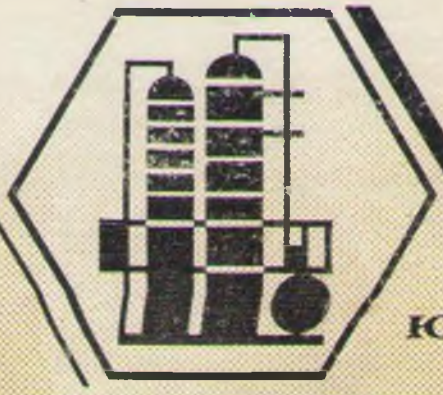
Оқупбеков Н.Р.
Нурмухамедов Х.С.
Исматуллаев П.Р.
Зокиров С.Г.
Ламнонов У.В.



ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАРИ УЧУН

КИМЁ ВА ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТЛАРНИНГ АСОСИЙ ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

Е64я1
К-40

7

олий ўқув юртлари учун

Юсупбеков Н.Р., Нурмуҳамедов Ҳ.С., Исматуллаев П.Р., Зокиров С.Г., Маннонов У.В.

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

БИБЛИОТЕКА
Бух. ТИП и ЛП
№ У 3399

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

(Ўқув қўлланма)

Проф. НУРМУҲАМЕДОВ Х.С. тахририяти остида

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ ТОМОНИДАН ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАРИ УЧУН ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА СИФАТИДА РУХСАТ ЭТИЛГАН

Тошкент - 2000

УДК 66.01.(076)

Муаллифлар: Н.Р.Юсупбеков, Ҳ.С.Нурмуҳамедов,
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 кисмларини бажариш тартиб ва усуллари берилган.

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

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

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

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

Тақризчилар: - "Ўзбеккимёмаш" ОТАЖ;
- ЎзР ФА акад. Беглов Б.М.;
- т.ф.д. Қосимхўжаев Б.Қ.

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

(с) Тошкент Кимё Технология Институти, 2000 йил.

МУНДАРИЖА

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 алмашиниш қурилмаларини технологик ҳисоблашнинг умумий схемаси 40
2.2. Иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблаш учун тенгламалар. 42
2.3. Иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг асосий параметрлари ва конструкциялари. 52
2.4. Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини ҳисоблаш. 76

3 боб. **МОДДА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ**. 93

3.1. Уч корпусли буғлатиш қурилмасини ҳисоблаш 93
3.2. Тарелкали ректификацион колоннани ҳисоблаш 101
3.3. Ротор-дискли экстракторни ҳисоблаш 109
3.4. Мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларни ҳисоблаш. 120
3.5. Барабанли қуритгични ҳисоблаш 128

4 боб. **ҚУРИЛМАЛАРНИНГ БЎЛАК ВА ДЕТАЛЛАРИНИ МЕХАНИК ҲИСОБЛАШ**. 141

4.1. Умумий тушунчалар 141
4.2. Обечайка деворининг қалинлигини ҳисоблаш 144
4.3. Днище деворининг қалинлигини ҳисоблаш. 145
4.4. Фланец ва штуцерлар 149
4.5. Қурилмаларнинг таянчлари 154
4.6. Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларнинг асосий элементлари. 155

5 боб. **КУРС ЛОЙИҲАНИ 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 варағи 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 қаршиликлар коэффициентлари 182
ИЛОВА 6. Марказдан қочма насосларнинг техник характеристикалари 185
ИЛОВА 7. Марказдан қочма, кўп боскичли насосларнинг техник характеристикалари 186
ИЛОВА 8. Марказдан кочма, 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, уюрмавий 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 кайнаш температураси, суюқлик ва бугининг мувозанат таркиблари . . . 191
ИЛОВА 17. Сув-спирт эритмаларнинг солиштирма иссиқлик сиғими 191
ИЛОВА 18. Сув буғи тўйинган холатда (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 қўзғалмас труба тўр пардалари билан бирлаштиришнинг типик усуллари 195
ИЛОВА 24. Ҳаракатчан труба тўр пардасини зичлашнинг баъзи усуллари. 197
ИЛОВА 25. Уч корпусли буғлатиш қурилмасининг технологик схемаси 199
ИЛОВА 26. Абсорбцион қурилманинг технологик схемаси. 201
ИЛОВА 27. Ректификацион қурилманинг технологик схемаси . . . 203
ИЛОВА 28. Экстракцион қурилманинг технологик схемаси 205
ИЛОВА 29. Қуритиш қурилмасининг технологик схемаси 207
ИЛОВА 30. «Труба ичида труба» типидаги иссиқлик алмашиниш 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, озиқ-овқат ва бошқа саноатларнинг турли сохаларида ишлатилаётган ва ташқи кўринишдан ҳар хил бўлган жараён ва қурилмаларнинг ўхшашликларини аниқлашга асосланади. Ҳозирги кунда, замонавий кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноатлар физик-кимёвий хоссалари тубдан фарқ қиладиган хом-ашёларни қайта ишлашда хилма-хил технологик жараёнлардан фойдаланилади. Шунинг учун, бакалаврлар жараёнларнинг физик-кимёвий асосларини, қурилмалар тузилиши, ишлаш принципларининг алоҳида ҳолларини билибгина қолмасдан, балки жараёнларни ҳисоблаш ва таҳлил қилиш, уларнинг оптимал параметрларини, ҳамда энг самарадор қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашни билишлари зарур [4-12].

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

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

Курс лойиҳа ўз ичига типик қурилмаларни (буғлатгич, иссиқлик алмашиниш қурилмаси, ректификацион колонна, қуритгич ва бошкаларни) 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-иқтисодий 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 қаршиликларини ҳисоблаш, оптимал диаметрларини аниқлаш, насос, вентилятор ва циклонларни батафсил ҳисоблашлар келтирилган.

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

Китобнинг учинчи бобида модда алмашиниш жараёнлари ва қурилмаларини ҳисоблаш формулалари 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 ЭҲМ да ҳисоблаш программаларини тузишда ҳар бир кафедра ўз имкониятлари ва конкрет шароитлардан келиб чиқиши керак. Лекин, курс лойиҳанинг маълум бир қисмини талаба қўлда бажариши керак.

Ушбу ўқув қўлланма ТошКТИ "Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари" кафедрасининг профессор-ўқитувчиларининг кўп йиллик тажрибасига таяниб ёзилган. Кириш, 3 ва 4 бобларни УзР ФА академиги, проф. Юсупбеков Н.Р., 1-5 бобларни проф.Нурмуҳамедов 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.Ғуломова 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 билдирамиз.

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

КИРИШ

КУРС ЛОЙИҲАНИНГ 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 килиш 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 вараги;
2. Лойиҳанинг топшириқ бланкаси;
3. Мундарижа;
4. Кириш;
5. Қурилманинг технологик схемаси ва унинг тавсифи;
6. Қурилма учун конструкцион материални танлаш;
7. Асосий ва ёрдамчи қурилмаларни танлаш;
8. Қурилмаларни технологик ҳисоблаш;
9. Қурилмаларнинг мустаҳкамлик ҳисоби;
10. Ёрдамчи ускуналарни ҳисоблаш ёки танлаш;
11. Текшириш нукталарини танлаш;
12. Якун (ҳулосалар ва таклифлар);
13. Қўлланилган адабиётлар рўйхати.

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

Лойиҳанинг топшириқ бланкаси. Курс лойиҳага рахбар 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 номлари, уларга оид бетлари билан берилади.

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

Қурилманинг технологик схемаси. Бу бўлимда қурилманинг принципиал схемаси, уларнинг баёни тартиб ўрни билан берилиши зарур. Схемада оқимларнинг йўналишлари, сарфи, температураси ва бошка параметрлар кўйиладиган (технологик схемани тўғри тасвирлашнинг намунаси илова 25-29ларда келтирилган).

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

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

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

Қурилмаларни технологик ҳисоблаш. Ушбу бўлимни бажаришдан мақсад қурилманинг асосий ўлчамларини (диаметри, баландлиги, иссиқлик алмашиниш юзаси ва ҳоказоларни) ҳисоблашдир. Бунинг учун, дастлаб адабиетлардан кайта ишланаётган модданинг физик-кимёвий хоссалари (зичлик, солиштирма иссиқлик сиғим, иссиқлик утказувчанлик коэффициенти, қовушоқлик ва ҳоказолар) аниқлаб олинади, моддий ва иссиқлик балансларн 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 максадга мувофикдир. Бу бўлимда қурилма каршиликлари ҳам аниқланиши керак. Ундан ташкари, ушбу бўлимда қурилманинг иссиқлик кошламасининг калинлиги ҳам ҳисобланади.

Қурилмаларнинг мустаҳкамлик ҳисоби. Ушбу бўлимдаги ҳисобларга қурилманинг мустаҳкамлигини таъминловчи асосий ўлчамларини аниқлаш, яъни копкок, корпус ва бошка деталлар деворларининг калинликлари, ундан ташкари, труба тўр пардалари, флпнецлар, штуцерлар ва бошкаларнинг ҳисоблари ҳам киради. Лекин, бу бўлимдаги ҳисоблар амалга оширилаётганда, албатта қурилманинг ишлатилиш шароитлари (босим, температура ва бошкалар) кўзда тутилган ҳолда амалга оширилиши керак. Агарда зарур бўлса, қурилманинг шамол кучига нисбатан бардош бериши ҳам ҳисобланади.

Ёрдамчи ускуналарни ҳисоблаш ёки танлаш. Технологик схемалардан маълумки, унга асосий қурилмалардан ташкари турли ёрдамчи ускуналар киради, яъни насослар, вентиляторлар, газодувка, компрессорлар, вакуум-насоолар, конденсат чикарувчи хом-ашё ва тайёр маҳсулот сакловчи идишлар ва мосламалар. Юкорида кайд этилган ҳамма ускуналар ҳисобланган ёки нормал, ГОСТ, каталоглар ёрдамида аниқ шароитни ҳисобга олган ҳолда танланиши зарур.

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

Якун (хулоса ва таклифлар). Лойиҳанинг ҳисоблаш қисми якунида олинган натижаларни таҳлил килиш, уларнинг лойиҳа топширикларига мослиги, ўрганилган жараённи такомиллаштириш йўллари ва қурилма тўғрисида ўз фикр ва мулоҳазаларини баён этилиши керак.

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

Мақолалар тўғрисидаги маълумот эса, қуйидагича берилиши керак:

Равшанов И.С. Пахта чигитини мавҳум қайнаш қатламида қуритиш // Озик-овкат саноати журнали, 1999. - №2. - 17-19 бет.

Тушунтириш хатини расмийлаштириш. Тушунтириш хати А-11 ўлчамли стандарт коғозда расмийлаштирилади. Одатда ҳамма ёзувлар қўлда бажарилади. Аммо, айрим ҳолларда машинкада ёки компьютерда ҳам ёзилган ҳолда ҳам келтирилиши мумкин. Ёзиш пайтида коғознинг чап томонидан 30 мм, ўнг томонидан—10 мм, юкори ва паст қисмларида - 20 мм дан ҳошия колдирилиши керак.

Тушунтириш хатининг бетларига кетма-кет тартиб ракамлари қўйиладиган ва ҳар бир бобга тегишли бетлар мундарижада акс эттирилади. Бобларнинг номи қиска ва лўнда бўлиши тавсия этилади. Шуни эсда тутиш керакки, бобларнинг сарлавҳалари кўчирилмайди ва уларнинг охирида нукта кўйилмайди. Сарлавҳа ва матнлар орасида 10 мм, ҳамда бобларнинг охирги қатор и билан янги сарлавҳа орасида 15 мм масофа колдирилиши максадга мувофикдир.

Сўзларни ихтиерий ҳолда, илмий-техник адабиётларда кабул килинмаган кисқартирилишлар ман этилади.

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

Матнда келтирилган тасвирлар (чизмалар, схемалар, графиклар), расмлар деб номланади. Расмлар оддий ва аниқ бўлиши ва қурилма бўлаги ёки детали тўғрисида умумий тушунча бериши керак. Ҳамма расмлар қора ёки рангли каламда миллиметрли ёки оддий коғозда бажарилади. Расмлар тартиб билан ракамланади ва матнда у тўғрисидаги маълу мотлардан сўнг келтирилади. Расмларнинг номлари қиска бўлиши шарт.

Жадваллар ҳам матнлар каби тартиб билан ракамланади. Жадвал номи «Жадвал» сўзидан кейин ёзилади.

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

Курс лойиҳанинг график қисми. Одатда унда технологик схема, асосий қурилманинг чизмаси ва унинг айрим бўлаклари 1-1,5 ватман коғозида чизилади.

Курс лойиҳани ҳимоя килиш. Курс лойиҳани белгиланган хажм ва ушбу ўқув қўлланма талабларига мос равишда бажарган талабалар ҳимояга рухсат оладилар. Ҳимояга киритилаётган талабада ҳамма чизмалар ва тушунтириш хати раҳбари томонидан кўл кўйилган бўлиши шарт. Курс лойиҳасини ҳимоясини 2 та профессор-ўкитувчидан иборат ҳайъат кабул килади. Лекин, семестр давомида раҳбарлик килган ўкитувчи ҳимояда катнашиши мажбурийдир. Ҳимоя килиш учун талабага 5-6 минутгача вакт 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 ва дарожада эканлигини ҳисобга олади. Ҳимоядан сўнг, ҳайъат аъзолари тушунтириш хатининг титул вараги ва чизмада баҳони, кўйишади. Ҳимоя даврида катнашиш истагини билдирган ҳамма талабалар кириб ўтириши мумкин.

УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида турли хил хом-ашёлар қайта ишлаш ва натижада қаттиқ, суюқ, буғ ва газ агрегат холатларидаги 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, солиштирма оғирлик, қовушоқлик, сиртий таранглик, иссиқлик сиғим ва ўтказувчанлик, температура ўтказувчанликлар ва бошқалар билан характерланади.

ЗИЧЛИК. Ҳажм бирлигидаги V бир жинсли жисмнинг массаси m зичлик ρ деб юритилади:

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

бу ерда ρ - зичлик, кг/м^3; m - масса, кг; V - ҳажм, м^3.

Зичлик катталигига тескари бўлган катталик солиштирма ҳажм v деб юритилади:

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

бу ерда v - солиштирма ҳажм, м^3/кг.

Нисбий зичлик Δ деб модда зичлигининг ρ сув зичлиги ρ_c нисбатига айтилади ва у ушбу кўринишга эга:

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

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

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

бу ерда КМ - қуруқ модда концентрацияси, %; Т - эритма температураси, К.

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

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

бу ерда $x_1, x_2, ...$ - компонентларнинг массавий улушлари; $\rho_{ар}$, ρ_1, ρ_2, ... - аралашма ва компонентларнинг зичликлари, кг/м^3.

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

$$\frac{1}{\rho_{сус}} = \frac{x}{\rho_к} + \frac{1-x}{\rho_с} \quad \text{ёки} \quad \rho_{сус} = \rho_к \cdot x + \rho \cdot (1 - x) \qquad (6)$$

бу ерда x - суспензия таркибидаги қаттиқ фазанинг массавий улуши; $\rho_к$ ва $\rho_с$ - қаттиқ ва суюқ фазаларнинг зичликлари, кг/м^3.

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

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

бу ерда x - қуруқ моддалар концентрацияси, %.

Агарда, температура 20°С дан фарқли бўлса, қуйидаги формула қўлланилади:

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

бу ерда t - маҳсулот температураси, °С.

Томат маҳсулотларининг зичлиги эса, ушбу формулада ҳисобланади:

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

a ва b компонентлардан ташкил топган бинар, турли жинсли системаларнинг зичлиги:

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

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 $\rho_к$ бўлган қаттиқ заррачалар ва $\rho_с$ бўлган суюқ, моддалардан таркиб топган бўлса, унинг зичлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$\rho = \left(\frac{m_к}{\rho_к} + \frac{1 - m_к}{\rho_c} \right)^{-1} \qquad (11)$$

бу ерда $m_к$ - аралашмадаги заррачаларнинг массавий улуши

Исталган газнинг T температура ва P босимдаги зичлиги ушбу формулада ҳисобланади:

$$\rho = \rho_o \cdot \frac{T_o \cdot p}{T \cdot p_o} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273 \cdot p}{T \cdot p_o} \qquad (12)$$

бу ерда $\rho_o = M/22,4$ - нормал шароитда (0°С ва 760 мм.сим.уст.) газнинг зичлиги, кг/м^3; M - моляр масса, кг; T - температура, К.

Газ аралашмасининг зичлиги эса қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\rho_{ар} = y_1 \cdot \rho_1 + y_2 \cdot \rho_2 + \ldots \qquad (13)$$

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

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

$$\rho_T = (1 - \varepsilon) \cdot \rho_к \qquad (14)$$

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

$$\varepsilon = \frac{V - V_o}{V} \qquad (15)$$

бу ерда V - донасимон қатлам ҳажми, м^3; V_o - қатламдаги заррачалар эгаллаган ҳажм, м^3.

Оддий сочилувчан материаллар "тўкма" катламининг бўш ҳажми одатда ε = 0.38-0,42 га тенгдир.

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

олма ва карам учун

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

колган хом-ашёлар учун эса

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

Пахта чигитининг хакиқий зичлиги қуйидаги формула ёрдамида

хисоблаб топиш мумкин [13]:

$$\rho = 666{,}7 \cdot O_{п}^{0,2} \qquad (16)$$

Чигитнинг «келтирилган» зичлиги унинг момиклигига боғлик бўлиб, сон жихатдан 650÷1110 кг/м^3 ораликда бўлади [4,13].

СОЛИШТИРМА ОГИРЛИК. Хажм V бирлигидаги суюкликнинг оғирлиги G солиштирма оғирлик γ дейилади:

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

бу ерда G - суюклик оғирлиги, Н; V - хажм, м^3; γ - солиштирма оғирлик, Н/м^3.

Масса билан оғирлик ўзаро қуйидагича боғланган:

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

бу ерда g = 9,81 м/с^2 - эркин тушиш тезланиши.

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

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

ҚОВУШОҚЛИК. Динамик қовушоқлик коэффициенти μ нинг суюклик зичлиги ρ га нисбати кинематик қовушоқлик ν дейилади:

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

бу ерда ν - кинематик қовушоқлик, м^2/с; μ - динамик қовушоқлик, Па·с.

20°С температурада кўпчилик органик суюкликларнинг динамик қовушоқлик коэффициенти қуйидаги эмпирик формула ердамида хисобланса бўлади [5]:

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

бу ерда μ - атмосфера босими ва 20°С да суюкликнинг динамик қовушоқлик коэффициенти, мПа·с; ρ - суюклик 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 боғликлик характери ва гуруҳлашга киритиладиган тузатма қиймати.

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

Нормал (ассоциацияланмаган) суюқликлар аралашмасининг динамик қовушоқлик коэффициенти $\mu_{ар}$ ушбу формула орқали хисоблаб аниқлаш мумкин:

$$lg\,\mu_{ар} = x_1 \cdot lg\,\mu_1 + x_2 \cdot lg\,\mu_2 + K \qquad (22)$$

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

Суспензиянинг динамик қовушоқлик коэффициенти қуйидаги формула ёрдамида топилиши мумкин:

қаттиқ фаза концентрацияси 10% (хажм) дан кам бўлганда

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

қаттиқ фаза концентрацияси 10% (хажм) дан кўп бўлганда

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

қаттиқ фаза концентрацияси 30% (хажм.) гача бўлганда

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

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

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

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

бу ерда μ - 20°С температурадаги динамик қовушоқлик.

Хом сут учун

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

бу ерда x - қуруқ моддалар концентрацияси.

Усимлик ёгларининг динамик қовушоқлик коэффициенти (мПа·с):

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

томат махсулотлари учун (Па·с):

$$\mu_t = 0{,}0199 \cdot x^{2.94} \cdot t^{-1.17} \qquad (29)$$

Хар хил температураларда газларнинг динамик қовушоқлик коэффициенти махсус адабиетларда келтирилган [18].

Газ аралашмаларининг динамик қовушоқлик коэффициенти қуйидаги чизиқли формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

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

Бу ерда $M_{ар}$, M_1, M_2, ... - газ аралашмаси ва компонентларнинг моль массаси; $\mu_{ар}$, μ_1, μ_2, ... - тегишли динамик қовушоқлик коэффициентлари; y_1, y_2, ... - аралашмадаги компонентларнинг хажмий улушлари.

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

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

Бу ерда $\mu_{ар}$ - аралашманинг t температурадаги динамик қовушоқлик коэффициенти; μ_1, μ_2, ... - t температурада компонентларнинг динамик қовушоқлик коэффициентлари, y_1, y_2, ... - компонентларнинг хажмий улушлари; M_1, M_2, ... - компонентларнинг моль массалари; $T_{кр1}$, $T_{кр2}$, ... - компонентларнинг критик температуралари, К.

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

Динамик қовушоқлик коэффициентининг температурага боғликлиги қуйидаги формула билан ифодаланади:

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

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

СИРТИЙ ТАРАНГЛИК σ - ўзгармас температурада фазаларни ажратиб турувчи бир бирликка кўпайтириш учун сон жихатдан баробар сарф бўлган ишга тенг қийматдир.

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

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

БИБЛИОТЕКА
Бух. ТИП и ЛП
№ У 3388

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

1-1 жадвал

Суюқликларнинг сиртий таранглиги

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

ИССИҚЛИК СИҒИМ c - моддага кандайдир жараёнда берилаетган иссиқлик миқдорининг тегишли температура ўзгариши нисбатига айтилади.

