

*олий ўқув
юртлари
учун*

*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**

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

(Ўқув қўлланма)

Проф. НУРМУҲАМЕДОВ Ҳ.С. таҳририяти остида

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ ТОМОНИДАН ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАРИ УЧУН ЎҚУВ
ҚўЛЛАНМА СИФАТИДА РУҲСАТ ЭТИЛГАН**

Тошкент - 2000

Муаллифлар: Н.Р.Юсупбеков, Ҳ.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 қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш асослари баён этилган. Жумладан, иссиқлик ва модда алмашиниш жараёнларни, ҳамда қурилмаларни механик ҳисоблари 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 бўлаклари 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. Қосимхўжаев Б.К.

Н.Р.Юсупбеков, Ҳ.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 Институтини, 2000 йил.

	бет
МУҚАДДИМА	7
КИРИШ. КУРС ЛОЙИҲАНИНГ МАЗМУНИ ВА ҲАЖМИ.	9
Умумий тушунчалар. Хом-ашё, материал ва маҳсулотларнинг асосий хоссалари.	12
1 боб. ҚУРИЛМАЛАРНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБЛАРИ	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
2 боб. ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.	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
3 боб. МОДДА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.	93
3.1. Уч корпусли буглатиш 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
4 боб. ҚУРИЛМАЛАРНИНГ БЎЛАК ВА ДЕТАЛЛАРИНИ МЕХАНИК ҲИСОБЛАШ.	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

5 боб. КУРС ЛОЙИХАНИ ГРАФИК БЕЗАШ.	160
5.1. Умумий тушунчалар ва талаблар	160
5.2. Технологик схемалар	161
5.3. Умумий кўриниш чизмаларига қўйиладиган талаблар	162
ВАКУУМ-НАСОСНИ ҲИСОБЛАШ.	165
АСОСИЙ КОНСТРУКЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИ ТАНЛАШ	166
ИССИҚЛИК ҚОПЛАМАНИНГ ҚАЛИНЛИГИНИ АНИҚЛАШ.	177
ИЛОВАЛАР.	178
ИЛОВА 1. Тушунтириш хатининг титул varaғи	179
ИЛОВА 2. Ковушоқликнинг 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 қаршилиқлар 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 температураси, суюқлик ва буғининг мувозанат таркиблари	191
ИЛОВА 17. Сув-спирт эритмаларнинг солиштирма иссиқлик сифими	191
ИЛОВА 18. Сув буғи тўйинган ҳолатда (босим бўйича)	192
ИЛОВА 19. Сув-спирт буғларининг 10^5 Па босимдаги конденсацияланиш 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 кўзғалмас 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. Кўп 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

АДАБИЁТЛАР

227

МУҚАДДИМА

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 усулларини тузишда кимё, физика, физик-кимё, термодинамика, иссиқлик ва совуқлик техникаси, иктисодиёт каби фанларнинг фундаментал қонунлари асос қилиб олинади. Ушбу фан кимё, озик-овқат ва бошқа саноатларнинг турли соҳаларида ишлатилаётган ва ташқи кўринишдан ҳар хил бўлган жараён ва қурилмаларнинг ўхшашликларини аниқлашга асосланади. Ҳозирги кунда, замонавий кимё, озик-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 яқинловчи 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 формуллари ва усуллари баён этилган. Бу ерда ректификацион колонна, уч корпусли буғлатгич, абсорбер, экстрактор, барабанли ва мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларнинг тўлик ҳисоблаш намуналари аниқ маълумотлар асосида ҳисоблаб кўрсатилган.

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

Ниҳоят 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 копламасининг қалинлигини аниқлаш, вакуум-насос ҳисоблари келтирилган.

Китобнинг иловасида хом-ашёлар, суюқлик, газ ва қаттиқ моддаларнинг физик-механик, иссиқлик-диффузион хосслари 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 кўлда 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 бобларни 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.Фуломова 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 мустақкамлик ҳисоби;
10. Ёрдамчи ускуналарни ҳисоблаш ёки танлаш;
11. Текшириш нукталарини танлаш;
12. Яқун (хулосалар ва тақлифлар);
13. Қўлланилган адабиётлар рўйхати.

Титул varaғи. Ушбу варақнинг 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. Схе­мада 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, солиштирма иссиқлик сизим, иссиқлик утказувчанлик коэффициенти, қовушоқлик 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 коэффисиентининг калинлиги ҳам ҳисобланади.

Қурилмаларнинг мустақкамлик ҳисоби. Ушбу бўлимдаги ҳисобларга қурилманинг мустақкамлигини таъминловчи асосий ўлчамларини аниқлаш, яъни копкок, корпус ва бошқа деталлар деворларининг калинликлари, ундан ташқари, труба тўр пардалари, флинецлар, штуцерлар ва бошқаларнинг ҳисоблари ҳам қиради. Лекин, бу бўлимдаги ҳисоблар амалга ошири-лаётганда, 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 схема-лардан 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 техноло-гик схемадаги қурилманинг ишлаш режимларини текшириб туриш учун (суюқлик ёки газнинг сарфи, босими, температураси, концентрацияси, сат-ҳи ва ҳоказолар) белгиланиши зарур. Технологик схеманинг айрим қурил-маларида уларнинг иш режимларини ростлаш принциплари кўрсатилган.

Яқун (ҳулоса 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.

Кўлланилган адабиётлар рўйҳати. Курс лойиҳа бажарилиши даврида кўлланилган адабиётлар тушунтириш хатида баён этилиши ёки муаллиф-лар фамилиясининг биринчи Ҳарфи асосида алифбо бўйича келтирилади. Китоблар бўйича қуйидаги маълумотлар берилиши даркор: фамилия ва исми, шарифи, китобнинг номи, чоп этган нашриёт, унинг жойлашган жойи, йили ва бетлар сони. Масалан: Касаткин А.Г., Кимёвий техноло-гиянинг 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, юкори ва паст қисмларида 20 мм дан ҳошия қолдирилиши керак.

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

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

Тушунтириш хатида келтириладиган ҳисоблаш формулалари умумий ҳолда берилди, 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 бошқа бирламчи адабиётлардан олинган маълумотларга таяниш квадрат қавсда 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 бўлақлари 1-1,5 ватман қоғозда чизилади.

Курс лойиҳани ҳимоя қилиш. Курс лойиҳани белгиланган ҳажм ва ушбу ўқув кўлланма 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, буғ 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 ρ деб юритилади:

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

бу ерда ρ - зичлик, кг/м³; m масса, кг; V ҳажм, м³

Зичлик катталигига тескари бўлган катталик солиштира ҳажм v деб юритилади:

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

бу ерда v - солиштира ҳажм, м³/кг.

Нисбий зичлик Δ деб модда зичлигининг ρ сув зичлиги ρ_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, К.

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

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

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

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

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

бу ерда x - суспензия таркибидаги қаттиқ фазанинг массавий улуши; ρ_k ва ρ_c қаттиқ ва суюқ фазаларнинг зичликлари, кг/м^3

Қанд қиёми, мева ва мева-резаворларнинг шарбати ёки шакарли сут каби суюқликларнинг 20°C температурадаги зичлиги ушбу формуладан аниқланади:

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

бу ерда x курук моддалар концентрацияси, %.

Агарда, температура 20°C дан фарқли бўлса, куйидаги формула қўлланилади:

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

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

Томат маҳсулотларининг зичлиги эса, ушбу формулада ҳисобланади:

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

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; ρ_a ва ρ_b a ва b компонентларнинг зичликлари, кг/м^3

Агарда, бинар, турли жинсли система ρ_k бўлган қаттиқ заррачалар ва ρ_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°C ва 760 мм.сим.уст.) газнинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$; M - моляр масса, кг ; T - температура, K .

Газ аралашмасининг зичлиги эса қуйидаги тенгламадан аниқланади:

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

бу ерда y_1, y_2, \dots аралашма компонентларининг ҳажмий улушлари;
 ρ_1, ρ_2, \dots - компонентларнинг тегишли зичликлари, $\text{кг}/\text{м}^3$

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

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

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

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

бу ерда V донасимон қатлам ҳажми, м^3 ; V_0 қатламдаги заррачалар эгаллаган ҳажм, м^3

Одий сочилувчан материаллар "тўкма" қатламининг бўш ҳажми одатда $\varepsilon = 0,38-0,42$ га тенгдир.

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

олма ва карам учун

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

қолган хом-ашёлар учун эса

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

Пахта чигитининг ҳақиқий зичлиги қуйидаги формула ёрдамида

ҳисоблаб топиш мумкин [13]:

$$\rho = 666.7 \cdot O_{II}^{0.2} \quad (16)$$

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

СОЛИШТИРМА ОГИРЛИК. Ҳажм V бирлигидаги суюқликнинг оғирлиги G солиштирма оғирлик γ дейилади:

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

бу ерда G суюқлик оғирлиги, Н; V ҳажм, м^3 ; γ солиштирма оғирлик, 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 μ нинг суюқлик зичлиги ρ га нисбати кинематик қовушоқлик ν дейилади:

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

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

20°C температурада кўпчилик органик суюқликларнинг динамик қовушоқлик коэффициенти қуйидаги эмпирик формула ердамида ҳисобланса бўлади [5]:

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

бу ерда μ атмосфера босими ва 20°C да суюқликнинг динамик қовушоқлик коэффициенти, мПа·с; ρ суюқлик зичлиги, кг/м^3 ; M моль масса, 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 μ_{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% (ҳажм) дан кам бўлганда

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

каттик фаза концентрацияси 10% (ҳажм) дан кўп бўлганда

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

каттик фаза концентрацияси 30% (ҳажм.) гача бўлганда

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

бу ерда μ_c - тоза суюқликнинг динамик қовушоқлик коэффициенти; f суспензия таркибидаги каттик фазанинг ҳажмий 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 μ 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 - курук 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 (Пас):

$$\mu_t = 0,0199 \cdot x^{2,94} \cdot t^{-1} \quad (29)$$

Хар хил температурларда газларнинг динамик қовушоклик коэффициентини махсус адабиётларда келтирилган [18].

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

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

бу ерда $M_{ар}$, M_1 , M_2 газ аралашмаси ва компонентларнинг моль массаси; $\mu_{ар}$, μ_1 , μ_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 қўллаш мумкин:

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

бу ерда $\mu_{ар}$ аралашманинг t температурадаги динамик қовушоклик коэффициенти; μ_1 , μ_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 $\sqrt{M T_{кр}}$ қийматлари иловадаги 3 жадвалда берилган.

Динамик қовушоклик коэффициентининг температурага боғликлиги ушбу формула билан ифодаланади:

$$\mu_t = \mu_0 \frac{273 + C}{T + C} \left(\frac{T}{273} \right)^{1,5} \quad (32)$$

бу ерда μ_0 - 0°С температурадаги динамик қовушоклик коэффициенти; Т - температура, К; С - Сатерленд константаси.

СИРТИЙ ТАРАНГЛИК σ - 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 ортиши билан унинг сон қийматлари камаяди.

Баъзи суюқликлар учун сиртий тарангликнинг сон кийматлари 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 кандайдир жараёнда берилаетган иссиқлик микдорининг тегишли температура ўзгариши нисбатига айтилади.

Амалиетда массавий, хажмий ва моль солиштирма иссиқлик сиғимлари ишлатилади. Солиштирма иссиқлик сиғими кайси жараёнда (изобар, изохор, изотермик, адиабатик, политропик) модда ва атроф муҳит орасида энергия алмашинишига боғлиқдир. Ҳисоблашларда жуда кўп изобар c_p ва изохор c_v иссиқлик сиғимлар кўлланилади.

Узаро бу икки солиштирма иссиқлик сиғимликлар 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 сиғимнинг изохор иссиқлик сиғим нисбатига адиабата кўрсаткичи дейилади:

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

1-2 жадвал

Баъзи моддаларнинг солиштирма иссиқлик сиғими

№ т/б	Моддалар номи	Солиштирма иссиқлик сиғими, 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:

$$c_p = c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3 + \dots \quad (35)$$

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

Томат маҳсулотларининг солиштирма иссиқлик сифими ушбу формулада ҳисобланади:

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

Ўсимлик хом-ашелариники эса

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

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

Сахарозанинг солиштирма иссиқлик сифими

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

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

хамирники:

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

буғдойники:

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

Пахта чигити мураккаб, кўп компонентли система бўлгани учун тўғридан-тўғри унинг солиштирма иссиқлик сифимини аниқлаш кийин. 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 оркали топилади [20]:

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

бу ерда c_c - сувнинг солиштирма иссиқлик сифими.

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

формулар ердамида ҳисобланади [21, 22]:
мағиз учун

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

қобиг учун

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

кунжара учун

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

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

$$c_{ef} = m_1 \left[c_{акм} \cdot \left(1 - \frac{W}{100} \right) + \frac{c_c \cdot W}{100} \right] + m_2 \cdot [60 + 4 (T - 50) \cdot \exp 0,028 \cdot W] + m_3 \cdot [540 + (356 \cdot W^{0,8} + 0,73) (T - 110,5)] \quad (45)$$

бу ерда m_1 , m_2 , m_3 пахта толаси, чигит мағизи ва қобигининг массавий улушлари.

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

1-3 жадвал

T, K	Эффектив солиштирма иссиқлик сифими c_{ef} , Ж/(кг·К)							
	Пахта чигитининг мومлиги, %							
	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 λ бу микроразрачаларнинг ўзаро таъсири ва иссиқлик ҳаракати натижасида иссиқ жисмдан совуқ жисмга энергия ўтказиши туфайли жисм температурасининг турғунлашишидир.

Қаттиқ материал, суюқлик ва газларда иссиқлик ўтказувчанликнинг

интенсивлиги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини λ билан характерланади.

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

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

бу ерда A_l суюқликнинг ассоциацияланиш даражасига боғлиқ коэффициент; c - суюқликнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К); ρ суюқлик зичлиги, кг/м³; M - моль масса.

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

Бирор t температурадаги суюқликнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ушбу формуладан топилади:

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

бу ерда ε - 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 сут учун λ коэффициенти 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 курук моддаларнинг концентрацияси.

Томат маҳсулотларининг λ коэффициенти 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 коэффициенти эса,

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

Донасимон тукли, кўп компонентли пахта чигитининг эффектив ис-

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

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

бу ерда r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 бўшлиқ, ядро, ҳаво катлами, қобиғ ва момиклик радиуслари, м; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ - ядро, ҳаво, қобиғ ва пахта толаларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари, 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 $f = 0,89-0,93$ ораликда бўлади.

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

1-4 жадвал

T, K	O_n , момикликдаги λ , 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 иссиқлик 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.	Солиштирама иссиқлик сизим	c , кЖ/(кг·К)	4,19	2,10
2.	Иссиқлик ўтказувчанлик	λ , Вт/(м·К)	0,554	2,21
3.	Температура ўтказувчанлик	$a \cdot 10^6$, м ² /с	0,13	0,17
4.	Зичлик	ρ , кг/м ³	999,5	916,2

1.1. ТРУБАЛАРНИНГ ГИДРАВЛИК ҚАРШИЛИКЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

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

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

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

бу ерда λ - ишқаланиш коэффициентини; l ва d - трубанинг узунлиги ва диаметри, м; $\sum \xi$ - маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндиси; ρ - газ ёки суюқликнинг зичлиги, кг/м³

Трубанинг эквивалент диаметри ушбу формуладан топилади:

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

бу ерда S - оқим кўндаланг кесимининг юзаси, м² Π - ҳўлланган периметр.

Ишқаланиш коэффициентини λ ни ҳисоблаш формуласи суюқликнинг оқиш режими ва трубанинг гадир-будурлигига боғлиқдир.

Ламинар режимида,

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

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

Кўндаланг 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
баландлиги 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 λ қуйидаги формулалар орқали ҳисобланади:
Текис ишқаланиш зонаси учун ($2320 < Re < 10/e$)

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} \quad (1.5)$$

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 $e = \Delta/d$, трубанинг нисбий ғадир-будурлиги; Δ трубанинг абсолют ғадир-будурлиги (труба юзасидаги дўнгликларнинг ўртача баландлиги). 1-7 жадвалда баъзи бир трубаларнинг абсолют ғадир-будурликлари (Δ) нинг тахминий сон қийматлари келтирилган.

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

Маҳаллий қаршиликлар коэффициентларининг сон қийматлари суюқликнинг оқиш режими ва маҳаллий қаршиликнинг турига боғлиқдир.

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

1.2. ТРУБАЛАРНИНГ ОПТИМАЛ ДИАМЕТРЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

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

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

бу ерда V ҳажмий сарф, $\text{м}^3/\text{с}$; w - тезлик, $\text{м}/\text{с}$.

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-иқтисодий ҳисоблар орқали аниқлаш керак. Амалиётда эса оптимал диаметрли трубадаги тезликларга яқин тезликлар орқали топилади (1-8 жадвал).

Узатилаётган муҳит	v , м/с
СУРОҚИ	
Уз-ўзидан оқини пайти қову	0,1 - 0,5
кам қовуно,	0,5 - 1,0
Насос ёрдамида узатила сўрини трубаларда	0,8 - 2,0
ҳайдон ор. бағишда	1,5 - 3,0
Б	
Табиий чиқишда	2 - 4
Кичик босимда узатила.	4 - 15
Катта босимда узатила.	15 - 25
У	
Ута киритилган	30 - 50
Тўйинган буғилар қўйилган босимларда, Па	
10^5 Па дав кў: 60	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
пўлат трубаларнинг
пўлат, 3 - зангламайдиған

ансатда қўлланилган баъзи бир
ради келтирилган (4 белги углеродли
ишга ётадиради.)

1-9 жадвал

Ташқи диаметр ва девор қалин- лиги, мм	Материал	Ташқи диаметр ва девор қалин- лиги, мм	Материал
14x2	4,3	133x4	4
14x2,5	3	133x5	3
14x3		133x7	4
16x2	4,4	159x4,5	4
18x2	4,3	159x5	4
18x3	3	159x6	3
20x2	3	139x7	4
20x2,5	4	194x5	4
22x2	4,3	194x10	4
22x3	4	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, поршеньли ва пропеллерли (ўқли) 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, м³/с; H насос напори, м.
Насоснинг ўқидаги қувват қуйидаги тенглама билан топилди:

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

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 двигателнинг ўқида ва электр двигателдан механик энергия насосга берилаётганда сарф бўлади, яъни

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_c}{\eta_{\text{дв}} \eta_{\text{уз}}} = \frac{N_{\text{ф}}}{\eta_{\text{п}} \eta_{\text{дв}} \eta_{\text{уз}}} \quad (1.12)$$

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

Насос	Марказдан қочма	Пропеллерли	Поршенли
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 двигательнинг 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 булади.

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

$$H_c \leq \frac{p_l}{\rho g} - \left(\frac{p}{\rho g} + \frac{w_c^2}{2g} + h_{c \text{ ўук}} + h_{3ax} \right) \quad (1.13)$$

бу ерда p_l ишчи температурада узатилаётган суюқликнинг тўйинган буғи босими, Па; w_c суриш трубасидаги суюқликнинг тезлиги, м/с; $h_{c \text{ ўук}}$ сўриш трубасида напорнинг йўқотилиши, м; h_{3ax} кавитация ходисасини бартараф қилиш учун напор захираси, м.

Марказдан қочма насослар учун

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

бу ерда n ватнинг айланиш частотаси, с^{-1}
Поршенли насослар учун

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

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

Вентиляторлар. Газларни узатиш пайтида босимни 1,15 гача кўтарадиган машиналарга вентиляторлар дейилади. Саноатда энг кенг тарқалган вентиляторларнинг тури марказдан қочма ва пропеллерли (ўқли). Ҳосил қилаётган босимига 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 сиқилмайдиган муҳитлар учун машиналар назариясини қўлласса ўринлидир.

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

Вентиляторнинг напори эса ушбу тенгламадан топилади:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h_{\text{ўқ}}$$

бу ерда p_1 газ сўриб олинаётган қурилмадаги босим, Па; p_2 газ ҳайдалаётган қурилмадаги босим, Па; $h_{\text{ўқ}}$ 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, $\eta_{\text{ўқ}} \approx 1,0$.

Йловадаги 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°С ли сувни узатиш учун қандай насос урнатилиши керак. Сувнинг сарфи $1,2 \cdot 10^{-2}$ м³/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 вентиляр бор. Сўриш йўлида эса 2 та венти 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 трубани танлаймиз. Ушбу трубагининг ички диаметри $d = 87$ мм бўлади. Трубадаги сувнинг ҳақиқий тезлиги:

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

Трубанинг емирилишини 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 ғадир-будурлигини $\Delta = 2 \cdot 10^{-4}$ м деб қабул қиламиз. Унда

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

$$\frac{1}{e} = 435, \quad \frac{560}{e} = 244000; \quad \frac{10}{e} = 4350;$$

$$435 < Re < 244000$$

Кўришиб турибдики, трубанинг ичида аралаш ишқаланиш мавжуддир. Шунинг учун λ 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) венти́ллар: $d = 0,076$ учун $\xi = 0,6$;

$d = 0,10$ учун $\xi = 0,5$;

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

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

Суриш йўлидаги маҳаллий қаршилиқ коэффициентларининг йиғиндисини топамиз:

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

Сўриш йўлида напорнинг йўқотилиши (1.2) формуладан ҳисоблаб аниқланади:

$$h_c = \left(0,025 \cdot \frac{10}{0,087} - 1,9 \right) \cdot \frac{2,02^2}{2 \cdot 9,81} = 0,99$$

Ҳайдаш йўли учун:

- | | | | |
|--------------------------|---------------|-------------|-----------------|
| 1) 120° ли тирсақлар: | $A = 1,17;$ | $B = 0,09;$ | $\xi_1 = 0,105$ |
| 2) 90° ли тирсақлар: | | | $\xi_2 = 0,09$ |
| 3) нормаллар венти́ллар: | $d = 0,08$ м | учун | $\xi_3 = 4,0$ |
| | $d = 0,1$ м | учун | $\xi_3 = 4,1$ |
| | $d = 0,087$ м | учун | $\xi_3 = 4,04$ |
| 4) трубадан чиқиш: | | | $\xi_4 = 1.$ |

Ҳайдаш йўлида маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндисини топамиз:

$$\Sigma \xi = 2\xi_1 + 10\xi_2 + 2\xi_3 + \xi_4 = 2 \cdot 0,105 + 10 \cdot 0,09 + 2 \cdot 4,04 + 1 = 10,2$$

Ҳайдаш йўлида босимнинг йўқотилиши (1.2) формула орқали ҳисобланади:

$$h_{х.йўқ} = \left(0,025 \cdot \frac{40}{0,087} + 10,2 \right) \cdot \frac{2,02^2}{2 \cdot 9,81} = 4,51 \text{ м}$$

Умумий напорнинг йўқотилиши:

$$h_{ум} = h_{с.йўқ} + h_{х.йўқ} = 0,99 + 4,51 = 5,5 \text{ м}$$

Насосни танлаш.

(1.11) формула ёрдамида керакли напор топилади:

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^6}{(998 \cdot 9,81) + 15 + 5,5} = 30,7 \text{ м. сув. уст.}$$

1) Берилган иш унумдорликда бундай напорни бир босқичли марказдан қочма насос бера олади (иловадаги б жадвал).

2) Ушбу насоснинг фойдали қувватини (1.9) формула орқали ҳисоблаб топиш мумкин:

$$N_\phi = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,012 \cdot 30,7 = 3606 \text{ вт} = 3,61 \text{ кВт}$$

$\eta_{уз} = 1$ ва $\eta_u = 0,6$ деб қабул қилиб, (1.12) формуладан двигатель ўқидаги қувватни аниқлаймиз:

$$N = \frac{3,61}{0,6} = 6,02 \text{ кВт}$$

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 $N = 13 \text{ кВт}$, $\eta_{\text{эв}} = 0,89$. Двигатель ўқининг айланиш частотаси $n = 48,3 \text{ с}^{-1}$. Кавитация учун напорнинг захираси (1.14) формуладан топилади:

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

Тўйинган сув буғининг босими [4,5] дан аниқланади ва у 20°C да $p_1 = 2,35 \cdot 10^3 \text{ Па}$ га тенгдир. Атмосфера босими $p_1 = 10^5 \text{ Па}$ 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 суёқлик сатҳидан 4 м баландликда ўрнатиш мумкин.

Вентиляторни ҳисоблаш намунаси

Ҳавонинг температураси 20°C , сарфи эса $0,4 \text{ м}^3/\text{с}$. Ҳаво адсорбернинг пастки қисмига юборилмоқда. Адсорбент қатламининг остидаги ва устидаги ҳавонинг 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 баландлиги $H = 0,65 \text{ м}$, говаклиги $\epsilon = 0,4 \text{ м}^3/\text{м}^3$. 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° ли 4 та тирсақлар ва 1 та задвижка ўрнатилган.

Адсорбер орқали ҳавони узатиш учун вентилятор танлансин.

Қатлам ҳолатини аниқлаймиз.

Қурилмадаги ҳавонинг фиктив тезлигини топамиз:

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

Архимед критерийсини қуйидаги формуладан ҳисоблаймиз:

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

$$(800 - 1,206) \cdot 1,206 = 2,38 \cdot 10^3$$

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

$$Re_{м.к} = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \sqrt{Ar}} = \frac{2,38 \cdot 10^5}{1400 + 5,22 \sqrt{2,38 \cdot 10^5}} = 60,3$$

Мавҳум қайнаш тезлигини эса ушбу формуладан аниқланади:

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

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

Қатламдаги Рейнольдс критерийсининг қиймати и аниқланади:

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

Қаршилик коэффициент λ ушбу формуладан топилади:

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

Адсорбент қатламининг гидравлик қаршилиги ҳисобланади:

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

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

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

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

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

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

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

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, куйидаги 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, λ ни ҳисоблаш аралаш 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 гидравлик қаршилиги (1.1) формула орқали аниқланади:

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

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

$$\Delta P = \Delta P_{\text{кур}} + \Delta P_{\text{гук}} = 1876 + 432 = 2308 \text{ Па}$$

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 $\eta_{уз} = 1$ ва $\eta_{м} = 0,6$ 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 вентиляторни мос келади.

1.4. ЦИКЛОННИ ҲИСОБЛАШ

20000 кг/с микдордаги 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 чўқаётган 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 микдорини аниқлаймиз:

$$G_0 = G_c \frac{100 - y_6}{100 - y_0}$$

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

$$G_0 = G_c \frac{100 - y_6}{100 - y_0} = 20000 \frac{100 - 0,5}{100 - 0,05} = 19909,95 \text{ кг/с}$$

Газ аралашмасидан ажратилган чанг заррачаларининг микдори.

$$G_r = C_c \cdot G_0 = 20000 - 19909,95 = 90,05 \text{ кг/с}$$

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

Системанинг зичлиги:

Циклонга кираётган чангли газ аралашмасининг зичлиги:

$$\rho_T = \frac{100}{\frac{y_{\bar{c}}}{\rho_c} + \frac{100 - y_{\bar{c}}}{\rho_{\text{гв}}}} = \frac{100}{\frac{0,5}{1250} + \frac{99,5}{1,06}} = 1,065$$

Тозаланган газнинг зичлиги:

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

Системанинг ҳажми:

Кираётган чангли газ аралашмасининг ҳажми

$$V_c = \frac{G_c}{\rho_c} = \frac{20000}{1,065} = 18779,3 \text{ м}^3$$

Тозаланган газ аралашмасининг ҳажми:

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

Ажратилган чангли газ заррачаларининг ҳажми:

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

Курилманинг унумдорлиги.

$$V = \frac{G_c}{\rho_{\text{гм}}} = \frac{20000}{1,06 \cdot 3600} = 5,24 \text{ м}^3$$

Конструктив ҳисоб.

Марказий чиқиш трубагининг радиусини аниқлаймиз:

$$r_i = \sqrt{\frac{V_c}{\pi w_T}} = \sqrt{\frac{5,24}{3,14 \cdot 4}} = 0,65 \text{ м}$$

бу ерда w_T – трубадаги газ оқимининг тезлиги $w_T = 2 \div 5$ бўлгани учун $w_T = 4$ 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 $w_{шт} = 21$ м/с деб оламиз.

Штуцернинг кенглиги:

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

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

Цилиндрсимон корпуснинг радиусини қуйидаги тенглама орқали ҳисоблаймиз.

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

бу ерда δ_1 марказий чиқиш трубагининг қалинлиги. Унинг қийматини $\delta_1 = 0,05 \text{ м}$ деб оламиз.

Δr - корпус цилиндр қисмининг юзаси билан марказий чиқиш труба-си орасидаги масофа. Унинг қийматини $\Delta r = 0,395 \text{ м}$ 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:

$$w_n = \frac{w_{um}}{c} = \frac{2,1}{1,4} = 1,5 \text{ м/с}$$

бу ерда $c = 1,4$.

Циклондаги газ оқимининг айланиш радиусини икки хил усул билан аниқланади.

ўртача логарифмик:

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

ўртача арифметик:

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

Циклондаги газ оқимининг айланма бурчак тезлиги:

$$w_n = \frac{w_n}{r_{yp}} = \frac{15}{0,8025} = 18,2 \text{ м/с}$$

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

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

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

Газнинг циклонда бўлиш вақтини топамиз.

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

Циклоннинг ишчи ҳажмини ҳисоблаймиз.

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

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

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

κ - цилиндрик баландлик қисмининг заҳира коэффициентини, $\kappa = 1,25$ 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.

α_0 конус ҳосил қилувчи қисм билан корпус радиуси орасидаги бурчак, $\operatorname{tg} \alpha_0$ бурчагининг қийматини 60° 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.

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

Хисоблашнинг тўғрилигини текшириш
Фруд критерийси.

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

Циклоннинг унумдорлигини баланклик захирасини ҳисобга олмаган ҳолда аниқлаймиз:

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

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

бу ерда H циклон цилиндри қисмининг баландлиги,

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

H_0 ҳаракатланувчи оқимнинг бир айланишлар сонидagi баландлиги:

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

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

бу ерда w заррачаларнинг чўкиш тезлиги, м/с.

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

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

Газ оқимининг бир айланиш ўрамлар сонидa 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. ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

2.1. ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИ 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]:

$$F = \frac{Q}{K \Delta t_{yp}} \quad (2.1)$$

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

а) агарда иссиқлик ташувчи агентнинг агрегат ҳолати ўзгармаса,

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

б) тўйинган буғларнинг конденсатлари совитилмаса ёки қайнаш пайтида

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

в) ўта қизиган буғларни конденсацияланишида, конденсат совитилган ҳолда

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

бу ерда $I_{i\text{доп}}$ ўта қизиган буғ энтальпияси. Қурилмалар иссиқлик қопламаси билан ўралган бўлса, иссиқликнинг атроф 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 охириги температураларнинг ўрта арифметик қиймати сифатида ҳисоблаб топиш мумкин

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

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 ($\Delta t_{ки}/\Delta t_{ку} > 2$) бўлса:

$$\Delta t_{yp} = \Delta t_{yp.roc.} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ku}}{\ln \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ku}}} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ku}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ku}}} \quad (2.6)$$

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

$$\Delta t_{yp.ap.} = \frac{\Delta t_{ka} + \Delta t_{ku}}{2} \quad (2.7)$$

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

$$\Delta t_{yp} = \varepsilon_{\Delta t} \cdot \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ku}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ku}}} \quad (2.8)$$

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

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

Уни ҳисоблаш учун ушбу формуладан фойдаланса бўлади:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{dev}}{\lambda_{dev}} + r_{1ифл} + r_{2ифл} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (2.9)$$

бу ерда α_1 ва α_2 иссиқлик ташувчи агентлар томонидаги иссиқлик бериш коэффициентлари; λ девор материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти; δ девор қалинлиги; $r_{1ифл}$ ва $r_{2ифл}$ деворнинг иккала томонидаги ифлослик қатламларининг термик қаршиликлари. 2.9 тенглама текис ва цилиндрсимон ($R_{таш}/R_{ич} < 2$) деворлар орқали иссиқлик ўтиши жараёни учун тўғри келади.

Маълумки, α_1 ва α_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. ИССИҚЛИК БЕРИШ КОЭФФИЦИЕНТИНИ ХИСОБЛАШ УЧУН ТЕНГЛАМАЛАР

Иссиқлик бериш коэффицентларини аниқ хисоблаш учун формулаларни танлаш иссиқлик алмашиниш характерига (агрегат ҳолати ўзгармаганда, қайнаш даврида ёки конденсацияланган пайтда), танланган иссиқлик алмағиниш 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 коэффицентини аниқлаш учун критерий формула қуйидаги кўринишга эга:

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

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

Хисоблашнинг биринчи босқичида α ва K коэффицентлар номаълум бўлгани учун уларнинг тахминий сон қийматларини белгилаб оламиз. Сўнг эҳтаб, хисоблар охирида, дастлабки қабул қилинган параметрлар тўғрилиги текширилади.

Қуйидаги иссиқлик бериш коэффицентини хисоблашда кўп қўлланиладиган тенгламалар келтирилган.

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

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

бу ерда Pr_0 Прандтл критерийси, труба деворининг температурасида хисобланган.

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

Re ва Nu критерийларини хисоблашда 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; Π оқим кесимининг тўта периметри.

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

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

Муҳит	Ҳаракат шароити	w , м/с
Қовушоклиги кам суюқлик (бензин, керосин, сув ва ҳ)	ҳайдаш йўлида	1 - 3
	сўриш йўлида	0,8 - 1,2
Қовушок суюқлик (енгил ва оғир мойлар, тузлар ва эритмалари)	ҳайдаш йўлида	0,5 - 1,0
	сўриш йўлида	0,2 - 0,8
Кам ва ўрта қовушокли суюқлик	ўзи оқиш	0,1 - 0,5
Катта напорли газ	компрессорнинг ҳайдаш йўлида	15 - 30
Кичик напорли газ	вентилятор ва газ қувурининг ҳайдаш йўлида	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 ўта тўйинган курук, тўйинган	---	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 булади:

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

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

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

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

2. Ўтиш режимида ($2300 < Re < 10000$ ва $Gr \cdot Pr < 8 \cdot 10^5$) иссиқликнинг берилиши учун аниқ формула бўлмаганлиги сабабли қуйидаги тахминий критериял тенгламадан фойдаланиш мумкин:

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



2.1 расм. Иссиқлик алмашиниш қурилмасини ҳисоблаш схемаси.

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

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

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

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

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

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

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

в) шахматли ўрам учун:

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

Аниқловчи температура сифатида суюқликнинг ўртача температураси,
 аниқловчи ўлчам сифатида эса трубанинг ташқи диаметри олинади. ε_{φ} -
 коэффициент оқимнинг труба ўқига нисбатан қандай бурчак остида таъсир
 қилаётганлигини ҳисобга 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 тенграмаси соддалашади. Масалан, трубалар шахмат усули билан жойлаштирилганда ҳаво учун ($Re > 10^3$) ҳисоблаш формуласи қуйидаги кўринишга эга бўлади:

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

Қиррали трубалар ўрами учун оқимнинг айланиб ўтишидаги ис-
сиқликнинг берилиши

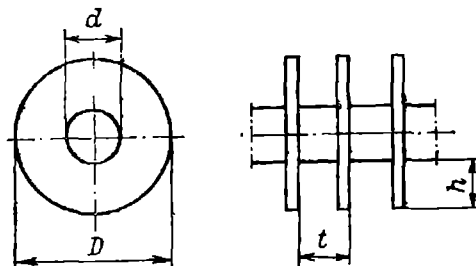
$$Re = (3 \div 25) \cdot 10^3 \quad \text{ва} \quad 3 < \frac{d}{L} < 4,8$$

шароит учун ҳисоблаш тенграмаси қуйидаги кўринишга эга:

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

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, α_p ни иссиқлик
ўтказиш коэффициентини 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 α_{mp} труба ичида иссиқлик ташувчи агентнинг иссиқлик
бериш коэффиценти; F_{max} қиррали трубанинг тўлиқ ташқи юзаси; $F_{ич}$ -
трубанинг ички юзаси; $\sum \delta / \lambda = \delta_d / \lambda_d + r_{ифл1} + r_{ифл2}$ - труба девори ва иф-
лослик қатламларининг термик қаршилиқларининг йиғиндиси.

**Иссиқлик ўтказиш коэффициентлари K нинг тахминий қийматлари
(Вт/м²·К)**

Иссиқлик алмашилиш 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 буғдан сувга	800 – 3500	300 - 1200
Конденсацияланаётган сув буғдан органик суюқликга	120 – 340	60 – 170
Конденсацияланаётган органик суюқлик буғдан сувга	300 – 800	230 – 460
Конденсацияланаётган сув буғдан тўйнаётган сувга	-	300 – 2500

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

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

$Re \geq 1000$ бўлганда

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

$Re < 1000$

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

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

Кожух-трубали иссиқлик алмаштириш қурилма ва совутгичларнинг параметрлари

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

Кожух диаметри, мм	Труба диаметри, мм	Иўллар сони	Трубалар нинг умумий сони	Трубалар у қурилмада қандайдан иссиқлик алмаштириш юзаси, м ²									Трубалар бўшлиқ оқимининг энг тор кўндаланг кесим юзаси, м ²	Труба бир йўлнинг кўндаланг кесим юзаси, м ²
				1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0				
159	20x2	1	19	1,0	2,0	2,5	3,5						0,003	0,004
		2	13	1,0	1,56,0	2,0	3,0						0,004	0,005
273	20x2	1	61	4,0	4,5	7,5	11,5						0,007	0,012
		2	37	3,0	9,5	6,0	9						0,009	0,013
325	20x2	1	100		8,5	12,5	19	25,0					0,011	0,020
		2	90		7,5	11,0	17	22,5					0,011	0,009
400	25x2	1	62		6,5	10,0	14,5	19,5					0,013	0,021
		2	56			9,0	13	17,5					0,013	0,010
600	20x2	1	181			23,0	34	46,0	68				0,017	0,036
		2	166			21,0	31	42,0	63				0,017	0,017
80	25x2	1	111			17,0	26	35,0	52				0,020	0,038
		2	100			16,0	24	31,0	47				0,020	0,017
100	20x2	1	389			49	73	98	147				0,041	0,078
		2	370			47	70	93	139				0,041	0,037
1200	20x2	4	334			42	63	84	126				0,041	0,016
		6	316			40	60	79	119				0,037	0,009
150	25x2	1	257			40	61	81	121				0,040	0,089
		2	240			38	57	75	113				0,040	0,042
200	20x2	4	206			32	49	65	97				0,040	0,018
		6	196			31	46	61	91				0,037	0,011
300	20x2	1	717			90	135	180	270	405			0,069	0,144
		2	690			87	130	173	260	390			0,069	0,069
400	25x2	4	638			80	120	160	240	361			0,069	0,030
		6	618			78	116	155	233	349			0,065	0,020
500	20x2	1	466			73	109	146	219	329			0,070	0,161
		2	442			69	104	139	208	312			0,070	0,077
600	25x2	4	404			63	95	127	190	285			0,070	0,030
		6	386			60	90	121	181	271			0,065	0,022
800	20x2	1	1173				221	295	442	663			0,101	0,236
		2	1138				214	286	429	643			0,101	0,114
1000	25x2	4	1072				202	269	404	606			0,101	0,051
		6	1044				197	262	393	590			0,096	0,034
1200	20x2	1	747				176	235	352	528			0,106	0,259
		2	718				169	226	338	507			0,106	0,124
1500	25x2	4	666				157	209	314	471			0,106	0,055
		6	642				151	202	302	454			0,102	0,036
2000	20x2	1	1701					427	641	961			0,145	0,342
		2	1658					417	625	937			0,145	0,165
2500	25x2	4	1580					397	595	893			0,145	0,079
		6	1544					388	582	873			0,131	0,049
3000	20x2	1	1083					340	510	766			0,164	0,375
		2	1048					329	494	740			0,164	0,179
4000	25x2	4	986					310	469	697			0,164	0,084
		6	958					301	451	677			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	Йуллари сони n**	Трубалар бўйича бир йулнинг кундаланг кесими, м ²		Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашилиш юзаси, м ²				Трубалараро бўшлиқ оқимнинг энг тор кундаланг кесим юзаси***, м ²		
					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 легирланган пўлатдан ясалиши керак; углеродли пўлатдан ҳам ясалиши мумкин, фақат 25x2 мм улчамли трубалардан ташқари.

** - трубалар йули бўйича 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 алмашилиш
 қурилмаларининг параметрлари (ГОСТ 14245-79)

Кожух диаметри D , мм	Труба буйича йуллар сони *, m^2	Трубалар узунлиги қуйидагича булганда, иссиқлик алмашилиш юзаси, m^2				Трубалараро бушлиқда оқимнинг энг тор қуидаланг 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 ис-
 сиқликнинг берилиши.** Змеевикли, қобикли ва аралаштиргичли
 қурилмаларда иссиқлик бериш коэффиценти α ни қуйидаги тенглама
 билан аниқлаш мумкин:

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

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

D қурилма диаметри; n аралаштиргичнинг айланишлар сони; d_{ap}
 аралаштиргич диаметри; μ_0 суюқликнинг қобик девори ёки змеевик
 температураси буйича топилган динамик қовушоқлик коэффиценти; μ
 суюқликнинг ўртача температураси $t_{yp} = (t + t_0)/2$ буйича топилган динамик
 қовушоқлик коэффиценти.

Тўйинган бугнинг юпқа қатламда (плёнкали) конденсация ва оғирлик
 кучи таъсири остида конденсат қатламининг ламинар оқиб туришида ис-
 сиқлик бериш коэффицентини ушбу формуладан ҳисоблаб топиш мум-
 кин:

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

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

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

Пуфакчали қайнаш пайтида иссиқлик бериш коэффициентлари қуйидаги тенгламалар орқали аниқланади:

а) катта ҳажмдаги суюқликка туширилган жисм юзаларида

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

б) труба ичида

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

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

$$q_{кр} = 0,14 \cdot r \cdot \sqrt{\rho_{\text{буз}}} \cdot \sqrt[3]{g \cdot \sigma \cdot (\rho_c - \rho_{\text{буз}})} \quad (2.28)$$

(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.

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

$$\rho_{\text{буз}} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273}{T_{\text{кай}}} \cdot \frac{p}{p_0},$$

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

2.3. ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАРИ ВА КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмалари халқ хўжалигининг турли соҳаларида кенг тарқалган қурилмалар бўлиб, иссиқлик алмашиниш қурилмаси, совитгич, конденсатор ва буғлатгич сифатида ишлатилиши мумкин.

Иссиқлик алмашиниш қурилмалари суюқлик ва газларни иситиш ва совитиш учун мўлжалланган бўлиб, совитгичлар эса совитиш (сув ёки заҳарли бўлмаган, ёнмайдиган ва портламайдиган агент билан) учун қўлланилади (2.3-расм) [1-5].

Қуйида иссиқлик алмашиниш қурилмасининг қўлланиши ва конструкцияси бўйича классификацияси берилган.

Қўлланишига қараб

Иситкичлар	Т
Совиткичлар	Х
Конденсаторлар	К
Буғлатгич	И

Конструкциясига қараб

Қўзғалмас тўр пардали.	Н
Кожухида температура компенсатори билан	К
Ҳаракатчан қалпоқчали	П
U-симон трубали.	У

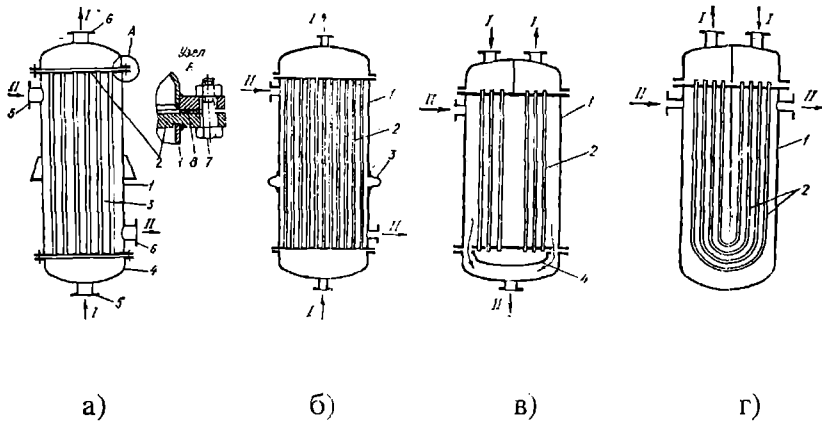
П ва У типдаги иссиқлик аламашиниш қурилмаси труба ва кожухининг температуралар фарқи жуда катта, ҳамда труба ўрами механик усулда тозалаш зарур булган ҳолда қўлланилади.

Қуйидаги жадвалда саноатда куп ишлатиладиган иссиқлик алмашиниш қурилмалари характеристикалари берилган.

