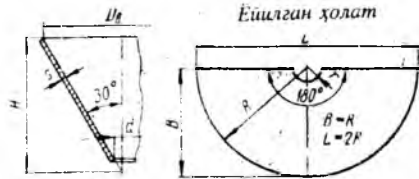
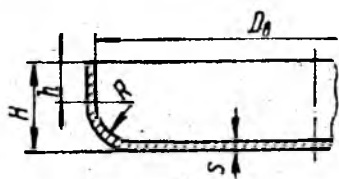
Пайванд чокининг жойлаштириш усуллари



б)

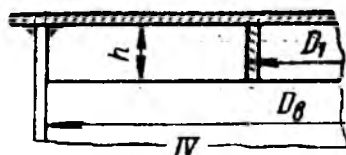
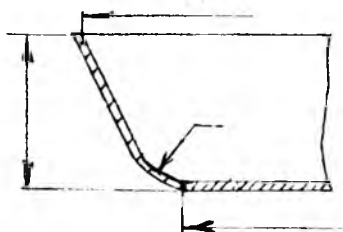


в)



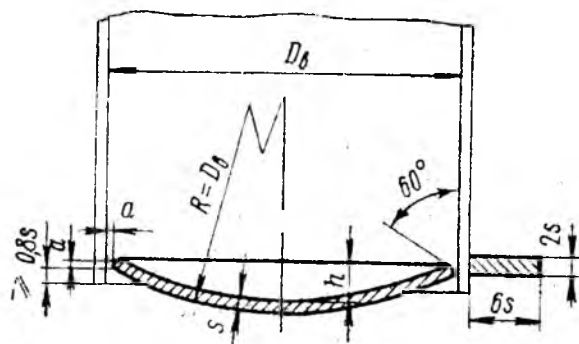
г)

д)



е)

ж)



з)

#### 4.1-расм. Қурилма днишеларининг турлари.

а - эллиптик, чети букланган; б - ярим сфералик, чети букланган; в - конуссимон, чети букланган; г - ясси, чети букланган; д - конуссимон, чети букланмаган; е - конуссимон, чети букланмаган, ясси диск билан; ж - ясси, чети букланмаган; сферик, чети букланмаган.

(4.10) ва (4.11) формулалар  $(s_1 - C)/D_{нч} \leq 0,1$  ва  $H \geq 0,2 D_{нч}$  шартлар бажарилганда қўлланилади.

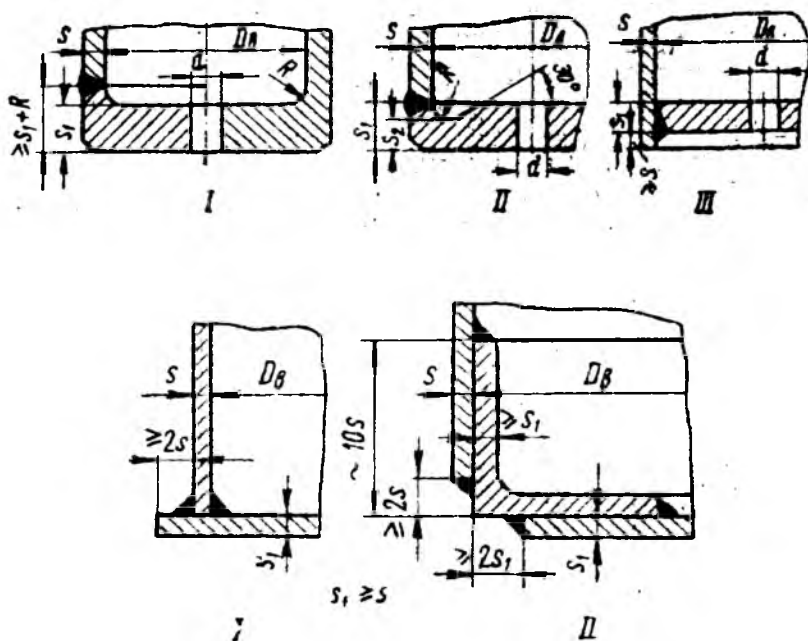
Яхлит, бир бутун материалдан ясалган днишелар учун коэффициент  $\varphi = 1$ . Бунда днише деворининг қалинлиги обечайканикидан кам бўлмаган миқдорда қабул қилинади.



Ички босим остида ишлайдиган қурилмаларнинг текис, думалок қопқоқ ва днишеларининг қалинлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$s_1 = \frac{K}{K_0} \cdot D_{ii} \cdot \sqrt{\frac{P_{222}}{[\sigma]} + C + C_1} \quad (4.12)$$

бу ерда  $K$  - қопқоқнинг конструкциясига боғлиқ бўлган коэффициент [30,31,60,77,88,93,96].  $d/D \leq 0,35$  бўлса,  $K=1-0,43 d/D$ ,  $K_0$  - ўртасида тешиги бор днише мустаҳкамлигининг камайиш коэффициенти,  $0,35 \leq d/D \leq 0,75$  бўлса,  $K_0 = 0,85$ . Агарда конструктив жиҳатдан днише ёки қопқоқ обечайкага пайвандланса,  $K=0,4$ . Текис, думалок днишелар конструкциялари 4.2 расмда келтирилган.



4.2-расм. Текис, думалок днишеларнинг асосий турлари.

$R \geq s/3$ , лекин 5 мм дан кам эмас;  $s_2 \geq 2/3 s$ ,  
лекин  $s$  дан кам эмас;  $d \leq 0,6 D_b$ .

Ички босимда ва чўққисининг бурчаги  $2\alpha \leq 140^\circ$  ли конуссимон днишелар ҳисоби қуйидагича бўлади:

$$l_u = 0.5 \cdot \sqrt{D_u \cdot (s_l - C)}$$

масофадаги цилиндрик қисми учун деворнинг қалинлиги,

$$s_l = \frac{p_x \cdot D_u \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma] + C + C_l} \quad (4.13)$$

формуладан топилади. Бу ерда  $y$  - днише шаклининг коэффициенти.  $\alpha = 10^\circ \div 70^\circ$  ва  $r/D = 0.01 \div 0.5$  гача ўзгарганда, шакл коэффициенти  $y = 1.1 \div 9.4$  га тенг бўлади.

$$l_{кон} = 0.5 \cdot \sqrt{D_u \cdot (s_l - C) \cdot \cos \alpha}$$

масофадаги конусли қисми учун деворнинг қалинлиги

$$s_l = \frac{p_x}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p_x} \cdot \frac{D_u}{\cos \alpha} + C + C_l \quad (4.14)$$

(4.13) ва (4.14) формулалардан топишган  $s_l$  ларнинг энг катта қиймати танланади. Лекин, танланган  $s_l$  нинг сон қиймати, обечайка девори қалинлигидан кам бўлмаслиги керак.

Кимёвий қурилмаларнинг яна бирасосий қисми - днишедир. Одатда уни обечайка материали билан бир хил материалдан тайёрланади ва пайвандланади. Днишелар шакли эллиптик, сферик, конусли ва текис бўлади. Цилиндрсимон қурилмалар учун днишенинг энг рационал, оптимал шакли бу эллиптик шаклдир.

Диаметри ( $D \geq 4000$  мм) катта бўлган қурилмаларда сферик, ярим шар днишелар қўллаш тавсия этилади [78,93,96].

Атмосфера босимида ишлайдиган вертикал ва горизонтал қурилмалар, ҳамда босими 0,07 МПа ва температураси  $+200^\circ\text{C}$  гача бўлган ҳолларда чети букланмаган, сферик днишелар ишлатиш мумкин.

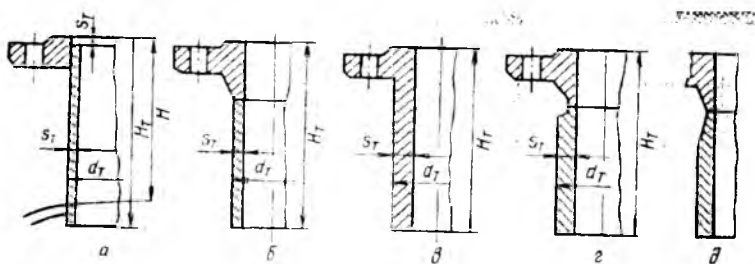
Кичик босим (0,07 МПа гача) ва қурилмаларнинг диаметри 400 мм гача бўлган ҳолларда текис днишелар қўлланилади [76].

Эллиптик ва текис шаклдаги днишелар қўлланилиши ман этилган ҳолларда конусли днишелар ишлатилади.

#### 4.4. ФЛАНЕЦ ВА ШТУЦЕРЛАР

Курилмаларни труба қувурларига улаш кириш труба ва штуцерлари орқали амалга оширилади [30,31,36,49-51,54,56,57,59]. Штуцерларни бирлаштириш ажратувчан (резьбали, фланецли, сальникли) ва ажралмас (пайвандланган, елимланган) бўлиши мумкин. Энг кенг тарқалган тури ажратувчан фланецли штуцерлар бирикматаридир.

Фланецли штуцерлар учун мустақкамлик ҳисоблари ўтказилмайди, чунки улар танланади. Штуцерларнинг тури шартли (номинал) босим ва муҳит температурасига боғлиқ бўлади. Шартли диаметри 20 дан 500 мм гача, босими 16,0 МПа ва температура -70 дан +600°C гача бўлган ораликда штуцерлар стандартлаштирилган [88,91,92]. Пайвандланган фланецли штуцерлар конструкциялари 4.3-расмда берилган.



#### 4.3-расм. Пайвандланган фланецли штуцерларнинг конструкциялари.

- а - пайвандланган текис фланец ва юпка деворли патрубкка;
- б - учма-уч пайвандланган фланец ва юпка деворлик патрубкка;
- в - қалин деворли, болғалаш усулида ясалган фланец;
- г - учма-уч пайвандланган фланец ва қалин деворли патрубкка;
- д - қалин деворли штуцер конструкциясининг варианты.

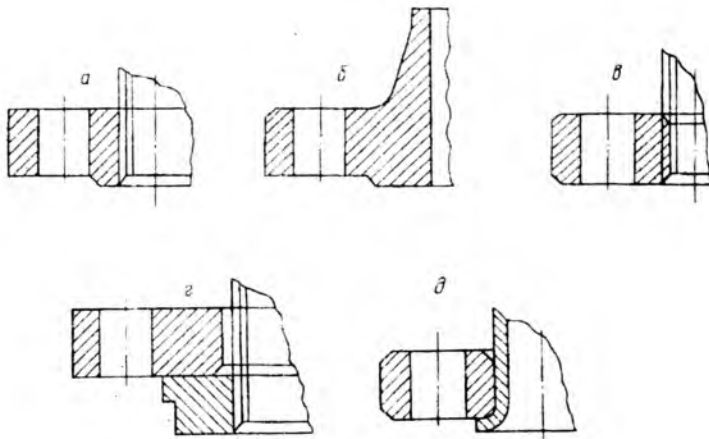
Ишлатилишига қараб фланецли бирикмалар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

- а) трубалар ва труба арматураси учун;
- б) курилмалар учун.

Фланецли бирикмалар 2 та симметрик фойлашган фланецдан, кистирма ва маҳкамловчи элемент (болт ёки шпилька, шайба, гайка) лардан ташкил топган бўлади.

Труба ёки патрубккага фланецлар маҳкамланишига қараб қуйидагича бўлади (4.4-расм).

- а) текис пайвандланган;
- б) учма-уч пайвандланган;
- в) резьбали;
- г) пайвандланган ҳатқада эркин айланувчи;
- д) учи қайирилган патрубккада эркин айланувчи.

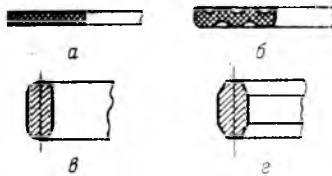


**4.4-расм. Фланецлар конструкциялари.**

а - ясси пайвандланган; б - учма-уч пайвандланган; в - резьбали; г - пайвандланган халқада эркин айланувчи; д - учи қайирилган патрубқада эркин айланувчи.

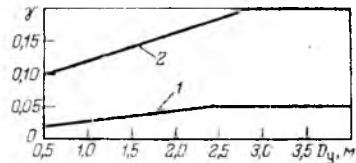
Агарда, босим  $p \leq 4,0 \text{ МПа}$  ва  $t \leq 300^\circ\text{C}$  бўлса, фланецли бирикмаларни бирлаштириш учун болт ишлатилса,  $p > 4,0 \text{ МПа}$  ва  $t > 300^\circ\text{C}$  да эса - шпилька.

Фланецли бирикмаларни зичлаш учун металмас, асбометалл, металл ва комбинация натижасида ҳосил бўлган қистирмалар қўлланилади (4.5-расм) [36,37.67].



**4.5-расм. Фланецли бирикма қистирмаларининг конструкциялари.**

а - текис; б - гофриланган; в - эллипс кундалик кесими; г - саккиз бурчак шаклидаги кундалик кесими.



**4.6-расм.  $\gamma$  коэффициентни аниқлаш диаграммаси.**

1 - текис фланец; 2 - пайвандланган, бурчакли фланец.

Қистирмалар турлари, материаллари ва қўлаш бўйича тавсиялар 4-4 жадвалда келтирилган.

## Кистирмаларни танлаш

<b>Қистирма конструкцияси</b>	<b>Материал</b>	<b><math>\rho</math>, МПа</b>	<b><math>t</math>, °С</b>
Текис, металмас	резина	0,6	-30 ÷ 100
	асбест	1,6	500 гача
	паронит	2,5	-200 ÷ 400
	фторопласт	боғлиқ эмас	-200 ÷ 250
Текис, металл («шип-паз» типидаги зичлаш учун)	алюминий латунъ пулат	2,5	-200 ÷ 300
Текис ёки гоффриланган	асбест, алюминий, мис, латунъ, пулатлардан ясалган қобиғла	6,4	-200 ÷ 550
Саккиз бурчакли ёки эллипс кўндаланг кесимли	пулат	6,4	-200 ÷ 550

Фланецли бирикмаларнинг болт ва кистирмаларини ҳисоблаш фланец ва болтнинг температураларини аниқлашдан бошланади.

$$\text{фланецники} \quad t_{\phi} = t_p \quad (4.15)$$

$$\text{болтники} \quad t_{\bar{\sigma}} = 0,95 \cdot t_{\phi}$$

Сўнг, бирикмага таъсир қилаётган юклама топилади. Ички ортиқча босимдан  $P_{p,u}$  тушаётган юклама ушбу формуладан аниқланади:

$$Q_t = 0,789 \cdot D_{yDk}^3 \cdot P_{p,u} \quad (4.16)$$

бу ерда  $D_{yDk}$  - кистирманинг ўртача диаметри.

Болт ва фланецнинг температуралари фарқидан ҳосил бўладиган кучланиш:

$$Q_t = \gamma \cdot n \cdot f_{\bar{\sigma}} \cdot E_{\bar{\sigma}} \cdot t_{\phi} \cdot (\alpha_{\phi}^t - 0,95 \cdot \alpha_{\bar{\sigma}}^t) \quad (4.17)$$

бу ерда  $\gamma$  - коэффициент, 4.6-расмда берилган диаграммадан топилади;  $n$  - болтлар сони;  $f_6 \approx 0,95 \cdot d_6^2$  - болт кўндаланг кесимининг юзаси;  $d_6$  - болтнинг ташқи диаметри;  $E_6$  - ишчи температурадаги болт материалининг эластиклик модули;  $\alpha_\phi$ ,  $\alpha_\sigma'$  - фланец ва болт материалларининг чизикли кенгайиш коэффициентли.

Болт ўқидаги кучланиш  $P_6$  куйидаги 3 та микдордан энг каттаси қабул қилинади:

$$p_{61} = \pi \cdot D_{yDK} \cdot b_k \cdot q; \quad p_{62} = \xi \cdot (\alpha_1 \cdot Q_d + R_{II}); \quad p_{63} = Q_d + R_{II} + Q_t$$

бу ерда  $P_{61}$ ,  $P_{62}$ ,  $P_{63}$  - кистирмани дастлабки сиқиш, монтаж пайтида болтларни тортиш ва ишлатиш пайтида болтга таъсир этувчи энг катта кучланишлар;  $b_k$  - кистирманиннг эффектив эни ( $b \leq 0,015$  м бўлса,  $b_k = b$ ;  $b > 0,015$  м бўлса,  $b_k = 0,12 \cdot b^{0,5}$ );  $b$  - кистирманиннг эни;  $q$  - кистирмага таъсир этувчи солиштирма юклама (4-5 жадвал).

$$\xi = \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} - \text{монтаж пайтидаги ва ҳисобланган температуралардаги}$$

фланец ёки болт материалларининг рухсат этилган кучланишларининг нисбати;  $\alpha_1$  - фланец бирикмасининг қаттиқлик коэффициентли; ( $\alpha_1 = 1$  - резина кистирмали бирикмалари учун;  $\alpha_1 = 1,3$  - қолган кистирмалар учун);  $R_{II}$  - бирикмани герметик ҳолга келтириш учун зарур сиқиш кучи.

$$R_{II} = 2 \cdot \pi \cdot D_{yDK} \cdot b_k \cdot m \cdot p_{p.u} \quad (4.18)$$

бу ерда  $m$  - кистирма материали ва конструкциясига боғлиқ коэффициент (4-5 жадвал);  $P_{p.u}$  - ҳисобланган ички босим.

Сўнгра, болтнинг мустаҳкамлиги ушбу шартдан текширилади:

$$\sigma = \frac{1,3 \cdot P_6}{n \cdot f_6} \leq [\sigma]_6 \quad (4.19)$$

бу ерда  $[\sigma]_6$  - максимал  $P_6$  юклама таъсир қилаётган температурада болт материали учун рухсат этилган кучланиш.

Металмас кистирмаларнинг мустаҳкамлиги эса, ушбу формула ёрдамида текширилади:

$$q_p = \frac{P_0 2}{\pi \cdot D_{y.p.k} \cdot b_k} \leq [q] \quad (4.20)$$

бу ерда  $q_p$  - монтаж пайтида қистирмага таъсир этаётган босим;  $[q]$  - қистирмага рухсат этилган солиштирма юклама (4-5 жадвал).

**Фланец бирикмаларни ҳисоблаш.** Пайвандланган фланец қалинлигини ушбу формуладан ҳисоблаб топса бўлади:

$$\delta = a \cdot \sqrt{\frac{P_1 \cdot (v_0 - v_1)}{\sigma_{p2} \cdot (b - d) \cdot d}} + 0,012$$

бу ерда  $v_0$  - болтлар жойлашгн айлана радиуси, м;  $v_1$  - қобигнинг ички радиуси, м;  $b$  ва  $d$  - болтларнинг қадами ва диаметри, м;  $\sigma_{p2}$  - эгилиш учун рухсат этилган кучланиш, МПа ( мустаҳкамлик захираси одатда 5 - 7 га тенг ); эгилиш кучланиши таъсир қилмайдиган фланецлар учун  $a = 0,43$  ;  $a = 0,6$  - эгилиш кучланиш таъсиридаги фланецлар учун;  $P_1 = \pi \cdot d^2 \cdot p / 4 \cdot z$  - битта болтга тушадиган куч, МН;  $p$  - қобиг ичидаги босим, МПа;  $z$  - болтлар сони.

Фланецларни танлашда ГОСТ бўйича 5 та температура (120, 300, 400, 425 ва 450°C), 9 та босим (2, 5, 6, 10, 16, 25, 40, 64 ва 1000 кг·к/см<sup>2</sup>) ва 43 та шартли ўтиш диаметрлар (15 - 2400 мм) босқичлари бор [42,49-51,54,56,57,59,74,94,95].

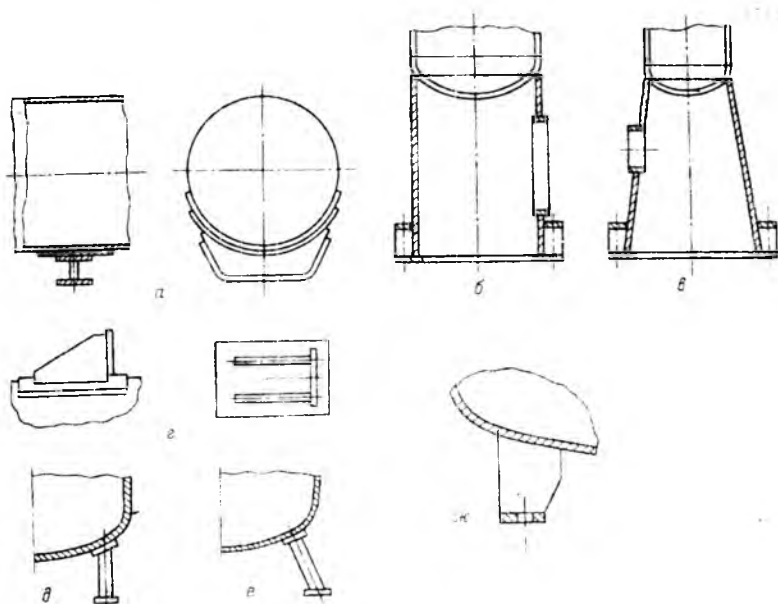
4-5 жадвал

Турли қистирмалар учун  $m$ ,  $q$ ,  $[q]$  ларнинг қийматлари

Пара-метр	Текис, металлмас қистирма				Текис, металл қистирма			Асбест қобигли ясси қистирма				Эллипс ёки саккиз бурчак шакли қистирма
	резина	картон	парорнит	фторопласт	алюминий	лагуль	пулат	алюминий	мис	лагуль	пулат	
$m$	0,5÷1,0	2,5	2,5	2,5	4,0	7,75	5,5÷6,5	3,25	3,5	3,5	3,75	5,5 ÷ 6,5
$q$ , МПа	2,0÷4,0	20	20	10	60	90	125÷180	38	46	46	53÷63	125 ÷ 180
$[q]$ , МПа	18 ÷ 20	130	130	10	-	-	-	-	-	-	-	-

## 4.5. ҚУРИЛМАЛАРНИНГ ТАЯНЧЛАРИ

Кимё саноатининг қурилматари бетон пойдеворларга одатда таянчлари ёрдамида ўрнатилади [10,30,31,36,69,70,79-83,88,98]. Горизонтал ҳолатда ишлатиладиган қурилмалар ҳар доим эгарсимон таянчларга ўрнатилади (4.7-расм).



4.7 - расм. Қурилма таянчларининг турлари.

а) эгарсимон; б) цилиндрсимон, юбкали; в) конуссимон, юбкали; г) гаянч лапалар; д) думалок кундаланг кесимли, вертикал таянч; е) думалок кундаланг кесимли, осма гаянч; ж) думалок бўлмаган кундаланг кесимли, вертикал таянч

$H/D \geq 5$  нисбатга эга вертикал қурилмалар очик майдонларда жойлаштирилади ва цилиндрсимон ёки конусли таянчларга ўрнатилади.

Конусли таянчлар кўпинча колоннали қурилмалар учун ишлатилади. Осма таянчли (4.7г-расм) қурилмалар махсус металл конструкцияларда ўрнатилади. Агарда қурилма биринчи ёки унда юқори этаж хоналарида жойлаштрилса, унда  $H/D < 5$  бўлганда гаянч устунлар қўлланилади. Таянч устунлар вертикал (4.7д - расм) ёки оғма (4.5е - расм), думалок (4.7д,е - расм) ёки думалок бўлмаган (4.7ж -расм) кундаланг кесимли бўлиши мумкин.

Таянчлар сони қурилманинг конструктив тузилишига боғлиқ; лапалар сони 2 тадан, устунларини сони эса - 3 тадан кам бўлмаслиги керак.



#### 4.6. КОЖУХ ТРУБАЛИ ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ КУРИЛМАЛАРНИНГ АСОСИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Кожух-трубали иссиқлик алмашилиш курилмаларнинг асосий элементларига труба тўр пардаси, труба ва кожухлар кирди [1-4,52,53].

Тўр пардалар тўсиқ вазифасини бажарувчи элементлар бўлиб, уларни қўллашдан мақсад труба каналларини трубалараро бўшлиқдан ажратишдир.

Кожухлар бир-бирига учма-уч пайвандланган цилиндрик обечайкалардан иборат бўлиб, трубалараро бўшлиқни атроф-мухитдан чегаралаб туради [29,30,36].

Трубалар учи тўр пардаларга развальцовка, пайвандлаш, кавшарлаш ёки пайвандлаб развальцовка қилиш усулларида маҳкамланади.

Кимё-технологиясида иссиқлик алмашилиш курилмаларида трубалар тўр пардага уч хил усул билан жойлаштирилиши мумкин: а) тўғри олтибурчак кирралари бўйлаб; б) концентрик айланалар бўйлаб; в) квадрат томонлари бўйлаб.

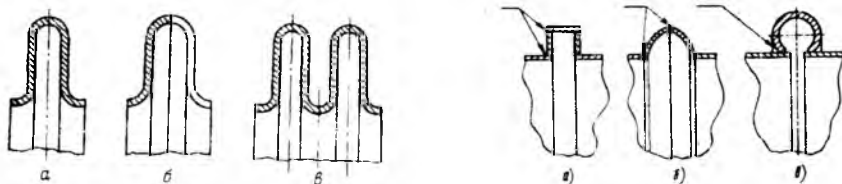
Трубалар жойлаштирилишининг минимал қадами  $t$  трубанинг ташқи диаметри  $d_{\text{таш}}$  га боғлиқлиги 4-6 жадвалда келтирилган.

4-6 жадвал

Трубаларни тўр пардада жойлаштириш қадамлари

$d_{\text{таш}}$ , мм	$\leq 14$	14 - 20	20 - 30	$> 30$
$t$	$1,4 \cdot d_{\text{таш}}$	$1,35 \cdot d_{\text{таш}}$	$1,3 \cdot d_{\text{таш}}$	$1,25 \cdot d_{\text{таш}}$

Қўзғалмас тўр пардали иссиқлик алмашилиш курилмаларида температура таъсирида трубалар ва қобик ҳар хил узаяди. Шунинг учун бундай курилмалар трубалар ва қобик ўртасидаги температуралар фарқи катта бўлмаганда трубаларнинг ҳар хил узайишини йўқотиш учун линзали компенсаторлар ишлатилади (4.8-расм). Уларни курилмадаги босим  $P_{\text{ин}} = 2,5 \text{ МПа}$ , температуралар  $-70$  дан  $700^{\circ}\text{C}$  гача ўзгарганда ва температура таъсирида деформация 10 - 15 атм бўлганда қўллаш мумкин.



4.8-расм. Линзали компенсаторлар схемаси.

а - линза; б - ярим линзали; в - қўп линзали элемент;  
г - трапецидал; д - ярим сферик элементли; е - тороидал.

Линзали компенсаторларни ҳисоблашда аввал трубалар ва қобикнинг температура таъсирида чизиқли узайишларининг фарқи аниқланади:

$$\Delta_{\kappa} = [\alpha_{\kappa} \cdot (t_{\kappa} - t_0) - \alpha_{mp} \cdot (t_{mp} - t_0)] \cdot l \cdot \Delta t \quad (4.21)$$

бу ерда  $\alpha_{\kappa}$ ,  $\alpha_{mp}$  - қобик ва труба материалларининг чизикли узайиш коэффициентлари;  $t_{\kappa}$ ,  $t_{mp}$  - қобик ва труба деворларининг ўртача температураси;  $t_0$  - қурилмани йиғиш пайтидаги температура ( $20^{\circ}\text{C}$ );  $l$  - труба түр пардалари орасидаги масофа;  $t$  - қобик ва трубалар орасидаги ўрта температуралар фарқи. Уни қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta t = 0,5 \cdot \left[ \left| t_{\text{I}}^1 - t_{\text{I}}^2 \right| - \left| t_{\text{I раб}}^1 - t_{\text{I раб}}^2 \right| \right] \quad (4.22)$$

бу ерда  $t_{\text{I}}$ ,  $t_{\text{II}}$  - труба ичидаги ва трубалараро бўшлиқдаги суюқликлар температураси; 1 ва 2 индекслар муҳитларни қурилмага кириш ва чиқиш шароитларини билдиради.

Линзали компенсаторлар сони ушбу тенгламадан топилади:

$$z_{\text{L}} = \frac{\Delta_{\kappa}}{\Delta_{\text{L}}} \quad (4.23)$$

бу ерда  $\Delta_{\text{L}}$  - битта линзанинг температуралар таъсирида қобик ва труба узайишини йўқотиш қобилияти 4-7 жадвалдан танланади. Ҳисобланган  $z_{\text{L}}$  қиймати бутун сонгача яхлитланади.

4-7 жадвал

Линзали компенсаторларнинг битта линзасининг  
компенсация қилиш қобилияти

Босим $p, \text{ МПа}$	Қобикнинг шартли диаметри	Қуйидаги келтирилган соат мобайнида ишлатишда, $\pm \Delta, \text{ мм.}$					
		300	600	1000	2000	5000	10000
0,25	400÷450	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0
	500÷5000	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0
0,60	400÷450	7,0	6,5	6,0	5,0	4,0	3,2
	500÷3600	8,0	7,5	7,0	6,0	4,5	3,8
1,00	1600÷3000	4,0	3,5	3,3	2,8	2,3	1,8
	400÷1400	3,5	3,3	2,9	2,4	1,9	1,5
1,60	1600÷2200	3,0	2,8	2,6	2,2	1,7	1,4
2,50	400÷800	2,5	2,2	1,9	1,6	1,2	1,0

Ҳаракатчан қапқоқчали ва U-симон трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида ишлатиладиган қўзғалмас қилиб маҳкамланган тўр пардалар баландлигини ушбу формуладан топиш мумкин:

$$h = k \cdot D \cdot \sqrt{\frac{p}{[\sigma]_3 \cdot \varphi}} + C \quad (4.24)$$

бу ерда  $k = 0,43$ ;  $[\sigma]_3$  - тўр парда материалининг эгилишга рухсат этилган кучланиши;  $\varphi$  - тўр пардага тешиқлар қилиниши натижасида мустаҳкамлигининг камайиши; C - коррозия ва эрозияни ҳисобга олувчи қўшимча қатинлик.