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

Узаро бу икки солиштирма иссиқлик сиғимликлар Майер формуласи билан боғлиқдир [18]:

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

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

Изобар иссиқлик сиғимнинг изохор иссиқлик сиғим нисбатига адиабата кўрсаткичи дейилади:

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

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.	Хайвон маҳсулотларининг қуруқ моддалари	1,38 - 1,68
5.	Ўсимлик маҳсулотларининг қуруқ моддалари	0,71 - 1,36

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

$$c_P = c_1 \cdot m_1 + c_1 \cdot m_1 + c_1 \cdot m_1 + \ldots \quad (35)$$

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

Томат маҳсулотларининг солиштирма иссиқлик сиғими ушбу формулада ҳисобланади:

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

Ўсимлик хом-ашеларини эса

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

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

Саҳарозанинг солиштирма иссиқлик сиғими

$$c = 4190 - 0,01 \cdot x \cdot 2510 - 7.54 \cdot t + 4,61 \cdot (100 - Дб) \quad (38)$$

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

ҳамирники:

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

буғдойники:

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

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

Пахта толасининг солиштирма иссиқлик сиғимини қуйидаги формула оркали топилади [20]:

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

бу ерда c_c - сувнинг солиштирма иссиқлик сиғими.

Пахта чигитининг мағизи ва қобиғининг солиштирма иссиқлик сиғимлари проф.Нурмуҳамедов Х.С. томонидан таклиф этилган эмпирик

формулалар ердамида ҳисобланади [21, 22]:

мағиз учун

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

кобиғ учун

$$c = 60 + 4 \cdot (T - 50) \cdot exp0{,}028 \cdot W \qquad (43)$$

кунжара учун

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

бу ерда W - материал намлиги, %; Т - абсолют температура, К.

Пахта чигитининг эффектив солиштирма иссиқлик сиғими ушбу формулада ҳисобланади [23]:

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

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

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

1-3 жадвал

T,K	Эффектив солиштирма иссиқлик сиғими c_{ef}, Ж/(кг·К)							
	Пахта чигитининг намлиги, %							
	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 микрозаррачаларнинг ўзаро таъсири ва иссиқлик ҳаракати натижасида иссиқ жисмдан совуқ жисмга энергия ўтказилиши туфайли жисм температурасининг турғунлашишидир.

Қаттиқ материал, суюқлик ва газларда иссиқлик ўтказувчанликнинг

интенсивлиги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти λ билан ҳарактерланади.

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

$$\lambda_{30} = A_1 \cdot c \cdot \rho \cdot \sqrt[3]{\frac{\rho}{M}} \qquad (46)$$

бу ерда A_1 - суюқликнинг ассоциацияланиш даражасига боғлик коэффициент; c - суюқликнинг солиштирма иссиқлик сиғими, Ж/(кг·К); ρ - суюқлик зичлиги, кг/м^3; M - моль масса.

сув учун $A_1 = 3{,}58 \cdot 10^{-8}$
бензол учун $A_1 = 4{,}22 \cdot 10^{-8}$

Бирор t температурадаги суюқликнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ушбу формуладан топилади:

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

бу ерда ε - температура коэффициенти.

Метил спирти учун $\varepsilon = 1{,}2 \cdot 10^3$ С$^{-1}$;
Этил спирти учун $\varepsilon = 1{,}2 \cdot 10^3$ С$^{-1}$;

Мева, мева-резаворлар шарбати, киемлар, шакарли сут учун λ коэффициенти ушбу формуладан аниқланади:

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

20°С да эса

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

бу ерда x - абсолют қуруқ моддаларнинг концентрацияси.

Томат маҳсулотларининг λ коэффициенти қуйидаги формуладан топилади:

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

0 < x < 65% ва 80°С гача бўлган ораликда сахарозанинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти эса,

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

Донасимон тукли, кўп компонентли пахта чигитининг эффектив ис-

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

$$\lambda_{ef} = f \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_5}\right) \cdot \left[\frac{1}{\lambda_1} \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) + \frac{1}{\lambda_2} \cdot \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right) + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{\lambda_3} \cdot \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) + \frac{1}{\lambda_4} \cdot \left(\frac{1}{r_4} - \frac{1}{r_5}\right)\right]^{-1} \qquad (52)$$

бу ерда r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 - бўшлиқ, ядро, ҳаво катлами, қобиғ ва момиклик радиуслари, м; λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 - ядро, ҳаво, қобиғ ва пахта толаларнинг иссиклик ўтказувчанлик коэффициентлари, Вт/(м·К); f - шакл коэффициенти.

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

$$f = 1{,}063 + 5{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot O_п \qquad (53)$$

бу ерда $O_п$ - пахта чигитининг момиклиги бўлиб, одатда унинг сон кийматлари f= 0,89-0,93 ораликда бўлади.

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

1-4 жадвал

	$O_п$, момиклиқдаги λ, Вт/(м·К)					
T, K	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 иссиклик ва физик хоссалари кескин ўзгаради. Материал хоссаларининг бунчалик ўзгаришига уларнинг таркибидаги сув ёки музларнинг асосий хоссаларидаги катта фарқ сабабчидир (1-5 жадвал).

1-5 жадвал

№ т/б	***Хоссалар***	***Бирлиги***	***Сув***	***Муз***
1.	Солиштирма иссиклик сиғим	***c, кЖ/(кг·К)***	4,19	2,10
2.	Иссиклик ўтказувчанлик	***λ, Вт/(м·К)***	0,554	2,21
3.	Температура ўтказувчанлик	***a·10⁶, м²/с***	0,13	0,17
4.	Зичлик	***ρ, кг/м³***	999,5	916,2

1 - боб. ГИДРАВЛИК ҲИСОБЛАР

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

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

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

бу ерда λ - ишқаланиш коэффициенти; l ва d - трубанинг узунлиги ва диаметри, м; $\Sigma\xi$ - маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндиси; ρ - газ ёки суюқликнинг зичлиги, кг/м^3.

Трубанинг эквивалент диаметри ушбу формуладан топилади:

$$d_э = \frac{4S}{П} \qquad (1.3)$$

бу ерда S -оқим кўндаланг кесимининг юзаси, м^2 ; $П$ - ҳўлланган периметр.

Ишқаланиш коэффициенти λ ни ҳисоблаш формуласи суюқликнинг оқиш режими ва трубанинг ғадир-будурлигига боғлиқдир.

Ламинар режимда,

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

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 коэффициенти λ қуйидаги формулалар орқали ҳисобланади:

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

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

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

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

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

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

(1.5) - (1.7) формулаларда $e = \Delta/d_э$ - 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.

1-7 жадвал

Трубалар	Δ, мм
Янги, пўлат	0,06 - 0,1
Оз миқдорда коррозияга учраган пўлат труба	0,1 - 0,2
Эскирган, эски труба	0,5 – 2
Янги чўян, керамик трубалар	0,35 – 1
Ишлатилган, чўян труба	1,4
Янги алюминий трубалар	0,015 - 0,06
Латунь, мис, қўрғошин 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 тавсия этилган сон қийматлари иловадаги 5-жадвалда келтирилган.

1.2. ТРУБАЛАРНИНГ ОПТИМАЛ ДИАМЕТРЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

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

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

Бу ерда V - ҳажмий сарф, м^3/с; w - тезлик, м/с.

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

Аммо, оқимнинг тезлиги ортиши билан труба қувурида напорнинг йўқотишлари 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 аниклаш керак. Амалиётда эса оптимал диаметрли трубадаги тезликларга оптимал тезликлар орқали топилади (1-8 жадвал).

1-8 жадвал

Узатилаётган муҳит	*w*, м/с
СУЮҚЛИКЛАР	
Уз-ўзидан оқиш пайти	
қовушоқ	0,1 - 0,5
кам қовушоқ	0,5 - 1,0
Насос ёрдамида узатилганда	
сўриш трубаларида	0,8 - 2,0
ҳайдаш трубаларида	1,5 - 3,0
ГАЗЛАР	
Табиий чиқишида	2 – 4
Кичик босимда узатилганда	4 –15
Катта босимда узатилганда	15 –25
БУҒЛАР	
Ута қизитилган	30 – 50
Тўйинган буғлар қуйидаги босимларда, Па	
10^3 Па дан кўп бўлганда	15 – 25
$(1-0,5) \cdot 10^5$	20 - 40
$(5-2) \cdot 10^4$	40 - 60
$(2-0,5) \cdot 10^4$	60 - 75

Қуйида берилган 1-9 жадвалда саноатда қўлланиладиган баъзи бир пўлат трубаларнинг характеристикалари келтирилган (4 - белги углеродли пўлат, 3 - зангламайдиган пўлат трубани билдиради.)

1-9 жадвал

Ташқи диаметр ва девор қалин-лиги, мм	Материал	Ташқи диаметр ва девор қалин-лиги, мм	Материал	Ташқи диаметр ва девор қалин-лиги, мм	Материал
14x2	4,3	48x3	3	133x4	4
14x2,5	3	48x4	4	133x6	3
14x3	4	56x3,5	3	133x7	4
16x2	44	57x2,5	4	159x4,5	4
18x2	4,3	57x3,5	4	159x5	4
18x3	4,3	57x4	4	159x6	3
20x2	3	70x3	3	159x7	4
20x2,5	4	70x3,5	4	194x6	4
22x2	4,3	76x4	4	194x10	4
22x3	4	89x4	4,3	219x6	4

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

1.3. НАСОС ВА ВЕНТИЛЯТОРЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

Кимё ва озиқ-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқариш технологияларида ишлатиладиган насосларнинг асосий турлари: марказдан қочма, поршенли 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:

$$N_{ф} = \rho\, g\, HQ \qquad (1.9)$$

бу ерда Q - суюқлик сарфи, м^3/с; H - насос напори, м.

Насоснинг ўқидаги қувват қуйидаги тенглама билан топилади:

$$N_e = \frac{N_{ф}}{\eta_н} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_н} \qquad (1.10)$$

Насоснинг напори эса ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + H_Г + h_{йўк} \qquad (1.11)$$

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

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

$$N_{дв} = \frac{N_e}{\eta_{дв}\eta_{уз}} = \frac{N_ф}{\eta_н \eta_{дв} \eta_{уз}} \qquad (1.12)$$

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

Насос	*Марказдан кочма*	*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 караб ф.и.к. ни танласа бўлади:

$N_{дв}$, *кВт*	0,4 ÷ 1	1 ÷ 3	3 ÷ 10	10 ÷ 30	30 ÷ 100	100 ÷ 200
$\eta_{дв}$	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 $N_{дв}$ > 200 кВт булса, двигатель ф.и.к. 0,94 га тенг булади.

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

$$H_c \le \frac{p_1}{\rho g} - \left(\frac{p}{\rho g} + \frac{w_c^2}{2g} + h_{c\,йук} + h_{зах} \right) \qquad (1.13)$$

бу ерда p_1 - ишчи температурада узатилаётган суюкликнинг тўйинган буғи босими, Па; w_c - суриш трубасидаги суюкликнинг тезлиги, м/с; $h_{c\,йук}$ - сўриш трубасида напорнинг йўқотилиши, м; $h_{зах}$ - кавитация ходисасини бартараф қилиш учун напор захираси, м.

Марказдан кочма насослар учун

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

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

Поршенли насослар учун

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

бу ерда l - сўриш трубасидаги суюкликнинг 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 олмаса ҳам бўлади ва уларга сиқилмайдиган муҳитлар учун машиналар назарияси қўлласа ўринлидир.

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

Вентиляторнинг напори эса ушбу тенгламадан топилади:

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

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

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

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

Насосни ҳисоблаш намунаси.

Ортиқча босими 0,1 МПа да ишлайдиган қурилмага очиқ 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 трубасининг узунлиги 10 м, ҳайдаш йўлиники эса 40 м. Ҳайдаш йўлида 2 та 120° ли бурилиш радиуси трубанинг 6 та диаметрига тенг 10 та 90° ли тирсак ва 2 та нормал вентиллар бор. Сўриш йўлида эса 2 та вентил ва бурилиш радиуси трубанинг 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:

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

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

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

Трубанинг емирилишини ҳисобга олмаса бўладиган даражада кам деб қабул қиламиз.

Ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликлар 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

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

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

$$435 < Re < 244000$$

Кўриниб 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 қаршилик коэффициентлар йиғиндисини топамиз:

Суриш йўли учун:

1) трубага кириш (ўткир қиррали ҳол учун): $\xi_1 = 0{,}5$;
2) вентиллар: d = 0,076 учун $\xi = 0{,}6$;
   d = 0,10 учун $\xi = 0{,}5$;

интерполяция қилиш 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 $B = 0{,}09$; $\xi = 0{,}09$.

Сўриш йўлидаги маҳаллий қаршилик 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:

$$h_{с.йўк} = \left(0{,}025 \cdot \frac{10}{0{,}087} + 1{,}9\right) \cdot \frac{2{,}02^2}{2 \cdot 9{,}81} = 0{,}99$$

Ҳайдаш йўли учун:

1) 120° ли тирсаклар: $A = 1{,}17$; $B = 0{,}09$; $\xi_1 = 0{,}105$
2) 90° ли тирсаклар: $\xi_2 = 0{,}09$
3) нормаллар вентиллар: $d = 0{,}08$ 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:

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

Умумий напорнинг йўқотилиши:

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

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 марказий насос бера олади (иловадаги 6 - жадвал).

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

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

$\eta_м = 1$ ва $\eta_н = 0{,}6$ деб қабул қилиб, (1.12) формуладан двигатель талаб қилинган қувватни аниқлаймиз:

$$N = \frac{3{,}61}{0{,}6 \cdot 1} = 6{,}02 \text{ кВт}$$

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 $Q = 1{,}25 \cdot 10^{-2}$ м³/с, $H = 31$ м, $\eta_н = 0{,}6$. Насосга А02-52-2 электр двигатели ўрнатилган бўлиб, унинг номинал қуввати $N = 13$ кВт, $\eta_{дв} = 0{,}89$. Двигатель ўқининг айланиш частотаси $n = 48{,}3$ с$^{-1}$.

Кавитация учун напорнинг заҳираси (1.14) формуладан топилади:

$$h_{зах} = 0{,}3 \cdot (0.012 \cdot 48{,}3^2)^{2/3} = 2{,}77 \text{ м}$$

Тўйинган сув буғининг босими [4,5] дан аниқланади ва у 20°С да $p_t = 2{,}35 \cdot 10^3$ Па га тенгдир. Атмосфера босими $p_1 = 10^5$ Па ва сўриш патрубкасининг диаметри труба қувурининг диаметрига тенг деб қабул қиламиз. Унда, (1.1) формула орқали

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

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

Вентиляторни ҳисоблаш намунаси

Ҳавонинг температураси 20°С, сарфи эса - 0,4 м³/с. Ҳаво адсорбернинг пастки қисмига юборилмоқда. Адсорбент қатламининг остидаги ва устидаги ҳавонинг босими атмосфера босимига тенгдир. Сорбент заррачаларининг зичлиги $\rho_к = 800$ кг/м³, ўртача ўлчами $d = 0{,}0020$ м ва шакл фактори $\Phi = 0{,}8$. Қўзғалмас сорбент қатламининг баландлиги $H = 0{,}65$ м, ғоваклиги $\varepsilon = 0{,}4$ м³/м³. Адсорбернинг ички диаметри $D = 1{,}34$ м. Ҳаво сўриб олиш жойидан адсорбергача бўлган жойидан труба қувурининг узунлиги $l = 20$ м. Труба қувурида 90° ли 4 та тирсаклар ва 1 та задвижка ўрнатилган.

Адсорбер орқали ҳавони узатиш учун вентилятор танлансин.

Қатлам ҳолатини аниқлаймиз.

Қурилмадаги ҳавонинг фиктив тезлигини топамиз:

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

Архимед критерийсини қуйидаги формуладан ҳисоблаймиз:

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

$$\cdot (800 - 1{,}206) \cdot 1{,}206 = 2{,}38 \cdot 10^5$$

$Re_{м.к}$ 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:

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

Шундай қилиб, $w_o < w_{м.к}$ (0,284 м/с < 0,451 м/с); демак қатлам қотгамас ҳолатда.

Қатламдаги Рейнольдс критерийсининг қиймати и аниқланади:

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

Қаршилик коэффициент λ ушбу формуладан топилади:

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

Адсорбент қатламининг гидравлик қаршилиги ҳисобланади:

$$\Delta P_{кат} = \frac{3 \cdot \lambda \cdot H \cdot (1-\varepsilon) \cdot \rho \cdot w_o^2}{4 \cdot \varepsilon^3 \cdot d \cdot \Phi} =$$

$$\frac{3 \cdot 6{,}29 \cdot 0{,}65 \cdot (1-0{,}4) \cdot 1{,}206 \cdot 0{,}284^2}{4 \cdot 0{,}4^3 \cdot 0{,}00205 \cdot 0{,}8} = 1705 \ Па$$

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:

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

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

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

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

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

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 Δ = 0,15 мм бўлса, қуйидаги натижалар олинади:

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

$$560 \cdot \frac{1}{e} = 862900; \quad 15410 < Re = 143800 < 862900$$

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:

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

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

$$\Delta P = \Delta P_{кур} + \Delta P_{йўқ} = 1876 + 432 = 2308 \; Па$$

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

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

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

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

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

1.4. ЦИКЛОННИ ҲИСОБЛАШ

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

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

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

бу ерда G_c – тозаланаётган газ аралашмасининг миқдори $G_c = 20000$ кг/с.

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

Газ аралашмасидан ажратилган чанг заррачаларининг миқдори.

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

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

Системанинг зичлиги:
Циклонга кираётган чангли газ аралашмасининг зичлиги:

$$\rho_T = \frac{100}{\frac{y_б}{\rho_c} + \frac{100 - y_б}{\rho_{gv}}} = \frac{100}{\frac{0,5}{1250} + \frac{99,5}{1,06}} = 1,065$$

Тозаланган газнинг зичлиги:

$$\rho_n = \frac{100}{\frac{y_0}{100} + \frac{100 - y_o}{\rho_{gv}}} = \frac{100}{\frac{0,05}{100} + \frac{100 - 0,05}{1,06}} = 1,06 \ кг/с^3$$

Системанинг ҳажми:
Кираётган чангли газ аралашмасининг ҳажми :

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

Тозаланган газ аралашмасининг ҳажми:

$$V_m = \frac{G_0}{\rho_m} = \frac{19909,95}{1,06} = 18782,97 \ м^3$$

Ажратилган чангли газ заррачаларининг ҳажми:

$$V_г = \frac{G_г}{\rho_c} = \frac{90,05}{1250} = 0,072 \ м^3$$

Қурилманинг унумдорлиги.

$$V_c = \frac{G_c}{\rho_{gm}} = \frac{20000}{1.06 \cdot 3600} = 5.24 \ м^3$$

Конструктив ҳисоб.
Марказий чиқиш трубасининг радиусини аниқлаймиз:

$$r_1 = \sqrt{\frac{V_c}{\pi w_T}} = \sqrt{\frac{5,24}{3,14 \cdot 4}} = 0,65 м$$

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:

$$в = \sqrt{\frac{V_г}{2 \cdot w_{шт}}} = \sqrt{\frac{5,24}{2 \cdot 21}} = 0,35\ м$$

Штуцернинг баландлиги h = 0,7 м.

Цилиндрсимон корпуснинг радиусини қуйидаги тенглама орқали ҳисоблаймиз.

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

бу ерда δ_1 - марказий чиқиш трубасининг қалинлиги. Унинг қийматини $\delta_1 = 0,05\ м$ деб оламиз.

Δr - корпус цилиндр қисмининг юзаси билан марказий чиқиш трубаси орасидаги масофа. Унинг қийматини $\Delta r = 0,395\ м$ деб қабул қиламиз.

Бу ҳолда

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

Циклондаги газ оқимининг айланма тезлигини аниқлаймиз:

$$w_ц = \frac{w_{шт}}{c} = \frac{2,1}{1,4} = 1,5\ м/с$$

бу ерда $c = 1,4$.

Циклондаги газ оқимининг айланиш радиусини икки хил усул билан аниқланади.

ўртача логарифмик:

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

ўртача арифметик:

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

Циклондаги газ оқимининг айланма бурчак тезлиги:

$$w_ц = \frac{w_ц}{r_{ур}} = \frac{15}{0,8025} = 18,2\ м/с$$

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

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

$$n = 0,6 \qquad Ar \cdot Fr = \frac{\delta^3 \cdot \rho_1 \cdot \rho \cdot g}{\mu^2} \cdot \frac{w^2 \cdot r_1}{g}$$

Газнинг циклонда бўлиш вақтини топамиз.

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

Циклоннинг ишчи ҳажмини ҳисоблаймиз.

$$V_н = V_c \cdot \theta = 5,24 \cdot 0,55 = 2,88\ м^3$$

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

$$H = к \cdot \frac{V_н}{\pi \cdot \left[r_2^2 - (r_1 + \delta_1)^2\right]}$$

к - цилиндрик баландлик қисмининг заҳира коэффициенти, ***к*** = 1,25 деб оламиз.

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

Циклон конус қисмининг баландлигини топишда ушбу формула қўлланса бўлади:

$$H_к = (r_2 - r_0) \cdot tg\alpha_0$$

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

α_o - конус ҳосил қилувчи қисм билан корпус радиуси орасидаги бурчак. $tg\alpha_o$ бурчагининг қийматини 60° деб оламиз. $tg\alpha_o = 60°$.

$$H_к = (1 - 0,2) \cdot tg60° = 1,4\ м$$

Циклондаги газ оқими ўрамларининг айланишлар сонини ҳисоблаймиз.

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

Хисоблашнинг тўғрилигини текшириш

Фруд критерийси.