2-7 жадвал

Номи	Белги- ланиши	Иссиқлик гашувчи агент белгиси	Қўлланиш соҳаси
Иситкич	ТН ва ТК ТП ва ТУ	-30...350 -30...450	Иситиш ва совитиш учун
Совиткич	Х, ХН ва ХК ХП ва ХУ	0...+300 0...+400	Газсимон ва суюқ муҳитларни сув ёки совуқ элтгич ёрдамида совитиш учун
Конденсатор	КН ва КК КП ва КУ	Конденсацияланувчи 0...+300 0...+400 Совитувчи -20...+60	Буғларни сув ёки совуқ элтгич ёрдамида конденсациялаш ва совитиш учун

Буглатгич	ИН ва ИК ИП ва ИУ	-30...+350 -30...+450	Турли суюқ муҳитларни иситиш ва буглатиш учун
Совутувчи конденсатор	КТ	0...+100 (совук элтгичнинг конденсацияси); совутувчи -20...+50	Аммиакли ва углеводородли (пропан, пропилен) совитиш машиналарида совук элтгични сукултириш учун
Совутувчи испаритель	ИТ	-40...+40 (тўйиниш)	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 исиклик алмашилиш қурилмалари.

- а) бир йўлли; б) линза компенсаторли;
в) ҳаракатчан қалпоқчали; г) U симон трубаги.
1 қобиғ; 2 трубалар; 3 - линза компенсатор;
4 ҳаракатчан қалпоқча; 5 труба тўрлари; 6 - қопқоқ;
7,8 кириш ва чиқиш штуцерлари; 9 болт;
10 кистирма

Кожух-трубаги иситгичлар ва совитгичларда қобиғ ва трубалар орасидаги температураларнинг фарқига қараб труба қобиғининг узайиши ҳар хил бўлади. Шунинг учун бу қурилмалар конструкциясига қараб икки хил бўлади:

- Н - қўзғалмас тўр пардали;
К линза компенсаторли.

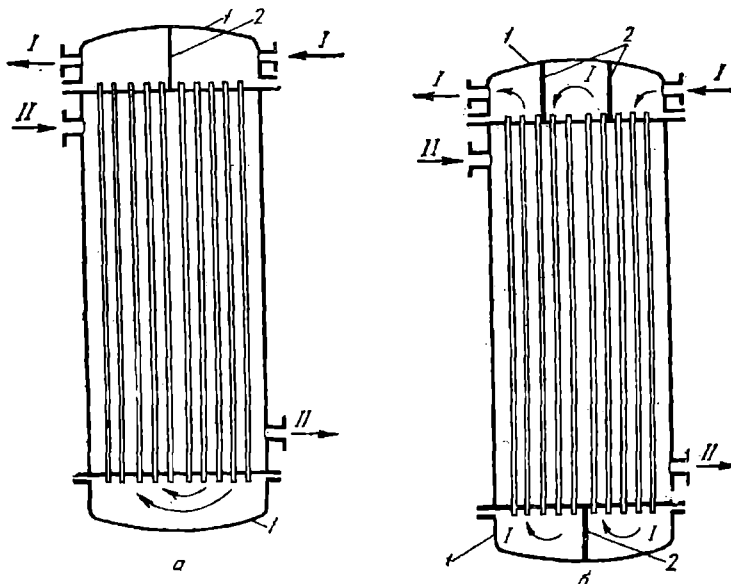
Компенсацияловчи мосламалар қурилмалар трубаларини етарли даражада узайишига имкон беради. Бу турдаги қурилмалар трубалараро бўшлиғидаги босим $6 \cdot 10^5$ Па гача бўлганда ишлатилади.

Кўзғалмас 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, линза-ли 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 урамининг ўзи бажаради. Шунинг учун уларнинг конструкцияси содда бўлиб, трубалар тўплами битта кўзғалмас 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 қаршилиги 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 кўидаланг тўсиқлар.

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 қаршилик 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 тўсиқлар сони						
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
159	6	10	14	26			
273	4	8	12	18			
325		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 алмашилиниш қурилма, совутгич, иситгич ва конденсаторларнинг массалари
(ГОСТ 15119-79 ГОСТ 15122-79)

Босим, МПа	Кожух диамет- ри, мм	Йўллар сони	Диаметри 20x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
Кожух трубали совутгичлар массаси, кг									
1,6	159	1	174	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 давоми

Босим, МПа	Кожух диамет- ри, мм	Йўллар сони	Диаметри 25x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
Кожух-трубали совутгичлар массаси, кг									
1,6	159	1	174	192	211	255			
1,6	273	1	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
Бўғлатгич ва конденсаторлар массаси, кг									
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	
1,6		2,4,6				-	-	-	-

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
Бўғлатгич ва конденсаторлар массаси, кг									
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	
1,6		2,4,6				-	-	-	-

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

Кожух диа- метри, мм	Труба- нинг диа- метри, мм	Иуллар сони	Труба- лар- нинг умумий сони	Трубалар узунлиги к. у. й. дагича бўлганда, иссиқлик алмашинуш юзаси, м ²				Труба бир йулининг кундаланг кесим юзаси, м ²
				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	113	0,089
		2	240		57	75	113	0,042
		4	206		49	65	97	0,018
800	20x2	6	196		46	61	91	0,011
		2	690		130	173	260	0,069
		4	638		120	160	240	0,030
	25x2	6	618	---	116	155	233	0,020
		1	466	73	109	146		
		2	442		104	139	208	0,077
1000	20x2	4	404		95	127	190	0,030
		6	386		90	121	181	0,022
		2	1138		214	286	429	0,114
	25x2	4	1072		202	269	404	0,051
		6	1044		197	262	393	0,034
		1	747	117	176	235		
1200	20x2	2	718		169	226	338	0,124
		4	666		157	209	314	0,055
		6	642		151	202	302	0,036
	25x2	2	1658			417	625	0,165
		4	1580			397	595	0,079
		6	1544		---	388	582	0,049
1400	20x2	1	1083		256	340		
		2	1048			329	494	0,179
		4	986			310	469	0,084
	25x2	6	958			301	451	0,052
		2	2298				865	0,230
		4	2204				831	0,110
25x2	6	2162				816	0,072	
	1	1545		372	486	---	---	
		2	1504	---	---	---	708	0,260

2-12 жадвал

«Накатка» трубали, самарадор кожух-трубали иссиқлик
алмашинуш қурилмасининг асосий ўлчамлари.

Кожух диа- метри, D _в	Ѕ	A ₀	A	l ₀	l ₂	l ₃	H/2	D _y	D _{y1}	D _{y2}	l ₁ *
600	2000		1450	800	1200	500					
	2500		1950	1150	1350	550					
	3000	550	2450	1500	1500	650	530	150	200	50	290

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

2-13 жадвал

Кожух диаме- три, мм	Труба сорта- менти, мм	Труба сони, дона	Труба бўйича йўллар сони-	Труба бўйича битта йўлнинг ўтиш кеси- ми нинг юзаси, м ² ·10 ²	Ушбу трубалар узунлигида, қурилмаларнинг иссиқлик алмаштиниш юзаси, м ²				
					2000	2500	3000	4000	5000
600	25x2	269	1	9,32	41	51	62	63	104
			2	4,66					
			4	2,33					
800	25x2	511	1	17,7	68	98	118	158	198
			2	8,85					
			4	4,43					
			6	2,95					
	38x2	211	1	19,16	49	61	74	99	124
			2	9,58					
4			4,79						
1000	25x2	805	1	27,88	154	186	249	312	
			2	13,94					
			4	6,97					
			6	4,65					
1000	38x2	349	1	31,69	101	122	164	205	
			2	15,85					
			4	7,92					
			6	5,28					
1200	25x2	1163	1	40,28	268	360	451		
			2	20,14					
			4	10,07					
			6	6,71					
	38x2	511	1	46,4	-	-	179	240	301
			2	23,2					

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

2-14 жадвал

Қобниґ диаме- три, D _в , мм	Труба узунлиги, мм	Узунлиги L, мм					
		Ясашиш типи					
		I		II		III	
		Труба ўрамндаги шартли босим, кгк/см ²					
		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» трубали кожух-труба иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг массалари.

Кобиқ диаметри, D_p мм	Қобиқ-даги босим P_y 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

2-16 жадвал

Трубалар сони ва ташқи диаметри бўйича иссиқлик алмашиниш юзаси

Кожух-нинг ички диаметри мм,	Трубалар сортаменти, мм	Трубалар сони	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда (мм) уларнинг юзаси, м ²			
			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	-	333	445	671
	25 x 2	1155	-	267	361	544
1400	20 x 2	2451	-	457	612	924
	25 x 2	1611	-	375	502	758

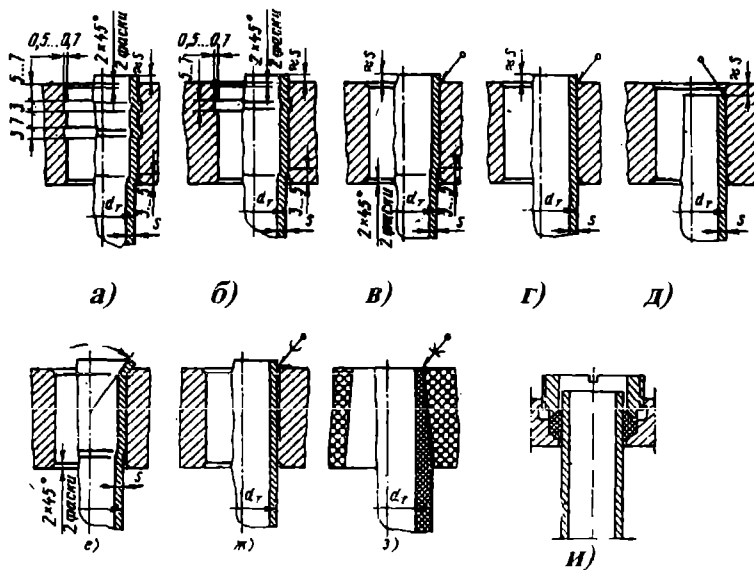
Бир йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг асосий ўлчамлари

Қо- жух диа- метри мм	Босим P_2 МПа (кгк/ см ²)	l	L ₁	A	l ₀	l ₁	D _y	D _{y1}	H/2	l ₂		h	l ₃
										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	616	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	1130				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 қурималарининг асосий ўлчамлари

Кожух диаметри, мм	Босим P_v , МПа (кгс/см ²)	l	L	A	A ₀	l ₀	l ₁	D _y (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	
		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							
	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		
		6000	7340	5350		3000							1534	2184	
	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	
		4000	5425	3400	685	2000	545						1134	2184	
		6000	7425	5400		3000							1534		
	2,5 (25)	3000	4480	2400		1500							794	1894	
		4000	5480	3400	710	2000	550						1094	2194	
		6000	7480	5400		3000							1494		
4,0 (40)	3000	4705	2350		1500		818	1968							
	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		
		6000	7645	5300	765	3000	615						1425	2225	
	1,6 (16)	4000	5660	3350		2000							900		
		6000	7660	5350	765	3000	620						1400	2200	
	2,5 (25)	4000	5730	3250		2000							1000		
		6000	7730	5250	565	3000	620						1500	2300	

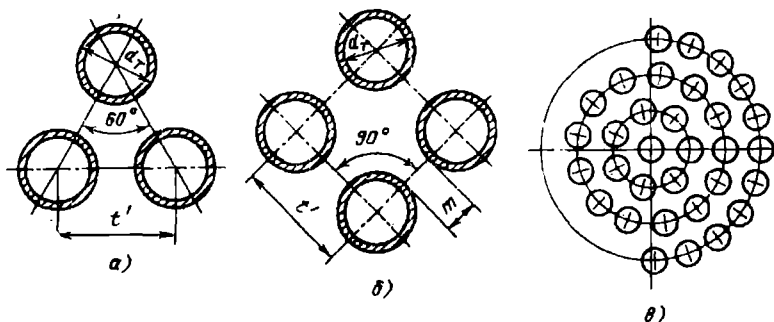
Трубалар тўр пардаларга развальцовка, пайвандлаш, кавшарлаш ва сальниклар ёрдамида бириктирилади (2.5 расм).



2.5 расм. Трубаларни труба тўрларига 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) елимлаш;
 и) сальник билан зичлаш.

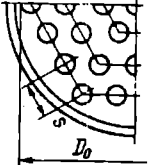
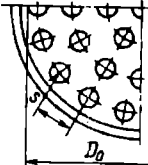
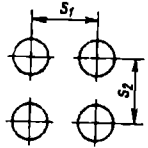
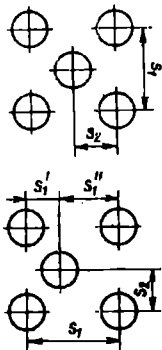
Кожух-трубали қурилмаларда трубалар тўр пардага асосан 3 хил усул билан жойлаштирилади (2.6 -расм):

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



2.6 расм. Трубаларни труба тўр пардаларида жойлаштириш схемаси.
 а) тенг ёнили учбурчак чўққиларида;
 б) квадрат чўққиларида;
 в) - айлана бўйлаб.

Труба ўрамида трубаларни жойлаштириш усуллари

Жойлаш	Схема	Характеристикаси
Тенг ёнли учбурчак чўққиларига		Трубалар сони $n_{tp} = 3a_N(a_N+1)+1$, 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 кўндаланг ҳар хил қадамли		$s = (1,3-1,8) \cdot d$ вальцовка учун ва $s = (1,25-1,3) \cdot d$ пайвандлаш учун $s_1' \neq s_1''$

Эслатма: a_N айлананинг марказидан ҳисоблаганда, олтибурчакнинг тартиб рақами.

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

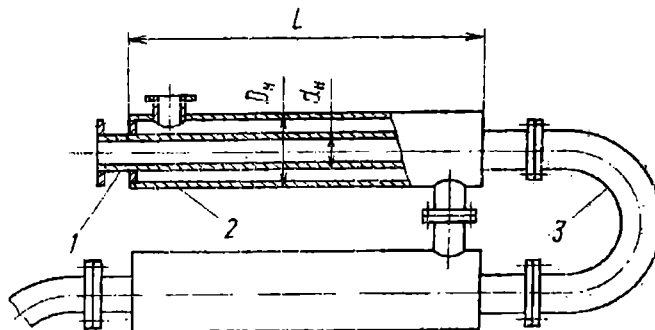
Кожух-трубали буғлатгич трубалари ичида суюқлик қайнайди, трубаларо бўшлиқда эса суюқ, газ, буғ, буғ-газли ёки буғ-суюқлик агент ҳаракат қилади. Бу турдаги қурилмалар вертикал бир йўлли, трубаларининг диаметри 20x2, 25x2, 38x3 мм ли бўлиши мумкин (2-11 жадвал).

«Труба ичида труба» типдаги иссиқлик алмашиниш қурилмалари.

Зарур иссиқлик алмашиниш юзаси 20 -30 м² ва катта бўлмаган иссиқлик юкламаларида «труба ичида труба» типдаги иссиқлик алмашиниш қурилмаларни қўллаш мақсадга мувофиқдир. Ушбу иссиқлик алмашиниш қурилмалар куйидаги типларда тайёрланади:

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

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

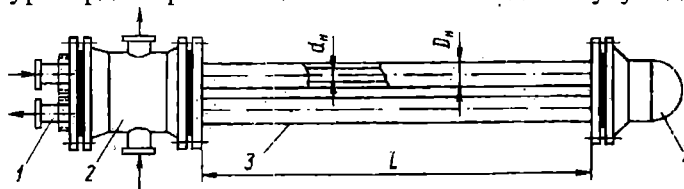


2.7 расм. «Труба ичида труба» типдаги ажралмас иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

1 труба; 2 кожух трубаси; 3 калач;

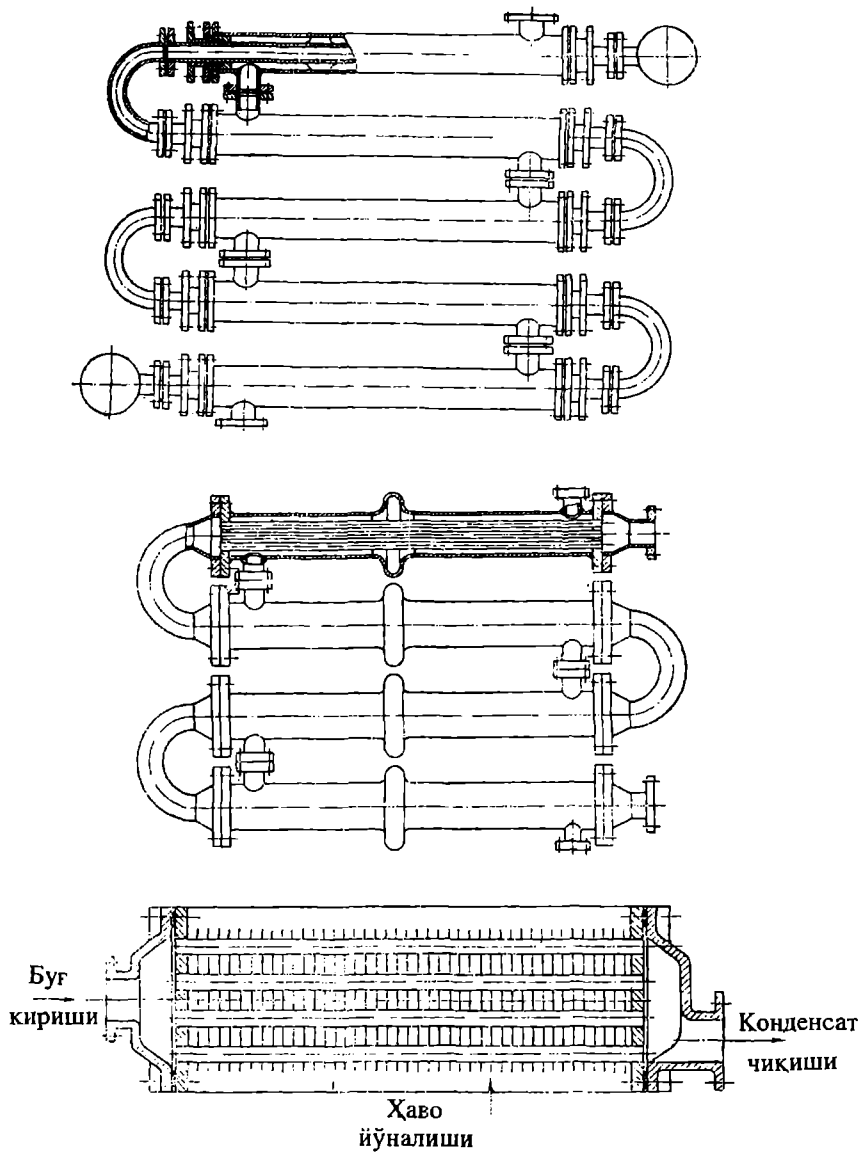
2.8 расмда икки трубали (а), элементли (б) ва қовурғали (в) «труба ичида труба» типдаги иссиқлик алмашиниш қурилмаси келтирилган.

Қисмларга ажралувчи конструкцияли иссиқлик алмашиниш қурилмалари 2.9- ва 2.10-расмларда кўрсатилган. Бир оқимли кичик габаритли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг (2.9-расм) трубалараро бўшлигида иссиқлик ташувчи агент учун тақсимловчи камера ўрнатилган. Ушбу камера тўсиқ ёрдамида упи 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.

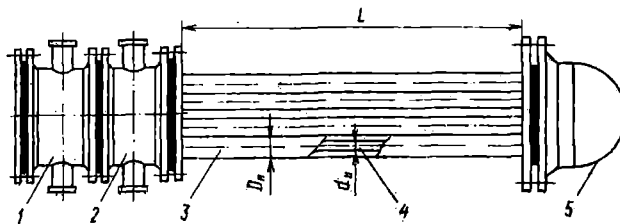


2.9 расм. «Труба ичида труба» типдаги бир оқимли ажралувчан иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

1 труба; 2 ташқи муҳит учун тақсимлаш камераси;
3 кожух трубаси; 4 қопқоқ



2.8 расм. Икки трубали (а), элементли (б) ва қовурғали (в) «труба ичида труба» типдаги 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 қопқоқ

Икки оқимли қисмларга ажраладиган иссиқлик алмашиниш қурилмасининг бир оқимли қурилмалардан принципаал фарқи йўқ.

«Труба ичида труба» типдаги нормаллашган 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 куйидагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м ²						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
		2	0,24	0,48	0,72	0,96			
38x3,5	2	4	0,48	0,96	1,44	1,92			57x4; 76x4 89x5
		1*	0,18	0,36	0,54	0,72			
		2	0,36	0,72	1,08	1,44			
48x4	2	4	0,72	1,44	2,16	2,88			76x4; 89x5 108x4
		1*	0,23	0,45	0,68	0,90			
		2	0,46	0,90	1,36	1,80			
57x4	2	4	0,92	1,80	2,72	3,60			89x5; 108x4
		1*	0,27	0,54	0,81	1,08			
		2	0,54	1,08	1,62	2,16			
76x4	1	4	1,08	2,16	3,24	4,32			108x4; 133x4
		1*				1,43	2,14	2,86	
		2				2,86	4,28		
89x5	1	1*				1,68	2,52	3,36	133x4; 159x4,5
		2				2,52	3,36	5,04	
		1*				2,03	3,05	4,06	
108x4	1	2				3,05	4,06	159x4,5; 219x6	
		1*				3,05	4,06		6,10
133x4	1	1*				2,50	3,75	5,00	219x6
		2				3,76	5,00	7,50	
159x4,5	1	1*				3,00	4,50	6,00	219x6
		2				4,50	6,00	9,00	

Кўп оқимли, бўлақларга ажралувчан «труба ичидаги труба» типдаги иссиқлик алмашилиш қурилмасининг асосий параметрлари ва юзалари*

Парал- лел оқимлар сони	Труба- ларнинг умумий сони	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашилиш юзаси, м ²			Оқимларнинг кўндаланг кесими, 10 ⁴ м ²	
		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 труба-синики эса 89x5 мм. Ундан ташқари, шу узунликда иссиқлик алмашилиш трубаларининг диаметри 38x3,5 ва 57x4 кожух труба-синики эса 108x4 мм бўлиши ҳам рухсат этилади. Иссиқлик ташувчи агентларнинг шартли босими 1,6 ва 4,0 МПа.

2-22 жадвал

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

Битта пластинанинг юзаси f (м ²) қуйидагича бўлганда иссиқлик алмашилиш юзаси F (м ²), 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) ажралувчан, қўшалок пластинали иссиқлик алмашилиш қурилмалари.

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

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

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

Характеристикалар	Пластина юзаси, м ²			
	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 ⁴ м ²	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 шартли диаметрлари, мм	80; 150	65	200	300

* энгилаштирилган вариантда пластинанинг калинлиги 0,5 мм гача камайрилиши мумкин.

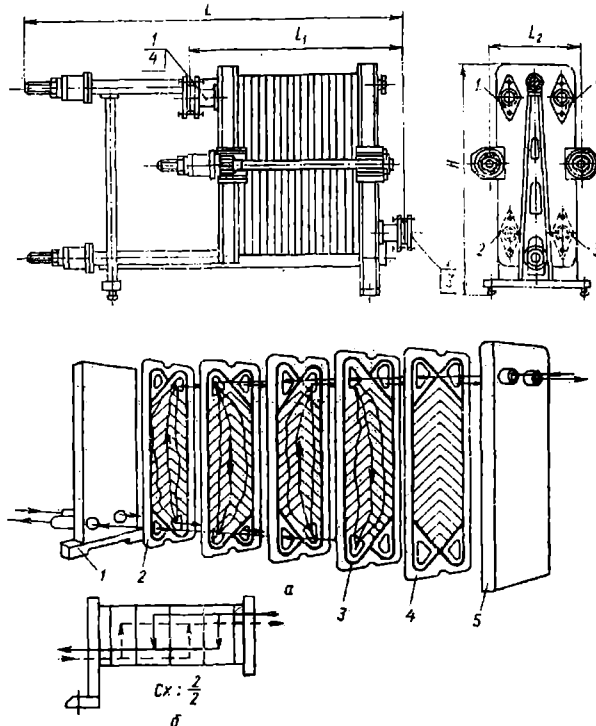
** 0,8 мм бўлган пластина учун

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

$F, \text{ м}^2$	Листнинг калинлиги, мм	Листнинг эни, м	Каналнинг узунлиги, м	Каналнинг кўндаланг кесим юзаси 10 ⁴ м ²	Қурилманинг массаси, кг	Суюқ агентлар 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 юпқа 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 - қистирма; 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.

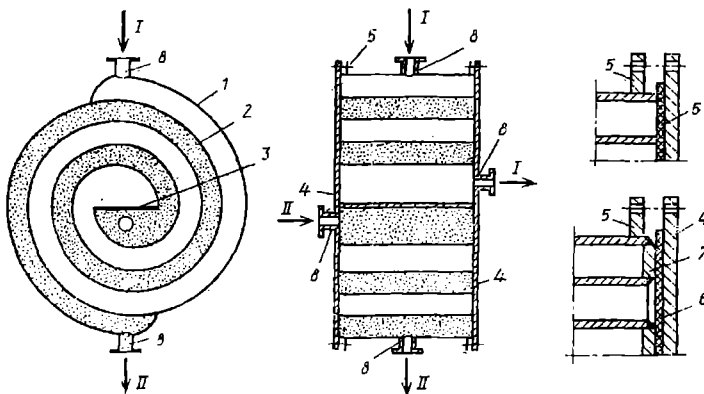
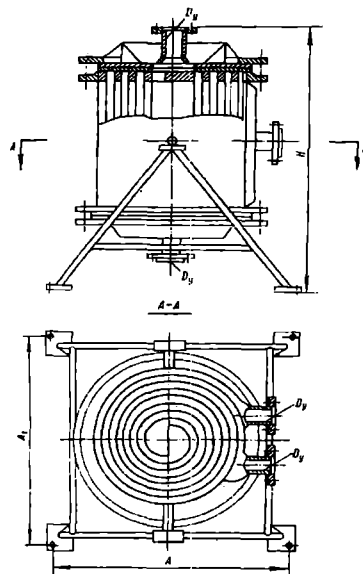
Қурилмалар $0,002 \div 1,0$ МПа босим ва муҳитларнинг ишчи температуралари 20 дан $+180^\circ\text{C}$ гача, қисман бўлақларга ажралувчиларда эса $0,002 \div 2,5$ МПа ва юқорида қайд этилган температураларда, яхлит

қурилмаларда эса, $0,0002 \div 4$ МПа ва -100 дан $+300^{\circ}\text{C}$ гача бўлганда самарали ишлайди.

Йиғма пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг конструкторив характеристикалари 2-22 ва 2-23 жадвалларда келтирилган.

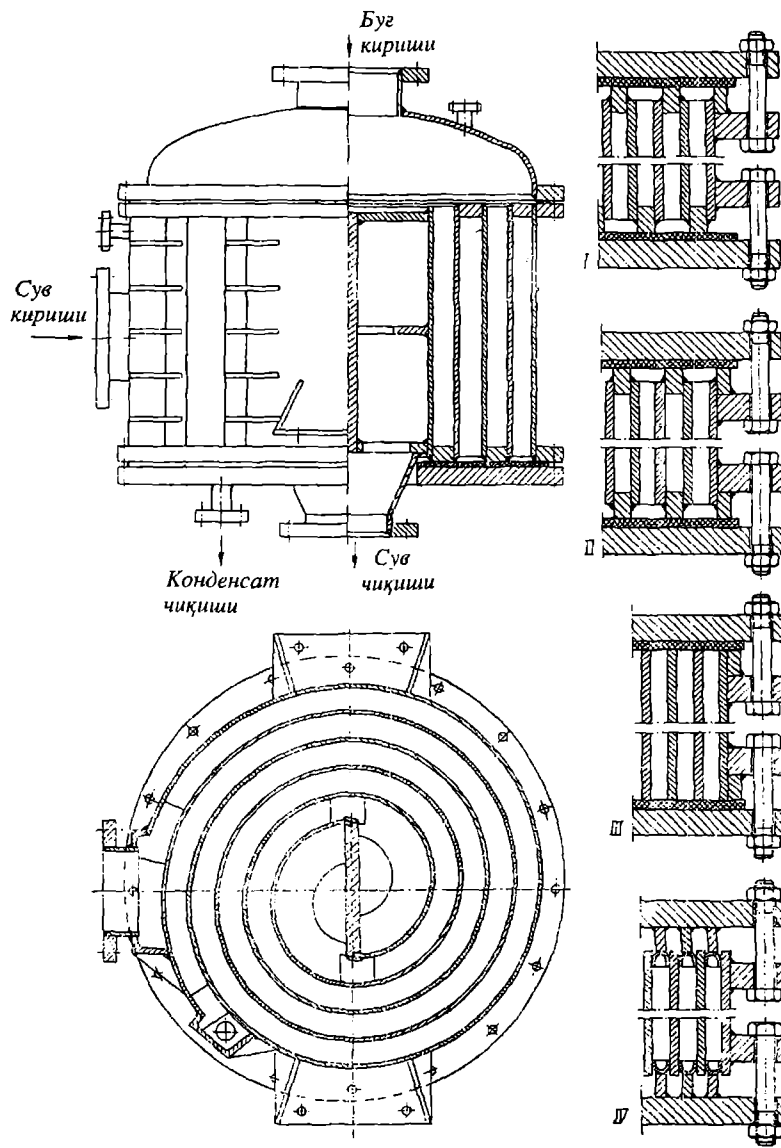
Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси

Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси иссиқлик алмашиниш юзаси углеродли ёки зангламайдиган пўлат листларни махсус станокда ўраш орқали ҳосил қилинган (2.12-расм). Натижада тўғри тўртбурчакли кесимга эга иккита канал ҳосил бўлган. Каналлар юпқа металл пластиналардан тузилгани учун юқори иссиқлик ўтказиш коэффициентига эга. Спиралларнинг ички томонидаги учлари ажратувчи тўсиқ орқати бириктирилган. Каналлар системаси қопқоқ ёрдамида ёпилган. Зичлаш учун резина, паронит, асбест ёки юмшоқ металлдан қистирмалар ишлатилади. Бундай қурилмаларнинг иссиқлик алмашиниш юзаси $10 \div 100 \text{ м}^2$, нормал ишлаш босими 1 МПа гача ва температураси -20 дан $+200^{\circ}\text{C}$ гача бўлганда ишлатилиши мумкин.



2.12 расм. Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси

2.13 расмда спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси ва уни зичлаш конструкциялари келтирилган. Бу типдаги иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг асосий параметр ва иссиқлик алмашиниш юзалари 2-24 жадвалда берилган.

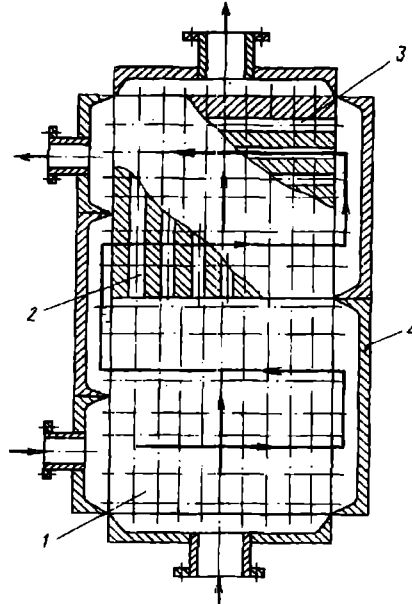


2.13 расм. Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси ва уни зичлаш конструкциялари.

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 параллелепед шаклидаги графитли блокдир. Унда иссиқлик ташувчи агентлар учун бир-бири билан кесишмайдиган тешиқлар ясалган (2.14-расм). Қурилма бир ёки бир неча тўғри тўртбурчакли 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 $350 \times 515 \times 350$ мм³ бўлган блоклардан йиғилган иссиқлик алмашиниш қурилмасининг вертикал каналлари бўйича агент бир ёки икки йўлли ҳаракат қилиши мумкин. Вертикал йўлларнинг сони қурилманинг пастки ва юқори қопқоқларининг конструкциясига боғлиқдир. Графитли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ишчи босимнинг қиймати $2,9 \cdot 10^5$ 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 вкладишлар билан ҳимоя қилинади.

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

Змеєвкли 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)

$F, \text{ м}^2$	Блоклар сони, дона	Блокдаги каналлар сони		
		горизонтал*, дона	вертикал	
			диаметр, мм	сони, дона
350x515x350 мм ли блоклар				
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
350x700x350 мм ли блоклар; 2 та вертикал йўлли				
14,6	4	126	28	108
19,6	4	180	12	324
21,9	6	126	28	108
29,4	6	180	12	324
350x700x350 мм ли блоклар; 4 та вертикал йўлли				
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

$F, \text{ м}^2$	Змеєвкли					Обечайка		
	Труба диаметри ва деворининг қалинлиги $d \times s, \text{ мм}$	Труба-нинг тўлиқ узунлиги $L, \text{ м}$	Ўрамининг диаметри $D_{\text{эф}}, \text{ мм}$	Ўрамининг қадами $t, \text{ мм}$	Ўрамлар сони $n, \text{ дона}$	Масса $G, \text{ кг}$	Диаметр $D, \text{ мм}$	Баландлиги $H, \text{ мм}$
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. ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаларини ҳисоблаш.

Икки сувли органик эритма орасида иссиқлик алмашилиши учун кожух-трубали иссиқлик алмашилиш 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 охири 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 со-лиштирма 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 алмашилиш қурилмасининг ўрта логарифмик температу-ралар фарқини ушбу йул билан аниқлаймиз:

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

4. Иссиқлик алмашилиш 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. Совуқ муҳитни трубалараро бўшлиққа йўналтирилса, қурилмага иссиқлик қоплама қилинмаса ҳам бўлади.

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

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

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:

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

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:

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

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

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

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

$$\varepsilon_{\Delta t} = \frac{\frac{\eta}{\delta}}{\ln \left[\frac{2 - P \cdot (1 + R - \eta)}{2 - P \cdot (1 + R + \eta)} \right]} = \frac{\frac{3,76}{2,044}}{\ln \left[\frac{2 - 0,216 \cdot (1 + 3,625 - 3,76)}{2 - 0,216 \cdot (1 + 3,625 + 3,76)} \right]} = 0,813$$

$$\Delta t_{yp} = \Delta t_{yp, \text{лог}} \quad \varepsilon_{\Delta t} = 40,8 \quad 0,813 = 33,2^\circ \text{C}$$

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

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

Энди, қуйидаги вариантларни аниқловчи ҳисоблаш мақсадга мувофиқдир.

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

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

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

5. Иссиқлик ўтказиш юзасини аниқловчи ҳисоби.

Вариант 1К:

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

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

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

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

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

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

Трубалараро бўшлиқдаги тўсиқлар орасидаги оқимнинг кўндаланг кесим юзаси $S_{\text{траб}} = 0,045 \text{ м}^2$ (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 коэффиценти қуйидагича ҳисобланади:

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

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

ифлосланишини бир хил, яъни $\Gamma_{ифл 1} = \Gamma_{ифл 2} = 1/2900 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Иссиқлик ташувчи агентлар коррозион актив бўлиши трубалар зангламайдиган пўлатдан ясалишини тақозо этади. Зангламайдиган пўлат трубанинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини $\lambda_{п} = 67,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ 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 иссиқлик ўтказиш коэффициенти

$$K = \frac{1}{\frac{1}{2330} + \frac{1}{3505} + 0,000804} = 659 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

га тенг бўлади.

Зарур иссиқлик алмашиниш юзаси ушбу тенгламадан аниқланади:

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

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

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

Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг массаси $M_{1к} = 3130 \text{ кг}$ 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 кўриниб турибдики, трубаларининг узунлиги 4,0 м ли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг иссиқлик алмашиниш юзаси бўйича заҳираси ($\Delta < 10\%$) камлик қилади, яъни тўғри келмайди. Трубаларининг

узунлиги 6,0 м бўлган иссиқлик алмашиниш қурилма юзаси 119 м² 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 кўришиб турибдики, трубаларининг узунлиги 4,0 м, номинал юзаси $F_{3К}=121$ м² бўлганда захира $\Delta = 30,9\%$. Демак, захира бўйича тўғри келади. Массаси 3950 кг, яъни 1К вариантникига қараганда кўпроқдир. Аммо, трубаларининг узунлиги 1^о баробар кам. Ундан ташқари, у ихчам ва трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршилик камроқ бўлади. Трубалар узунлигини 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 кўришиб турибдики, трубаларининг узунлиги 3,0 м, номинал юзаси $F_{4К}=116$ м² 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

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

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

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

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

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

Труба ичида ҳаракат қилаётган оқимга кўрсатилаётган маҳаллий қаршилик 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 қаршиликларни штуцердаги суюқликнинг тезлиги бўйича ҳисоблаш керак. Кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмасининг нормаллашган штуцерларининг диаметрлари 2-10 жадвалда берилган.

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршиликни 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 қуйидаги 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.

Курилманинг конструктив улчамларини ҳисоблаш

Бунинг учун керакли бошлангич маълумотлар – иссиқлик алмашилиш юзаси F ва трубанинг узунлиги l .

Топиш керак: трубалар сони n , уларнинг жойлашиши, қурилма корпусининг диаметри D , труба ва трубалараро бушлиғдаги йуллар сонларини, ҳамда штуцерларнинг геометрик улчамларини.

Трубалар сони ушбу тенглама орқати топилади:

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

бу ерда d_{yp} трубанинг ҳисобий диаметри, агарда α_1 ва α_2 бир-бирига яқинроқ сон қийматларга эга булса,

$$d_{yp} = \frac{d_{max} + d_{min}}{2}$$

агарда $\alpha_1 \gg \alpha_2$ ёки $\alpha_1 \ll \alpha_2$ булса, унда d_{yp} сон қиймати суюқлик билан ювилаётган трубанинг α си томондаги диаметри d га тенг булади.

Одатда, трубалар труба турларига туғри олтибурчак қирралари, квадрат томонлари, ҳамда концентрик айланалар бўйлаб жойлаштирилади.

Туғри олтибурчаклик қирралар бўйлаб трубалар жойлаштирилганда, уларнинг сони

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

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

Энг қатта олтибурчак диагоналидаги трубалар сонини ушбу формуладан топиш мумкин:

$$v = 2 \cdot a + 1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{n-1}{3}} + 0,25 \quad (2.36)$$

Труба қаторларининг сони m эса,

$$m = \sqrt{\frac{n-1}{3}} + 0,25 \approx \sqrt{\frac{n}{3}} \quad (2.37)$$

Труба уқлари орасидаги масофа ёки қадами t трубанинг ташки диаметрига боғлиқ ва ушбу тенгликдан аниқлаш мумкин:

$$t = (1,2 + 1,4) \cdot d_{max}$$

Лекин, ҳар қандай шароитда ҳам

$$t = d_{\text{max}} + 6 \text{ мм}$$

дан кам булмаслиги керак. Шунинг назарда тутиш керакки, b ва a параметрлар бутун сон булиши шарт.

Қурилма корпусининг ички диаметри қуйидаги формула билан аниқланади:

бир йўлли булганда

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

ёки

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

кўп йўлли булганда эса,

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

бу ерда $\eta = 0,6-0,8$ труба турини трубалар билан тўлдирилиш коэффициентини ва u ҳисоблаш йўли топилади. $D_{\text{ич}}$ 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:

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

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 та тақсимловчи камералар баландликлари h ларнинг йиғиндисига тенг, яъни:

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

бу ерда $h = 200-400$ мм.

Бошқа турдаги иссиқлик алмашилиш қурилмалари учун конструктив ҳисоблашлар 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:

$$\Delta P_{\text{троб}} = \lambda \cdot \frac{L \cdot z}{d} \cdot \frac{w_{\text{тр}} \cdot \rho_{\text{тр}}}{2} + [2,5 \cdot (z-1) + 2 \cdot z] \frac{w_{\text{тр}}^2 \cdot \rho_{\text{тр}}}{2} + 3 \cdot \frac{w_{\text{тр}} \cdot \rho_{\text{тр}}}{2} \quad (2.38)$$

бу ерда z йўллар сони.

$$\Delta P_{\text{траб}} = \frac{3 \cdot m \cdot (x+1)}{Re_{\text{траб}}^{0,2}} \cdot \frac{\rho_{\text{траб}} \cdot w_{\text{траб}}^2}{2} + 1,5 \cdot x \cdot \frac{\rho_{\text{траб}} \cdot w_{\text{траб}}^2}{2} + 3 \cdot \frac{\rho_{\text{траб}} \cdot w_{\text{траб}}^2}{2} \quad (2.39)$$

Бу ерда x сегмент тўсиқлар сони.

Учта вариант буйича танланган кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаларнинг гидравлик қаршилиқлари бўйича таққосланади.

Вариант 1К. Суюқликнинг трубадаги тезлиги

$$w_{\text{тр}} = \frac{G_1}{S_{\text{тр}} \cdot \rho_1} = \frac{6,8}{0,018 \cdot 988} = 0,338 \text{ м/с}$$

Ишқаланиш коэффициенти (2.1) формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\lambda = 0,25 \left\{ \lg \left[\frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,021 \cdot 3,7} + \left(\frac{6,81}{13100} \right)^{0,9} \right] \right\}^{-2} = 0,0422$$

Тақсимловчи камера штуцерининг диаметри $d_{\text{шт}} = 0,15$ м. Ундаги тезлик

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

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:

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

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 $d_{\text{траб}} = 0,2$ м ва ундаги суюқлик тезлиги

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

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

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

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 ($x+1$).

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршилик (2.38) формуладан ҳисоблаб топилади:

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

Вариант 3К. Худди шундай ҳисоблар қуйидаги натижаларни беради:

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

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

Вариант 4К. Ҳисоблаш натижалари:

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

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, м³/с; Δp напорнинг йуқолиши, Па; η насоснинг ф.и.к.

Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини механик ҳисоблаш.

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

Цилиндрик обечайкани ҳисоблаш.

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

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

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

$\sigma_{\text{р.э}}$ - материалнинг рухсат этилган кучланиши. Баъзи материаллар учун 2.15 - расмда $\sigma_{\text{р.э}}$ - 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 қулда 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;

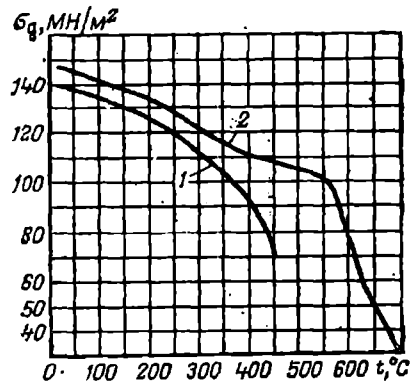
Ҳисобланган қалинликка бериладиган қўшимча қалинликнинг миқдори коррозия тезлиги ва қурилманинг ишлатиш давомийлигига боғлиқдир. Масалан: 10 йил мобайнида ишлатиладиган қурилмада коррозия тезлиги 0,1 мм/йил булса, $C = 1$ мм га тенг булади.

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

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

2.15-расм. Ст.3 (1) ва Х18Н10Т (2) пулатлар учун $\sigma_{\text{р.э}}$

Π коррозия тезлиги, мм/йил; τ_a амортизация муддати, йил.



Мустақамланмаган тешик ва пайвандлаш чоклари туфайли обечайка мустақамлигининг камайишини φ коэффиценти ҳисобга олади.

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

$$\varphi_0 = \frac{D_{ув} - d_0}{D_{ув}}$$

Рухсат этилган босим қуйида келтирилган формуладан аниқланади:

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

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

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

Қопқоқларни ҳисоблаш.

Эллиптик шаклдаги қопқоқ деворининг қалинлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

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

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

Рухсат этилган босим эса,

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

Юқорида берилган s_1 ва $p_{рз}$ формулалар ушбу шарт бажарилгандагина қулланилади:

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

Конусли қопқоқнинг $l_{кон}$

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

масофадаги қалинлиги s_1 мана бу тенгламадан топиш мумкин:

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

Цилиндрик қисмининг l_μ

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

масофадаги қалинлиги s_1 эса ушбу формуладан аниқланади:

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

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

Думалок, ясси қопқоқлар қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \left(\frac{K}{K_o} \right) \cdot D_{uch} \cdot \sqrt{\frac{P_{xuc}}{[\sigma_{ps}]} + C + C_1}$$

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:

$$N_{coam} = N_1 + N_2 + \dots + N_n \quad [кВт]$$

Бир суткасига эса,

$$N_{сут} = N \cdot \tau$$

б) қурилма ва усқуналарга ишлатилаётган буғ сарфи:

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

Бир суткасига эса,

$$D_{\text{сум}} = D \cdot \tau$$

в) курилма 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 сони ва фланец элементларининг улчамларини аниқлашдан иборатдир.

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

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

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:

$$P_n = \pi D_n \cdot b \cdot k \cdot p$$

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 тешиklar айланасининг диаметрини куйидаги формула билан топиш мумкин:

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

$D_{\text{ичф}}$ фланецнинг ички диаметри, одатда у курилманинг ташки диаметрига тенг булади.