Қурилма қобиғи цилиндрик обечайкасининг ўртача диаметри қуйидаги формуладан аниқланади:

$$D = \frac{D_m + D_u}{2} \quad (4.25)$$

### **Қопқоқ бўшлиғидаги тўсиқлар.**

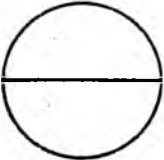
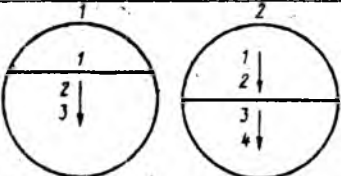
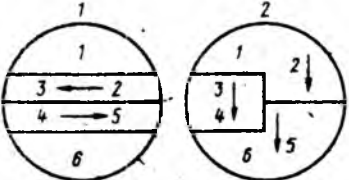
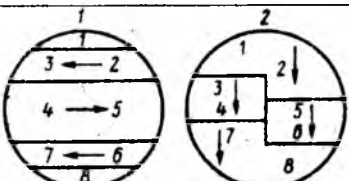
Трубалар ичида ҳаракат қилаётган суюқликларнинг тезлигини ошириш учун иссиқлик алмашиниш қурилмасининг қопқоқлар бўшлиғида тўсиқлар ўрнатилади. Бунинг натижасида суюқлик оқими учун йўллар сони - иссиқлик алмашиниш юзалари, орғади (4-8 жадвал).

Икки йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг қўзғалмас тўр парда томонидаги қопқоқда битта тўсиқ ўрнатилади. Натижада, трубалар сонининг ярмида суюқлик оқими бир томонга қараб ҳаракат қилади. Трубалар ичидан оқиб ўтгач, иккинчи қопқоқ бўшлиғида бурилади ва қолган иккинчи ярим трубалар ичидан қарама-қарши томонга яъни тўсиқли қопқоқдаги чиқиш патрубкисига йўналади. Қопқоқдаги тўсиқлар сонини ўзгартириш орқали иссиқлик ташувчи муҳитлар учун керакли йўллар сонини олиш мумкин.

Тўсиқларнинг қатинлиги қопқоқ диаметрига боғлиқ. Кам легирланган ва углеродли пўлатлардан тайёрланган тўсиқларнинг қатинлиги 9÷16 мм, мис ва никель қотишмалардан ясалганлари учун 6÷13 мм.

Қопқоқ ва тўсиқларнинг материали ҳар доим бир хил бўлиши зарур: ВСт, Ст3, Ст20 пўлат (ГОСТ 16523-70), 3Сп (ГОСТ 82-70), 16ГС, 20К (ГОСТ 5520-79), 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т (ГОСТ 5582-75), қуйма бронза (ГОСТ 493-72), кул ранг чўян (ГОСТ 1412-85) каби маркали материаллардан ясалади. Кўпинча тўсиқлар қопқоқларга пайвандланади ёки қопқоқ билан бир бутун қилиб қуйилади.

Днише ичидаги тўсиқларни жойлаштириш  
схемаси

Тўсиқлар	Схема	Иўллар сони
Биринчи днишеда битта, иккинчисида эса бўлмайд		2
Хар бир днишеда биттадан бўлади.		4
Биринчи днишеда 3 та, иккинчисида эса 4 та бўлади.		6
Биринчи днишеда 4 та, иккинчисида эса 5 та бўлади.		8

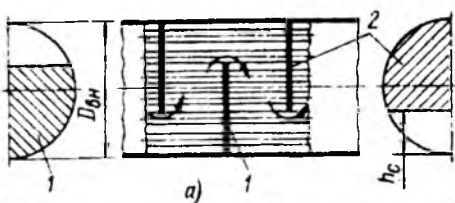
**Трубалараро бўшлиқдаги тўсиқлар.**

Маълумки, иссиқлик алмашиниш қурилмаларида биринчи муҳит трубалар ичида ҳаракат қилса, иккинчиси – трубалараро бўшлиқда. Агарда, трубалар пакети кўндаланг иситувчи (ёки совитувчи) агент оқими билан ювилиб турилса, бўйлама ювилганга қараганда, иссиқлик бериш анча интенсив бўлади [52,53,58,61-66].

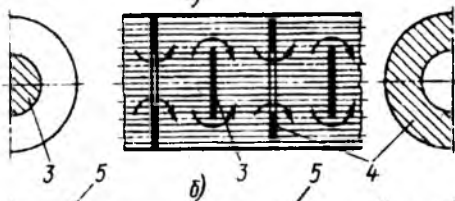
Трубалар пакетининг эгилиши ва тебранишини, ҳамда трубалараро бўшлиқдаги трубаларнинг кўндаланг оқим билан ювилиб туришини ташкил этиш мақсадида ва кожух ичида суюқлик ҳаракатининг тезликлари юқори бўлиши учун кўндаланг тўсиқлар ўрнатилади.

Кимё машинасозлигида энг кўп қўлланиладиган бир томонли 1 ва 2 сегмент тўсиқлар (4.9а-расм), диск-ҳалқа типидagi 3 ва 4 тўсиқлар (4.9б-расм) ва икки томонли 5 ва 6 сегмент тўсиқлардир (4.9в-расм). Ундан ташқари труба пакетини ёпувчи, уч томонлама жойлаштириладиган ва бошқа турдаги сегмент тўсиқлар ишлатилади.

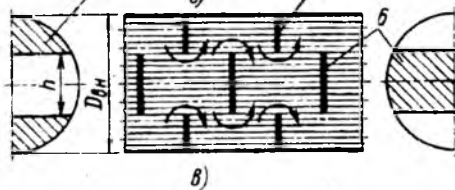
а) сегментли



б) диск-халқали



в) икки томонлама сегментли



4.9-расм. Кожух трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида қўлланиладиган қўндаланг тўсиқлар турлари.

Босим йўқотилиши  $\Delta p$  ни камайтириш мақсадида икки томонлама ва уч томонлама жойлаштириладиган сегмент тўсиқлар қўлланилади. Бу икки турдаги тўсиқлар  $\Delta p$  йўқотилишини  $60 \div 100 \%$  га пасайтириш имконини беради.

Тўсиқдан кесиб олинган қисми орқали суюқлик бир бўлимдан иккинчисига оқиб ўтади. Унинг баландлиги  $h$  нинг кожух диаметри  $D_{ин}$  га нисбати одатда қуйидаги сон қийматларга тенг:

бир томонлама сегмент тўсиқ учун  $h/D_{ин} = 0,15 \div 0,4$

икки томонлама сегмент тўсиқ учун  $h/D_{ин} = 0,2 \div 0,3$

Қўндаланг тўсиқлар бир қаватли ёки бир неча перфорация қилинган листлардан йиғилган бўлиши мумкин. Битта листнинг қалинлиги  $\delta = 1,5 \div 2$  мм бўлади.

Қуйидаги жадвалда тўсиқлар умумий қалинлиги  $\Sigma\delta$  нинг кожух диаметри  $D_{ин}$  ва трубалар узунлиги  $L$  га боғлиқлиги келтирилган.

Кожухнинг ички диаметри $D_{ин}$ , мм	<325	<355	<355 (>1550)	>1550
Трубанинг узунлиги $L$ , мм таянчсиз	<610	610÷1524	>1524 (<610)	>1524
Тўсиқларнинг қалинлиги $\Sigma\delta$ , мм умумий	3÷4	4÷9	9÷10	19÷20

## 5 боб. КУРС ЛОЙИХАНИ ГРАФИК БЕЗАШ

### 5.1. УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР ВА ТАЛАБЛАР

Технологик схема ва қурилманинг умумий тасвири А1 форматли (841x594 мм) чизмачилик varaги (Ватман) га чизилади. Зарур бўлган ҳолларда қуйидаги форматлардаги чизма варақлари ҳам қўлланилса бўлади:

Форматнинг белгиланиши	A0	A1	A2	A3	A4
Формат ўлчамлари, мм	341x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

Чизмадаги тасвирлар масштаблари ГОСТ 2302-68 га биноан қуйидаги қатордан танланади:

1:1; 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:10; 1:15; 1:20;  
1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100;

Ушбу стандартда катталаштириш масштаблари ҳам келтирилган: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1.

ГОСТ 2.104-68 га биноан асосий ёзув бурчак штампда кўрсатилади. Бурчак штамп эса, чизманинг пастки ўнг бурчагига жойлаштирилади ва у қуйидаги шаклда бажарилади:

				Лит	Масса	Масш.
Ушб. лист	№ Хужжат	Имзо	Сана			
Яратув.						
Текиш.						
Т. назар				Лист	Листлар	
Рахбар						
Нор.конт						
Тасдиқ.						

5.1-расм. Бурчак штамп.

Ундан ташқари, чизманинг юқори қисмида 70x14 мм ли қўшимча булим (графа) чизилади ва унга асосий езувдаги чизманинг рақамлари қайд этилади.

Бурчак штамп тўлдирилганда, унинг булимларига қуйидаги езувлар бўлиши шарт (5.1-расм):

- "яратув." - курс лойихани бажарган талаба фамилияси, исми, шарифи, унинг имзоси ва сана;

- б) "Текшир." - рахбарнинг фамилияси, исми, шарифи, имзоси ва сана;
- в) "Т.назор." - техник назорат;
- г) "Рахбар" - татабанинг рахбари;
- д) "Н.назор." - норма назорати;
- е) "Тасдик." - тасдиқлайман;
- ж) Бурчак штампининг юқориги бўлинмасида қурилманинг белгиланиши кўрсатилади;
- з) Бурчак штампининг ўрта бўлинмасида қурилманинг ёки буюмнинг қисқача номи ёзилади;
- и) Бурчак штампининг пастки бўлинмасида институт ёки университетнинг қисқартирилган номи ва татаба гуруҳи ёзилади;
- к) "Масштаб" - деган бўлинмада чизманинг асосий проекциясининг масштаби кўрсатилади.

## 5.2. ТЕХНОЛОГИК СХЕМАЛАР

Курс лойиҳа бажарилганда жараённинг технологик схемаси ҳам чизилади. Бу схемада асосий қурилма ва ускуналар, технологик бирикмалар орасидаги боғланиш воситалари (труба қувурлари), ҳамда мустақил функционал элементлар (насослар, арматуралар ва х.) тасвирланган бўлиши керак (илова 25-29) [86-91].

Технологик схемада қуйидагилар бўлиши шарт: қурилмаларнинг соддалаштирилган график тасвири ва ўзаро технологик боғланишлари; шартли график, белгиланиш жадваллари, жараён параметрларини ўлчаш ва назорат қилиш нуқталари.

Ватман varaғининг катта қисмида (одатда чап томонида) технологик схема жойлаштирилади; схеманинг асосий таркибий қисмлари ва элементлари булган штампи 12 мм юқорида қуйида келтирилган жадвал шаклида берилди. Бу жадвал пастидан юқорига қараб тўлдирилади.

<i>Позиция белгиланиши</i>	<i>Номи</i>	<i>Сони</i>	<i>Изох</i>

<< Позиция белгиланиши >> бўлинмасида схеманинг асосий таркибий қисми бўлмиш қурилма -А, насос -Н ва хоказолар белгиланиб тартиб билан ёзилади. Агарда, технологик схемада бир хил қурилмадан кўп бўлса, А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Н<sub>1</sub>, Н<sub>2</sub>, ва хоказо деб белгиланиб ёзилади. Арматура ва ускуналар учун индекснинг катталиги 2 марта кичик қилиб ёзилади, масалан В<sub>3</sub>, В<sub>2</sub>, КП<sub>1</sub>, КП<sub>2</sub>, М<sub>1</sub>, М<sub>2</sub>.

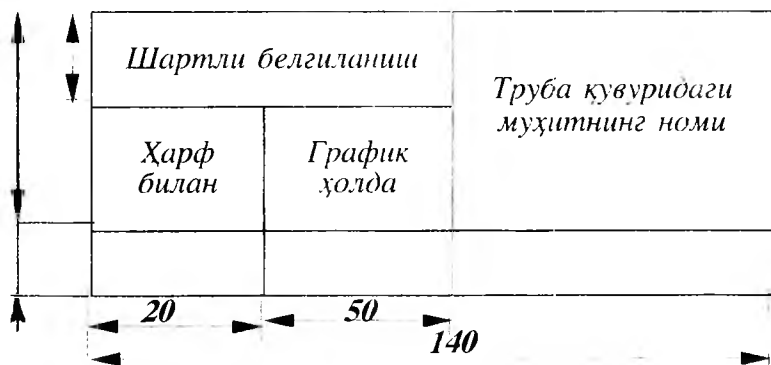
<< Номи >> деган бўлинмада элемент, қурилма ёки ускуналарнинг тегишли хужжатларида кўрсатилган номи қайд этилади.

<< Изох >> бўлинмасида элемент ёки қурилманинг иш унум-дорлиги, ўлчамлари кўрсатилади. Схемада кўрсатилган қурилма, машина ва арматуралар номининг биринчи харфларига биноан белгиланади:

Номи	Белгиланиши	Номи	Белгиланиши
Курилма	К	Сатх кўрсатгичи	С
Компрессор	К	Вентил ростловчи	ВР
Вентилятор	В	Вентил, беркитувчи	ВБ
Насос	Н	Вентил, туширувчи	ВЧ
Редуктор	Р	Кран	КП
Дроссель	Д.	Кран, ўтказувчи	КУ
Термометр	Т	Сақловчи кран	СК
Ўлчагич	У		

Труба қувурлари, уларда урнатилган арматура ва ўлчаш асбоблари схемада вертикал ёки горизонтал ҳолда тасвирланади. Шунинг назарда тутиш керакки, ҳамма чизиқлар формат коғозининг хошиясига параллел бўлиши керак.

Труба қувурларининг шартли белгиланиши ва тасвирланиши қуйидаги берилган жадвалда батафсил баён этилиши зарур.



Ушбу жадвални тўлдириш намунаси илова 25-29 да келтирилган. Курилма, машина ва бошқа ускуналар труба қувурларининг чизиқлари билан кесилиши мумкин эмас.

Баъзи бир қурилмалар, машина, ускуна ва ёрдамчи элементларнинг шартли белгиланишлари Ю.И.Дытнерский китобида берилган [6].

### 5.3. УМУМИЙ КЎРИНИШ ЧИЗМАЛАРИГА ҚЎЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР

Умумий кўриниш чизмалари ГОСТ 2.120-73 ЕСКДнинг асосий талабларига мос равишда бажарилиши керак ва ушбу чизма қуйидаги маълумотларни ўз ичига камраб олган бўлиши керак:

- лойиҳалаш тирилаётган қурилманинг тузилиши ҳақида тўлиқ тушунча ва таассурот берувчи қурилма ёки машинанинг тасвири, зарур кўринишлари, қирқим ва кесимлари;

- асосий ўлчамлари - конструктив, бирлаштириш, габарит ва монтаж, керак бўлса - ҳаракатчан қисмларнинг энг сўнги четга чиқиши;

- штуцер; люк ва таянчларнинг ҳақиқий жойланиш схемаси ёки

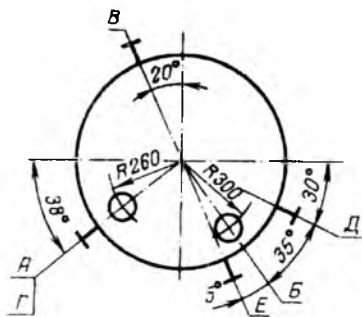


кўриниши;

- патрубк ва штуцерларнинг кўриниш жадвали;
- техник ҳарактеристикаси;
- техник талаблар;
- қурилма таркибий қисмларининг руйхати.

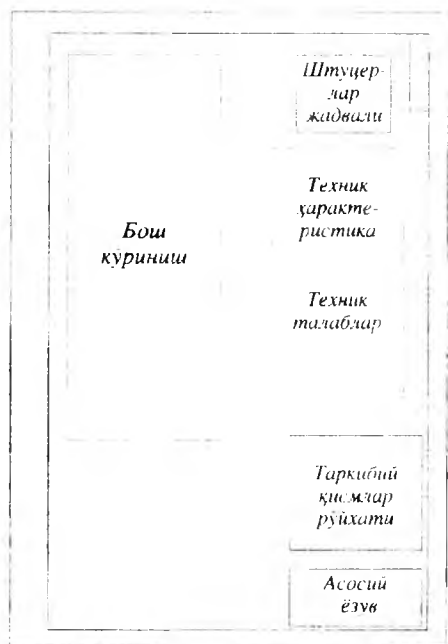
Умумий кўриниш чизмасида штуцер, лаз, люк ва таянчлар шартли сурилган ҳолда кўрсатилиши мумкин, аммо қурилманинг баландлиги ёки узунлиги бўйича уларни кучириб бўлмайди.

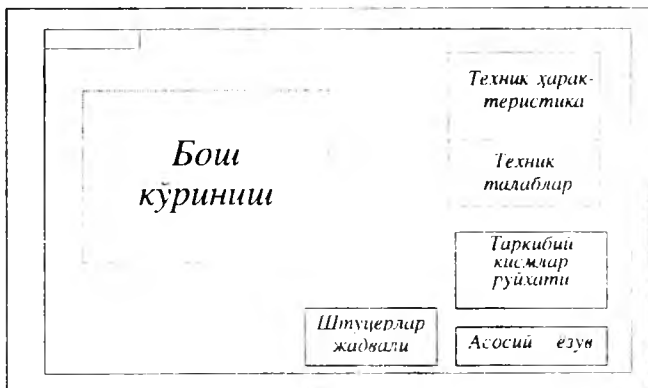
Қурилманинг албатта штуцер, люк, лаз, таянч ва хоказоларининг ҳақиқий жойлашиши тасвирланиши керак. Агарда бундай тасвир чизилмаган бўлса, унда 5.2 - расмда кўрсатилгандек схематик тасвир чизилади ва унда штуцер, люк, лаз, таянч ва хоказолар шартли равишда қўйиб чиқилади [87,89,92,97-99]



5.2 - расм. Люк, бобишка ва штуцерларнинг жойлаштириш схемаси.

Схеманинг юқори қисмига «Штуцер, люк, лаз, таянч ва бобишкаларни жойлаштириш схемаси» деган сарлавха ёзиб қўйиш керак.





5.3 - расм. Умумий кўринишдаги чизма элементларини жойлаштириш схемаси

Умумий кўриниш чизмасининг асосий элементларининг жойлаштириш намунаси 5.3 - расмда берилган.

Жадвалнинг юқори қисмига «штуцерлар жадвали» деган сарлавха ёзилади.

Кўшимча тасвирлар (кўриниш, қирқим, кесим ва хоказолар) иложи борица тушунтирилатган элементга яқинроқ чизилиши керак.

Техник ҳарактеристикасида қуйидагилар таърифланади:

- қурилманинг қўлланиш соҳаси;
- қурилманинг номинал ва ишчи ҳажмлари;
- иш унумдорлиги;
- иссиқлик алмашилиш юзаси;
- максимал босим;
- муҳитнинг максимал температураси;
- узатманинг куввати;
- деталларнинг айланиш частотаси;
- муҳитнинг заҳарлилиги ва портлаш хавфлилиги;

Чизмаларда тасвирланган қурилмаларга қўйиладиган техник талабларда қуйидагилар кўрсатилади:

- қайси ГОСТ, ОСТ ёки ТУ асосида тайёрланиши ва синалиши керак бўлган:

- асосий материалга оид ГОСТ, ОСТ ёки ТУ лар;
- бирикмалар ва пайванд чоклар мустаҳкамлиги ва зичликларига қўйиладиган синов талаблари:

- қурилмага иссиқлик қопламасини яшаш, емирилишига қаршиқилинадиган қоплама ва бошқалар.

Атмосфера босимида ишлатилаётган қурилмаларга Ўзбекистон Республикаси «Саноат ва тоғ конларидаги ишларни ҳавфсиз олиб боришни бошқариш назорат агентлиги» қоидалари тегишли эмас.

Машинасозлик саноатининг корхоналарида ясалган ҳар бир қурилма, ускуна, идиш ва хоказолар гидравлик синовдан ўтказилиши шарт.

Лойиҳалаш тирилатган қурилма ёки машинанинг асосий қисмларининг руйхати қуйида келтирилган шаклдаги жадвалда берилиши керак.

Поз	Белгила- ниши	Номи	Сони	Масса 1дона	Материал номи ва маркаси	Эслатма

Ушбу жадвалнинг ҳар бир қаторига қурилма қисмлари ёки деталарининг номлари ёзилади, аммо «икки қават» қилиб ёзиш мумкин эмас.

Агарда, номлар бир қаторга сифмаса, уни икки қаторда баён этиш рухсат этилади.

Қисм ва деталарнинг номлари жадвалга, юқоридан пастга қараб, тартиб билан ёзилади.

### **ВАКУУМ-НАСОСНИ ҲИСОБЛАШ**

Вакуум-насоснинг иш унумдорлиги  $G_{\text{хаво}}$  барометрик конденсатордан сўриб олинadиган газ (ҳаво) нинг миқдори билан белгиланади ва ушбу формуладан аниқланади:

$$G_{\text{хаво}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot (w_3 + G_{\text{суб}}) + 0,01 \cdot w_3 \quad (5.1)$$

бу ерда  $2,5 \cdot 10^{-5}$  - 1 кг сувдан ажралиб чиқадиган газ миқдори; 0,01 - конденсаторнинг зичланиши пасайганлиги сабабли унга сўриб олинаётган газ миқдори (1 кг буғга мос). Унда,

$$G_{\text{хаво}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot (3,47 + 64,63) + 0,01 \cdot 3,47 = 36,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг / с}$$

Вакуум-насоснинг ҳажмий иш унумдорлиги эса,

$$V_{\text{хаво}} = \frac{R \cdot (273 + t_{\text{хаво}}) \cdot G_{\text{хаво}}}{M_{\text{хаво}} \cdot P_{\text{хаво}}} \quad (5.2)$$

бу ерда  $R$  - универсал газ доимийси;  $M$  - ҳавонинг молекуляр массаси, кг/кмоль;  $t_{\text{хаво}}$  - ҳаво температураси, °C;  $P_{\text{хаво}}$  - барометрик конденсатордаги қуруқ ҳавонинг парциал босими, Па.

Ҳавонинг температураси ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$t_{\text{хаво}} = t_{\text{бони}} + t + 0,1 \cdot (t_{\text{ок}} - t_{\text{бони}}) = \quad (5.3)$$

$$20 + 4 + 0,1 \cdot (50,6 - 20) = 27^\circ \text{C}$$

Ҳавонинг босими:

$$P_{\text{хаво}} = P_{\text{б.к}} - P_{\text{б.к}} \quad (5.4)$$

га тенг бўлади. Бу ерда  $P_{\text{буғ}} - t_{\text{хаво}} = 27^\circ\text{C}$  да қуруқ тўйинган буғнинг босими, Па. Ҳар бир параметрнинг сон қийматларини формулага қўйсақ қуйидаги натижани оламиз:

$$P_{\text{хаво}} = 0,15 \cdot 9,8 \cdot 10^4 - 0,039 \cdot 9,8 \cdot 10^4 = 1,09 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

Унда:

$$V_{\text{хаво}} = \frac{R \cdot (273 + t) \cdot G_{\text{хаво}}}{M \cdot P_{\text{хаво}}} = \frac{8310 \cdot (273 + 27) \cdot 36,4 \cdot 10^{-3}}{29 \cdot 1,09 \cdot 10^4} = 0,288 \text{ м}^3 / \text{с} = 17,3 \text{ м}^3 / \text{мин} \quad (5.5)$$

Ҳажмий иш унумдорлик  $V_{\text{хаво}}$  ва колдик босим  $P_{\text{бк}}$  маълум бўлса, каталог ёрдамида ВВН-25 типигади вакуум насос танланади [38,85].

## **АСОСИЙ КОНСТРУКЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИ ТАНЛАШ**

Кимё ва озик-овқат саноатларининг қурилмаларини лойиҳалаш жараёнида пайдо бўладиган қурилмани таркибий қисмлари учун лойиқ ва мос материалларни танлаш энг асосий ва ўта масъулиятли масалалардан биридир [30,31,37].

Материалларни танлашда уларнинг қуйидаги асосий хусусиялари ҳисобга олиниши керак [20]:

- мустаҳкамлиги;
- иссиқликка бардошлилиги;
- емирилишга қарши кимёвий чидамлилиги;
- физик хоссалари;
- технологик характеристикалари, таркиби ва тузилиши;
- нархи ва уни ишлаб чиқариш мумкинлиги.

Материалнинг хоссалари қўлланилиш соҳасига, яъни ундаги муҳитларга чамбарчас ва каттик боғлиқдир. Агарда, муҳитнинг температураси ўзгариши билан материалнинг ҳамма механик хоссалари - коррозияга чидамлилиги, қайта ишланишга мойиллиги - кескин ўзгаради. Шунинг учун материални танлашда коррозияга чидамлилигига алоҳида эътибор бериши керак, чунки бу кўрсаткичга унинг узоқ муддат давомида ишлатилиши узвий боғлиқдир. Ундан ташқари, коррозия натижасида емирилган материал олинаётган маҳсулот сифатини пасайтиради, рангини ва таъмини ёмонлаштиради. Яна шуни назарда тутиш керакки, қурилманинг материали қўшимча реакциялар учун катализатор ҳам бўлиб қолиши мумкин.

Кимёвий чидамлилиги жиҳатдан материалнинг яроқлигини баҳолаш мезонлари қуйидаги 5-1 жадвалда келтирилган:

## Материалнинг коррозия чидамлик шкаласи

Чидамлилик гуруҳи	Коррозия чидамлилик балли	Коррозия тезлиги, мм/йил
Жуда чидамли	1	< 0,001
Ута чидамли	2	0,001 - 0,005
	3	0,005 - 0,01
Чидамли	4	0,01 - 0,05
	5	0,05 - 0,1
Чидамлилиги паст	6	0,1 - 0,5
	7	0,5 - 1,0
Чидамлилиги жуда паст	8	1,0 - 5,0
	9	5,0 - 10
Чидамсиз	10	> 10

Одатда, асосий талабларга мос ва лойиқ материаллар бир нечта бўлади. Бундай ҳолларда, қўшимча шарт ва фикрлар эътиборга олиб, қурилма учун материал танланади.

Шунинг учун, қурилмаларни ясаш учун асосий материалларни танлашни лойиҳачи нуқтаи назаридан қуриб чиқамиз.

Конструкция материал сифатида темир (Fe) техник тоза ҳолда умуман қўлланилмайди, чунки қиммат туради ва қайишқоклиги юқори. Айрим ҳолларда уни юқори босимли қурилмаларда қистирма сифатида ҳам ишлатилади [37].

Лекин, темирнинг углерод билан қотишмалари, яъни чўян ва пўлатлар кимё ва бошқа саноат қурилмаларини тайёрлашда жуда кўп ишлатилади. Маълумки, кимё саноатида 85-90% қурилмалар чўян ёки пўлатдан ясалган.

**ЧЎЯН.** Темирнинг углерод ва кремний, фосфор, марганец ва олтингугурт билан кўп компонентли қотишмаси кул ранг чўян бўлади.

Чўян таркибидаги углерод миқдори 2,8-3,7% бўлади. Бошқа компонентларнинг эса миқдори қуйидагича: C=3,0-3,6; Si=1,6-2,4%; Mn=0,5-1,0 %; P<0,8%; S<0,12%.

Чўянларнинг физик хоссаатари қуйидаги маълумотлар билан характерланади:

- зичлиги  $\rho = 6600 - 7700 \text{ кг/м}^3$
- эриш температураси  $t = 1050 - 1573 \text{ К}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 25 - 59 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;
- солиштирма иссиқлик сифми  $c_p = 0,5 - 4,5 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\chi = (16,7 - 17,6) \cdot 10^{-6} /\text{К}$ .

Чўянлар нархи паст ва ўртача механик хоссаатарга эга бўлгани учун техниканинг турли соҳаларида кенг қўлланишига олиб келди.

**ПЎЛАТ.** Бу материалсиз техника ҳозирги кундаги юқори мавқега эришмаган бўларди. Бунга сабаб, пўлатнинг мустаҳкамлиги, динамик юкларга бардошлиги, қуйилиш, болғаланиш, штамплаш ва пайвандланиш қобилиятига эгаллиги, станокларда қайта ишланишига мойиллиги, арзонлиги ва мўлтигидир.

Пўлатларда углерод миқдори 1,5% гача бўлса, конструкция пўлатларда эса 0,7% дан ортмайди.

Пўлатларнинг физик хоссалари куйидаги маълумотлар билан характерланади:

- зичлиги  $\rho = 7790 - 7900 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $t_{\text{эр}} = 1400 - 1500 \text{ К}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 46,5 - 58,2 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;
- солиштирма иссиқлик сифими  $c_p = 0,454 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\chi = (11,7 - 12,3) \cdot 10^{-6} / \text{К}$ .

**Легирловчи қўшимчалар таъсири.** Муҳим легирловчи элементларга куйидагилар киради: хром, никель, молибден, марганец, кремний, титан, ниобий, вольфрам, ванадий. Айрим ҳолларда алюминий ва мислар ҳам қўшимча сифатида пўлатларга қўшилади.

Кимёвий таркибига кўра пўлатлар углеродли ва легирланган турларга бўлинади. Бу элементлар пўлат сифатини яхшилайти ва махсус хоссали қилади.

Легирланган пўлатнинг кимёвий таркиби учун ягона шартли белгилар (харф ва рақамлар) қабул қилинган.