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

Циклоннинг унумдорлигини баландлик заҳирасини ҳисобга олмаган ҳолда аниқлаймиз:

$$V_{сек} = Fo \cdot w, \quad м^3/с$$

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

бу ерда H - циклон цилиндр қисмининг баландлиги,

$$H = к \cdot H_o \cdot n, \quad м$$

H_o - ҳаракатланувчи оқимнинг бир айланишлар сонидаги баландлиги:

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

$$C = \frac{w_в}{w_o} = 1,4$$

бу ерда w - заррачаларнинг чўкиш тезлиги, м/с.

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

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

Газ оқимининг бир айланиш ўрамлар сонида ҳаракатланувчи катламдаги баландлиги

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

Циклон цилиндрик қисмининг баландлиги эса,

$$H = к \cdot H_o \cdot n = 1,25 \cdot 0,87 \cdot 1,6 = 1,74 \ м$$

Текшириш ҳисобларининг натижаларига асосан циклоннинг ҳисоблари тўғри эканлиги тасдиқланди.

2 - б о б. ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ КУРИЛМАЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

2.1. ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ КУРИЛМАЛАРИНИ ТЕХНОЛОГИК ХИСОБЛАШНИНГ УМУМИЙ СХЕМАСИ

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

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{ур}} \qquad (2.1)$$

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

а) агарда иссиқлик ташувчи агентнинг агрегат ҳолати ўзгармаса,

$$Q = G_i \cdot c_i \cdot (t_{iбош} - t_{iох}), \qquad i = 1,2 \qquad (2.2)$$

б) тўйинган буғларнинг конденсатлари совитилмаса ёки қайнаш пайтида

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

в) ўта қизиган буғларни конденсацияланишида, конденсат совитилган ҳолда

$$Q = G_i \cdot (I_{iбош} - c_i \cdot t_{iох}) \qquad (2.4)$$

бу ерда $I_{iбош}$ - ўта қизиган буғ энтальпияси. Қурилмалар иссиқлик копламаси 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 охирги температураларнинг ўрта арифметик қиймати сифатида ҳисоблаб топиш мумкин

$$t_i = \frac{t_{iбош} + t_{iох}}{2} , \qquad i = 1,2 \qquad (2.5)$$

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

$$\Delta t_{ур} = \Delta t_{ур.лог.} = \frac{\Delta t_{кр} - \Delta t_{кн}}{ln \frac{\Delta t_{кр}}{\Delta t_{кн}}} = \frac{\Delta t_{кр} - \Delta t_{кн}}{2,3\ lg \frac{\Delta t_{кр}}{\Delta t_{кн}}} \qquad (2.6)$$

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

$$\Delta t_{ур.ар} = \frac{\Delta t_{кр} + \Delta t_{кн}}{2} \qquad (2.7)$$

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

$$\Delta t_{ур} = \varepsilon_{\Delta t} \cdot \frac{\Delta t_{кр} - \Delta t_{кн}}{2,3\ lg \frac{\Delta t_{кр}}{\Delta t_{кн}}} \qquad (2.8)$$

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

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

Уни ҳисоблаш учун ушбу формуладан фойдаланса бўлади:

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

бу ерда α_1 ва α_2 - иссиқлик ташувчи агентлар томонидаги иссиқлик бериш коэффициентлари; λ - девор материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти; δ - девор қалинлиги; $r_{1ифл}$ ва $r_{2ифл}$ - деворнинг иккала томонидаги ифлослик қатламларининг термик каршиликлари. 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 таҳминий 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.

Эрістілген нысаналар ж.б.

2.2. ИССИҚЛИК БЕРИШ КОЭФФИЦИЕНТИНИ ХИСОБЛАШ УЧУН ТЕНГЛАМАЛАР

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

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

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

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

Қуйида иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблашда кўп қўлланиладиган тенгламалар келтирилган.

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

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

бу ерда Pr_∂ - Прандтл критерийси, труба деворининг температурасида ҳисобланган.

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

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

$$l = d_э = \frac{4 \cdot f}{\Pi} \qquad (2.12)$$

бу ерда f - оқимнинг қўндаланг кесим юзаси; Π - оқим кесимининг тўла периметри.

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

2-1 жадвал

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

Муҳит	Ҳаракат шароити	*w*, м/с
Қовушоқлиги кам суюқлик (бензин, керосин, сув ва х)	ҳайдаш йўлида сўриш йўлида	1 - 3 0,8 - 1,2
Қовушоқ суюқлик (енгил ва оғир мойлар, тузлар ва эритмалари)	ҳайдаш йўлида сўриш йўлида	0,5 - 1,0 0,2 - 0,8
Кам ва ўрта қовушоқли 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 қуруқ, тўйинган	 --- ---	 30 - 75 100 - 200
Тўйинган буғлар (углеводородлар)	босим, МПа 0,005 - 0,02 0,02 - 0,05 0,05 - 0,1 0,1	 60 - 70 40 - 60 20 - 40 10 - 25

(2.11) формула қуйидаги оралиқда қўлланса булади:

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

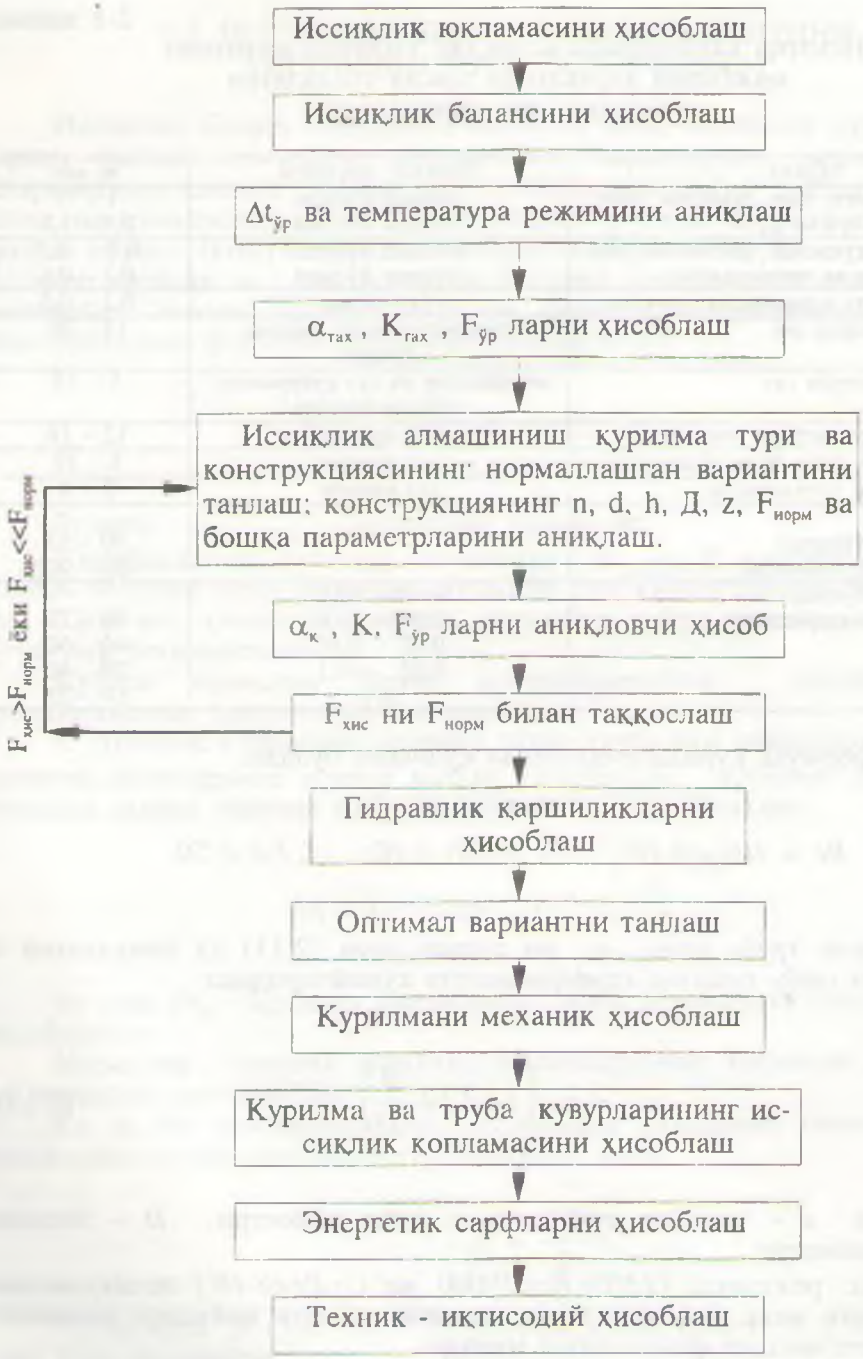
Змеевикли труба учун α ни топиш учун (2.11) да аниқланган α нинг қиймати ушбу тузатиш коэффициентга кўпайтирилади:

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

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

2. Ўтиш режимида *(2300<Re<10000 ва Gr·Pr<8·10⁵)* иссиқликнинг берилиши учун аниқ формула бўлмаганлиги сабабли қуйидаги тахминий критериал тенгламадан фойдаланиш мумкин:

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



2.1 - расм. Иссиқлик алмашиниш курилмасини ҳисоблаш схемаси.

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

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

Текис трубалар ўрамини оқимнинг кўндаланг ҳаракати пайтидаги иссиқлик бериши:

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

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

б) коридорсимон ўрам учун (Re > 1000):

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

в) шахматли ўрам учун:

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

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

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

Қиррали трубалар ўрами учун оқимнинг айланиб ўтишидаги иссиқликнинг берилиши

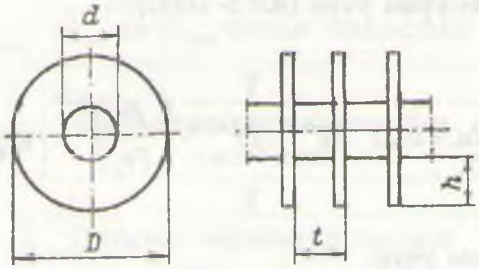
$$Re = (3 \div 25) \cdot 10^3 \qquad ва \qquad 3 < \frac{d}{L} < 4,8$$

шароит учун ҳисоблаш тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$Nu = C \cdot \left(\frac{d}{t}\right)^{-0,34} \cdot \left(\frac{h}{t}\right)^{-0,14} \cdot Re^n \cdot Pr^{0,4} \qquad (2.20)$$

бу ерда d - трубанинг ташқи диаметри; t - қирралар орасидаги масофа; 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; n = 0,2
Шахматли ўрам учун: C = 0,25; n = 0,65.

(2.20) формуладан қиррали трубалар учун топилган, α_p ни иссиқлик ўтказиш коэффициентини аниқловчи формулага қўйсак ушбу формулани оламиз:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_p} + \frac{1}{\alpha_{тр}} \cdot \frac{F_{таш}}{F_и} + \sum \frac{\delta}{\lambda} \qquad (2.21)$$

бу ерда $\alpha_{тр}$ - труба ичида иссиқлик ташувчи агентнинг иссиқлик бериш коффициенти; $F_{таш}$ - қиррали трубанинг тўлиқ ташки юзаси; $F_{ич}$ - трубанинг ички юзаси; $\Sigma\delta/\lambda = \delta_д/\lambda_д + r_{ифл1} + r_{ифл2}$ - труба девори ва ифлослик қатламларининг термик қаршиликларининг йиғиндиси.

2-2 жадвал

Иссиқлик ўтказиш коэффициенти К нинг тахминий қийматлари (Вт/м²·К)

Иссиқлик алмашиниш тури	Мажбурий ҳаракат учун	Эркин ҳаракат учун
Газдан газга	10 – 40	4 - 12
Газдан суюқликга	10 – 60	6 - 20
Конденсацияланаётган буғдан газга	10 – 60	6 - 12
Суюқликдан суюқликка: сув учун углеводород, мойлар учун	 800 – 1700 120 - 270	 140 – 340 30 - 60
Конденсацияланаётган сув буғидан сувга	800 – 3500	300 - 1200
Конденсацияланаётган сув буғидан органик суюқликга	120 - 340	60 – 170
Конденсацияланаётган органик суюқлик буғидан сувга	300 - 800	230 - 460
Конденсацияланаётган сув буғидан тўйнаётган сувга	-	300 - 2500

2-3 жадвал

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 элтгичлар	5800
Таркибида мой бор сув буғи	5800
Органик суюқлик буғлари	11600

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

Re ≥ 1000 бўлганда

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

Re < 1000

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

(2.22) ва (2.23) тенгламаларда аниқловчи геометрик ўлчам қилиб трубанинг ташқи диаметри қабул қилинади.

2-4 жадвал

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилма ва совутгичларнинг параметрлари
(ГОСТ 15118-79, ГОСТ 15120-79 ва 15122-76)

Кожух диаметри, мм	Трубанинг диаметри, мм	Йўллар сони	Трубаларнинг умумий сони	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м²							Трубалараро бўшлиқ оқимининг энг тор кўндаланг кесим юзаси, м²	Труба бир йўлининг кўндаланг кесим юзаси, м²
				1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0		
159	20x2	1	19	1,0	2,0	2,5	3,5	-	-	-	0,003	0,004
	25x2	1	13	1,0	1,56,0	2,0	3,0	-	-	-	0,004	0,005
273	20x2	1	61	4,0	4,5	7,5	11,5	-	-	-	0,007	0,012
	25x2	1	37	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
	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
400	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
	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
600	20x2	1	389	-	-	49	73	98	147	-	0,041	0,078
		2	370	-	-	47	70	93	139	-	0,041	0,037
		4	334	-	-	42	63	84	126	-	0,041	0,016
		6	316	-	-	40	60	79	119	-	0,037	0,009
	25x2	1	257	-	-	40	61	81	121	-	0,040	0,089
		2	240	-	-	38	57	75	113	-	0,040	0,042
		4	206	-	-	32	49	65	97	-	0,040	0,018
		6	196	-	-	31	46	61	91	-	0,037	0,011
800	20x2	1	717	-	-	90	135	180	270	405	0,069	0,144
		2	690	-	-	87	130	173	260	390	0,069	0,069
		4	638	-	-	80	120	160	240	361	0,069	0,030
		6	618	-	-	78	116	155	233	349	0,065	0,020
	25x2	1	466	-	-	73	109	146	219	329	0,070	0,161
		2	442	-	-	69	104	139	208	312	0,070	0,077
		4	404	-	-	63	95	127	190	285	0,070	0,030
		6	386	-	-	60	90	121	181	271	0,065	0,022
1000	20x2	1	1173	-	-	-	221	295	442	663	0,101	0,236
		2	1138	-	-	-	214	286	429	643	0,101	0,114
		4	1072	-	-	-	202	269	404	606	0,101	0,051
		6	1044	-	-	-	197	262	393	590	0,096	0,034
	25x2	1	747	-	-	-	176	235	352	528	0,106	0,259
		2	718	-	-	-	169	226	338	507	0,106	0,124
		4	666	-	-	-	157	209	314	471	0,106	0,055
		6	642	-	-	-	151	202	302	454	0,102	0,036
1200	20x2	1	1701	-	-	-	-	427	641	961	0,145	0,342
		2	1658	-	-	-	-	417	625	937	0,145	0,165
		4	1580	-	-	-	-	397	595	893	0,145	0,079
		6	1544	-	-	-	-	388	582	873	0,131	0,049
	25x2	1	1083	-	-	-	-	340	510	766	0.164	0,375
		2	1048	-	-	-	-	329	494	740	0,164	0,179
		4	986	-	-	-	-	310	469	697	0,164	0,084
		6	958	-		-	-	301	451	677	0,142	0,052

2-5 жадвал

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

Кожух диаметри D, мм	Трубанинг диаметри, d*, мм	Йўллар сони n**	Трубалар бўйича бир йўлнинг кундаланг кесими, м²		Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м²					Трубаларо бўшлиқ оқимнинг энг тор кўндаланг кесим юзаси***, м²	
					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 трубаларни 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).

2-6 жадвал

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

Кожух диаметри D, мм	*Труба бўйича йўллар сони *, м²*		*Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м²*						*Трубалараро бўшлиқда оқимнинг энг тор кундаланг кесим юзаси, м²*	
			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 бўйича ҳисобланган

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

Суюқликларни аралаштиргичлар билан аралаштириш пайтида иссиқликнинг берилиши. Змеевикли, қобиқли ва аралаштиргичли қурилмаларда иссиқлик бериш коэффициенти α ни қуйидаги тенглама билан аниқлаш мумкин:

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

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

D - қурилма диметри; n - аралаштиргичнинг айланишлар сони; d_{ap} - аралаштиргич диаметри; μ_0 - суюқликнинг қобиқ девори ёки змеевик температураси бўйича топилган динамик қовушоқлик коэффициенти; μ - суюқликнинг ўртача температураси $t_{ўр} = (t+t_0)/2$ бўйича топилган динамик қовушоқлик коэффициенти.

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

$$\alpha = a \cdot \sqrt[4]{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot l}} \qquad (2.25)$$

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

Ушбу формулада $\Delta t = t_{кон} - t_{д1}$. Солиштирма конденсацияланиш иссиқлиги r ни конденсацияланиш температураси $t_{конд}$ да аниқланади; конденсатнинг физик хоссалари конденсат юпқа қатлами (плёнкаси) нинг ўртача температураси $t_{пл} = 0{,}5\cdot(t_{кон} + t_{д1})$ да ҳисоблаб топилади. $\Delta t \leq 30 \div 40°C$ бўлган ҳолларда конденсатнинг физик хоссалари $t_{конд}$ температурада ҳисобланса, катта хатоликка олиб келмайди.

Пуфакчали қайнаш пайтида иссиқлик бериш коэффициентлари қуйидаги тенгламалар орқали аниқланади:

а) катта ҳажмдаги суюқликка туширилган жисм юзаларида

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

б) труба ичида

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

Маълумки, катта ҳажмда суюқликларнинг пуфакчали қайнаш ҳолатидан юпқа қатламда (плёнкали) қайнаш ҳолатига ўтиш пайтида иссиқлик бериш коэффициенти максимал қийматга эга бўлади ва ўша пайтдаги критик солиштирма иссиқлик юкламаси

$$q_{кр} = 0{,}14\cdot r\cdot\sqrt{\rho_{буг}}\cdot\sqrt[4]{g\cdot\sigma\cdot(\rho_c - \rho_{буг})} \qquad (2.28)$$

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

Атмосфера босими p_0 ва ишчи босим p лардаги буғнинг зичлигини қуйидаги формулалардан ҳисоблаб топиш мумкин.

$$\rho_{буг.о} = \frac{M}{22{,}4}\cdot\frac{273}{T_{кай.о}};$$

$$\rho_{буг} = \frac{M}{22{,}4}\cdot\frac{273}{T_{кай}}\cdot\frac{p}{p_o}; \qquad (2.29)$$

бу ерда M - буғнинг молекуляр массаси; $T_{кай.о}$ -атмосфера босимида қайнаш температураси.

2.3. ИССИҚЛИК 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

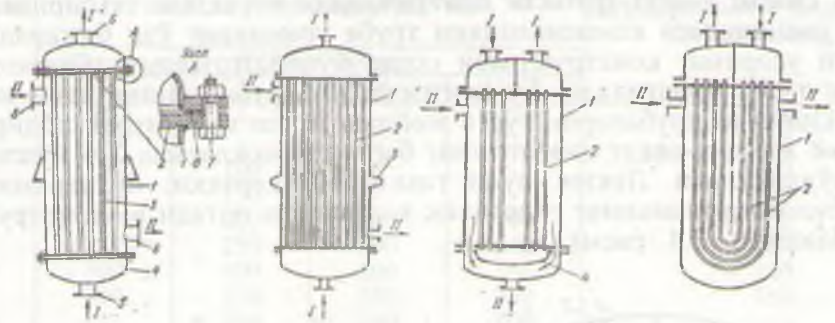
П ва У типидаги иссиқлик аламашиниш қурилмаси труба ва кожухининг температуралар фарқи жуда катта, ҳамда труба ўрами механик усулда тозалаш зарур булган ҳолда қўлланилади.

Қуйидаги жадвалда саноатда куп ишлатиладиган иссиқлик алмашиниш қурилмалари ҳарактеристикалари берилган.

2-7 жадвал

Номи	Белги- ланиши	Иссиқлик ташувчи 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	Конденсациялаувчи 0...+300 0...+400 Совитувчи -20...+60	Буғларни сув ёки совуқ элтгич ёрдамида конденсациялаш ва совитиш учун

Буғлатгич	ИН ва ИК ИП ва ИУ	-30…+350 -30…+450	Турли суюқ муҳитларни иситиш ва буғлатиш учун
Совутувчи конденсатор	КТ	0…+100 (совуқ элтгичнинг конденсацияси); совитувчи -20…+50	Аммиакли ва углеводородли (пропан, пропилен) совитиш машиналарида совуқ элтгични суюлтириш 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 технологик суюқ муҳитларни совитиш учун



а) б) в) г)

2.3 - расм. Кожух трубали иссиқлик алмашиниш қурилмалари.
а) бир йўлли; б) линза компенсаторли;
в) ҳаракатчан қалпоқчали; г) U - симон трубали.
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-трубали иситгичлар ва совитгичларда қобиқ ва трубалар орасидаги температураларнинг фарқига қараб труба қобиғининг узайиши ҳар хил бўлади. Шунинг учун бу қурилмалар конструкциясига қараб икки хил бўлади:

Н - кўзғалмас тўр пардали;
К - линза компенсаторли.