Болтларнинг диаметри ушбу

$$d_{\sigma} = \frac{D_{\sigma} - D_f}{2} - 0,006$$

формуладан топилади ва кам сон қиймат томонига яхлитланади. Бу ерда

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

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

бу ерда F_6 болт резъбасининг ички диаметри буйича аниқланган кундаланг кесим юзаси, m^2 ; σ_{ps} болтлар чузилишига рухсат этилган кучланиш.

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

Фланец ташқи диаметри эса, ушбу тенглама орқали ғисобланади:

$$D_\phi = D_6 + (1,8 \div 2,5) \cdot d_6$$

Текис фланецнинг баландлигини топиш учун дастлаб қуйидаги қийматлар аниқланади:

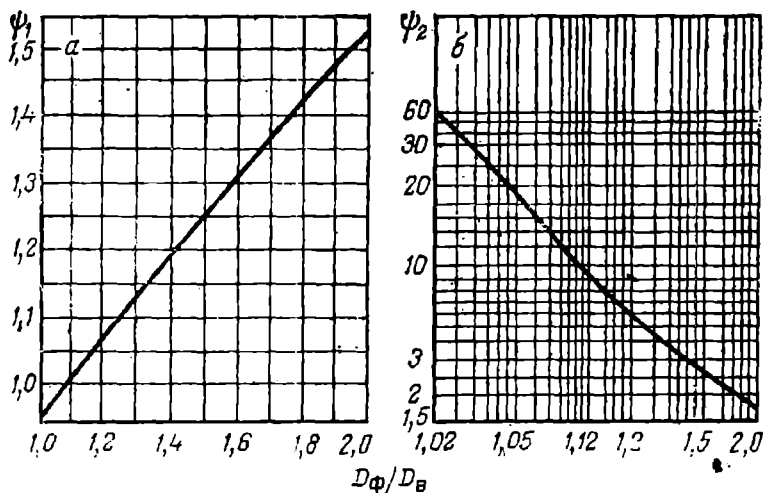
ишчи шароитда фланецга тушаётган юклама

$$P = \frac{D_\phi}{D_\phi - D_{ин}} \cdot \left[P_6 \frac{D_{ин}}{D_6} \cdot \left(\frac{D_6}{D_n} - 1 \right) + \frac{\pi D_n^2}{4} \cdot p \cdot \left(1 - \frac{D_6}{D_n} \right) \right], [MN]$$

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

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

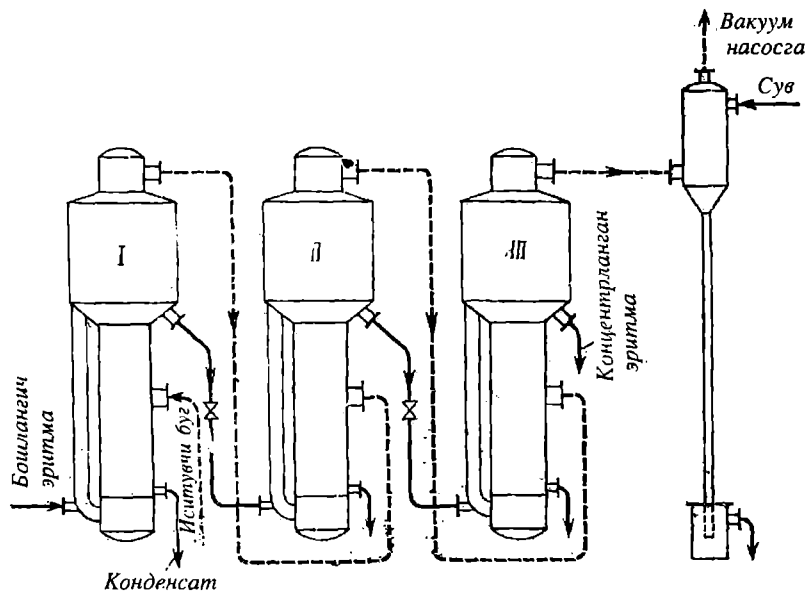
σ_T ишчи температурада фланец материалнинг окувчанлик чегараси, MN/m^2 ; δ – фланец билан бирлаштирилган обечайканинг қалинлиги, м; ψ_1, ψ_2 – коэффициентлар, 2.16 расмдан топилади.



2.14-расм. ψ_1 ва ψ_2 коэффициентларни аниқлаш учун графиклар.

3.1 УЧ КОРПУСЛИ БУҒЛАТИШ ҚУРИЛМАСИНИ ҲИСОБЛАШ

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 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:

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

2) Ҳар бир корпусга юқламани тақсимлаш.

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

$$W_1 \quad W_2 \quad W_3 = 1,0 \quad 1,1 \quad 1,2$$

Ҳар бир корпусда ҳосил бўлган иккиламчи 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 кираётган 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 кираётган эритма миқдори:

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

концентрацияси эса,

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

Учинчи корпусдан чиқаётган эритма миқдори,

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

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 фарқи.

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

Дастлаб, ушбу босимлар фарқини корпуслар ўртасида баробар тақсимлаймиз, яъни

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

Бунда, корпуслардаги абсолют босим қуйидагича бўлади:

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

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

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

Иситувчи буғ босими:

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

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

<i>Корпуслар</i>	<i>Тўйинган буғ температураси, °С</i>	<i>Солиштира 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.

Йловадаги 21-жадвалдан атмосфера босимида эритмаларни қайнаш температураси топилади.

<i>Корпуслар</i>	<i>NaNO₃ Концентрланган</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 NaNO_3 эритманинг зичлиги танланади [32]:

NaNO_3 концентрацияси, %	15,2	21,6	40,0
Зичлик, кг/м^3	1098	1156	1317

Трубатардаги эритмаларнинг оптимал сатҳда қайнашини ҳисоблаймиз:

1 корпусда

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

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

$$\rho_{\text{ур}} = p + 0,5 \rho_{\text{эп}} \text{ г } H_{\text{опт}} = 2,74 + \frac{0,5 \cdot 1098 \cdot 9,8 \cdot 1,589}{9 \cdot 10^4} =$$

$$= 2,827 \text{ кгк / см}^2$$

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

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

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

2 - корпусда

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

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

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

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

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

3 корпусда

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

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

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

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

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

Жами:

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

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:

$$\sum \Delta t_{uzk} = 1 + 18,1 + 3 = 33,1 K$$

6. Температураларнинг фойдали фарқи.

Температураларнинг умумий фарқи:

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

Демак, температураларнинг фойдали фарқи

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

7. Корпусларда қайнаш температураларини аниқлаймиз

3,- корпусда

$$t_3 = 59,7 + 1 + 7 + 14,69 = 82,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2 корпусда

$$t_2 = 110,1 + 1 + 3 + 2,2 = 116,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1 корпусда

$$t_1 = 129,4 + 1 + 2 + 1,2 = 133,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

8. Ҳар бир корпус учун иссиқлик ўтказиш коэффициентини аниқлаймиз.

Қурилмадаги эритмаларнинг қайнаш температураси ва концентрациясига қараб махсус адабиётлардан эритманинг физик хоссалари (зичлик, қовушоқлик, иссиқлик ўтказувчанлик, иссиқлик сиғими ва шу кабилар) аниқланади. Иситиш трубаларининг турига қараб қабул қилинади. Сўнгра, конденсацияланаётган буг ва қайнаётган эритма учун тегишли критериялар тенгламалар ёрдамида иссиқлик бериш коэффициентларидан иссиқлик ўтказиш коэффициенти топилади.

Ҳисоблаш пайтида трубаларда қайнаш натижасида ҳосил бўлган қоплама қалинлигини ($\delta = 0,5 \text{ мм}$) 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:

$$K_1 \quad K_2 \quad K_3 = 1 \quad 0,58 \quad 0,34$$

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:

$$Q_2 = W_2 \cdot r_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_2) =$$

$$= 0,324 \cdot 2234 \cdot 10^3 - 1,09 \cdot 4190 \cdot 0,848 \cdot (133,6 - 116,3) = 657000 \text{ Вт}$$

1- корпусдан чиқаётган иккиламчи буғ берадиган иссиқлик миқдори $W_1 \cdot r_1 = 643000 \text{ Вт}$. Иссиқлик кириши ва сарф бўлишининг фарқи 1%.

3 корпусдаги иссиқлик миқдорининг сарфи

$$Q_3 = W_3 \cdot r_3 - G_3 \cdot c_3 \cdot (t_2 - t_3) =$$

$$= 0,351 \cdot 2357 \cdot 10^3 - 0,77 \cdot 4190 \cdot 0,784 \cdot (116,3 - 82,7) = 743000 \text{ Вт}$$

10. 1 корпусда иситувчи буғ сарфи

$$G_{\text{нб}} = \frac{643000}{2141 \cdot 10^3} = 0,3 \text{ кг/с}$$

Буғнинг солиштирма сарфи:

$$d = \frac{G_{\text{уб}}}{W} = \frac{0,3}{0,97} = 0,31 \text{ кг/с}$$

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
<hr/>		
$\sum \frac{Q}{K} = 2322$	$\sum \sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot 10^3 = 2561$	

Фойдали температуралар фарқи корпуслар бўйича қуйидагича аниқланади:

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси энг кам вариант

$$\Delta t_1 = \frac{\frac{Q_1}{K_1} \Delta t}{\sum \frac{Q}{K}} = \frac{50,21 \cdot 378}{2322} = 8,174; \Delta t_1 = \frac{\sum \sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot \Delta t}{\sum \sqrt{\frac{Q}{K}}} = \frac{50,21 \cdot 615}{2561} = 12,057$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 664}{2322} = 14,358; \quad \Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 815}{2561} = 15,978;$$

$$\Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 1280}{2322} = 27,682; \quad \Delta t_2 = \frac{50,21 \cdot 1131}{2561} = 22,174;$$

12. Ҳар 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 алмашилиши 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 текширамиз.

Корпус	Қайнаш температураси $\Delta t_{\text{кал}} = t_{\text{с.м.}} - \Delta_{\text{фойл}}$	Иккиламчи буг конденсатининг температураси, °C $t_0 = t_{\text{кал}} - \sum \Delta_{\text{ивк}}$	Босим, $P_{\text{абс}}$ кгк/см ²
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, атроф муҳитга иссиқлик йўқотилишини ва температура, босимларнинг корпуслар бўйича тақсимланишини бирмунча ўзгарганини ҳисобга олиб, корпусларнинг иситиш юзалари топилгани туфайли қурилманинг аниқ ҳисоби ўтказилади.

3.2. ТАРЕЛКАЛИ РЕКТИФИКАЦИОН КОЛОННАНИ ХИСОБЛАШ

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 олинишини ҳисобга олувчи коэффициент $\beta = 3,1$; колонна $p = 0,22$ МПа босимли буғ 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.

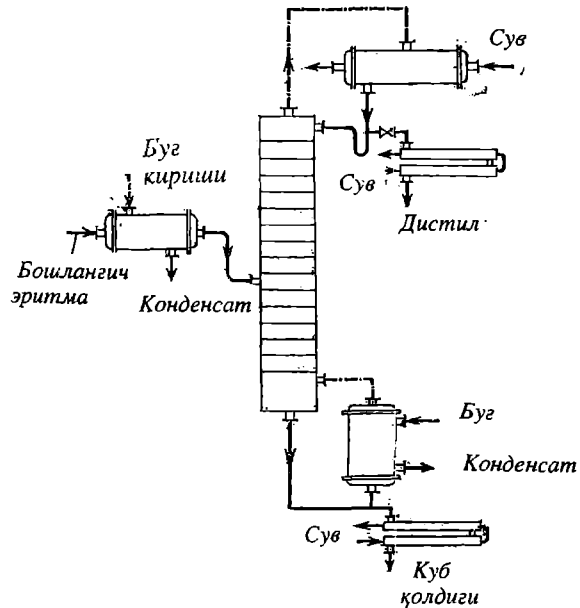
Колоннанинг диаметри, баландлиги, тарелкалар сони ва иситувчи буғ сарфи ҳисоблаб топилсин.

Е ч и ш : Ҳисоблаш ушбу кетма кетликда олиб борилади. Бошланғич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларининг концентрациялари ҳажмий фойздан (ҳажм), массавий фойзга (масс)

$$X_{\text{мас}} = \frac{X_{\text{ҳажм}} \cdot \rho_d}{\rho_{\text{АХ ҳажм}}}$$

формула ёрдамида, сўнгра эса

$$X_{\text{мол}} = \frac{\frac{X_A}{M_A} \cdot 100}{\frac{X_{\text{мас}}}{M_A} + \frac{100 - X_{\text{мас}}}{M_B}}$$



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.

$$R_{\text{ф min}} = \frac{X_{\text{д}} - B_0}{B_0}$$

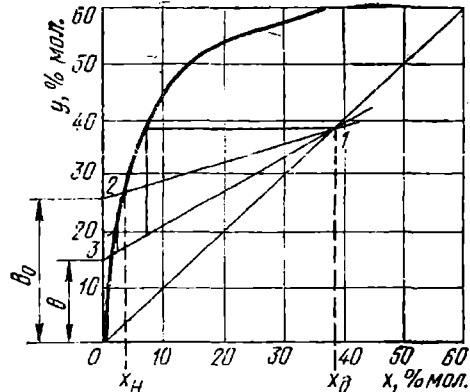
бу ерда B_0 – мувозанат чизигининг ордината ўқидаги кесмасининг қиймати.

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 диагонал чизиги билан нуқта 1 да кесишгунча вертикал чизик ўтказилади.

2.3. Абсцисса ўқидаги $x_{\text{бош}} = 3,34$ моль га тааллуқли нуқтадан мувозанат чизиги билан нуқта 2 да кесишгунча вертикал чизик ўтказилади.

2.4. Нуқталар 1 ва 2 ўзаро бирлаштирилади ва ордината ўқи билан кесишгунча давом эттирилади ва $B_0 = 26,5$ 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

$$R_{\text{min}} = \frac{38,5 - 26,5}{26,5} = 0,453$$

ушбу йўл билан ҳисобланади.

3. Ҳақиқий флегма сони ушбу формуладан топилади:

$$R_{\phi} = \varphi R_{min} = 0,453 \cdot 3,1 = 1,4$$

Бу ерда $\varphi > 1$ – флегманинг кўпрок олинисини ҳисобга олувчи коэффициент, одатда $\varphi = 1,04 \dots 1,05$.

4. Иловадаги 16 жадвалдаги маълумотлар асосида диафрагма курилади ва кейинги ҳисобларда зарур флегма таркиби, дефлегматорга бериладиган буғ таркиби ва температуралар аниқланади (3.4-расм).

4.1. Дистиллятнинг концентрацияси $x_d = 38,5\%$ мольга қараб флегма таркиби $x_{\phi} = 6,8\%$ моль = $15,9\%$ масс, ҳамда буғнинг конденсацияланишининг бошланиш температураси $t_k = 88,5^{\circ}\text{C}$ белгилаб олинади.

4.2. Кесмалар нисбати $a/b = R_{\phi} = 1,4$ га қараб нуқта 3 топилади. Бу нуқта, дефлегматорга кираётган буғ концентрациясини характерлайди: $y_6 = 21\%$ моль = $40,3\%$ масс.

5. Колоннадан дефлегматорга кираётган буғ миқдори ушбу тенгликдан аниқланади:

$$G_6 = \frac{G_0 \cdot (R_{\phi} + 1)}{M_0} = \frac{155 \cdot (1,4 + 1)}{28,8} = 12,9 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

ёки

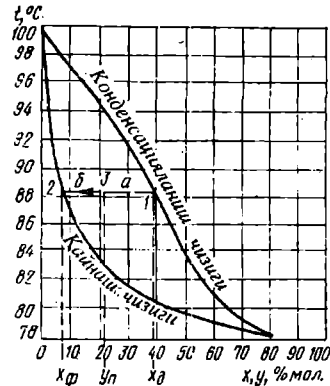
$$G_6 = 12,9 \cdot 23,9 = 308,3 \text{ кг/соат}$$

Дистиллят M нинг моль массаси қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\begin{aligned} M_d &= \frac{100}{\frac{X_{\text{мас}}}{M_A} + \frac{100 - X_{\text{мас}}}{M_B}} = \\ &= \frac{100}{\frac{61,6}{46,07} + \frac{100 - 61,6}{18,02}} = 28,8 \text{ кг / кмоль} \end{aligned}$$

Худди шу йўл билан буғнинг моль массаси ҳисобланади:

$$M_6 = 23,9 \text{ кг/моль}$$



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:

$$G_{\phi} = G_{\phi} + G_{д} = G_{д} (R_{\phi} + 1)$$

$$G_{\phi} = G_{\phi} \quad G_{д} = 12,9 - 5,3 = 7,52 \text{ кмоль/соат}$$

ёки

$$G_{\phi} = 7,52 \cdot 20 = 150,4 \text{ кг/соат}$$

Флегманинг моль массаси $M_{д}$ 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 қолдиғи $G_{к}$ аниқланади:

$$\begin{cases} G_{\text{бош}} = G_{д} + G_{к} \\ G_{\text{бош}} \cdot X_{\text{бош}} = G_{д} \cdot X_{д} + G_{к} \cdot X_{к} \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{\text{бош}} = 155 + G_{к} \\ \frac{G_{\text{бош}} \cdot 8,01}{100} = \frac{155 \cdot 61,6}{100} + \frac{G_{к} \cdot 0,005}{100} \end{cases}$$

Бу тенгламалардан

$$G_{к} = 1037,5 \text{ кг/соат}$$

$$G_{\text{бош}} = 1192,65 \text{ кг/соат}$$

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 ($c_{\text{баш}} = 4,27 \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$).

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. Иситувчи буг билан

$$Q_6 = D \cdot 2711,3$$

Иситувчи бугнинг солиштирма энтальпияси унинг босимига қараб иловадаги 18 жадвалдан танланади.

Иссиқлик сарфи:

8.4. Колоннадан дефлегматорга ўтаётган буглар билан

$$Q_4 = 308,3 \cdot 2086,8 = 643360,4 \text{ кЖ/соат}$$

Спирт буги концентрациясига қараб иловадаги 19 жадвалдан унинг солиштирма энтальпияси топилади ва $i = 2086,8 \text{ кЖ}/\text{кг}$.

8.5. Қолдиқ билан

$$Q_5 = 1037,5 \cdot 4,27 \cdot 100,5 = 445227,5 \text{ кЖ/соат}$$

Қолдиқ 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 буг 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 ($Q_{\text{йук}} = 5\%$).

$$D = 1,05 \cdot 272,5 = 26,2 \text{ кг/соат}$$

9. Иситувчи бугнинг солиштирма сарфи ушбу йўл билан топилади.

$$d_6 = \frac{286,2 \cdot 100}{156 \cdot 61,6} = 2,99 \text{ кг / кг}$$

10. Колоннанинг тарелкалари сонини аниқлаш.

10.1. Бунинг учун ушбу формула асосида колоннанинг юқори қисми учун ишчи чизиқ тенгламаси 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, $x_{\text{бош}}$ 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

$$y = \frac{G_c}{G_b} \cdot (x) + \left[1 - \frac{G_c}{G_b} \right] \cdot x_n$$

формула ёрдамида колоннанинг пастки қисми учун ишчи чизик тенгла-маси тузилади.

Колоннадаги суюқлик оқимининг миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_c = \frac{G_{\text{сони}}}{M_{\text{сони}}} + \frac{G_{\phi}}{M_{\phi}} = \frac{1192,65}{18,96} + 7,52 = 70,41 \text{ кмоль / соат}$$

Бошланғич аралашма моль массаси 5 пунктдаги тенгламадан аниқланади:

$$M_{\text{сони}} = \frac{100}{\frac{8,01}{46,07} + \frac{100 - 8,01}{18,02}} = 18,96 \text{ кг / кмоль}$$

Колоннадаги (сув спирт буғлари) буғ оқимининг миқдори асосида аниқлаш мумкин:

$$G_b = \frac{G_d (R + 1)}{M_b} = \frac{D}{M_c} = \frac{272,5}{18,02} = 15,1 \text{ кмоль / соат}$$

бу ерда M_{ϕ} , $M_{\text{сони}}$, 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

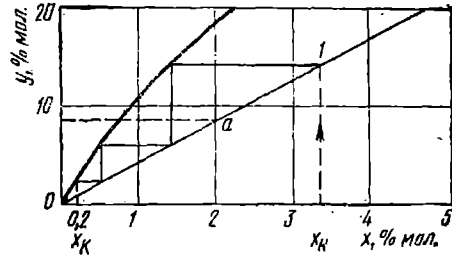
$$y = 4,66 \cdot x - 0,0073$$

Сўнгра, мувозанат чизиғи кўрилади (3.5-расм).

Бунинг учун қуйидагилар топилади: $x = 0$ бўлганда O нуқтада $y = 0,0073$; $x = 2$ бўлганда, a нуқтада $y = 9,3$ O ва a нуқталар бирлаштирилса, колоннанинг пастки қисми учун ишчи чизиғи ҳосил бўлади.

Агар, нуқта 1 дан мувозанат чизиғи билан кесишгунча горизонтал ва вертикал чизиқлар ўтказсак, дистилляция жараёни учун назарий тарелкалар сони чиқади.

$$n''_{n1} = 2,9$$



3.5-расм. Сув-спирт аралашмаси учун колоннанинг пастки қисмидаги назарий тарелкалар сони аниқлаш учун $x - y$ диаграмма.

Бошланғич аралашмани концентрациясини 0,2 % моль дан 0,002 % моль га пасайтириш учун зарур тарелкалар сони ушбу формулада ҳисобланади:

$$n''_{n2} = \frac{4,34 \cdot \ln \left[1 + \frac{x_{\text{доп}}}{x_{\text{ох}}} \cdot \left(\frac{G_{\text{д}} \cdot k_{\text{н}}}{G_{\text{с}}} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{G_{\text{д}} \cdot k_{\text{н}}}{G_{\text{с}}}} - 1 =$$

$$\frac{4,34 \cdot \ln \left[1 + \frac{0,2}{0,002} \cdot \left(\frac{15,1 \cdot 13}{70,41} \right) - 1 \right]}{0,434 \cdot \ln \frac{15,1 \cdot 13}{70,41}} - 1 = 4,0$$

10.3. Колоннанинг умумий назарий тарелкалар сони қуйидагича аниқланади:

$$n_n = n_n^{\text{до}} + n''_{n1} + n''_{n2} = 1,8 + 2,9 + 4,0 = 8,7$$

10.4. Ҳақиқий тарелкалар сони билиш учун, иловадаги 20 жадвалдан уларнинг ф.и.к. топилади:

Колоннанинг юқори қисми, қалроқчали тарелкалар учун $\eta = 0,5$,

$$n_n^{\text{со}} = \frac{n_n}{\eta} = \frac{1,8}{0,5} = 3,6 \approx 4 \text{ дона тарелка}$$

Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар учун $\eta = 0,5$,

$$n_x^n = \frac{2,9 + 4,0}{0,5} = 13,8 \approx 14 \text{ дона тарелка}$$

11. Колоннанинг модда алмашиниш қисмининг баландлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$h_{\text{кол}} = (n_x - 1) \cdot h = 0,25 \cdot (4 + 14 - 1) = 4,25 \text{ м}$$

12. Колонна пастки қисми диаметри (1.8) формула ёрдамида топилади.

12.1. Буғ ҳажми ушбу формулада ҳисобланади:

$$V = \frac{G_6 \cdot i_{6, \text{ис}}}{p_6 \cdot i_6 \cdot 3600} = \frac{286,2 \cdot 2711,3}{3600 \cdot 0,632 \cdot 2568} = 0,14 \text{ м}^3/\text{с} = 478, \text{ м}^3/\text{соат}$$

Бошланғич аралашма тарелкаларга кираётган пайтда $y_6 = x_{6, \text{бош}} = 8,01\%$ масс, $p_6 = 0,632 \text{ кг/м}^3$ ва $i_6 = 2568 \text{ кЖ/кг}$ параметрларга эга бўлган ҳол учун p_6 ва i_6 лар иловадаги 19 жадвалдан танланади.

12.2. Барботаж чуқурлиги $z = 30 \text{ мм}$ қабул қабул, колоннанинг бўш кўндаланг кесими учун буғнинг тезлиги

$$w = \frac{0,305 \cdot h}{60 + 0,05 \cdot h} - 0,012$$

формуладан топилади:

$$w = \frac{0,305 \cdot 250}{60 + 0,05 \cdot 250} - 0,012 = 0,012 \cdot 30 = 0,69 \text{ м}^3/\text{с}$$

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 қалпоқчали (ТСК-1) тарелкалар диаметри 600 мм тенг колонна танланади [33].

3.3 РОТОР-ДИСКЛИ ЭКСТРАКТОР ҲИСОБИ

Бензин ёрдамида сувдаги фенол ажратиб олинаётган 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 м³/соат);
- сувдаги фенолнинг бошланғич концентрацияси $C_{xб} = 0,3 \text{ кг/м}^3$;
- сувдаги фенолнинг охириги концентрацияси $C_{xo} = 0,009 \text{ кг/м}^3$
(97%);
- экстрагент таркибидаги фенолнинг бошланғич концентрацияси $C_{yn} = 0,01 \text{ кг/м}^3$;
- экстрактордаги температура $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$V_y = V_d = 0,002778 \text{ м}^3 / \text{с}; \quad m = 2,22, \quad m_o = 0;$$

$$\rho_c = 997 \text{ кг/м}^3 \quad \rho_d = 874 \text{ кг/м}^3 \quad \Delta\rho = 123 \text{ кг/м}^3$$

$$\mu_c = 0,894 \text{ мПа}\cdot\text{с}, \quad \mu = 0,6 \text{ мПа}\cdot\text{с}, \quad D_c = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 / \text{с};$$

$$D_d = 2 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2 \text{ с}, \quad \sigma = 0,0341 \text{ Н/м} \quad \Phi_y = 0,382.$$

Бундай ажратиб олиш даражаси бўлганда бензолдаги фенолнинг охириги концентрацияси қуйидагига тенг бўлади:

$$C_{y.o.} = C_{y.б.} + \left(\frac{V_x}{V_y} \right) \cdot (C_{x.б} - C_{x.o.}) =$$

$$= 0,01 + \left(\frac{0,001389}{0,002778} \right) \cdot (0,3 - 0,009) = 0,1555 \text{ кг/м}^3$$

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-диски 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 ўртача диаметрини аниқлаш учун секциялар (дисклар) сонини билиш керак. Шунинг учун секциялар сонини $N = 20$ деб қабул қилиб оламиз ва унда қуйидаги натижани оламиз:

$$d = 16,7 \cdot \frac{(0,894 \cdot 10^{-3})^{0,3} \cdot (0,0341)^{0,3}}{0,2^{0,9} \cdot 997^{0,8} \cdot 9,81^{0,2} \cdot 20^{0,28}} = 0,00203 \text{ м} = 2,03 \text{ мм}$$

Билқиллаб қолиш даврида фазаларнинг умумий фиктив тезлиги.

Майда томчиларнинг эркин чўкиш тезлигини топиш учун Адамарнинг [34] тенгласидан фойдаланса бўлади:

$$w_v = \frac{\Delta \rho \cdot g \cdot d^2 \cdot (\mu_d + \mu_c)}{6 \cdot \mu_c \cdot (2 \cdot \mu_c + 3 \mu_d)}$$

бу ерда w_v – эркин чўкиш тезлиги; $\Delta \rho$ фазалар зичликларининг фарқи; μ_c ва μ_d – дисперсион ва дисперс фазалар қовушокликлари.

Йирик томчиларни эркин чўкиш тезлигини ҳисоблаш учун куйидаги эмпирик формуладан фойдаланамиз [71]:

$$2 \leq T \leq 70 \text{ да} \quad Q = (0,75 \cdot T)^{0,78}$$

$$T > 70 \text{ булганда} \quad Q = (22 T)^{0,42}$$

бу ерда

$$Q = 0,75 + \frac{Re}{p^{0,15}}$$

$$T = \frac{4 \Delta \rho \cdot g \cdot d^2 \cdot \rho^{0,15}}{3 \cdot \sigma}$$

$$p = \frac{\rho_c^2 \cdot \sigma^3}{\Delta \rho \cdot g \cdot \mu_c^4}$$

σ - 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:

$$w_{x\phi} = \alpha \cdot w_o = 0,485 \cdot 5,73 = 2,78 \text{ см/с}$$

Билқиллаб қолиш давридаги фазаларнинг фиктив умумий тезлиги ушбу формуладан топилади:

$$\begin{aligned} (w_c + w_{\phi})_b &= (1 - 4 \cdot \phi_b + 7 \cdot \phi_b^2 - 4 \cdot \phi_b^3) \cdot w_{x\phi} = \\ &= (1 - 4 \cdot 0,382 + 7 \cdot 0,382^2 - 4 \cdot 0,382^3) \cdot 2,78 = 0,756 \text{ см/с} \end{aligned}$$

Колоннанинг диаметри ва ички ускуналарининг ўлчамлари.

Ушбу шарт–шароитда колоннанинг рухсат этилган минимал диаметри қуйидаги қийматга тенг:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \cdot (V_{\phi} + V_c)}{\pi \cdot (w_{\phi} + w_c)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,001389 + 0,002778)}{3,14 \cdot 0,00756}} = 0,84 \text{ м}$$

Колоннанинг ички диаметрини 1 м га тенг деб оламиз. Бундай колоннада фазаларнинг фиктив тезликлари:

$$w_y = w_{\phi} = 0,354 \text{ см/с}; \quad w_x = w_c = 0,177 \text{ см/с}$$

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 қийматларини куйидаги тенгламага

$$\Phi^3 - 2 \cdot \phi^2 - \left(1 + \frac{w_d}{w_{om}} - \frac{w_c}{w_{om}} \right) \cdot \phi - \frac{w_d}{w_{xap}}$$

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

$$a = \frac{6 \cdot \Phi}{d} = \frac{6 \cdot 0,169}{2,03 \cdot 10^3} = 500 \frac{m^2}{m^3}$$

Колоннанинг ишчи зонасининг баландлиги.

Дисперсион E_c ва дисперс E_d фазаларнинг бўйлама аралашш коэффициентлари куйидаги эмпирик тенгламалардан топиш мумкин [35]:

$$E_x = E_c = 0,5 \cdot \frac{w_c \cdot h}{1 - \phi} + 0,09 \cdot \left(\frac{D_p}{D} \right)^2 \cdot \left[\left(\frac{D_c}{D} \right)^2 - \left(\frac{D_p}{D} \right)^2 \right] \cdot nD_p \cdot h =$$

$$= 0,5 \cdot \frac{0,177 \cdot 10^{-2} \cdot 0,333}{1 - 0,169} + 0,09 \cdot \left(\frac{2}{3} \right)^2 \cdot \left[\left(\frac{3}{4} \right)^2 - \left(\frac{2}{3} \right)^2 \right] \cdot$$

$$\cdot 0,2 \cdot 0,333 = 6,59 \cdot 10^{-4} m^2 / c$$

$$E_y = E_d = 0,5 \cdot \frac{w_d \cdot h}{\phi} + 0,09 \cdot \left(\frac{D_p}{D} \right)^2 \cdot \left[\left(\frac{D_c}{D} \right)^2 - \left(\frac{D_p}{D} \right)^2 \right] \cdot nD_p \cdot h =$$

$$= 0,5 \cdot \frac{0,354 \cdot 10^{-2} \cdot 0,333}{0,169} + 0,09 \cdot \left(\frac{2}{3} \right)^2 \cdot \left[\left(\frac{3}{4} \right)^2 - \left(\frac{2}{3} \right)^2 \right] \cdot$$

$$\cdot 0,2 \cdot 0,333 = 38 \cdot 10^{-4} m^2 / c$$

Модда бериш коэффициентини аниқлаш учун Рейнольдс критерийси ва томчиларнинг нисбий тезликларини топиш керак:

$$w_{\text{нuc}} = \frac{w_{\text{д}}}{\Phi} + \frac{w_c}{1-\Phi} = \frac{0,177}{0,169} + \frac{0,354}{1-0,169} = 2,3 \text{ см/с}$$

$$Re = \frac{\rho_c \cdot w_{\text{нuc}} \cdot d}{\mu_c} = \frac{997 \cdot 0,023 \cdot 2,03 \cdot 10^{-3}}{0,894 \cdot 10^{-3}} = 52,2$$

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:

$$Nu_c^i = 0,6 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,5} = 0,6 \cdot 52,5^{0,5} \cdot 854^{0,5} = 127$$

$$\beta_x = \beta = Nu_c^i \frac{D_c}{D} = 127 \cdot \frac{1,05 \cdot 10^{-9}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,657 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$$

$$\tau = \frac{\Phi \cdot H}{w_{\text{д}}} = \frac{0,169 \cdot 6,66}{0,00354} = 318 \text{ с}$$

$$Fo_{\text{д}}^i = \frac{4 D_{\text{д}} \tau}{d^2} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 318}{(2,03 \cdot 10^{-3})^2} = 0,617$$

$$Nu'_d = 31,4 \cdot (Fo'_d)^{-0,34} \cdot (Pr'_d)^{-0,125} \cdot We^{0,37} = \\ = 31,4 \cdot 0,617^{-0,34} \cdot 343^{-0,125} \cdot 0,0314^{0,37} = 4,96$$

где

$$Pr'_c = \frac{\mu_c}{\rho_c D_c} = \frac{0,894 \cdot 10^{-3}}{997 \cdot 1,05 \cdot 10^{-9}} = 854$$

$$Pr'_d = \frac{\mu_d}{\rho_d D_d} = \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{874 \cdot 2 \cdot 10^{-9}} = 343$$

$$\beta_y = \beta_o = Nu_o \frac{D_o}{d} = 4,96 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-4}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,0488 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$$

Идеал сиқиб чиқариш режимига тўғри келадиган сув фазасида модда ўтказиш коэффициенти ва ўтказиш бирлиги баландлигини ҳисоблаймиз:

$$K_x = \left(\frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{m \cdot \beta_y} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{0,657 \cdot 10^{-4}} + \frac{1}{2,22 \cdot 0,0488 \cdot 10^{-4}} \right)^{-1} = \\ = 0,93 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$$

$$H_{ox} = \frac{w_x}{K_x \cdot a} = \frac{0,00177}{0,93 \cdot 10^{-5} \cdot 500} = 0,381 \text{ м}$$

Ушбу жараёнда фазаларнинг сарфлари умуман ўзгармайди ва фазалар орасидаги мувозанат тўғри чизиқли боғлиқлик билан ифодаланади. Шунинг учун ўтказиш сонининг бирликларини ҳисоблашда ушбу формуладан фойдаланамиз:

$$n_{ox} = \frac{m \cdot V_y / V_x}{m \cdot V_y / V_x - 1} \cdot \ln \frac{m \cdot c_{x6} + m_o - c_{yox}}{m \cdot c_{x6} + m_o - c_{yox}}$$

Ҳисобланаётган жараён учун $\frac{m \cdot V_y}{V_x} = 2,22 \cdot 2 = 4,44$ $m_o = 0$.

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

$$H = n_{ox} H_{ox} = 5,08 \cdot 0,381 = 1,93 \text{ м}$$

Бўйлама аралашини ҳисобга олган ҳолда колоннанинг баландлигини аниқлаш учун м.в.ҳум ўтказиш сони бирлигини кетма – кет яқинлашиш усулидан фойдаланамиз. Бунинг учун аввал Пекле критерийсини иккала фазалар учун тоғамиз:

$$Pe_y = \frac{w_y H}{E_y} = \frac{0,00354 \cdot 6,66}{38 \cdot 10^{-4}} = 6,2$$

$$Pe_x = \frac{w_x H}{E_x} = \frac{0,00177 \cdot 6,66}{6,62 \cdot 10^{-4}} = 17,6$$

Биринчи яқинлашувда f_y ва f_x коэффициентлар қийматларини аниқлаймиз:

$$f_y = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_y)]^{-1}}{Pe_y} \right\}^{-1} = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-6,2)]^{-1}}{6,2} \right\}^{-1} = 1,192$$

$$f_x = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_x)]^{-1}}{Pe_x} \right\}^{-1} = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-17,6)]^{-1}}{17,6} \right\}^{-1} = 1,06$$

Олинган натижалар ушбу формулага

$$\begin{aligned} H'_{ox} &= H_{ox} + \frac{E_d}{w_x f_x} + \left(\frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \cdot \left(\frac{E_y}{w_y f_y} \right) = \\ &= 0,381 + \frac{660 \cdot 10^{-9}}{0,00177 \cdot 1,06} + 0,2252 \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0,00354 \cdot 1,192} = 0,941 \text{ м} \end{aligned}$$

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

$$H = H'_{ox} \cdot n_{ox} = 0,941 \cdot 5,08 = 4,78 \text{ м}$$

баладлиги тўғри келади. Ҳисоблаш натижасида олинган H ва H'_{ox} лар ёрдамида Пекле критерийси, f_y ва f_x коэффициентларнинг аниқроқ қийматларини топамиз:

$$Pe_y = \frac{0,00354 \cdot 4,78}{38 \cdot 10^{-4}} = 4,45$$

$$Pe_x = \frac{0,00177 \cdot 4,78}{6,69 \cdot 10^{-4}} = 12,6$$

$$f_y = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_y)]^{-1}}{Pe_y} \right\}^{-1} - \left(1 - \frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \cdot \frac{\tau_y}{w \cdot H'_{ox}} =$$

$$= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-4,45)]^{-1}}{4,45} \right\}^{-1} - (1 - 0,2252) \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0,00354 \cdot 0,941} = 0,401$$

$$f_x = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_x)]^{-1}}{Pe_x} \right\}^{-1} + \left(1 - \frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \cdot \frac{F_x}{w_x \cdot H'_{ox}} =$$

$$= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-12,6)]^{-1}}{12,6} \right\}^{-1} + (1 - 0,2252) \cdot \frac{6,69 \cdot 10^{-4}}{0,00177 \cdot 0,941} = 1,4$$

Иккинчи кетма-кет яқинлашувда зоҳирий ўтказиш сонининг бирлиги қуйидаги қийматга тенг бўлади:

$$H'_{ox} = 0,381 + \frac{6,69 \cdot 10^{-4}}{0,00177 \cdot 1,4} + 0,2252 \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0,00354 \cdot 0,401} = 1,25 \text{ м}$$

$H'_{ox} = 1,25 \text{ м}$ қийматида колоннанинг зарур баладлиги $H = 1,25 \cdot 5,08 = 6,35 \text{ м}$ га тенгдир.

H'_{ox} ва H ларни ҳисоблашни бир неча марта ушбу параметрларнинг охириги икки итерациясининг сон қийматлари тенг бўлгунча ўтказамиз ва

$$H'_{ox} = 1,15 \text{ м}; \quad H = 5,84 \text{ м}$$

эқанлигини аниқлаймиз. Дисклар орасидаги масофа 0,33 деб қабул қилганимиз учун $N = 5,84$ 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:

$$d = 16,7 \cdot \frac{\mu_c^{0,3} \cdot \sigma^{0,5}}{(n \cdot D_p)^{0,9} \rho_c^{0,8} g^{0,2} N^{0,23}}$$

$N = 11$ қўйсақ, томчиларнинг ўртача ўлчами $d = 2,08$ мм лигини биламиз ва бу ўлчам $N = 20$ даги d қийматидан 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 коэффициентини ҳам мутлақо ўзгармайди. Агар ҳисоблаш натижасида экстракторнинг баландлиги бошида олинган қийматдан фарқ қилганда, ҳамма ҳисоблашни такрорлашга тўғри келар эди. Томчининг ўртача ўлчами аниқлашдан тортиб экстрактордаги колонна баландлигини ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатадики бўйлама аралаштиришнинг саммоғи 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

$$Re_c = \frac{\rho_m \cdot \pi \cdot d_p^2}{\mu} = \frac{997 \cdot 0,3 \cdot 0,667^2}{0,894 \cdot 10^{-3}} = 149000$$

Аралаштирилаётган мухитнинг ўртача зичлиги

$$\begin{aligned} \rho &= \Phi \cdot \rho_d + (1 - \Phi) \cdot \rho = \\ &= 0,169 \cdot 874 + (1 - 0,169) \cdot 997 = 976 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

Битта диск ёрдамида аралаштириш учун керакли энергия сарфи қуйидагига тенг бўлади:

$$N = K_N \rho n^3 \cdot D_p^5 = 0,03 \cdot 976 \cdot 0,3^3 \cdot 0,667^5 = 0,1 \text{ Вт}$$

Кўришиб 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.

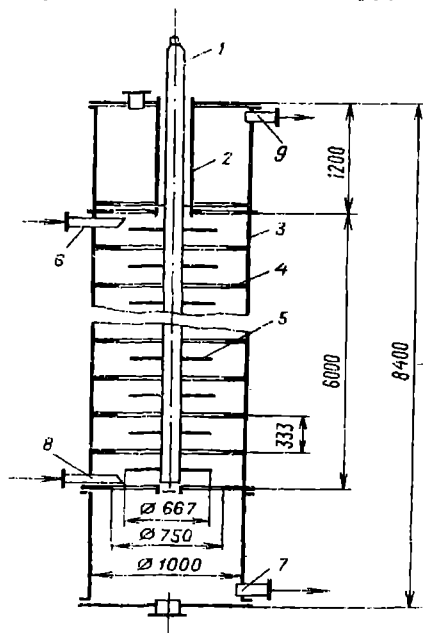
Чўктириш зоналарининг ўлчамлари

Одатда ротор-дискли экстракторларда ишчи ва чўктириш зоналарининг баландликлари бир хил бўлади. Агарда ушбу формула орқали бензол томчилари коаленценцияси бўлиши учун зарур вақти

$$\tau_{\text{коал}} = 1,32 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{\mu_m \cdot d}{\sigma} \right) \cdot \left(\frac{H}{d} \right)^{0,18} \cdot \left(\frac{\Delta \rho \cdot g \cdot d^2}{\sigma} \right)^{0,32}$$

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 тўлиқ 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 оптимат варнианти танланиши зарур.



3.7-расм. Ротор-дискли экстрактор.

3.4. МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМЛИ ҚУРИТГИЧЛАРНИ ҲИСОБЛАШ [4]

Иш унумдорлиги	
(куритиладиган материал бўйича)	$G_{ox} = 0,556 \text{ кг/с}$
материал куйидаги таркибдаги фракциялардан иборат	
диаметри 2,0 дан 1,5 мм гача	25%
диаметри 1,5 дан 1,0 мм гача	75%
Грануллиланган кунжара намлиги:	
Бошланғич	$u_{бош} = 12\%$
охиргиси	$u_{ох} = 0,5\%$
Нам материалнинг температураси	$\theta_1 = 18^\circ\text{C}$
Тоза гаво параметрлари:	
температураси	$t_o = 18^\circ\text{C}$
нисбий намлиги.	$\varphi_o = 72\%$
куритгичдаги босим	$p_o = 1 \text{ атм.}$
Калорифердан чиқаётган хаво	
температураси	$t_1 = 130^\circ\text{C}$
1кг сувни буғлатиш учун атроф муҳитга солиштирма	
иссиқликнинг йўқотилиши	$q_{iyк} = 22,6 \text{ кЖ/кг}$

Буғланган намликнинг (ёки материалдан чиқарилган сувнинг) миқдори куйидаги тенглама орқали топиш мумкин:

$$w = G \cdot \frac{u_{бош} - u_{ох}}{100 - U} = 0,556 \cdot \frac{12 - 0,5}{100 - 12} = 0,0726 \text{ кг/с}$$

куритгичдан чиқаётган нам хавонинг температурасини 60°C деб қабул қилиб, унинг асосий параметрларини аниқлаймиз. Одатда, мавҳум қайнаш қатламли куритгичдаги материал температурасини чиқиб кетаётган иссиқ хавонинг температурасидан $1-2^\circ\text{C}$ пастроқ деб ҳисобланади. Демак, қатламдаги материал температураси 58°C тенг бўлади, яъни $\theta_2 = 58^\circ\text{C}$.

Куритгичнинг ички иссиқлик балансини ушбу тенглама орқали ҳисоблаймиз:

$$\Delta = c \cdot \theta_1 + q_{кун} - (q_r + q_m + q_{iyк}) = 4,19 \cdot 18 -$$

$$- \frac{0,556 \cdot 0,88 \cdot (58 - 18)}{0,0726} - 22,6 = -192 \text{ кЖ/кг намлик}$$

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 ҳавонинг бошқа параметрларини топиш учун ихтиерий $x = 0,04$ нам сақлаш миқдорини танлаб, қуйидаги формула орқали унинг энтальпиясини топамиз:

$$\text{Кейин, } t_1 = x_0 = 0,0092 \text{ кг/кг, } I_1 = 157 \text{ кЖ/кг}$$

$$\text{ва } x = 0,04 \text{ кг/кг, } I = 151 \text{ кЖ/кг}$$

нуқталари орқали $t_2 = 60^\circ\text{C}$ мос келадиган нуқта билан туташгунча чизиқ ўтказамиз.