Дастлабки икки рақам углероднинг ўртача миқдорини (конструкцион пўлат учун фоизнинг юздан бир улуши миқдориди, асбобсозлик ва зангламайдиған пўлатлар учун фоизнинг ундан бир улуши миқдориди); харфлар легирловчи элементларни (жадвалга қараңг); харфларнинг ўнг томонидаги рақамлар эса элементларнинг ўртача миқдорини кўрсатади.

5-2 Жадвал

Пўлат компонентларининг шартли белгилари

Номи	Шартли белгилари	Номи	Шартли белгилари
Алюминий	Ю	Мис	Д
Бор	Р	Молибден	М
Ванадий	Ф	Никель	Н
Вольфрам	В	Ниобий	Б
Кобальт	К	Титан	Т
Кремний	С	Углерод	У*
Марганец	Г	Хром	Х

У\* - углеродли асбобсозлик пўлатлар маркаларида.

Масалан, Х18Н12М2Т маркали пўлатда 18% хром, 12% никель, 2% молибден ва 1% га яқин титан борлигини кўрсатади.

**ЮҚОРИ ЛЕГИРЛАНГАН ПЎЛАТ.** Таркибида 18-20% хром ва 8-10% никель бўлган пўлатлар юқори легирланган пўлатлар деб юритилади. Улар коррозия ва иссиқликка бардошлиги, мустаҳкамлилиги учун турли саноатларда кенг қўлланилмоқда.

Ҳозирги кунда мамлакатимиз корхоналарида қурилмааларни ясашда куйидаги легирланган пўлатлар ишлатилади: 1Х18Н9Т, 1Х18Н11Б, Х16Н25М6, ХН35ВТ, Х22Н26, 1Х18Н12М2Т, 1Х18Н12М3Т, Х18Н9Т ва бошқалар.

Юқорида қайд этилган пўлатларнинг физик хоссалари:

- зичлиги  $\rho = 7900 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $t_{\text{эр}} = 1400 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 14\text{-}18 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;
- иссиқлик сифими  $C_p = 0,475 - 0,650 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициенти  $\chi = 17,3\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

**РАНГЛИ МЕТАЛЛАР.** Кимё саноатида рангли металллардан алюминий, мис, никель, кўрғошин, титан, танталлар қурилмалар яшашда қўлланилади. Рангли металллардан ясалган қурилма деворларининг температураси қуйидагидан ошмаслиги керак:

- Алюминий учун  $- 200 \text{ }^\circ\text{C}$
- Мис ва унинг қотишмалари учун  $- 250 \text{ }^\circ\text{C}$
- Никель учун  $- 500 \text{ }^\circ\text{C}$
- Кўрғошин учун  $- 140 \text{ }^\circ\text{C}$
- Тантал учун  $- 1200 \text{ }^\circ\text{C}$

**АЛЮМИНИЙ** - кумушсимон, оқ, енгил ва болғаланувчан, коррозияга бардошли металл. Кимёвий қурилмаларни яшашда АОО(99,7%), АО(99,7%), А1(99,5%), А2(99,0%), у ҳамда унинг АД1, АД2 қотишмалари ишлатилади.

Алюминийнинг юқорида кўрсатилган маркалари қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $t_{\text{эр}} = 675 - 950 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 206 - 218 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;
- солиштирма иссиқлик сифими  $C_p = 0,913 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициенти  $\chi = 2,4\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Агрессив муҳитлар таъсирига алюминий жуда чидамли, шу жумладан концентрацияланган азот, фосфор ва сирка кислоталар, қуруқ хлор ва водород хлоридлар, олтингугурт буғларига ҳам узок муддат давомида бардош бера олади.

**МИС** - пушти кизил рангли металл. Энг қиммат, конструкцион материаллардан бири бўлиб, техник тоза ҳолда 5 хил маркада ишлаб чиқарилади. Кимёвий қурилмаларда, асосан М2 (99,7%) ва М3 (99,5%) маркалари кенг миқёсда ишлатилади.

Миснинг хоссалари қуйидаги маълумотлар билан характерланади:

- зичлиги  $\rho = 8980 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $t_{\text{эр}} = 1083 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 1596 - 2233 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштирма иссиқлик сифими  $C_p = 0,44 - 0,62 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициенти  $\chi = 16,7 - 22,3\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Мис алюминийга ўхшаб химоя қилувчи оксид қоплама ҳосил қилмайди. Шунинг учун, кислота ва тузларга нисбатан коррозия чидамликка эга эмас. Лекин, паст ва криоген температураларда мустаҳкамлиги ортиб боради. Масалан,  $-196 \text{ }^\circ\text{C}$  да миснинг мустаҳкамлик чегараси 20 дан 38  $\text{кг/мм}^2$  гача ортади.

Ўта паст температураларда ишлайдиган қурилмалар учун мис каби

конструкцион материални хеч қандай материал ўрнини боса олмайди.

**КЎРҒОШИН** - кукимтир, кул ранг, болғаланувчан металл. Бир пайтлар, бу материал қурилмалар қуришда катта ва муҳим аҳамиятга эга бўлган. Бунга сабаб, унда туз ва сульфат кислотага нисбатан чидамли химоя қопламасининг ҳосил бўлишидир. Лекин унинг жуда юмшоқлиги, осон ва паст температурада эриши, катта зичлиги ва қимматлиги борган сари камрок қўлланиши сабаб бўлмоқда.

Ҳозирги кунда унинг ўрнига замонавий темир қотишмалар, ишлатилмоқда. Саноатда кўрғошиннинг 6 хили СВ, СО, С1, С2, С3, С4, С5 маркалари кенг қўлланилади. Улар таркибидаги кўрғошин микдори 99, 90-99, 95%. Кўрғошин қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги  $\rho = 10130 - 11350 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $t_p = 327 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 14,9 - 34,9 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштира иссиқлик сифими  $c_p = 0,13 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентини  $\chi = (12,3 - 14,9) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Кўрғошинни саноатда қўллашда шуни назарда тутиш керакки, унинг мустаҳкамлиги жуда пастдир.

**НИКЕЛЬ** - кумушсимон, оқ металл, қийин эрийди ва ҳавода ўзгармаайди. Кимё саноатининг қурилмалари учун (Н0 маркали 99,99%) никель ишлатилади. У жуда мустаҳкам, иссиқлик ва коррозияга чидамли ва яхши технологик хоссаи бўлгани сабабли машинасозлик соҳаси учун қулай материал ҳисобланади. Никельнинг физик хоссалари қуйидагича:

- зичлиги  $\rho = 8830 - 8850 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температура  $t_p = 1452 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 55,0 - 56,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштира иссиқлик сифими  $c_p = 0,575 - 0,586 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентини  $\chi = (18,2 - 18,3) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

**ТИТАН** - кумуш ранг, енгил, қийин эрувчан металл. Зичлиги пўлатникидан 2 марта кам бўлишига қарамасдан, унинг мустаҳкамлиги пўлатникига тенгдир. Титан азот, фосфор, хром ва сирка кислоталарига, нитрит, нитрат, хлорид ва сульфидларга нисбатан кимёвий чидамли. 200 $^\circ\text{C}$  температурада газларни ютиш қобилиятига эга. Титан 40%-ли  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислотасида каттик коррозияга учрайди. Лекин, шуни унутмаслик керакки, титандан ясалган қурилма, пўлатдан ясалганга нисбатан 8-10 баробар қимматдир. Титан қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги  $\rho = 4320 - 4500 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $t_p = 1710 - 1750 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 15,1 - 19,4 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштира иссиқлик сифими  $c_p = 0,543 - 0,635 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентини  $\chi = (8,0 - 8,4) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

**ТАНТАЛ** - кул ранг - оқ металл. Ўта мустаҳкамлиги ва қийин суюлувчанлиги билан бошқа металллардан ажралиб туради. Ундан ташқари, юқори температураларда, титанга нисбатан кўпроқ газларни ютиш қобилиятига эга. Тантал яхши болғаланувчан, штамплашга мойил, ички ишқаланиш коэффициентини жуда катта бўлган металлдир. У



сульфат, азот, фосфор, водород хлорид кислоталарига, ҳамда нитратларга чидамли металлдир. Аммо, натрий ва калий ишқорлари таъсирига яхши бардош беролмайди.

Тантал жуда ҳам қиммат металл ва у тахминан хром-никелли пулатдан 100 марта қимматдир. Албатта, уни фақат ўта агрессив муҳитли қурилмаларда, яъни бошқа металллар кимёвий бардош беролмаган ҳолларда қўллаш мақсадга мувофиқдир. Тантал қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги  $\rho = 16440 - 16600 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $t_{\text{эр}} = 3000^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 48,0 - 100 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштирма иссиқлик сифими  $c_p = 0,136 - 0,2 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\chi = (5 - 99) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

**ЛАТУНЬ** - мис ва руҳдан иборат қотишма. Кўп компонентли латунь таркибига мис ва руҳдан ташқари, алюминий, кремний, қўрғошин, никель, темир, марганец ва қалайлар кириши мумкин.

Латунь босим остида яхши ишлов бериладиган, анча мустаҳкам, қайишқоклиги (пластиклиги) юқори ва коррозияга чидамли қотишма. Ундан ташқари, латуннинг электр ўтказувчанлиги жуда юқори. Температура пасайиши билан латуннинг хоссалари яхши томонга ўзгаради. Кимё саноатида, қурилмалар ясашда Л60, Л62 ва Л68 маркали латунлар кенг қўлланилади.

Латунлар қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги  $\rho = 8500 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $t_{\text{эр}} = 940^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 105 - 116,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштирма иссиқлик сифими  $c_p = 0,385 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\chi = 20,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

**БРОНЗА** - мис ва қалайлардан иборат қотишма. Ушбу кимёвий элементлардан ташқари, унинг таркибига кремний, алюминий, бериллийлар ҳам кириши мумкин.

Бронза мустаҳкамлиги, қайишқоклиги, коррозияга бардошлиги, антифрикцион хоссалари билан ажралиб туради.

Бу материал ушбу физик хоссалари билан характерланади:

- зичлиги  $\rho = 935 - 1140 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $t_{\text{эр}} = 935 - 1140^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 32,0 - 105 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштирма иссиқлик сифими  $c_p = 0,385 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\chi = (1,5 - 1,95) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

**ПЛАСТМАССАЛАР** - юқори коррозия бардошликка ва мустаҳкамликка эга янги конструкцион материалдир. Пластмассаларни ишлаб чиқариш жараёнида мустаҳкамлигини, қайишқоклигини, рангини, юмшаш температурасини, иссиқлик ўтказувчанлигини яхшилаш ва арзонлаштириш мақсадида унга пластификатор, тўлдирувчи, ранг берувчи моддалар қушилади.

Ҳамма пластмассалар 2 гуруҳга бўлинади:

1) термопластлар; 2) реактопластлар.

Термопластлар иситилганда юмшаш, совитилганда қотиш хоссасига

эга ва бу жараённи бир неча марта қайтарса бўлади.

Реактопластлар эса, иситилганда эрийди ва маълум бир температурагача қиздирилса - қотиб қолади ва қайта юшмайди, эримайди.

**ШИША ПЛАСТИКЛАР** - полиэфир смолалар ва шиша толаларидан ташқил қилинган сунъий материал. Ундан йирик, ўлчамлари қатта дистилляция колоннатар, скрубберлар, омборлар, диаметри 4,5 м, баландлиги 6 м ли идишлар ясаш мумкин. Шиша пластиклар 20°C ёки ундан озгина юкори температурада қиздирилса, полимеризация бўлади.

**ФТОРОПЛАСТ-4.** Кайишқоклиги юкори, электр токни ўтказмайдиган, иссиқликка чидамли. -200-+500°C температурада иштатилиши мумкин. Кимёвий мухитларга ўта чидамлилиги, унинг яхши хоссаларидан биридир. Бу кўрсаткич буйича пластмассатар. Au, Pt, эмаль, махсус қотишма ва бошқа материаллардан устундир.

Фторопласт-4 дан ҳар хил қатинликдаги листлар, трубалар, юпка деворли цилиндрик идишлар, мембранатар, сиффонлар ва бошқа турли маҳсулотлар тайерлаш мумкин.

Айниқса, қурилматар учун кистирма сифатида фойдаланишда унга тенг келадиган материал йўқдир.

Тўлдирувчисиз пластмассаларнинг чидамлилиги қуйидаги хоссалар билан характерланади:

1. Пенопластлар паст концентрацияли кислота, ишқор ва органик эритмаларга нисбатан чидамли. Аммо,  $H_2SO_4$ , олеум,  $HNO_3$  ва концентранган ишқорларга бардош бера олмайди:

2. Шиша пластиклар бензин, метанол, бутанол, этил ацетат, 10% ли азот, фосфор ва водород хлорид кислотатарга нисбатан чидамли;

3. Фторопластлар ҳамма кислота ва ишқорларга нисбатан паст ва юкори температуратарга чидамли. Оксидловчи кислота ва "царская водка" лар қайнаш жараёнида ҳам фторопласт уз хоссаларини йўқотмайди. Шу кунгача унинг эритувчиси топилмаган.

Аммо, натрий ёки калий, фтор ва учламчи фтор хлоридлар таъсирида емирилади.

Пластмассаларни металлар билан такқослаш шунни кўрсатадики, пластмассатар бир неча афзалликларга эга:

а) солиштирма оғирлиги кичик; б) солиштирма мустаҳкамлиги юкори; в) техно.логик хоссатарни яхши; г) коррозия бардошлилиги юкори.

5-3 жадват

Паст. ўрта ва юкори босимли кимёвий қурилматар учун тавсия этиладиган пўлатлар

Пўлат гуруҳи	Марка	Рўхсат этиладиган ишчи параметрлар		Тахминий қўлланиш соҳаси
		Босим МН/м <sup>2</sup>	Деворнинг температу раси, °С	
1	2	3	4	5
Одий сифатли углеродли пўлат	Ст.3	5	-30 дан +400 гача	Обечайка, қопқок, фланец ва бошқа деталлар учун

			- 40 дан + 425 гача	Фланец, труба түр пардаси ва бошқа деталлар учун
				Курилма, идиш, иситкич обечайкалари, патрубккалари ва бошқа деталлари учун
одий сифатли углеродли пўлат	Ст.5	5	- 30 дан + 425 гача	Фланец, труба түр пардаси ва бошқа деталлар учун
				Болт, шпилька ва пайвандланмайдиган деталлар учун
	0,8 кп	1,6	- 10 дан + 350 гача	Эмалланиши керак бўлган обечайка, копқоқ ва бошқа деталлар учун
	10		- 40 дан + 450 гача	
	20	20	- 40 дан + 475 гача	Обечайка, копқоқ, фланец, муфта ва бошқа деталлар учун
Сифатли конструкцияли углеродли пўлат	25; 30; 35; 40; 45;	10÷20	- 30 дан + 450 гача	Гайка, болт ва шпилькалар учун
Кам легирланган пўлат	16 ГС	25	- 70 дан + 475 гача	Нейтрал ва агрессивлиги паст муҳитларда ишлатиладиган курилмаларнинг обечайка, копқоқ, фланец ва бошқа деталлар учун
	09 Г2С			
Легирланган пўлат	12 МХ	25	- 40 дан + 540 гача	Агрессивлиги паст ва ўрта муҳитларда, ҳамда деворидаги кучланиш юқори бўлган муҳитларда ишлатиладиган, пайвандланган, нефт, кимё саноати курилмаларининг обечайка, копқоқ, фланец ва бошқа деталлар учун
Юқори легирланган пўлат	ОХ13	-	- 40 дан + 540 гача	Таркибида олтингугурт бор, иссиқ муҳитли, пайвандланган, нефт, кимё саноати, ректификацион колоннанинг тарелкалари ва кам кучланишли деталлари учун
	1Х13			Таркибида олтингугурт бор ва бошқа агрессив, иссиқ муҳитли, нефт кимёси курилмаларининг обечайка, копқоқ, фланец, болт, гайка ва бошқа деталлари учун
	2Х13			1Х13 материал қўлланиладиган

			соҳа учун, пайвандланмайдиган ват. ўқ, болт, гайка ва бошқа деталлар учун
	1X13 Л 2X13 Л	1,6	1X13 материал қўлланиладиган соҳа учун, куйма, нефт кимё, қурилмаларнинг қобиғи, қопқоғи, фланец ва бошқа деталлари учун
Коррозия, иссиқлик-ка бардош ва иссиқлик-ка чидам-ли юқори легирланган пўлат	X17		Озиқ-овқат, нефтни қайта ишлаш, азот кислотасини ишлаб чиқариш соҳасида узлукли. Юклама таъсири йўқ, масъулияти кам қурилмаларнинг обечайка, днище, труба пакети, змеевик ва бошқа деталлар учун. Ушбу материал X18 Н10Т пўлатнинг ўрнини босувчи материал сифатида тавсия этилади
	X25ТЛ	- 20 дан + 700 гача	X25Т пўлат қўлланиладиган соҳадаги куйма қурилмаларнинг қобиғи, қопқоғи, фланец ва бошқа деталлари учун.
	X28	- 20 дан + 600 гача	Суюқ ва газли ўртача агрессив муҳитда юқори температурада ўзгармас ва ўзгарувчан юклама тушмайдиган, масъулияти кам кимёвий қурилмалар учун
	X28АН	- 20 дан + 400 гача	Озиқ-овқат саноатида, ўртача агрессив муҳитларда ишлатиладиган, пайвандланган қурилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун.
	X28Н4	- 20 дан + 700 гача	Газли коррозия шароитида ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, масъулияти кам кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун
	1X17Н2	- 20 дан + 600 гача	Паст ва ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун
	1X21Н5Т ОХ21Н5Т	6.4 - 100 дан + 600 гача	Ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмалардаги X18Н10Т пўлатнинг ўрнига қўллаш учун тавсия этилади
	ОХ21Н6М2		Юқори агрессив муҳитларда

	Т			ишлайдиган пайвандланган кимёвий қурилмалардаги Х17Н13М2Т ўрнига қўллаш учун тавсия этилади.
	ОХ17Н5Г9 АБ	1,6	-196 дан +600 гача	Юқори агрессив муҳитларда ишлайдиган, ОХ17Т бардош беролмайдиган, пайвандланган қурилмаларда Х18Н10Т ўрнига қўллаш учун тавсия этилади. Чуқур совитиш усулида газларни ажратиш ва озиқ-овқат, гўшт-сут, спирт саноатларда ишлатиладиган пайвандланган идиш ва қурилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун.
	Х14Г14Н3 Т	4	-196 дан +500 гача	Чуқур совитиш усулида газларни ажратиш ва озиқ-овқат, гўшт-сут, спирт ва бошқа саноатларда пайвандланган қурилмалардаги Х18Н10Т пулатнинг ўрнига қўллаш учун тавсия этилади
	Х18Н10Т	Чеклан маган	-254 дан +600 гача	Юқори ва ўртача агрессив муҳитларда, масъулиятли пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днище, фланец, труба тур пардалари, болт, гайка, шпилька, штуцер патрубкълари ва бошқа деталлари учун
	Х18Н9ТЛ			Юқори ва ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, кимёвий куйма қурилмаларнинг кобиги, конкоги, фланец ва бошқа деталлари учун
	Х17Н13М2 Т	Чеклан маган	-196 дан +700 гача	Юқори ва ўта агрессив муҳитларда ишлайдиган, Х18Н10Т, ОХ18Н10Т ва ОХ18Н12Б пулатлар чидамсиз бўлган ҳолларда, пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днище, труба тур пардалари, труба пакети ва бошқа деталлари учун
	ОХ23Н28 М2Т	0,07		Фторли бирикмалар бор иссиқ фосфор кислотаси ва паст концентрацияли 60°С ли юқори агрессив муҳитда ишлайдиган пайвандланган кимёвий

				курулмаларнинг обечайка, днише ва бошқа деталлари учун	
	OX23H28 M3 D3T			Сульфат кислота, таркибида фторли бирикмалар бор. +80°C дан кам бўлган температурали фосфор кислотали (32-50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) ва температураси +70 °C дан наст 25% ли кремний-фтор-водородли кислота мухитла-рида ишлайдиган пайванд ланган кимёвий қурилмалар обечайка, днише ва бошқа деталлари учун	
Икки каватли (биметал) пўлатлар	Ст.3+OX1 3	Чеклан маган	5	-40 дан +425 гача	Таркибида олтинугурт бор иссик мухитларда ишлай-диган пайвандланган, нефть кимёси қурилмаларидаги
	20K+OX13		-40 дан +475 гача		
	12MX+OX 13			-40 дан +540 гача	обечайка, днише, патрубкка ва бошқа деталлари учун
	Ст.3+X18 H10T	Чеклан маган	5	-30 дан +400 гача	Уртача ва ўта агрессив мухитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмаларининг обечайка, днише, патрубкка ва бошқа деталлари учун
20K+X18H 10T	-40 дан +400 гача				
20K+X17H 13M2T					

5-4 жадвал

Қурилмалар ва труба қувурларининг қўзғалмас, йиғма бирикмаларини зичлаш учун тавсия этиладиган металмас қистирма материаллар

Қистирма материал-нинг номи	Зичлиги $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Сортамент, мм	
		Қалинлиги	Лист ўлчамлари
Қартон, сув ўтказмайдиган	900÷1000	1; 1.5; 2; 2.5; 3	750x1500; 950x1500; 1000x1000; 1000x1500
Қартон, А маркали	800÷850	0.5; 0.8; 1; 1.5	750x1500; 950x1500; 1000x1000; 1000x1500
Қартон, асбестли	1.0÷1.3	2; 2.5; 3; 3.5; 4; 5; 6	900x900; 900x1000; 1000x1000
Паронит	1500÷2000	1; 1.5; 2; 3; 4	500x500; 600x600; 700x1200; 1000x1200; 1000x1500; 1200x1500; 1200x1700
Паронит УВ-10	-	0.4÷2.5	550x550

Резина, кислота-ишқорбардош Резина, мойбензинбардош	-	0,5÷10	эни 200÷1750 узунлиги 500÷10000
Пластикат полихлор – винилли	1300÷1500	1÷5	эни ≥ 600 узунлиги ≥ 1000
Фторопласт-4	2100÷2300	1.5: 2: 3: 4: 5	195x195; 240x240
Текстолит МА Фибра ФТ	1300÷1600 1100	0.5÷3.5 0.6÷2.5	250x250 эни 550x700; 1100÷1400 узунлиги 850x1500; 1700÷2300
Чарм техник	1100÷1500	2,5÷5	-

Жадвалда келтирилгандан ташқари, қуйидаги материаллар ҳам қистирма сифатида ишлатилади: мис (қуйдирилган), алюминий (юмшоқ), зангламайдиган пўлат, никель, монель, қурғошин.

## ИССИКЛИК ҚОПЛАМАНИНГ ҚАЛИНЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Иссиклик қопламасининг қалинлиги  $\delta_{\text{қоп}}$  унинг юзасидан атроф муҳитга ва қоплама қалинлигидан ўтаётган солиштирма иссиқлик миқдорларининг тенгламасидан топилади:

$$\alpha_{\text{атроф}} \cdot (t_{\text{атроф}} - t_{\text{қоп}}) = \frac{\lambda_{\text{қоп}}}{\delta_{\text{қоп}}} \cdot (t_{\text{қоп}} - t_{\text{иш}}) \quad (5.6)$$

бу ерда  $\alpha_{\text{атроф}}$  - иссиқлик қопламасининг ташқи юзасидан атроф муҳитга иссиқлик бериш коэффициентини [1];

$$\alpha_{\text{атроф}} = 9,3 + 0,058 \cdot t_{\text{атроф}} \quad (5.7)$$

$t_{\text{иш}}$  - иссиқлик қопламасининг ташқи муҳит томонидаги юзасининг температураси бўлиб, ёпиқ иншоотларда ишлатилаётган қурилмалар учун  $t_{\text{иш}} = 35 \div 40^\circ\text{C}$ , очик хавода ишлатилаётган қурилмалар учун эса,  $t_{\text{иш}} = 0 \div 10^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{қоп}}$  - иссиқлик қопламасининг қурилма томонидаги температураси бўлиб, кўпинча  $t_{\text{қоп}} = t_{\text{иш}} + \delta_{\text{қоп}}$ ;  $t_{\text{атроф}}$  - атроф муҳит температураси,  $^\circ\text{C}$ ;  $\lambda_{\text{қоп}}$  - қоплама материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

Иссиқлик қопламасининг қалинлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$\alpha_{\text{атроф}} = 9,8 + 0,058 \cdot 40 = 11,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Иссиқлик қопламасининг материали сифатида совелитни (85% магнезия+15% асбест) танлаймиз [18], чунки унинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини  $\lambda_{\text{қоп}} = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

Унда, қопламанинг қалинлиги

$$\delta_{\text{қоп}} = \frac{0,09 \cdot (183,2 - 40,0)}{11,6 \cdot (40,0 - 20,0)} = 0,055 \text{ м}$$

*ИЛОВАЛАР*



Ўзбекистон Республикаси  
Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Тошкент кимё-технология институти

“Кимёвий-технология жараёнлари ва қурилмалари”  
кафедраси

“Суткасига 40 т пахта чигитини қуриштиш учун мавҳум  
қайнаш қатламли қуригич” мавзусидаги  
курс лойиҳасининг

### ТУШУНТИРИШ ХАТИ

Лойиҳалаштирган талаба \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ гуруҳ номери

\_\_\_\_\_

Ф.И.Ш.

ИМЗОСИ

\_\_\_\_\_

Лойиҳа раҳбари

\_\_\_\_\_

Ф.И.Ш.

Лойиҳа \_\_\_\_\_ баҳога ҳимоя қилинган.

Хайъат; \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ ИМЗО, \_\_\_\_\_ Ф.И.Ш.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ИМЗО, \_\_\_\_\_ Ф.И.Ш.

\_\_\_\_\_ “ ” \_\_\_\_\_ 200 й.