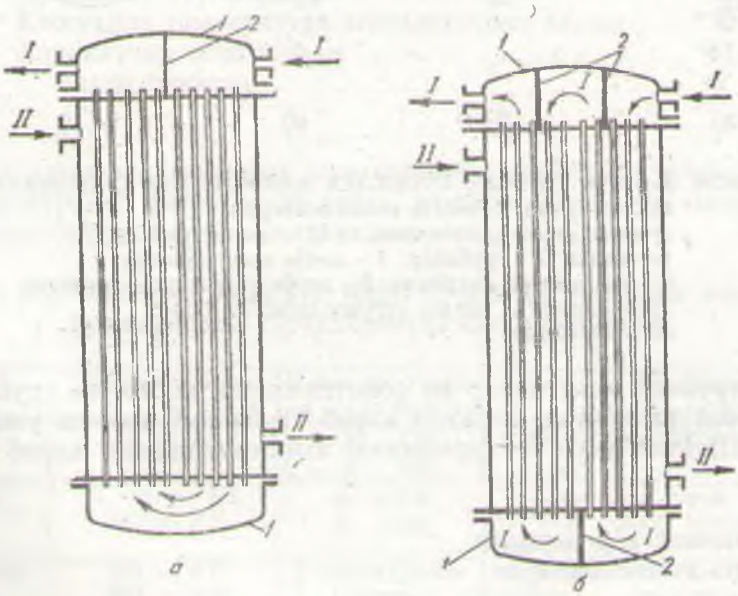
Компенсацияловчи мосламалар қурилмалар трубаларини етарли даражада узайишига имкон беради. Бу турдаги қурилмалар трубалараро бўшлиғидаги босим $6 \cdot 10^5$ Па гача бўлганда ишлатилади.

Қўзғалмас тўр пардали иситгичларда иссиқлик таъсирида трубалар ва қобиқ ҳар хил узаяди, шу сабабли бу турдаги иситгичлар трубалар ва қобиқ ўртасидаги температуралар фарқи катта бўлмаганда (20-60°С гача) ишлатилади. Мухитларнинг температуралар фарқи 60°С дан катта бўлганда, трубалар ва қобиқнинг ҳар хил узайишини йўқотиш учун, линзали компенсатор (2.3б -расм), ҳаракатчан қалпоқчали (2.3в - расм) ва U - симон трубали (2.3г -расм) кожух-трубали иссиқлик алмашиниш 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 ураминнинг ўзи бажаради. Шунинг учун уларнинг конструкцияси содда бўлиб, трубалар тўплами битта қўзғалмас 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 шуни 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 - қўндаланг тўсиқлар.

Иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг трубалари, қобиги, кожухи ва бошқа элементлари углеродли ёки зангламайдиган пўлат, титандан, совитгичларнинг 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***
	Йўллар 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 диаметри, 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.

2-10 жадвал

Пулат трубали иссиклик алмашиниш курилма, совутгич, иситгич ва конденсаторларнинг массалари
(ГОСТ 15119-79 - ГОСТ 15122-79)

Босим, МПа	*Кожух диаметри, мм*	*Йўллар сони*	*Диаметри 20х2 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 диаметри, мм*	*Йўллар сони*	*Диаметри 25х2 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
			Буғлатгич ва конденсаторлар массаси, кг						
1,0	600	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	1970	2420	3320	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	2050	2510	3450	-
1,0	800	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	3600	4400	5900	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	3850	4500	6100	-
1,0	1000	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	5450	6700	9250	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	5750	7100	9700	-
1,0	1200	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	10100	13450	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	10400	13700	-
1,0	1400	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	18390	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	18790	-

2-10 жадвал давоми

Босим, МПа	Кожух диаметри, мм	Йўллар сони	Диаметри 25x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м						
			1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0
			Буғлатгич ва конденсаторлар массаси, кг						
1,0	600	1	-	-	1340	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	1970	2420	3320	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	2050	2510	3450	-
1,0	800	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	3600	4400	5900	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	3850	4500	6100	-
1,0	1000	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	5450	6700	9250	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	5750	7100	9700	-
1,0	1200	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	10100	13450	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	10400	13700	-
1,0	1400	1	-	-	-	-	-	-	-
1,0		2,4,6	-	-	-	-	-	18390	-
1,6		1	-	-	-	-	-	-	-
1,6		2,4,6	-	-	-	-	-	18790	-

2-11 жадвал

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

Кожух диаметри, мм	*Трубанинг диаметри, мм*	*Иуллар сони*	*Трубаларнинг умумий сони*	*Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м²*				*Труба бир йулининг кундаланг кесим юзаси, м²*
				2,0	3,0	4,0	6,0	
600	20x2	2	370	---	70	93	139	0,037
		4	334	---	63	84	126	0,016
		6	316	---	60	79	119	0,009
	25x2	1	257	40	61	81	---	0,089
		2	240	---	57	75	113	0,042
		4	206	---	49	65	97	0,018
		6	196	---	46	61	91	0,011
800	20x2	2	690	---	130	173	260	0,069
		4	638	---	120	160	240	0,030
		6	618	---	116	155	233	0,020
	25x2	1	466	73	109	146	---	-----
		2	442	---	104	139	208	0,077
		4	404	---	95	127	190	0,030
		6	386	---	90	121	181	0,022
1000	20x2	2	1138	---	214	286	429	0,114
		4	1072	---	202	269	404	0,051
		6	1044	---	197	262	393	0,034
	25x2	1	747	117	176	235	---	-----
		2	718	---	169	226	338	0,124
		4	666	---	157	209	314	0,055
		6	642	---	151	202	302	0,036
1200	20x2	2	1658	---	---	417	625	0,165
		4	1580	---	---	397	595	0,079
		6	1544	---	---	388	582	0,049
	25x2	1	1083	---	256	340	---	-----
		2	1048	---	---	329	494	0,179
		4	986	---	---	310	469	0,084
		6	958	---	---	301	451	0,052
1400	20x2	2	2298	---	---	---	865	0,230
		4	2204	---	---	---	831	0,110
		6	2162	---	---	---	816	0,072
	25x2	1	1545	---	372	486	---	---
		2	1504	---	---	---	708	0,260

2-12 жадвал

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

Кожух диаметри, $D_в$	*Ş*	*A_0*	*A*	*l_0*	*l_2*	*l_3*	*H/2*	*D_y*	*D_{y1}*	*D_{y2}*	*l_1**
	2000		1450	800	1200	500					
	2500		1950	1150	1350	550					
600	3000	550	2450	1500	1500	650	530	150	200	50	290

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

2-13 жадвал

Кожух диаметри, мм	*Труба сортаменти, мм*	*Труба сони, дона*	*Труба бўйича йўллар сони-*	*Труба бўйича битта йўлнинг ўтиш кесими нинг юзаси, $м^2 \cdot 10^2$*	*Ушбу трубалар узунлигида, қурилмаларнинг иссиклик алмашиниш юзаси, $м^2$*				
					2000	*2500*	*3000*	*4000*	*5000*
600	25x2	269	1 2 4	9,32 4,66 2,33	41	51	62	63	104
800	25x2	511	1 2 4 6	17,7 8,85 4,43 2,95	68	98	118	158	198
	38x2	211	1 2 4 6	19,16 9,58 4,79 3,19	49	61	74	99	124
1000	25x2	805	1 2 4 6	27,88 13,94 6,97 4,65	-	154	186	249	312
1000	38x2	349	1 2 4 6	31,69 15,85 7,92 5,28	-	101	122	164	205
1200	25x2	1163	1 2 4 6	40,28 20,14 10,07 6,71	-	-	268	360	451
	38x2	511	1 2	46,4 23,2	-	-	179	240	301

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

2-14 жадвал

Қобиғ диаметри. $D_н$, мм	***Труба узунлиги, мм***	***Узунлиги L, мм***					
		Ясалиш типи					
		I		***II***		***III***	
		Труба ўрамидаги шартли босим, кгк/см²					
		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

2-15 жадвал

Самарадор «накатка» трубали кожух-труба иссиқлик алмашининш қурилмаларининг массалари.

Қобиқ диаметри, $D_в$, мм	Қобиқдаги босим $P_у$ МПа	Трубалар 25 х 2, узунлиги, мм					Трубалар 38 х 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

Кожухнинг ички диаметри мм,	Трубалар сортаменти, мм	Трубалар сони	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда (мм) уларнинг юзаси, $м^2$			
			2000	3000	4000	6000
800	20 х 2	761	94	142	190	287
	25 х 2	507	78	118	158	238
1000	20 х 2	1225	148	229	307	462
	25 х 2	801	121	186	249	376
1200	20 х 2	1781	-	333	445	671
	25 х 2	1155	-	267	361	544
1400	20 х 2	2451	-	457	612	924
	25 х 2	1611	-	375	502	758

2-17 жадвал

Бир йўлли иссиклик алмашиниш курилмаларининг асосий ўлчамлари

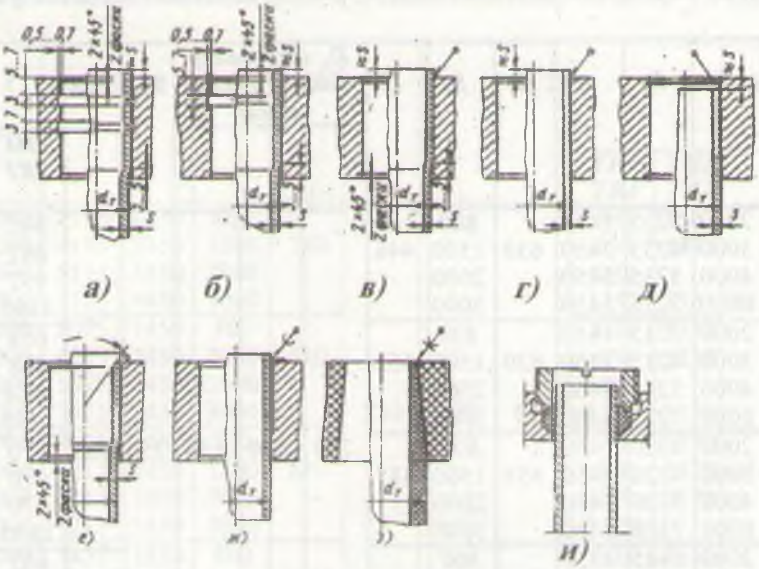
Кожух диаметри мм	*Босим P_y, МПа (кгк/см²)*	*l*	*L,*	*A*	l_0	l_1	D_y	D_{y1}	*H/2*	l_2 ТНГ ТКГ	l_2 ТНВ ТКВ	*h*	l_3
800	1,0 (10)	2000	3115	1450	800	780	250	250	627	592	1542	612	400
		3000	4115	2450	1500					692	1842		600
		4000	5115	3450	2000					992			800
		6000	7115	5450	3000					1592	2141		1200
	1,6 (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	616	400
		3000	4215	2450	1500					670	1870		600
		4000	5215	3450	2000					970	2170		800
		6000	7215	5450	3000					1570			1200
	4,0 (40)	2000	3425	1350	800	1035			677	602	1652	624	400
		3000	4425	2350	1500					702	1952		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	712	400
		4000	5315	3350	2000					1134	2184		600
		6000	7315	5350	3000					1534			1200
	1,6 (16)	3000	4365	2400	1500	977				834	1884	716	450
		4000	5365	3400	2000					1134	2184		650
		6000	7365	5400	3000					1534			1250
	2,5 (25)	3000	4370	2400	1500					794	1894	720	500
		4000	5370	3400	2000					1094	2194		700
		6000	7370	5400	3000					1494			1300
	4,0 (40)	3000	4645	2350	1500	1130			779	818	1968	730	500
		4000	5645	3350	2000					1118	2258		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		850
		6000	7515	5350	3000					1400			1350
	2.5 (25)	4000	5635	3250	2000	1196				1000	2300		750
		6000	7635	5250	3000					1500			1350

2-18 жадвал

Бир йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг асосий ўлчамлари

Кожух диаметри, мм	Босим P_v, МПа (кгк/см²)	l	L,	A	A_0	l_0	l_1	D_y (трубалар бўйича йўллар сони)			D_{y1}	$H/2$	l_2		h
													ТНГ ТКГ	ТНВ ТКВ	
800	1,0 (10)	2000	3235	1450	630	800	446	250	200	150	250	627	592	1542	612
		3000	4235	2450		1500							692	1842	
		4000	5235	3450		2000							992		
		6000	7235	5450		3000							1592	2141	
	1,6 (16)	2000	3215	1450	630	800	562						608	1558	
		3000	4215	2450		1500							608	1858	
		4000	5215	3450		2000							1008		
		6000	7215	5450		3000							1398	2158	
	2,5 (25)	2000	3320	1450	655	800	485						570	1570	616
		3000	4320	2450		1500							670	1870	
		4000	5320	3450		2000							970	2170	
		6000	7320	5450		3000							1570		
	4,0 (40)	2000	3445	1350	789	800	476					677	602	1652	624
		3000	4445	2350		1500							702	1952	
		4000	54445	3350		2000							1002		
		6000	7445	5350		3000							1602	2252	
1000	0,6 (6)	3000	4340	2350	685	1500	508	300	200	150	300	729	834	1884	712
		4000	5340	3350		2000							1134		
		6000	7340	5350		3000							1534	2184	
	1,0 (10)	3000	4440	2350	685	1500	530						834	1884	
		4000	5440	3350		2000							1134	2184	
		6000	7440	5350		3000							1534		
	1,6 (16)	3000	4425	2400	685	1500	545						834	1884	716
		4000	5425	3400		2000							1134	2184	
		6000	7425	5400		3000							1534		
	2,5 (25)	3000	4480	2400	710	1500	550						794	1894	720
		4000	5480	3400		2000							1094		
		6000	7480	5400		3000							1494	2194	
	4,0 (40)	3000	4705	2350	835	1500	552					779	818	1968	730
		4000	5705	3350		2000							1118	2258	
		6000	7705	5350		3000							1518		
1200	0,6 (6)	4000	5530	3200	765	2000	620	350	250	200	350	831	960		812
		6000	7530	5200		3000							1460	2260	
	1,0 (10)	4000	5645	3300	765	2000	615						925		812
		6000	7645	5300		3000							1425	2225	
	1,6 (16)	4000	5660	3350	765	2000	620						900		822
		6000	7660	5350		3000							1400	2200	
	2,5 (25)	4000	5730	3250	565	2000	620						1000		
		6000	7730	5250		3000							1500	2300	

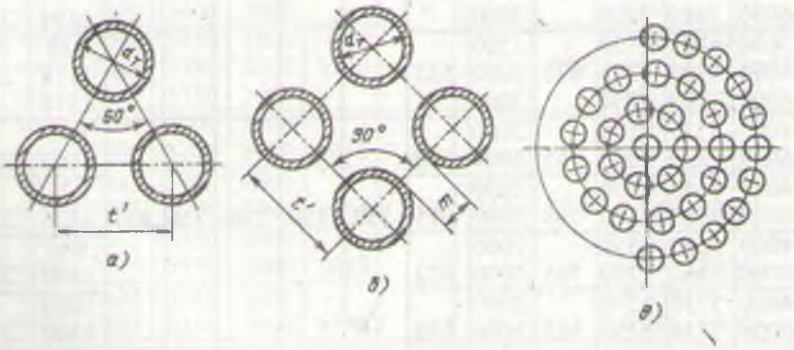
Трубалар тўр пардаларга развальцовка, пайвандлаш, кавшарлаш ва сальниклар ёрдамида бириктирилади (2.5 - расм).



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 ёнли учбурчак чўққиларида;
б - квадрат чўққиларида;
в - айлана бўйлаб.

2-19 жадвал

Труба ўрамида трубаларни жойлаштириш усуллари

Жойлаш	*Схема*	*Характеристикаси*
Тенг ёнли учбурчак чўққиларига		Трубалар сони $n_{тр} = 3a_N(a_N+1)+1$, бу ерда $s_1 = s_2 = s = (1,2\text{-}1,4)\cdot d$, $s = d+6$ мм дан кам эмас
Концентрик айланалар бўйлаб		$s_1 = s_2 = s$
Йўлаксимон		$s_1 = s_2$ ва $s_1 \neq s_2$
Шахматли: кўндаланг бир хил қадамли		$s = (1,3\text{-}1,8)\cdot d$ вальцовка учун ва $s = (1,25\text{-}1,3)\cdot d$ пайвандлаш учун
кўндаланг ҳар хил қадамли		$s'_1 \neq s''_2$

Эслатма: a_N - айлананинг марказидан ҳисоблаганда, олтибурчакнинг тартиб рақами.

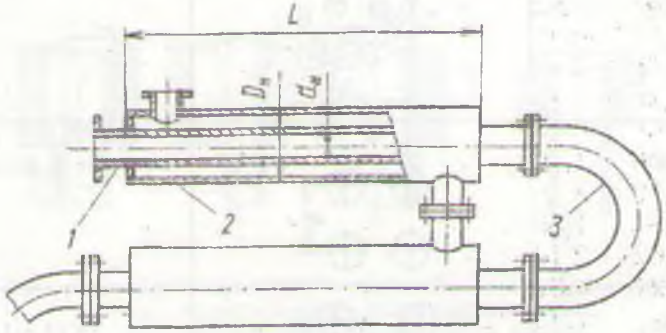
Кожух-трубали конденсаторлар буғларни трубалараро бўшлиқда конденсациялаш учун, ҳамда конденсацияланиш иссиқлиги ҳисобига газ ва суюкликларни иситиш учун мўлжалланган. Улар қўзғалмас тўр пардали ва кобиғида температура компенсаторли, ўрнатилишига қараб вертикал ва горизонтал бўлади. Кожух-трубали совитгичлар каби конденсаторлар бир, тўрт ва олти йўлли бўлади. Совитгичлардан фарқи шундаки, конденсаторларнинг трубалараро бўшлиқгача буғнинг кириши ва чиқиши учун мўлжалланган штуцерлар диаметри каттароқ бўлади.

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

«Труба ичида труба» типидаги иссиқлик алмашиниш қурилмалари. Зарур иссиқлик алмашиниш юзаси 20 -30 м^2 ва катта бўлмаган иссиқлик юкламаларида «труба ичида труба» типидаги иссиқлик алмашиниш қурилмаларни қўллаш мақсадга мувофиқдир. Ушбу иссиқлик алмашиниш қурилмалар қуйидаги типларда тайёрланади:

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

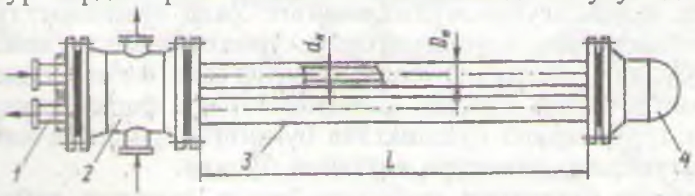
«Труба ичида труба» типидаги яхлит иссиқлик алмашиниш қурилмаси (2.7-расм)да келтирилган. Бундай қурилмалар бир ва кўп йўлли бўлиши мумкин, одатда улар жуфт йўлли бўлади [29].



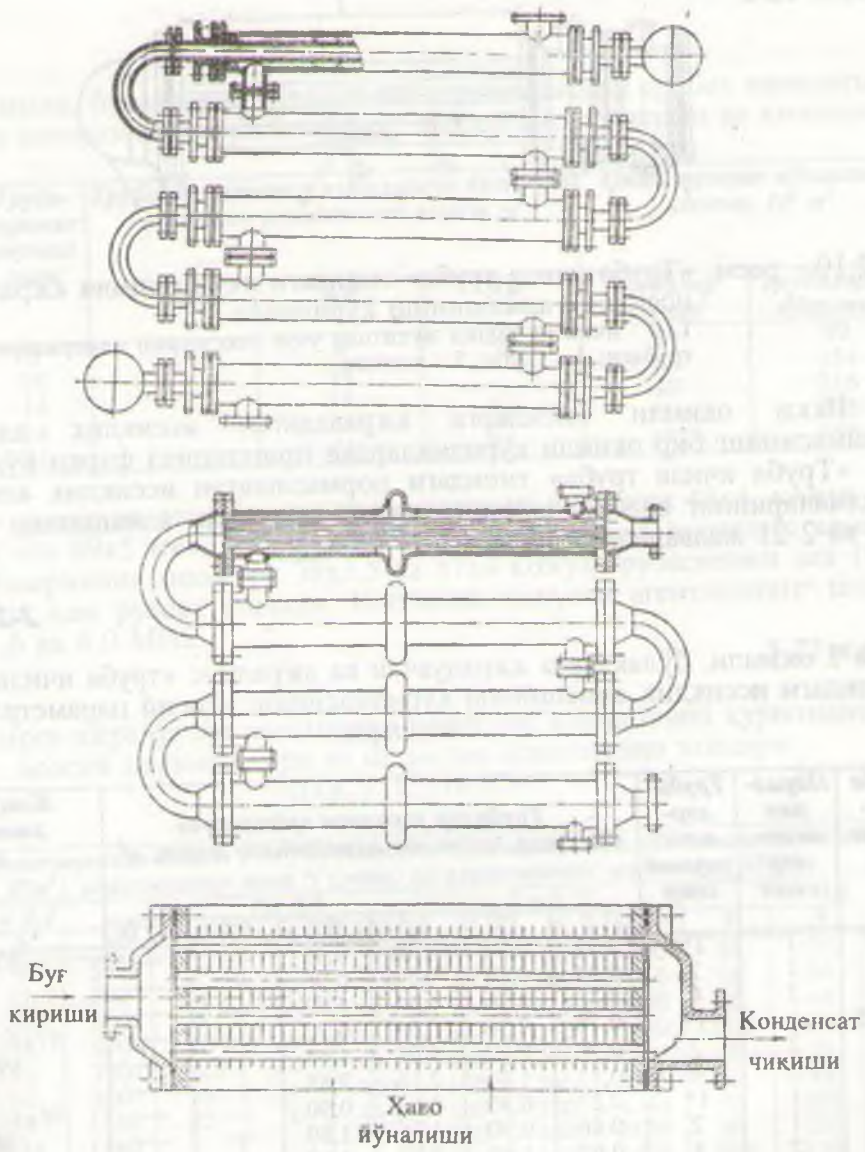
2.7 - расм. «Труба ичида труба» типидаги ажралмас иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
1 - труба; 2 - кожух трубаси; 3 - калач;

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

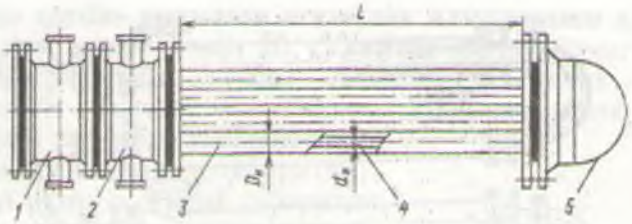
Қисмларга ажралувчи конструкцияли иссиқлик алмашиниш қурилмалари 2.9- ва 2.10-расмларда кўрсатилган. Бир оқимли кичик габаритли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг (2.9-расм) трубалараро бўшлигида иссиқлик ташувчи агент учун тақсимловчи камера ўрнатилган. Ушбу камера тўсиқ ёрдамида уни иккига бўлади. Трубалар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



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



2.8 - расм. Икки трубали (а), элементли (б) ва ковурғали (в) «труба ичида труба» типидаги иссиқлик алмашиниш қурилмаси.