Қуритиш чизиғи ва 60°C ли изотерманинг кесилиш нуқтасида қуритгидан чиқаётган ҳавонинг охириги нам сақлаши $x_2 = 0,035 \text{ кг/кг}$ аниқланади.

Қуруқ ҳавонинг сарфи L ушбу тенгламадан топилади:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{0,0726}{0,035 - 0,0092} = 2,81 \text{ кг/с}$$

Қуритгичдаги иссиқ ҳавонинг ўртача температураси t_{yp} қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин;

$$t_{\text{yp}} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{130 + 60}{2} = 95^\circ\text{C}$$

Бу иссиқ ҳавонинг ўртача нам сақлаши x_{yp} эса,

$$x_{\text{yp}} = \frac{x_0 + x_2}{2} = \frac{0,0092 + 0,035}{2} = 0,0221 \frac{\text{кг·намлик}}{\text{кг курук хаво}}$$

Ҳавонинг ρ_{yp} ва сув буғининг ρ_c ўртача зичликлари қуйидагига тенг:

$$\rho_{\text{yp}} = \frac{M}{v_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{\text{yp}}} = \frac{29}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0,96 \text{ кг/ м}^3$$

$$\rho_c = \frac{18}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0,596 \text{ кг/ м}^3$$

Ҳаво бўйича ўрта ҳажмий иш унумдорлик V ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$V = \frac{L}{\rho_{yp}} + \frac{x_{yp} L}{\rho_c} = \frac{2,81}{0,96} + \frac{0,0221 \cdot 2,81}{0,536} = 3,04 \text{ м}^3/\text{с}$$

Донадор материаллар мавҳум кайнашининг бошланғич тезлиги w_{mk} куйидагича топилади:

$$w_{mk} = \frac{Re \cdot \mu_{yp}}{\rho_{yp} \cdot d_3}$$

бу ерда

$$Re_{mk} = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}}$$

$$Ar = \frac{g \cdot d_3^3 \cdot \rho \cdot \rho_v}{\mu_{yp}^2}$$

Донасимон-тоғали материалларнинг мавҳум кайнаш тезлиги эса проф. Нурмухамедов Х.С. формуласи ёрдамида аниқлаш мумкин [25].

Полидисперс материал заррачаларининг эквивалент диаметри ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$d_3 = \frac{1}{\sum_i^n \frac{m_i}{d_i}} = \frac{1}{\frac{0,25}{\left(\frac{2,0-1,5}{2}\right) \cdot 10^{-3}} + \frac{0,25}{\left(\frac{2,0+1,5}{2}\right) \cdot 10^{-3}}} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Архимед критерийси эса

$$Ar = \frac{(1,35 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 0,96 \cdot 9,8 \cdot 1500}{(2,2 \cdot 10^{-3})^2} = 7,17 \cdot 10^4$$

Рейнольдс критерийси

$$Re_{mk} = \frac{7,17 \cdot 10^4}{1400 + 5,22 \sqrt{7,17 \cdot 10^4}} = 25,6$$

$$w = \frac{25,6 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3}} = 0,435 \text{ м/ с}$$

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,

$$w_{yc} = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 10^{-3}} \cdot \left(\frac{2,91 \cdot 10^4}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{2,91 \cdot 10^4}} \right) = 5,75 \text{ м/ с}$$

Иситувчи агентнинг ишчи тезлиги w_{mk} ва w_{yp} оралиғида бўлади. Агар

$$K_{кел} = \frac{w_{yc}}{w_{mk}} = 40 \div 50 \quad \text{булса,} \quad K_y = \frac{w}{w_{mk}} = 3 \div 7$$

агарда

$$K_{кел} \leq 20 \div 30 \quad \text{булса,} \quad K_y = 1,5 \div 3$$

Бизнинг шароит учун $K_y = 2,3$ деб қабул қиламиз. Унда, иситувчи агентнинг ишчи тезлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$w = k_y \cdot w_{mk} = 2,3 \cdot 0,435 = 1,0 \text{ м/ с}$$

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 оламир:

$$dM = w \cdot \rho_{yp} \cdot S \cdot dx = \beta_y \cdot (x^* - x) \cdot dF$$

M буғлатилган намлик ҳисобида қуритгичнинг иш унумдорлиги, кг/с; S - қуритгичнинг кўндаланг кесими юзаси, м²; x , x^* ҳавонинг ишчи ва мувозанат нам сақлаши, кг намлик/кг қуруқ ҳаво; F - материал юзаси, м²; $\rho_{кк}$ қуритгичдаги қуруқ ҳавонинг ўртача температурадаги зичлиги, кг/м³

Шарсимон заррачаларнинг юзаси

$$dF = \left[\frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_s} \right] \cdot S \cdot dh$$

бу ерда h - мавҳум қайнаш қатламининг баландлиги, м.

Ўзгарувчи параметрларни бўлиб, интегралласак ва қатлам баландлиги бўйича заррачаларнинг температураси ўзгармас деб ҳисобласак, қуйидаги кўринишдаги тенгламани оламир:

$$\frac{x^* - x_2}{x^* - x_0} = \exp \left[- \frac{\beta_y}{w \cdot \rho_{yp}} \cdot \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_s} \cdot h \right]$$

Иситувчи агентнинг мувозанат нам сақлаши x^* ни I x диаграммадан ишчи қуритиш чизигини $\varphi = 100\%$ чизиги билан кесилиш нуқтасининг абсцисса миқдори олинади, яъни $x^* = 0,0438$ кг/кг га тенг эканлигини топамиз.

(А) Тенгламанинг чап томони қуйидаги миқдорга тенгдир:

$$\frac{x^* - x_2}{x^* - x_0} = \frac{0,0438 - 0,035}{0,0438 - 0,0092} = 0,254$$

Қатламнинг ғоваклиги ε ушбу формуладан аниқланади:

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

Рейнольдс критерийси

$$Re = \frac{w \cdot d_s \cdot \rho_{yp}}{\mu_{yp}} = \frac{1,0 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,96}{2,2 \cdot 10^{-5}} = 58,9$$

$$\varepsilon = \left(\frac{18 \cdot 58,9 + 0,36 \cdot 58,9^2}{7,16 \cdot 10^4} \right)^{0,21} = 0,4886 \text{ м}^3 / \text{ м}^3$$

Материал юзасидан намлик буғланаётган пайтидаги модда бериш коэффициенти β_y ушбу критериял тенгламадан топилади:

$$Nu'_y = 2 + 0,51 \cdot Re^{0,52} \cdot Pr'_y{}^{0,33}$$

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,

$$D = 21,9 \cdot 10^{-6} \left(\frac{273 + 96}{273} \right)^{1,5} = 3,44 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 / \text{ с}$$

$$Pr'_y = \frac{2,2 \cdot 10^{-5}}{0,96 \cdot 3,44 \cdot 10^{-5}} = 0,67$$

Модда бериш коэффициенти ушбу формула орқали аниқланади:

$$\beta_y = \frac{D}{d_s} \cdot (2 + 0,51 \cdot Re^{0,52} \cdot Pr'_y{}^{0,33}) = \frac{3,44 \cdot 10^{-5}}{1,35 \cdot 10^{-3}} \cdot (2 + 0,51 \cdot 58,9^{0,52} \cdot 0,67^{0,33}) = 0,145 \text{ м/с}$$

Куритилаётган материалларнинг мавҳум қайнаш баландлиги

$$0,254 = \exp \left[- \frac{0,145}{1 \cdot 0,96} \frac{6 \cdot (1 - 0,486)}{1,35 \cdot 10^{-3}} \cdot h \right]$$

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

$$H \cong 4 H_{cm}$$

бўлиши керак экан. Бу ерда H_{cr} қатламнинг гидродинамик ростлаш соҳасининг баландлиги.

$$H = 80 d_o$$

бу ерда d_o – тўр парда тешиklarининг диаметри. Диаметрлар ушбу стандарт ўлчамлар қаторидан танланади:

d_o 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 тешиklar 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 тешиklари юзасининг улуши, одатда $F_{mn} = 0,02-0,1$.

Агарда $F_{mn} = 0,05$ деб қабул қилсак, тўр пардадаги тешиklar 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

$$H_c = 5 H = 5 \cdot 0,2 = 1 \text{ м}$$

Куритгичнинг гидравлик қаршилиги

Куритгичнинг асосий гидравлик қаршилиги мавҳум қайнаш қатлами ΔP_{mk} ва тўр парда ΔP_{tm} ларнинг қаршиликларининг йиғиндисига тенг

$$\Delta P = \Delta P_{mk} + \Delta P_{tm}$$

ΔP_{mk} қиймати эса, ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\Delta P_{mk} = \rho_k \cdot (1 - \varepsilon) \cdot g \cdot H = 1500 \cdot (1 - 0,486) \cdot 9,8 \cdot 0,2 = 1511 \text{ ПП}$$

Тўр парданинг минимал гидравлик қаршилиги $\Delta P_{tm \min}$ қуйидагича топилиши мумкин:

$$\Delta P_{tm \min} = \Delta P_{mk} \cdot \frac{K_w^2 \cdot (\varepsilon - \varepsilon_0)}{(K_w^2 - 1) \cdot (1 - \varepsilon_0)} = 1511 \cdot$$

$$\frac{2,3^2}{(2,3^2 - 1)} \left(\frac{0,486 - 0,4}{1 - 0,486} \right) = 312 \text{ Па}$$

Танланган тўр парданинг гидравлик қаршилиги ушбу тенгламадан аниқланади:

$$\Delta P_{tm} = r \cdot \left(\frac{w}{F_{mn}} \right)^2 \cdot \frac{\rho_{yp}}{2}$$

бу ерда $r = 1,5$.
Унда

$$\Delta P_{tm} = 1,75 \cdot \left(\frac{1}{0,05} \right)^2 \cdot \frac{0,96}{2} = 336 \text{ Па}$$

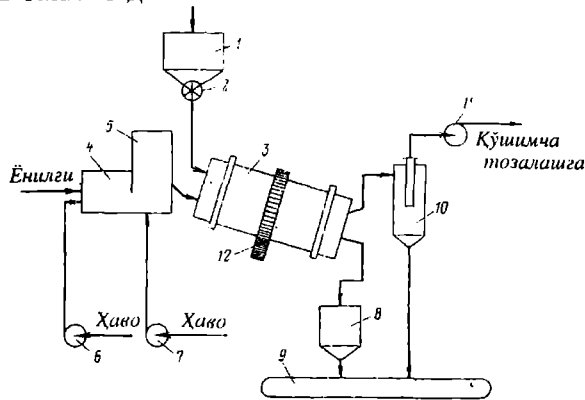
$\Delta P_{tm} = 336 > \Delta P_{tm \min} = 312$. Куритгичнинг умумий гидравлик қаршилиги.

$$\Delta P = \Delta P_{mk} + \Delta P_{tm} = 1511 + 336 = 1847 \text{ Па}$$

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 тутунли газлар ёки иссиқ ҳаво билан қуритиш учун ишлатилади. Улар цилиндрсимон корпусдан иборат бўлиб, горизонтга нисбатан жуда кичик оғиш бурчада жойлаштирилади. Барабан иккита роликли таянчларга жойлаштирилган бўлиб, электродвигатель ва редуктор ёрдамида айлантирилади. 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 меъёردа тарқатиш ва аралаштиришни таъминлайди. Материал ва қуритувчи 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 қуритгичлар узунлиги L ва ташқи диаметри D бўйича танланади.



3.8-расм. Барабанли қуритгичнинг принципл схемаси.

1 - бункер; 2 - таъминлагич; 3 - қуритувчи 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 қуритувчи агент берилади. У ёқилғи 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.

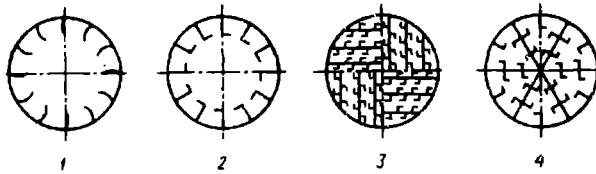
Қуритилган материал барабаннинг бошқа томонидан бункер 8 га тушади ва ундан транспортер 9 га ўтади.

Ишлатилган газлар атмосферага чиқариб юборишдан аввал майда заррачалардан циклон 10 да тозаланади ва керак бўлса яна қўшимча тозаланилади.

Қуритувчи агент барабан орқали вентилятор 11 ёрдамида узатилади. Узатилиш даврида унча катта бўлмаган сийракланиш ҳосил бўлади ва бу эса қуритувчи агентнинг барабанли қуритгич тешиклари орқали йўқотилишига 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]. Қурити лаётган материал доналарининг ўлчамига ва хоссаларига қараб хар-хил насадкалардан фойдаланилади. Катта бўлакли ва қовишиб қолиш хусусия- тига эга бўлган материалларни қуритишда кўтарувчи парракли насадкалар, ёмон сочилувчан ва катта зичликка эга бўлган катта бўлакли материал- ларни қуритиш учун секторли насадка; кичик бўлакли, тез сочилувчан ма- териалларни қуритишда тарқатувчи насадка ишлатилади; майда қилиб эзилган, чанг ҳосил қилувчи кукун материалларни берк ячейкали, довонси- мон насадкалар бўлган барабанларда қуритиш мақсадга мувофикдир. Ай- рим шароитларда мураккаб насадкалардан фойдаланса ҳам бўлади (3.9- расм).



3.9-расм. Баробанли қуритгич насадкаларининг турлари ва уларнинг тўлдирилиш коэффициентлари β .

- 1 - кўтарувчи - парракли, $\beta = 12\%$;
- 2 - худди аввалгидек, $\beta = 14\%$;
- 3 - таксимловчи, $\beta = 20,6\%$;
- 4 - таксимловчи, ёпик ячейкали, $\beta = 27,5$.

I. Қуритиш қурилмасининг ҳисоби

1. Қурилманинг қуритилган модда бўйича унумдорлиги:

$$G \cong 10 \text{ м/соат}$$

2. Материал заррачаларининг ўлчамлари (NaCl):

$$\begin{array}{ll} d = 2,0-1,5 \text{ мм} & 25\% \\ d = 1,5-1,0 \text{ мм} & 75\% \end{array}$$

3. Материалнинг намлиги (NaCl):

$$\begin{array}{ll} \text{бошланғич} & w = 6,0\% \\ \text{охирги} & w_1 = 0,2\% \end{array}$$

4. Боку шаҳри учун нам ҳавонинг параметрлари

	январь	июль
температура	$t = +3,4^\circ\text{C}$	$t = +25,3^\circ\text{C}$
нисбий намлик	$\varphi_0 = 82\%$	$\varphi_0 = 65\%$

5. Иссиқ хавонинг температураси

$$\begin{array}{ll} \text{барабанга киришда} & t = 160^{\circ}\text{C} \\ \text{барабандан чиқишда} & t = 60^{\circ}\text{C} \end{array}$$

I. Моддий баланс

Моддий баланс тенгламасидан қуритиш давомида буғлатилган намлик W миқдорини аниқлаймиз.

$$W = G_k \cdot \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1}$$

$$G_2 = 10 \text{ м} / \text{соат} = \frac{10 \cdot 1000}{3600} = 2,778 \text{ кг} / \text{с}$$

$$W = 2,778 \cdot \frac{6 - 0,2}{100 - 6} = 0,171 \text{ кг} / \text{с}$$

2. Қуритишга сарфланган ҳаво ва иссиқликни аниқлаш

Қуритгичнинг ички иссиқлик балансини ёзамиз:

а) қиш фасли учун:

$$\Delta = c \cdot \theta_i + q_k - (q_{mp} + q_m + q_n)$$

Бу ерда:

c - сувнинг иссиқлик сифими, $c = 4190 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$;

q_k қўшимча ички калорифер берган иссиқлик миқдори, $q_k = 0$;

q_{mp} - транспорт қурилмалари билан кирган иссиқлик миқдори, $q_{mp} = 0$;

q_n - атроф муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдори, тахминан иситишга сарфланган иссиқлик миқдорининг 10% ни олса бўлади;

q_m - моддани иситишга сарфланган иссиқлик миқдори,

$$q_m = G_k \cdot c_m \cdot (\theta_2 - \theta_1) / W$$

θ_2 - модданинг қуритгичдан чиқишдаги температураси қуритивчи агент нам ҳавонинг ҳўл термометр температурасига тенг деб оламиз.

$$\theta_2 = t_x = 42^{\circ}\text{C}$$

Рамзиннинг I х диаграммасидан аниқланади.

c_m - материалнинг иссиқлик сифими [5]:

$$c_m = (c_{Na} + c_{Cl}) / M_{(NaCl)}$$

$$Na = 26,0 \text{ кЖ / кг} \cdot \text{К}; \quad Cl = 26,0 \text{ кЖ / кг} \cdot \text{К}$$

$$c_m = (26 + 26) / 56 = 0,88 \text{ кЖ / кг} \cdot \text{К}$$

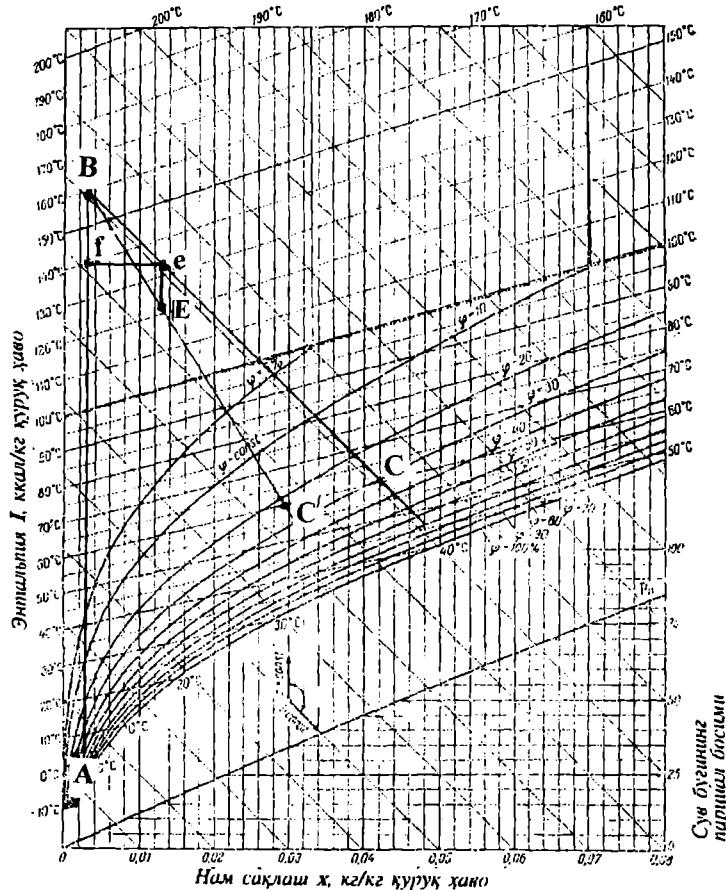
$$q_m = 2778 \cdot 0,88 \cdot (42 - 3,4) / 0,171 = 551,83 \text{ кЖ / кг} \cdot \text{К}$$

$$\Delta = 4,19 \cdot 3,14 - 551,83 - 22,6 = -560,185 \text{ кЖ / кг} \cdot \text{К}$$

Қуритиш жараёнига сарфланган солиштирма ҳаво ва иссиқлик сарфларини аниқлаш учун I х диаграммада қуритиш жараёни ифодаланади (3.10-расм).

Боқу шаҳри учун ҳавонинг ўртача температураси ва нисбий намлиги аниқланади

а) қиш фасли учун $t_0 = +3,4^\circ\text{C}$ ва $\phi_0 = 82\%$.



3.10 - расм. Нам ҳавонинг I - х диаграммаси

Шу параметрлар бўйича диаграммада "А" нуқта топилади, яъни калориферга қараётган ҳавонинг параметрларини кўрсатувчи нуқтани топамиз. "А" нуқтадан, яъни ўзгармас нам сақлаш чизиги 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 чизиқ 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 "f" деб белгилаймиз. Сўнг ef кесманинг узунлиги ўлчанади $ef = 2,4 \text{ см} = 24 \text{ мм}$. Ниҳоят, қуритишнинг идеал жараёндан фарқи eE кесманинг узунлиги ҳисобланади.

$$eE = ef \cdot \frac{\Delta'}{M} = 24 \cdot \frac{(-560,185)}{1250} = 10,75 \text{ мм}$$

бу ерда $M = 1250$ I х диаграмма масштаби.

Диаграммада eE кесмани "е" нуктадан пастга $x = \text{const}$ чизиқ бўйича ўтказамиз, чунки $\Delta < 0$. "В" нуктадан "Е" нукта орқали тўғри чизиқ 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 , φ_2 ни кўрсатади:

$x_2 = 0,029 \text{ кг/кг}$ ва $I_2 = 136 \text{ кЖ/кг}$ (I х диаграммадан топилади).

Қиш фаслида қуритиш жараёнига кетган солиштирма ҳаво сарфи:

$$x_0 = x_1 = 0,003 \text{ кг/кг} \quad l = \frac{I}{x_2 - x_0} = \frac{I}{0,029 - 0,003} = 38,46 \text{ кг/кг}$$

Ҳавонинг умумий сарфи

$$h = l W = 38,46 \cdot 0,171 = 6,58 \text{ кг/с}$$

Сарфланган солиштирма иссиқлик микдори 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:

$$Q = q W = 4707,69 \cdot 0,171 = 805,92 \text{ кВт}$$

Калорифердаги иссиқлик сарфи:

$$q_k = \frac{I_1 - I_0}{x_2 - x_0} = \frac{169 - 11}{0,029 - 0,003} = 6076,9 \text{ кЖ/кг}$$

$I_1 = 169 \text{ кЖ/кг}$ I х диаграммадан топилади.

б) Ёз фасли учун.

$$\Delta = c \theta_1 + q_k - (q_{пр} + q_m + q_u)$$

$$c = 2,95 \quad 4,19 = 12,36 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$$

$$q_k = 0 \quad q_{mp} = 0 \quad q_m = G_2 \cdot c_m \cdot (\theta_2 - \theta_1) / W$$

$$\theta_2 = 42^\circ\text{C} = t_m \text{ (I х диаграммадан)}$$

$$\theta_1 = t_0 = 25,3^\circ \text{ (Боку шахри учун)}$$

$$q_m = 2,778 \cdot 0,88 \cdot (42 - 25,3) / 0,171 = 238,746 \text{ кЖ/кг}$$

$$\Delta = 12,36 \cdot 42 - 238,746 \cdot 23,87 = 257,77 \text{ кЖ/кг}$$

Нам ҳаво параметрларини, ҳавонинг солиштирма ва иссиқлик сарфини ёз фасли учун аниқлаймиз. Бунинг учун I х диаграммада қуритиш жараёнини ифодалаймиз.

$$ef = 94 \text{ мм}; \quad M = 1250; \quad Ee = ef \cdot \frac{\Delta}{M} = 94 \cdot \frac{257,77}{1250} = 19,5 \text{ мм}$$

Сўнг, I х диаграммадан:

$$x_0 = 0,014 \text{ кг/кг}; \quad x_2 = 0,0525 \text{ кг/кг};$$

$$I_0 = 55 \text{ кЖ/кг}; \quad I_1 = 192 \text{ кЖ/кг}; \quad I_2 = 195 \text{ кЖ/кг}.$$

$$l = \frac{I}{x_2 - x_0} = \frac{1}{0,0525 - 0,014} = 25,98 \text{ кЖ/кг}$$

$$L = l \cdot W = 25,98 \cdot 0,171 = 4,13 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{I_2 - I_0}{x_2 - x_0} = \frac{195 - 55}{0,0525 - 0,014} = 3381,64 \text{ кЖ/кг}$$

$$Q = q \cdot W = 3381,64 \cdot 0,171 = 578,26 \text{ кВт}$$

$$q_k = \frac{I_1 - I_0}{x_2 - x_0} = \frac{162 - 55}{0,0525 - 0,014} = 3309,18 \text{ кЖ/кг}$$

Ёз ва қиш фасллари учун топилган сарфларни солиштирамиз:

$$L_{қиш} = 6,58 \text{ кг/с} > L_{ёз} = 4,13$$

$$Q_{қиш} = 822,12 \text{ кВт} > Q_{ёз} = 578,26 \text{ кВт}$$

II. Барабанли қуритгичнинг асосий ўлчамларини аниқлаш

Барабаннинг ҳажмини топамиз:

$$V_{бар} = \frac{W}{A_v} \cdot 3600 = \frac{0,171 \cdot 3600}{7,2} = 85,5 \text{ м}^3$$

бу ерда A_v барабаннинг намлик бўйича кучланиши, $A_v = 7,2$ кг/(м³ 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

Ҳавонинг 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:

$$V_x = L \cdot V_o \cdot \frac{(T_o + t_{yp})}{T_o} \cdot \left(\frac{1}{M_x} + \frac{x_{yp}}{M_c} \right)$$

$$t_{yp} = (t_1 + t_2) / 2 = (160 + 60) / 2 = 110^\circ \text{C}$$

$$x_{yp} = (x_1 + x_2) / 2 = (0,003 + 0,029) / 2 = 0,016 \text{ кг/кг}$$

$$V_x = 6,58 \cdot 22,4 \cdot \frac{273 + 110}{273} \cdot \left(\frac{1}{29} + \frac{0,016}{16} \right) = 7,31 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$w_x = 7,31 / (0,725 \cdot 2,8^2) = 1,2 \text{ м/с}$$

Материалнинг барабанда ўртача бўлиш вақти

$$\tau = \frac{G_m}{G_2 + (W/2)}$$

G_m - барабандаги материалнинг сарфи:

$$G_m = V \cdot \beta \cdot \rho_m$$

бу ерда V қуритгичнинг ҳажми, $86,2 \text{ м}^3$; ρ_m материалнинг уюлма зичлиги $\rho_m = 1200 \text{ кг/м}^3$ [5]; β 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:

$$\alpha' = \left(\frac{30 \cdot l}{d \cdot n \cdot \tau} + 0,007 \cdot w_x \right) \cdot \frac{180}{\pi}$$

бу ерда l барабанинг узунлиги, 14 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 α' нинг қиймати жуда кичик бўлса ($0,5$ дан кам), барабанинг айланиш сони n камайтирилади 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:

$$w_s = \frac{\mu_{y\ell}}{d \cdot \rho_{yp}} \cdot \left(\frac{Ar}{18 + 0,575 \sqrt{Ar}} \right)$$

бу ерда ρ_{yp} қуритувчи агентнинг зичлиги.

$$\rho_{yp} = [m_x (p_o - p) + m_c \cdot p] \cdot \frac{T}{v_o \cdot p_o \cdot (T + t_{yp})}$$

p - нам ҳаводаги буғларнинг парциал босими.

$$p = \frac{x_i \cdot m_c \cdot p_o}{l_j \cdot m_x + x_j \cdot m_o}$$

$p_o = 10^5 \text{ Па}$, чунки қурилма атмосфера босими остида ишлайди. Қурилмага киришдаги:

$$p_i = \frac{0,003 \cdot 18 \cdot 10^5}{1 \cdot 29 + 0,003 \cdot 18} = 480,81 \text{ Па}$$

Қурилмадан чиқишидаги:

$$p_2 = \frac{0,029,18 \cdot 10^5}{1,29 + 0,029,18} = 4463,64 \text{ Па}$$

унда ўртача p

$$p = (480,81 + 4463,64) / 2 = 2472 \text{ Па}$$

ва зичлик:

$$\rho_{y,p} = [29 \cdot (10^3 - 2472) + 18 \cdot 2472] \cdot \frac{273}{22,4 \cdot 10^3 \cdot [273 + 110]} = 0,91 \text{ кг/м}^3$$

Архимед критерисини аниқлаймиз:

$$Ar = d^3 \rho_s \rho_{y,p} g / \mu_{y,p}^2$$

бу ерда ρ_s - қуритилаётган материал заррачаларининг зичлиги, $\rho_s = 2165 \text{ кг/м}^3$ [32]; $\mu_{y,p}$ ҳавонинг ўртача температурадаги ковшоқлиги, $\mu_{y,p} = 0,022 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ [4, 5].

$$Ar = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 2165 \cdot 0,91 \cdot 9,8}{(0,022 \cdot 10^{-3})^2} = 39891468 \frac{10^6}{10^9} = 3,99 \cdot 10^4$$

ва чиқиб кетиш тезлиги

$$w_2 = \frac{0,022 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,91} \left(\frac{3,99 \cdot 10^4}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{3,99 \cdot 10^4}} \right) = 7,3 \text{ м/с}$$

Ҳавонинг қурилмадаги тезлиги 1,2 м/с ва бу 7,3 м/с дан анча кам. Демак, заррачалар қурилмадан ҳаво билан чиқиб кетмайди чунки $w_x < w_v$.

Агар бу сон аксинча каттароқ бўлса, ҳаво тезлиги камайтирилади ва ҳисоб қайтадан ўтказилиши керак.

III. Қуритиш қурилмасининг гидравлик ҳисоби.

Қуритувчи агент қуритгич ичида ва каналларда ҳаракат қилганда гидравлик қаршиликлар ҳосил бўлади. Улар ишқаланиш ΔP_n , маҳаллий $\Delta P_{m,k}$ қуритгичнинг ичидаги ΔP_k , калорифер қаршиликлардан ва чанг тозаловчи қурилма қаршиликларидан ҳосил топади:

$$\Delta P = \Delta P_n + \Delta P_{m,k} + \Delta P_k + \Delta P_{кал} + \Delta P_v$$

1) Ишқаланиш қаршилиқлари туфайли йўқотилган босимни аниқлаймиз:

$$\Delta P_{\text{и}} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^3 \rho}{2}$$

λ ишқаланиш қаршилиги коэффициентини, 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 трубаининг диаметри, секундлик сарф тенгламасидан аниқлаймиз,

$$d = \sqrt{\frac{V_c}{0,785 \cdot w}}$$

V_c қуритувчи агентнинг секундлик ҳажмий сарфи:

$$V = \frac{L}{\rho}$$

ρ ҳавонинг зичлиги, одатда у атроф муҳит температурасида олинади.

$t_0 = +3,4^\circ\text{C}$ (Боку 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 $V = \frac{6,58}{1,28} = 5,14 \text{ м}^3/\text{с}$

Трубаининг диаметри:

$$d = \sqrt{\frac{5,14}{0,785 \cdot 20}} = 0,570 \text{ м}$$

ва $Re = \frac{20 \cdot 0,57 \cdot 1,28}{\mu} = \frac{20 \cdot 0,57 \cdot 1,28}{0,017 \cdot 10^{-3}} = 858353$

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 I трубанинг узунлиги. Вентилятор жойлашишига қараб олинади, бизнинг мисол учун $I = 2$ м деб ҳисоблаймиз (3.8-расм).

$$\Delta P_u = 0,0142 \cdot \frac{2}{0,57} \cdot \frac{20^2 \cdot 1,28}{2} = 12,78 \text{ Па}$$

2) Маҳаллий қаршиликларни енгишда йўқотилган босим:

$$\Delta P_{\text{в.к}} = \sum \xi \cdot \frac{w^2 \rho}{2}$$

Бу ерда $\sum \xi$ маҳаллий қаршилик коэффициентларини иловадаги 5-7 жадвалдан аниқлаймиз:

- | | |
|---|---------------|
| 1. трубага кириш | $\xi = 0,5$ |
| 2. трубадан чиқиш | $\xi = 1,0$ |
| 3. Тўғри бурчак (90°) остида трубанинг бурилиши | $\xi = 1,1$ |
| 4. Нормал вентил | $\xi = 5,5$ |
| иккита бўлгани учун | 5,5 2 = 11 |

$$\Delta P_{\text{в.к}} = (0,5 + 1 + 1,1 + 11) \cdot \frac{20^2 \cdot 1,28}{2} = 3481,6 \text{ Па}$$

Чанг тозалагич сифатида циклон олсак:

$$\Delta P_u = \xi \cdot w_{\text{ак}}^2 \rho / 2.$$

$$\rho = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot (T + t)} = \frac{29 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 60)} = 1,1 \text{ кг/м}^3$$

$\xi = 6$ циклон АТИ учун [44],

$$\Delta P_u = 6 \cdot 20^2 \cdot 1,1 / 2 = 1320 \text{ Па}$$

Қуритиш барабинининг қаршилиги $\Delta P_G = 100 \text{ Па}$ [43] ва калори-

фернинг қаршилиги $\Delta P_k = 200 \text{ Па}$ [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:

$$V_s = \frac{h_{max}}{\rho} = \frac{6,58}{1,28} = 5,14 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H = \frac{\Delta P}{\gamma} = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} = \frac{5498,36}{1,28 \cdot 9,8} = 439,87 \text{ м}$$

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 пластиналли калориферлар ишлатилади.

Калориферни танлаш учун иситиш юзасини аниқлаш керак:

$$F = \frac{Q}{k \Delta t_{y,p}}$$

бу ерда Q ҳавони иситишга сарфланган иссиқлик миқдори:

$$Q = h_{max} \cdot c_x \cdot (t_1 - t_2);$$

бу ерда c_x ҳавонинг иссиқлик сифими, $c_x = 0,241 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$ [5]; $t_1 = 160^\circ\text{С}$; $t_2 = 3,4^\circ\text{С}$.

$$Q = 6,58 \cdot 0,24 \cdot (160 - 3,4) = 248,3 \text{ кЖ/с}$$

бу ерда k буғдан ҳавога иссиқлик ўтказиш коэффициентини $k = 40 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ [46,44]: Δt_y ўртача температуралар фарқи. Буғнинг температурасини t_1 (160°) дан 20° баландроқ оламир [4,18,44].

Буғ конденсатга айланганда унинг температураси ўзгармайди.

$$3,4^\circ \xrightarrow{\text{буғ}} 160^\circ \qquad 180^\circ \xrightarrow{\text{ҳаво}} 180^\circ$$

$$\Delta t_{\text{кв}} = 180 - 3,4 = 176,6'' \quad \frac{\Delta t_{\text{кв}}}{\Delta t_{\text{кн}}} = \frac{176,6}{20} = 8,83 > 2$$

$$\Delta t_{\text{кн}} = 180 - 160 = 20''$$

Ва

$$\Delta t_{\text{ур}} = \frac{\Delta t_{\text{кв}} - \Delta t_{\text{кн}}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta t_{\text{кв}}}{\Delta t_{\text{кн}}}} = \frac{176,6 - 20}{2,3 \cdot \lg 8,83} = \frac{156,6}{2,3 \cdot 0,946} = 71,2''$$

$$F = \frac{248,3 \cdot 10^3}{40 \cdot 71,2} = 87,2 \text{ м}^2$$

Ушбу юза бўйича КФС 11 калорифер танлаймиз ва ундан икки дона олишимиз керак [44].

КФС 11 нинг характеристикалари:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. иссиқлик алмашилиш 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 ² | $0,638 \text{ м}^2$ |
| ҳаво бўйича | $0,0122 \text{ м}^2$ |
| иситгич буғ бўйича | |

VI. Қуритгичнинг механик ҳисоби.

Барабан деворларининг қалинлиги

$$\delta = 0,007 \quad D_{\text{бар}} = 0,007 \cdot 2814 = 19 \text{ мм}$$

Барабаннинг айланиш тезлиги.

$$n = (m \cdot k \cdot L_{\text{бар}}) / (\tau \cdot D_{\text{бар}} \cdot t_{\delta} \cdot \alpha)$$

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, қумни қуритишда $n = 3,8 \text{ айл/мин}$ қабул қилинади
Барабанни айлангиришга сарфланган қувват:

$$N = 0,078 \cdot \dot{D}_{\text{бар}} \cdot L_{\text{бар}} \cdot \rho \cdot \sigma \cdot n$$

σ 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 температураларда 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 руҳсат 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 узоқ 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 мустақкамлик ҳисоблашлари ўтказилади. Одатда, уни ишчи босимга тенг ёки ундан кўпроқ қиймат қабул қилинади. Агар, қурилмага таъсир қишаётган 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 руҳсат этилган босимни тахминий ҳисобини ушбу формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma^* \quad (4.1)$$

бу ерда η - коэффициент; σ^* - руҳсат этилган норматив кучланиш.

Портлаш ва ёниш хавфи бор муҳитлар учун η коэффициентини 0,9 га тенг деб олинади. Қолган бошқа муҳитлар учун $\eta = 1,0$. Бир қатор пўлатлар учун σ^* нинг қийматлари 4-1 жадвалда келтирилган.

Хисобланган температураларда таъланган турли хил материаллар учун бўйлама эластиклик модулининг қийматлари 4-2 жадвалда берилган.

4-1 жадвал

Баъзи пўлатлар учун рухсат этилган кучланиш

Температура, °C	Қуйида келтирилган пўлатлар учун рухсат этилган кучланиш, σ^* (МПа)													
	BCr3	20, 20K	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

Пўлатлар учун бўйлама эластиклик модули

Пўлат	Температура t , °C да бўйлама эластиклик модули $E \cdot 10^6$, 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 коэффиценти ушбу чокнинг асосий материал мустаҳкамлигига нисбатини характерлайди. Пайвандланган чокнинг мустаҳкамлик коэффиценти пайвандлаш усули ва пайвандлаб бирлаштириш турига боғлиқдир (4-3 жадвал). Чоки йўқ қурилмалар учун $\varphi = 1,0$.

4-3 жадвал

Пайванд чокларининг мустаҳкамлик коэффиценти

<i>Пайванд чокнинг тури</i>	φ	
	<i>чок узунлигининг 100% текширилганда</i>	<i>чок узунлигининг 10-50% текширилганда</i>
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 инобатга 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 яшаш 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 куйидаги кўринишда ёзилиши мумкин:

$$C = C_1 = \Pi T_k \quad (4.4)$$

бу ерда Π коррозия ёки эрозия тезлиги; T_k қурилманиннг ишлаш муддати.

Устида ҳимоя қопламаси бор элементлар учун $C = 0$. Агарда, иккала муҳит ҳам коррозия фаол бўлса, қўшимча C_1 нинг қиймати 2 га кўпайтирилади.

4.2. ОБЕЧАЙКА ДЕВОРИНИНГ КАЛИНЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

Кимёвий қурилмаларнинг энг асосий элементларидан бири обечайкадир [6,7,8,36,40]. Обечайка калинлигининг ҳисоби ГОСТ 14249-80 га биноан олиб борилади [77].

Раңгли 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:

$$s = \frac{p_x \cdot D_{\text{и}}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p_x} + C + C_1 \quad 235 \quad (4.5)$$

бу ерда s обечайка девори калинлиги, м; p_x ҳисобланган босим, МПа; $D_{\text{и}}$ қурилманинги ички диаметри, м; φ пайванд чокининг мустаҳкамлик коэффициенти; C емирилишни ҳисобга олувчи калинлик, м; C_1 қўшимча калинлик, м.

Рухсат этиладиган босим

$$p_{\text{рз}} = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] \cdot (s - C)}{D - s + C} = 307 \text{ МПа} \quad (4.6)$$

(4.5) ва (4.6) формулалар қуйидаги

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

шарт бажарилганда қўлланилади.

Ташқи босим остида ишлаётган қурилма деворининг калинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s = \frac{1,06 \cdot D}{100} \sqrt[3]{\frac{p_x}{10^{-6} \cdot E} + C + C_1} \quad / \quad (4.7)$$

Рухсат этиладиган босим эса,

1,99

$$[p] = 0,85 \cdot 10^{-6} E \cdot \left[\frac{100 \cdot (s-C)}{D} \right]^2 \quad (4.8)$$

бу ерда E бўйлама эластиклик модули (4-2 жадвал).
(4.8) формулани қуйидаги шартлар

$$\frac{s-C}{D} \leq 0,95 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_T}{E}} \quad (4.9)$$

бажарилганда қўллаш мумкин.

4.3. ДНИШЕ ДЕВОРИНИНГ КАЛИНЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

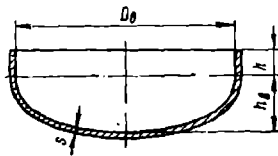
Эллиптик днишелар (4.1a-расм) деворининг қалинлигини ушбу формуладан топиш мумкин:

$$s = 2 \cdot \varphi \cdot \frac{p_x R}{[\sigma] - 0,5 p_x} + C + C_1 \quad (4.10)$$

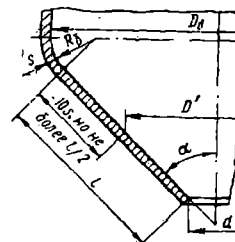
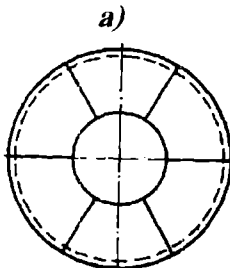
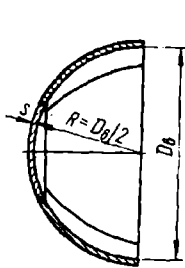
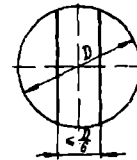
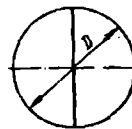
бу ерда $R = D^2/(4H)$ днийше учиди ағрилиқ радиуси (стандарт днишелар учун $H = 0,25D$ бўлганда, $R = D_{ин}$).

Рухсат этилган босим микдорини эса,

$$p_{p2} = \frac{2 (s_1 - C) \cdot \varphi [\sigma]}{R + 0,5 \cdot (s_1 - C)} \quad (4.11)$$

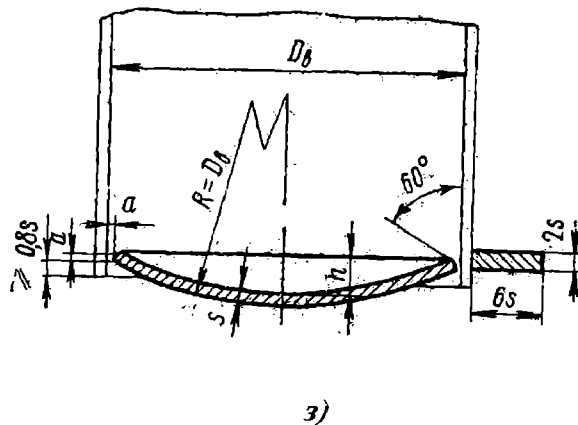
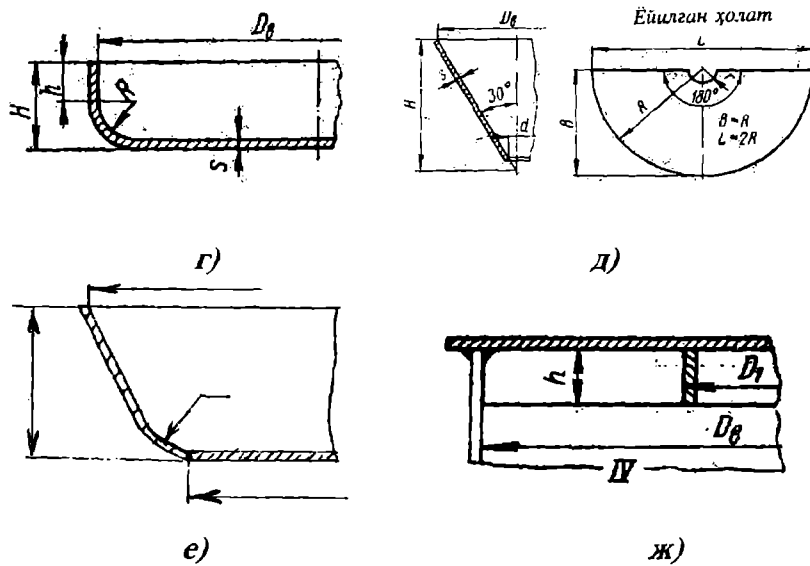


Пайванд чокининг жойлаштириш усуллари



б)

в)



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.

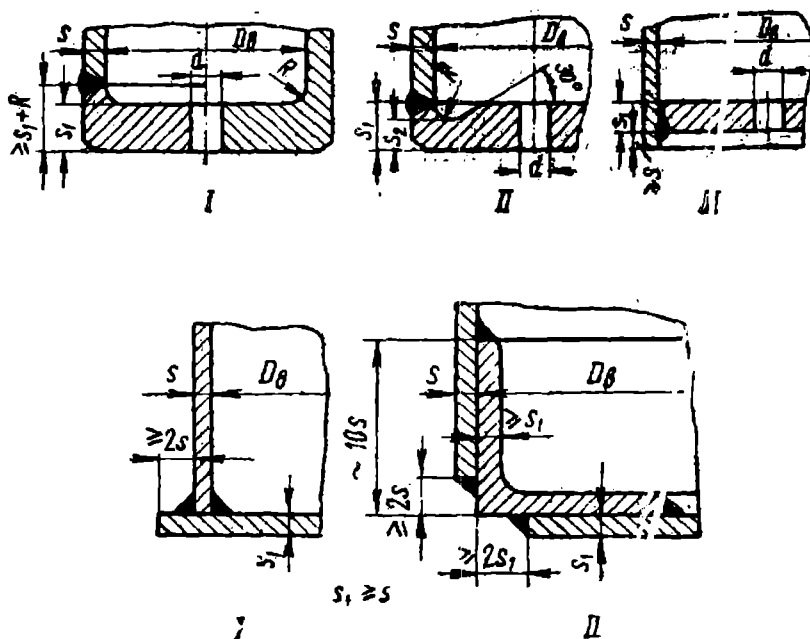
(4.10) ва (4.11) формулалар $(s_1 - C)/D_{нч} \leq 0,1$ ва $H \geq 0,2D_{нч}$ шартлар бажарилганда қўлланилади.