## Қовушокликнинг атом константалари

Атомлар	H	O	N	Cl	Br	I	C
Атом константалари	2,7	29,7	37,0	60,0	79,0	110,0	50,2
Тартиб рақами	Боғ ва гуруҳларнинг тавсифи						Константаларга тузатишлар
1	Иккиламчи боғ						-15,5
2	Беш аъзоли халқа						-24,0
3	Олти аъзоли халқа						-21,0
4	Олти аъзоли халқанинг ён гуруҳи: мол. масса < 17 мол. масса > 16						-9,0 -17,0
5	Иккинчи ўринбосарларнинг орто- ва пара-ҳолати						+3,0
6	Иккинчи ўринбосарларнинг мета-ҳолати						+1,0
7	$\begin{array}{ccc} & R & \\ & \diagdown & \diagup \\ & CH - CH & \\ & \diagup & \diagdown \\ R & & R \end{array}$						+8,0
8	$\begin{array}{c} R \\   \\ R - C - R \\   \\ R \end{array}$						+13,0
9	$\begin{array}{c} O \\    \\ R - C \\   \\ H \end{array}$						+16,0
10	$\begin{array}{c} O \\ // \\ R - C \\ \backslash \\ CH_3 \end{array}$						+5,0
11	-CH=CHCH <sub>2</sub> X (X - манфий гуруҳ)						+4,0
12	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ CH - X \\ \diagup \\ R \end{array}$ (X - манфий гуруҳ)						+6,0
13	OH						+24,7
14	COO						-19,6
15	COOH						-7,9
16	NO <sub>2</sub>						-16,4

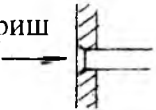


Баъзи газлар учун  $\sqrt{MT_{кр}}$  нинг кийматлари

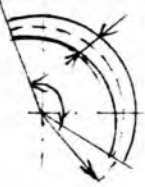
<i>Газ</i>	<i>M</i>	<i>T<sub>кр</sub></i>	$\sqrt{MT_{кр}}$
Сув буги	18	647	108
Хаво	29	132,7	61,9
Углерод диоксида	44	304	115,5
Азот	28	126	59,5
Кислород	32	154	70,2
Водород	2	33	8,13
Углерод оксиди	28	134	61,4
Метан	16	190	55,1
Этилен	28	283	89,0
Этан	30	305	95,6
Пропан	44	370	128
Бутан	58	426	157
Пентан	72	470	184
Гексан	86	508	209

## Суюқлик ва эритмаларнинг сиртий таранглиги

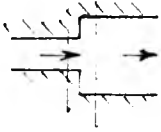
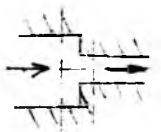
<i>Суюқлик</i>	<i>Температура, °C</i>	<i>Сирт таранглик, <math>\sigma \cdot 10^3, \text{Н/м}</math></i>
Суюқ азот	-196	8,5
Суюқ кислород	-183	13,2
Оливка мойи	+20	32,0
Парафин мойи	+25	26,4
Скипидар	+15	27,3
NaNO <sub>3</sub>	+20	72,8
KCl	+20	74,8
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	+20	77,0
NH <sub>4</sub> Cl	+20	74,5
KNO <sub>3</sub>	+20	73,6

Маҳаллий қаршиликлар коэффициентлари

Қаршиликлар тури	Маҳаллий қаршилик коэффициентларининг қийматлари																												
<p>Трубага кириш</p> 	<p>Ўткир қиррати: <math>\zeta = 0,5</math>                      Силтикланган қиррати: <math>\zeta = 0,2</math></p>																												
<p>Трубадан чиқиш</p> 	<p>(1.49) формула ёрдамида <math>\Delta p</math> ҳисобланса [4,5], ушбу <math>\zeta</math> қаршилик қиймати ҳисобга олинмайди  <math>\zeta = 1</math></p>																												
<p>Тўғри трубада ўткир қиррати диафрагма</p>  <p><math>d_o</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_o/D)^2</math>;  <math>D</math> - трубанинг диаметри, м.</p>	<p><math>\frac{\sigma}{d_b} = 0 - 0,015</math> бўлганда, босимнинг йўқотилиши <math>\Delta p = \zeta \cdot \frac{\rho w^2}{2}</math> га тенг бўлади.  <math>\zeta</math> нинг қиймати ушбу жадвалдан <math>\zeta</math> топилади.</p>																												
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><math>m</math></td> <td>0,02</td> <td>0,06</td> <td>0,1</td> <td>0,14</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>32,0</td> <td>22,3</td> <td>13,1</td> <td>4,00</td> <td>0,97</td> <td>0,13</td> </tr> </tbody> </table>	$m$	0,02	0,06	0,1	0,14	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	$\zeta$	32,0	22,3	13,1	4,00	0,97	0,13
$m$	0,02	0,06	0,1	0,14	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																							
$\zeta$	32,0	22,3	13,1	4,00	0,97	0,13																							
<p>Думалок ёки тўртбурчак кўндаланг кесимли тирсак</p>	<p>Қаршилик коэффициенти қуйидаги жадвалдан топилади  <math>\zeta = \Delta B</math></p>																												



<p>Ф бурчаги, градус</p> <p>A</p>	20	45	90	130	180					
	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40					
<p>R/d</p> <p>B</p>	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50			
	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03			
<p>Шартли ўтиш, мм</p> <p>ζ</p>	12,5	25	37	50						
	2,2	2	1,6	1,1						
<p>Вентиль тўлик очик бўлганда қийматлари:</p>	D, мм	13	20	40	80	100	150	200	250	350
		10,8	8,0	4,9	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1	5,5
<p>Тўғри йўлли вентиль</p>	<p><math>Re \geq 3 \cdot 10^5</math> бўлганда <math>\zeta</math> қуйидаги жадвалдан аниқланади:</p>									
	D, мм	25	50	76	150	250				
	ζ	1,04	0,79	0,60	0,42	0,32				
	<p><math>Re &lt; 3 \cdot 10^5</math> бўлганда, қаршилик коэффициент <math>\zeta = \zeta_1 \cdot K</math></p> <p>ζ қиймати <math>Re &gt; 3 \cdot 10^5</math> дагидек топилади.</p> <p>K қиймати эса ушбу жадвалда берилган:</p>									
Re	5000	20000	100000	300000						
K	1,40	0,94	0,91	1						
<p>Кран</p>	Шартли ўтиш диаметри, мм	13	19	25	32	38	50	ва юкори		
		4	2	2	2	2	2			

Задвижка	Шартли ўтиш Диаметри. мм $\zeta$	15-10	175-200	300 ва юқори																																																			
<p>Трубанинг бирдан кенгайиши</p>  <p><math>Re = \frac{w_0 \cdot d_0}{\nu}</math></p> <p><math>F_0 / F_1</math></p> <table border="1" data-bbox="431 454 1078 527"> <tr> <td></td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="431 527 1078 803"> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>3,1</td> <td>3,1</td> <td>3,1</td> <td>3,1</td> <td>3,1</td> <td>3,1</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>1,70</td> <td>1,40</td> <td>1,20</td> <td>1,10</td> <td>0,90</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>3000</td> <td>2,0</td> <td>1,60</td> <td>1,30</td> <td>1,05</td> <td>0,90</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>3500</td> <td>1,00</td> <td>0,70</td> <td>0,60</td> <td>0,40</td> <td>0,30</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>ва ундан юқори</td> <td>0,81</td> <td>0,64</td> <td>0,50</td> <td>0,36</td> <td>0,25</td> <td>0,16</td> </tr> </table> <p><math>F_0</math> - кичик кўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>; <math>w</math> - кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, м/с; <math>F_1</math> - катта кўндаланг кесим юзаси, м.</p>		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	10							100	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	1000	1,70	1,40	1,20	1,10	0,90	0,80	3000	2,0	1,60	1,30	1,05	0,90	0,60	3500	1,00	0,70	0,60	0,40	0,30	0,20	ва ундан юқори	0,81	0,64	0,50	0,36	0,25	0,16						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6																																																	
10																																																							
100	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1																																																	
1000	1,70	1,40	1,20	1,10	0,90	0,80																																																	
3000	2,0	1,60	1,30	1,05	0,90	0,60																																																	
3500	1,00	0,70	0,60	0,40	0,30	0,20																																																	
ва ундан юқори	0,81	0,64	0,50	0,36	0,25	0,16																																																	
<p>Трубанинг бирдан торайиши</p>  <p><math>Re = \frac{w_0 \cdot d_0}{\nu}</math></p> <p><math>F_0 / F_1</math></p> <table border="1" data-bbox="431 1096 1078 1169"> <tr> <td></td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="431 1169 1078 1412"> <tr> <td>10</td> <td>5,0</td> <td>5,0</td> <td>5,0</td> <td>5,0</td> <td>5,0</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1,30</td> <td>1,20</td> <td>1,10</td> <td>1,00</td> <td>0,90</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>0,64</td> <td>1,60</td> <td>1,44</td> <td>1,35</td> <td>0,30</td> <td>0,24</td> </tr> <tr> <td>3000</td> <td>0,50</td> <td>0,40</td> <td>0,35</td> <td>0,30</td> <td>0,25</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>3500</td> <td>0,45</td> <td>0,40</td> <td>0,35</td> <td>0,30</td> <td>0,25</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>ва ундан юқори</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><math>F_0</math> - кичик кўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>; <math>w</math> - кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, м/с; <math>F_1</math> - катта кўндаланг кесим юзаси, м.</p>		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	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	1,44	1,35	0,30	0,24	3000	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	3500	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	ва ундан юқори												
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6																																																	
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	1,44	1,35	0,30	0,24																																																	
3000	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20																																																	
3500	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20																																																	
ва ундан юқори																																																							

## Марказдан қочма насосларнинг\* техник характеристикалари

Марка	Q, м <sup>3</sup> /с	H, м суюқ.уст	n, с <sup>-1</sup>	η <sub>н</sub>	Электродвигатель		
					тури	N <sub>д</sub> , кВт	η <sub>д</sub>
X2/25	4,2·10 <sup>-4</sup>	25	50	-	АОЛ-12-2	1,1	-
X8/18	2,4·10 <sup>-3</sup>	11,3	48,3	0,40	АО2-31-2	3	-
		14,8 18			ВАО-31-2	3	0,82
X8/30	2,4·10 <sup>-3</sup>	17,7	48,3	0,50	АО2-32-2	4	-
		24 30			ВАО-32-2	4	0,83
X20/18	5,5·10 <sup>-3</sup>	10,5	48,3	0,60	АО2-31-2	3	-
		13,8 18			ВАО-31-2	3	0,82
X20/31	5,5·10 <sup>-3</sup>	18	48,3	0,55	АО2-41-2	5,5	0,87
		25 31			ВАО-41-2	5,5	0,84
X20/53	5,5·10 <sup>-3</sup>	34,4	48,3	0,50	АО2-52-2	13	0,89
		44 53			ВАО-52-2	13	0,87
X45/21	1,25·10 <sup>-2</sup>	13,5	48,3	0,60	АО2-51-2	10	0,88
		17,3 21			ВАО-31-2	10	0,87
X45/31	1,25·10 <sup>-2</sup>	19,8	48,3	0,60	АО2-52-2	13	0,89
		25 31			ВАО-52-2	13	0,87
X45/54	1,25·10 <sup>-2</sup>	32,6	48,3	0,60	АО2-62-2	17	0,88
		41			АО2-71-2	22	0,88
		54			АО2-72-2	30	0,89
X90/19	2,5·10 <sup>-2</sup>	13	48,3	0,70	АО2-51-2	10	0,88
		16			АО2-52-2	13	0,89
		19			АО2-62-2	17	0,88
X90/33	2,5·10 <sup>-2</sup>	25	48,3	0,70	АО2-62-2	17	0,88
		29,2			АО2-71-2	22	0,90
		32			АО2-72-2	30	0,90
X90/49	2,5·10 <sup>-2</sup>	31,4	48,3	0,70	АО2-71-2	22	0,88
		40			АО2-72-2	30	0,89
		49			АО2-81-2	40	-
X90/85	2,5·10 <sup>-2</sup>	56	48,3	0,65	АО2-81-2	40	-
		70			АО2-82-2	55	-
		85			АО2-91-2	75	0,89
X160/29/2	4,5·10 <sup>-2</sup>	20	48,3	0,65	ВАО-71-2	30	0,89
		24			АО2-72-2	30	0,89
		29			АО2-81-2	40	-
X160/49/2	4,5·10 <sup>-2</sup>	33	48,3	0,75	АО2-81-2	40	-
		40,6			АО2-82-2	55	-
		49			АО2-91-2	75	0,89

X160/29	$4,5 \cdot 10^{-2}$	29	24,15	0,60	AO2-81-4	40	-
X280/29	$8 \cdot 10^{-2}$	21	24,15	0,78	AO2-82-4	40	-
		25			AO2-91-4	55	-
		29			AO2-91-4	75	0,92
X280/42	$8 \cdot 10^{-2}$	29,6	24,15	0,70	AO2-91-4	75	0,92
		35			-	-	-
		42			AO2-92-4	100	0,93
X280/72	$8 \cdot 10^{-2}$	51	24,15	0,70	AO-101-2	125	0,91
		62			AO-102-2	160	0,92
		72			AO-103-2	200	0,93
X500/25	$1,5 \cdot 10^{-1}$	19	16	0,80	AO2-91-6	55	0,92
		22			-	-	-
		25			AO2-92-6	75	-
X500/37	$1,5 \cdot 10^{-1}$	25	16	0,70	AO-102-6	125	0,92
		31,2			-	-	-
		37			AO-103-6	160	0,93

\* - кимёвий фаол ва нейтрал суюкликларни узатиш учун мўлжалланган суюклик таркибидаги каттик заррачалар миқдори 0,2% ошмаслиги керак.

ИЛОВА 7

**Марказдан кочма, кўп босқичли\* насосларнинг  
техник характеристикалари**

Марка	$Q, м^3/с$	$H, м$ суюқ.уст.	$n, с^{-1}$	$\eta_n$	$N_p, кВт$
ПЭ 65-40	$1,8 \cdot 10^{-2}$	440	50	0,65	108
ПЭ 65-53	$1,8 \cdot 10^{-2}$	580	50	0,65	143
ПЭ 100-53	$2,8 \cdot 10^{-2}$	580	50	0,68	210
ПЭ 150-53	$4,2 \cdot 10^{-2}$	580	50	0,70	305
ПЭ 150-63	$4,2 \cdot 10^{-2}$	700	50	0,70	370
ПЭ 250-40	$6,9 \cdot 10^{-2}$	450	50	0,75	370
ПЭ 250-45	$6,9 \cdot 10^{-2}$	500	50	0,75	410

\* - рН7-9,2, температура 165°C дан кўп бўлмаган ва таркибида каттик заррачалар бўлмаган суюкликларни узатиш учун мўлжалланган.



**Марказдан кочма, қўп босқичли, секцияли насосларнинг  
техник характеристикаси**

<i>Марка</i>	<i>Q, м<sup>3</sup>/с</i>	<i>H, м суюқ.уст.</i>	<i>n, с<sup>-1</sup></i>	<i>η<sub>н</sub></i>	<i>N<sub>н</sub>, кВт</i>
ЦНС 13-70	3,61·10 <sup>-3</sup>	70	50	0,48	5,40
ЦНС 13-350	3,61·10 <sup>-3</sup>	350	50	0,49	26,00
ЦНС 38-44	1,05·10 <sup>-2</sup>	44	50	0,67	7,00
ЦНС 38-66	1,05·10 <sup>-2</sup>	66	50	0,67	10,50
ЦНС 60-50	1,67·10 <sup>-2</sup>	50	25	0,67	13,0
ЦНС 60-75	1,67·10 <sup>-2</sup>	75	25	0,67	19,5
ЦНС 60-330	1,67·10 <sup>-2</sup>	330	50	0,71	77,0
ЦНС 105-343	2,92·10 <sup>-2</sup>	343	50	0,74	136,5
ЦНС 105-490	2,92·10 <sup>-2</sup>	490	50	0,74	165,0
ЦНС 180-340	5,0·10 <sup>-2</sup>	340	25	0,74	232
ЦНС 180-500	5,0·10 <sup>-2</sup>	500	50	0,72	350
ЦНС 180-600	5,0·10 <sup>-2</sup>	600	50	0,72	420
ЦНС 180-700	5,0·10 <sup>-2</sup>	700	50	0,72	490
ЦНС 300-540	8,33·10 <sup>-2</sup>	540	25	0,76	594
ЦНС 300-600	8,33·10 <sup>-2</sup>	600	25	0,76	660
ЦНС 300-650	8,33·10 <sup>-2</sup>	650	50	0,76	700
ЦНС 500-320	1,39·10 <sup>-1</sup>	320	25	0,76	580
ЦНС 500-480	1,39·10 <sup>-1</sup>	480	25	0,77	870
ЦНС 500-560	1,39·10 <sup>-1</sup>	560	25	0,77	1015
ЦНС 500-640	1,39·10 <sup>-1</sup>	640	25	0,77	1160

**Ўқли насосларнинг техник характеристикалари**

<i>Марка</i>	<i>Q, м<sup>3</sup>/с</i>	<i>H, м суюқ.уст.</i>	<i>n, с<sup>-1</sup></i>	<i>η<sub>н</sub></i>
ОГ6-15	0,075	4,6	48,3	0,78
ОГ8-15	0,072	11	48,3	0,80
ОГ6-25	0,175	3,4	24,15	0,83
ОГ8-25	0,160	8,0	24,15	0,86
ОГ6-30	0,300	4,4	24,15	0,83
ОГ8-30	0,290	11,0	24,15	0,86
ОГ6-42	0,550	4,2	16	0,84
ОГ8-42	0,525	9,9	16	0,86

ОГ6-55	0,900	4,1	12,15	0,84
ОГ8-55	0,900	10,0	12,15	0,86
ОГ6-70	1,530	4,3	9,75	0,84
ОГ8-70	1,480	10,4	9,75	0,86
ОВ5-47	0,70	4,5	12,15	0,85
	0,90	8,0	12,15	0,85
ОВ8-47	0,70	11,0	16	0,86
ОВ5-55	1,45	11,0	16	0,85
ОВ6-55	0,94	4,5	12,15	0,84
	1,25	7,5	16	0,84
ОВ8-55	1,18	17,0	16	0,86
ОВ5-70	2,25	11,0	12,15	0,84
ОВ5-70	1,55	4,7	9,75	0,83
	1,90	7,3	12,15	0,83
ОВ8-70	1,85	16,0	12,15	0,86

ИЛОВА 10

## Ўқли циркуляция насосларнинг техник характеристикалари

Марка	Q, м <sup>3</sup> /с	H, м суюқ.уст.	n, с <sup>-1</sup>	Электродвигатель		
				тип	N <sub>лр</sub> кВт	η <sub>лв</sub>
ОХ2-23Г	0,111	4,5	24,1	АО2-62-4	17	0,89
ОХ6-34ГА	0,278	4,5	24,5	АО2-81-4	40	-
ОХ6-34Г	0,444	4,5	24,5	АО2-82-4	55	-
ОХ6-46	0,693	4	16,4	МА-36-51/6	100	0,91
ОХ6-54Г	0,971	4,5	16,3	АО-102-6М	125	0,92
ОХ6-70ГС-1	1,75	4,5	12,2	АО (ДА 30) 12-35-8	200	-
ОХ6-70ГС-2	2,22	4,5	12,2	АО (ДА 30) 12-55-8	250	-
ОХ6-87Г-1	2,22	3,5-4,5	9,8	АО (ДА 30) 12-55-10	320	-
ОХ6-87Г-2	2,78	3,5-4	9,8	АО (ДА 30) 12-55-10	320	-

ИЛОВА 11

## Кичик унимдорлик уярмвий насосларнинг техник характеристикалари

Марка	Q, м <sup>3</sup> /с	H, м вод. ст.	n, с <sup>-1</sup>	η <sub>лв</sub>
АН-0.5/18	0.00040	24	24,15	0,38
	0.00050	18		
	0.00058	12		
АЕ-1/16	0.00080	22	24,15	0,25
	0.00100	16		
	0.00106	14		
АЕ-1,25/25	0.00110	29	24,15	0,27
	0.00125	25		
	0.00140	21		

## Плунжерли насосларнинг техник характеристикалари

Марка	Q, м <sup>3</sup> /с	H, м.суб.уст.	Электродвигатель			
			тип	n, с <sup>-1</sup>	N <sub>в</sub> , кВт	η <sub>дв</sub>
НД 630/10	1,75·10 <sup>-4</sup>	100	ВАО-21-4	25	1,1	0,76
НД 1000/10	2,78·10 <sup>-4</sup>	100	АО2-31-4	25	2,2	-
НД 1600/10	4,45·10 <sup>-4</sup>	100	АО2-32-4	25	3,0	-
			ВАО-32-4	-	3,0	0,82
НД 2500/10	6,95·10 <sup>-4</sup>	100	АО2-32-4	25	3,0	-
			ВАО-32-4	-	3,0	0,82
ДК-64	1,75·10 <sup>-4</sup>	630	ВАО-31-4	25	3,0	0,82
ХТр10/100	2,78·10 <sup>-4</sup>	1000	ВАО-82-2	25	55	-

## Уч плунжерли насосларнинг техник характеристикаси

Марка	Q, м <sup>3</sup> /с	Чикишдаги босим МПа
ПТ-1-0,63/400	1,75·10 <sup>-4</sup>	40
ПТ-1-1/400	2,78·10 <sup>-4</sup>	40
ПТ-1-1/250	2,78·10 <sup>-4</sup>	25
ПТ-1-1,6/250	4,44·10 <sup>-4</sup>	25
ПТ-1-1,6/160	4,44·10 <sup>-4</sup>	16
ПТ-1-2,5/160	6,95·10 <sup>-4</sup>	16
ПТ-1-2,5/100	6,95·10 <sup>-4</sup>	10
ПТ-1-4/100	1,11·10 <sup>-3</sup>	10
ПТ-1-4/63	1,11·10 <sup>-3</sup>	6,3
ПТ-1-6,3/63	1,75·10 <sup>-3</sup>	6,3
ПТ-1-6,3/40	1,75·10 <sup>-3</sup>	4
ПТ-1-10/40	2,78·10 <sup>-3</sup>	4
ПТ-1-10/25	2,78·10 <sup>-3</sup>	2,5
ПТ-1-16/25	4,44·10 <sup>-4</sup>	2,5
ПТ-1-10/100	2,78·10 <sup>-3</sup>	10
Т-2-1,6/630	4,44·10 <sup>-4</sup>	63
Т-2-2,5/400	6,95·10 <sup>-4</sup>	40
Т-2-4/250	1,11·10 <sup>-3</sup>	25
Т-2-2,5/250	6,95·10 <sup>-4</sup>	25
Т-2-6,3/160	1,75·10 <sup>-3</sup>	16
Т-2-10/100	2,78·10 <sup>-3</sup>	10
Т-2-16/63	4,44·10 <sup>-3</sup>	6,3
Т-2-25/40	6,95·10 <sup>-3</sup>	4,0
Т-2-40/25	1,11·10 <sup>-2</sup>	2,5

## Марказдан кочма вентиляторларнинг техник характеристикалари

Марка	Q, м <sup>3</sup> /с	ρgh, Па	n, с <sup>-1</sup>	Электродвигатель			
				тип	N, кВт	η <sub>ш</sub>	
В-Ц14-46-5К-02	3,67	2360	24,1	АО2-61-4	13	0,88	
	4,44	2350		АО2-62-4	17	0,89	
	5,55	2550		АО2-71-4	22	-	
В-Ц14-46-8К-02	5,28	1770	16,15	АО2-62-6	13	0,88	
	6,39	1820		АО2-71-6	17	0,90	
	7,78	1870		АО2-72-6	22	0,90	
В-Ц14-46-8К-02	6,94	2450	16	АО2-82-6	30	-	
	9,72	2600		АО2-82-6	40	-	
	11,95	2750		АО2-91-6	55	0,92	
В-Ц12-48-8-01	12,50	5500	24,15	4А2804	110	-	
	15,25	5600		4А280М4	132	-	
	18,0	5700		4А3514	160	-	
ЦП-40-8К	1,39÷6,95	1470÷3820	26,65	-	-	-	
<i>Кичик унумдорликка эга вентиляторлар*</i>							
Ц1-181,5	0,050	618	46,7	Ц1-1450	0,402	2450	46,7
Ц1-354	0,098	967	46,7	Ц1-2070	0,575	1280	46,7
Ц1-690	0,192	1500	46,7	Ц1-4030	1,120	2840	46,7
Ц1-1000	0,278	1110	46,7	Ц1-8500	2,380	3280	46,7

\* - фақат Q, ρgh ва n ларнинг қийматлари келтирилган

## Газодувкаларнинг техник характеристикалари

Марка	Q, м <sup>3</sup> /с	ρgh, Па	n, с <sup>-1</sup>	Электродвигатель		
				тип	N, кВт	η <sub>ш</sub>
ТВ-25-1,1	0,833	10000	48,3	АО2-71-2	22	0,88
ТВ-100-1,12	1,67	12000	48,3	АО2-81-2	40	-
ТВ-150-1,12	2,50	12000	48,3	АО2-71-2	55	-
ТВ-200-1,12	3,33	12000	48,3	АО2-71-2	75	0,89
ТВ-250-1,12	4,16	12000	48,3	АО2-71-2	100	0,91
ТВ-350-1,06	5,86	6000	48,3	АО2-71-2	55	-
ТВ-450-1,08	7,50	8000	49,5	А2-92-2	125	0,94
ТВ-500-1,08	8,33	8000	50,0	ВАО-3155-2	132	-
ТВ-600-1,1	10,0	10000	49,4	А3-315М-2	200	-
РГН-1200А	0,167	30000	16,7	АО2-62-6	13	-
2А-34	0,630	80000	25,0	4А250-К443	75	-
ТВ-42-1,4	1,0	40000	48,3	АО2-82-2	55	-
ТВ-50-1,6	1,0	60000	49,3	АО2-92-2	100	-
ТВ-80-1,2	1,67	20000	48,3	АО2-82-2	55	-
ТГ-170-1,1	2,86	28000	49,3	АО2-92-2	100	-
ТГ-300-1,18	5,0	18000	50,0	ВАО-315М-2	160	-

Этил спирти-сув аралашмасининг кайнаш температураси,  
суюклик ва буғининг мувозанат таркиблари

Суюкликдаги спирт миқдори		Қайнаш температураси, °С	Буғдаги спирт миқдори		Суюкликдаги спирт миқдори		Қайнаш температураси, °С	Буғдаги спирт миқдори	
% мас	% мол	°С	% мас	% мол	% мас	% мол	°С	% мас	% мол
0,01	0,004	99,9	0,13	0,053	25,00	11,53	85,7	68,6	46,08
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	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	42,09	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	88,00	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	84,70

Сув-спирт эритмаларининг солиштирма иссиқлик сизими  
(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

## Сув буги тўйинган ҳолатда (босим буйича)

$P \cdot 10^3$ , Па	$t$ , °C	$i$ , кЖ/кг	$g$ , кЖ/кг	$i'$ , кЖ/кг
10	45.83	2584.4	2392.6	191.84
20	60.09	2609.6	2351.1	251.46
30	69.12	2625.3	2336.0	269.81
40	75.89	2636.8	2319.2	317.65
50	81.35	2646.0	2305.4	340.57
60	85.95	2653.6	2293.7	359.93
100	99.53	2675.7	2258.2	417.51
150	111.7	2693.9	2226.8	467.13
200	120.23	2706.9	2202.2	504.7
250	127.43	2717.2	2181.8	535.4
300	133.54	2725	2164.1	561.4
350	138.88	2732.5	2148.2	584.3
400	143.62	2738.5	2133.8	604.7
450	147.92	2743.8	2120.6	623.2
470	149.93	2745.8	2115.7	630.1

Сув-спирт бугларининг конденсацияланиш температураси  
ва  $10^5$  Па босимдаги энтальпияси

Буг таркиби даги спирт ҳажми, % мас.	Конденсацияла- ниш тем- пература си, °C	Суюклик энтальпия си $i$ , кЖ/кг	Буг хосил қилиш нсснклиги $g$ , кЖ/кг	Бугнинг энтальпи яси $i$ , кЖ/кг	Бугнинг зичлиги, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
0	100	418,70	2256.7	2675	0.589
5	99,4	424,56	2185,6	2610	0.620
10	98,8	426,24	2114,4	2540	0.643
15	98,2	423,3	2043,0	2466,5	0.667
20	97,6	429,79	1972,1	2392,9	0.694
25	97,0	423,37	1902,9	2383,4	0.722
30	96,0	417,86	1833,9	2250,5	0.750
35	95,3	406,97	1762,7	2169,7	0.785

40	94,0	397,34	1691,5	2087,2	0,817
45	93,2	382,27	1624,5	2006,8	0,754
50	91,9	369,29	1553,4	1922,6	0,881
55	90,6	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	222,74	925,3	1148,0	1,480
100	78,3	209,76	854,1	1063,9	1,598

ИЛОВА 20

Турли типдаги тарелкаларнинг ўртача ф.и.к.

<i>Қурилма</i>	<i>Тарелкалар хили</i>	<i>η</i>
Брага ҳайдаш		
брага колоннаси	Икки марта қайнатадиган	0,6
	Бир марта қайнатадиган	0,5
спирт колоннаси	Икки марта қайнатадиган	0,5
лютер колоннаси	Икки марта қайнатадиган	0,6
Куб ректификацион	Кўп қатпоқчали	0,5
Брага ректификацион		
брага колоннаси	Икки марта қайнатадиган, Фалвирсимон	0,5
элюрацион	кўп қатпоқчали	0,7
ректификацион	кўп қатпоқчали	0,5

ИЛОВА 21

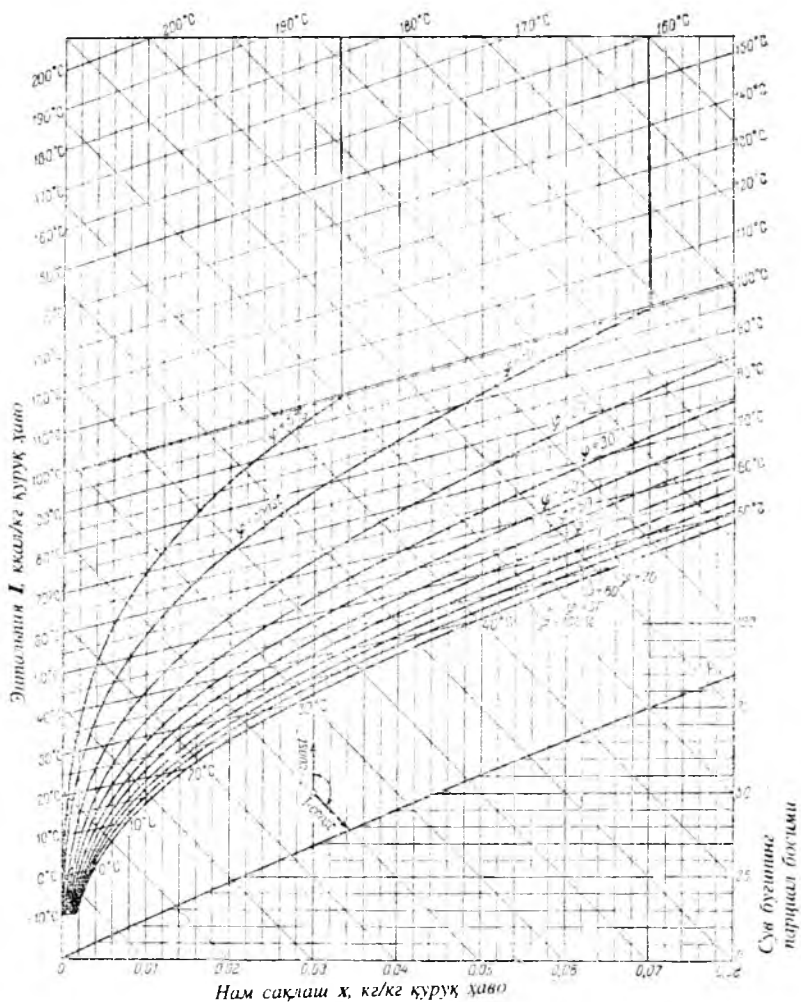
Атмосфера босимида қайнайдиغان баъзи сувли эритмалар концентрацияси, масс. %

<i>Эриган модда</i>	<i>Қайнаш температураси, °С.</i>								
	<i>101</i>	<i>102</i>	<i>103</i>	<i>104</i>	<i>105</i>	<i>107</i>	<i>110</i>	<i>115</i>	<i>120</i>
CaCl <sub>2</sub>	5,66	10,31	14,16	17,36	20,00	24,24	29,33	35,68	40,83
KOH	4,49	8,51	11,97	24,82	17,01	20,88	25,65	31,97	36,51
KCl	8,42	14,31	18,96	23,02	26,57	32,62	-	-	-
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10,31	18,37	24,24	28,57	32,24	37,69	43,97	50,86	56,04
KNO <sub>3</sub>	13,19	23,66	32,23	39,20	45,10	54,65	65,34	79,53	-
MgCl <sub>2</sub>	4,67	8,42	11,66	14,31	16,59	20,32	24,41	29,48	33,07
MgSO <sub>4</sub>	14,31	22,78	28,81	32,23	35,32	42,66	-	-	-
NaOH	4,12	7,40	10,15	12,51	14,53	18,32	23,08	26,21	33,77
NaCl	6,19	11,03	14,67	17,69	20,32	25,09	-	-	-
NaNO <sub>3</sub>	8,26	15,61	21,87	27,53	32,43	40,47	49,87	60,94	68,94

Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15,26	24,81	30,73	-	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	9,42	17,22	23,72	29,18	33,86	-	-	-	-
CuSO <sub>4</sub>	26,95	39,98	40,88	44,47	-	-	-	-	-
ZnSO <sub>4</sub>	20,00	31,22	37,89	42,92	46,15	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> Cl	6,10	11,35	15,96	19,80	22,89	28,37	35,98	46,95	-
<b>Эриган модда</b>	<b>Температура, °С</b>								
	<b>125</b>	<b>140</b>	<b>160</b>	<b>180</b>	<b>200</b>	<b>220</b>	<b>240</b>	<b>260</b>	<b>300</b>
CaCl <sub>2</sub>	45,80	57,89	68,94	75,85	-	-	-	-	-
KOH	40,23	48,05	54,89	60,41	64,91	68,73	72,46	75,76	81,63
MgCl <sub>2</sub>	36,02	38,61	-	-	-	-	-	-	-
NaOH	37,68	48,32	60,13	69,97	77,53	84,03	88,89	93,02	98,47

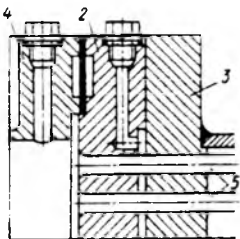
ИЛОВА 22

### Рамзиннинг I-x нам ҳаво диаграммаси





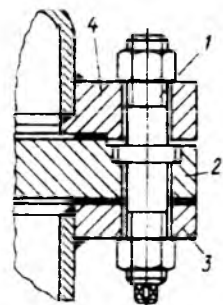
**Кожух фланецининг кўзгалмас труба тўр пардаси  
билан бирлаштиришнинг типик усуллари**

**Зичлаш схемаси**

«Бўртик (труба тўр пардаси) - ботиқ (коп-кок фланецида)» типидagi бирикмаларни зичлаш шпилька 1 ёрдамида амалга оширилади.