2.10 - расм. «Труба ичида труба» типидаги 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 принципиал фарқи йўқ.

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

2-20 жадвал

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

Труба диаметри мм,	*Параллел оқимлар сони*	*Трубаларнинг умумий сони*	*Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м²*						*Кожухнинг диаметри, мм*
			1,5	3,0	4,5	6,0	9,0	12,0	
25x3	1	1*	0,12	0,24	0,36	0,48	----	----	57x4
	1	2	0,24	0,48	0,72	0,96	----	----	
	2	4	0,48	0,96	1,44	1,92	----	----	
38x3,5	1	1*	0,18	0,36	0,54	0,72	----	----	57x4; 76x4
	2	2	0,36	0,72	1,08	1,44	----	----	89x5
	2	4	0,72	1,44	2,16	2,88	----	----	
48x4	1	1*	0,23	0,45	0,68	0,90	----	----	76x4; 89x5
	1	2	0,46	0,90	1,36	1,80	----	----	108x4
	2	4	0,92	1,80	2,72	3,60	----	----	
57x4	1	1*	0,27	0,54	0,81	1,08	----	----	89x5; 108x4
	1	2	0,54	1,08	1,62	2,16	----	----	
	2	4	1,08	2,16	3,24	4,32	----	----	
76x4	1	1*	----	----	----	1,43	2,14	2,86	108x4; 133x4
		2	----	----	2,14	2,86	4,28	----	
89x5	1	1*	----	----	----	1,68	2,52	3,36	133x4; 159x4,5
		2	----	----	2,52	3,36	5,04	----	
108x4	1	1*	----	----	----	2,03	3,05	4,06	159x4,5; 219x6
		2	----	----	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	----	

2-21 жадвал

Кўп окимли, бўлакларга ажралувчан «труба ичидаги труба» типидаги иссиқлик алмашиниш қурилмасининг асосий параметрлари ва юзалари*

Паралелел окимлар сони	Трубаларнинг умумий сони	Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, $м^2$			Окимларнинг 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 алмашиниш трубаларининг диаметри 48x4, кожух трубасиники эса 89x5 мм. Ундан ташкари, шу узунликда иссиқлик алмашиниш трубаларининг диаметри 38x3,5 ва 57x4 кожух трубасиники эса 108x4 мм бўлиши ҳам рухсат этилади. Иссиқлик ташувчи агентларнинг шартли босими 1,6 ва 4,0 МПа.

2-22 жадвал

Бўлакларга ажралувчан пластинали иссиқлик алмашиниш қурилманинг асосий параметрлари ва иссиқлик алмашиниш юзалари (ГОСТ 15518-83)

Битта пластинанинг юзаси f ($м^2$) қуйидагича бўлганда иссиқлик алмашиниш 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, қўшалоқ пластинали иссиқлик алмашиниш қурилмалари.

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

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

2-23 жадвал

Бўлакларга ажралувчан пластинали иссиқлик алмашиниш қурилманинг конструктив характеристикалари
([8]-маълумотлари бўйича)

Характеристикалар	*Пластина юзаси, м²*			
	0,2	*0,3*	*0,6*	*1,3*
Пластина ўлчами				
узунлиги	960	1370	1375	1915
эни	460	300	600	920
қалинлиги*	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 м²	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

* - енгиллаштирилган вариантда пластинанинг қалинлиги 0,5 мм гача камайтирилиши мумкин.

** - 0,8 мм бўлган пластина учун .

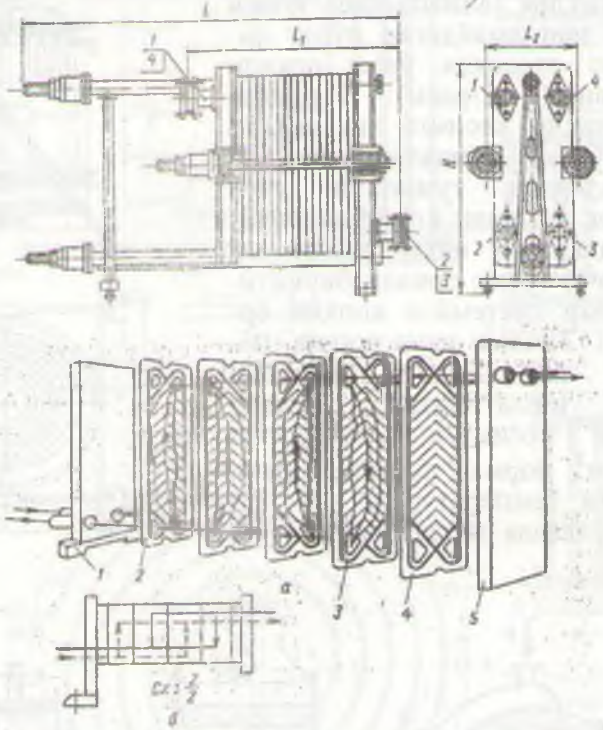
2-24 жадвал

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

F, м²	*Листнинг қалинлиги, мм*	*Листнинг эни, м*	*Каналнинг узунлиги, м*	*Каналнинг кўндаланг кесим юзаси 10^4 м²*	*Қурилманинг массаси, кг*	*Суюк 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 бўлакларга 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 - қўзғалмас плита; 2 - пластина; 3 - қистирма; 4 - охирги пластина; 5 - қўзғалувчан 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.

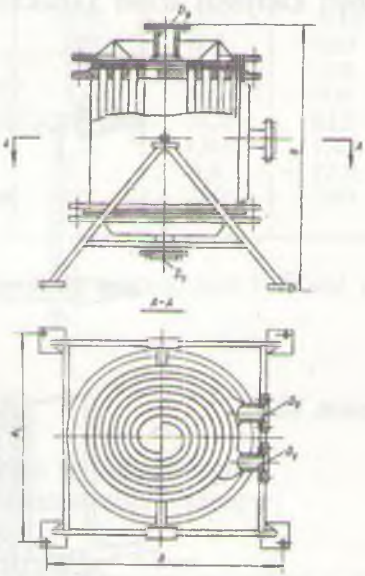
Қурилмалар 0.002 ÷ 1,0 МПа босим ва муҳитларнинг ишчи температуралари - 20 дан +180°С гача, қисман бўлакларга ажралувчиларда эса 0.002 ÷ 2,5 МПа ва юқорида қайд этилган температураларда, яхлит

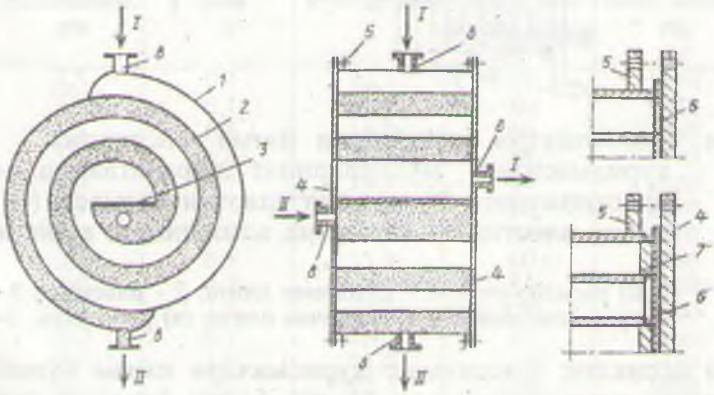
қурилмаларда эса, 0,0002 ÷ 4 МПа ва -100 дан +300°С гача бўлганда самарали ишлайди.

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

Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси

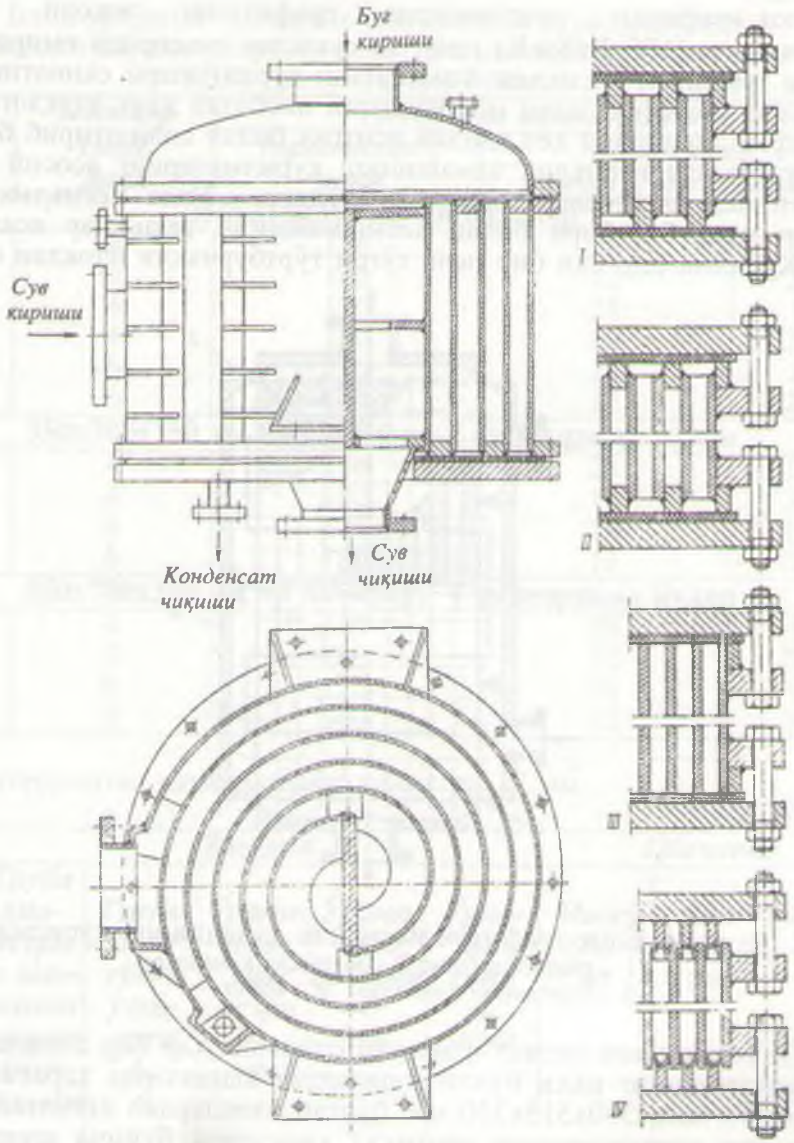
Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси иссиқлик алмашиниш юзаси углеродли ёки зангламайдиган пўлат листларни махсус станокда ўраш орқали ҳосил қилинган (2.12-расм). Натижада тўғри тўртбурчакли кесимга эга иккита канал ҳосил бўлган. Каналлар юпқа метал пластиналардан тузилгани учун юқори иссиқлик ўтказиш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

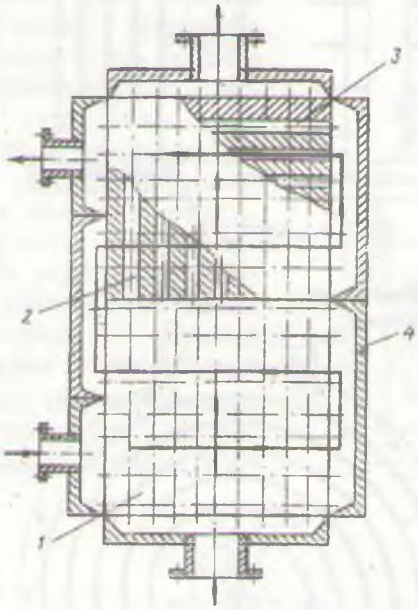


2.13 - расм. Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси ва уни зичлаш конструкциялари.

Блок-графитли иссиқлик алмашиниш қурилмаси

Блок-графитли иситгичларда графитнинг юқори иссиқлик ўтказувчанлик [100 Вт/(м·К) гача] ва суюқлик 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 параллепипед шаклидаги графитли блокдир. Унда иссиқлик ташувчи агентлар учун бир-бири билан кесишмайдиган тешиклар 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 - қобиқ.

Ён томонидаги металл плиталар ёрдамида ҳар бир блокда иссиқлик ташувчи агентнинг икки йўлли горизонтал каналларда ҳаракати ташкил этилади. Ўлчами 350x515x350 мм^3 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.

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

2-25жадвал

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

F, м²	*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 йулли				
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

Юза F, м²	*Змеевик*					*Обечайка*		
	Труба диаметри ва деворининг қалинлиги dxs, мм	*Трубанинг тўлиқ узунлиги L, м*	*Ўрамининг диаметри $D_{эм}$, мм*	*Ўрамининг қадами t, мм*	*Ўрамлар сони n, дона*	*Масса G, кг*	*Диаметр D, мм*	*Баландлиги H, 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 алмашиниш қурилмаларини ҳисоблаш.

Икки сувли органик эритма орасида иссиқлик алмашиниши учун кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси ҳисоблансин ва нормаллашган қурилма танлансин. Иссиқ эритманинг сарфи G_1=6 кг/с ва у $t_{1\,б}$ = 112,5°С дан t_{10} = 40°С, сарфи эса - G_2 = 21,8 кг/с. Иккала муҳит коррозион-актив ва физик кимёвий хоссалари сувникига яқин. Иссиқ муҳит ўртача t_1 = 76,3°С да қуйидаги физик- кимёвий хоссаларга эга:

ρ_1 = 986 кг/м^3;

λ_1 = 0,662 Вт/(м·К);

μ_1 = 0,00054 Па·с;

c_1 = 4190 Ж/(кг·К).

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

1. Иссиқлик юкламасини аниқлаймиз:

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

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

$$t_{2o} = t_{2б} + \frac{Q}{G_2 \cdot c_2} = 20 + \frac{1822650}{21{,}8 \cdot 4180} = 40^o C$$

бу ерда c_2 = 4180 Ж/(кг·К) - совуқ эритма ўртача t_2=30°С даги солиштирма иссиқлик сиғими. Ушбу температурада совуқ агентнинг физик-кимёвий хоссалари:

ρ_2 = 996 кг/м^3;

λ_2 = 0,618 Вт/(м·К);

μ_2 = 0,000804 Па·с;

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

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

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

5. Иссиқлик ўтказиш юзасини аниқловчи ҳисоби.

Вариант 1К:

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

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

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

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

t_1 ва t_2 температураларнинг фарқи кичик ($\Delta t_{ур}$ = 33,2°С) бўлгани учун ($Pr/Pr_д$) тузатмани ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

«Накатка» трубали иссиқлик алмашиниш қурилмалари учун иссиқлик бериш коэффициенти $Nu / Nu_{сил}$ нисбати орқали топилади [52, 53, 58, 61-66].

Трубалараро бўшлиқдаги тўсиқлар орасидаги оқимнинг кўндаланг кесим юзаси $S_{траб}$=0,045 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 коэффициенти қуйидагича ҳисобланади:

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

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

ифлосланишини бир хил, яъни $r_{ифл\ 1} = r_{ифл\ 2} = 1/2900$ м²·К/Вт. Иссиқлик ташувчи агентлар коррозион актив бўлиши трубалар зангламайдиган пўлатдан ясалишини тақозо этади. Зангламайдиган пўлат трубанинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $\lambda_п$ = 67,5 Вт/(м·К) га тенгдир. Труба девори ва ифлосликлар қатламларининг термик қаршиликларининг йиғиндиси ушбу йўл билан топилади:

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

Унда иссиқлик ўтказиш коэффициенти

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

га тенг бўлади.

Зарур иссиқлик алмашиниш юзаси ушбу тенгламадан аниқланади:

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

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, танланган қатордан трубаларнинг узунлиги 6,0 м ли ва номинал юзаси F = 97 м² 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 $M_{ІК}$=3130 кг га тенг (2-10 жадвал)

Вариант 2К. Худди шундай ҳисоблар қуйидаги натижаларни беради:

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

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

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

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узунлиги 4,0 м ли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг иссиқлик алмашиниш юзаси бўйича заҳираси (Δ < 10%) камлик қилади, яъни тўғри келмайди. Трубаларининг

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

Вариант 3К. Ҳисоблаш натижалари:

$$Re_1 = 10540; \qquad \alpha_1 = 1985\ Вт/(м^2 \cdot К);$$

$$Re_2 = 9694; \qquad \alpha_2 = 2707\ Вт/(м^2 \cdot К);$$

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

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узунлиги 4,0 м, номинал юзаси F_{3K}=121 м^2 бўлганда заҳира Δ = 30,9%. Демак, заҳира етарли даражада тўғри келади. Массаси 3950 кг, яъни 1К вариантникига қараганда кичикроқдир. Аммо, трубаларининг узунлиги 1 баробар кам. Ундан ташқари, ҳажм ва трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршилик камроқ бўлади. Трубалар узунлигини янада камайтириш мақсадида яна бир 4К вариантни кўриб чиқиш мумкин.

Вариант 4К. D = 800 мм; $d_э$=20х2 мм; z=6; n/z=103.

Ҳисоблаш натижалари:

$$Re_1 = 8560; \qquad \alpha_1 = 2030\ Вт/(м^2 \cdot К);$$

$$Re_2 = 7754; \qquad \alpha_2 = 2941\ Вт/(м^2 \cdot К);$$

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

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узунлиги 3,0 м, номинал юзаси F_{4K}=116 м^2 ва заҳираси Δ = 28,5% бўлган иссиқлик алмашиниш қурилма тўғри келади. Унинг массаси M_{4K}=3550 кг, бу эса 3К вариантидан 400 кг га енгилроқ.

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг гидравлик қаршилигини ҳисоблаш

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

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

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

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

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

Труба ичида ҳаракат қилаётган оқимга кўрсатилаётган маҳаллий қаршилик коэффициентлари:

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

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

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршиликни ушбу формула орқали ҳисобланади:

$$\Delta P_{траб} = \sum \xi_{траб} \cdot \left(\frac{\rho \cdot w^2_{траб}}{2}\right) \qquad (2.32)$$

Суюқликнинг трубалараро бўшлиқдаги тезлиги эса қуйидаги формуладан аниқланади:

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

$\xi_{тр1}$ = 1,5 - суюқликнинг кириши ва чиқиши;
$\xi_{тр2}$ = 1,5 - сегмент тўсиқ орқали бурилиш;
$\xi_{тр3} = \frac{3 \cdot m}{Re^{0,2}_{траб}}$ - трубалар пакети (дастаси)нинг қаршилиги.

Бу ерда

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

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

Қурилманинг конструктив улчамларини ҳисоблаш

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

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

Трубалар сони ушбу тенглама орқали топилади:

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

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

$$d_{ур} = \frac{d_{таш} + d_{ич}}{2}$$

агарда $\alpha_1 >> \alpha_2$ ёки $\alpha_1 << \alpha_2$ булса, унда $d_{ур}$ 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 буйлаб жойлаштирилади.

Туғри олтибурчаклик қирралар бўйлаб трубалар жойлаштирилганда, уларнинг сони

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

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

Энг катта олтибурчак диагоналидаги трубалар сонини ушбу формулада топиш мумкин:

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

Труба қаторларининг сони m эса,

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

Труба уклари орасидаги масофа ёки қадами t трубанинг ташқи диаметрига боғлиқ ва ушбу тенгликдан аниқлаш мумкин:

$$t = (1{,}2 + 1{,}4) \cdot d_{таш}$$

Лекин, ҳар қандай шароитда ҳам

$$t = d_{тиш} + 6\ мм$$

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

Курилма корпусининг ички диаметри қуйидаги формула билан аниқланади:

бир йулли булганда

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

ёки

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

куп йулли булганда эса,

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

бу ерда η = 0,6-0,8 - труба турини трубалар билан тўлдирилиш коэффициенти ва у ҳисоблаш йули топилади. $D_{ич}$ 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:

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

бу ерда z – йуллар сони; n - бир йулдаги трубалар сони.

Иссиқлик алмашиниш курилмасининг ишчи узунликлари қуйидагиларга тенг қилиб олиш тавсия этилади:

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

Кўп йўлли иссиқлик алмашиниш курилмасида йўллар сони ҳар доим жуфт бўлиши тавсия қилинади. Агарда, кўп йўлли курилма трубаларининг узунликлари рухсат этилганидан ортиқ бўлса, йўллар сони ўзгартирилади.

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш курилмасининг умумий баландлиги труба узунлиги l_1 ва 2 та таксимловчи камералар баландликлари ларнинг йиғиндисига тенг, яъни:

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

бу ерда h = 200-400 мм.