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:

$$s_1 = \frac{K}{K_0} \cdot D_u \sqrt{\frac{p_{p2}}{[\sigma]}} + C + C_1 \quad (4.12)$$

бу ерда K қопқоқнинг конструкциясига боғлиқ бўлган коэффициент [30,31,60,77,88,93,96]. $d/D \leq 0,35$ бўлса, $K=1-0,43 \cdot d/D$, 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, $K=C,4$. 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; $d \leq 0,6 D_0$

Ички босимда ва чўққисининг бурчаги $2\alpha \leq 140^\circ$ ли конуссимон днишелар ҳисоби қуйидагича бўлади:

$$l_y = 0,5 \cdot \sqrt{D_u \cdot (s_l - C)} = 113 \text{ м}^2$$

масофадаги цилиндрик қисми учун деворнинг қалинлиги,

$$s_l = \frac{p_x \cdot D_u \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma] + C + C_1} = 1,1 \text{ м} \quad (4.13)$$

формуладан топилади. Бу ерда y - днише шаклининг коэффиценти. $\alpha = 10^\circ \div 70^\circ$ ва $r/D = 0,01 \div 0,5$ гача ўзгарганда, шакл коэффиценти $y = 1,1 \div 9,4$ га тенг бўлади.

$$l_{\text{кон}} = 0,5 \cdot \sqrt{D_u \cdot (s_l - C) \cdot \cos \alpha}$$

масофадаги конусли қисми учун деворнинг қалинлиги

$$s_l = \frac{p_x}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p_x} \cdot \frac{D_u}{\cos \alpha} + C + C_1 = 2 = 19,1 \text{ м} \quad (4.14)$$

(4.13) ва (4.14) формулалардан топилган 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 ($D \geq 4000 \text{ мм}$) 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.

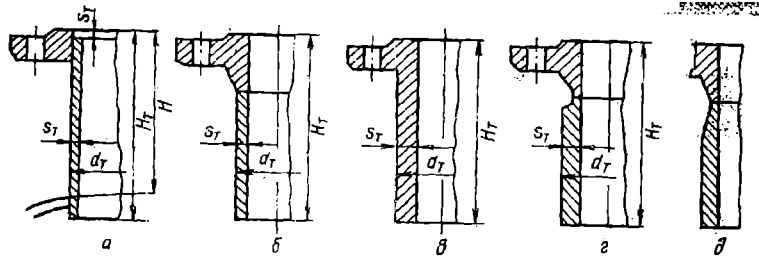
Кичик босим (0,07 МПа гача) ва қурилмаларнинг диаметри 400 мм гача бўлган ҳолларда текис днишелар қўлланилади [76].

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 ажралувчан (резьбали, фланецли, сальникли) ва ажралмас (пайвандланган, елимланган) бўлиши мумкин. Энг кенг тарқалган тури ажралувчан фланецли штуцерлар бирикматаридир.

Фланецли штуцерлар учун мустаҳкамлик 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 $+600^{\circ}\text{C}$ 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.

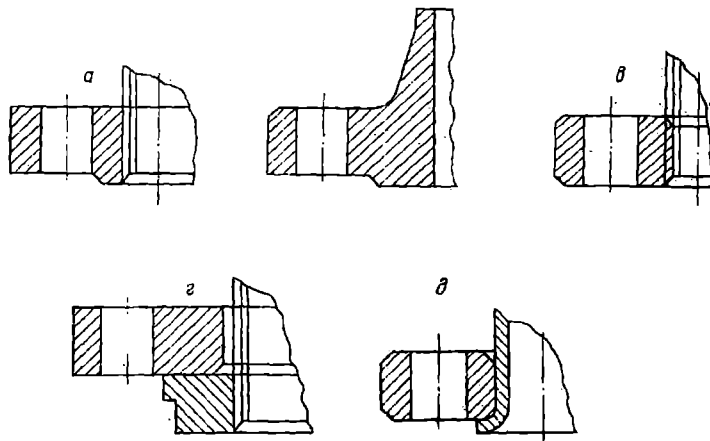
Ишлатилишига қараб фланецли бирикмалар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

- а) трубалар ва труба арматураси учун;
- б) курилмалар учун.

Фланецли бирикмалар 2 та симметрик фойлашган фланецдан, қистирма 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 ҳалқада эркин айланувчи;
- д) учи қайирилган патрубккада эркин айланувчи.

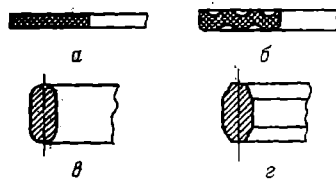


4.4-расм. Фланецлар конструкциялари.

а ясси пайвандланган; б учма-уч пайвандланган; в резьбали; г пайвандланган халқала эркин айланувчи; д учи қайирилган патрубқада эркин айланувчи.

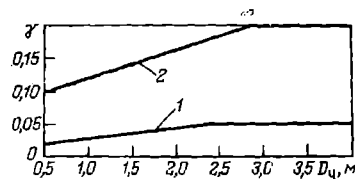
Агарда, босим $p \leq 4,0 \text{ МПа}$ ва $t \leq 300^\circ\text{C}$ бўлса, фланецли бирикмаларни бирлаштириш учун болт ишлатилса, $p > 4,0 \text{ МПа}$ ва $t > 300^\circ\text{C}$ да эса шпилька.

Фланецли бирикмаларни зичлаш учун металмас, асбометалл, металл ва комбинация натижасида ҳосил бўлган кистирмалар қўлланилади (4.5-расм) [36,37,67].



4.5-расм. Фланецли бирикма кистирмаларининг конструкциялари.

а текис; б гофриланган; в эллипс кўндаланг кесимли; г саккиз бурчак шаклидаги кўндаланг кесимли.



4.6-расм. γ коэффициентни аниқлаш диаграммаси.

1 текис фланец; 2 пайвандланган, бурчакли фланец.

Қистирмалар турлари, материаллари ва кулаш бўйича тавсиялар 4-4 жадвалда келтирилган.

Қистирмаларни танлаш

Қистирма конструкцияси	Материал	p , МПа	t , °С
Текис, металлмас	резина асбест паронит фторопласт	0,6 1,6 2,5 боғлиқ эмас	-30 ÷ 100 500 гача -200 ÷ 400 -200 ÷ 250
Текис, металл («шип-паз» типидаги зичлаш учун)	алюминий латунь пўлат	2,5	-200 ÷ 300
Текис ёки гофриланган	асбест, алюминий, мис, латунь, пўлатлардан ясалган қобиғада	6,4	-200 ÷ 550
Саккиз бурчакли ёки эллипс кўндаланг кесимли	пўлат	6,4	-200 ÷ 550

Фланецли бирикмаларнинг болт ва қистирмаларини ҳисоблаш фланец ва болтнинг температураларини аниқлашдан бошланади.

$$\text{фланецники} \quad t_{\phi} = t_p \quad (4.15)$$

$$\text{болтники} \quad t_b = 0,95 t_{\phi}$$

Сўнг, бирикмага таъсир қилаётган юклама топилади. Ички ортиқча босимдан $P_{p,и}$ тушаётган юклама ушбу формуладан аниқланади:

$$Q_{II} = 0,789 D_{y.p.k}^2 P_{p,и} \quad (4.16)$$

бу ерда $D_{y.p.k}$ - қистирманинг ўртача диаметри.

Болт ва фланецнинг температуралари фарқидан ҳосил бўладиган кучланишг:

$$Q_I = \gamma \cdot n f_b E_b \cdot t_{\phi} \cdot (\alpha_{\phi}^t - 0,95 \cdot \alpha_b^t) \quad (4.17)$$

бу ерда γ коэффициент, 4,6-расмда берилган диаграммадан топилади; n - болтлар сони; $f_b \approx 0,95 \cdot d_b^2$ болт кўндаланг кесимининг юзаси; d_b - болтнинг ташқи диаметри; E_b - ишчи температурадаги болт материалининг эластиклик модули; α_ϕ , α_b^t фланец ва болт материалларининг чизикли кенгайиш коэффициентлари.

Болт ўқидаги кучланиш P_b куйидаги 3 та миқдордан энг каттаси қабул қилинади:

$$P_{b1} = \pi D_{y.p.k} \cdot b_k \cdot q, \quad P_{b2} = \xi \cdot (\alpha_1 \cdot Q_D + R_{\Pi}), \quad P_{b3} = Q_D + R_{\Pi} + Q_t$$

бу ерда P_{b1} , P_{b2} , P_{b3} қистирмани дастлабки сиқиш, монтаж пайтида болтларни тортиш ва ишлатиш пайтида болтга таъсир этувчи энг катта кучланишлар; b_k - қистирманинг 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 қистирманинг эни; q қистирмага таъсир этувчи солиштирма юклама (4-5 жадвал).

$$\xi = \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} \quad \text{монтаж пайтидаги ва ҳисобланган температуралардаги}$$

фланец ёки болт материалларининг рухсат этилган кучланишларининг нисбати; α_1 фланец бирикмасининг қаттиқлик коэффициентлари; ($\alpha_1 = 1$ резина қистирмали бирикмалари учун; $\alpha_1 = 1,3$ қолган қистирмалар учун); R_{Π} - бирикмани герметик ҳолга келтириш учун зарур сиқиш кучи.

$$R_{\Pi} = 2 \cdot \pi D_{y.k} b_k m \cdot p_{p.u} \quad (4.18)$$

бу ерда m қистирма материали ва конструкциясига боғлиқ коэффициент (4-5 жадвал); $P_{p.u}$ ҳисобланган ички босим.

Сўнгра, болтнинг мустаҳкамлиги ушбу шартдан текширилади:

$$\sigma = \frac{1,3 P_b}{n f_b} \leq [\sigma]_b \quad (4.19)$$

бу ерда $[\sigma]_b$ максимал P_b юклама таъсир қилаётган температурада болт материали учун рухсат этилган кучланиш.

Металмас қистирмаларнинг мустаҳкамлиги эса, ушбу формула ёрдамида текширилади:

$$q_p = \frac{p \delta z}{\pi D_{y.p.к} b_k} \leq [q] \quad (4.20)$$

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:

$$\delta = a \sqrt{\frac{p_f \cdot (v_o - v)}{\sigma_{ps} \cdot (a - d) \cdot d}} + 0,012$$

бу ерда v_o болтлар жойлашгн айлана радиуси, м; v - қобигнинг ички радиуси, м; v ва d болтларнинг қадами ва диаметри, м; σ_{ps} эгилиш учун рухсат этилган кучланиш, МПа (мустахкамлик захираси одатда 5 7 га тенг); эгилиш кучланиши таъсир қилмайдиган фланецлар учун $a = 0,43$; $a = 0,6$ - эгилиш кучланиш таъсиридаги фланецлар учун; $p_f = \pi \cdot d^2 \cdot p / 4 \cdot z$ 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/см²) ва 43 та шартли ўтиш диаметрлар (15 2400 мм) босқичлари бор [42,49-51,54,56,57,59,74,94,95].

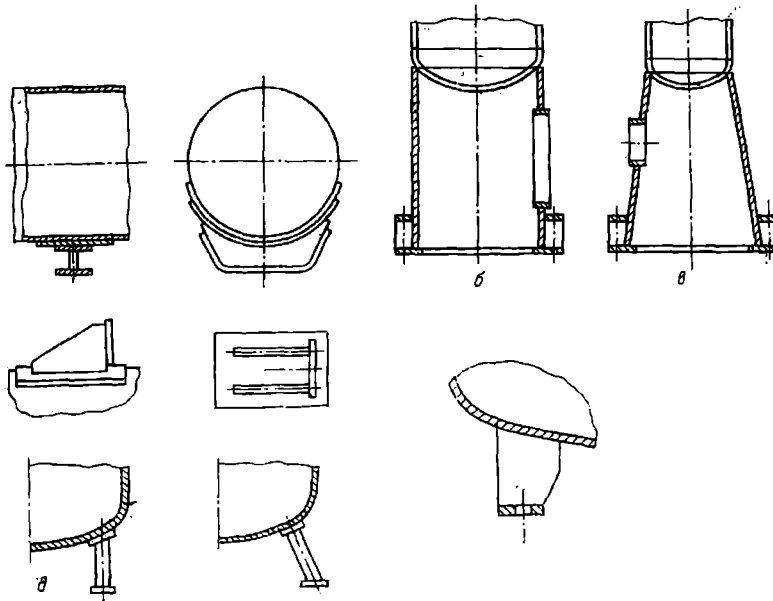
4-5 жадвал

Турли қистирмалар учун m , q , $[q]$ ларнинг қийматлари

Пара-метр	Текис, металлмас қистирма				Текис, металл қистирма			Асбест қобигли ясси қистирма				Эллипс ёки саккиз бурчак шаклли қистирма
	резина	кар-тон	па-ро-ро-нит	фто-ро-ро-ни-т	алю-ми-ний	ла-тунь	пўлат	алю-ми-ний	мис	ла-тунь	пўлат	
m	0,5÷1,0	2,5	2,5	2,5	4,0	4,75	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 қурилмалари 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) таянч лапалар; д) думалоқ кўндаланг кесимли, вертикал таянч; е) думалоқ кўндаланг кесимли, осма таянч; ж) думалоқ бўлмаган кўндаланг 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 таянч устунлар қўлланилади. Таянч устунлар вертикал (4.7д расм) ёки оғма (4.5е расм), думалоқ (4.7д,е расм) ёки думалоқ бўлмаган (4.7ж -расм) кўндаланг кесимли бўлиши мумкин.

Таянчлар сони қурилманинг конструктив тузилишига боғлиқ: лапалар сони 2 тадан, устунларниш сони эса 3 тадан кам бўлмаслиги керак.

4.6. КОЖУХ ТРУБАЛИ ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРНИНГ АСОСИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Кожух-трубали иссиқлик алмашилиш қурилмаларнинг асосий элементларига труба тўр пардаси, труба ва кожухлар киреди [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-муҳитдан чегаралаб туради [29,30,36].

Трубалар учи тўр пардаларга развальцовка, пайвандлаш, кавшарлаш ёки пайвандлаб развальцовка қилиш усулларида маҳкамланади.

Кимё-технологиясида иссиқлик алмашилиш қурилмаларида трубалар тўр пардага уч хил усул билан жойлаштирилиши мумкин: а) тўғри олтибурчак қирралари бўйлаб; б) концентрик айланалар бўйлаб; в) квадрат томонлари бўйлаб.

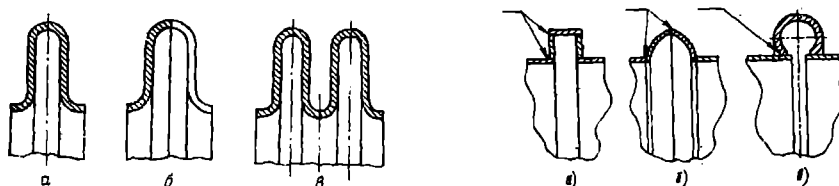
Трубалар жойлаштирилишининг минимал қадами t трубанинг ташқи диаметри $d_{\text{таш}}$ га боғлиқлиги 4-6 жадвалда келтирилган.

4-6 жадвал

Трубаларни тўр пардада жойлаштириш кадамлари

$d_{\text{таш}}$, мм	≤ 14	14 20	20 30	> 30
t	1,4 $d_{\text{таш}}$	1,35 $d_{\text{таш}}$	1,3 $d_{\text{таш}}$	1,25 $d_{\text{таш}}$

Қўзғалмас тўр пардали иссиқлик алмашилиш қурилмаларида температура таъсирида трубалар ва қобик ҳар хил узаяди. Шунинг учун бундай қурилмалар трубалар ва қобик ўртасидаги температуралар фарқи катта бўлмаганда трубаларнинг ҳар хил узайишини йўқотиш учун линзали компенсаторлар ишлатилади (4.8-расм). Уларни қурилмадаги босим $P_{\text{ш}} = 2,5 \text{ МПа}$, температуралар -70 дан 700°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 кўп линзали элемент;
г - трапецидал; д ярим сферик элементли; е тороидал.

Линзали компенсаторларни ҳисоблашда аввал трубалар ва қобикнинг температура таъсирида чизикли узайишларининг фарқи аниқланади:

$$\Delta_{\kappa} = \left[\alpha_{\kappa} (t_{\kappa} - t_0) - \alpha_{mp} (t_{mp} - t_0) \right] \cdot l \Delta t \quad (4.21)$$

бу ерда α_{κ} α_{mp} қобик ва труба материалларининг чизикли узайиш коэффициентлари; t_{κ} t_{mp} - қобик ва труба деворларининг ўртача температураси; t_0 - қурилмани йиғиш пайтидаги температура (20°C); t - труба түр пардалари орасидаги масофа; l қобик ва трубалар орасидаги ўрта температуралар фарқи. Уни қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta t = 0,5 \cdot \left[\left| t_1^1 - t_1^2 \right| - \left| t_{Tpaб}^1 - t_{Tpaб}^2 \right| \right] \quad (4.22)$$

бу ерда t_1 t_m труба ичидаги ва трубалараро бўшликдаги суюқликлар температураси; 1 ва 2 индекслар муҳитларни қурилмага кириш ва чиқиш шароитларини билдиради.

Линзали компенсаторлар сони ушбу тенгламадан топилади:

$$\frac{\Delta_{\kappa}}{\Delta_l} \quad (4.23)$$

бу ерда Δ_l - битта линзанинг температуралар таъсирида қобик ва труба узайишини йўқотиш қобилияти 4-7 жадвалдан танланади. Ҳисобланган z_{κ} қиймати бутун сонгача яхлитланади.

4-7 жадвал

Линзали компенсаторларнинг битта линзасининг
компенсация қилиш қобилияти

Босим $P, \text{ МПа}$	Қобигнинг 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

Харакатчан қатпоқчали ва U-симон трубаи 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 $k = 0,43$; $[\sigma]$, тўр парда материалнинг эгилишга рухсат этилган кучланиши; φ тўр пардага тешиқлар қилиниши натижасида мустаҳкамлигининг камайиши; C - жоррозия ва эрозияни ҳисобга олувчи қўшимча қалинлик.

Қурилма қобиғи цилиндрик обечайкасининг ўртача диаметри куйидаги формуладан аниқланади:

$$D = \frac{D_m + D_u}{2} \quad (4.25)$$

Қопқоқ бўшлиғидаги тўсиқлар.

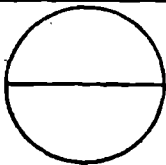
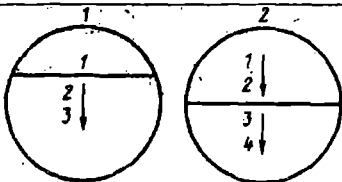
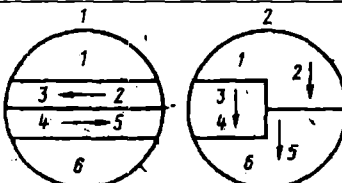
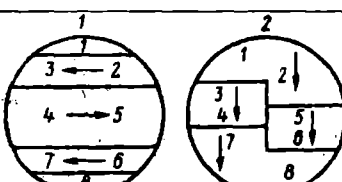
Трубалар ичида ҳаракат қилаётган суюқликларнинг тезлигини ошириш учун иссиқлик алмашиниш қурилмасининг қопқоқлар бўшлиғида тўсиқлар ўрнатилади. Бунинг натижасида суюқлик оқими учун йўллар сони иссиқлик алмашиниш юзалари, ортади (4-8 жадвал).

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 патрубкасига йўналади. Қопқоқдаги тўсиқлар сонини ўзгартириш орқали иссиқлик ташувчи муҳитлар учун керакли йўллар сонини олиш мумкин.

Тўсиқларнинг қалинлиги қопқоқ диаметрига боғлиқ. Кам легирланган ва углеродли пўлатлардан тайёрланган тўсиқларнинг қалинлиги $9 \div 16$ мм, мис ва никель қотишмалардан ясалганлари учун $6 \div 13$ 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 қўйилади.

Днише ичидаги тўсиқларни жойлаштириш
схемаси

Тўсиқлар	Схема	Йўллар сони
Биринчи днишеда битта, иккинчисида эса бўлмади		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

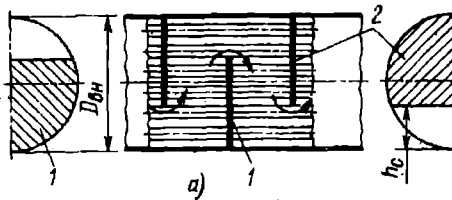
Трубалараро бўшлиқдаги тўсиқлар.

Маълумки, иссиқлик алмашилиш 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].

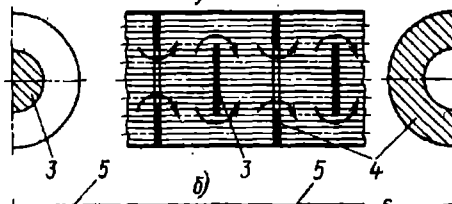
Трубалар пакетининг эгилиши ва тебранишини, ҳамда трубалараро бўшлиқдаги трубаларнинг кўндаланг оқим билан ювилиб туришини ташкил этиш мақсадида ва кожух ичида суюқлик ҳаракатининг тезликлари юқори бўлиши учун кўндаланг тўсиқлар ўрнатилади.

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.

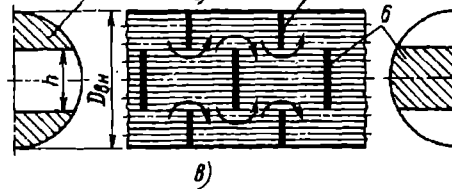
а) сегментли



б) диск-халқали



в) икки томонлама сегментли



4.9-расм. Кожух трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида қўлланиладиган кўндаланг тўсиқлар турлари.

Босим йўқотилиши Δp ни камайтириш мақсадида икки томонлама ва уч томонлама жойлаштириладиган сегмент тўсиқлар қўлланилади. Бу икки турдаги тўсиқлар Δp йукотилишини $60 \div 100 \%$ га пасайтириш имконини беради.

Тўсиқдан кесиб олинган қисми орқали суюқлик бир бўлимдан иккинчисига оқиб ўтади. Унинг баландлиги h нинг кожух диаметри $D_{нч}$ га нисбати одатда қуйидаги сон қийматларга тенг:

бир томонлама сегмент тўсиқ учун $h/D_{нч} = 0,15 \div 0,4$

икки томонлама сегмент тўсиқ учун $h/D_{нч} = 0,2 \div 0,3$

Кўндаланг 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 $D_{нч}$ ва трубалар узунлиги L га боғлиқлиги келтирилган.

Кожухнинг ички диаметри $D_{нч}$, мм	<325	<355	<355 (>1550)	>1550
Трубанинг таянчсиз узунлиги L , мм	<610	610÷1524	>1524 (<610)	>1524
Тўсиқларнинг умумий қалинлиги $\Sigma\delta$, мм	3÷4	4÷9	9÷10	19÷20

- б) "Текшир. рахбарнинг фамилияси, исми, шарифи, имзоси ва сана;
- в) "Т.назор. - техник назорат;
- г) "Рахбар" талабанинг раҳбари;
- 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 талаба 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 содалаштирилган график тасвири ва ўзаро технологик боғланишлари; шартли график, белгиланиш жадваллари, жараён параметрларини ўлчаш ва назорат қилиш нуқталари.

Ватман варағининг катта қисмида (одатда чап томонида) технологик схема жойлаштирилади; схеманинг асосий таркибий қисмлари ва элементлари бўлган штамп 12 мм юқорида қуйида келтирилган жадвал шаклида берилади. 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. А₁, А₂, В₁, В₂, Н₁, Н₂, ва хоказо деб белгиланиб ёзилади. Арматура ва ускуналар учун индекснинг катталиги 2 марта кичик қилиб ёзилади, масалан В₃, В₂, КП₁, КП₂, М₁, М₂.

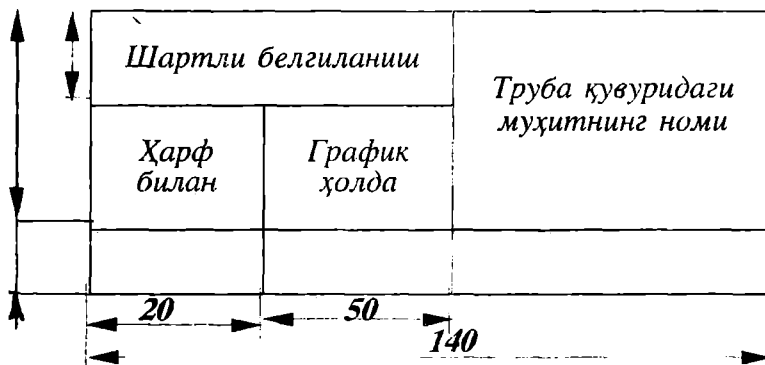
<< Номи >> деган бўлинмада элемент, қурилма ёки ускуналарнинг тегишли хужжатларида кўрсатилган номи қайд этилади.

<< Изох >> бўлинмасида элемент ёки қурилманинг иш унум- дорлиги, ўлчамлари кўрсатилади. Схемада кўрсатилган қурилма, машина ва арматуралар номининг биринчи ҳарфларига биноан белгиланади:

Номи	Белгиланиши	Номи	Белгиланиши
Қурилма	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	Сакловчи кран	СК
Ўлчагич	У		

Труба қувурлари, уларда урнатилган арматура ва ўлчаш асбоблари схемада вертикал ёки горизонтал холда тасвирланади. 1-Дуни назарда тутиш керакки, ҳамма чизиклар формат коғозининг хошиясига параллел бўлиши керак.

Труба қувурларининг шартли белгиланиши ва тасвирлаиши куйидаги берилган жадвалда батафсил баён этилиши зарур.



Ушбу жадвални тўлдириш намунаси илова 25-29 да келтирилган. Қурилма, машина ва бошқа ускуналар труба қувурларининг чизиклари 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 куйидаги маълумотларни ўз ичига қамраб 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;

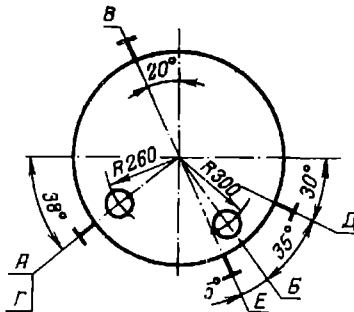
- штуцер; люк ва таянчларнинг ҳақиқий жойланиш схемаси ёки

кўриниши;

- патрубка ва штуцерларнинг кўриниш жадвали;
- техник ҳарактеристикаси;
- техник талаблар;
- қурилма таркибий қисмларининг руйхати.

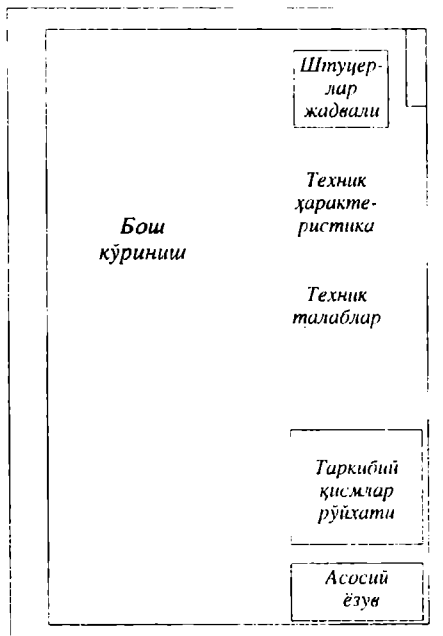
Умумий кўриниш чизмасида штуцер, лаз, люк ва таянчлар шартли сурилган ҳолда кўрсатилиши мумкин, аммо қурилманинг баландлиги ёки узунлиги буйича уларни кучириб бўлмайди.

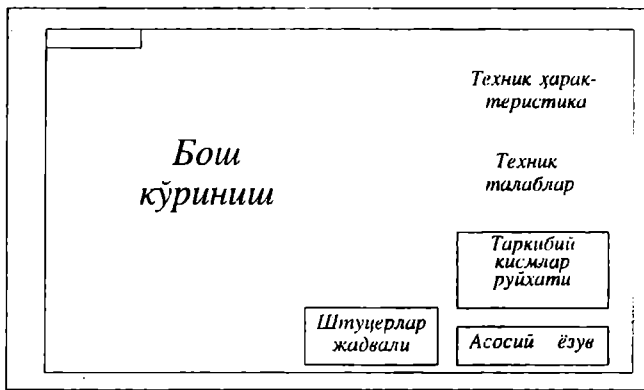
Қурилманинг албатта штуцер, люк, лаз, таянч ва хоказоларининг ҳақиқий жойлашиши тасвирланиши керак. Агарда бундай тасвир чизилмаган бўлса, унда 5.2 расмда кўрсатилгандек схематик тасвир чизилади ва унда штуцер, люк, лаз, таянч ва хоказолар шартли равишда кўйиб чиқилади [87,89,92,97-99]



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 сарлавҳа ёзилади.

Кўшимча тасвирлар (кўриниш, қирқим, кесим ва хоказолар) иложи борица тушунтирилади 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:

кайси ГОСТ, ОСТ ёки ТУ асосида тайерланиши 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 ясаш, емирилишига қаршиқилинадиган қоплама ва бошқалар.

Атмосфера босимида ишлатилаётган қурилмаларга Ўзбекистон Республикаси «Саноат ва тоғ конларидаги ишларни ҳавфсиз олиб боришни бошқариш назорат агентлиги» коидалари 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 Ўдона	Материал номи ва маркаси	Эслатма

Ушбу жадвалнинг ҳар бир қаторига қурилма қисмлари ёки деталларининг номлари ёзилади, аммо «икки қават» қилиб езиш мумкин эмас.

Агарда, номлар бир қаторга сиғмаса, уни икки қаторда баён этиш рухсат этилади.

Қисм ва деталларнинг номлари жадвалга, юқоридан пастга қараб, тартиб билан ёзилади.

ВАКУУМ-НАСОСНИ ҲИСОБЛАШ

Вакуум-насоснинг иш унумдорлиги $G_{\text{хаво}}$ барометрик конденсатордан сўриб олинган газ (хаво) нинг миқдори билан белгиланади ва ушбу формуладан аниқланади:

$$G_{\text{хаво}} = 2,5 \cdot 10^{-5} (w_3 + G_{\text{сув}}) + 0,01 w_3 \quad (5.1)$$

бу ерда $2,5 \cdot 10^{-5}$ - 1 кг сувдан ажратиб чиқадиган газ миқдори; 0,01 конденсаторнинг зичланиши пасайганлиги сабабли унга сўриб олинаётган газ миқдори (1 кг буғга мос). Унда,

$$G_{\text{хаво}} = 2,5 \cdot 10^{-5} (3,47 + 64,63) + 0,01 \cdot 3,47 = 36,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг / с}$$

Вакуум-насоснинг ҳажмий иш унумдорлиги эса,

$$V_{\text{ҳажм}} = \frac{R \cdot (273 + t_{\text{хаво}}) G_{\text{хаво}}}{M_{\text{ҳаво}} P_{\text{ҳаво}}} \quad (5.2)$$

бу ерда R универсал газ доимийси; M ҳавонинг молекуляр массаси, кг/кмоль; $t_{\text{хаво}}$ ҳаво температураси, °C; $P_{\text{ҳаво}}$ барометрик конденсатордаги қуруқ ҳавонинг парциал босими, Па.

Ҳавонинг температураси ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$t_{\text{хаво}} = t_{\text{бощ}} + 4 + 0,1 \cdot (t_{\text{ох}} - t_{\text{бощ}}) = \quad (5.3)$$

$$20 + 4 + 0,1 \cdot (50,6 - 20) = 27^\circ \text{C}$$

Ҳавонинг босими:

$$P_{\text{хаво}} = P_{\text{б.к}} - P_{\text{буғ}} \quad (5.4)$$

га тенг бўлади. Бу ерда $P_{\text{буғ}}$ $t_{\text{хаво}} = 27^\circ\text{C}$ да қуруқ тўйинган бугнинг 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 қолдик босим $P_{\text{бк}}$ маълум бўлса, каталог ёрдамида ВВН-25 типдаги вакуум насос танланади [38,85].

АСОСИЙ КОНСТРУКЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИ ТАНЛАШ

Кимё ва озиқ-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 хусусиятлари ҳисобга олиниши керак [20]:

- мустаҳкамлиги;
- иссиқликка бардошлилиги;
- емирилишга қарши кимёвий чидамлилиги;
- физик хоссалари;
- технологик ҳарактеристикалари, 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 чидамлиликка 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 гурухи	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 куриб чиқамиз.

Конструкцион 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 тайерлашда 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: • С=3,0-3,6; Si=1,6-2,4%; Mn=0,5-1,0 %; P<0,8%; S<0,12%.

Чўянларнинг физик хоссалари қуйидаги маълумотлар билан характерланади:

зичлиги	$\rho = 6600 \quad 7700 \text{ кг/м}^3$
эриш температураси	$t = 1050 \quad 1573 \text{ К};$
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 25 \quad 59 \text{ Вт/м} \cdot \text{К};$
солиштирама иссиқлик сифими	$c_p = 0,5 - 4,5 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К};$
- чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = (16,7 \quad 17,6) \cdot 10^{-6} / \text{К}.$

Чўянлар нархи паст ва ўртача механик хоссаларга эга бўлгани учун техниканинг турли соҳаларида кенг қўлланишига олиб келди.

Пўлат. Бу материалсиз техника ҳозирги кундаги юқори мавқеига эришмаган бўларди. Бунга сабаб, пўлатнинг мустақамлиги, динамик юкламаларга бардошлиги, қуйилиш, болғаланиш, штампланш ва пайвандланиш қобилиятига эгаллиги, станокларда қайта ишланишига мойишлиги, арзонлиги ва мўллимдир.

Пўлатларда углерод миқдори 1,5% гача бўлса, конструкцион пўлатларда эса 0,7% дан ортмайди.

Пўлатларнинг физик хоссалари куйидаги маълумотлар билан характерланади:

- | | |
|-------------------------------|--|
| зичлиги | $\rho = 7790 - 7900 \text{ кг/м}^3$; |
| - эриш температураси | $t_{\text{эп}} = 1400 - 1500 \text{ К}$; |
| - 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 коэффициенти | $\chi = (11,7 \quad 12,3) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$. |

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 миқдорида, асбобсозлик ва зангламайдиган пўлатлар учун фоизнинг ундан бир улуши миқдорида); харфлар легирловчи элементларни (жадвалга қара); 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
Ваннадий	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, мустақамлиги учун турли соноатларда кенг қўлланилмоқда.

Ҳозирги кунда мамлакатимиз корхоналарида қурилмаларни 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	$t_p = 1400 \text{ }^\circ\text{C}$;
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 14\text{-}18 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$;
иссиқлик сиғими	$C_p = 0,475 \text{ } 0,650 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$;
чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = 17,3\cdot 10 \text{ 1/К}$.

РАНГЛИ МЕТАЛЛАР. Кимё саноатида рангли металллардан алюминий, мис, никель, қўрғошин, титан, танталлар қурилмалар ясашда қўлланилади. Рангли металллардан ясалган қурилма деворларининг температураси қуйидагидан ошмаслиги керак:

Алюминий учун	200 $^\circ\text{C}$
Мис ва унинг қотишмалари учун	250 $^\circ\text{C}$
Никель учун	- 500 $^\circ\text{C}$
Қўрғошин учун	140 $^\circ\text{C}$
Тантал учун	1200 $^\circ\text{C}$

АЛЮМИНИЙ кумушсимон, ок, енгил ва болғаланувчан, коррозияга бардошли металдир. Кимёвий қурилмаларни ясашда 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	$t_p = 675 \text{ } 950 \text{ }^\circ\text{C}$;
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 206 \text{ } 218 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$;
солиштира иссиқлик сиғими	$c_p = 0,913 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$;
чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = 2,4\cdot 10 \text{ 1/К}$.

Агрессив мухитлар таъсирига алюминий жуда чидамли, шу жумладан концентрацияланган азот, фосфор ва сирка кислоталар, қуруқ хлор ва водород хлоридлар, олтингугурт буғларига ҳам узоқ муддат давомида бардош бера олади.

МИС пушти-кизил рангли металл. Эпг қиммат, конструкция 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	$t_p = 1083^\circ\text{C}$;
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 1596 \text{ } 2233 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
солиштира иссиқлик сиғими	$c_p = 0,44 \text{ } 0,62 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = 16,7 \text{ } 22,3\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

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 кг/мм^2 гача ортади.

Ўта паст температураларда ишлайдиган қурилмалар учун мис каби

конструкцион материални хеч қандай материал ўрнини боса олмайди.

КЎРҒОШИН куқимтир, кул ранг, болғаланувчан металл. Бир пайтлар, бу материал қурилмалар қуришда катта ва муқим аҳамиятга эга бўлган. Бунга сабаб, унда туз ва сульфат кислотага нисбатан чидамли химоя қопламасининг хосил бўлишидир. Лекин унинг жуда юмшоқлиги, осон ва паст температурада эриши, катта зичлиги ва қимматлиги борган сари камрок қўлланиши сабаб бўлмоқда.

Хозирги 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	$\rho = 10130 \quad 11350 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси	$t_{\text{эп}} = 327 \text{ }^\circ\text{C}$;
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 14,9 - 34,9 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
солиштирма иссиқлик сиғими	$c_p = 0,13 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
- чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = (12,3 - 14,9) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

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 хоссали бўлгани сабабли машинасозлик соҳаси учун кулай материал ҳисобланади. Никельнинг физик хоссалари қуйидагича:

зичлиги	$\rho = 8830 - 8850 \text{ кг/м}^3$;
эриш температура	$t_{\text{эп}} = 1452 \text{ }^\circ\text{C}$;
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 55,0 \quad 56,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
солиштирма иссиқлик сиғими	$c_p = 0,575 - 0,586 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = (18,2 \quad 18,3) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

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°С температурада газларни ютиш қобилиятига эга. Титан 40%-ли Н₂SO₄ кислотасида каттик коррозияга учрайди. Лекин, шуни унутмаслик керакки, титандан ясалган қурилма, пўлатдан ясалганга нисбатан 8-10 баробар қимматдир. Титан қуйидаги физик хоссаларга эга:

зичлиги	$\rho = 4320 \quad 4500 \text{ кг/м}^3$.
- эриш температураси	$t_{\text{эп}} = 1710 - 1750 \text{ }^\circ\text{C}$;
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 15,1 \quad 19,4 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
солиштирма иссиқлик сиғими	$c_p = 0,543 \quad 0,635 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = (8,0 - 8,4) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

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 коэффициенти 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 пўлатдан 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	$t_{\text{эп}} = 3000^\circ\text{C}$;
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 48,0 - 100 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
солиштира иссиқлик сифими	$c_p = 0,136 - 0,2 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = (5 - 99) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

ЛАТУНЬ мис ва руҳдан иборат қотишма. Кўп компонентли латунь таркибига мис ва руҳдан ташқари, алюминий, кремний, кўрғошин, 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	$t_{\text{эп}} = 940^\circ\text{C}$;
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 105 - 116,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
солиштира иссиқлик сифими	$c_p = 0,385 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = 20,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

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	$t_{\text{эп}} = 935 - 1140^\circ\text{C}$;
иссиқлик ўтказувчанлиги	$\lambda = 32,0 - 105 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
солиштира иссиқлик сифими	$c_p = 0,385 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
чизикли кенгайиш коэффициенти	$\chi = (1,5 - 1,95) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

ПЛАСТМАССАЛАР юқори коррозион 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 кушилади.

Хамма пластмассалар 2 гуруҳга бўлинади:

1) термопластлар; 2) реактопластлар.

Термопластлар иситилганда юмшаш, совитилганда қотиш хоссасига

эга ва бу жараёни бир неча марта қайтарса бўлади.

Реактопластлар эса, иситилганда эрийди ва маълум бир температурагача қиздирилса қотиб қолади ва қайта юмшамайди, эрмайди.

ШИША ПЛАСТИКЛАР - полиэфир смолалар ва шиша толаларидан ташқил қилинган сунъий материал. Ундан йирик, ўлчамлари катта дистилляция колонналар, скрубберлар, омборлар, диаметри 4,5 м, баландлиги 6 м ли идишлар яшаш мумкин. Шиша пластиклар 20°C ёки ундан озгина юқори температурада қиздирилса, полимеризация бўлади.

ФТОРОПЛАСТ-4. Қайишқоклиги юқори, электр токни ўтказмайдиган, иссиқликка чидамли, -200+500°C температурада ишлатилиши мумкин. Кимёвий муҳитларга ўта чидамлилиги, унинг яхши хоссаларидан биридир. Бу кўрсаткич буйича пластмассалар, Au, Pt, эмаль, махсус қотишма ва бошқа материаллардан устундир.

Фторопласт-4 дан ҳар хил қалинликдаги листлар, трубалар, юпка деворли цилиндрлик идишлар, мембраналар, сифонлар ва бошқа турли маҳсулотлар тайерлаш мумкин.

Айниқса, қурилмалар учун қистирма сифатида фойдаланишда унга тенг келадиган материал йўқдир.

Ўлдирувчисиз пластмассаларнинг чидамлилиги қуйидаги хоссалар билан ҳарактерланади:

1. Пенопластлар паст концентрацияли кислота, ишқор ва органик эритмаларга нисбатан чидамли. Аммо, H₂SO₄, олеум, HNO₃ ва концентранган ишқорларга бардош бера олмайди;

2. Шиша пластиклар бензин, метанол, бўтанол, этил ацетат, 10% ли азот, фосфор ва водород хлорид кислоталарга нисбатан чидамли;

3. Фторопластлар ҳамма кислота ва ишқорларга нисбатан паст ва юқори температураларга 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 емиради.

Пластмассаларни металллар билан таккосташ шуни кўрсатадики, пластмассалар бир неча афзалликларга эга:

а) солиштира оғирлиги кичик; б) солиштира мустаҳкамлиги юқори; в) технологик хоссалари яхши; г) коррозия бардошлилиги юқори.