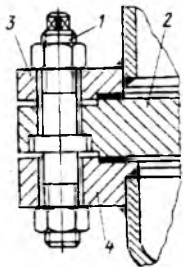
**Қўллаш соҳаси**

Кожух ичидаги босим 1 МПа бўлган кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаси



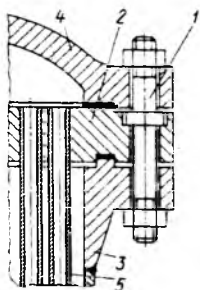
Икки қаватли тўр пардалар. Трубалар иккала (2 ва 3) тўр пардаларда развальцовка қилинади. Пастки тўр парда 3 кожухга пайванқланади ва унинг фланеци бўлиб хизмат қилади.

Трубалараро бўшлиқда юқори босим остида, агрессив ёки атроф муҳитни ифлослантйрувчи суюқлик ҳаракат қилганда.



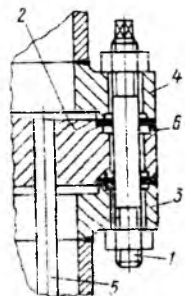
«Бўртик (труба тўр пардасининг икки томонида) – ботик (кожух 3 ва копкок фланецлари 4)».

Зичлаш бирикмаларига юқори татаблар кўйилганда



«Шип-паз» типидagi бирикма

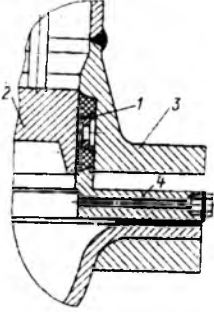
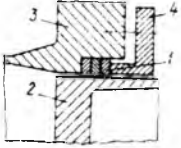
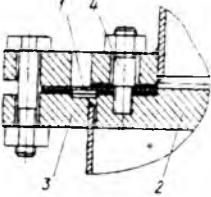
Худди аввалгидек

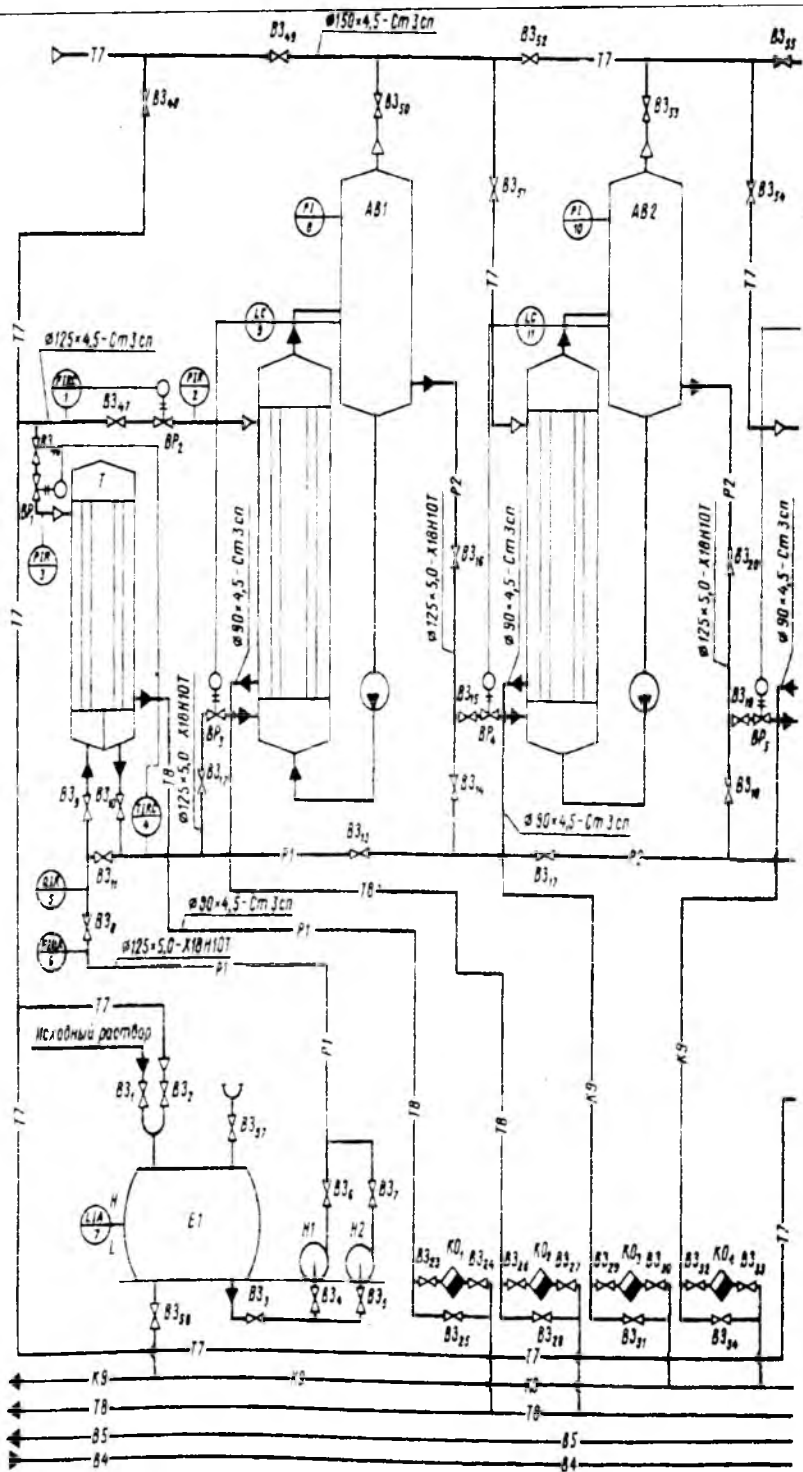


Фланецлар 3 ва 4 да халка чуқурчали 6 ва труба тўр парда 2 ларда «бўртик-ботик» типидagi бирикма

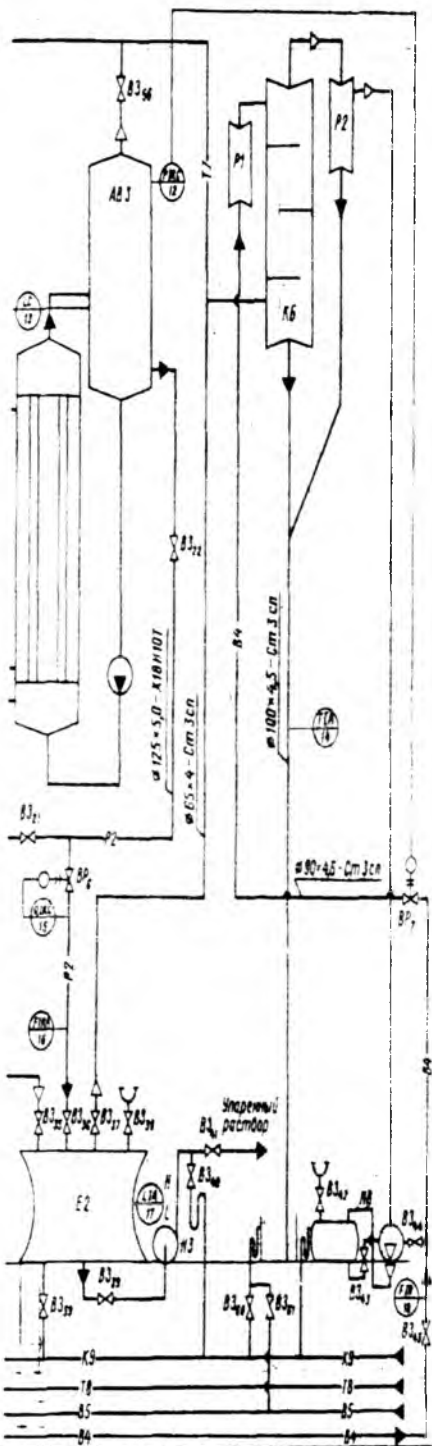
Худди аввалгидек

## Харакатчан труба тўр пардасини зичлашнинг баъзи усуллари

Схема	Характеристикаси	Қўллаш соҳаси
	<p>Сальник ёрдамида зичлаш. Зичлаш халқалари махсус втулка 4 ёрдамида сиқилади. Агарда, халқатар резинадан бўлса унинг уланиш жойи вулканизация қилинади</p>	<p>Кожух ичидаги босим 2 МПа дан ва темпе-ратураси 300°С дан кам бўлганда</p>
	<p>Худди аввалгидек</p>	<p>Худди аввалгидек</p>
	<p>Мембрана ёрдамида зичлаш. Мембранани маҳкамлаш шилъка 4 ёрдамида амалга оширилади</p>	<p>Кожух ичида юқори босим ва темпе-ратураси 300°С дан кам бўлганда</p>



Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
	--Т7--Т7--	Буг
	--В4--В4--	Айланма сув (киришда)
	--В5--В5--	Айланма сув (чиқишда)
	--Т8--Т8--	Конденсат
	--К9--К9--	Ишқорли сув
	--Р1--Р1--	Бошланғич эритма
	--Р2--Р2--	Буглатилган эритма

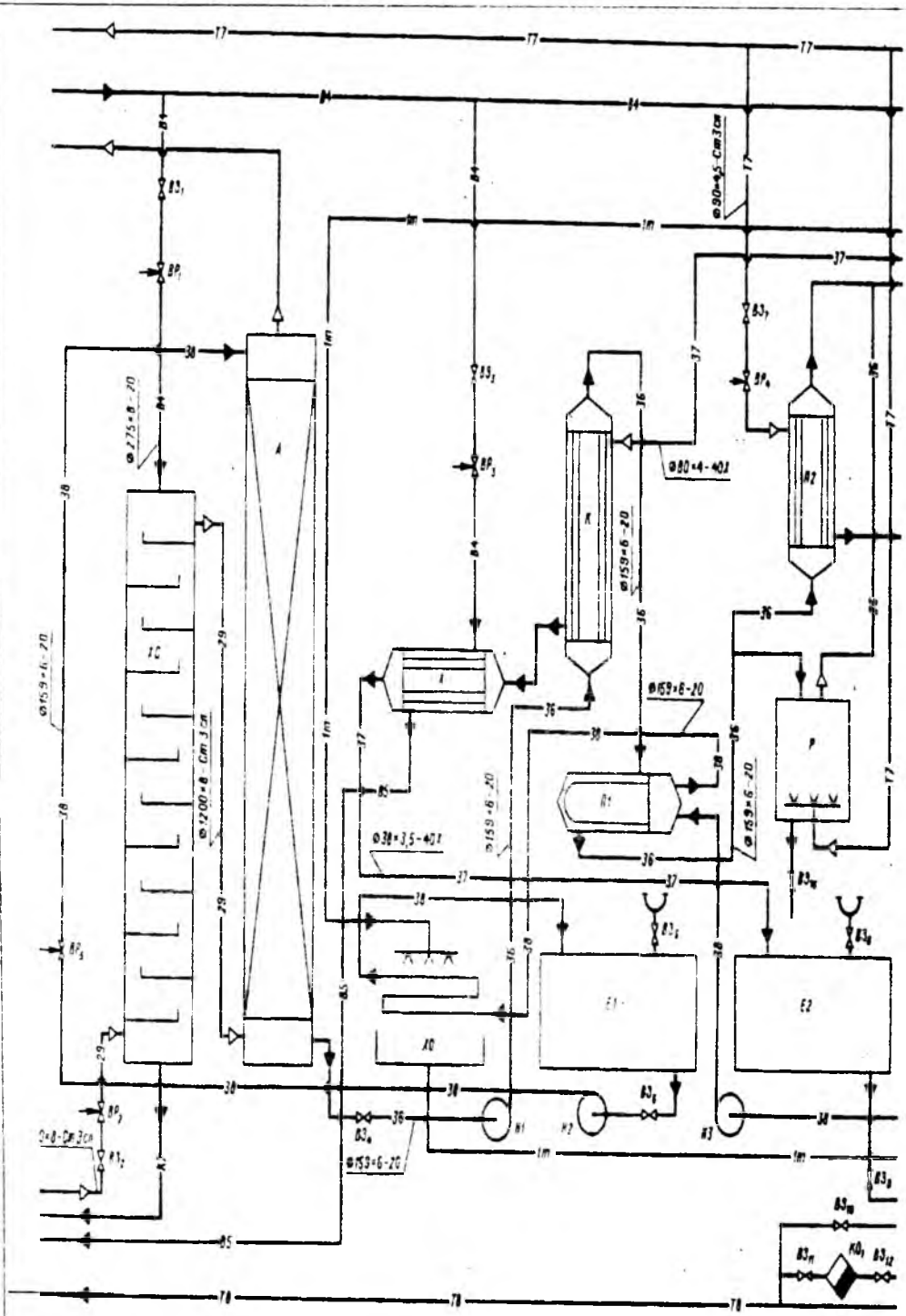


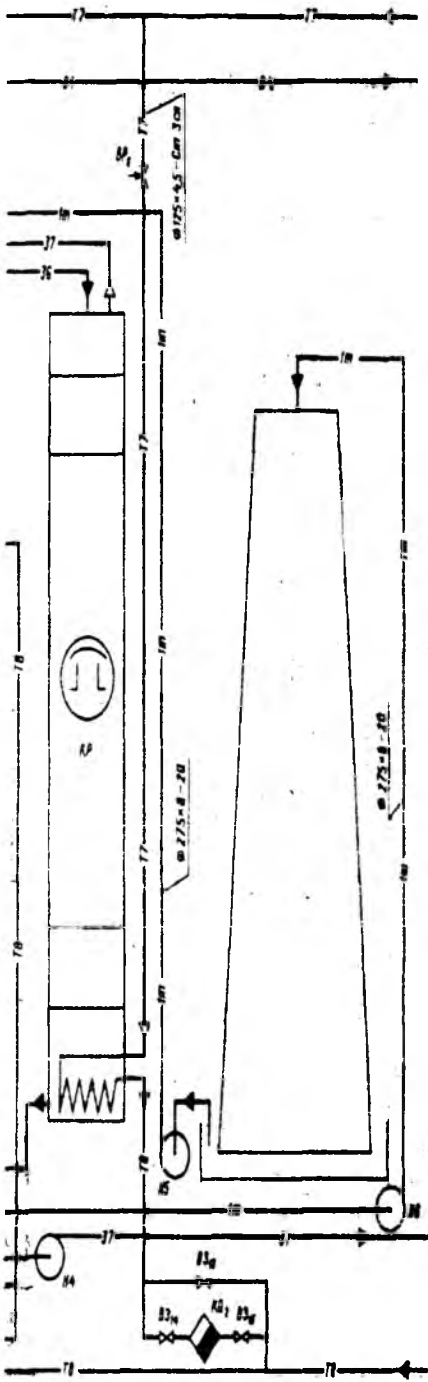
Белгиланиши	Номи	сони	Эслатма
AB1	Буглатиш қурилмаси	3	
T	Йисққлик адмашии қурилмаси	1	
КБ	Барометрик конденсатор	1	
P1-2	Кенгайтириш қурилмаси	2	
E1-2	Суюқлик учун идиш	2	
H1-3	Насос	3	
HВ	Вакуум-насос	1	
B3 <sub>1,61</sub>	Беркитувчи вентиль	61	
BP <sub>1</sub>	Ростловчи вентиль	7	
KO <sub>1,4</sub>	Конденсат чиқариш мосламаси	4	

МХТИ: 066612.001 Т3			
Уч.Вис.	№	Хужжат	Ило.Сана
Яратив			
Текши			
Т.табар			
Рақбар			
Нор.кон			
Тасдиқ			

Уч қорпусли буглатиш қурилмасининг технологик схемаси

Адаб	Мас	Мас
Лит	Усл.табар	

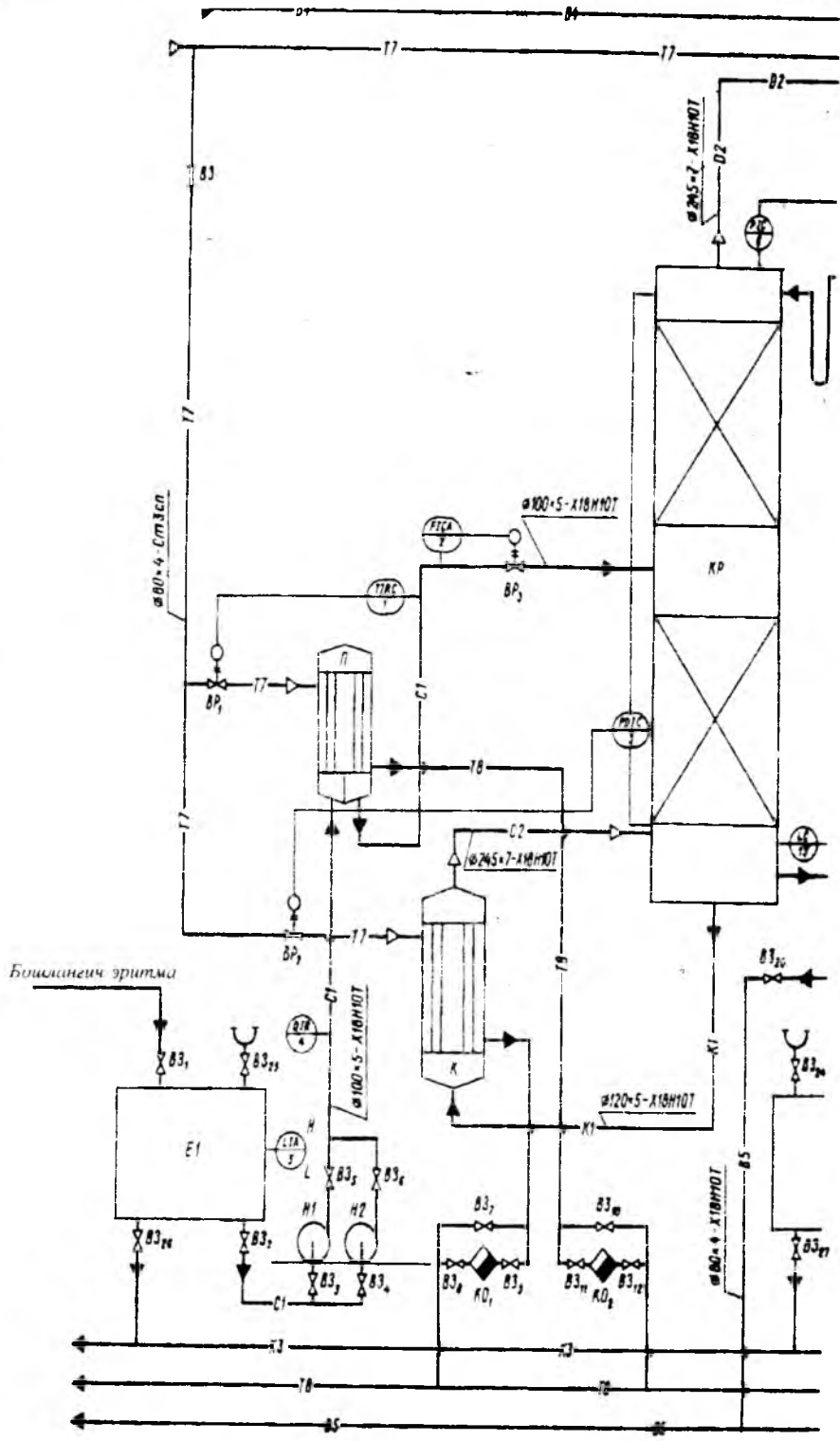




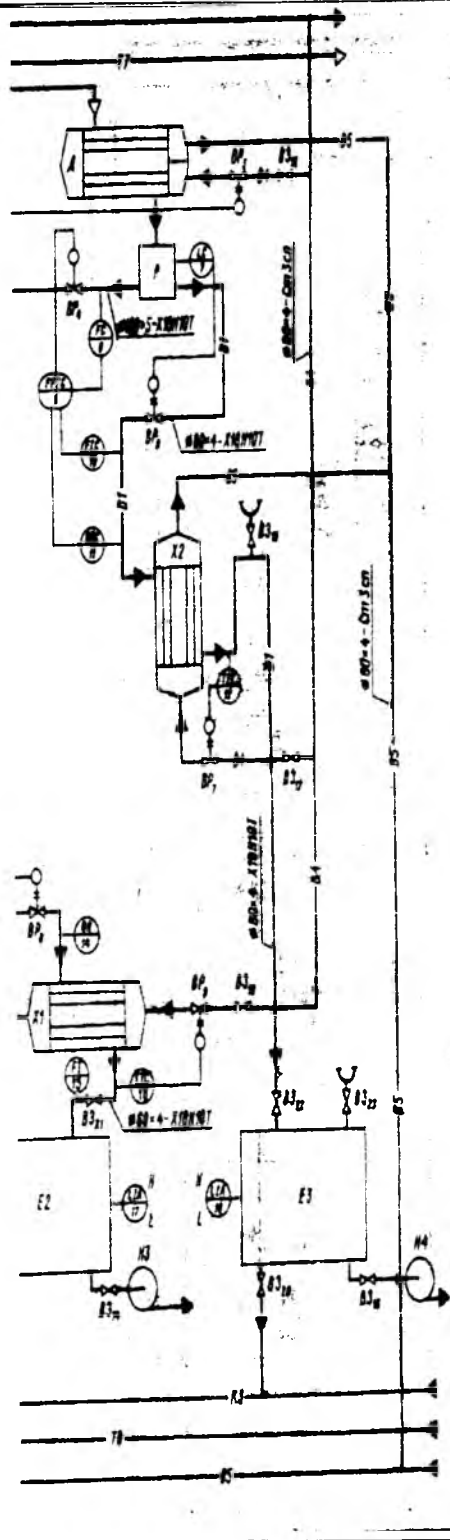
Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
	В4 --- В4	Айланма сув (киришда)
	1т --- 1т	Илиқ сув
	Т7 --- Т7	Буг
	Т8 --- Т8	Конденсат
	29 --- 29	Газ-буг аралашмаси
	К7 --- К7	Канализация
	36 --- 36	Бензол-мой аралашмаси
	37 --- 37	Бензол
	38 --- 38	Мой
	85 --- 85	Айланма сув (қайтишда)

Белгиланиши	Номи	Со-ни	Эсла-тма
А	Абсорбер	1	
ХС	Аралаштирма совитгич	1	
Х	Совитгич	1	
Х	Ювилиб турувчи совитгич қурилмаси	1	
КР	Ректификацион колонна	1	
Г	Градирня	1	
Р	Регенератор	1	
П1-2	Иситгич	2	
Е1-2	Идиш	2	
К	Конденсатор	1	
Н1-6	Насос	6	
ВЗ <sub>1-16</sub>	Вентиль, беркитувчи	16	
ВР <sub>1-6</sub>	Вентиль, ростловчи	6	
КО <sub>1-2</sub>	Конденсат чиқарувчи	2	

				00.00.000 ТЗ		
				Абсорбцион қурilmанинг технологиясига схемаси		
				Адаб   Масс   Мас		
Лист	№	Хужжат	Имло	Сана	Лист	Листлар
Яралма						
Текири						
Таллар						
Рахбар						
Нор.ком						
Тасдиқ						



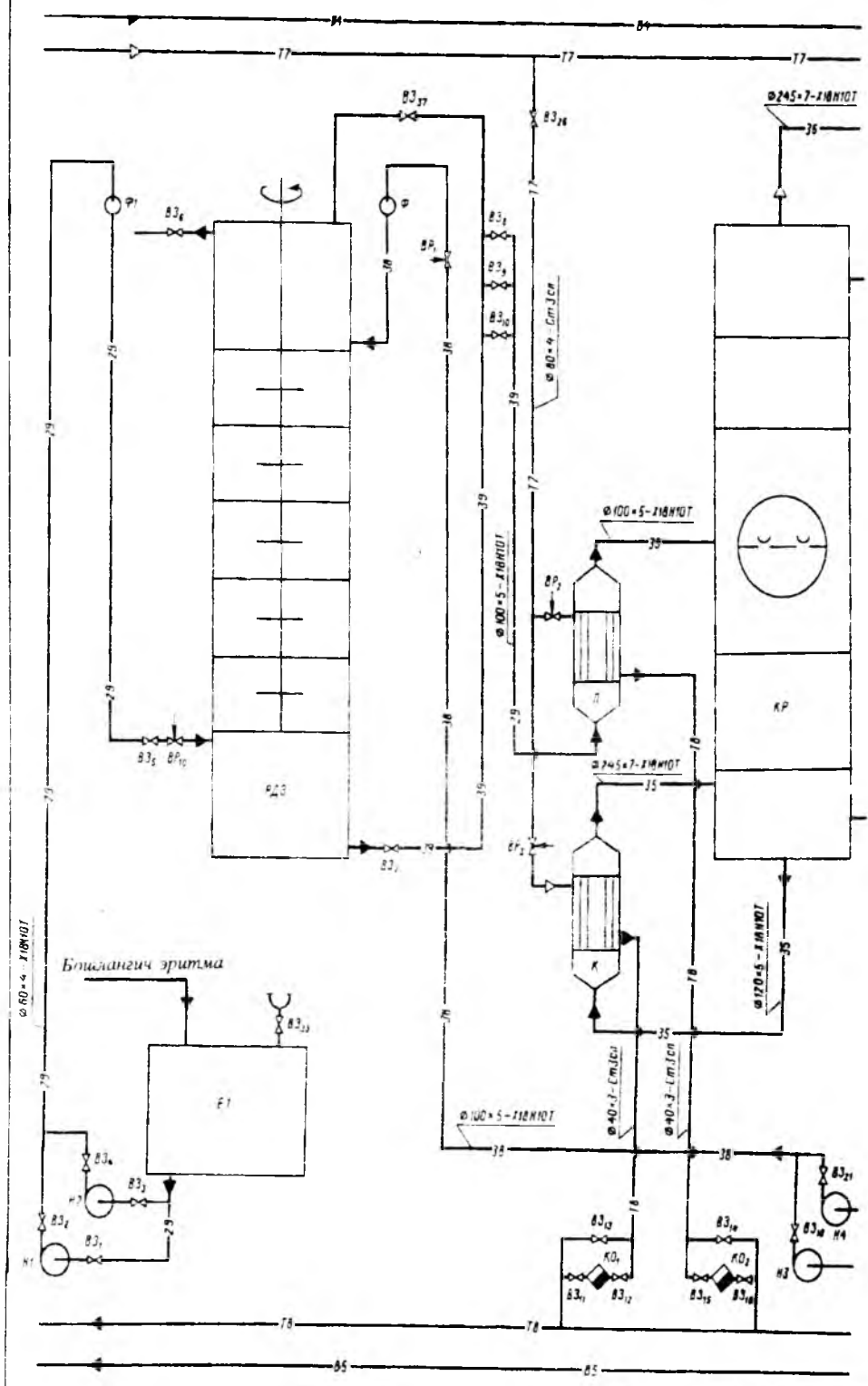


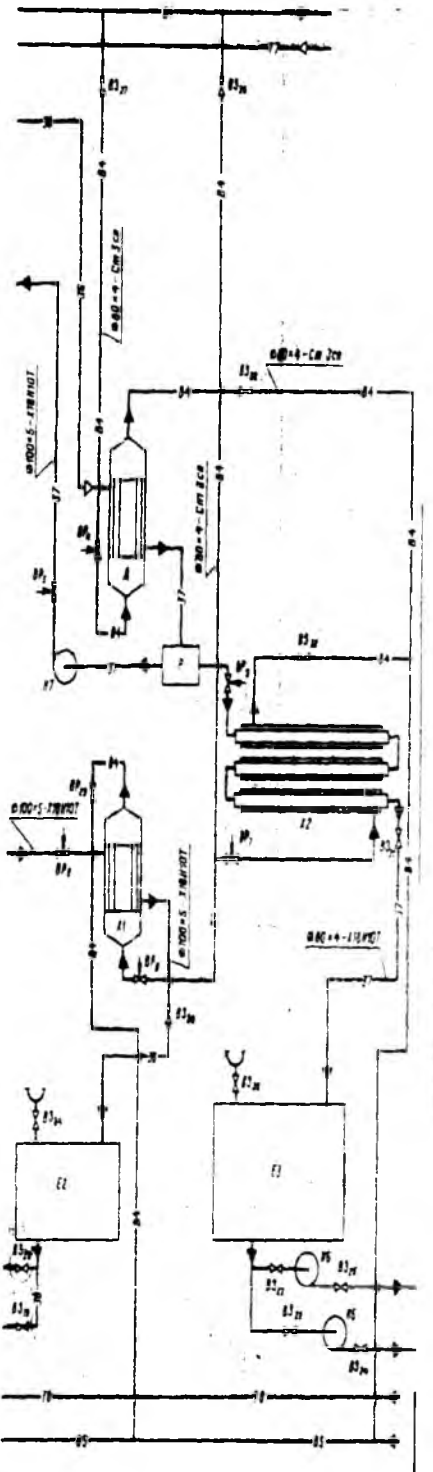


Харф	Шартли белгилаиши	Труба ичидаги муҳитнинг номи
	График	
	--B4--B4--	Айланма сув (киришда)
	--T7--T7--	Буг
	--T8--T8--	Конденсат
	--C1--C1--	Бошланғич аралашма
	--K3--K3--	Канализация
	--C2--C2--	Буг-суяқлик аралашмаси
	--D2--D2--	Дистиллят буглари
	--D1--D1--	Дистиллят
	--K1--K1--	Куб қолдиги
	--B5--B5--	Айланма сув