Бошқа турдаги иссиқлик алмашиниш 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 алмашиниш қурилмасининг узунлиги ва диаметрига боғлиқ. Нормаллашган иссиқлик алмашиниш 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 қаршиликни ҳисоблаш қуйидаги формула ёрдамида олиб борилади:

$$\Delta P_{траб} = \lambda \cdot \frac{L \cdot z}{d} \cdot \frac{w_{тр} \cdot \rho_{тр}}{2} + \left[2{,}5 \cdot (z-1) + 2 \cdot z\right] \cdot \frac{w_{тр}^2 \cdot \rho_{тр}}{2} + 3 \cdot \frac{w_{трш} \cdot \rho_{тр}}{2} \qquad (2.38)$$

бу ерда z - йўллар сони.

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

Бу ерда x - сегмент тўсиқлар сони.

Учта вариант буйича танланган кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларнинг гидравлик қаршиликлари бўйича таққосланади.

Варианет 1К. Суюқликнинг трубадаги тезлиги

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

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 $d_{шт}$ = 0,15 м. Ундаги тез-

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

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:

$$\Delta P_{траб} = 0,0422 \cdot \frac{6 \cdot 4}{0,021} \cdot \frac{988 \cdot 0,338^2}{2} + \left[2,5 \cdot (4-1) + 2 \cdot 4\right] \cdot$$

$$\cdot \frac{988 \cdot 0,338^2}{2} + 3 \cdot \frac{986 \cdot 0,344^2}{2} = 2720 + 873 + 175 = 3764\ Па$$

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

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

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

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

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 бўшликдаги гидравлик қаршилик (2.38) формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\Delta P_{трав} = \frac{3 \cdot 9 \cdot (18+1)}{(16947)^{0.2}} \cdot \frac{996 \cdot 0{,}547^2}{2} + 1{,}5 \cdot 18 \cdot \frac{996 \cdot 0{,}547^2}{2} +$$

$$+ 3 \cdot \frac{996 \cdot 0{,}597^2}{2} = 10902 + 4023 + 725 = 15650 \ Па$$

Вариант 3К. Худди шундай ҳисоблар қуйидаги натижаларни беради:

$w_{тр} = 0{,}277$ м/с; $\lambda = 0{,}0431$;
$w_{тр.м} = 0{,}344$ м/с; $\Delta P_{тр} = 2965$ Па;
$w_{трав} = 0{,}337$ м/с; $m = 12$;
$w_{трав} = 0{,}446$ м/с; $x = 8$;
$\Delta P_{трав} = 3857$ Па

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

Вариант 4К. Ҳисоблаш натижалари:

$w_{тр} = 0.304$ м/с; $\lambda = 0{,}0472$;
$w_{тр.м} = 0{,}344$ м/с; $\Delta P_{тр} = 3712$ Па;
$w_{трав} = 0{,}337$ м/с; $m = 15$;
$w_{трав} = 0{,}446$ м/с; $x = 6$;
$\Delta P_{трав} = 3728$ Па

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

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

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

бу ерда V - иссиқлик ташувчи агент сарфи, м^3/с; Δр - напорнинг йўқолиши, Па; η - насоснинг ф.и.к.

Иссиқлик алмашиниш қурилмаларини механик ҳисоблаш.

Бу ҳисоблаш, қурилманинг детал, кисм ва бўлакларини мустаҳкамликка текширишдан иборатдир.

Цилиндрик обечайкани ҳисоблаш.

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

$$S = \frac{p_{хис} \cdot D_{ич}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{рэ}] - p_{хис}} + C + C_1$$

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

$\sigma_{р.э}$ – материалнинг рухсат этилган кучланиши. Баъзи материаллар учун 2.15 – расмда $\sigma_{р.э}$ - сон қийматлари келтирилган.

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

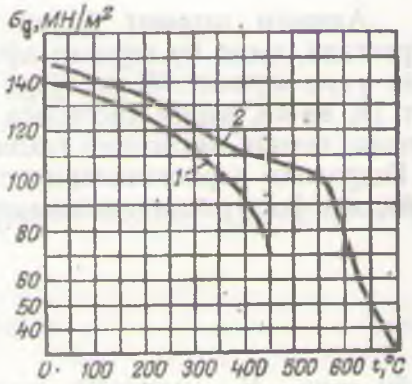
φ = 0,95 - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама қулда пайвандлаш беради;

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

φ = 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, С = 1 мм га тенг булади.

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



$$C = П \cdot \tau_а$$

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

П - коррозия тезлиги, мм/йил; $\tau_а$ - амортизация муддати, йил.

Мустаҳкамланмаган тешик ва пайвандлаш чоклари туфайли обечайка мустаҳкамлигининг камайишини φ коэффициенти ҳисобга олади.

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

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

Рухсат этилган босим қуйида келтирилган формуладан аниқланади:

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

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

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

Қопқоқларни ҳисоблаш.

Эллиптик шаклдаги қопқоқ деворининг қалинлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

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

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

Рухсат этилган босим эса,

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

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

$$\frac{s_1 - C}{D_{ич}} \le 0{,}1 \qquad ва \qquad H \ge 0{,}2 \cdot D_{ич}$$

Конусли қопқоқнинг $l_{кон}$

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

масофадаги қалинлиги s_1 мана бу тенгламадан топиш мумкин:

$$s_1 = \frac{P_{тис}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{рз}] - p_{тис}} \cdot \frac{D_{ич}}{\cos\alpha} + C + C_1$$

Цилиндрик қисмининг $l_ц$

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

масофадаги қалинлиги s_1 эса ушбу формуладан аниқланади:

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

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

Думалоқ, ясси қопқоқлар қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \left(\frac{K}{K_o}\right) \cdot D_{ич} \cdot \sqrt{\frac{P_{тис}}{[\sigma_{рз}]}} + C + C_1$$

бу ерда K - қопқоқ конструкциясига боғлиқ ва у махсус адабиетлардаги жадвалдан танланади [30,31].

Энергетик сарфларни ҳисоблаш.

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

$$N_{соат} = N_1 + N_2 + \ldots + N_n \quad [кВт]$$

Бир суткасига эса,

$$N_{сут} = N \cdot \tau$$

б) қурилма ва ускуналарга ишлатилаётган буғ сарфи:

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

Бир суткасига эса,

$$D_{сут} = D \cdot \tau$$

в) қурилма ва ускуналардаги сув сарфи:

$$W_{соат} = W_1 + W_2 + ... + W_n, \quad [кг/соат]$$

Бир суткасига эса,

$$W_{сут} = W \cdot \tau$$

Фланецли бирикмаларни ҳисоблаш.

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

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

$$P_б = \frac{\pi \cdot D_п^2}{4} \cdot p + P_п$$

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

Тўғри туртбурчак кундаланг кесимли қистирманинг зичлаш учун зарур сиқилиш кучи ушбу тенгламадан топилади:

$$P_п = \pi \cdot D_п \cdot b \cdot k \cdot p$$

b - қистирманинг эффектив эни, м; k - қистирманинг материали ва шаклига боғлиқ коэффициент (текис резина учун k=1,0; фторопласт, паронит, чарм учун k = 2,5).

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

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

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

Болтларнинг диаметри ушбу

$$d_б = \frac{D_б - D_1}{2} - 0,006$$

формуладан топилади ва кам сон қиймат томонига яхлитланади. Бу ерда

$D_г$ – фланец пайвандлаш чокининг диаметри, м.

Болтлар сони ушбу формуладан аниқланади:

$$z = \frac{P_б}{\sigma_{рэ} \cdot F_б}$$

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

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

Фланец ташқи диаметри эса, ушбу тенглама орқали гисобланади:

$$D_ф = D_б + (1{,}8 \div 2{,}5) \cdot d_б$$

Текис фланецнинг баландлигини топиш учун дастлаб қуйидаги қийматлар аниқланади:

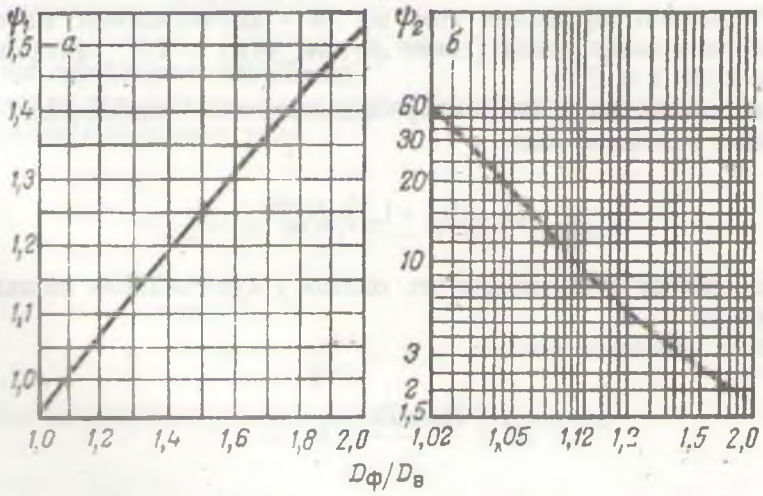
ишчи шароитда фланецга тушаётган юклама

$$P = \frac{D_ф}{D_ф - D_{ин}} \cdot \left[P_б \frac{D_{ин}}{D_б} \cdot \left(\frac{D_б}{D_н} - 1 \right) + \frac{\pi \cdot D_н^2}{4} \cdot p \cdot \left(1 - \frac{D_б}{D_н} \right) \right], \ [МН]$$

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

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

σ_T - ишчи температурада фланец материалининг оқувчанлик чегараси. МН/м^2; δ – фланец билан бирлаштирилган обечайканинг қалинлиги, м: ψ_1, ψ_2 – коэффициентлар, 2.16 - расмдан топилади.

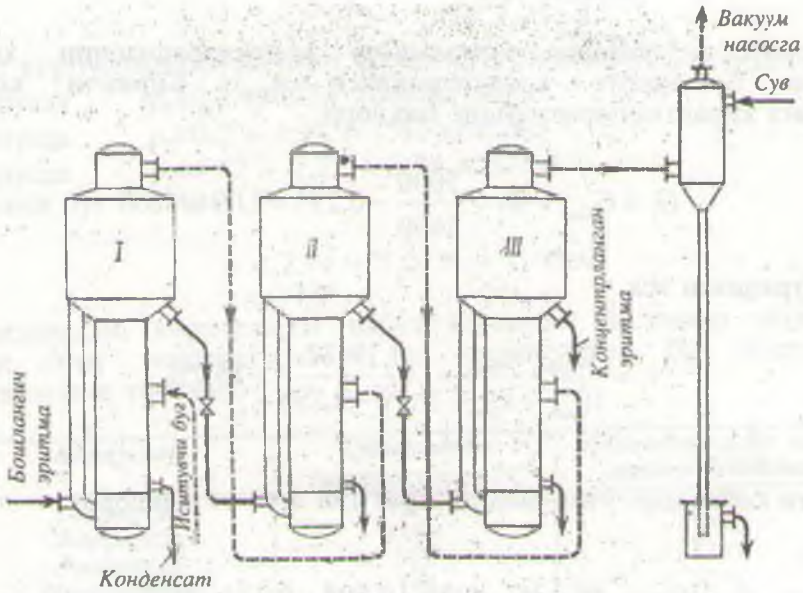


2.14-расм. ψ_1 ва ψ_2 коэффициентларни аниқлаш учун графиклар.

3 – боб. МОДДА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

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 охирги конценрацияси 40% (масс.). Буғлатиш қурилмасида қайнаш температураси иситилган эритма буғлатиш учун узатилади. Тўйинган иситувчи сув буғининг абсолют босими 4 кг·к/см^2. Иситувчи трубалар узунлиги 4 м. Барометрик конденсатордаги вакуум 0,8 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:

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

2) Ҳар бир корпусга юкламани тақсимлаш.

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

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

Ҳар бир корпусда ҳосил бўлган иккиламчи буғ миқдорини топамиз:

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

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

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

Жами: *W=0,97 кг/с*

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

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

концентрацияси эса,

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

Иккинчи корпусдан учинчисига кираётган эритма миқдори:

$$G_2 = G_{бош} - W_1 - W_2 = 1{,}39 - 0.295 - 0{,}324 = 0{,}77\, кг/с$$

концентрацияси эса,

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

Учинчи корпусдан чиқаётган эритма миқдори,

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

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

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

Бунда, корпуслардаги абсолют босим қуйидагича бўлади:

3-корпусда p_3=0,2 кг·к/см^2 (берилган)

2-корпусда p_2=0,2 + 1,27 = 1,47 кг·к/см^2

1-корпусда p_1=1,47 + 1,27 = 2.74 кг·к/см^2

Иситувчи буғ босими:

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

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

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

Ушбу температуралар, корпуслар бўйича иккиламчи буғлар конденсацияланиш температуралари бўлади.

5. Корпуслар бўйича температуранинг пасайишини ҳисоблаш.

а) температура депрессиясидан.

Иловадаги 21-жадвалдан атмосфера босимида эритмаларни қайнаш температураси топилади.

Корпуслар	*$NaNO_3$ Концентрланган*	*қайнаш температураси, °С*	*Депрессия, °С ёки К*
1-корпусда	15,2	102	2,0
2-корпусда	21,6	103	3,0
3-корпусда	40,0	107	7,0

Уч корпус бўйича депрессия

$$\Delta t_{депр} = 2 + 3 + 7 = 12°C$$

б) Гидростатик эффект депрессияси

20°С температурада $NaNO_3$ эритманинг зичлиги танланади [32]:

$NaNO_3$ концентрацияси, %	15,2	21,6	40,0
Зичлик, кг/м³	1098	1156	1317

Трубалардаги эритмаларнинг оптимал сатҳда қайнашини ҳисоблаймиз:

1 - корпусда

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

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

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

$$= 2{,}827 \ кгк / см^2$$

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

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

$$\Delta t_{г.эф} = 130{,}6 - 129{,}4 = 1{,}2°C$$

2 - корпусда

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

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

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

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

$$\Delta t_{г.эф} = 112{,}3 - 110{,}1 = 2{,}2°C$$

3 - корпусда

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

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

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

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

$$\Delta t_{г.эф} = 74{,}4 - 59{,}7 = 14{,}7°C$$

Жами: $\sum \Delta t_{г.эф} = 1{,}2 + 2{,}2 + 14{,}7 = 18{,}1°C$

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,

$$\Delta t_{г к} = 1 \cdot 3 = 3K$$

Бутун қурилма учун температуралар йўқолишининг йиғиндиси:

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

6. Температураларнинг фойдали фарқи.

Температураларнинг умумий фарқи:

$$143 - 59{,}7 = 83{,}3\,°C$$

Демак, температураларнинг фойдали фарқи

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

7. Корпусларда қайнаш температураларини аниқлаймиз

3 - корпусда

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

2 - корпусда

$$t_2 = 110{,}1 + 1 + 3 + 2{,}2 = 116{,}3\,°C$$

1 - корпусда

$$t_1 = 129{,}4 + 1 + 2 + 1{,}2 = 133{,}6\,°C$$

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 буғ ва қайнаётган эритма учун тегишли критериал тенгламалар ёрдамида иссиқлик бериш коэффициентларидан иссиқлик ўтказиш коэффициенти топилади.

Ҳисоблаш пайтида трубаларда қайнаш натижасида ҳосил бўлган қатлама қалинлигини (δ = 0,5 мм) инобатга олиш керак.

Дастлабки ҳисоблар асосида қуйидаги қийматларни қабул қиламиз.

1 - корпус учун $K_1 = 1700\ Вт/(м^2 \cdot K)$

2 - корпус учун $K_2 = 990\ Вт/(м^2 \cdot K)$

3 - корпус учун $K_3 = 580\ Вт/(м^2 \cdot K)$

Тузнинг сувли эритмаларини буғлатиш жараёнида корпуслар бўйича иссиқлик ўтказиш коэффициентларининг тахминий нисбати қуйидагича:

$$K1 : K2 : K3 = 1 : 0,58 : 0,34$$

9. Корпуслар бўйича иссиқлик балансларини тузамиз.

Тахминий ҳисобларни соддалаштириш мақсадида иссиқлик балансларини иссиқлик йўқотилишини ҳисобга олмаган ҳолда тузамиз ва бир корпусдан иккинчисига эритма ўртача қайнаш температурасида ўтади деб қабул қиламиз.

Шартга биноан 1 - корпусга буғлатиш учун эритмани қайнаш температурасигача қиздирилган ҳолда узатилади.

1 - корпусда иссиқлик сарфининг миқдори,

$$Q_1 = W_1 \cdot r_1 = 0,295 \cdot 2179 \cdot 10^3 = 643000\ Вт$$

2 - корпусга эритма ўта қиздирилган ҳолда берилади ва унда иссиқлик сарфининг миқдори:

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

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

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

3 - корпусдаги иссиқлик миқдорининг сарфи

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

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

10. 1 - корпусда иситувчи буғ сарфи

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

Буғнинг солиштирма сарфи:

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

11. Фойдали температуралар фарқининг корпуслар бўйича тақсимланиши. Бу 2 усул ёрдамида қилиш мумкин: ҳамма қурилмаларнинг иситиш юзаси бир хил бўлган шароитда ва умумий иситиш юзаси энг кам бўлган шароитларда топиш мумкин, яъни Q/K га ва $\sqrt{Q/K}$ га пропорционаллик шартидан.

Пропорционаллик факторларини топамиз:

Нисбат	$\frac{Q}{K}$	$\sqrt{\frac{Q}{K}\cdot 10^3}$
1 – корпус	$\frac{643000}{17000} = 378$	615
2 – корпус	$\frac{657000}{990} = 664$	815
3 – корпус	$\frac{743000}{580} = 1280$	1131
	$\sum\frac{Q}{K} = 2322$	$\sum\sqrt{\frac{Q}{K}\cdot 10^3} = 2561$

Фойдали температуралар фарки корпуслар бўйича қуйидагича аниқланади:

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант — умумий иситиш юзаси энг кам вариант

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

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

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

12. Ҳар бир корпуснинг иситувчи юзаси топилади:

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант	умумий иситиш юзаси энг кам вариант

$$F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 8{,}174} = 46{,}27; \quad F_1 = \frac{Q_1}{K_1 \cdot \Delta t_1} = \frac{643000}{1700 \cdot 12{,}057} = 31{,}27$$

$$F_2 = \frac{657000}{990 \cdot 14{,}358} = 46{,}22; \qquad F_2 = \frac{657000}{990 \cdot 15{,}978} = 41{,}58$$

$$F_3 = \frac{743000}{580 \cdot 27{,}682} = 46{,}28; \qquad F_3 = \frac{743000}{990 \cdot 27{,}682} = 57{,}77;$$

$$\sum F = 138{,}8\ м^2 \qquad \sum F = 138{,}8\ м^2$$

Демак, корпусларнинг бир хил иссиқлик алмашиниш юзалари бўлганда, умумий иситиш юзаси атиги 6% га кўпдир. Шунинг учун, корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант қабул қилинади, чунки бу вариант қурилмаларнинг бир хиллигини таъминлайди.

Корпуслар бўйича босим ва иккиламчи буғ температурасини текширамиз.

Корпус	*Қайнаш температураси* $\Delta t_{кай} = t_{г.м} - \Delta_{фоид}$	*Иккиламчи буғ конденсатининг температураси, °С* $t_0 = t_{кай} - \sum \Delta_{нук}$	*Босим,* $P_{абс}$ *кгк/см²*
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 ҲИСОБЛАШ

Унумдорлиги $G_Д$=155 кг/соат спирт ишлаб чиқарадиган брагоректификацион колоннани хисобланг (3.2 - расм) [4].

Ҳисоблаш учун маълумотлар:

- бошланғич аралашма таркибида спирт миқдори. $x_{бош}$ = 10% (ҳажмий), куб қолдиғи - $x_к$ = 0,0064% (ҳажм), дистиллят эса - $x_д$ = 69,3 % (ҳажм);.
- флегманинг кўпрок олинишини ҳисобга олувчи коэффициент β = 3,1;
- колонна p = 0,22 МПа босимли буғ билан иситилмоқда;
- колоннанинг юқори қисмидаги ишчи босим p = 0,12 МПа;
- аралашма тарелкага $t_{бош}$ = 85°С да киритилмоқда;
- колоннадаги тарелкалар орасидаги масофа h = 250 мм.

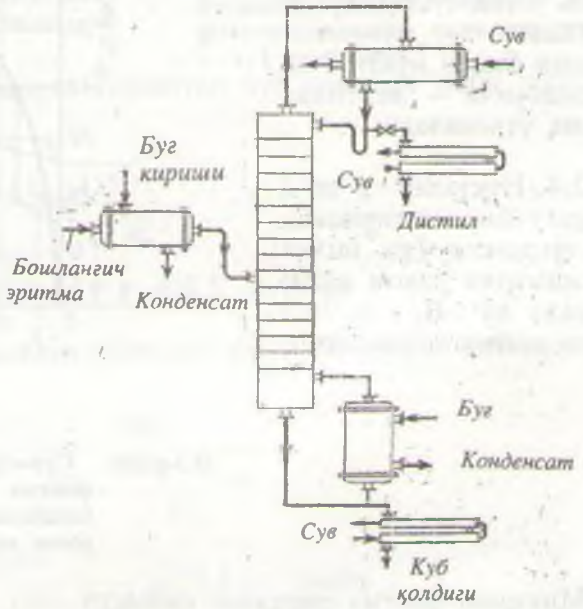
Колоннанинг диаметри, баландлиги, тарелкалар сони ва иситувчи буғ сарфи ҳисоблаб топилсин.

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

$$X_{мас} = \frac{X_{хажм} \cdot \rho_Д}{\rho_{АХ\ хажм}}$$

формула ёрдамида, сўнгра эса

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



3.2-расм. Ректификация курилмасининг схемаси

формула ёрдамида массавий фоиздан (масс) ҳажмий фоизга (ҳажм) қайта ҳисобланади.