5-3 жадвал

Паст, ўрта ва юқори босимли кимёвий қурилмалар учун тавсия этиладиган пўлатлар

Пўлат гуруҳи	Марка	Рухсат этиладиган ишчи параметрлар		Тахминий қўлланиш соҳаси
		Босим МН/м ²	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 тўр пардаси ва бошқа деталлар учун
				Курилма, идиш, иситкич обечайкалари, патрубккалари ва бошқа деталлари учун
оддий сифатли углеродли пўлат	Ст.5	5	30 дан + 425 гача	Фланец, труба тўр пардаси ва бошқа деталлар учун
				Болт, шпилька ва пайвандланмайдиган деталлар учун
	0,8 кп	1,6	10 дан + 350 гача	Эмалланиши керак бўлган обечайка, қопқоқ ва бошқа деталлар учун
	10		40 дан + 450 гача	
	20	20	40 дан + 475 гача	Обечайка, қопқоқ, 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, қопқоқ, 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, қопқоқ, 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, қопқоқ, фланец, болт, гайка ва бошқа деталлари учун
	2Х13			1Х13 материал қўлланиладиган

Коррозия, иссиқлик-ка бардош ва иссиқлик-ка чидам-ли юкори легирланган пўлат		1,6		соҳа учун, пайвандланмайдиган вал, ўк, болт, гайка ва бошқа деталлар учун	
	1X13 Л 2X13 Л		1X13 материал қўлланиладиган соҳа учун, куйма, нефт кимё, қурилмаларнинг қобиғи, қопкоғи, фланец ва бошқа деталлари учун		
	X17		Озиқ-овқат, нефтни қайта ишлаш, азот кислотасини ишлаб чиқариш соҳасида узлукли, юклама таъсири йўқ, масъулияти кам қурилмаларнинг обечайка, днише, труба пакети, змеевик ва бошқа деталлар учун. Ушбу материал X18 H10T пўлатнинг ўрнини босувчи материал сифатида тавсия этилади		
	X25TL		20 дан + 700 гача	X25T пўлат қўлланиладиган соҳадаги куйма қурилмаларнинг қобиғи, қопкоғи, фланец ва бошқа деталлари учун.	
	X28		20 дан + 600 гача	Суюқ ва газли ўртача агрессив муҳитда юкори температурада ўзгармас ва ўзгарувчан юклама тушмайдиган, масъулияти кам кимёвий қурилмалар учун	
	X28AH		20 дан + 400 гача	Озиқ-овқат саноатида, ўртача агрессив муҳитларда ишлатиладиган, пайвандланган қурилмаларнинг обечайка, днише ва бошқа деталлари учун.	
	X28H4		20 дан + 700 гача	Газли коррозия шароитида ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, масъулияти кам кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днише ва бошқа деталлар учун	
	1X17H2		20 дан + 600 гача	Паст ва ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днише ва бошқа деталлари учун	
	1X21H5T OX21H5T		6,4	100 дан + 600 гача	Ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмалардаги X18H10T пўлатнинг ўрнига қўллаш учун тавсия этилади
	OX21H6M2				Юкори 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 озик-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 озик-овқат, гўшт-сут, спирт ва бошқа саноатларда пайвандланган қурилмалардаги Х18Н10Т пўлатнинг 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 патрубккалари ва бошқа деталлари учун
	Х18Н9ТЛ			Юқори ва ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, кимёвий куйма қурилмаларнинг кобиги, копкоги, фланец ва бошқа деталлари учун
	Х17Н13М2 Т	Чеклан маган	-196 дан +700 гача	Юқори ва ўта агрессив муҳитларда ишлайдиган, Х18Н10Т, ОХ18Н10Т ва ОХ18Н12Б пўлатлар 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

				Курилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун
	OX23H28 M3 ДЗТ			Сульфат кислота, таркибида фторли бирикмалар бор, +80°C дан кам бўлган температурали фосфор кислотали (32-50% P ₂ O ₅) ва температураси +70 °C дан паст 25% ли кремний-фтор-водородли кислота муҳитла-рида ишлайдиган пайвандланган кимёвий қурилмалар обечайка, днище ва бошқа деталлари учун
Икки каватли (биметал) пўлатлар	Ст.3+OX1 3	5	-40 дан +425 гача	Таркибида олтингугурт бор иссиқ муҳитларда ишлайдиган пайвандланган, нефть кимёси қурилмаларидаги обечайка, днище, патрубкка ва бошқа деталлари учун
	20K+OX13	Чекланмаган	-40 дан +475 гача	
	12MX+OX 13		-40 дан +540 гача	
	Ст.3+X18 Н10Т	5	-30 дан +400 гача	Уртача ва ўта агрессив муҳитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днище, патрубкка ва бошқа деталлари учун
	20K+X18Н 10Т	Чекланмаган	-40 дан +400 гача	
	20K+X17Н 13М2Т			

5-4 жадвал

Курилмалар ва труба қувурларининг қўзғалмас, йиғма бирикмаларини зичлаш учун тавсия этиладиган металмас қистирма материаллар

Қистирма материалнинг номи	Зичлиги ρ , кг/м ³	Сортамент, мм	
		Қалинлиги	Лист ўлчамлари
Картон, сув ўтказмайдиган	900÷1000	1; 1,5; 2; 2,5; 3	750x1500; 950x1500; 1000x1000; 1000x1500
Картон, А маркази	800÷850	0,5; 0,8; 1; 1,5	750x1500; 950x1500; 1000x1000; 1000x1500
Картон, 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, куйидаги материаллар ҳам кистирма сифатида ишлатилади: мис (куйдирилган), алюминий (юмшок), зангламайдиған пўлат, никель, монель, кўргошин.

ИССИҚЛИК ҚОПЛАМАНИНГ ҚАЛИНЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Иссиклик қопламасининг қалинлиги $\delta_{\text{коп}}$ унинг юзасидан атроф муҳитга ва қоплама қалинлигидан ўтаётган солиштирма иссиқлик микдорларининг тенгламасидан топилади:

$$\alpha_{\text{таш}} \cdot (t_{\text{д2}} - t_{\text{атроф}}) = \frac{\lambda_{\text{к}}}{\delta_{\text{к}}} \cdot (t_{\text{д1}} - t_{\text{д2}}) \quad (5.6)$$

бу ерда $\alpha_{\text{таш}}$ иссиқлик қопламасининг ташқи юзасидан атроф муҳитга иссиқлик бериш коэффициентини [1]:

$$\alpha_{\text{таш}} = 9,3 + 0,058 \cdot t_{\text{д2}} \quad (5.7)$$

$t_{\text{д2}}$ иссиқлик қопламасининг ташқи муҳит томонидаги юзасининг температураси бўлиб ёпиқ иншоотларда ишлатилаётган қурилмалар учун $t_{\text{д2}} = 35 \div 40^\circ\text{C}$, очик ҳавода ишлатилаётган қурилмалар учун эса, $t_{\text{д2}} = 0 \div 10^\circ\text{C}$; $t_{\text{д1}}$ иссиқлик қопламасининг қурилма томонидаги температураси бўлиб кўпинча $t_{\text{д1}} = t_{\text{ис.бур}}$ $t_{\text{хаво}}$ атроф муҳит температураси, $^\circ\text{C}$; $\lambda_{\text{к}}$ қоплама материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Иссиқлик қопламасининг қалинлиги куйидагига тенг бўлади:

$$\alpha_{\text{таш}} = 9,8 + 0,058 \cdot 40 = 11,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Иссиқлик қопламасининг материали сифатида совелитни (85% магнезия+15% асбест) танлаймиз [18], чунки унинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини $\lambda_{\text{к}} = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Унда, қопламаниннг қалинлиги

$$\delta_{\text{к}} = \frac{0,09 \cdot (183,2 - 40,0)}{11,6 \cdot (40,0 - 20,0)} = 0,055 \text{ м}$$

Ўзбекистон Республикаси
Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Тошкент кимё-технология институти

“Кимёвий-технология жараёнлари ва қурилмалари”
кафедраси

“Суткасига 40 т пахта чигитини қуритиш учун мавҳум
қайнаш қатламли қуритгич” 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-холати						+3,0
6	Иккинчи ўринбосарларнинг мета-холати						+1,0
7	$\begin{array}{c} R & & R \\ & \diagdown & / \\ & CH & CH \\ & / & \diagdown \\ R & & R \end{array}$						+8,0
8	$\begin{array}{c} R \\ \\ R - C - R \\ \\ R \end{array}$						+13,0
9	$\begin{array}{c} O \\ // \\ R - C \\ \backslash \\ H \end{array}$						+16,0
10	$\begin{array}{c} O \\ // \\ R - C \\ \backslash \\ CH_2 \end{array}$						+5,0
11	-CH=CHCH ₂ X (X манфий гуруҳ)						+4,0
12	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ CH \\ \diagup \\ R \end{array} X \text{ (X манфий гуруҳ)}$						+6,0
13	OH						+24,7
14	COO						-19,6
15	COOH						-7,9
16	NO ₂						-16,4

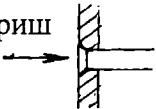
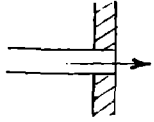
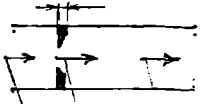
Баъзи газлар учун $\sqrt{MT_{кр}}$ нинг кийматлари

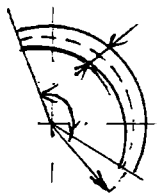
<i>Газ</i>	<i>M</i>	<i>T_{кр}</i>	$\sqrt{MT_{кр}}$
Сув буги	18	647	108
Хаво	29	132,7	61,9
Углерод диоксиди	44	304	115,5
Азот	28	126	59,5
Кислород	32	154	70,2
Водород	2	33	8,13
Углерод оксиди	28	134	61,4
Метан	16	190	55,1
Этилен	28	283	89,0
Этан	30	305	95,6
Пропан	44	370	128
Бутан	58	426	157
Пентан	72	470	184
Гексан	86	508	209

Суюқлик ва эритмаларнинг сиртий таранглиги

<i>Суюқлик</i>	<i>Температура, °C</i>	<i>Сирт таранглик, $\sigma \cdot 10^3, Н/м$</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 ₃	+20	72,8
KCl	+20	74,8
K ₂ CO ₃	+20	77,0
NH ₄ Cl	+20	74,5
KNO ₃	+20	73,6

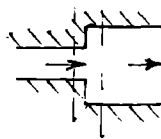
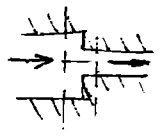
Маҳаллий қаршиликлар коэффицентлари

Қаршиликлар тури	Маҳаллий қаршилик коэффицентларининг қийматлари																												
Трубага кириш 	Ўткир қиррали: $\zeta = 0,5$ Силликланган қиррали: $\zeta = 0,2$																												
Трубадан чиқиш 	(1.49) формула ёрдамида Δp ҳисобланса [4,5], ушбу ζ қаршилик қиймати ҳисобга олинмайди $\zeta = 1$																												
Тўғри трубада ўткир қиррали диафрагма  d_o - диафрагма тешиги, м; δ - диафрагма қалинлиги, м; w - оқимнинг тешикдаги ўртача тезлиги, м/с; w - оқимнинг трубадаги ўртача тезлиги, м/с $m = (d_o/D)^2$ D - трубаининг диаметри, м.	$\frac{\sigma}{d_o} = 0 - 0,015$ бўлганда, босимнинг йўқотилиши $\Delta p = \zeta \cdot \frac{\rho w^2}{2}$ га тенг бўлади. ζ нинг қиймати ушбу жадвалдан ζ топилади.																												
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>m</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>ζ</td> <td>7000</td> <td>730</td> <td>245</td> <td>117</td> <td>65,5</td> <td>40,0</td> </tr> <tr> <td>m</td> <td>0,24</td> <td>0,2</td> <td>0,34</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>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	ζ	7000	730	245	117	65,5	40,0	m	0,24	0,2	0,34	0,5	0,7	0,9	ζ	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																							
ζ	7000	730	245	117	65,5	40,0																							
m	0,24	0,2	0,34	0,5	0,7	0,9																							
ζ	32,0	22,3	13,1	4,00	0,97	0,13																							
Думалок ёки тўртбурчак кўндаланг кесимли тирсак	Қаршилик коэффиценти қуйидаги жадвалдан топилади $\zeta = AB$																												



d-трубанинг ички диаметри, м; R_0 трубанинг букланиш радиуси

	<p>φ бурчаги, градус</p> <table border="1"> <tr> <td>20</td> <td>45</td> <td>90</td> <td>130</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0,31</td> <td>0,6</td> <td>1,0</td> <td>1,120</td> <td>1,40</td> </tr> </table>	20	45	90	130	180	A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40											
20	45	90	130	180																			
A	0,31	0,6	1,0	1,120	1,40																		
	<table border="1"> <tr> <td>R/d</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0,21</td> <td>0,15</td> <td>0,11</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> <td>0,04</td> <td>0,03</td> </tr> </table>	R/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50	B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03						
R/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50																
B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03																
90° ли стандарт чўян тирсак	<table border="1"> <tr> <td>Шартли ўтиш, мм</td> <td>12,5</td> <td>25</td> <td>37</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>2,2</td> <td>2</td> <td>1,6</td> <td>1,1</td> </tr> </table>	Шартли ўтиш, мм	12,5	25	37	50	ζ	2,2	2	1,6	1,1												
Шартли ўтиш, мм	12,5	25	37	50																			
ζ	2,2	2	1,6	1,1																			
Нормал вентиль	<p>Вентиль тўлиқ очик бўлганда қийматлари:</p> <table border="1"> <tr> <td>D, мм</td> <td>13</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>80</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10,8</td> <td>8,0</td> <td>4,9</td> <td>4,0</td> <td>4,1</td> <td>4,4</td> <td>4,7</td> <td>5,1</td> <td>5,5</td> </tr> </table>	D, мм	13	20	40	80	100	150	200	250	350		10,8	8,0	4,9	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1	5,5		
	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														
Тўғри йўлли вентиль	<p>$Re \geq 3 \cdot 10^5$ бўлганда ζ қуйидаги жадвалдан аниқланади:</p> <table border="1"> <tr> <td>D, мм</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>76</td> <td>150</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>1,04</td> <td>0,79</td> <td>0,60</td> <td>0,42</td> <td>0,32</td> </tr> </table> <p>$Re < 3 \cdot 10^5$ бўлганда, қаршилиқ коэффициент $\zeta = \zeta_1 \cdot K$</p> <p>ζ қиймати $Re > 3 \cdot 10^5$ дагидек топилади,</p> <p>K қиймати эса ушбу жадвалда берилган:</p> <table border="1"> <tr> <td>Re</td> <td>5000</td> <td>20000</td> <td>100000</td> <td>300000</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>1,40</td> <td>0,94</td> <td>0,91</td> <td>1</td> </tr> </table>	D, мм	25	50	76	150	250	ζ	1,04	0,79	0,60	0,42	0,32	Re	5000	20000	100000	300000	K	1,40	0,94	0,91	1
	D, мм	25	50	76	150	250																	
	ζ	1,04	0,79	0,60	0,42	0,32																	
Re	5000	20000	100000	300000																			
K	1,40	0,94	0,91	1																			
	<table border="1"> <tr> <td>Шартли ўтиш диаметри, мм</td> <td>13</td> <td>19</td> <td>25</td> <td>32</td> <td>38</td> <td>50</td> <td>ва юқори</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </table>	Шартли ўтиш диаметри, мм	13	19	25	32	38	50	ва юқори		4	2	2	2	2	2	2						
Шартли ўтиш диаметри, мм	13	19	25	32	38	50	ва юқори																
	4	2	2	2	2	2	2																
Кран	<table border="1"> <tr> <td>Шартли ўтиш диаметри, мм</td> <td>13</td> <td>19</td> <td>25</td> <td>32</td> <td>38</td> <td>50</td> <td>ва юқори</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </table>	Шартли ўтиш диаметри, мм	13	19	25	32	38	50	ва юқори		4	2	2	2	2	2	2						
Шартли ўтиш диаметри, мм	13	19	25	32	38	50	ва юқори																
	4	2	2	2	2	2	2																

Задвижка	Шартли ўтиш		15-10	175-200	300 ва юқори			
	Диаметри, мм		ζ	0,5	0,25	0,15		
Трубаинг бирдан кенгайиши 	$Re = \frac{w_o \cdot d_o}{\nu}$		F_o / F_1					
							0,1	0,2
	F_o - кичик кўндаланг кесим юзаси, м ² ; w - кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, м/с; F_1 - катта кўндаланг кесим юзаси, м.		10					
			100	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
Трубаинг бирдан торайиши 	$Re = \frac{w_o \cdot d_o}{\nu}$		F_o / F_1					
							0,1	0,2
	F_o кичик кўндаланг кесим юзаси, м ² ; w - кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, м/с; F_1 - катта кўндаланг кесим юзаси, м.		10	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
			100	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90
		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 ³ /с	H, м суюқ.уст	n, с ⁻¹	η _н	Электродвигатель		
					тури	N _{дв} , кВт	η _{дв}
X2/25	4,2·10 ⁻⁴	25	50		АОЛ-12-2	1,1	
X8/18	2,4·10 ⁻³	11,3	48,3	0,40	АО2-31-2	3	-
		14,8 18			BAO-31-2	3	0,82
X8/30	2,4·10 ⁻³	17,7	48,3	0,50	АО2-32-2	4	
		24 30			BAO-32-2	4	0,83
X20/18	5,5·10 ⁻³	10,5	48,3	0,60	АО2-31-2	3	
		13,8 18			BAO-31-2	3	0,82
X20/31	5,5·10 ⁻³	18	48,3	0,55	АО2-41-2	5,5	0,87
		25 31			BAO-41-2	5,5	0,84
X20/53	5,5·10 ⁻³	34,4	48,3	0,50	АО2-52-2	13	0,89
		44 53			BAO-52-2	13	0,87
X45/21	1,25·10 ⁻²	13,5	48,3	0,60	АО2-51-2	10	0,88
		17,3 21			BAO-31-2	10	0,87
X45/31	1,25·10 ⁻²	19,8	48,3	0,60	АО2-52-2	13	0,89
		25 31			BAO-52-2	13	0,87
X45/54	1,25·10 ⁻²	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 ⁻²	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 ⁻²	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 ⁻²	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 ⁻²	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 ⁻²	20	48,3	0,65	BAO-71-2	30	0,89
		24			АО2-72-2	30	0,89
		29			АО2-81-2	40	-
X160/49/2	4,5·10 ⁻²	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 суюқликларни узатиш учун мўлжалланган суюқлик таркибидаги қаттиқ заррачалар микдори 0,2% ошмаслиги керак.

ИЛОВА 7

**Марказдан кочма, кўп боскичли* насосларнинг
техник характеристикалари**

<i>Марка</i>	<i>Q, м³/с</i>	<i>H, м суюқ.уст.</i>	<i>n, с⁻¹</i>	<i>η_н</i>	<i>N_ш кВт</i>
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°С дан кўп бўлмаган ва таркибида қаттиқ заррачалар бўлмаган суюқликларни узатиш учун мўлжалланган.

**Марказдан кочма, кўп боскичли, секцияли насосларнинг
техник характеристикаси**

<i>Марка</i>	<i>Q, м³/с</i>	<i>H, м сууқ.уст.</i>	<i>n, с⁻¹</i>	<i>η_н</i>	<i>N_н, кВт</i>
ЦНС 13-70	3,61·10 ⁻³	70	50	0,48	5,40
ЦНС 13-350	3,61·10 ⁻³	350	50	0,49	26,00
ЦНС 38-44	1,05·10 ⁻²	44	50	0,67	7,00
ЦНС 38-66	1,05·10 ⁻²	66	50	0,67	10,50
ЦНС 60-50	1,67·10 ⁻²	50	25	0,67	13,0
ЦНС 60-75	1,67·10 ⁻²	75	25	0,67	19,5
ЦНС 60-330	1,67·10 ⁻²	330	50	0,71	77,0
ЦНС 105-343	2,92·10 ⁻²	343	50	0,74	136,5
ЦНС 105-490	2,92·10 ⁻²	490	50	0,74	165,0
ЦНС 180-340	5,0·10 ⁻²	340	25	0,74	232
ЦНС 180-500	5,0·10 ⁻²	500	50	0,72	350
ЦНС 180-600	5,0·10 ⁻²	600	50	0,72	420
ЦНС 180-700	5,0·10 ⁻²	700	50	0,72	490
ЦНС 300-540	8,33·10 ⁻²	540	25	0,76	594
ЦНС 300-600	8,33·10 ⁻²	600	25	0,76	660
ЦНС 300-650	8,33·10 ⁻²	650	50	0,76	700
ЦНС 500-320	1,39·10 ⁻¹	320	25	0,76	580
ЦНС 500-480	1,39·10 ⁻¹	480	25	0,77	870
ЦНС 500-560	1,39·10 ⁻¹	560	25	0,77	1015
ЦНС 500-640	1,39·10 ⁻¹	640	25	0,77	1160

Ўқли насосларнинг техник характеристикалари

<i>Марка</i>	<i>Q, м³/с</i>	<i>H, м сууқ.уст.</i>	<i>n, с⁻¹</i>	<i>η_н</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 циркуляциян насосларнинг техник характеристикалари

Марка	Q, м ³ /с	H, м суюқ.уст.	n, с ⁻¹	Электродвигатель		
				тип	N _{дв} кВт	η _{дв}
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 уюрмавий насосларнинг техник характеристикалари

Марка	Q, м ³ /с	H, м вод. ст.	n, с ⁻¹	η _н
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 ³ /с	H, м.сув.уст.	Электродвигатель			
			тип	n, с ⁻¹	N _{дв} , кВт	η _{дв}
НД 630/10	1,75·10 ⁻⁴	100	ВАО-21-4	25	1,1	0,76
НД 1000/10	2,78·10 ⁻⁴	100	АО2-31-4	25	2,2	
НД 1600/10	4,45·10 ⁻⁴	100	АО2-32-4	25	3,0	0,82
			ВАО-32-4		3,0	
НД 2500/10	6,95·10 ⁻⁴	100	АО2-32-4	25	3,0	0,82
			ВАО-32-4	-	3,0	
ДК-64	1,75·10 ⁻⁴	630	ВАО-31-4	25	3,0	0,82
ХТр10/100	2,78·10 ⁻⁴	1000	ВАО-82-2	25	55	

Уч плунжерли насосларнинг техник характеристикаси

Марка	Q, м ³ /с	Чиқишдаги босим МПа
ПТ-1-0,63/400	1,75·10 ⁻⁴	40
ПТ-1-1/400	2,78·10 ⁻⁴	40
ПТ-1-1/250	2,78·10 ⁻⁴	25
ПТ-1-1,6/250	4,44·10 ⁻⁴	25
ПТ-1-1,6/160	4,44·10 ⁻⁴	16
ПТ-1-2,5/160	6,95·10 ⁻⁴	16
ПТ-1-2,5/100	6,95·10 ⁻⁴	10
ПТ-1-4/100	1,11·10 ⁻³	10
ПТ-1-4/63	1,11·10 ⁻³	6,3
ПТ-1-6,3/63	1,75·10 ⁻³	6,3
ПТ-1-6,3/40	1,75·10 ⁻³	4
ПТ-1-10/40	2,78·10 ⁻³	4
ПТ-1-10/25	2,78·10 ⁻³	2,5
ПТ-1-16/25	4,44·10 ⁻⁴	2,5
ПТ-1-10/100	2,78·10 ⁻³	10
Т-2-1,6/630	4,44·10 ⁻⁴	63
Т-2-2,5/400	6,95·10 ⁻⁴	40
Т-2-4/250	1,11·10 ⁻³	25
Т-2-2,5/250	6,95·10 ⁻⁴	25
Т-2-6,3/160	1,75·10 ⁻³	16
Т-2-10/100	2,78·10 ⁻³	10
Т-2-16/63	4,44·10 ⁻³	6,3
Т-2-25/40	6,95·10 ⁻³	4,0
Т-2-40/25	1,11·10 ⁻²	2,5

Марказдан кочма вентиляторларнинг техник характеристикалари

Марка	Q, м ³ /с	ρgH, Па	n, с ⁻¹	Электродвигатель			
				тип	N, кВт	η _м	
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 кийматлари келтирилган

Газодувкаларнинг техник характеристикалари

Марка	Q, м ³ /с	ρgH, Па	n, с ⁻¹	Электродвигатель		
				тип	N, кВт	η _м
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 температура-си, °С	Буғдаги спирт миқдори		Суюкликдаги спирт миқдори		Қайнаш температура-си, °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 эритмаларнинг 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 буғи тўйинган ҳолатда (босим буйича)

$P \cdot 10^3,$ Па	$t,$ °C	$i,$ кЖ/кг	$\Gamma,$ 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

ИЛОВА 19

Сув-спирт буғларининг конденсацияланиш температураси
ва 10^5 Па босимдаги энтальпияси

Буғ таркиби даги спирт ҳажми, % мас.	Конденса цияла ниш тем пература си, °C	Сувоқлик энтальпия си $i,$ кЖ/кг	Буғ ҳосил қилиш иссиқлиги $\Gamma,$ кЖ/кг	Буғнинг энтальпи яси $i,$ кЖ/кг	Буғнинг зиқлиги, $\rho,$ кг/м ³
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 қалпоқчали	0,5
Брага ректификацион		
брага колоннаси	Икки марта қайнатадиган, Ғалвирсимон	0,5
эпюрацион	кўп қалпоқчали	0,7
ректификацион	кўп қалпоқчали	0,5

ИЛОВА 21

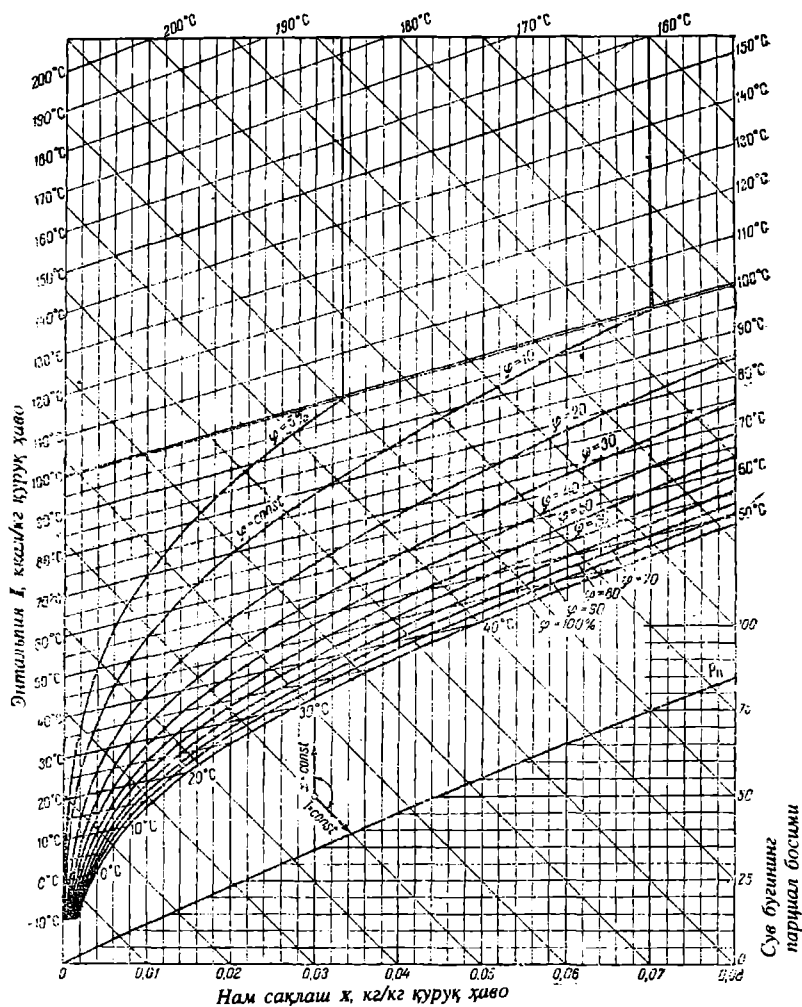
Атмосфера босимида қайнайдиган баъзи суви
эритмалар концентрацияси, масс. %

<i>Эри- ган 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 ₂	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 ₂ CO ₃	10,31	18,37	24,24	28,57	32,24	37,69	43,97	50,86	56,04
KNO ₃	13,19	23,66	32,23	39,20	45,10	54,65	65,34	79,53	-
MgCl ₂	4,67	8,42	11,66	14,31	16,59	20,32	24,41	29,48	33,07
MgSO ₄	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 ₃	8,26	15,61	21,87	27,53	32,43	40,47	49,87	60,94	68,94

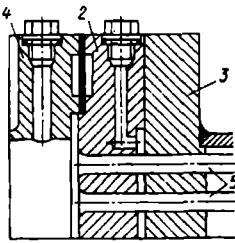
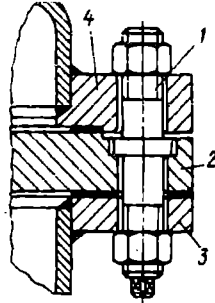
Na ₂ SO ₄	15,26	24,81	30,73	-	-	-	-	-	-
Na ₂ CO ₃	9,42	17,22	23,72	29,18	33,86	-	-	-	-
CuSO ₄	26,95	39,98	40,88	44,47	-	-	-	-	-
ZnSO ₄	20,00	31,22	37,89	42,92	46,15	-	-	-	-
NH ₄ Cl	6,10	11,35	15,96	19,80	22,89	28,37	35,98	46,95	-
Эриган модда	Температура, °C								
	125	140	160	180	200	220	240	260	300
CaCl ₂	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 ₂	36,02	38,61	-	-	-	-	-	-	-
NaOH	37,68	48,32	60,13	69,97	77,53	84,03	88,89	93,02	98,47

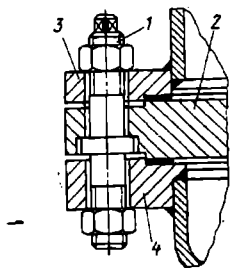
ИЛОВА 22

Рамзиннинг I-x нам ҳаво диаграммаси



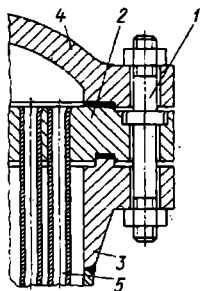
**Кожух фланецининг кўзгалмас труба тўр пардаси
билан бирлаштиришнинг типик усуллари**

<i>Зичлаш схемаси</i>	<i>Характеристикаси</i>	<i>Қўллаш соҳаси</i>
	<p>«Бўртик (труба тўр пардаси) ботиқ (қол-кок фланецида)» типидagi бирикмаларни зичлаш шпилька 1 ёрдамида амалга оширилади.</p>	<p>Кожух ичидаги босим 1 МПа бўлган кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси</p>
	<p>Икки қаватли тўр пардалар. Трубалар иккала (2 ва 3) тўр пардаларда развальцовка қилинади. Пастки тўр парда 3 кожухга пайвандланади ва унинг фланеци бўлиб хизмат қилади.</p>	<p>Трубалараро бўшлиқда юкори босим остида, агрессив ёки атроф муҳитни ифлослантйрувчи суюқлик ҳаракат қилганда.</p>



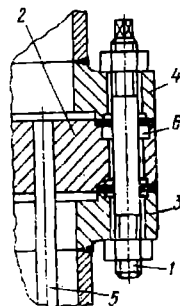
«Бўртик (труба тўр пардасининг икки томонида) – ботиқ (кожух 3 ва қопқок фланецлари 4)».

Зичлаш бирикмаларига юкори талаблар қўйилганда



«Шип-паз» типигаги бирикма

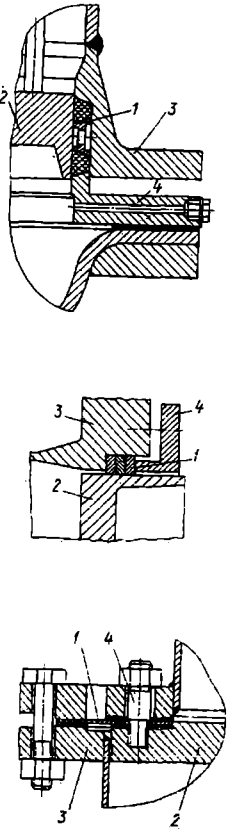
Худди аввалгидек

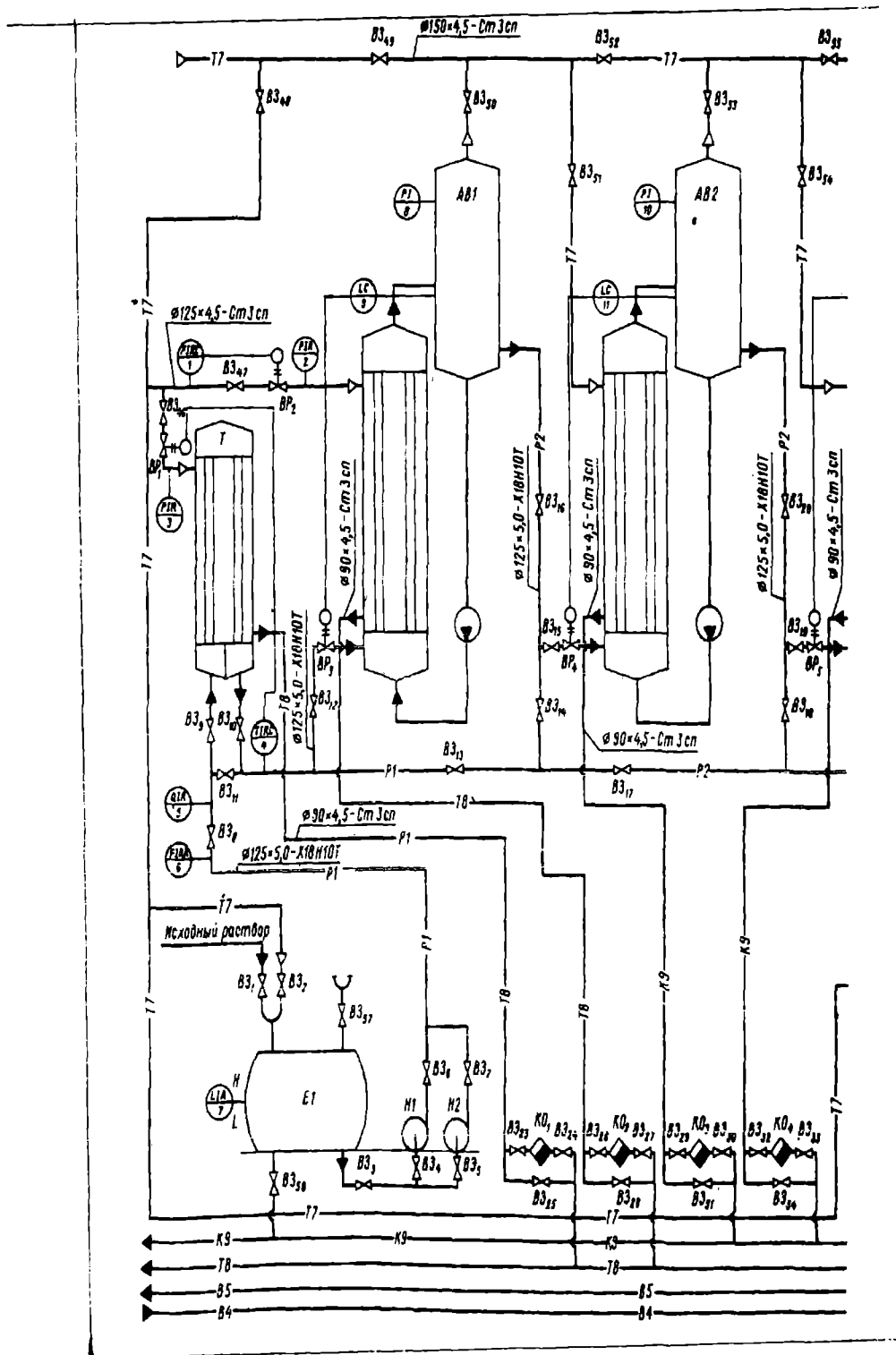


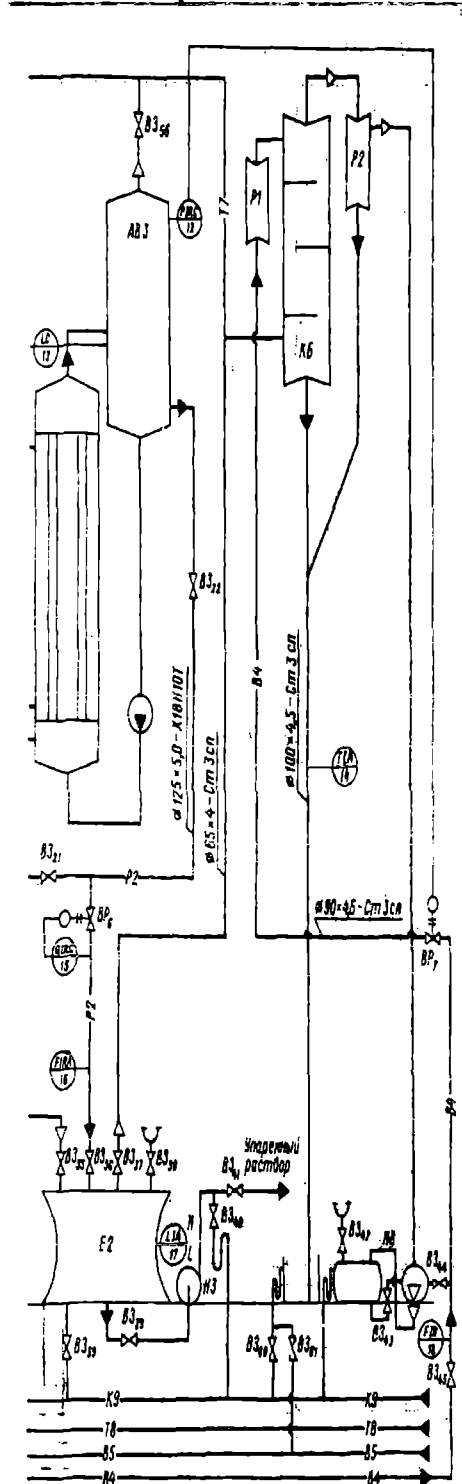
Фланецлар 3 ва 4 да халқа чуқурчали 6 ва труба тўр парда 2 ларда «бўртик-ботиқ» типигаги бирикма

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, халқалар резинадан бўлса унинг уланиш жойи вулканизация қилинади</p> <p>Худди аввалгидек</p> <p>Мембрана ёрдамида зичлаш. Мембранани маҳкамлаш шпилька 4 ёрдамида амалга оширилади</p>	<p>Кожух ичидаги босим 2 МПа дан ва темпе-ратураси 300°С дан кам бўлганда</p> <p>Худди аввалгидек</p> <p>Кожух ичида юқори босим ва темпе-ратураси 300°С дан кам бўлганда</p>

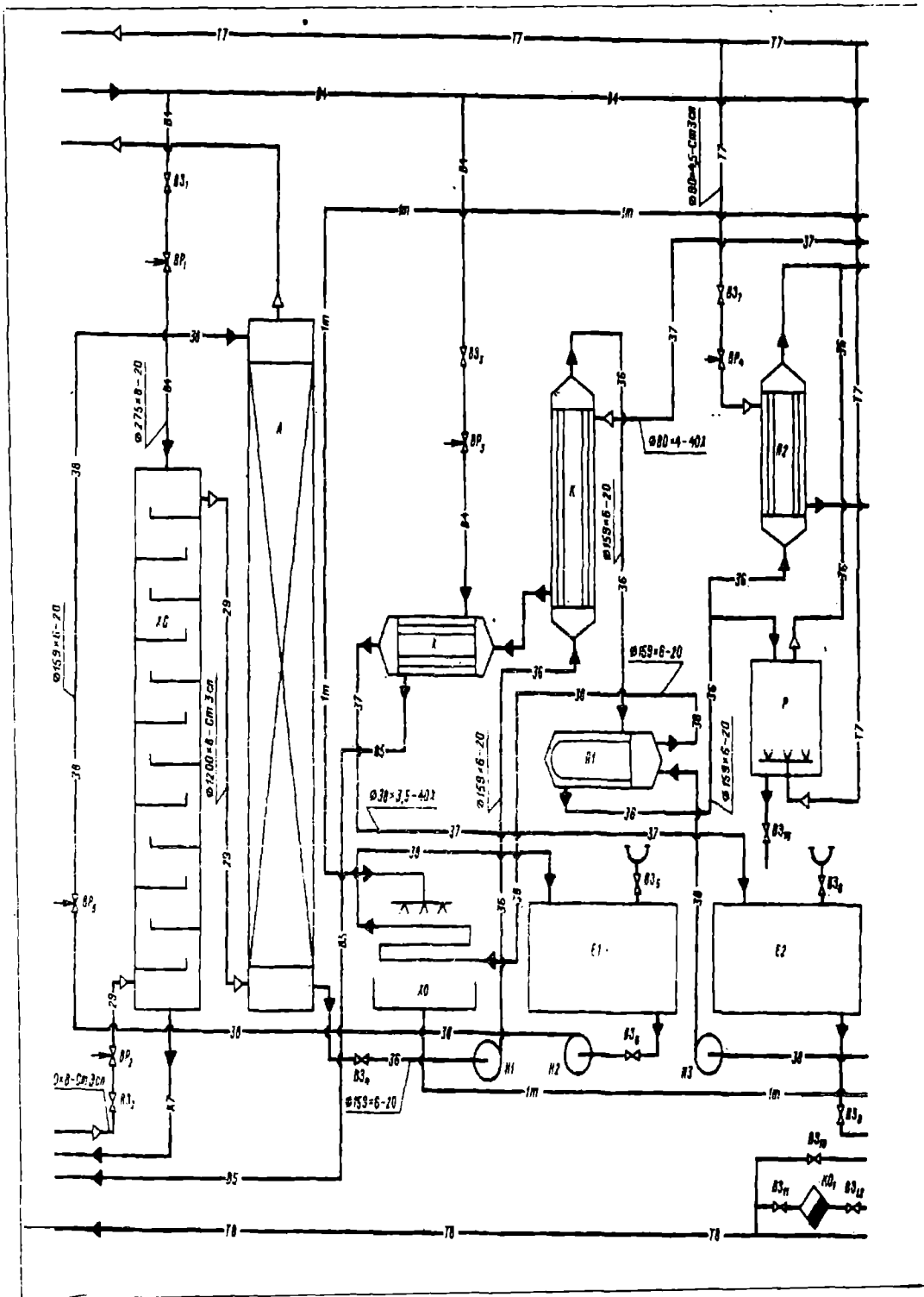


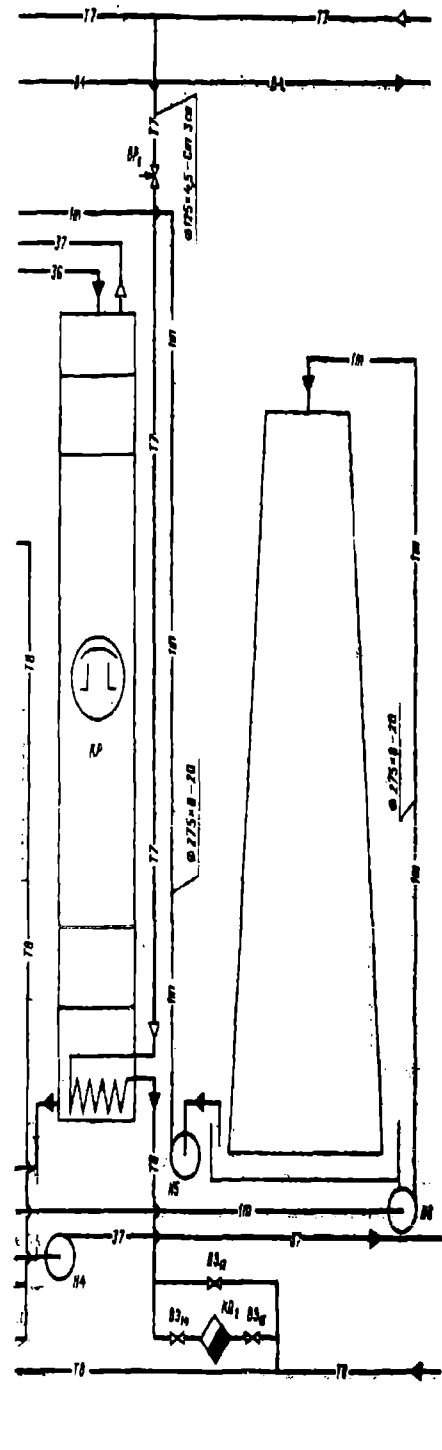


Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
--Т7--	Т7--	Буг
--В4--	В4--	Айланма сув (киришда)
--В5--	В5--	Айланма сув (чиқишда)
--Т8--	Т8--	Конденсат
--К9--	К9--	Ишқорли сув
--Р1--	Р1--	Бошланғич эритма
--Р2--	Р2--	Буглатилган эритма

Белгиланиши	Номи	со-ни	Эсла-тма
АВ1	Буглатиш қурилмаси	3	
Т	Иссиқлик адманиши қурилмаси	1	
КБ	Барометрик конденсатор	1	
Р1-2	Кенгайтириш қурилмаси	2	
Е1-2	Суюқлик учун идиш	2	
Н1-3	Насос	3	
НВ	Вакуум-насос	1	
ВЗ ₁₋₆₁	Беркитувчи вентиль	61	
ВР ₁₋₇	Ростловчи вентиль	7	
КО ₁₋₄	Конденсат чиқариш мосламаси	4	

				МХТИ: 066612.001 Т3				
Уш/Лис	№	Хужжат	Илзо	Сина	Уч қорусели буглатиш қурилмасининг техник логик схемаси	Адав	Масс	Мас
Яритув								
Техни						Лист	Писийлар	
Т.мазур								
Рибар								
Нор.кон								
Тисолик								