Белгилаиши	Номи	Сони	Эслатма
КР	Ректификацион колонна	1	
Д	Дефлегматор	1	
К	Қайнатғич	1	
П	Йситғич	1	
X1-2	Совитғич	2	
E1-3	Идиш	3	
P	Тақсимлагич	1	
H1-4	Насос	4	
B <sub>1,2,3</sub>	Вентиль, ростловчи	9	
B <sub>3,1,25</sub>	Вентиль, беркитувчи	28	
KO <sub>1,2</sub>	Конденсат чиқарувчи	2	

				00.00.000 ТЗ			
Этап	№	Хизмат	Миллат	Ректификацион қурилманинг технологик схемаси	Адаб	Мас	Мас
Ярашув							
Текши							
Т.мизар							
Рақбар						Лист	Листлар
Нор.ком							
Тасдиқ							

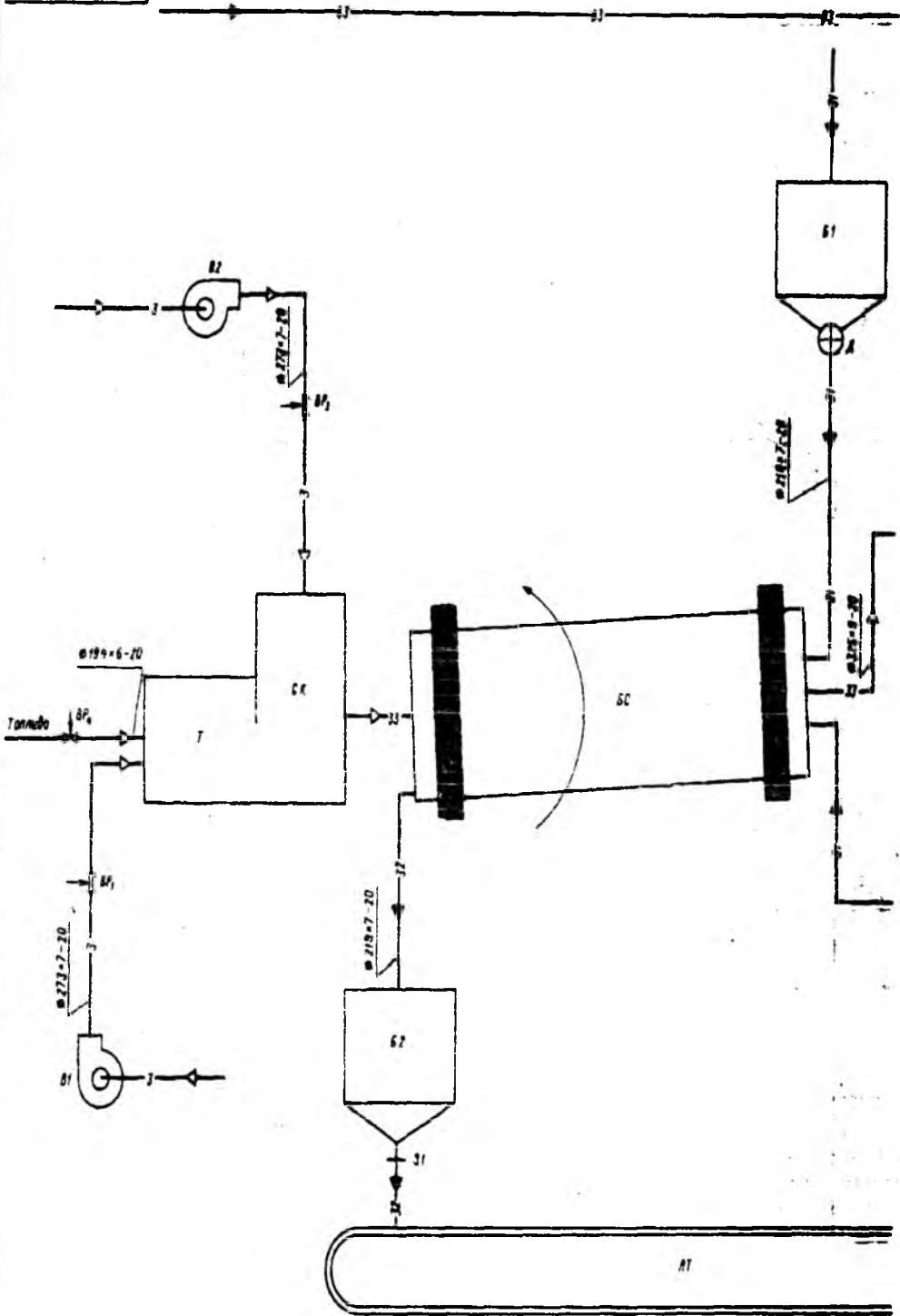


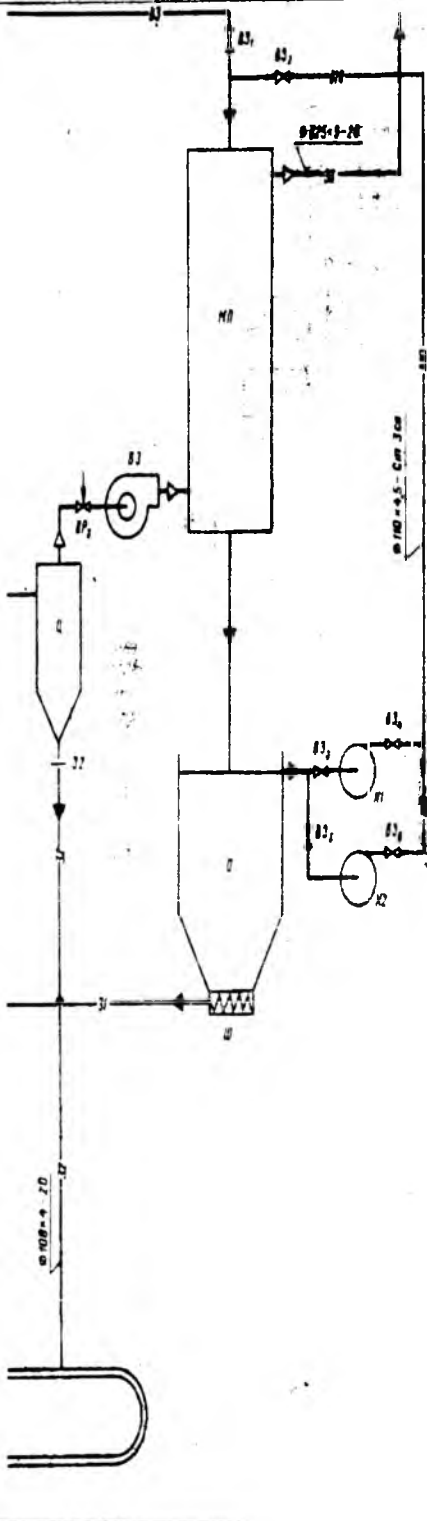


Шартли белгилаши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
	--В4--В4--	Айланма сув (киришда)
	--Т7--Т7--	Буг
	--Т8--Т8--	Конденсат
	--29--29--	Бошланғич аралашма
	--35--35--	Буг-сувоқлик эмульсияси
	--36--36--	Дистиллят буглари
	--37--37--	Дистиллят
	--38--38--	Куб қолдиғи
	--39--39--	Экстракт
	--В5--В5--	Айланма сув

Белгилаши	Номи	Сони	Эслатма
КР	Ректификацион колонна	1	
РДЭ	Ротор-дискли экстрактор	1	
Д	Дефлегматор	1	
К	Қайнатғич	1	
П	Иситғич	1	
Х1-2	Совитғич	2	
Р	Тақсимлагич	1	
Ф1-2	Фонарь	2	
Е1-3	Идиш	3	
Н1-7	Насос	7	
КО <sub>1,2</sub>	Конденсат чиқарувчи	2	
ВЗ <sub>1,37</sub>	Вентиль, беркитувчи	37	
ВР <sub>1,10</sub>	Вентиль, ростловчи	10	

				00.00.000 ТЗ			
Рис. №	Масштаб	Илова	Сана	Экстракцион қуръаманинг ТЕХНОЛОГИК СХЕМАСИ	Адаб	Мас	Мас
Яратув							
Текшир							
Тузати							
Рақиб							
Нор. кон							
Тасдиқ							
					Лист Листлар		

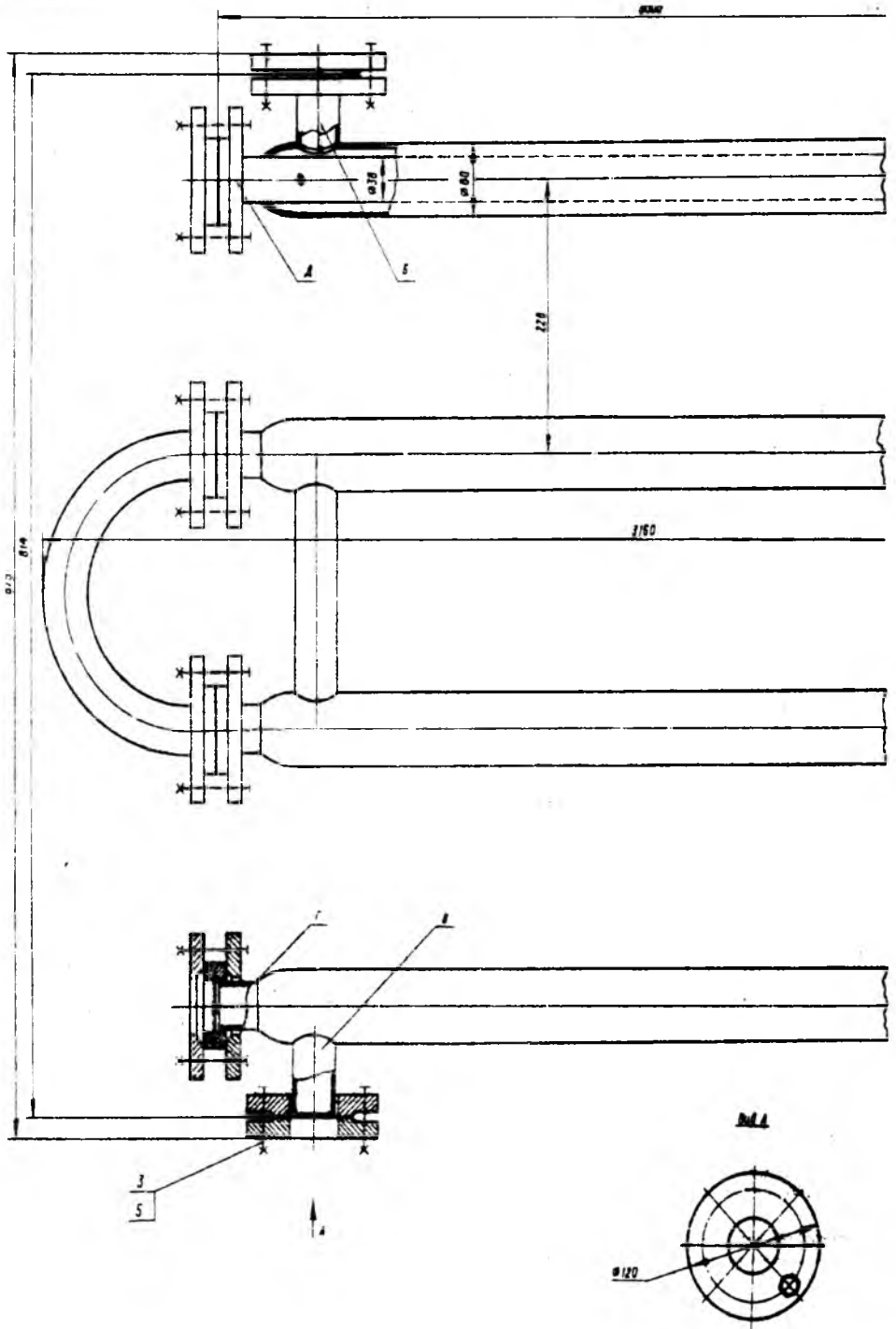




Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
	--ВЗ--ВЗ--	Сув
	--3--3--	Хаво
	--31--31--	Нам материал
	--32--32--	Қуритилган материал
	--33--33--	Иситиш газлари
	--В10--В10--	Айланма сув

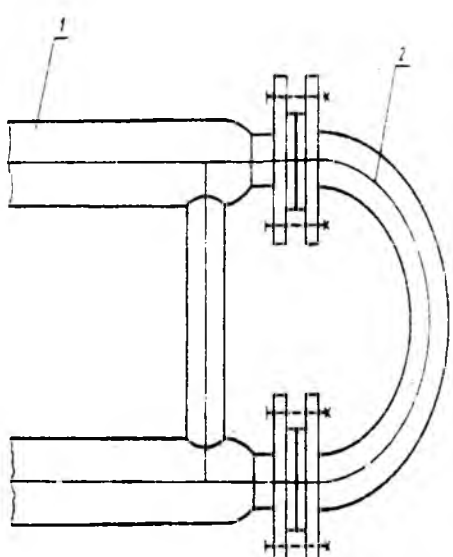
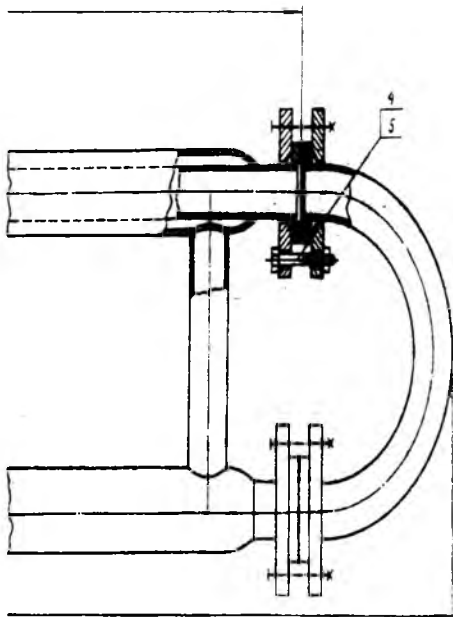
Белгиланиши	Номи	Со-ни	Эсла-тма
БС	Барабанли қуритгич	1	
Т	Топка	1	
СК	Аралаштириш камераси	1	
Б1	Нам материал бункери	1	
Б2	Қуритилган материал бункери	1	
Ц	Циклон	1	
МР	Нам чангушлагич	1	
Д	Дозатор	1	
О	Тиндиргич	1	
Ш	Шнек	1	
З1-2	Беркитгич (Затвор)	2	
ЛТ	Лентали транспортёр	1	
Н1-2	Насос	2	
В1-3	Вентилятор	3	
ВЗ <sub>1,2,3</sub>	Вентиль, беркитувчи	6	
ВР <sub>1,2,3</sub>	Вентиль, ростловчи	3	

				00.00.000 Т3			
Уш.Тис.	№	Хужжат	Илоҳ.Сов.	Қуритиш қуритмасинини технологик схемаси	Адаб	Масс	Мас
Фрагм.							
Техни							
Тиллар					Лист	Листлар	
Рақбар							
Нор.кон							
Тасдиқ							



Штуцерлар жадвали

Белгила-ниши	Номла-ниши	Со-ни	Шарт-ли утиши D <sub>н</sub> , мм	Шартли босим Р, МПа
Б	Сувнинг кириши	1	32	0,6
В	Сувнинг чиқиши	1	32	0,6
Г	Бензолнинг кириши	1	32	0,6
Д	Бензолнинг чиқиши	1	32	0,6



Техник характеристика

Курсаткичлар		Труба каналли	Трубалар-аро бушлиқ
Му-зит	Музит номи	бензол	сув
	Захарлилик	захарли	захарлимас
	Портловчанлиги	портловчи	портла-майдиған
	Агрессивлиги	агрессив	агрес-сивмас
	Температура, °С	80,2 - киришда	45 - чиқишда
Ишчи босим, МПа		0,2	0,6
Қурилманинг ҳажми, м <sup>3</sup>		0,009	0,02
Иссиқлик алмашиши юзаси, м <sup>2</sup>		1,4	

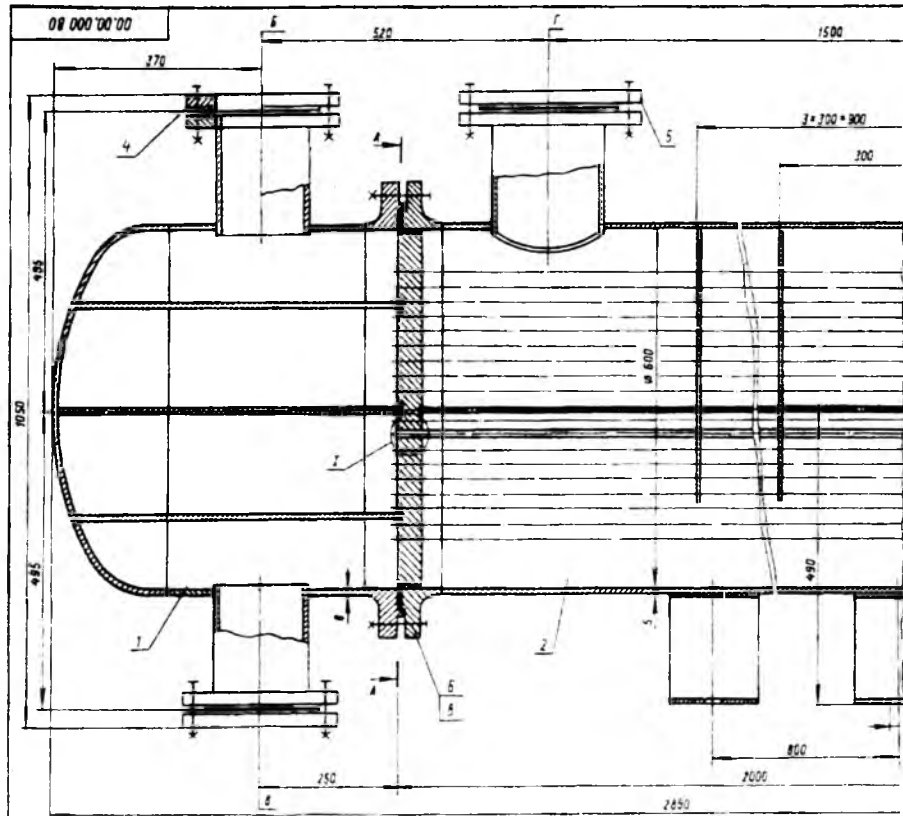
Техник талаблар

- Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қумитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак.
- Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилги етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиши керак:
  - ГОСТ 12.2003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
  - ГОСТ 26.291-79 «Пулатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
- Бензол оқаетган девор материали - Х18Н9Т (легирланган пўлат) ГОСТ 5632-72. қолганлариникин эса Ст.3 ГОСТ 380-71
- Муустақкамлик ва зичлини синовлари қуйидагигидравтик босимда текширилади:
  - трубалараро бушлиқ - 0,9 МПа;
  - труба каналлари - 0,3 МПа.
- Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машинасозлигида пайвандлиш» га мос келиши керак.
- Ҳажми (100%) пайванд чоклари рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.
- Мўҳумот учун улчамлар.
- Чизма ОСТ 26-02-2036-80 асосида яратилган.

По-зи-ция	Белги-лаиши	Номи	Соми	Мас-са, I дона	Материал-нинг номи ва маркаси	Эс-ла-та
1		Коллектор	1			
2		Тирсак	3			
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
3		M10x30.46.05	8		Пулат 20	
4		M10x30.46.05	32		Пулат 20	
5		Гайка M10.5.05 ГОСТ 5915-70	40		Пулат 10	

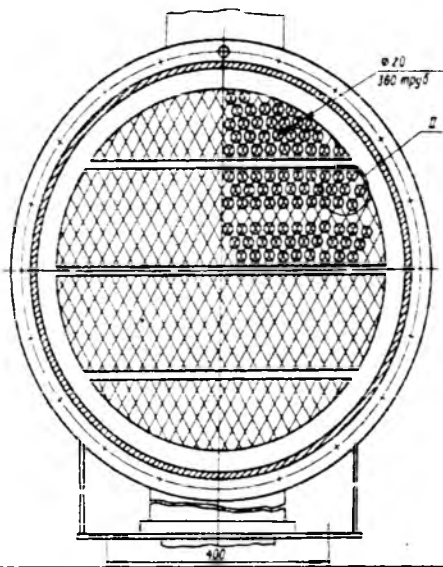
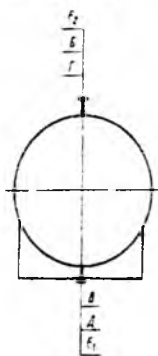
00.00.000 ВО

Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг
Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг
Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг
Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг
Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг
Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг
Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг
Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг
Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг	Ушбу ис-тоҳнинг



A-A

Шт.цар ва таянчларнинг  
жойлашнинг схемаси



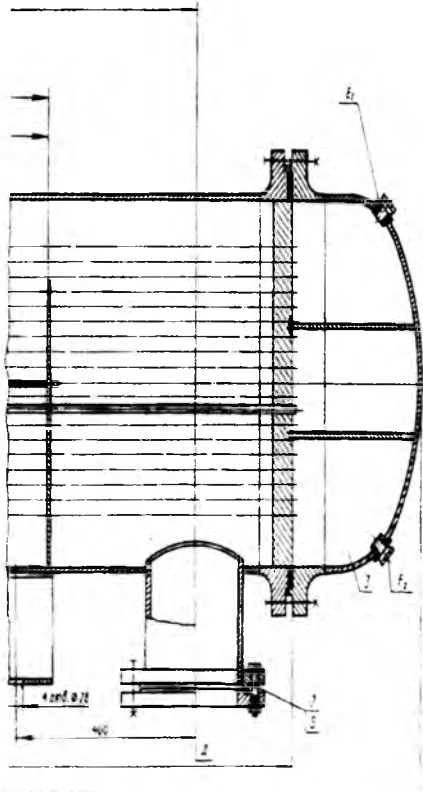


Штуцерлар жадвали

Белгиланиши	Номланиши	Со-ни	Шартли утти D, мм	Шартли босим P, Мпа
Б	Сувнинг кириши	1	150	1,0
В	Сувнинг чиқиши	1	150	1,0
Г	Бензолнинг кириши	1	200	1,0
Д	Бензолнинг чиқиши	1	200	1,0
E <sub>1,2</sub>	Атмосфера билан bogланиши	2	Труб 1/2	1,0

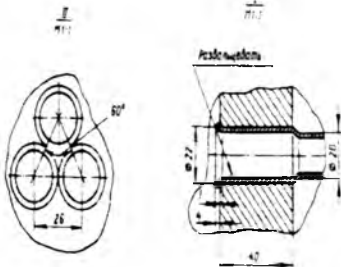
Техник характеристика

Кураткичлар	Труба канали	Трубалараро бушлиқ
М	Музит номи	сув
у	Захарлилик	захарлимас
х	Портловчанлиги	портламас
и	Агрессивлиги	агрессивмас
т	Температура, °С	45 - чиқишда
Ишчи босим, МПа		0,6
Курилманинг ҳажми, м <sup>3</sup>		0,7
Иссиқлик алмашиши юзаси, м <sup>2</sup>		43



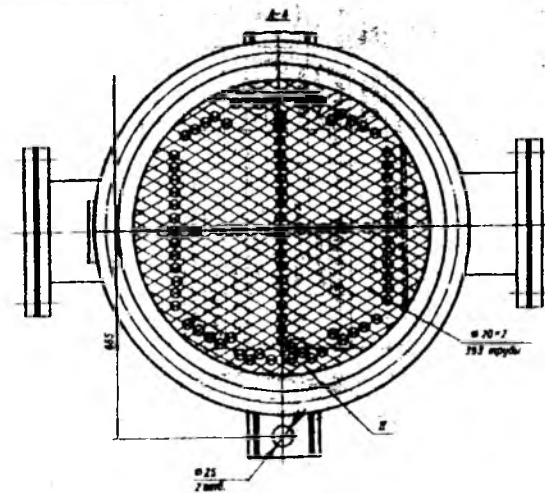
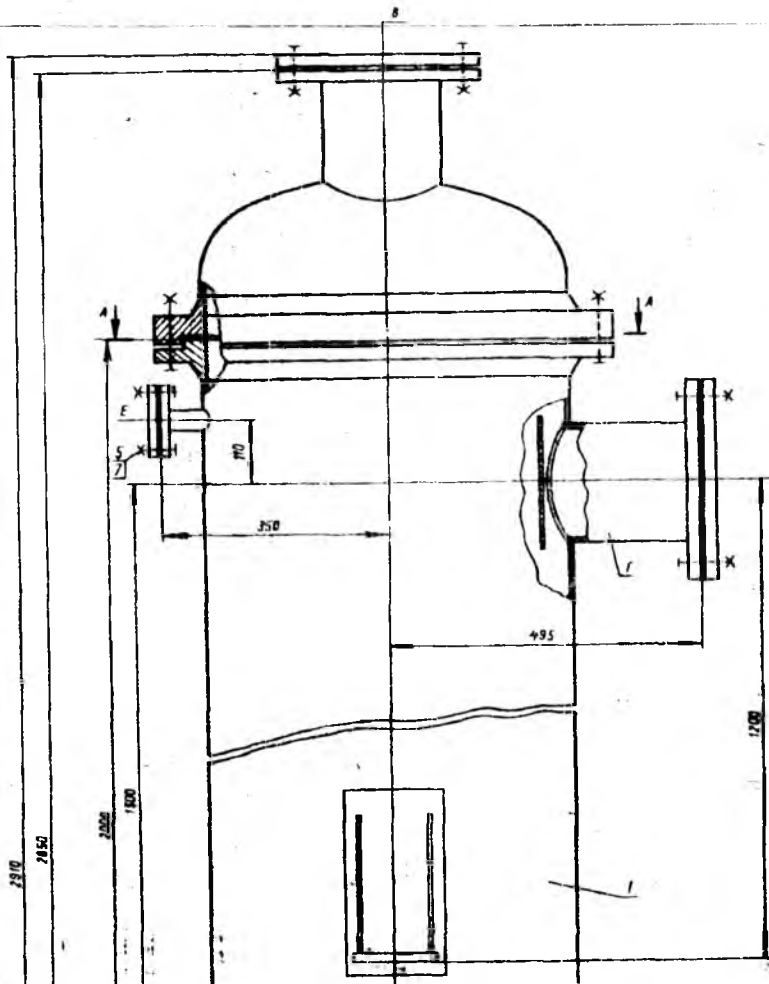
Техник талаблар

1. Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунлариға тўғри (мос) келиши керак.
2. Қурилмани тайёрлаш, синиш ва манзилға етказиб беришда қўйидаги талаблар бажарилиши керак:
  - а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
  - б) ГОСТ 26-291-79 «Пўлатдан йеғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
3. Бензол оқаетдан девор материали - пўлат X18H10T ГОСТ 5632-72, қолганики эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
4. Мустаҳкамлик ва зичлиниш синовлари қўйидагидеявлик босимда текширилади:
  - а) трубалараро бўшлиқ - 0,3 МПа;
  - б) труба каналлари - 0,9 МПа.
5. Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машина-созлиғида пайвандлаш» га мос келиши керак.
6. Ҳамма (100%) пайванд чоклари рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.
7. Маълумот учун улчамлар.
8. Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.