Натижада бошланғич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларининг кон-

центрациялари қуйида сон қийматларига эга бўлади:

$x_{бош}$ = 10 % ҳажм = 8.01 % масс = 3,34 % моль.

$x_{бош}$ = 69,3 % ҳажм = 61,6 % масс = 38,5 % моль.

$x_к$ = 0,0064 % ҳажм = 0,005 % масс = 0,002 % моль.

2. Қуйидаги формула ёрдамида эса минимал флегма сони аниқланади.

$$R_{фmin} = \frac{X_Д - B_O}{B_O}$$

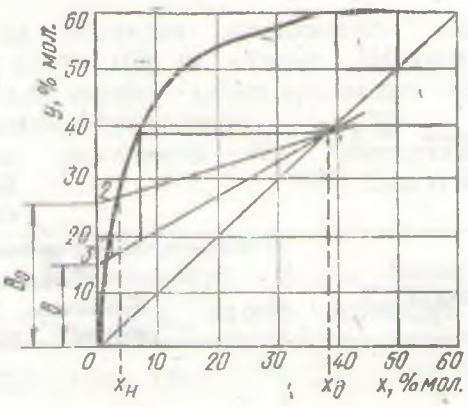
бу ерда B_O – мувозанат чизиғининг ордината ўқидаги кесмасининг қиймати.

2.1. Иловадаги 16 - жадвалдаги маълумотлар асосида x – y мувозанат чизиғи кўрилади (3.3-расм).

2.2. Абсцисса ўқидаги $x_д$ = 38,5 мольга тааллуқли нуқтадан диагонал чизиғи билан нуқта 1 да кесишгунча вертикал чизиқ ўтказилади.

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

2.4. Нуқталар 1 ва 2 ўзаро бирлаштирилади ва ордината ўқи билан кесишгунча давом эттирилади ва B_o = 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

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

ушбу йўл билан ҳисобланади.

3. Ҳақиқий флегма сони ушбу формуладан топилади:

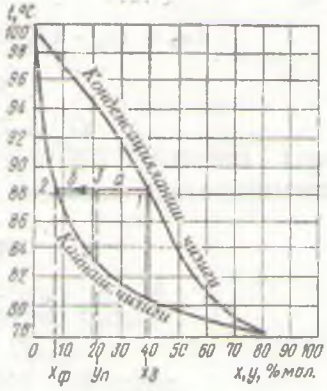
$$R_Ф = \varphi \cdot R_{мин} = 0,453 \cdot 3,1 = 1,4$$

Бу ерда $\varphi > 1$ – флегманинг кўпрок олинишини хисобга олувчи коэффициент, одатда $\varphi = 1,04 - 1,05$.

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

4.1. Дистиллятнинг концентрацияси $x_д$ = 38,5% мольга қараб флегма таркиби $x_ф$= 6,8% моль = 15,9% масс, ҳамда буғнинг конденсацияланишининг бошланиш температураси $t_к$ =88,5°С белгилаб олинади.

4.2. Кесмалар нисбати a/b = $R_ф$ = 1,4 га қараб нуқта 3 топилади . Бу нуқта, дефлегматорга кираётган буғ концентрациясини характерлайди: $y_б$ = 21% моль = 40,3% масс.



3.4-расм. Сув-спирт аралашмаси буғининг концентрацияси ва флегма сонини аниқлаш учун t - x, y диаграмма

5. Колоннадан дефлегматорга кираётган буғ миқдори ушбу тенгликдан аниқланади:

$$G_б = \frac{G_б \cdot (R_ф + 1)}{M_б} = \frac{155 \cdot (1,4 + 1)}{28,8} = 12,9 \ \frac{кмоль}{соат}$$

ёки

$$G_б = 12,9 \cdot 23,9 = 308,3 \ кг/соат$$

Дистиллят М нинг моль массаси қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$M_Д = \frac{100}{\frac{X_{мас}}{M_A} + \frac{100 - X_{мас}}{M_B}} =$$

$$= \frac{100}{\frac{61,6}{46,07} + \frac{100 - 61,6}{18,02}} = 28,8 \ кг/кмоль$$

Худди шу йўл билан буғнинг моль массаси ҳисобланади:

$$M_б = 23,9 \ кг/моль$$

Дистиллят ҳосил бўлиши учун сарф бўлган буғ миқдори

$$\frac{155}{28,8} = 5.38 \text{ кмоль / соат}$$

6. Флегма миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_б = G_ф + G_Д = G_Д \cdot (R_ф + 1)$$

$$G_ф = G_б - G_Д = 12,9 - 5,3 = 7,52 \text{ кмоль/соат}$$

ёки

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

Флегманинг моль массаси $M_Д$ формуладан топилади:

$$M_ф = \frac{100}{\frac{15,9}{46,07} + \frac{100-15,9}{18,02}} = 20,0 \text{ кг / кмоль}$$

Пастда келтирилган формулалардан фойдаланиб бошланғич аралашма миқдори $G_{бош}$ ва куб қолдиғи $G_к$ аниқланади:

$$\begin{cases} G_{бош} = G_Д + G_К \\ G_{бош} \cdot X_{бош} = G_Д \cdot X_Д + G_К \cdot X_К \end{cases}$$

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

Бу тенгламалардан

$$G_к = 1037,5 \text{ кг/соат}$$

$$G_{бош} = 1192,65 \text{ кг/соат}$$

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 сиғими иловадаги 17- жадвалдан топилади ($c_{бош}$ = 4,27 кЖ/(кг·К).

8.2. Флегма билан

$$Q_2 = 150,4 \cdot 4,31 \cdot 88,5 = 57367,8 \text{ кЖ/соат}.$$

Флегманинг солиштирма иссиқлик сиғими $c_ф$=4,31кЖ/(кг·К) (17 - жадвалдан).,

8.3. Иситгичда иситувчи буғ билан

$$Q_б = D \cdot 2711,3$$

Иситувчи буғнинг солиштирма энтальпияси унинг босимига қараб иловадаги 18 - жадвалдан танланади.

Иссиқлик сарфи:

8.4. Колоннадан дефлегматорга ўтаётган буғлар билан

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

Спирт буғи концентрациясига қараб иловадаги 19 - жадвалдан унинг солиштирма энтальпияси топилади ва i = 2086,8 кЖ/кг.

8.5. Қолдиқ билан

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

Қолдиқ ва концентрацияга қараб, иловадаги 17 - жадвалдан унинг солиштирма иссиқлик сиғими аниқланади: $c_к$ = 4,27 кЖ/(кг·К).

8.6. Иситувчи буғ сарфи ушбу формуладан топилади.

$$D = \frac{643360,4 + 445227,5 - 43272,3 - 57367,8}{2711,3 - 516,25} = 272,5 \text{ кг / соат}$$

Атроф муҳитга йўқотишлар билан ($Q_{йўк}$= 5%).

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

9. Иситувчи буғнинг солиштирма сарфи ушбу йўл билан топилади.

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

10. Колоннанинг тарелкалари сонини аниқлаш.

10.1. Бунинг учун ушбу формула асосида колоннанинг юқори қисми учун ишчи чизиқ тенгламаси ёзилади:

$$y = \frac{R_ф}{R_ф + 1} \cdot x + \frac{R_ф}{R_ф + 1} = \frac{38,5}{1,4 + 1} + \frac{1,4}{1,4 + 1} \cdot x$$

$$y = 16 + 0,584 \cdot x$$

Ушбу тенгламага биноан, 3.3 - расмнинг ордината ўқида 0-3 кесмаси қўйилади (В =16 моль). Сўнг нуқталар 1 ва 3 бирлаштирилади ва ҳосил бўлган 1-3 чизиқ колоннанинг юқори қисмининг ишчи чизиғини ифодалайди. Нуқта 1 дан бошлаб, мувозанат ва ишчи чизиқлар орасидан, $x_{бош}$ гача вертикал ва горизонтал чизиқлар ўтказилади. ҳосил бўлган зиналар сони назарий тарелкалар сонини $n_т^{кр}$ = 1,8 кўрсатади.

10.2. Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар сони. Бунинг учун

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

формула ёрдамида колоннанинг пастки қисми учун ишчи чизиқ тенгламаси тузилади.

Колоннадаги суюқлик оқимининг миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_c = \frac{G_{бош}}{M_{бош}} + \frac{G_ф}{M_ф} - \frac{1192,65}{18,96} + 7,52 = 70,41 \text{ кмоль / соат}$$

Бошланғич аралашма моль массаси 5 пунктдаги тенгламадан аниқланади:

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

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

$$G_б = \frac{G_Д \cdot (R + 1)}{M_б} = \frac{D}{M_c} = \frac{272,5}{18,02} = 15,1 \text{ кмоль / соат}$$

бу ерда $M_ф$, $M_{бош}$, M_c - флегма, бошланғич аралашма ва сувнинг моль массалари

Унда,

$$y = \frac{70,41}{15,1} \cdot x + \left[1 - \frac{70,41}{15,1}\right] \cdot 0,002$$

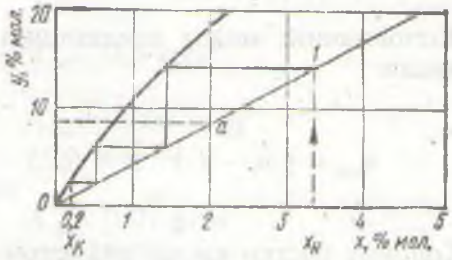
ёки $y = 4,66 \cdot x - 0,0073$

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.

$$n''_{н1} = 2,9$$



3.5-расм. Сув-спирт аралашмаси учун колоннинг пастки қисмидаги назарий тарелкалар сонини аниқлаш учун x - y диаграмма.

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

$$n''_{н2} = \frac{4,34 \cdot ln\left[1 + \frac{x_{бош}}{x_{ох}} \cdot \left(\frac{G_б \cdot k_н}{G_с}\right) - 1\right]}{0.434 \cdot ln\frac{G_б \cdot k_н}{G_с}} - 1 =$$

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

10.3. Колоннанинг умумий назарий тарелкалар сони қуйидагича аниқланади:

$$n_н = n''_н + n''_{н1} + n''_{н2} = 1,8 + 2,9 + 4,0 = 8,7$$

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

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

$$n''_к = \frac{n_н}{\eta} = \frac{1,8}{0,5} = 3,6 \approx 4\ дона\ тарелка$$

Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар учун η = 0,5,

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

11. Колоннанинг модда алмашиниш қисмининг баландлиги қуйидагича ҳисобланади:

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

12. Колонна пастки қисми диаметри (1.8) формула ёрдамида топилади.
12.1. Буғ ҳажми ушбу формулада ҳисобланади:

$$V = \frac{G_б \cdot i_{б.ис}}{p_б \cdot i_б \cdot 3600} = \frac{286,2 \cdot 2711,3}{3600 \cdot 0,632 \cdot 2568} = 0,14 м^3/с = 478,1 м^3/соат$$

Бошланғич аралашма тарелкаларга кираётган пайтда $y_б = x_{бош}$ = 8,01% масс, $p_б$= 0,632 кг/м^3 ва $i_б$= 2568 кЖ/кг параметрларга эга бўлган ҳол учун $p_б$ ва $i_б$ лар иловадаги 19 - жадвалдан танланади.

12.2. Барботаж чуқурлиги z = 30 мм қабул қабул, колоннанинг бўш кўндаланг кесими учун буғнинг тезлиги

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

формуладан топилади:

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

Колонна диаметри зса

$$d_{кол} = \sqrt{\frac{0,14}{0,785 \cdot 0,69}} \approx 0,52 м$$

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 $V_x = 0{,}001389$ м^3/с (5 м^3/соат);
- сувдаги фенолнинг бошланғич концентрацияси $C_{x6} = 0{,}3$ кг/м^3;
- сувдаги фенолнинг охирги концентрацияси $C_{xo} = 0{,}009$ кг/м^3 (97%);
- экстрагент таркибидаги фенолнинг бошланғич концентрацияси $C_{ун} = 0{,}01$ кг/м^3;
- экстрактордаги температура $t = 25$ °С.

$$V_У = V_Д = 0{,}002778 \ м^3/с; \qquad m = 2{,}22; \qquad m_o = 0;$$

$$\rho_С = 997 \ кг/м^3; \qquad \rho_Д = 874 \ кг/м^3; \qquad \Delta\rho = 123 \ кг/м^3;$$

$$\mu_С = 0{,}894 \ мПа \cdot с; \ \mu_Д = 0{,}6 \ мПа \cdot с; \ D_С = 1{,}05 \cdot 10^{-9} \ м^2/с;$$

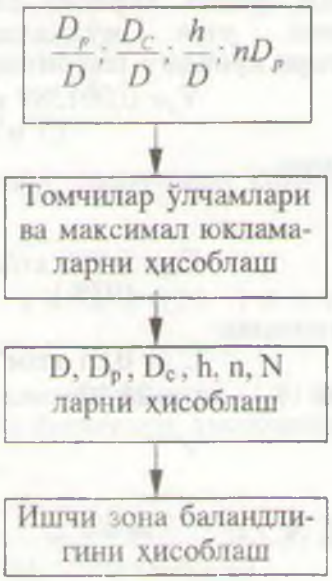
$$D_Д = 2 \cdot 10^{-9} \ м^2/с; \ \sigma = 0{,}0341 \ Н/м; \ \Phi_э = 0{,}382.$$

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

$$C_{у.о.} = C_{у.б.} + \left(\frac{V_X}{V_Y}\right) \cdot (C_{x.б} - C_{x.o.}) =$$

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

Ротор-дискли экстракторларни ҳисоблашда фақат колоннанинг диаметри ва ишчи қисмининг баландлигини аниқлаш етарли эмас. Шунинг учун унинг ички қурилмаларининг ўлчамлари (диск ва статор ҳалқалар диаметрлари, дисклар орасидаги масофа) ва дискнинг айланиш частотасини ҳам аниқлаш керак. Ротор-дискли экстракторларни ҳисоблаш учун 3.6 - расмда келтирилган схемадаги услубдан фойдаланилади:



3.6 – расм. Ротор-дискли экстрактор ўлчамларини ҳисоблаш схемаси.

Ушбу услубга биноан D_p/D, D_c/D, h/D, ҳамда nD_p нисбатлар бошланғич маълумотлардир. Бу ерда D – колонна диаметри; D_p – диск диаметри; D_c – статор ҳалқасининг ички диаметри; h – секция баландлиги; n – ротор айланишининг частотаси.

Одатда, бундай экстракторларда дискнинг диаметри колонна диаметридан 1,5-2.0, секция баландлиги эса 2-4 маротаба кичик бўлади [34,35].

Қурилманинг ички ускуна ўлчамлари учун қуйидаги нисбатларни кабул киламиз:

$$\frac{D_p}{D} = \frac{2}{3}; \qquad \frac{D_c}{D} = \frac{3}{4}; \qquad \frac{h}{D} = \frac{1}{3}$$

ва nD_p = 0,2 м/с шароитда ишлаётган экстракторнинг ўлчамларини хисоблаймиз.

Томчиларнинг ўртача диаметрини аниклаш учун секциялар (дисклар) сонини билиш керак. Шунинг учун секциялар сонини N = 20 деб кабул килиб оламиз ва унда куйидаги натижани оламиз:

$$d = 16.7 \cdot \frac{(0,894 \cdot 10^{-3})^{0.3} \cdot (0,0341)^{0.5}}{0,2^{0.9} \cdot 997^{0.8} \cdot 9.81^{0.2} \cdot 20^{0.28}} = 0.00203\,м = 2,03\,мм$$

Билқиллаб қолиш даврида фазаларнинг умумий фиктив тезлиги.

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

$$w_ч = \frac{\Delta\rho \cdot g \cdot d^2 \cdot (\mu_Д + \mu_С)}{6 \cdot \mu_С \cdot (2 \cdot \mu_С + 3 \cdot \mu_Д)}$$

бу ерда $w_ч$ – эркин чўкиш тезлиги; $\Delta\rho$ - фазалар зичликларининг фарқи; $\mu_С$ ва $\mu_Д$ – дисперсион ва дисперс фазалар қовушоқликлари.

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

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

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

бу ерда

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

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

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

σ - фазалар орасидаги тортишиш кучи. Параметр T=70 га тенг бўлса, бу томчиларнинг критик диаметрига мос келади. Ушбу формулалар ёрдамида ҳисоблаш w_o = 5,73 эканлиги келиб чиқади.

Томчиларнинг характеристик тезликларини ушбу формулалардан аниқлаймиз;

$$\left(\frac{D_C}{D}\right)^2 = \left(\frac{3}{4}\right)^2 = 0{,}562; \qquad 1 - \left(\frac{D_P}{D}\right)^2 = 1 - \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0{,}556;$$

$$\left(\frac{D_C + D_P}{D}\right) \cdot \left[\left(\frac{D_C - D_P}{D}\right)^2 + \left(\frac{h}{D}\right)^2\right]^{0{,}6} =$$

$$= \left(\frac{3}{4} + \frac{2}{3}\right) \cdot \left[\left(\frac{3}{4} + \frac{2}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2\right]^{0{,}6} = 0{,}485$$

Демак, α = 0,485 ва томчиларнинг характеристик тезликлари қуйидагига тенг бўлади:

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

Билқиллаб қолиш давридаги фазаларнинг фиктив умумий тезлиги ушбу формуладан топилади:

$$(w_C + w_Д)_б = (1 - 4 \cdot \Phi_б + 7 \cdot \Phi_б^2 - 4 \cdot \Phi_б^3) \cdot w_{хар} =$$
$$= (1 - 4 \cdot 0{,}382 + 7 \cdot 0{,}382^2 - 4 \cdot 0{,}382^3) \cdot 2{,}78 = 0{,}756 \ см/с$$

Колоннанинг диаметри ва ички ускуналарининг ўлчамлари.

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

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \cdot (V_Д + V_C)}{\pi \cdot (w_Д + w_C)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (0{,}001389 + 0{,}002778)}{3{,}14 \cdot 0{,}00756}} = 0{,}84 \ м$$

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

$$w_y = w_д = 0{,}354 \ см/с; \qquad w_X = w_C = 0{,}177 \ см/с$$

га тенгдир.

Фазалар тезликларининг йиғиндиси уларнинг билқиллаб қолиш давридаги умумий тезликнинг 69% ни ташкил қилади.

Экстрактор ички ускуналарининг асосий ўлчамлари:

$$D_p = D \cdot \left(\frac{D_p}{D}\right) = 1 \cdot \frac{2}{3} = 0{,}667 \ м;$$

$$D_c = D \cdot \left(\frac{D_c}{D}\right) = 1 \cdot \frac{3}{4} = 0{,}75 \ м;$$

$$h = D \cdot \left(\frac{h}{D}\right) = 1 \cdot \frac{1}{3} = 0{,}333 \ м;$$

Айланиш частотаси

$$n = \frac{n \cdot D_p}{D_p} = \frac{0{,}2}{0{,}667} = 0{,}3 \ с^{-1}$$

Фазалар контакт жойининг солиштирма юзаси.

Фазаларнинг фиктив тезликларининг ва характеристик тезликлар қийматларини қуйидаги тенгламага

$$\Phi^3 - 2\cdot\phi^2 - \left(1 + \frac{w_д}{w_{от}} - \frac{w_C}{w_{от}}\right)\cdot\phi - \frac{w_Д}{w_{хар}}$$

қўйиб, кубик тенгламани оламиз:

$$\Phi^3 - 2\cdot\Phi + 1{,}06\cdot\Phi - 0{,}127 = 0$$

Ушбу тенгламани ечиб, ушлаб қолиш қобилияти Ф = 0.169 эканлигини топамиз. Унда, фазаларнинг солиштирма контакт юзаси

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

Колоннанинг ишчи зонасининг баландлиги.

Дисперсион E_C ва дисперс $E_Д$ фазаларнинг бўйлама аралашиш коэффициентлари қуйидаги эмпирик тенгламалардан топиш мумкин [35]:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 киламиз. Унда унинг баландлиги

$$H = 20 \cdot 0,333 = 6,66\ м$$

га тенг бўлади.