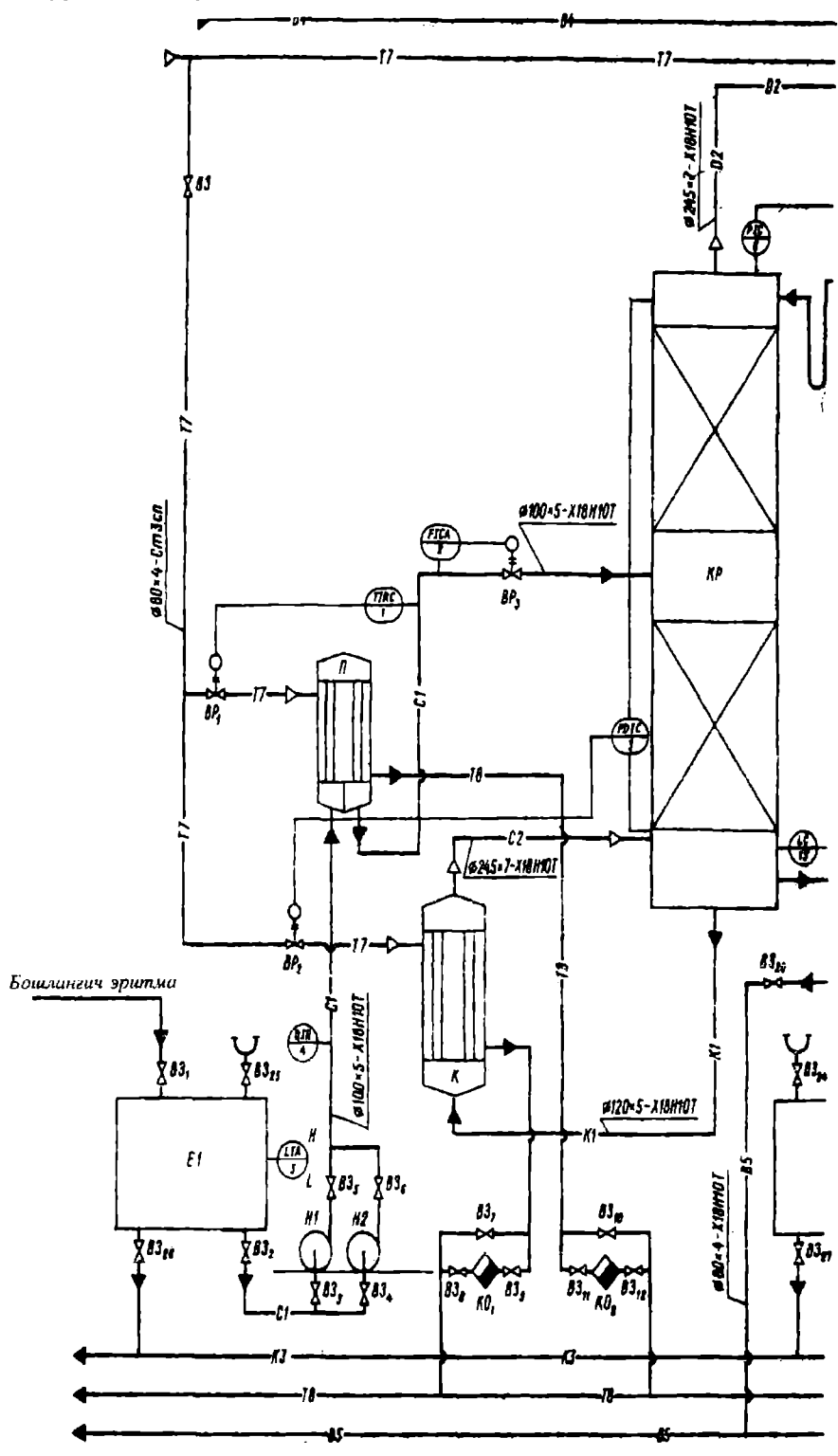


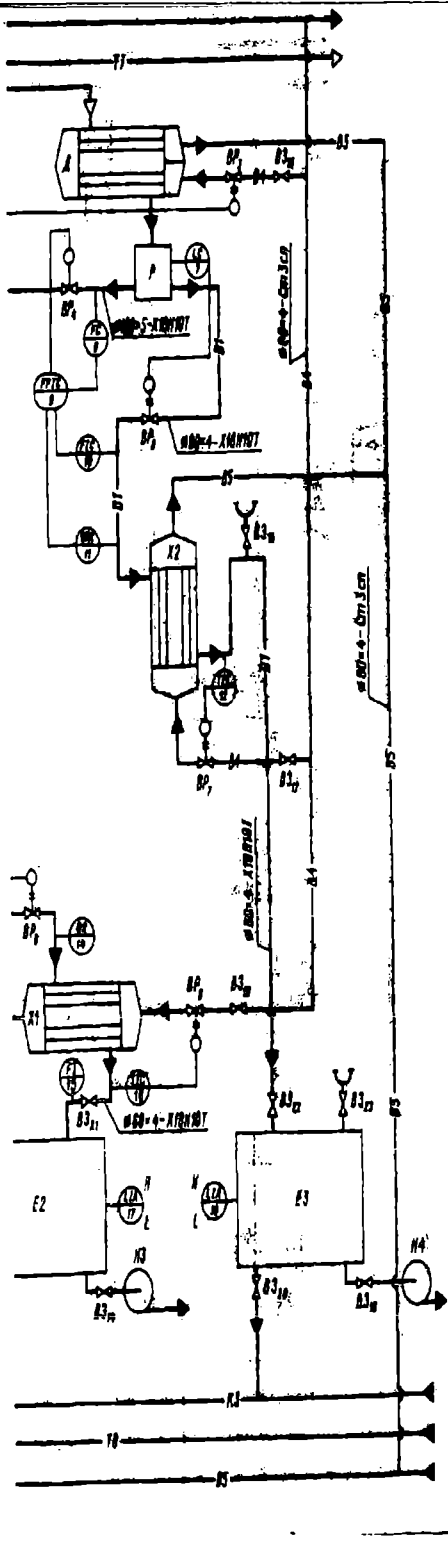


Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
	--В4--В4--	Айланма сув (киришида)
	--1т--1т--	Илиқ сув
	--Т7--Т7--	Буг
	--Т8--Т8--	Конденсат
	--29--29--	Газ-буг аралашмаси
	--К7--К7--	Канализация
	--36--36--	Бензол-мой аралашмаси
	--37--37--	Бензол
	--38--38--	Мой
	--85--85--	Айланма сув (қийтишида)

Белгиланиши	Номи	Со-Эсла ни 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 ₁₋₁₆	Вентиль, беркитувчи	16
ВР ₁₋₆	Вентиль, ростловчи	6
КО _{1,2}	Конденсат чиқарувчи	2

				00.00.000 ТЗ			
Уш. Лис.	№	Хужжат	Илм. Сана	Адсорбцион қурилманинг технологик схемаси	Адаб	Масс	Мас
Яратув.							
Текиш.							
Т назар							
Рақбар							
Нор. кон							
Тисдик.							
						Лист	Листлар

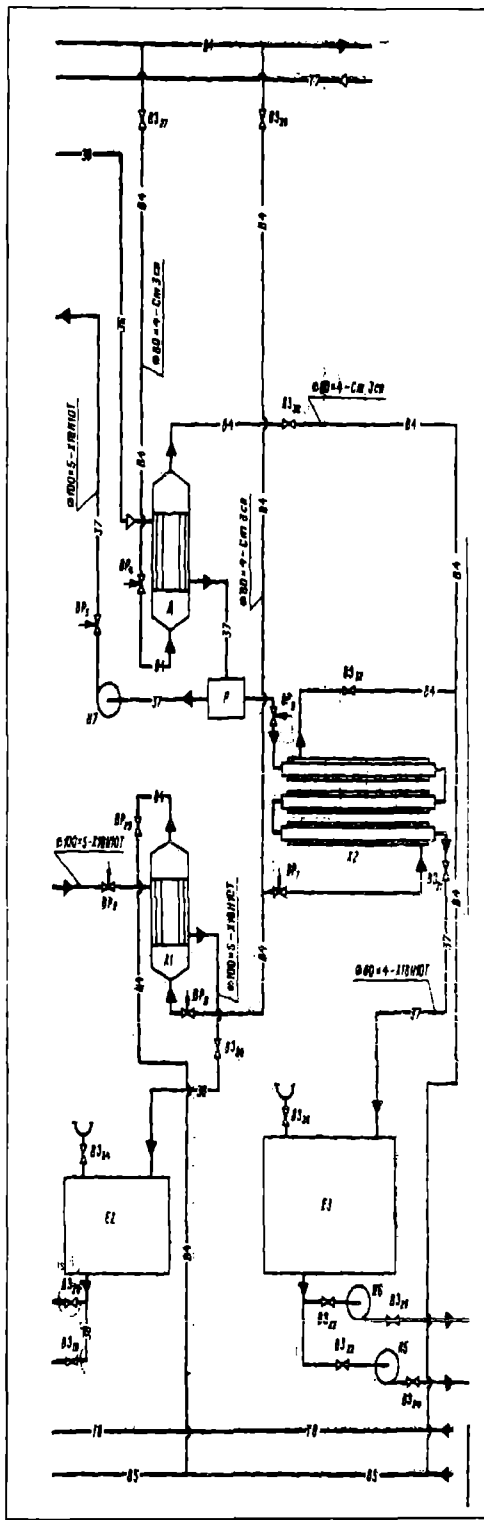




Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
	--В4---В4--	Айланма сув (киришда)
	--Т7---Т7--	Буг
	--Т8---Т8--	Конденсат
	--С1---С1--	Бошланғич аралашма
	--К3---К3--	Канализация
	--С2---С2--	Буг-суюқлик аралашмаси
	--D2---D2--	Дистиллят буглари
	--D1---D1--	Дистиллят
	--K1---K1--	Куб қолдиги
	--B5---B5--	Айланма сув

Белгиланиши	Номи	Сони	Эслатма
КР	Ректификацион колонна	1	
Д	Дефлегматор	1	
К	Қайнатғич	1	
П	Иситғич	1	
X1-2	Совитғич	2	
E1-3	Идиш	3	
Р	Тақсимлагич	1	
Н1-4	Насос	4	
ВР ₁₋₉	Вентиль, ростловчи	9	
ВЗ ₁₋₂₈	Вентиль, беркитувчи	28	
КО ₁₋₂	Конденсат чиқарувчи	2	

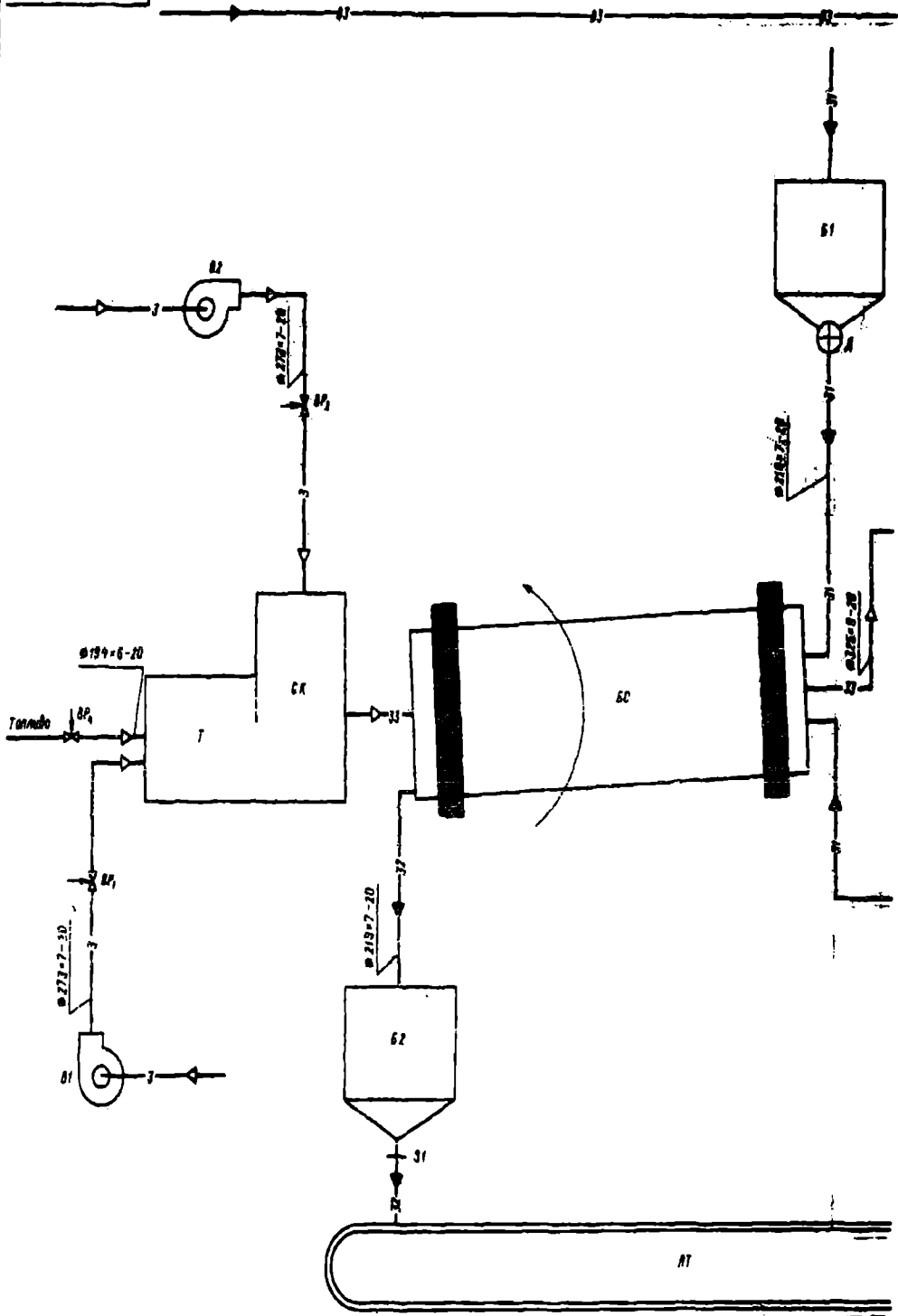
				00.00.000 ТЗ			
Уш/Лис	№ Хужжат	Илм/Сана		Ректификацион қурилманинг технологик схемаси	Адаб	Масс	Мас
Яратув							
Текши							
Т.назар						Лист	Листлар
Рақбар							
Нор.қон							
Тасдиқ							

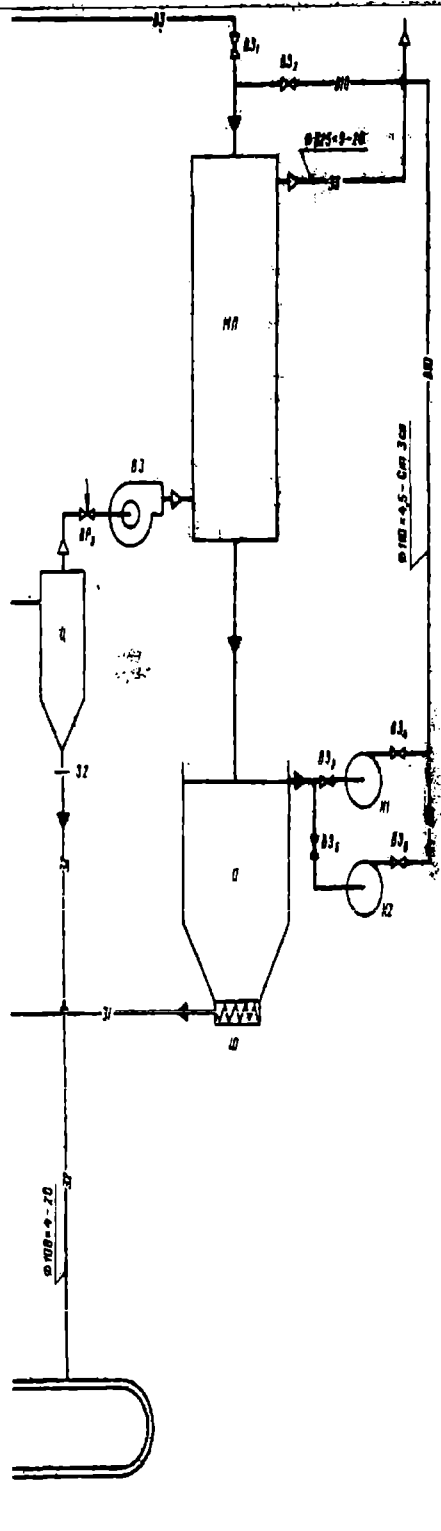


Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
	--В4--В4--	Айланма сув (киришда)
	--Т7--Т7--	Буг
	--Т8--Т8--	Конденсат
	--29--29--	Бошлангич аралашма
	--35--35--	Буг-суюқлик эмульсияси
	--36--36--	Дистиллят буглари
	--37--37--	Дистиллят
	--38--38--	Куб қолдиги
	--39--39--	Экстракт
	--В5--В5--	Айланма сув

Белгиланиши	Номи	Со-ни	Эслатма
КР	Ректификацион колонна	1	
РДЭ	Ротор-дискли экстрактор	1	
Д	Дефлегматор	1	
К	Қайнатгич	1	
П	Иситгич	1	
Х1-2	Совитгич	2	
Р	Тақсимлагич	1	
Ф1-2	Фонарь	2	
Е1-3	Идиш	3	
Н1-7	Насос	7	
КО1.2	Конденсат чиқарувчи	2	
ВЗ1.37	Вентиль, беркитувчи	37	
ВР1.10	Вентиль, ростловчи	10	

				00.00.000 ТЗ			
Удх/Лис	№	Хужжат	Илозо/Сани	Экстракцион курилманинг технологик схемаси	Адаб	Масс	Мас
Яратув							
Текши							
Т.лизир						Лист	Листлар
Рахбир							
Нор.кон							
Тасдиқ							

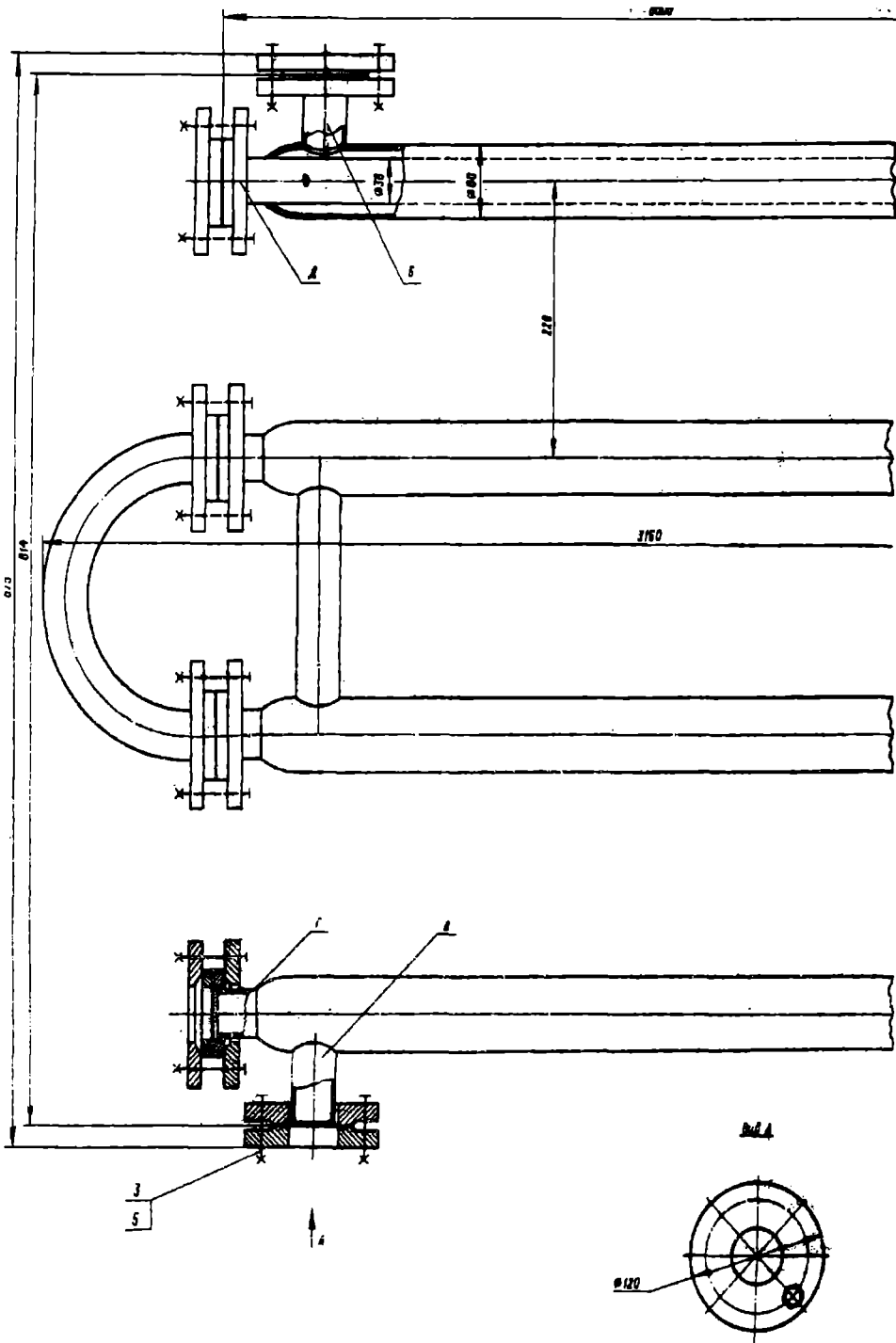




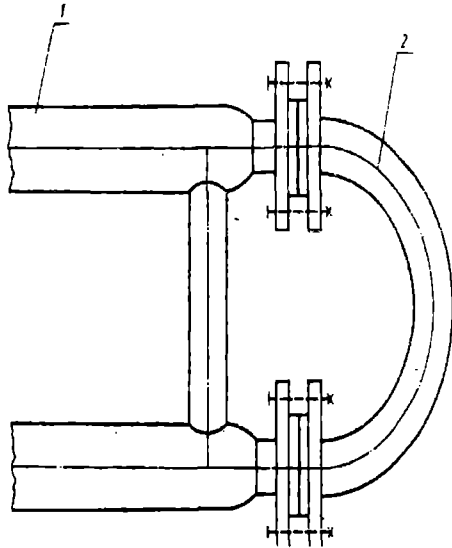
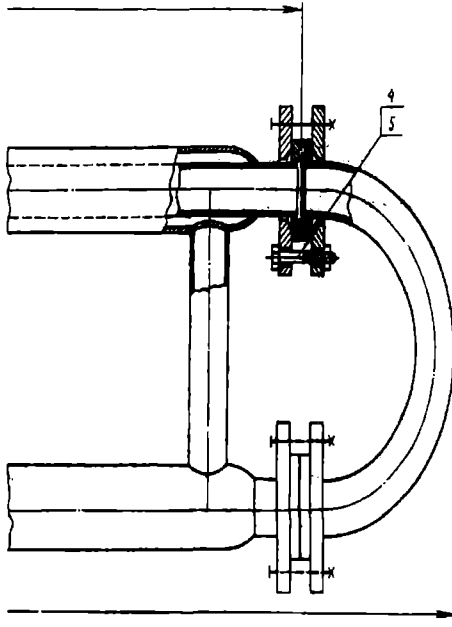
Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
--ВЗ--	ВЗ--	Сув
--3--	3--	Ҳаво
--31--	31--	Нам материал
--32--	32--	Қуритилган материал
--33--	33--	Иситиш газлари
--В10--	В10--	Айланма сув

Белгиланиши	Номи	Со-Эслани	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	Вентильтор	3	
ВЗ ₁₋₆	Вентиль, беркитувчи	6	
ВР ₁₋₃	Вентиль, ростловчи	3	

				00.00.000 ТЗ			
Уш/Лис	№	Хужжат	Илм/Сана	Қуритиш қурilmаснинг технологик схемаси	Адаб	Масс	Мис
Яратува.							
Текиш							
Т. назор					Лист	Листлар	
Рухбир							
Нар қои							
Тасдиқ							



Штуцерлар жадвилли



Белги-ланиши	Номланиши	Со-ни	Шарт-ли ўтмиши D, мм	Шартли босим P, МПа
Б	Сувнинг қириши	1	32	0,6
В	Сувнинг чиқиши	1	32	0,6
Г	Бензолнинг қириши	1	32	0,6
Д	Бензолнинг чиқиши	1	32	0,6

Техник характеристика

Кўрсаткичлар		Труба канали	Трубалар-аро бушиқ
Му-ҳит	Муҳит номи	бензол	сув
	Захарлилик	захарли	захарлимас
	Портловчанлиги	портловчи	портла-майдиған
	Агрессивлиги	агрессив	агрес-сиямас
Температура, °С		80,2 - қиришда	45 - чиқишда
Ишчи босим, МПа		0,2	0,6
Қурилманинг ҳажми, м³		0,009	0,02
Иссиқлик алмашиши юзаси, м²		1,4	

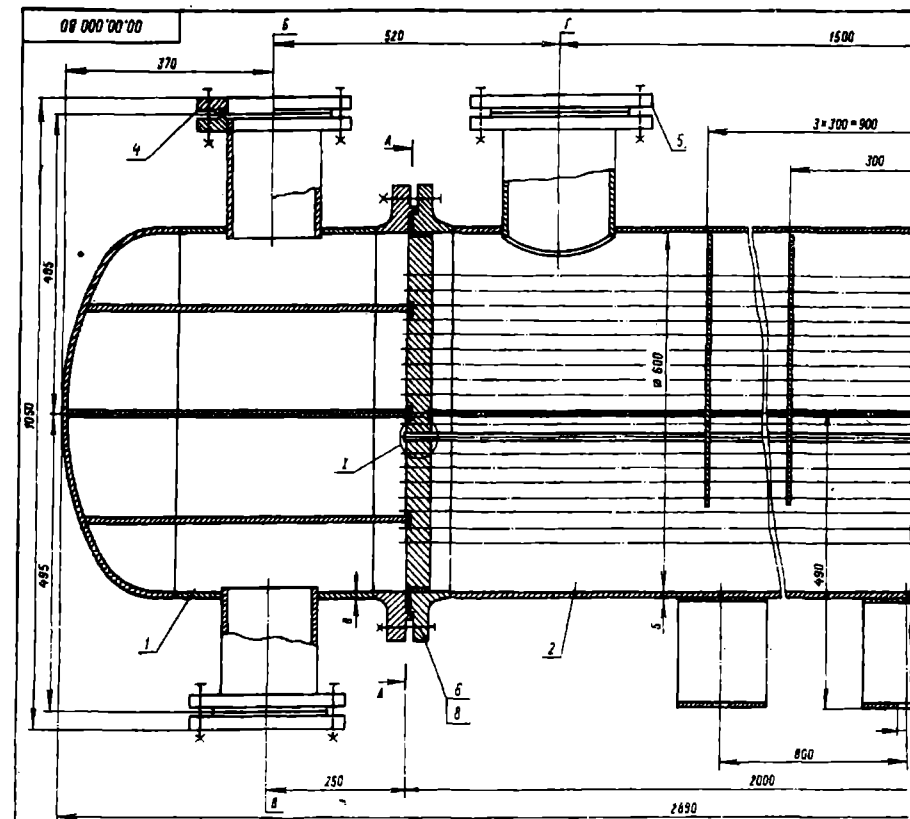
Техник талаблар

- Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак. Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда қуйндаги талаблар бажарилиши керак:
 а) ГОСТ 12.2003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
 б) ГОСТ 26-291-79 «Пўлатдан ишга қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
 Бензол оқайтган девор материали Х18Н9Т (легирилган пўлат) ГОСТ 5632-72, қолганлариники эси Ст.3 ГОСТ 380-71.
- Мустаҳкамлик ва зичланиши синовлари қуйндаги гидравлик босимда текширилади:
 а) трубалараро бўшиқ - 0,9 МПа;
 б) труба каналлари - 0,3 МПа.
 Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
- Ҳамма (100%) пайванд чоклари рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.
 Маълумот учун улчамлар.
 Чизма ОСТ 26-02-2036-80 асосида яратилган.

По-зи-ция	Белги-ланиши	Номи	Со-ни	Мис-са, 1 дона	Материал номи ва маркаси	Э-та-ма
1		Коллектор	1			
2		Тирсак	3			
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
3		M10x30.46.05	8		Пўлат 20	
4		M10x50.46.05	32		Пўлат 20	
5		Гайка M10.5.05	40		Пўлат 10	
		ГОСТ 5915-70				

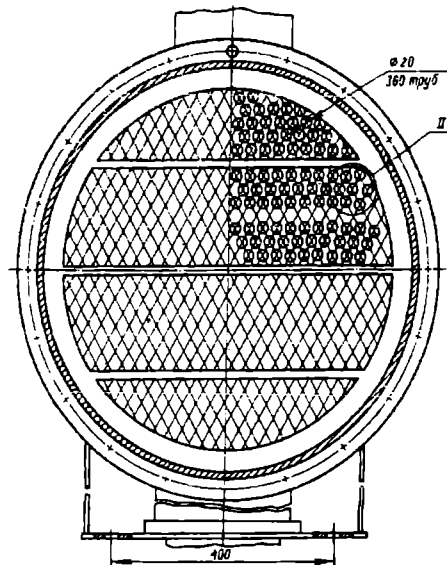
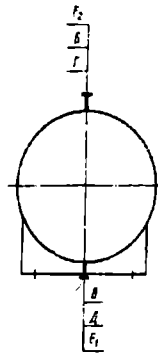
00.00.000 В0

Уш-л-ла-ри	№	Хужжат	Ил-зо	Син-ш	«Труба ичида труба» типдаги Иссиқлик алмаши-ни қурилмаси, Умумий қўйини.	Адаб	Мас-с	Мас
Яриш-ва								
Тех-ни-к								
Т. назор						Лист	Листлар	
Рах-бар								
Нор-дон								
Тас-диқ								



A-A

Штуцер ва таялларнинг
жойлашиши схемаси



Штуцерлар жадавали

Белгиланиши	Номланиши	Со-ни	Шартлини ўтиши 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 _{1,2}	Атмосфера билан боғланиши	2	Труб 1/2	1,0

Техник хариактеристики

Кўрсаткичлар	Труба каналли	Трубалараро бушиқ
М	Муҳит номи	сув
у	Захарлилик	захарлимас
х	Портловчанлиги	портламас
и	Агрессивлиги	агрессивмас
т	Температура, °С	45 - чиқишда 80,2 - киришда
	Ишчи босим, МПа	0,6 0,2
	Қурилманинг ҳажми, м ³	0,7 0,8
	Иссиқлик алмашишини юзаси, м ²	43

Техник талаблар

Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунарига тўғри (мос) келиши керак.
Қурилмани тайёрлаш, синиш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиши керак:

а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
б) ГОСТ 26-291-79 «Пўлатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»

3. Бензол оқатган девор материали пўлат Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, қолганни эса Ст.3 ГОСТ 380-71.

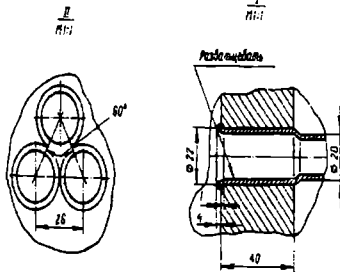
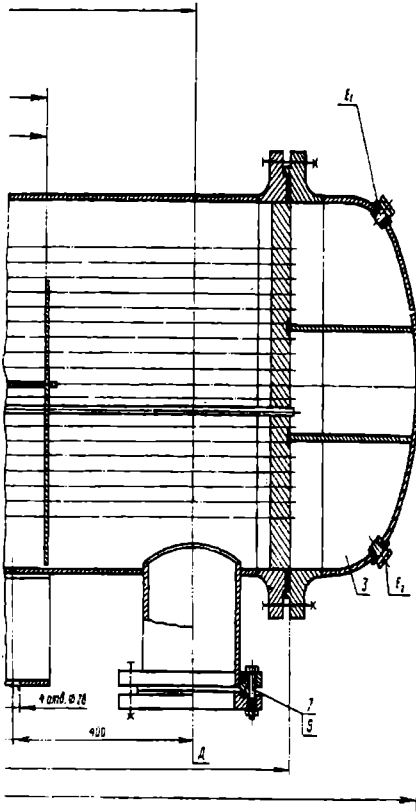
Мустваҳкамлик ва зичлигини синовлари қуйидагидега гидравлик босимда текширилади:

а) трубалараро бушиқ - 0,3 МПа;
б) труба каналлари 0,9 МПа.

Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машина-созлиғида пайвандлаш» га мос келиши керак.
Ҳамма (100%) пайванд чоклари рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.

Маълумот учун улчамлар.

8. Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.

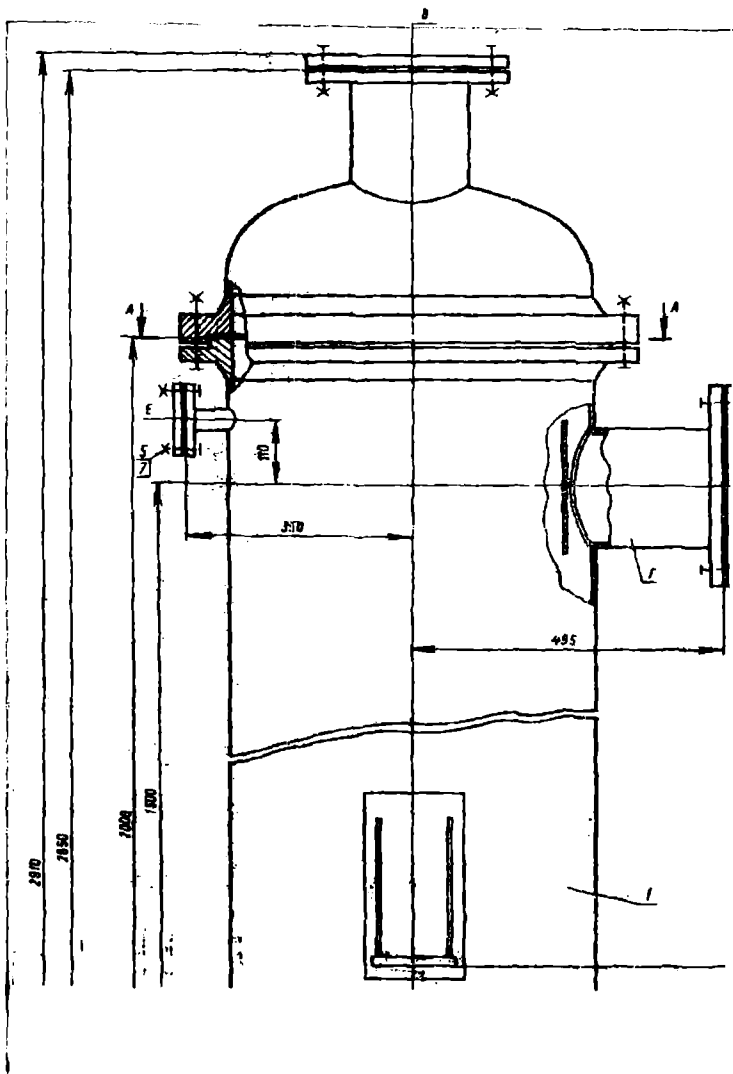


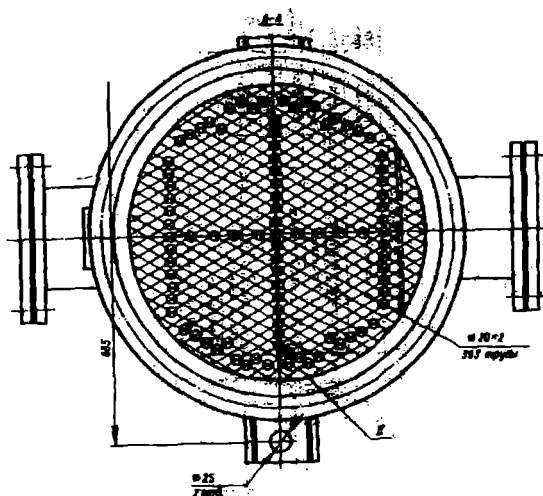
По-зи-ция	Белги-лани-ши	Номи	Со-ни	Мас-са, I дона	Мате-риалнинг номи ва маркаси	Эслат-ма
1		Тақсимловчи камера	1			
2		Қиздирувчи камера	1			
3		Копқоқ	1			
4		Фланец	2		Ст 3 D _н =150	
5		Фланец	2		Х18Н10Т D _н =200	
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
6		М 27x65.46.05	40		Ст. 20	
7		М 20x45.46.05	32		Ст. 20	
		Гайкалар ГОСТ 5915-70				
		ГОСТ 5915-70				
8		М 27.5.05	40		Ст. 10	
9		М 20.5.05	32		Ст. 10	

185

51					00.00.000 5415 17 18
Ушбу	№	Хужжат	Илм	Сана	Кўч йўли, кўчи йўли, Кодекснинг, Ушбу кўч йўли.
Лист					Лист
Листлар					Листлар

211 17 23 15 10



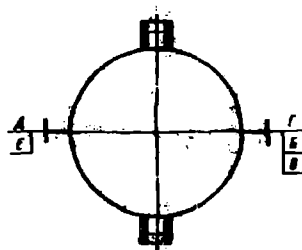
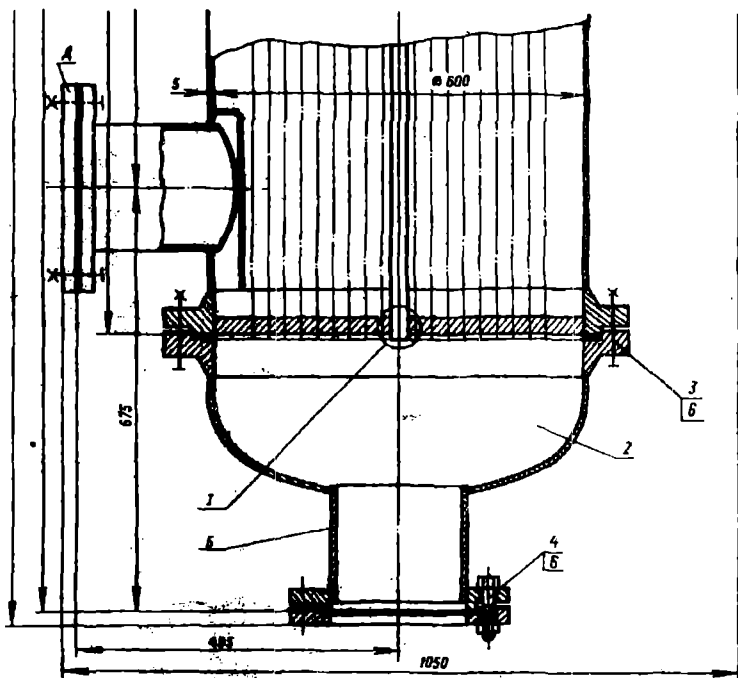


Штуцерлар жадвали

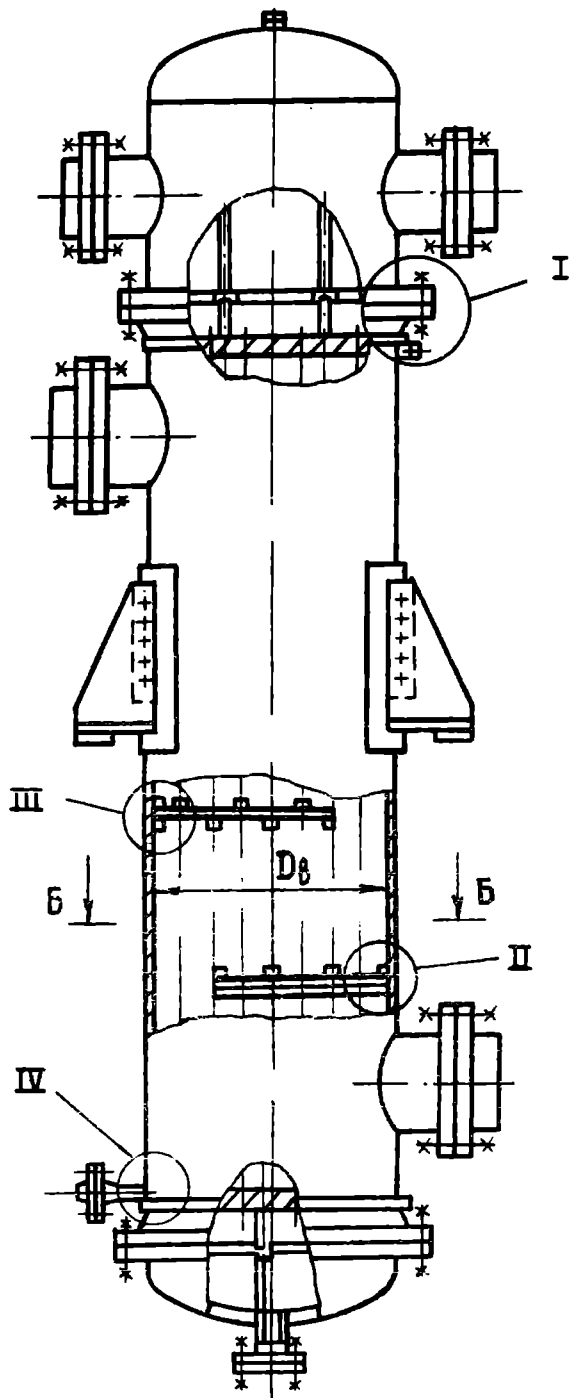
Бел-гиланиши	Номланishi	Со-Шартли ни	Шартли Утиши D_v , мм	Шартли Босим P_v , МПа
Б	Толуолнинг кириши	1	200	0,6
В	Толуолнинг чиқиши	1	200	0,6
Г	Истиувчи буғнинг кириши	1	200	0,6
Д	Конденсатнинг чиқиши	1	200	0,6
Е _{1,2}	Атмосфера билан боғланиши	1	25	0,6

Техник характеристика

Курсаткичлар		Труби канали	Трубалараро бушлиқ
М	Муҳит номи	Толуол	Сув
У	Захарлилик	захарли	захарлимас
Х	Портловчанлиги	портловчан	портламайдиган
И	Агрессивлиги	агрессив	агрессивмас
т	Температура, °С	110	143
	Ишчи босим, МПа	0,2	0,4
	Қурилманинг ҳажми, м ³	0,36	0,5
	Иссиқлик алмашиши юзаси, м ²	49	



Штуцер ва таянчларнинг
жойлашиш схемаси

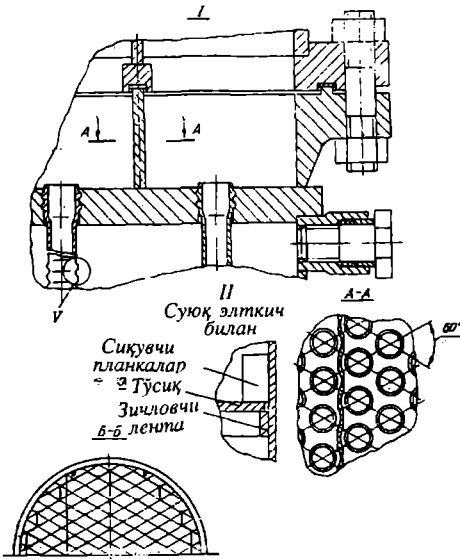


Штуцерлар жадвали

Бел-гиланиши	Номланиши	Со ни	Шартли ўтми D, мм	Шартли босим P, МПа
Б	Толуолнинг кириши	1	200	0,6
В	Толуолнинг чиқиши	1	200	0,6
Г	Иситувчи буғнинг кириши	1	200	0,6
Д	Конденсатнинг чиқиши	1	200	0,6
E _{1,2}	Атмосфера билан боғланиш	1	25	0,6

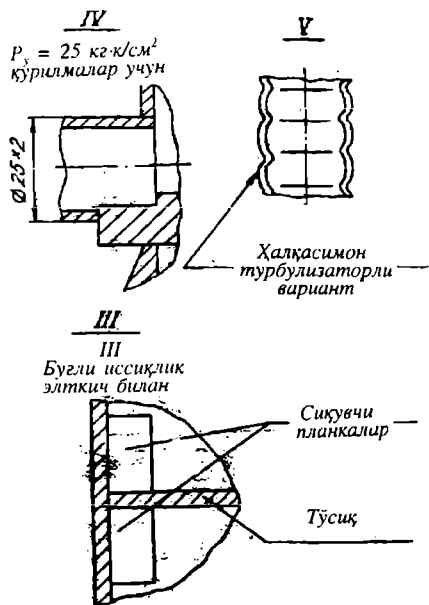
Техник хариактеристики

Кўрсаткичлар		Труба каналли	Трубалараро бўшлиқ
M	Муҳит номи	Толуол	Суғ
y	Захарлилик	захарли	захарлимас
x	Портловчанлиги	портловчан	портлмайдиган
и	Агрессивлиги	агрессив	агрессив эмас
t	Температура, °C	110	143
	Ишчи босим, МПа	0,2	0,4
	Қурилманинг ҳажми, м ³	0,36	0,5
	Иссиқлик алмашишни юзаси, м ²		49



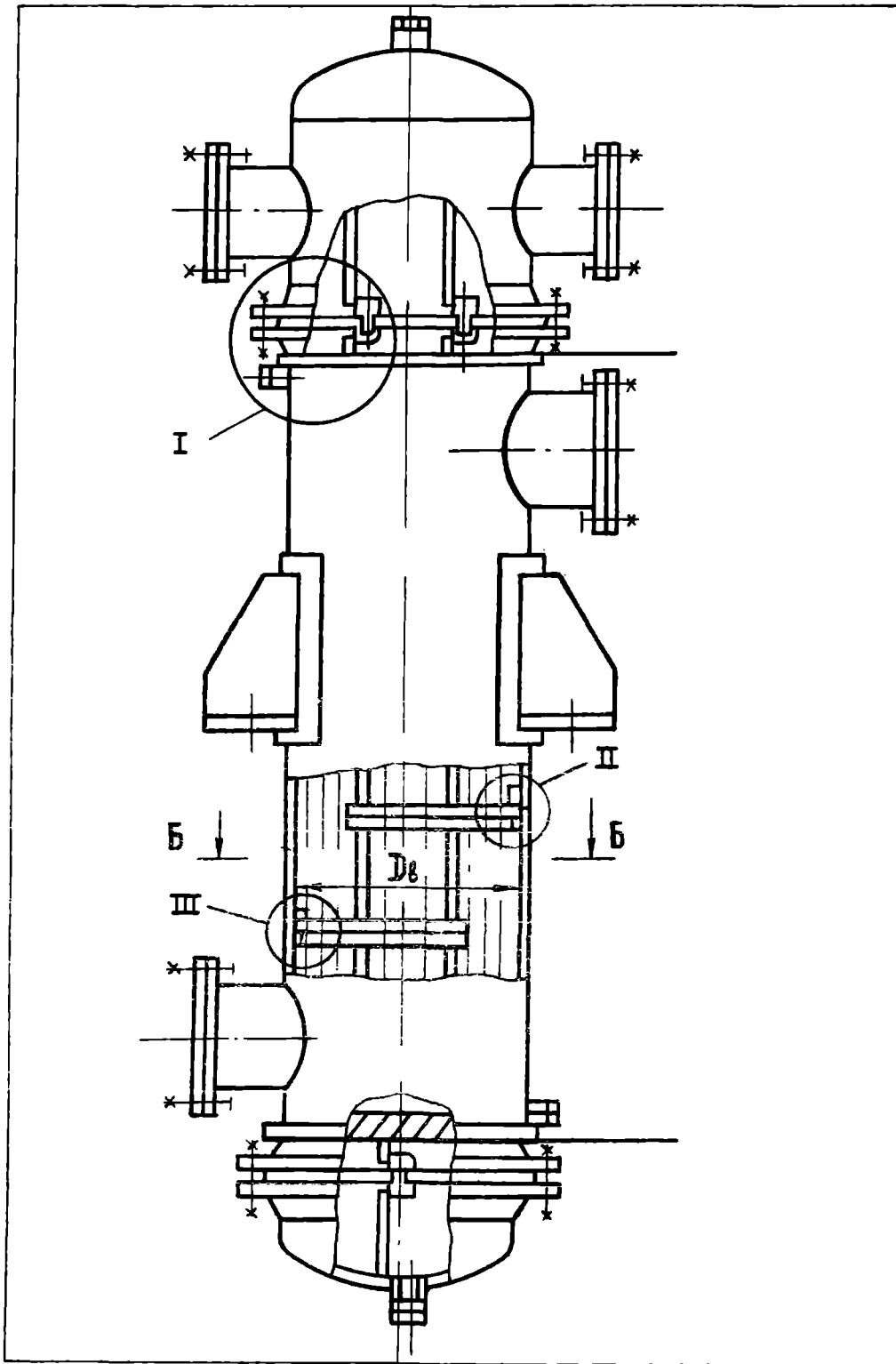
Техник талаблар

- Қурилма ЎЗР Давлат техник назорат қўмитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак.
- Қурилмани тайёрлаш, синиш ва манзилга етказиб беришида қуйидаги талаблар bajarилши керак:
 - ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқарши ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
 - ГОСТ 26-291-79 «Пўлатдан ишга қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
- Бензол оқайтган девор материали пўлат Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, қолганиники эси Ст.3 ГОСТ 380-71.
- Мустаҳкамлик ва зичланиш синовлари қуйидаги гидравлик босимда текширилади:
 - трубалараро бўшлиқ - 0,6 МПа;
 - труба каналлари - 0,3 МПа.
- Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Қимё машина-созлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
- 100% чоклар рентген нури ёрдамда текширилиши шарт.
- Қистирмалар паронитдан ясалади ПОН-1 ГОСТ 481-80.
- Мийвумот учун улачлар.
- Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.