По-зи-ция	Белги-лани-ши	Номи	Со-ни	Мас-са, м	Мате-риалнинг номи ва маркаси	Эслат-ми
1		Тақсимловчи камера	1			
-		Қиздирувчи камера	1			
3		Қопқоқ	1			
4		Фланец	2		Ст 3 D <sub>н</sub> =150	
5		Фланец	2		X18H10T D <sub>н</sub> =200	
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
6		М 27x65.46.05	40		Ст. 20	
7		М 20x45.46.05	32		Ст. 20	
		Гайкалар ГОСТ 5915-70				
		ГОСТ 5915-70				
8		М 27.5.05	40		Ст. 10	
9		М 20.5.05	32		Ст. 10	

00.00.000.00					
Ушбу	№	Ҳужжат	Ишлатилган	Сана	Кўп йўналиш
Ярлик					Кўп йўналиш
Текши					Конденсатор
Ҳисоб					Ушбу йўналиш
Ҳисоб					Лист
Тасдиқ					Ишлатилган

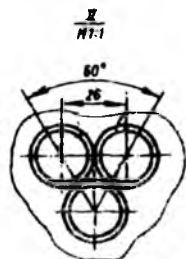
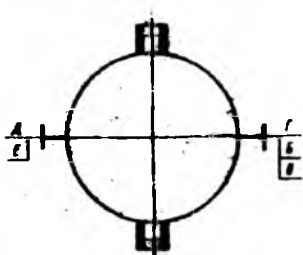
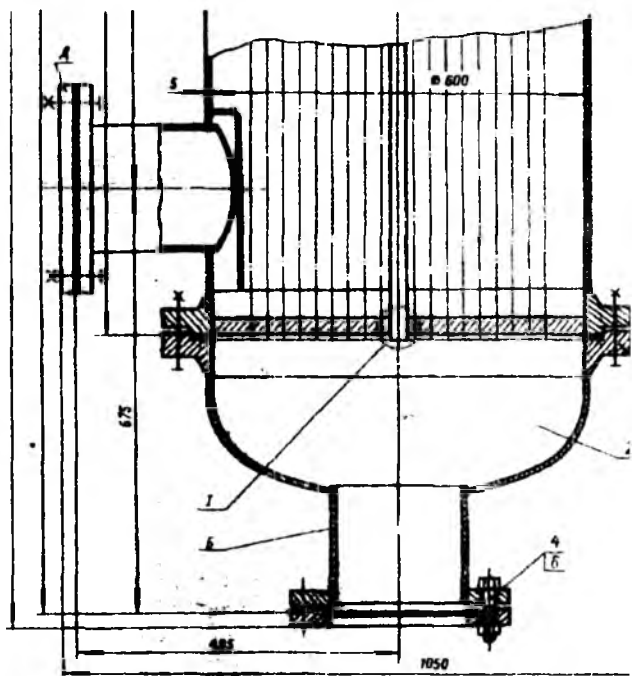


Штуцерлар жадвали

Бел- ла- ниши	Номи лашти	Со Шарти ли	Шарти ли	Шарти ли
		Ди	Ди	Ди
		мм	мм	МПа
Б	Толуқлиқ кириши	1	200	0,6
В	Толуқлиқ чиқиши	1	200	0,6
Г	Иситувчи буғини кириши	1	200	0,6
Д	Конденсатини чиқиши	1	200	0,6
E <sub>1,2</sub>	Атмосфера билан боғланиши	1	25	0,6

Техник характеристика

Курсаткичлар		Труба канали	Трубаларо бушлик
М	Муҳит номи	Толуқ	Сув
у	Захарлик	захарли	захарлимас
з	Портловчанлиги	портловчан	портламайдиган
и	Агрессивлиги	агрессия	агрессиямас
т	Температура, °С	110	143
	Ишчи боғим, МПа	0,2	0,4
	Куриманинг ҳажми, м	0,36	0,5
	Иссиқлик алмашиши юзаси, м		49



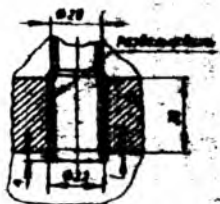
Штуцер ва таянчларнинг  
жойлашиш схемаси

Техник талаблар

1. Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак.
2. Қурилмани тайёрлаш, синачи ва манзилга етказиб беришда куйидаги талаблар бажарилиши керак:
  - а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
  - б) ГОСТ 26-291-79 «Пулатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
3. Бензол оқайтган девор материали - пулат Х18Н10Г ГОСТ 5632-72, қолғининики эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
4. Муштаҳкамлик ва зичланиш синовлари куйидаги гидравлик босимда текширилади:
  - а) трубалараро бўшлиқ - 0,6 МПа;
  - б) труба каналлари - 0,3 МПа.
5. Паиванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машина созилишида пайвандлаш» га мос келиши керак.
6. 100% чоклар рентген нури ердамида текширилиши шарт.
7. Қистирмалар паронитдан ясалди ПОИ 1 ГОСТ 481 80.
8. Маълумот учун улчамлар.
9. Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган

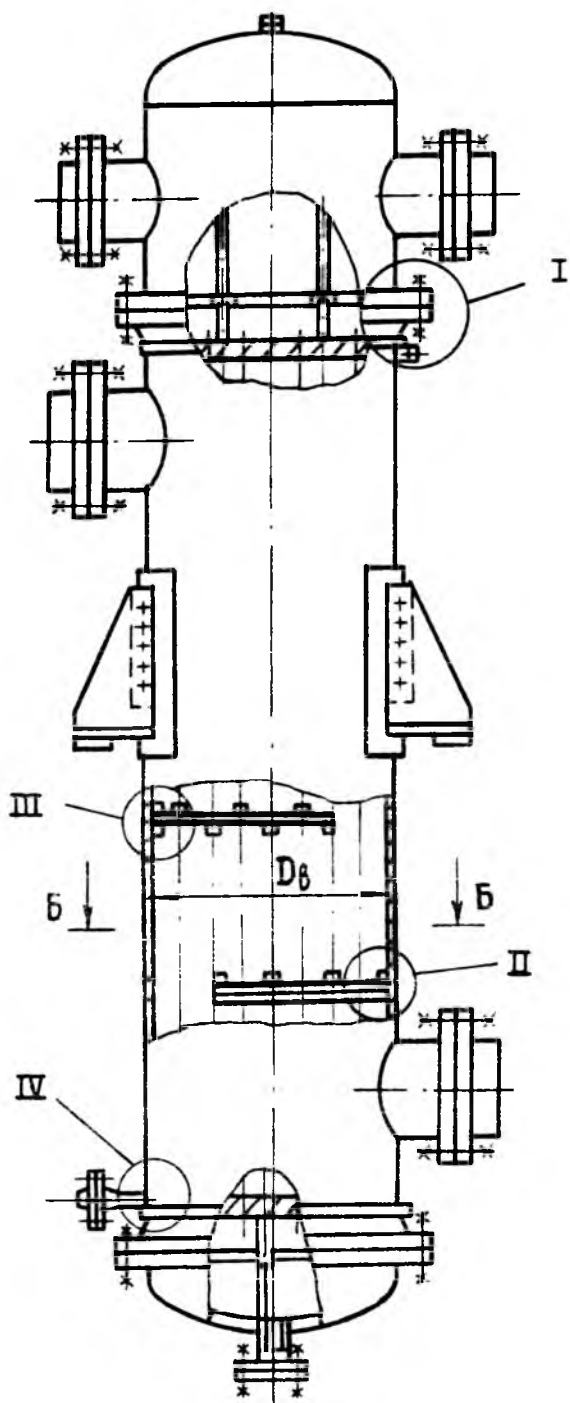
3  
6

1  
11:1

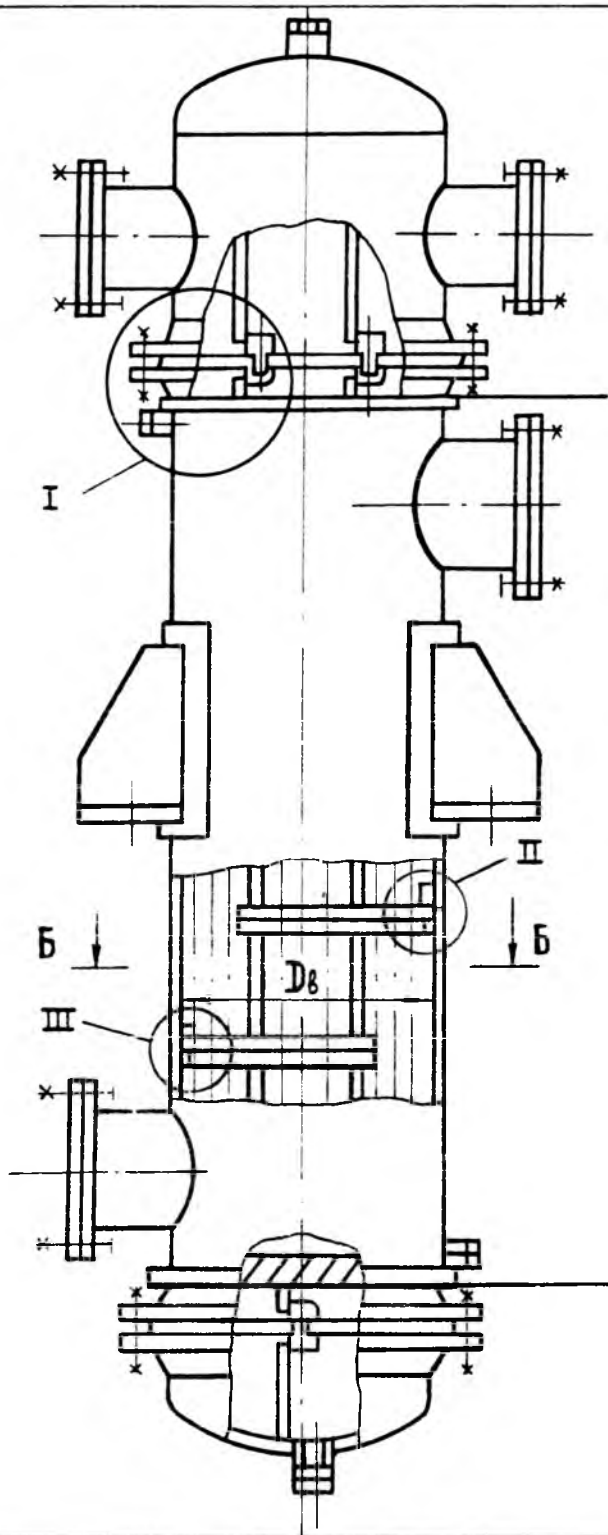


По-зи-ция	Белги-ланиши	Номи	Со-ни	Мас-са, l дона.	Мэте-риалнинг номи ва маркази	Элат-ма
1		Иситувчи камера	1			
2		Копқоқ	2			
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
3		M 20x95.45.05	64		Ст. 20	
4		M 20x50.45.05	32		Ст. 20	
5		M 12x30.45.05	4		Ст. 20	
		Гайкалар ГОСТ 5915-70				
		ГОСТ 5915 70				
6		M 20.5.05	36		Ст. 10	
7		M 12.5.05	4		Ст. 10	

					00 00 000 00			
Уш. Пис.	№ Хужжат	Илм. Сан.			Кожул трубади вертикал қайнатгич умумий қурилиши.	Адаб.	Мас.	Мас.
Яратил.								
Телатир.								
Т назар						Лист	Листлар	
Рахбар								
Нар. қон								
Тасдиқ.								







Штуцерлар жадавали

Белги-лаиши	Номи	Со-ни	Шартли D, мм	Шартли босим Р, МПа
Б	Толуолнинг кириши	1	200	0,6
В	Толуолнинг чиқиши	1	200	0,6
Г	Иситувчи бугини кириши	1	200	0,6
Д	Коррозионнинг чиқиши	1	200	0,6
Е	Атмосфера билан боғлиқ	1	25	0,6

Техник характеристика

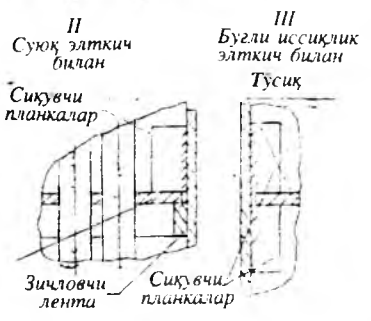
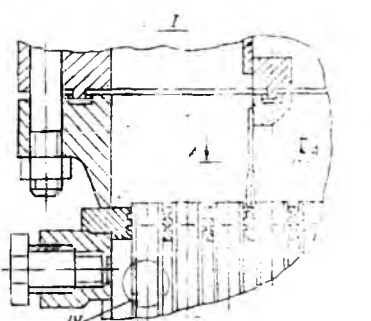
Курсаткичлар	Труба канали	Трубалараро бушлиқ
М	Муҳит номи	Толуол
у	Захарлилик	захарли
ҳ	Портловчанлиги	портловчан
и	Агрессивлиги	агрессив
т	Температура, °С	110
	Ишчи босим, МПа	0,2
	Қурилманинг ҳажми, м³	0,36
	Иссиқлик алмашиши юзаси, м²	49

Техник талаблар

- Қурилма УзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунарига тўғри (мос) келиши керак.
- Қурилmani тайёрлаш, синиш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар bajarilishi керак:
  - ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар»;
  - ОСТ 26-291-79 «Пулатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
- Бензол оқайтган девор материали - пулат Х18Н10Г ГОСТ 5632-72, қолганлариники эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
- Мустаҳкамлик ва зичлини синовлари қуйидаги гидравлик босимда текширилади:
  - трубалараро бушлиқ - 0,6 МПа;
  - труба каналлари - 0,3 МПа.
- Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машина-созлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
- 100% чоклар рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.
- Қистималар паронитдан ясалади ПОН-1 ГОСТ 481-80.
- Маълумот учун улчамлар.

Чатма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.

По-белги-лаиши	Номи	Со-ни	Мас-са, l дона	Мате-риалнинг номи ва маркаси	Эс-лат-ми
1	Иситувчи камера	1			
2	Қопқоқ	2			
Боғлашлар ГОСТ 7798-70					
3	М 20x95,46,05	64		Ст. 20	
4	М 20x50,46,05	32		Ст. 20	
5	М 12x30,46,05	4		Ст. 20	
Гайкалар ГОСТ 5915-70					
6	М 20,5,05	36		Ст. 10	
7	М 12,5,05	4		Ст. 10	



00 00 000 В0

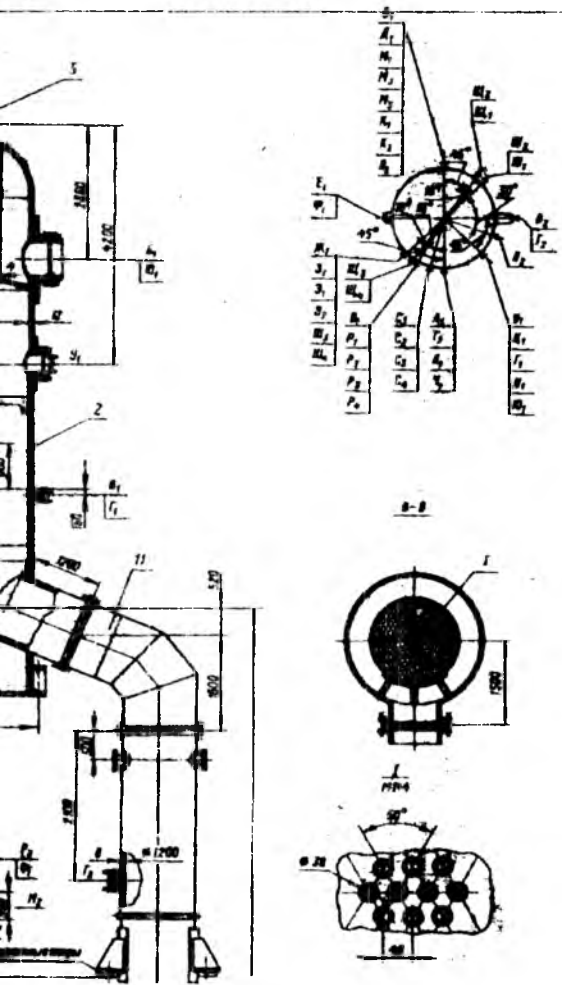
№	Дил	Х	Ҳ	Ж	И	Л	С	Л	М	М	М
Яратилган											
Текширилган											
Тасдиқланган											
Резерв											
Тасдиқ											





Штуцерлар жадвали

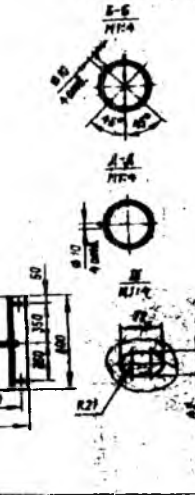
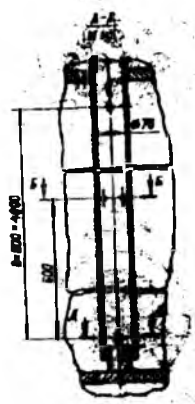
Бел-гиланиши	Номланиши	Со-ни	Парти-ли ўтиши $D_{\text{н}}$ , мм	Парти-ли босим $P_{\text{н}}$ , МПа
Δ1	Иситувчи буғиниڭ қирىشى	1	800	0,6
Б1	Икكىламچى буғинىڭ چىكىشى	1	1200	0,6
В1-2	Эритمانىڭ қирىشى	2	150	0,6
Г1-2	Эритمانىڭ چىكىشى	2	150	0,6
Д1	Конденسатنىڭ چىكىشى	1	125	0,6
Е1	Термодогоик	1	125	0,6
Ж1	Ювنىڭ учун	1	80	0,6
З1	Ювنىڭ учун	1	100	0,6
И1	Термодогоик	1	125	0,6
К1-2	Моддани анализغا олиши	2	40	0,6
Л1-2	Сувқالىنىڭ چىكارىشى	2	100	0,6
М1-3	Пудلىڭ چىكارىشى	3	65	0,6
Н1	Атмосфера бىلەن тутاشىنى	1	50	0,6
Р1-4	Қارشىلىق термометри учун	4	50	2,5
С1-4	Сымبولى термометри учун	4	50	2,5
Т1	Манометр учун	1	50	1,6
У1	Дюк	1	500	0,6
Ф1	Дюк	1	500	0,6
Ц1	Дюк	1	500	0,6
Ч1	Дюк	1	500	0,6
Ш1-4	Қузاتىشى ойнаسى	4	125	0,6
Щ1-4	Ювنىڭ учун	4	20	0,6
Ъ1-2	Сатх анализلىرى учун	2	20	0,6
Ю1	Пиланиنى тەسвەلەشتىرىشى учун	1	100	0,6



Техник хараكتеристика

1. Ушбу қуралма боиланغич концентратцияси 12% бул ган Г1С1 эритманىڭ буғلاتىشى учун мулжалلانغان.
2. Қуралма хажми (номинал) - 22,1 м<sup>3</sup>, трубулараро буғلىقلىقى эса 4,1 м.
3. Унумдорلىقى 17,5 кг/с (боиланغич эритма ҳисобида).
4. Иссиқلىк алмаشتىرىشى юзасы - 630 м<sup>2</sup>.
5. Қуралмадаги абсолют босим 0,5 - 0,103 МПа, трубулараро буғلىқда эса 0,6 - 0,1 МПа.
6. Труба канёлларидаги максимал температура 140°С гача, трубулараро буғلىқда эса - 158°С гача.
7. Қуралма ва трубулараро буғلىқда мухитлар коррозийон фаол ва захарли.



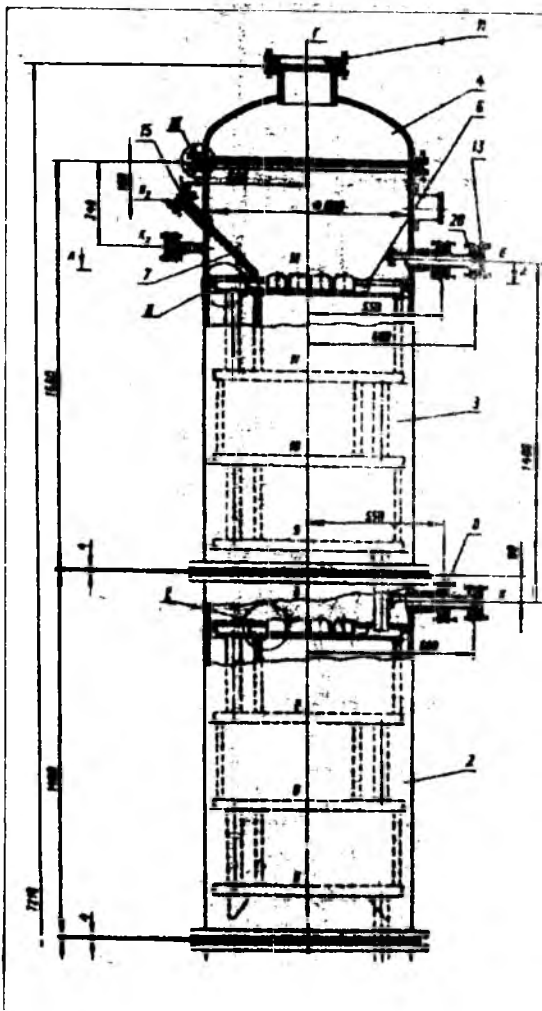


Техник талаблар

1. Қурилмани тайёрлаш жараёнида ОСТ 26-01-112-79 ГОСТ 12.2.003-74 дан фойдаланилсин.
2. Қурилмани коррозия фаол муҳит билан тегиниб турувчи девори ва деталлари 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72 буйича, қолган қисмлари эса Ст.3 ГОСТ 380-71 буйича тайёрлансин.
3. Қурилмани мустаҳкамлик ва зичлигига горизонтал ҳолатда 0,9 МПа гидравлик босимда текширилади.
4. Қурилма Уз Р Давлат стандарти қонунарига мос келганда қабул қилиниши керак.
5. Дегирилган пудатларнинг пайванд чоклари ГОСТ 60-32-84 асосида кристаллараро коррозияга қарши чидамликка текширилсин.
6. Қистирма ГОСТ 15180-86 ва ОСТ 26-430-72 ларга тўғри келиши керак.
7. Қурсатилмаган штуцерларнинг баландлиги 120 м.
8. Штуцерларнинг ҳақиқий жойлантирилиши схемада берилган.

По-зи-ция	Бел-ги-ла-тиши	Номи	Со-ни	Мас-са, I дони	Материал-нинг номи ва маркази	Эс-лат-ма
1		Истиувчи камера	1			
2		Сепаратор	1			
3		Циркуляцион труба	1			
4		Насос	1			
5		Сепарацион	1			
6		Улама	1			
7		Конусли мослама	1			
8		Тирсақли мослама	1			
9		Компенсацион шарга	1			
10		Тирсақли мослама	1			
11		Динише	1			

				00.00.000 В0					
Ҳуж. Пис.	№	Ҳужжат	Имзолани	Мажбурий циркуляцikli буг-ланиши қурилмаси умумий кўриниши.			Адаб	Масс	Мас
Ҳужжат	№	Ҳужжат	Имзолани						
Текшир.							Лист	Листлар	
Т. назар									
Разбар									
Нор. кон									
Тасдиқ.									



Штуцер, цапфа ва итирларни  
жойлаштириш схемаси

## Штуцерлар жадвали

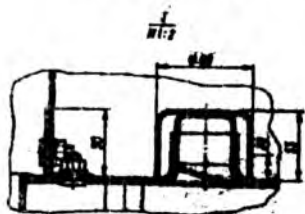
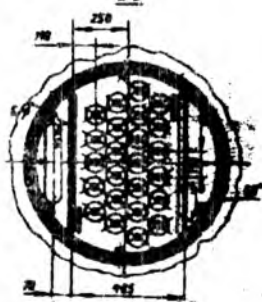
Белги ламинаши	Номиналиши	Сони	Шартли ўзини D, мм	Шартли босим P, МПа
Г	Булғунинг чиккиши	1	200	0,25
Д	Булғунинг қирини	1	200	0,25
Е	Фаялнинг чиккиши	1	50	0,25
Ж	Кубдан сувқўйиқнинг чиккиши	1	125	0,25
З	Куб қолдиқнинг чиккиши	1	40	0,25
И	Бошланғич аралашманинг қирини	1	50	0,25
К	Маширанингузун	2	35	1,6
Л	Силик унчиқиланингузунини узун	2	20	1,6
М	Силик қўйиқиланингузун	1	25	6,4
Н	Силикбил теб-қолдиқни узун	2	25	2,5

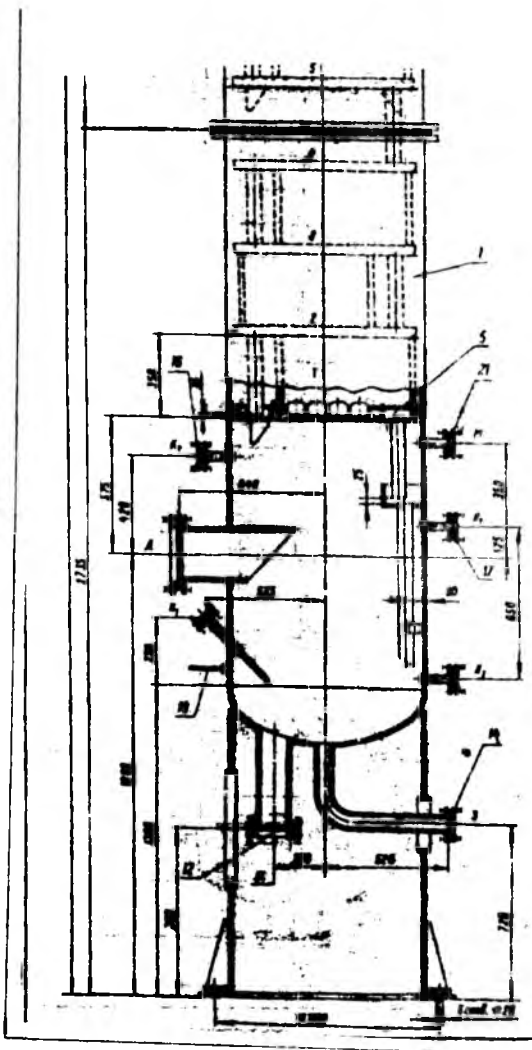
## Техник характеристика

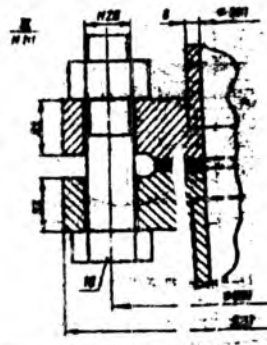
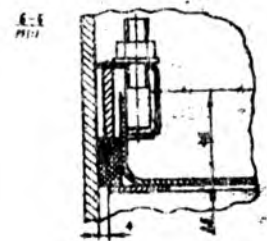
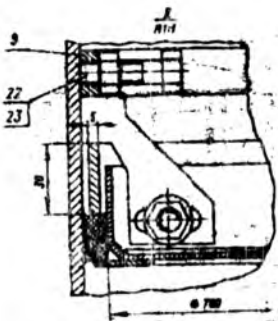
1. Ушбу қурилма концентратсияси 48% булғун бутил спирт суви булғун эритмаки ажратилиш учун мулкжалланган.
2. Қурилма ўлчами (номинал) 5,65 м<sup>3</sup>.
3. Умумдорлиги 1,25 к/с.
4. Қолонида атмосфера босими.
5. Кубдан муҳитнинг температураси 120°С.
6. Қурилмадаги муҳит қоррозияни фаол ва заҳарли.
7. Тарелкалар тиши қанлоқчили
8. Тарелкалар сони - 12.

## Техник талаблар

1. Қурилмани материални, синоти ва манзилга етказиб беришда қўйидаги талаблар бажарилиши керак
  - а) ГОСТ 12.2.003.74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар».
  - б) ОСТ 26-291.79 «Индустриал инженир қурилма ва идишлар. Техник талаблар».
2. Қолонианинг қоррозияни фаол муҳитга тегиб турувчи девори ва деталлари Х17Н13М2Т ГОСТ 5632.72 бўйича, қўлган қисмлари эса Ст.3 ГОСТ 380.71 бўйича тайёрланиши. Тайинлар материални ВСт.3 сп ГОСТ 380.71 қистирмалар материални паронит ПОН 1 ГОСТ 481.80.
3. Қурилма горизонтал ҳолатида мустаҳкамлик ва зичлигини си новларига сувқўйиқ ердамида 0,2 МПа босида текширилиши. Вертикал ҳолатида эса сувқўйиқ мулдирчилик синиллиши.
4. Қурилма булақларининг инженир бирикмалари ОСТ 26.01.82.77 «Киме машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
5. 100% чоклар рентген нури ердамида текширилиши шарт.
6. Цапфа, қозик ва итирларнинг ҳақиқий жойлашниши схемада курсотилган.
7. Штуцерларнинг курсотилмаган баландлиги 120 мм.
8. Маълумот учун ўлчиолар.