По-зи-ция/цифраниши	Бел-гиланиши	Номи	Со ни	Мас са, I дона	Мате-риалнинг номи ва маркаси	Эс-лат-ма
1		Иситувчи камера	1			
2		Қопқоқ	2			
3		Болтлар ГОСТ 7798-70				
4		M 20x95.46.05	64		Ст. 20	
5		M 20x50.46.05	32		Ст. 20	
6		M 12x30.46.05	4		Ст. 20	
7		Гайкалар ГОСТ 5915-70				
6		M 20.5.05	36		Ст. 10	
7		M 12.5.05	4		Ст. 10	

00.00.000 В0					
Ула/Исц	№	Хужжат	Имзо	Сана	«Накатка» трубаши самарадор илтижчи. Умумий кўриши
Яратув.					
Текшир.					
Т.лизир					
Рақибир					
Нор.қоқ					
Тасдиқ					

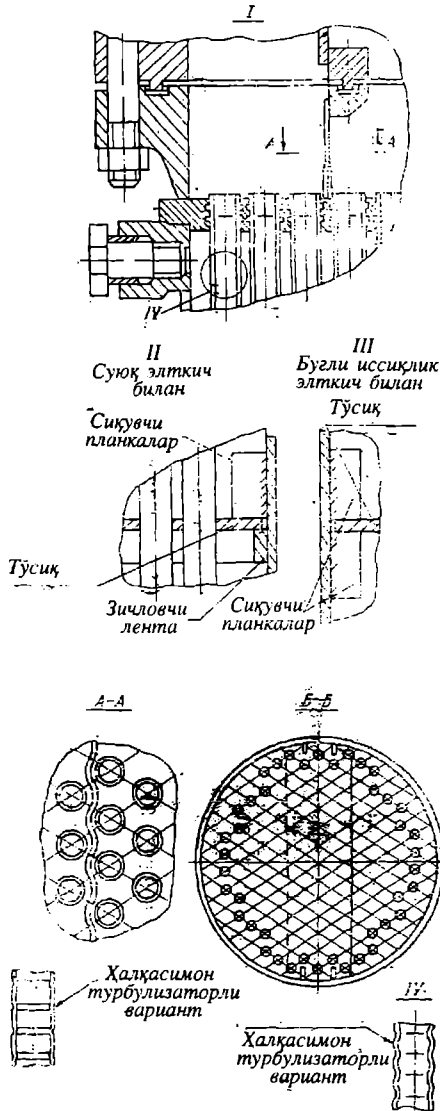


Штуцерлар жадвали

Белгиланиши	Номланиши	Со ни	Шартли ўтиш D_1 , мм	Шартли босим P_1 , МПа
Б	Толуолнинг кириши	1	200	0,6
В	Толуолнинг чиқиши	1	200	0,6
Г	Иситувчи бугнинг кириши	1	200	0,6
Д	Конденсатнинг чиқиши	1	200	0,6
$E_{1,2}$	Атмосфера билан боғланиш	1	25	0,6

Техник характеристика

Кўрсаткичлар	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
	Куришнинг ажжи, м'	0,36
	Иссиқлик алмашиши: юзиси, м'	49



Техник талаблар

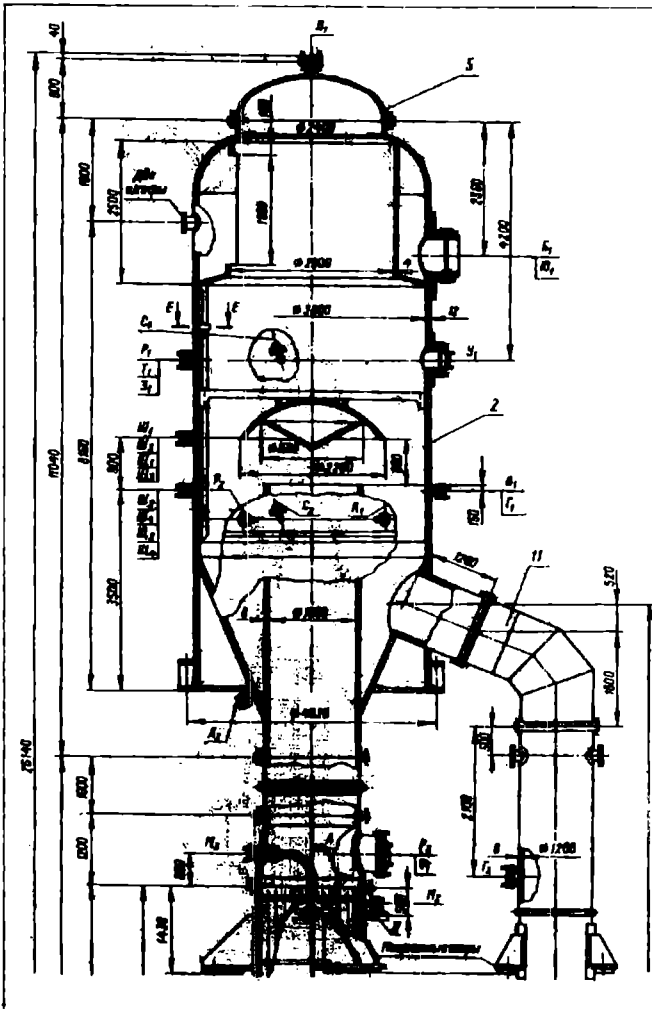
- Куришма ЎзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак. Куришmani тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиши керак:
 - ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
 - ОСТ 26-291-79 «Пўлатдан йиғма қуришма ва идишлар. Техник талаблар.»
- Бензол оқайтган девор материали «Давлат Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, қолганларичиники эси Ст.3 ГОСТ 380-71. Муштақамлик ва зичланиш синовлари қуйидаги гидравлик босимда текширилади:
 - трубалараро бўйлиқ 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. Қисқартирилган паронитдан ясалади ПОН-1 ГОСТ 481-80.

- Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.

По-Бел-цияниши	Номи	Со ни	Мас са, I дона	Материалнинг номи ва маркази	Э-лат-ма
1	Иситувчи камера	1			
2	Копқоқ	2			
	Болтлар ГОСТ 7798-70				
3	M 20x95.46.05	64		Ст. 20	
4	M 20x50.46.05	32		Ст. 20	
5	M 12x30.46.05	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 ВО

Уш-Яратилган	Лис-№	Лис-Хужжат	Илго-Синга	Лисга компенсаторли, «маканга» трубули санмаридор ислатиш Ушғий кўриши.	Адаб	Мисс	Мас
Текшир.							
Т. назар							
Рахбар							
Нар. ком							
Тасдиқ.							

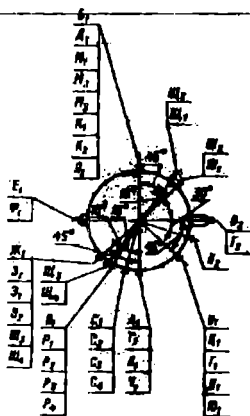


Штуцерлар жадвали

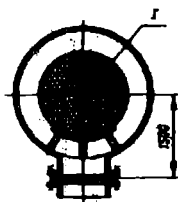
Бел-гиланиши	Номланиши	Со-ни	Шартли и ўтиши D_v , мм	Шартли босим P , МПа
A1	Иситувчи буғнинг кичиши	1	800	0,6
B1	Иккиламчи буғнинг чикиши	1	1200	0,6
B1-2	Эритманинг кичиши	2	150	0,6
Г1-2	Эритманинг чикиши	2	150	0,6
Д1	Конденсатнинг чикиши	1	125	0,6
Е1	Технологик	1	125	0,6
Ж1	Ювиши учун	1	80	0,6
З1	Ювиши учун	1	100	0,6
И1	Технологик	1	125	0,6
К1-2	Моддани анализга олиши	2	40	0,6
Л1-2	Суюқликни чиқариши	2	100	0,6
М1-3	Пуфлаб чиқариши	3	65	0,6
Н1	Атмосфера билан туташуши	1	50	0,6
Р1-4	Каршилик термометри учун	4	50	2,5
С1-4	Симобли термометри учун	4	50	2,5
Т1	Манометр учун	1	50	1,6
У1	Люк	1	500	0,6
Ф1	Люк	1	500	0,6
Ц1	Люк	1	500	0,6
Ч1	Люк	1	500	0,6
Ш1-4	Кузатиши ойнаси	4	125	0,6
Щ1-4	Ювиши учун	4	20	0,6
Э1-2	Сатх инклиди учун	2	20	0,6
Ю1	Босимиш тензодатирши учун	1	100	0,6

Техник характеристика

- Ушбу қурилма бошланғич концентрацияси 12% бўлган LiCl эритмасини буғлатиши учун муъалланган.
- Қурилма ҳажми (номинал) 22,1 м³, трубалараро бўшлиқники эса - 4,1 м³. Ушундорлиги 17,5 кг/с (бошланғич эритма ҳисобиди).
Иссиқлик алмашиши юзаси - 630 м².
Қурилмадаги абсолют босим 0,5 - 0,103 МПа, трубалараро бўшлиқда эса 0,6 - 0,1 МПа.
Труба каналларидаги максимал температура 140°С гача, трубалараро бўшлиқда эса - 158°С гача.
- Қурилма ва трубалараро бўшлиқда муҳитлар коррозийон фиол ва захарли.



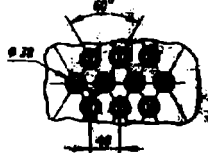
а-б



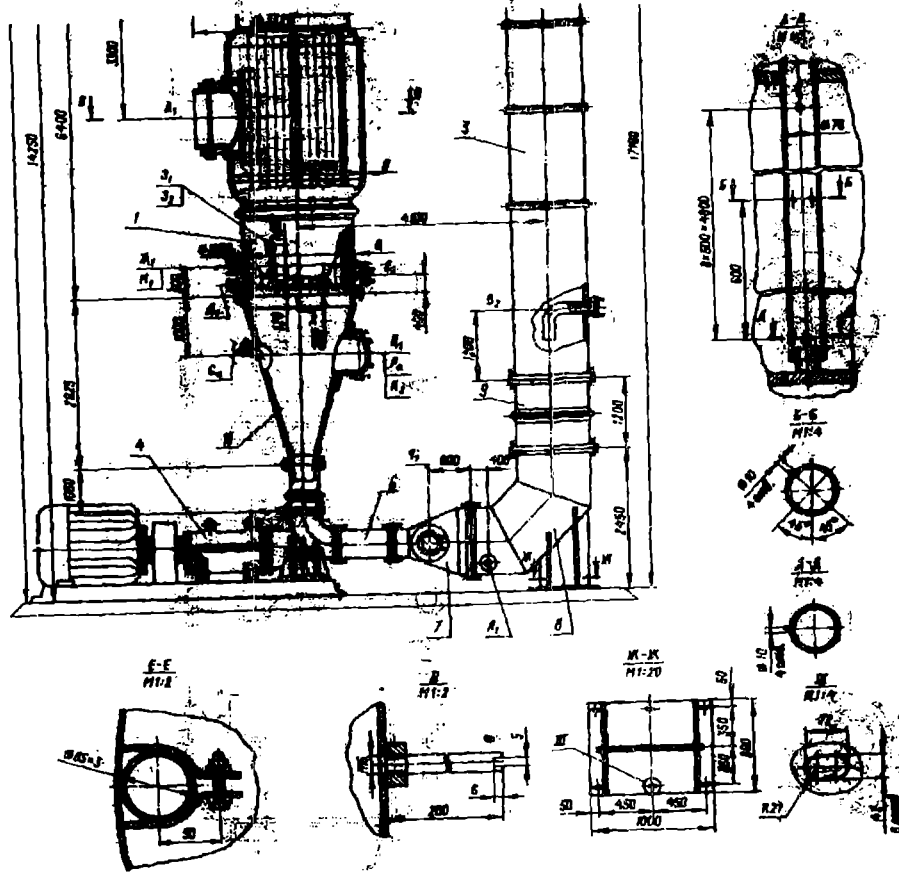
Г

1

1774



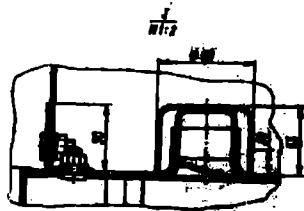
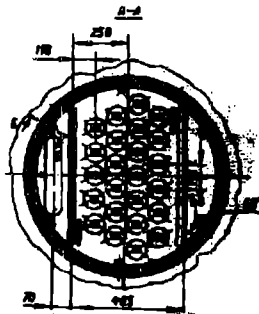
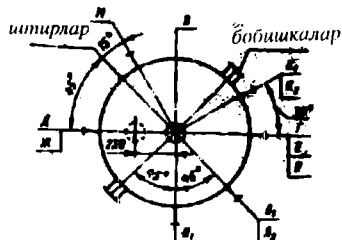
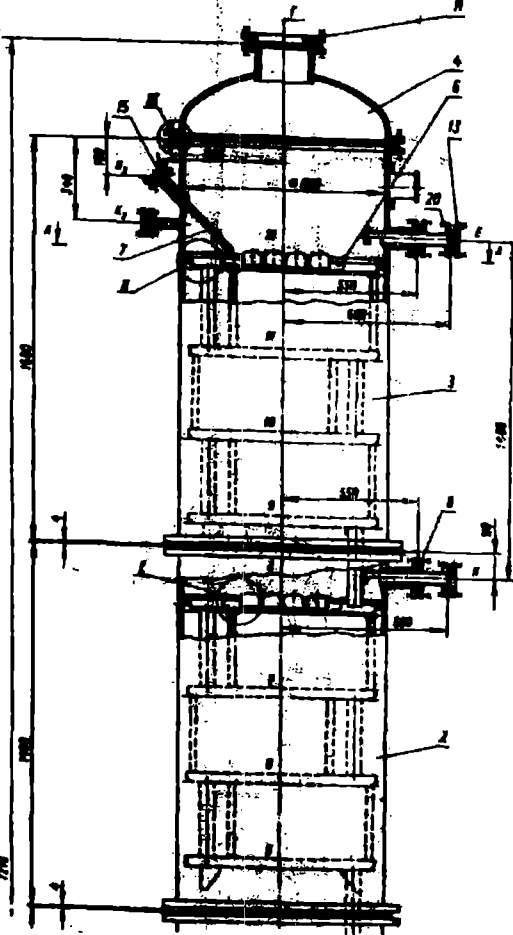
92



- Техник талаблар жараёнида
 1. Қурилмани тайёрлаш жараёнида ҚСТ 26-01/112-79 ГОСТ 12.2.003-74 дан фойдаланилсин.
 2. Қурилмани коррозиян фаол муҳит билан тезиниб турувчи девори ва деталлари 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72 бўйича, қолган қисмлари эсс Ст.3 ГОСТ 380-71 бўйича тайёрлансин.
 3. Қурилмани мустаҳкамлик ва зичлигига горизонтал ҳолатда 0,9 МПа гидравлик босимда текширилади.
 Қурилма Уз Р Давлат стандарти қонунларига мос келганда қабул қилиниши керак.
 Лезирланган пўлатларнинг пайванд чоклари ГОСТ 60-32-84 асосида кристаллараро коррозияга қарши чидамликка текшириلسин.
 Қистирма ГОСТ 15180-86 ва ҚСТ 26-430-72 дарга тўғри келиши керак.
 Қуратилмаган штуцерларнинг баландлиги 120 м.
 8. Штуцерларнинг хақиқий жойлантирилиши схемада берилган.

По-зиция	Бел-ниши	Номи	Со-ни	Мас-са, 1 дона	Материал нинг номи ва маркиси	Эс-лат-ма
1		Истирғич камера	1			
2		Сепаратор	1			
3		Циркуляциян труба	1			
4		Насос	1			
5		Сепарациян	1			
6		Улама	1			
7		Қонусли мослама	1			
8		Тирсақли мослама	1			
9		Компенсациян нарға	1			
10		Тирсақли мослама	1			
11		Питие	1			

				00.00.000 В0		
Улч Лис	№	Хужжат	Илмзо	Сана	Махжубий	Адаб
Врашуя					циркуляцияли бег-лотин қурилмаси	Мас
Текшир					Учумин қурлиши.	Лист
Тазбар						Листлар
Наз. қои						
Тасдиқ.						

Штуцер, цапфа ва итирларни
joyлаштириш схемаси

Штуцерлар жадави

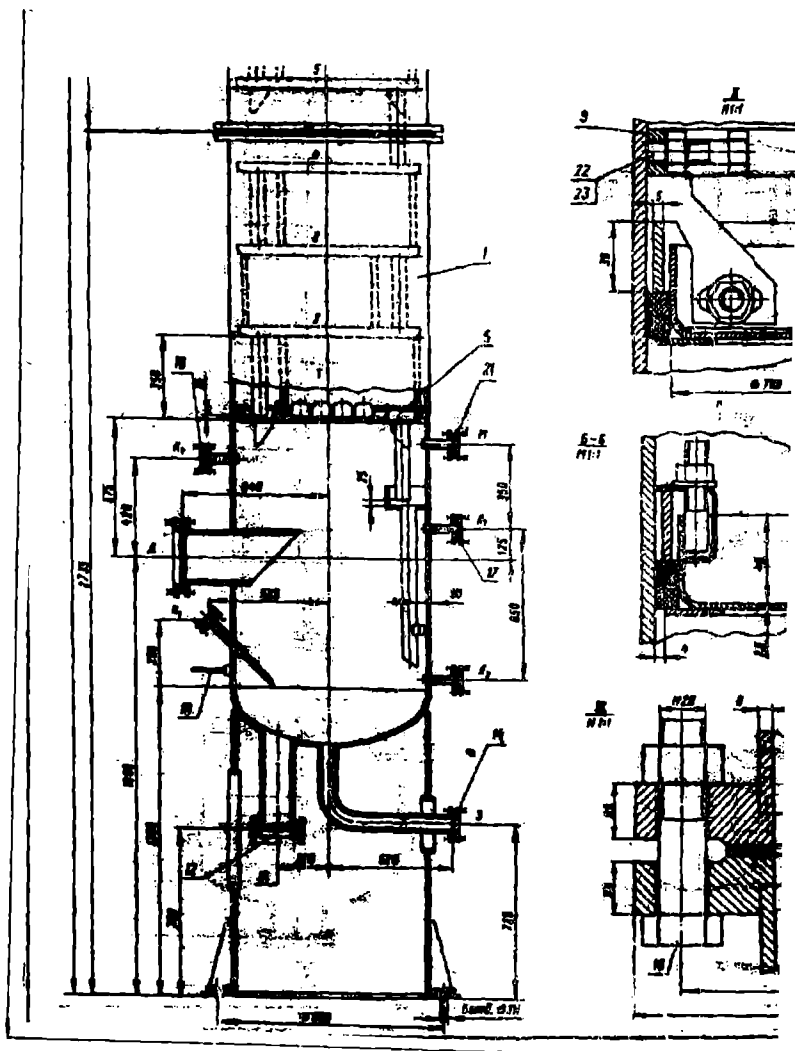
Бел- гиланиши	Номиляниши	Со- ти	Шартли ўткичи D, мм	Шартли босим P, МПа
Г	Бўғиниң чиқариши	1	200	0,25
Д	Бўғиниң кириши	1	200	0,25
Е	Флегманиң кириши	1	50	0,25
Ж	Кубдаги суюқликниң чиқариши	1	125	0,25
З	Куб қолдиғиниң чиқариши	1	40	0,25
И	Бошланғич араланиманиң кириши	1	50	0,25
К	Манометр ўчун	2	25	1,6
Л	Сатх ўлчағини ўнатиши ўчун	2	20	1,6
Н	Сатх кўрсаткичи ўчун	1	25	6,4
И	Симобли термометр ўчун	2	25	2,5

Техник характеристика

1. Ушибу қурилма концентратсияси 48% бўлган бутил спирт-
сув бўлган эритмани ажратиши ўчун мўлжалланган.
Қурилма ҳажми (номинал) 5,66 м³
Учумдорлиги 1,25 кг/с
Колоннада атмосфера босими.
Кубдаги муҳитниң температураси 120°C
Қурилмадаги муҳит коррозияон фаол ва захарли.
Тарелкалар тиби қалпоқчали.
Тарелкалар сопи 12.

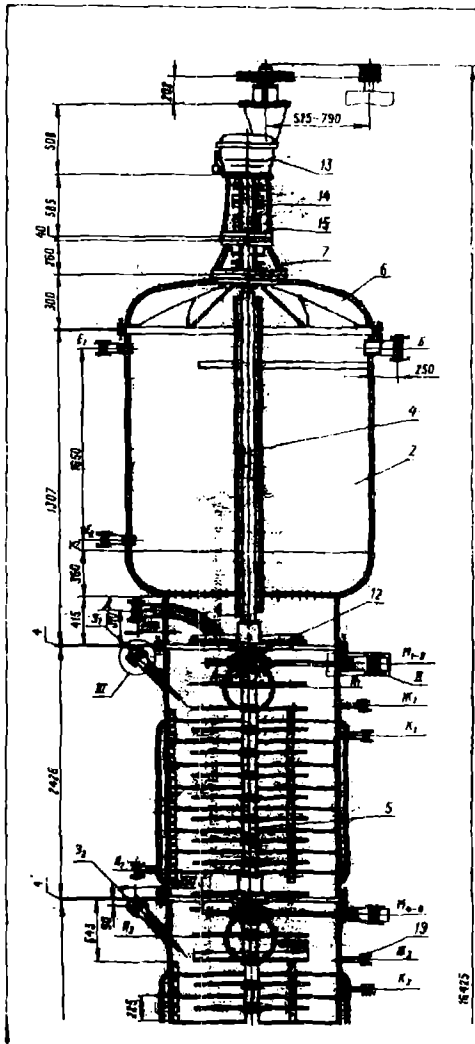
Техник талаблар

1. Қурилмани тайёрлаши, синани ва манзилга етказиб
беришида қуйидаги талаблар бажарилиши керак:
а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариши ускуналари.
Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
б) ОСТ 26-291-79 «Пўлатдан ийгма қурилма ва
идишлар. Техник талаблар.»
2. Колоннаниң коррозияон фаол муҳитга тегиб турувчи
девори ва деталлари Х17Н13М2Т ГОСТ 5632-72 бўйича,
қолган қисмлари эса Ст.3 ГОСТ 380-71 бўйича
тайёрлансин. Таянчлар материали ВСт.3 сп ГОСТ
380-71. Қистирмалар материали паронит ПОН-1 ГОСТ
481-80.
Қурилма горизонтал ҳолатида мустақкамлик ва
ичиланиши си-навларида суюқлик ердамида 0,2 МПа
босимда текширилсин. Вертикал ҳолатда эса суюқлик
тўлдирилиб синалсин.
Қурилма бўлақлариниң ийгма бирикмалари ОСТ 26-01-
82-77 «Қиме машинасозлиғида пайвандлиши» га мос
келиши керак.
100% чоклар рентген нури ёрдамида текширилиши
шарт.
6. Цапфа, қозик ва штуцерлариниң ҳақиқий joyлаштириш
схемада кўрсатилган.
7. Штуцерлариниң кўрсатилмаган баландлиги 120 мм.
8. Маълумот ўчун улчалар.



Поз-ция	Белги	Номи	Сони	Масса, 1 д.она	Материалнинг номи ва маркаси	Эслатми
1		Куб	1			
2		Дарга	1			
3		Дарга	1			
4		Қопқоқ	1			
5		Тарелка	9			
6		Тарелка	3			
7		Гильза	2			
8		Штуцер	2			
9		Бўғлатиш халқаси	3		X17H13M2T	
10		Қозық	2		Ст.3	
11		Фланец	2		X17H13M2T	D=200
12		Фланец	1		X17H13M2T	D=125
13		Фланец	2		X17H13M2T	D=50
14		Фланец	1		X17H13M2T	D=40
15		Фланец	3		X17H13M2T	D=25
16		Фланец	2		X17H13M2T	D=25
17		Фланец	2		X17H13M2T	D=20
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
18		M20x80 58	84		Ст.35	
19		M16x50 58	24		Ст.35	
20		M12x40 58	12		Ст.35	
21		M10x35 58	16		Ст.35	
22		M10x35 58	12		X17H13M2T	
23		Гайка M10.5 ГОСТ 5915 70			X17H13M2T	

00.00.000 ВО							
А/Лис	№ Хужжат	Илзо	Сана	Клапан тарелкали ректификацион колонна Ø 800	Адаб	Масс	Мас
Яратув.				Умумий кўриш.			
Текшир.					Лист	Листлар	
Т.							
Рахбар							
Нор.ков							
Тасдиқ.							



222

525.52

Штуцерлар жадвали

Белги ланиши	Номи ланиши	Со-ни	Шартли ўтши D, м	Шартли босим P, МПа
Б	Енгил фазанинг чиқиши	1	100	0,6
В	Оғир фазанинг чиқиши	1	100	0,6
Г	Енгил фазанинг кириши	1	100	0,6
Д	Оғир фазанинг кириши	1	100	0,6
Е	Сатх кўрсаткичи учун	4	25	0,6
Ж	Моддан анализга олиш	3	20	0,6
З	Термометр учун гильза	3	25	2,5
И	Люк	4	400	0,6
К	Бўғини кириши	3	25	0,6
Л	Конденсатини чиқиши	3	25	0,6
М	Тортиб олиш йўли	12	50	0,6

Техник характеристика

1. Қурилма уч хлорэтилен таркибидан сув ердамида катролақтани ажратиш учун муъалланган.
2. Қурилма ҳажми (номиқал) 28,5 м³
3. Умумдорлиги 0,012 м/с
4. Колоннадаги босим:
 - а) ишчи 0,1 МПа;
 - б) сув буги ердамида димлаида 0,2 МПа.
5. Колоннадаги температура
 - а) ишчи 20-25°С;
 - б) сув буги ердамида димлаида 120°С.
6. Узатманинг қуввати - 4 кВт.
7. Ротор айланитишининг бурчак тезлиги 2,1-4,5 рад/с.
8. Қурилмадаги муҳит заҳарли ва коррозийон фаол.

Техник талаблар

Қурилmani тайёрлаш, синани ва манзилга етказиб беришида қуйидаги талаблар бажарилиши керак:

- а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариши ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
- б) ОСТ 26-291-79 «Пулатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»

Экстракторминг коррозийон фаол муҳитга тезиб турувчи девори ва деталлари Х18Н10Т ГОСТ 5632-72 бўйича, қолган қисмлари эса Ст.3 ГОСТ 380-71 бўйича тайёрласини. Қистирмалар материали қўрғошин ГОСТ 9559-75

Қурилма горизонтал ҳолатида мустақаллик ва ичланиши синоклирга суяқлик ердамида 0,3 МПа босимда текширилиши. Вертикал ҳолатида эса суяқлик тўлдирлиб синалсин.

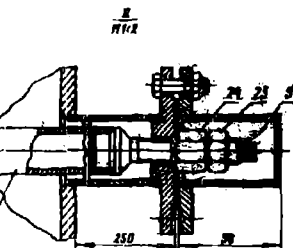
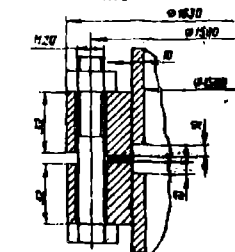
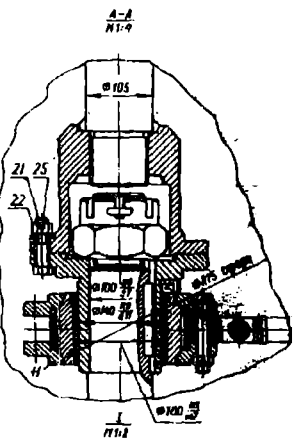
Қурилма булакларининг йиғма бирикмалари ОСТ 26-01-82-77 «Қиме машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.

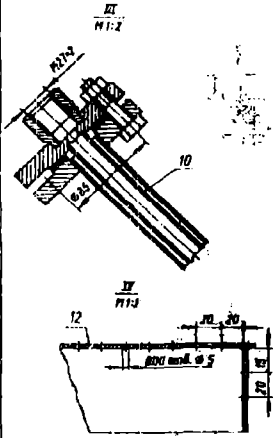
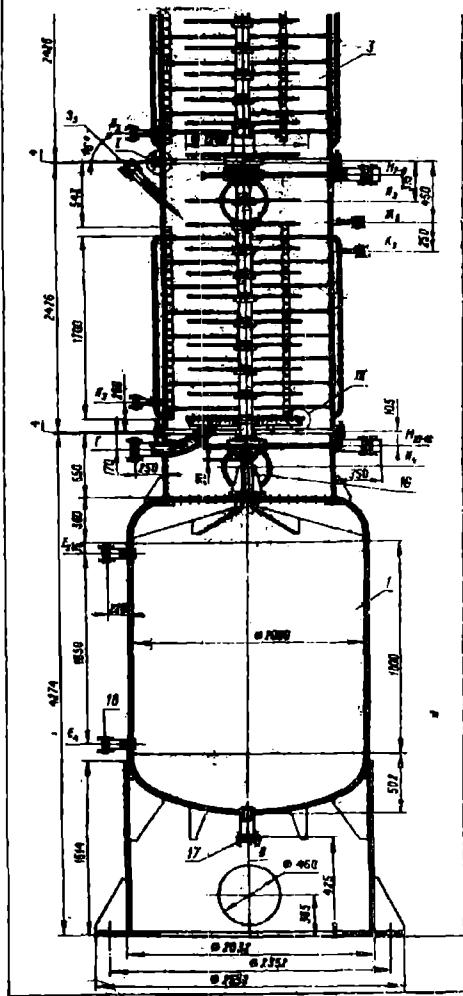
100% чоқлар рентген нури ердамида текширилиши шарт.

Люк ва штуцерларининг ҳақиқий жойланиши схемада кўрсатилган.

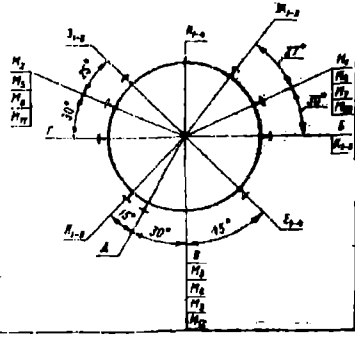
Штуцерларининг кўрсатилмаган баландлиги 200 мм.

Маълумот учун унчалмлар.



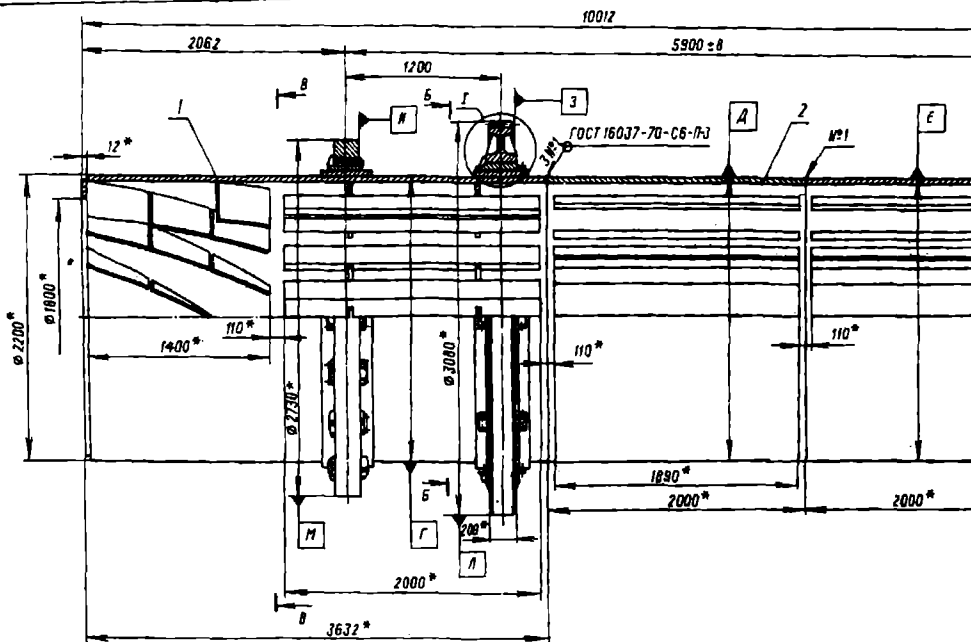


Штуцер ва люкларни жойлаштириш схемаси

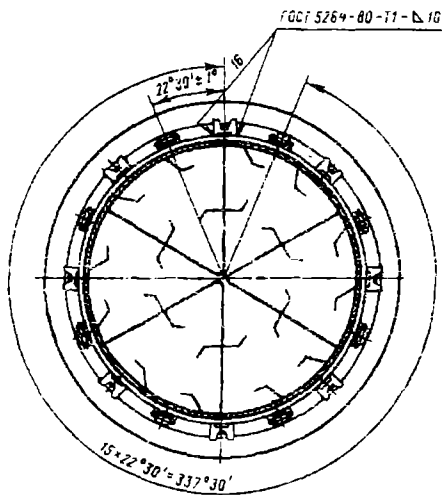


Позиция ла иши	Номи	СМ	Материал и маркаси	Флат ма
1	Гиндириш камераси (пастки)	1		
2	Гиндириш камераси (устки)	1		
3	Гилофли царга	3		
4	Вал	1		
5	Ротор	3		
6	Экстрактор қопқоғи	1		
7	Таянч	1		
8	Тортиш тирубаси	12		
9	Қопқоқ	12		
10	Гильза	3		
11	Подшипникли қисм	4		
12	Тақсимлагич	2		
13	Узатма	1		
14	Муфта	1		
15	Устиги	1		
16	Таянч	1		
17	Фланец	4	X18H10T D=100	
18	Фланец	10	X18H10T D=25	
19	Фланец	3	X18H10T D=200	
20	Болт 2М20x80.21 ГОСТ 7798-70	12	X18H10T	
21	Гайка М20.21 ГОСТ 5818-73	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	

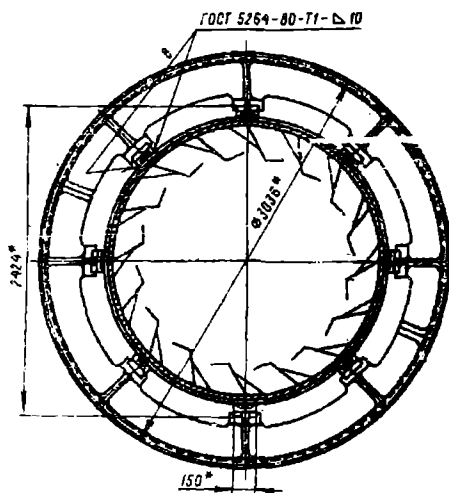
00.00.000.00			
Уш. Шис.	№ Хужжат	Илм. Сана	Адаб. Масс. Мас.
Фланец			Ротор-Дж. кл. экстрактор Ø 1500
Т. назар			Умумий қўшимчи
Расбад			
Ноп. қон			Писр. Писр. зан.
Тасдиқ.			



A-A

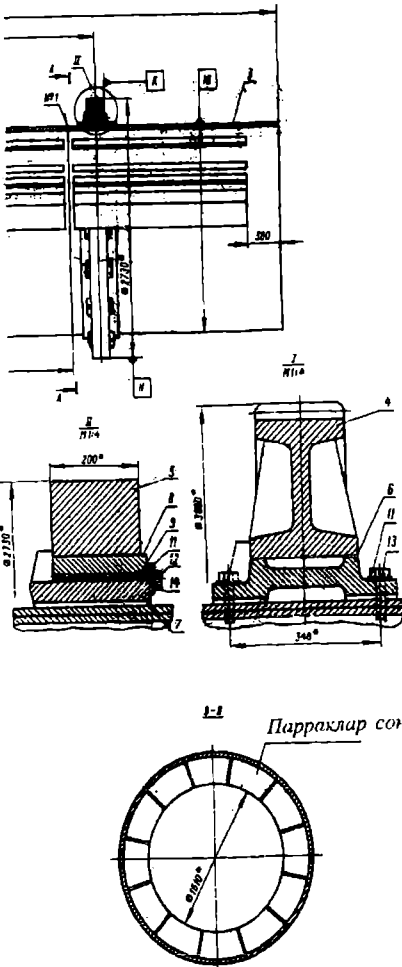


B-B



Техник талаблар

1. Курилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиши керак:
 - а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хаффсизлик бўйича умумий талаблар.»;
 - б) ОСТ 26-291-79 «Пўлатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
 Барабанли қуритгич қобиги деталларининг материали ВСт.3 сп ли пўлатдан ясалган. ГОСТ 380-71.
 Қурилма бўлақларининг йиғма бирикмалари ОСТ 26-01-82-77 «Қиме машинасозлигида пийвандлаш» га мос келиши керак.
 Г, Д, Е ва Ж лар юзасининг умумий ўқига нисбатан радиус бўйлаб тебраниш юзаси учун қолдирилган қўйим 5 мм.
 Г, Д, Е ва Ж лар юзасининг умумий ўқига нисбатан радиус бўйлаб тебраниш М ва Н ларнинг юзаси учун қолдирилган қўйим 3 мм.
 М ва Н лар юзасининг умумий ўқига нисбатан радиус бўйлаб тебраниш Л нинг юзаси учун қолдирилган қўйим 4 мм.
 Г, Д, Е ва Ж лар юзасининг умумий ўқига нисбатан қундаланг кесилган И ва К юзасиди бўйлаб тулиқ тебраниш учун қолдирилган қўйим - 2 мм.
 Л ва М лар юзасининг умумий ўқига нисбатан қундаланг кесилган 3 юзаси бўйлаб тулиқ тебраниш учун қолдирилган қўйим 2 мм.
 Улчамларнинг қўрсатилмаган охири (энг сонги) четга чиқиши 1/2.



Эслатма:
 а) Маълумот учун улчамлар.
 б) Чизма ОСТ 26-01-437-78 асосида ишлаб чиқилган. у

По- зиция	Белги ла 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 гидирак	1			
5		Бандаж	2		Ст.40	
6		Башмак	8		Ст.30	
7		Башмак	32		Ст.30	
8		Подкладка	32		Ст.3	
9		Кистирма	96		Ст.3	
10		Планка	32		Ст.3	
		Болтлар ГОСТ 7798-70			Ст.35	
11		M22x80.56.05	32			
12		M16x30.56.05	64			
		Шайбалар ГОСТ11371-78			Ст.3	
13		22.01.05	32			
14		16.01.05	64			

						00.00.000 В0		
Уш/Лис	№	Хужжат	Имзо	Сана	Барабанли қуритгич қобиги. Умумий қўриниш.	Адаб	Масс	Мас
Яратув								
Текшир						Лист	Листлар	
Т назар								
Рисбар								
Нор.хон					7ex			
Тасдиқ								

Курс лойханинг 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 _____ Талаба _____
Раҳбар _____

ТОПШИРИК

1. _____

_____ лойиҳа ишлаб чиқилсин

2. 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., Исматуллаев 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 баланс 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						
Хақиқатда						

Раҳбар _____

АДАБИЁТЛАР

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973. 750 с.
2. Салимов З., Тўйчиев И.С. Кимёвий технология процеслари 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., Исмагуллаев П.Р. Кимё ва озик-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. Лащинский 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., Перелыгин 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.: ЦИИТИХИМНЕФТЕМАШ, 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.: ЦИИТИХИМНЕФТЕМАШ, 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.: ЦИИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1988. 51 с.
50. Каталог справочник. Пластинчатые теплообменные аппараты. М.: ЦИИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1983. 89 с.
51. Роторно-пластинчатые испарители. Каталог справочник. -М.: ЦИИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1976. 9 с.
52. Калинин Э.К., Дрейцер 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.: ЦИИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1968. 25 с.
55. Атмосферные сушилки. Каталог справочник. -М.: ЦИИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1965. 86 с.
56. Теплообменники пластинчатые, разборные общего назначения. Каталог - справочник. М.: ЦИИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1967. - 24 с.
57. Трубчатые теплообменные аппараты из фторопласта. Каталог справочник. М.: ЦИИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1984. - 23 с.
58. Дзюбенко Б.В., Дрейцер 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., Мўминов А.М., Галаган В.В. Зокиров И.И. Исследование теплообмена и гидравлического сопротивления 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. 1st 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. Hu 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 се-
тей.
88. ГОСТ 2.793-79. Элементы и устройства машин и аппаратов хими-
ческих 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.

Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович
Нурмухамедов Хабибулла Саъдуллаевич
Исматуллаев Патхилла Рахматович
Зокиров Санат Гапурович
Маннонов Улугбек Васиқович

Ўзбек тилида

Кимё ва озиқ-овқат саноатларнинг
асосий жараёнл ва қурилмаларини
ҳисоблаш ва лойиҳалаш

(Ўқув қўлланма)

Бадий муҳаррир
Техник муҳаррир
Мусахҳих
Расмлар муҳаррирлари

К. А. Аҳмеров
Ҳ. О. Ҳайридинов
О. Х. Ёқубов
Ж. Йлҳомов
А. Ш. Абдуллаев



Босишга руҳсат этилди. 24.08.2000 й.
Босма табағи 16,6. Адади 900.
Буюртма № 31
«Жаҳон» ахборот агентлиги босмаҳонасида босилди.
Тошкент ш. Ўзбекистон кўчаси, 9