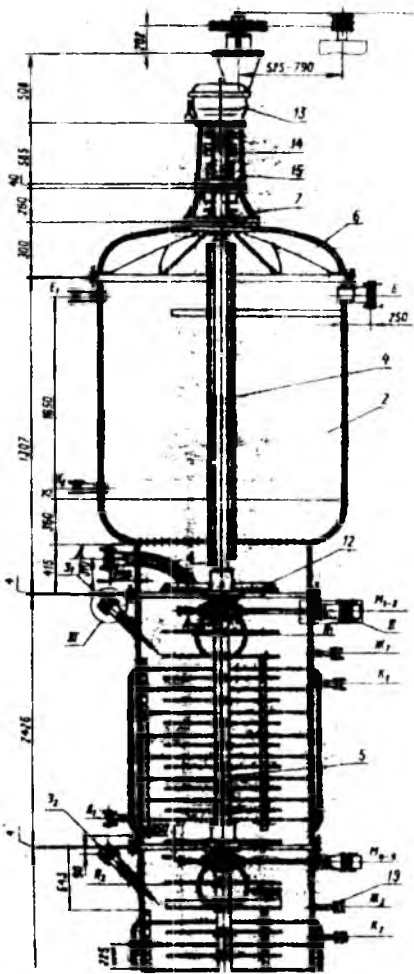




Поз. ция	Белги	Номи	С.о. ш.	Масса, г. дана	Материалнинг номи ва маркази	Эслатма
1		Қув	1			
2		Парелка	1			
3		Парелка	1			
4		Қорёқ	1			
5		Парелка	9			
6		Парелка	3			
7		Пайло	2			
8		Штуцер	2			
9		Буслатини халқаси	3		XI/Н13М21	
10		Қошиқ	2		Ст. 3	
11		Фланец	2		XI/Н13М21	D = 70
12		Фланец	1		XI/Н13М21	D = 125
13		Фланец	2		XI/Н13М21	D = 50
14		Фланец	1		XI/Н13М21	D = 40
15		Фланец	3		XI/Н13М21	D = 25
16		Фланец	2		XI/Н13М21	D = 25
17		Фланец	2		XI/Н13М21	D = 20
		Болтир ГОСТ 2798-70				
18		M20x80 58	84		Ст. 35	
19		M16x50 58	24		Ст. 35	
20		M12x30 58	12		Ст. 35	
21		M10x35 58	16		Ст. 35	
22		M10x35 58	12		XI/Н13М21	
23		Гайка М10 ГОСТ 5915-70			XI/Н13М21	

00.00.000 ВО							
№ Дилс	№ Дуважи	Ишти	Сана	Классификацион колонна Ø 800	Адаб	Масс	Мас
Классификацион колонна				Умумий кураш	Лист	Листлар	
Работ							
Нар қом							
Тисбиқ							





Штуцерлар жадвали

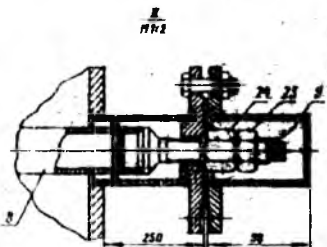
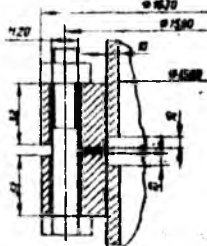
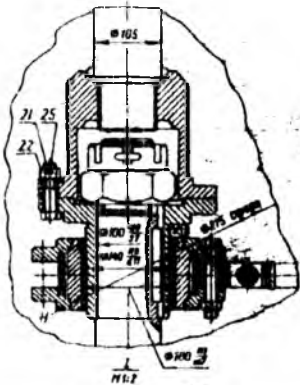
Белги ва нишона	Номи	Сони	Шартли ўтми D, м	Шартли босим Р, МПа
Б	Ёғил фазанинг чиқариши	1	100	0,6
В	Оғир фазанинг чиқариши	1	100	0,6
Г	Ёғил фазанинг кириши	1	100	0,6
Д	Оғир фазанинг кириши	1	100	0,6
Е	Сатх кўрсаткичи учун	4	25	0,6
Ж	Моддани анализга олиш	3	20	0,6
З	Термометр учун шилъа	3	25	0,6
И	Люк	4	40	0,6
К	Бўғини кириши	3	25	0,6
Л	Конденсатинг чиқариши	3	25	0,6
М	Тортиб олиш чули	1	50	0,6

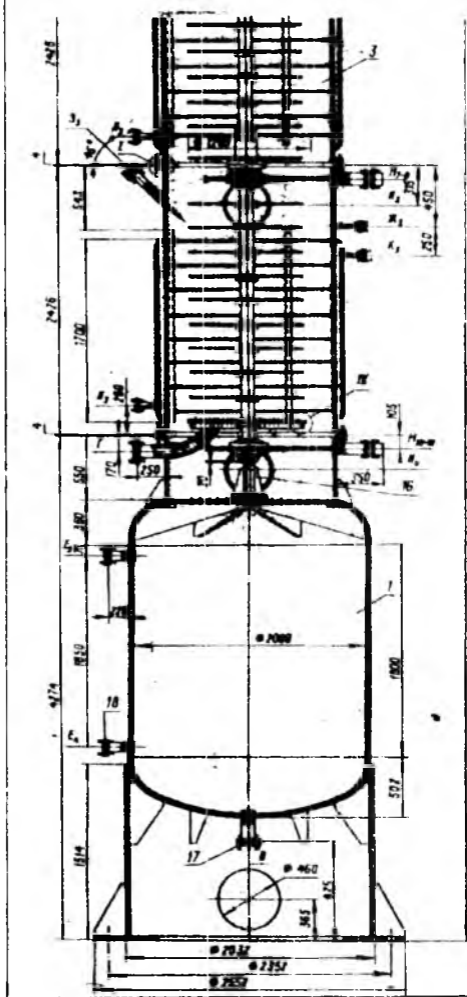
Техник характеристика

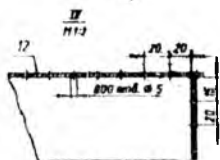
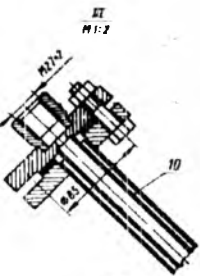
1. Қурилма уч хлорэтилен таркибидан суя ердмида кепролактами ажратиш учун муъдалланган.
2. Қурилма ўлчами (номинал) - 28,5 м.
3. Умумдорлиги - 0,012 м/с.
4. Колоннадаги босим:
  - а) ишчи 0,1 МПа.
  - б) суя буги ердмида димланади 0,2 МПа.
5. Колоннадаги температура:
  - а) ишчи 20-25°С.
  - б) суя буги ердмида димланади 120°С.
6. Узатмакинг қуввати - 4 кВт.
7. Ротор айланншининг бурчак тезлиги 2,1-4,5 рад/с.
8. Қурилмадаги музтиг - захарли ва коррозийон фазол.

Техник талаблар

1. Қурилмани таширлни, синати ва мангилга етказиб беришда қушидаги талаблар бажарилиши керак:
  - а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишчи чиқариши ускуналари. Хафрислик буйича умумий талаблар».
  - б) ОСТ 26.291-79 «Пулдан ишга қурилма ва ишчилар Техник талаблар».
2. Экстрактнинг коррозийон фазол музтиг тезлиб турмуши девари ва деталлари Х18Н10Т ГОСТ 5632 72 буйича, колган қисмлати жа Ст.3 ГОСТ 380-71 буйича таиерлансин. Қистирмалар материалли - қургонин ГОСТ 9559-75.
3. Қурилма горизонтал ҳолатида мустаҳкамлик ва ичланиши сингиларига суяқлик ердмида 0,3 МПа босимда текширилисин. Вертикал ҳолатида жа - суяқлик тулдирилиб сингилсин.
4. Қурилма бунжақларининг ишга бирикмалари ОСТ 26-01-82 77 «Қиме машинасозлигида пайвандлиши» га мос келиши керак.
5. 100% чоклар рентген нури ердмида текширилишин шарт.
6. Люк ва штуцерларнинг ҳақиқий жойланиши схемата кўрсатилаган.
7. Штуцерларнинг кўрсатилмагани баландлиги 200 мм.
8. Маълумот учун унчамалар.

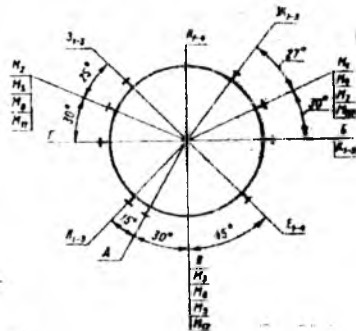




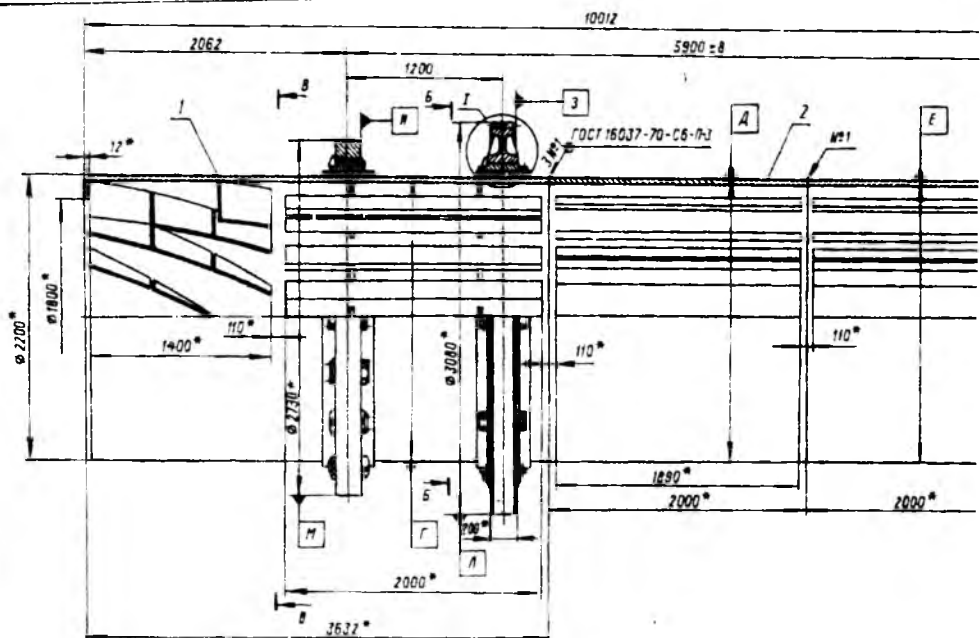


№ белги ция ла тши.	Номи	К ни	Масса доми нинг на маркаси	Материал	Элат ма
1	Гиндириш камераси (пастки)	1			
2	Гиндириш камераси (устки)	1			
3	Ғилофли царга	3			
4	Вал	1			
5	Ротор	1			
6	Экстрактор қопқоғи	1			
7	Таянч	1			
8	Тортиш трубази	12			
9	Қопқоқ	12			
10	Гильза	3			
11	Подшипникли қисм	3			
12	Таксимлагич	3			
13	Узатма	1			
14	Муфта	1			
15	Устун	1			
16	Таянч	1			
17	Фланец	3		X18H10T	Г 20
18	Фланец	10		X18H10T	Г 25
19	Фланец	1		X18H10T	Г 20
20	Болт 2М20Х80.21 ГОСТ 7798 70	12		X18H10T	
21	Гайка М20.21 ГОСТ 5818 74	12		X18H10T	
22	Гайка М20.21 ГОСТ 5916 70	12		X18H10T	
23	Гайка М20.21 ГОСТ 5927 70	12		X18H10T	
24	Шплинт 4x36.21 ГОСТ 397 74	12		X18H10T	

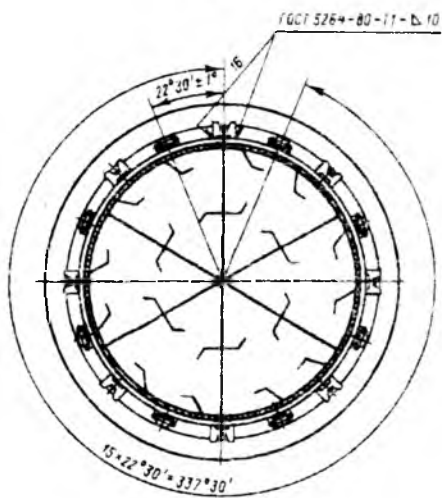
Штуцер ва дюкларни  
жойлаштириш схемаси



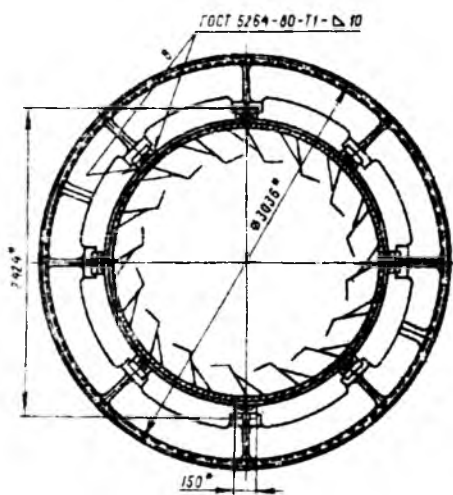
01.00.000.000				01.00.000.000	
№	Дис	А	Ушунга	№	Мас
1	Вал				
2	Ротор				
3	Гиндириш камераси				
4	Экстрактор қопқоғи				
5	Таянч				
6	Тортиш трубази				
7	Қопқоқ				
8	Гильза				
9	Подшипникли қисм				
10	Таксимлагич				
11	Узатма				
12	Муфта				
13	Устун				
14	Таянч				
15	Фланец				
16	Фланец				
17	Фланец				
18	Болт 2М20Х80.21				
19	Гайка М20.21				
20	Гайка М20.21				
21	Гайка М20.21				
22	Шплинт 4x36.21				



A-A



Б-Б



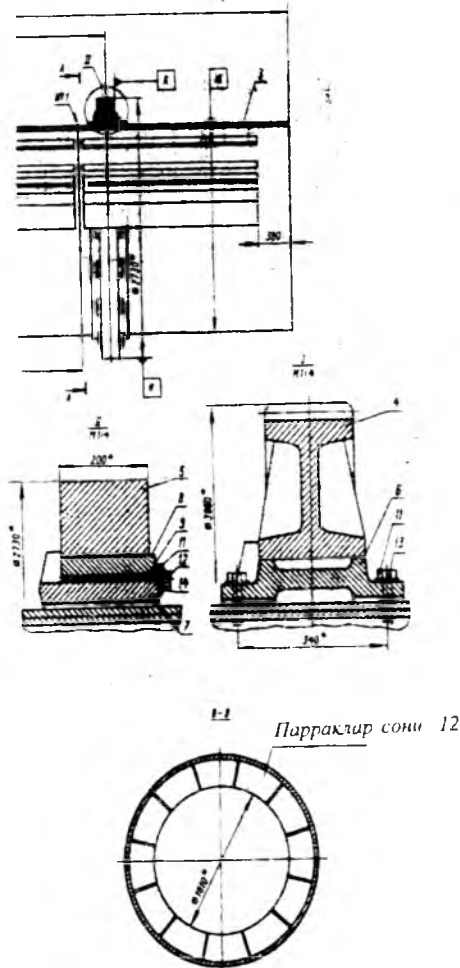
Техник талаблар

1. Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда куйидаги талаблар бажарилиши керак:  
 а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;  
 б) ОСТ 26-291-79 «Пулатдан ишга қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
2. Барабанли қуритгич қобиғи деталларининг материали ВСт.3 сп ли пулатдан ясалган. ГОСТ 380-71.
3. Қурилма булақларининг ишга бирикмалари ОСТ 26-01-82-77 «Киме машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
4. Г, Д, Е ва Ж лар юзасининг умумий ўқига нисбатан радиус бўйлаб тебраниш юзаси учун қолдирилган қўйим - 5 мм.
5. Г, Д, Е ва Ж лар юзасининг умумий ўқига нисбатан радиус бўйлаб тебраниш М ва Н ларнинг юзаси учун қолдирилган қўйим - 3 мм.
6. М ва Н лар юзасининг умумий ўқига нисбатан радиус бўйлаб тебраниш Л нинг юзаси учун қолдирилган қўйим - 4 мм.
7. Г, Д, Е ва Ж лар юзасининг умумий ўқига нисбатан кўндаланг кесилган И ва К юздари бўйлаб тўлиқ тебраниш учун қолдирилган қўйим - 2 мм.
8. Л ва М лар юзасининг умумий ўқига нисбатан кўндаланг кесилган З юзаси бўйлаб тўлиқ тебраниш учун қолдирилган қўйим - 2 мм.
9. Улчамларнинг қўрастисмаган охириги (энг сонги) четга чиқиши ±2.

Эслатма:

а) Маълумот учун улчамлар.

б) Чизма ОСТ 26-01-437-78 асосида ишлаб чиқилган.



По- зиция	Белги леги ниши	Номи	Со ни	Мас са, 1 дона	Материал нинг номи ва маркаси	Эс- лат ма
1		Секция	1			
2		Секция	2			
3		Секция	1			
4		Тишли гилдирак	1			
5		Бандаж	2		Ст.40	
6		Баширак	8		Ст.30	
7		Баширак	32		Ст.30	
8		Подкладка	32		Ст.3	
9		Кистирма	96		Ст.3	
10		Планка	32		Ст.3	
		Болтлар ГОСТ 7798-76			Ст.35	
11		M22x80.36.05	32			
12		M16x30.36.05	64			
		Шайбалар ГОСТ11371-78			Ст.3	
13		22.01.05	32			
14		16.01.05	64			

				00.00.000 В0			
Улч.Уш.	№	Хуж.жат.	Маъ.С.С.С.	Барабанли қуритгич қобиғи. Умумий қуриниш.	Адаб.	Масс.	Мас.
Талаблар	Талаблар	Талаблар	Талаблар		Лист	Листлар	

## Курс лойиханинг топширик бланкаси

«ТАСДИҚЛАЙМАН»

Кафедра мудири

проф. Нурмухамедов Х.С.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2000 й.

«Кимёвий технология  
жараёнлари ва қурилма-  
лари» кафедраси«КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ЖАРАЁНЛАРИ ВА ҚУРИЛМАЛАРИ»  
фанидан

## КУРС ЛОЙИҲА

Факультет \_\_\_\_\_ Гуруҳ \_\_\_\_\_ Табаба \_\_\_\_\_  
Раҳбар \_\_\_\_\_

## ТОПШИРИК

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ лойиҳа ишлаб чиқилсин2. Бошланғич маълумотлар \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Лойиҳани бажариш учун адабиётлар:

а) Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию; Под. ред. Ю.И.Дытнерского - М.: Химия, 1983. - 272с.

б) Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Исмагуллаев П.Р. Кимё ва озик-овқат саноатларининг жараён ва қурилмалар фанидан ҳисоблар ва мисоллар. - Т.: Нисим, 2000. - 351 бет.

в) Кувшинский М.Н., Соболева А.П. Курсовое проектирование по предмету «Процессы и аппараты химической промышленности» - 2 е изд., перераб. и доп. -М.: Высшая школа, 1980. -223с.

4. Чизма қисмининг ҳажми: 1,5 - 2 ватман қоғози

а) Асосий қурилма қирқимда 2-3 проекцияда М 1:10, 1:25, 1:50 масштабда

б) Ўқитувчи кўрсатмасига биноан асосий бўлақлар М 1:1, 1:2 масштабда

5. Тушунтириш хатининг ҳажми: 25-30 бетдан кам бўлмаслиги ва таркибига қуйидагилар кириши керак:

Кириш. Моддий ва иссиқлик баланси ҳисоби. Технологик, гидравлик, механик ва конструктив ҳисоблар. Ёрдамчи қурилма ва ускуналар ҳисоби. Адабиётлар рўйхати ўрнатилган тартибда.

6. Қўшимча талаб ва кўрсатмалар - ҳамма ҳисоблар СИ халқаро системасида олиб борилсин.

## 7. Чизма ва лойиҳа топшириш муддати

	1	2	3	4	Тушунтириш хати	Химоя
Режа бўйича						
Ҳақиқатда						

Раҳбар \_\_\_\_\_

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1973. - 750 с.
2. Салимов З., Тўйчиев И.С. Кимёвий технология процесслари ва аппаратлари. - Тошкент: Ўқитувчи, 1987. - 408 б.
3. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 1999. - 551 с.
4. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат саноатларнинг жараёнлари ва қурилмалари фанидан ҳисоблар ва мисоллар. - Тошкент, Nisim, 2000. - 351 б.
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А.. Примеры и задачи по курсу процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1981. - 576 с.
6. Основные процессы и аппараты химической технологии / Г.С. Борисов, В.П.Брыков, Ю.И. и др. Под ред. проф.Ю.И. Дытнерского. - М.:Химия, 1991. - 494 с.
7. Стабников В.Н. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств / Под ред. проф.Стабникова В.Н. - Киев: Вища школа, 1982. - 199 с.
8. Стахеев И.В. Пособие по курсовому проектированию процессов и аппаратов пищевых производств. -Минск: Вышэйшая школа, 1975 -286 с.
9. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств / Под ред. проф. Гребенюк С.М. - М.: Агропромиздат, 1987. - 304 с.
10. Кувшинский М.Н., Соболева А.П. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химических производств. - М.: Высшая школа, 1980. - 223 с.
11. Зайчик Ц.Р. Сборник задач по расчетам оборудования винодельческого производства. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 200 с.
12. Масликов В.А. Примеры расчетов оборудования производства растительных масел. - М.: Пищепромиздат, 1959. - 226 с.
13. Нурмухамедов Х.С., Сагитов А.М., Салимов З.С., Классен П.В., Хайридинов Х.А., Шарипов Ш.П. Гидромеханические свойства зернисто-волоконистых материалов. - Ташкент, 1990. - 23 с. - Деп. в УзНИИНТИ от 16.04.1990, №1214 - Уз90.
14. Рогов И.А., Куцакова В.Е., Филиппов В.И., Фролов С.В. Консервирование пищевых продуктов холодом (Теплофизические основы). - М.: Колос, 1999. - 176 с.
15. Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировом производстве / Под ред. проф. Ржехина В.П., Сергеева А.Г. - Л.: ВНИИЖ, 1969. - т.V. - 502 с.
16. Гинзбург А.С., Громов А.А. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и фруктов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 338 с.
17. Чубик И.А., Маслов А.М. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. - М.: Пищевая промышленность, 1970. - 120 с.
18. Теплотехнический справочник. -М.: Энергия, 1972. - т.2. - 896 с.
19. Варгафтик Н.Б. Теплофизические свойства веществ. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1956. - 368 с.



20. Чиркин В.С. Теплопроводность промышленных материалов. - М.: Машиностроение, 1987. - 172 с.
21. Нурмухамедов Х.С. Научные основы создания энергетически эффективных способов и аппаратов для сушки и гранулирования зернисто-волоконистых материалов // Дисс...докт.техн.наук, Ташкент. ТашХТИ, 1993. - 440 с.
22. Нурмухамедов Х.С., Протопопов Л.С., Шарипов Ш.П. и др. Удельная теплоемкость ядра и кожуры семян хлопчатника в интервале температур 175-450К // Узбекский химический журнал, 1990. - №2. - С.29-32.
23. Нурмухамедов Х.С., Салимов З.С., Хайридинов Х.А., Классен П.В. Теплофизические свойства зернисто-волоконистых материалов в интервале температур 175-450К // ИФЖ, 1991. - т.61. - №6. - С.988 - 992.
24. Нурмухамедов Х.С., Туйчиев И.С., Закирова Н.С. Эффективная теплопроводность многослойных деформирующихся тел неправильной формы // Труды 1-ой Российской Национальной конференции по теплообмену. - М.: 1994. - т.10. - ч.2. - С.66-68.
25. Нурмухамедов Х.С., Нигмаджанов С.К., Шарипов Ш.П., Сагитов А.М., Салимов З.С. Расчет скорости начала псевдооживления зернисто-волоконистых материалов // ТОХТ, 1990. - т.25. - №4. - С.588 - 591.
26. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. - М.: Энергия, 1977. - 424 с.
27. Рекус Г.Г. Электропривод и электрическое оборудование предприятий химической промышленности. - М.: МХТИ, 1971. - 292 с.
28. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической нефтехимической технологии. - М.: Химия, 1987. - 496 с.
29. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селиверстов В.Н. Справочник по теплообменным аппаратам. - М.: Машиностроение, 1989. - 366 с.
30. Домашнев А.Д. Конструирование и расчет химических аппаратов. - М.: ГосНТИМЛ, 1961. - 624 с.
31. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. - Л.: Машиностроение, 1970. - 468 с.
32. Справочник химика. - М.-Л.: Химия, 1966. - т.3. - 544 с.
33. Колонные аппараты. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1978 - 31 с.
34. Трейбал Р. Жидкостная экстракция // Пер. с англ. - М.: Химия, 1966. - 724 с.
35. Laddha G.S., Degaleesan T.E. Transport phenomena in liquid extraction. - New Deili, 1976. - 487 p.
36. Поникаров И.И., Перельгин О.А., Доронин В.Н., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств. - М.: Машиностроение, 1989. - 368 с.
37. Пинчук Л.С., Струк В.А., Мышкин Н.К., Свириденко А.И. Материаловедение и конструкционные материалы. - Минск, Вышэйшая школа, 1989. - 461 с.
38. Вакуумные насосы. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1970. - 63 с.

39. Сушильные аппараты и установки. Каталог - справочник - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1975. - 64 с.
40. Каталог. Химическая аппаратура и изделия из материалов выпускаемых Новочеркасским электродным заводом. - М.: МИНЦВЕТМЕТ СССР, 1982. - 90 с.
41. Твердохлеб Г.В., Диланян Э.Х. и др. Технология молока и молочных продуктов. - М.: Агропромиздат, 1991. - 463 с.
42. Аппараты выпарные, трубчатые, вертикальные общего назначения. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1979. - 38 с.
43. Доманский И.В. и др. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. - Л.: Машиностроение, 1982. - 384 с.
44. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии / Под ред. доц.Тарасовой Г.С., Ташкент, 1986. - 38 с.
45. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий. - М.: Энергия, 1970. - 327 с.
46. Михайлов Н.М. Сушка топлива на электростанциях. - М.: Госэнергоиздат, 1958. - 210 с.
47. Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. - М.: Химия, 1980. - 189 с.
48. Сажин Б.С. Основы техники сушки. - М.: Химия, 1984. - 319 с.
49. Стандартные кожухотрубные теплообменные аппараты общего назначения. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1988. - 51 с.
50. Каталог - справочник. Пластинчатые теплообменные аппараты. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1983. - 89 с.
51. Роторно-пластинчатые испарители. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1976. - 9 с.
52. Калинин Э.К., Дрейсер Г.А., Ярхо С.А. Интенсификация теплообмена в каналах. - М.: Машиностроение, 1981. - 105 с.
53. Щукин В.Н., Халатов Г.А. Теплообмен, массообмен и гидродинамика закрученных потоков в осесимметричных каналах. - М.: Машиностроение, 1982. - 200 с.
54. Теплообменники типа ТТ. Каталог-справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1968. - 25 с.
55. Атмосферные сушилки. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1965. - 86 с.
56. Теплообменники пластинчатые, разборные общего назначения. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1967. - 24 с.
57. Трубчатые теплообменные аппараты из фторопласта. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1984. - 23 с.
58. Дзюбенко Б.В., Дрейсер Г.А., Ашмантас Л.В. А. Нестационарный теплообмен в пучках витых труб. - М.: Машиностроение, 1988. - 240 с.
59. Справочник по теплообменникам. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - т.1. - 561 с; т.2. - 352 с.
60. Альперт Л.З. Основы проектирование химических установок. - М.: Высшая школа, 1982. - 304 с.
61. Зокиров С.Г., Цой В.И., Муминов А.М., Галаган В.В. Зокиров И.И. Исследование теплообмена и гидравлического сопротивления в горизонтально расположенных трубах с искусственными трубулизаторами. Тру-

ды первой Российской конференции по теплообмену. Москва, 1994. - с. 700-703.

62. Tsoi V.I., Galagan V.V., Zokirov I.P. and Karimov K.F. Study of heat transfer enhancement at film condensation of substance vaporous of the outer surface of horizontal rolled tubes/Proc. 1<sup>st</sup> Russian National Conference on Heat Transfer. Heat Transfer Enhancement. Moskva, 1994. -Vol.8 - 218-221 p.

63. Dreitser G.A., Zokirov S.G. and Likin V.V. Visualization of condensation of binary vapour mixtures on turbulator - provided surface. Second All-Union Conference on Heat Transfer and Hydrogasdynamics of Boiling and Condensation Processes, Book of Abstracts, Riga: Riga polytechnic Institute Press, 1988. - Vol.16 - 158-159 p.

64. С.Г. Закиров, К.Д. Каримов. Интенсификация теплообмена в каналах при течении вязких жидкостей // Узбекский хим. журнал, 1997. - №5. - 55 с.

65 С.Г. Закиров. К.Д. Каримов. Интенсификация теплообмена в каналах при течении вязких жидкостей // Узбекский хим. журнал. 1997. - №6. - 55 с.

66. С.Г. Закиров, К.Д. Каримов, Т. Саттаров. Применения двухмерной шероховатости для увеличения теплоотдачи вязкой среды. Вторая Российская Национальная Конференция по теплообмену, Москва, Издательство МЭИ, 1998. - том 6. - 389 с.

67. Химические аппараты из алюминия. Каталог - справочник. -М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1967. - 108 с.

68. Сушильные аппараты и установки. Каталог - справочник. -М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ. 1988. - 63 с.

69. ТУ 26-02-753-83. Аппараты теплообменные из титана повышенной тепловой эффективности. - Чирчик: УЗБЕКХИММАШ, 1990. -32 с.

70. ТУ 26-02-925-81. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и температурным компенсатором на кожухе повышенной тепловой эффективности. - Чирчик: УЗБЕКХИММАШ, 1990. - 57 с.

71. Ilu S., Kintner R.C. // AIChE Journal. 1995. -v.1. -№ 1. -p. 42-48

72. Классен П.В., Гришаев И.Г. Гранулирование. -М.: Химия, 1991. -240 с.

73. ОСТ 26-01-66-81. Тарелки колпачковые. стальных колонных аппаратов.

74. ОСТ 26716-73. Барометрические конденсаторы.

75. ГОСТ 11875-79. Аппараты с вращающимися барабанами общего назначения.

76. ГОСТ 9493-80. Сосуды и аппараты. Ряд условных (номинальных) давлений. - М.: Изд-во стандартов, 1987. - 2 с.

77. ГОСТ 14249-80. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета их на прочность. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - 62 с.

78. ГОСТ 9617-76. Сосуды и аппараты. Ряды диаметров.-М.: Изд-во стандартов, 1976. - 2 с.

79. ГОСТ 2.788-74. Аппараты выпарные.

80. ГОСТ 2.789-74. Аппараты теплообменные.

81. ГОСТ 2.790-74. Аппараты колонные.

82. ГОСТ 2.792-74. Аппараты сушильные.
83. ГОСТ 2.791-74. Отстойники и фильтры.
84. ГОСТ 2.795-80. Центрифуги.
85. ГОСТ 2.782-68. Насосы и вентиляторы.
86. ГОСТ 2.794-79. Устройства питающие и дозирующие.
87. ГОСТ 2.780-68. Элементы гидравлических и пневматических сетей.
88. ГОСТ 2.793-79. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств.
89. ГОСТ 2.721-74. Обозначения общего применения.
90. ГОСТ 21.106-78. Обозначения трубопроводов санитарно-технических систем.
91. ГОСТ 2.784-70. Элементы трубопроводов.
92. ГОСТ 2.785-70. Арматура трубопроводов.
93. ГОСТ 6533-78. Днища эллиптические.
94. ОСТ 26-427-80. Фланцы камерные.
95. ОСТ 26-840-73. Фланцы штуцеров.
96. ГОСТ 12619-78. Днища коническая.
97. ОСТ 26-2000-83 ... ОСТ 26-2015-83. Люки.
98. ОСТ 26-665-79. Опоры греющих камер.
99. ГОСТ 13716-73. Строповые устройства.