Модда бериш коэффициенти қуйидагича ҳисобланади:

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

$$\beta_x = \beta_c = Nu_c' \cdot \frac{D_x}{D} = 127 \cdot \frac{1,05 \cdot 10^{-9}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,657 \cdot 10^{-4}\ м/с$$

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

$$Fo_д' = \frac{4 \cdot D_д\ \tau}{d^2} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 318}{(2,03 \cdot 10^{-3})^2} = 0,617$$

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

где

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

$$Pr'_Д = \frac{\mu_Д}{\rho_Д \cdot D_Д} = \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{874 \cdot 2 \cdot 10^{-9}} = 343$$

$$\beta_y = \beta_н = Nu'_д \cdot \frac{D_д}{d} = 4,96 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-4}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,0488 \cdot 10^{-4} \ м/с$$

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

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

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

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

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

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

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

Бўйлама аралашишни ҳисобга олган ҳолда колоннанинг баландлигини аниқлаш учун мавҳум ўтказиш сони бирлигини кетма – кет яқинлашиш усулидан фойдаланамиз. Бунинг учун аввал Пекле критерийсини иккала фазалар учун топамиз:

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

$$Pe_x = \frac{w_x \cdot H}{E_x} = \frac{0{,}00177 \cdot 6{,}66}{6{,}69 \cdot 10^{-4}} = 17{,}6$$

Биринчи яқинлашувда f_y ва f_x коэффициентлар қийматларини аниқлаймиз:

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

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

Олинган натижалар ушбу формулага

$$H'_{ox} = H_{ox} + \frac{E_д}{w_x \cdot f_x} + \left(\frac{V_x}{m \cdot V_y}\right) \cdot \left(\frac{E_y}{w_y \cdot f_y}\right) =$$

$$= 0{,}381 + \frac{660 \cdot 10^{-9}}{0{,}00177 \cdot 1{,}06} + 0{,}2252 \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0{,}00354 \cdot 1{,}192} = 0{,}941 \ м$$

бу ерда

$$\frac{V_x}{m \cdot V_y} = \frac{1}{2{,}22 \cdot 2} = 0{,}2252$$

$H'_{ox} = 0{,}941 \ м$ қийматга колоннанинг

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

эканлигини аниқлаймиз. Дисклар орасидаги масофа 0,33 деб қабул қилганимиз учун H = 5,84 м ли колонна дискларининг сони

$$\frac{5,84}{0,333} = 17,5 \ та$$

Дисклар сонини 18 та десак, ишчи зонанинг баландлиги қуйидаги қийматга тенг бўлади.

$$H = 18 \cdot 0,333 = 6 \ м$$

Миқдори 20 га тенг деб олинган эди. Агарда қуйидаги тенгламага:

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

N = 11 қўйсак, 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 коэффициенти ҳам муглақо ўзгармайди. Агар ҳисоблаш натижасида экстракторнинг баландлиги бошида олинган қийматдан фарқ қилганда, хамма ҳисоблашни такрорлашга тўғри келар эди. Томчининг ўртача ўлчамини аниқлашдан тортиб экстрактордаги колонна баландлигини ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатадики бўйлама аралаштиришнинг салмоғи анча катта. Бўйлама аралаштириш юқорилиги сабабли керакли ишчи зонасининг баландлиги 3 марта ортади.

Рейнольдс критерийсининг катта қийматлари (Re > 10^5) учун айланаётган дискни қувват критерийси тахминан K_N = 0,03 [34]. Бизнинг мисол учун

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

Аралаштирилаётган мухитнинг ўртача зичлиги

$$\rho = \Phi \cdot \rho_Д + (1 - \Phi) \cdot \rho_м =$$

$$= 0,169 \cdot 874 + (1 - 0,169) \cdot 997 = 976 \ кг/м^3$$

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

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

Кўриниб турибди и, аралаштириш учун қувват сарфи кўп эмас ва хамма дисклар учун 2 3т ни ташкил этади. Демак, двигатель қувватини механик ҳисоблар асосида танлаш керак. Унинг қуввати ишқаланиш кучлари ва ишга турширишмоментларни енгиш учун етарли бўлиши зарур.

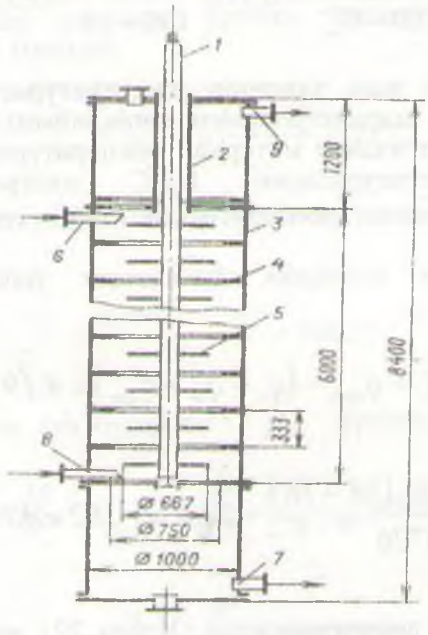
Чўктириш зоналарининг ўлчамлари

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

$$\tau_{коал} = 1{,}32 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{\mu_м \cdot d}{\sigma}\right) \cdot \left(\frac{H}{d}\right)^{0{,}18} \cdot \left(\frac{\Delta\rho \cdot g \cdot d^2}{\sigma}\right)^{0{,}32}$$

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 суюклик интенсив харакат қилади. Шунинг учун чўктириш зонаси 2 қисмдан иборат бўлгани мақсадга мувофиқдир, яъни чўктириш ва оралиқ 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 лойиҳалашда ҳисоблар $n \cdot D_P$ кўпайтманинг турли қийматлари учун бажарилиши керак ва олинган натижалардан оптимал варианти танланиши зарур.



3.7-расм. Ротор-дискли экстрактор.

3.4. МАВҲУМ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМЛИ ҚУРИТГИЧЛАРНИ ҲИСОБЛАШ [4]

Иш унумдорлиги
(қуритиладиган материал бўйича) $G_{ох}$ = 0,556кг/с
материал қуйидаги таркибдаги фракциялардан иборат
диаметри 2,0 дан 1,5 мм гача - 25%
диаметри 1,5 дан 1,0 мм гача - 75%
Грануллaнган кунжара намлиги:
Бошланғич $u_{бош}$ = 12%
охиргиси $u_{ох}$ = 0,5%
Нам материалнинг температураси θ_1 = 18°С
Тоза ғаво параметрлари:
температураси t_o = 18°С
нисбий намлиги φ_o = 72%
қуритгичдаги босим p_o = 1 атм.
Калориферда чиқаётган ҳаво
температураси t_1 = 130°С
1кг сувни буғлатиш учун атроф муҳитга солиштирма
иссиқликнинг йўқотилиши $q_{йук}$ = 22,6кЖ/кг

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

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

қуритгичдан чиқаётган нам ҳавонинг температурасини 60°С деб қабул қилиб, унинг асосий параметрларини аниқлаймиз. Одатда, мавҳум қайнаш қатламли қуритгичдаги материал температурасини чиқиб кетаётган иссиқ ҳавонинг температурасидан 1-2°С пастроқ деб хисобланади. Демак, қатламдаги материал температураси 58°С тенг бўлади, яъни θ_2 = 58°С.

Қуритгичнинг ички иссиқлик балансини ушбу тенглама орқали хисоблаймиз:

$$\Delta = c \cdot \theta_1 + q_{кум} - (q_г + q_м + q_{йук}) = 4{,}19 \cdot 18 -$$

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

Рамзиннинг $I - x$ диаграммасидан (Илова 22), маълум t_o = 18°С ва φ_o = 72% x_o, I_o ни топамиз (3.7 - расм):

x_o = 0,0092 кг·намлиК/кг·курук хаво;
I_o = 41,9 кЖ/кг·курук хаво.

Ҳаво t_1 = 130°С гача иситилганда, унинг энтальпияси I_1 = 157 кЖ/кг гача ортади, чунки жараён $x_o = x_1$ шароитда олиб борилади. Сўнг, куритгидан чиқаётган иссиқ ҳавонинг бошқа параметрларини топиш учун ихтиерий x = 0,04 нам сақлаш миқдорини танлаб, қуйидаги формула орқали унинг энтальпиясини топамиз:

Кейин, $_1 = x_o$ = 0,0092 кг/кг, I_1 = 157 кЖ/кг

ва x = 0,04 кг/кг, I = 151 кЖ/кг

нуқталари орқали t_2 = 60°С мос келадиган нуқта билан туташгунча чизиқ ўтказамиз.

Қуритиш чизиғи ва 60°С ли изотерманинг кесилиш нуқтасида куритгичдан чиқаётган хавонинг охирги нам сақлаши x_2 = 0,035 кг/кг аниқланади.

Курук ҳавонинг сарфи L ушбу тенгламадан топилади:

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

Куритгичдаги иссиқ ҳавонинг ўртача температураси $t_{ур}$ қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин;

$$t_{ур} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{130 + 60}{2} = 95^o C$$

Бу иссиқ ҳавонинг ўртача нам сақлаши $x_{ур}$ эса,

$$x_{ур} = \frac{x_a + t_2}{2} = \frac{0{,}0092 + 0{,}035}{2} = 0{,}0221 \frac{\text{кг · намлик}}{\text{кг · курук хаво}}$$

Ҳавонинг $\rho_{ур}$ ва сув буғининг ρ_c ўртача зичликлари қуйидагига тенг:

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

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

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

$$V = \frac{L}{\rho_{ур}} + \frac{x_{ур} \cdot L}{\rho_{с}} = \frac{2,81}{0,96} \cdot \frac{0.0221 \cdot 2,81}{0,536} = 3,04 \text{ м}^3 / c$$

Донадор материаллар мавҳум кайнашининг бошланғич тезлиги $w_{мк}$ қуйидагича топилади:

$$w_{мк} = \frac{\text{Re} \cdot \mu_{ур}}{\rho_{ур} \cdot d_э}$$

бу ерда

$$\text{Re}_{мк} = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}}$$

$$Ar = \frac{g \cdot d_э^3 \cdot \rho \cdot \rho_{ш}}{\mu_{ур}^2}$$

Донасимон-толали материалларнинг мавҳум қайнаш тезлиги эса проф. Нурмухамедов Х.С. формуласи ёрдамида аниклаш мумкин [25].

Полидисперс материал заррачаларининг эквивалент диаметри ушбу формула ёрдамида хисобланади:

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

Архимед критерийси эса

$$Ar = \frac{\left(1,35 \cdot 10^{-3}\right)^3 \cdot 0.96 \cdot 9,8 \cdot 1500}{\left(2,2 \cdot 10^{-5}\right)^2} = 7,17 \cdot 10^4$$

Рейнольдс критерийси

$$\text{Re}_{мк} = \frac{7,17 \cdot 10^4}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{7,17 \cdot 10^4}} = 25,6$$

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

Мавҳум қайнаш қатламининг энг юкори чегараси чиқиб кетиш тезлиги билан белгиланади.

Энг кичик заррачанинг диаметри 1 мм бўлса, унга мос Архимед критерийси қуйидагига тенгдир:

$$Ar = \frac{\left(10^{-3}\right)^3 \cdot 0{,}96 \cdot 9{,}8 \cdot 1500}{\left(2{,}2 \cdot 10^{-5}\right)^2} = 2{,}91 \cdot 10^4$$

Чиқиб кетиш тезлиги эса,

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

Иситувчи агентнинг ишчи тезлиги $w_{мк}$ ва $w_{ує}$ оралиғида бўлади. Агар

$$K_{кел} = \frac{w_{ує}}{w_{мк}} = 40 \div 50 \quad булса, \qquad K_у = \frac{w}{w_{мк}} = 3 \div 7$$

агарда

$$K_{кел} \le 20 \div 30 \quad булса, \qquad K_у = 1{,}5 \div 3$$

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

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

Қуритгичнинг диаметри d ушбу формуладан топилади:

$$d = \sqrt{\frac{V}{F \cdot w}} = \sqrt{\frac{3{,}04}{0{,}785 \cdot 1^2}} = 1{,}97 \approx 2 \text{ м/ с}$$

Қуритилаётган материал учун мавҳум қайнаш қатламининг баландлигини аниқлаш.

Мавҳум қайнаш қатламининг баландлигини иссиқлик ва модда алмашиниш кинетикаси асосида аниқлаш мумкин.

Модда бериш ва моддий баланс формулаларини тенглаштириб, қуйидаги тенгламани оламиз:

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

M - буғлатилган намлик ҳисобида қуритгичнинг иш унумдорлиги, кг/с; ***S*** - қуритгичнинг кўндаланг кесими юзаси, м^2; ***x***, ***x**** - ҳавонинг ишчи ва мувозанат нам сақлаши, кг намлик/кг қуруқ ҳаво; ***F*** - материал юзаси, м^2 ; $\rho_{кх}$ - қуритгичдаги қуруқ ҳавонинг ўртача температурадаги зичлиги, кг/м^3.

Шарсимон заррачаларнинг юзаси

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

бу ерда ***h*** – мавҳум қайнаш қатламининг баландлиги, м.

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

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

Иситувчи агентнинг мувозанат нам сақлаши ***x**** ни ***I*** - ***x*** диаграммадан ишчи қуритиш чизиғини φ = 100% чизиғи билан кесилиш нуқтасининг абсцисса миқдори олинади, яъни ***x**** = 0,0438 кг/кг га тенг эканлигини топамиз.

(А) Тенгламанинг чап томони қуйидаги миқдорга тенгдир:

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

Қатламнинг ғоваклиги ε ушбу формуладан аниқланади:

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

Рейнольдс критерийси

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

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

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

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

Куритгичдаги ўртача температура сув буғларининг ҳаводаги диффузия коэффициенти:

$$D = D_{20} \cdot \left(\frac{T_o + t_{ур}}{T_o} \right)^{1{,}5}$$

бу ерда $D_{20} = 21{,}9 \cdot 10^{-6}$ м/с. Унда,

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

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

Модда бериш коэффициенти ушбу формула орқали аниқланади:

$$\beta_y = \frac{D}{d_э} \cdot \left(2 + 0{,}51 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}52} \cdot \mathrm{Pr}'^{0{,}33}_y \right) = \frac{3.44 \cdot 10^{-5}}{1{,}35 \cdot 10^{-3}} \cdot$$
$$\cdot \left(2 + 0.51 \cdot 58{,}9^{0.52} \cdot 0{,}67^{0{,}33} \right) = 0{,}145 \ м/с$$

Қуритилаётган материалларнинг мавҳум қайнаш баландлиги

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

бу тенглама h га нисбатан ечилса, қуйидаги натижани оламиз:

$$h = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларни кимё ва бошка саноат корхоналарида кўп йиллик ишлатиш шуни кўрсатдики, қурилманинг баландлиги

$$H \cong 4 \cdot H_{ст}$$

бўлиши керак экан. Бу ерда $H_{ст}$ - қатламнинг гидродинамик ростлаш соҳасининг баландлиги.

$$H = 80 \cdot d_o$$

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

d_o, мм	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6

Агарда, d_o = 2,5 мм ни танласак, мавҳум қайнаш қатлами баландлиги

$$H = 80 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,2 \text{ м}$$

Газ тақсимловчи тўр пардадаги тешиклар сони n қуйидагича топилади

$$n = \frac{4 \cdot S \cdot F_{пп}}{\pi \cdot d_o^2} = \frac{d^2 \cdot F_{пп}}{d_o^2}$$

S – тўр парда кўндаланг кесимининг сон қиймати қуритгич кўндаланг кесимига тенг; $F_{пп}$ - тўр парда тешиклари юзасининг улуши, одатда $F_{пп}$ = 0,02-0,1.

Агарда $F_{пп}$ =0,05 деб қабул қилсак, тўр пардадаги тешиклар сони

$$n = \frac{2^2 \cdot 0,05}{0,0025^2} = 32000$$

Қурилманинг сепарация бўлими H_c ни мавҳум қайнаш қатлами баландлигидан 4 - 6 маротаба катта қилиб қабул қилинади

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

Куритгичнинг гидравлик қаршилиги

Куритгичнинг асосий гидравлик қаршилиги мавҳум қайнаш қатлами $\Delta P_{мк}$ ва тўр парда $\Delta P_{тп}$ ларнинг қаршиликларининг йиғиндисига тенг

$$\Delta P = \Delta P_{мк} + \Delta P_{тп}$$

$\Delta P_{мк}$ киймати эса, ушбу формуладан ҳисобланади:

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

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

$$\Delta P_{тп\ min} = \Delta P_{мк} \cdot \frac{K_w^2 \cdot (\varepsilon - \varepsilon_o)}{(K_w^2 - 1) \cdot (1 - \varepsilon_o)} = 1511 \cdot$$

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

Танланган тўр парданинг гидравлик қаршилиги ушбу тенгламадан аниқланади:

$$\Delta P_{тп} = r \cdot \left(\frac{w}{F_{тп}} \right)^2 \cdot \frac{\rho_{ур}}{2}$$

Бу ерда $r = 1{,}5$.

Ундан

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

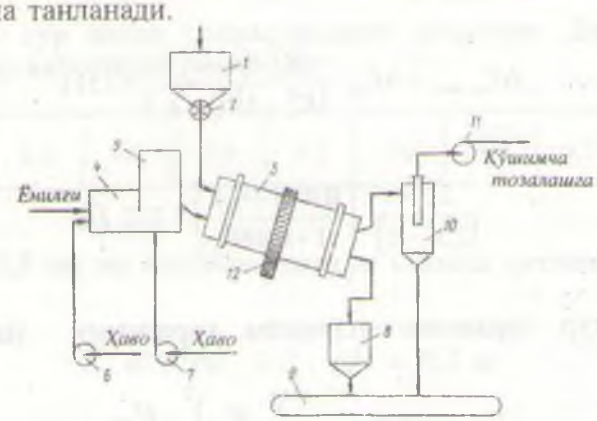
$\Delta P_{тп} = 336 > \Delta P_{тп\ min} = 312.$ Куритгичнинг умумий гидравлик қаршилиги

$$\Delta P = \Delta P_{мк} + \Delta P_{тп} = 1511 + 336 = 1847 \ Па$$

Қаршилигини аниқлаб, ҳамда газ тозалаш қурилмаларини (циклон, скруббер, фильтр ва ҳоказолар) билган ҳолда вентилятор ва дутгазодувкалар танланади.

3.5. БАРАБАНЛИ ҚУРИТГИЧНИ ҲИСОБЛАШ

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 бурчагда 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 меъёрда тарқатиш ва аралаштиришни таъминлайди. Материал ва қуритувчи агент бир-бирига нисбатан тўғри йўналишда берилса барабаннинг ичида материал ўта қизиб 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 принципиал схемаси.
1 - бункер; 2 - таъминлагич; 3 - қуритувчи барабан; 4 - ўтхона; 5 - аралаштириш камераси; 6,7,11 - вентиляторлар; 8 - оралиқ 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.

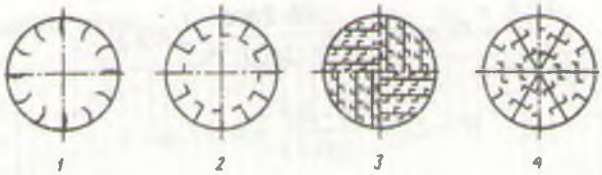
Қуритилган материал барабаннинг бошқа томонидан бункер 8 га тушади ва ундан транспортер 9 га ўтади.

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 баробанли қуритгич тешиклари орқали йўқотилишига йул қўймайди.

Барабан электродвигатель ва тишли узатма 2 ёрдамида айлантириб турилади.

Барабанинг ичида матери лни бир меъёрда тарқатиш, аралаштириш ва йўналтириш учун насадка жо лаштирилган [39, 47, 48, 72, 75]. Қурити лаётган материал доналарининг ўлчамига ва хоссаларига қараб хар-хил насадкалардан фойдаланилади. Катта бўлакли ва қовишиб қолиш хусусиятига эга бўлган материалларни қуритишда кўтарувчи парракли насадкалар, ёмон сочилувчан ва катта зичликка эга бўлган катта бўлакли материалларни қуритиш учун секторли насадка; кичик бўлакли, тез сочилувчан материалларни қуритишда тарқатувчи насадка ишлатилади; майда қилиб эзилган, чанг ҳосил қилувчи кукун материалларни берк ячейкали, довонсимон насадкалар бўлган барабанларда қуритиш мақсадга мувофиқдир. Айрим шароитларда, мураккаб насадкалардан фойдаланса хам бўлади (3.9-расм).



3.9-расм. Баробанли қуритгич насадкаларининг турлари ва уларнинг тўлдирилиш коэффициентлари β.
1 - кўтарувчи - парракли, $\beta = 12\%$;
2 - хулди аввалгидек, $\beta = 14\%$;
3 - тақсимловчи, $\beta = 20,6\%$;
4 - тақсимловчи, ёпик ячейкали, $\beta = 27,5$.

I. Қуритиш қурилмасининг ҳисоби

1. Қурилманинг қуритилган модда бўйича унумдорлиги:

$$G = 10\ m/соат$$

2. Материал заррачаларининг ўлчамлари (NaCl):

$d = 2,0\text{-}1,5$ мм - 25%
$d = 1,5\text{-}1,0$ мм - 75%

3. Материалнинг намлиги (NaCl):

бошланғич $w_1 = 6,0\%$
охирги $w_1 = 0,2\%$

4. Боку шаҳри учун нам ҳавонинг параметрлари

	январь	июль
температура	$t = +3,4°C$	$t = +25,3°C$
нисбий намлик	$\varphi_o = 82\%$	$\varphi_o = 65\%$

5. Иссиқ ҳавонинг температураси

барабанга киришда - $t = 160°C$
барабандан чиқишда - $t = 60°C$

I. Моддий баланс

Моддий баланс тенгламасидан қуритиш давомида буғлатилган намлик W миқдорини аниқлаймиз.

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

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

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

2. Қуритишга сарфланган ҳаво ва иссиқликни аниқлаш

Қуритгичнинг ички иссиқлик балансини ёзамиз:

а) қиш фасли учун:

$$\Delta = c \cdot \theta_1 + q_к - (q_{тр} + q_м + q_н)$$

Бу ерда:

c - сувнинг иссиқлик сиғими, $c = 4190\ кЖ/кг \cdot К$;

$q_к$ - қўшимча ички калорифер берган иссиқлик миқдори, $q_к = 0$;

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

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

$q_м$ - моддани иситишга сарфланган иссиқлик миқдори,

$$q_м = G_к \cdot c_м \cdot (\theta_2 - \theta_1) / W$$

θ_2 - модданинг қуритгичдан чиқишдаги температураси қуритиш агент нам ҳавонинг хўл термометр температурасига тенг деб оламиз.

$$\theta_2 = t_х = 42°C$$

Рамзиннинг I - х диаграммасидан аниқланади.

$c_м$ - материалнинг иссиқлик сиғими [5]:

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

$$Na = 26,0 \ кЖ / кг \cdot K; \qquad Cl = 26,0 \ кЖ / кг \cdot K$$

$$c_u = (26 + 26) / 56 = 0,88 \ кЖ / кг \cdot K$$

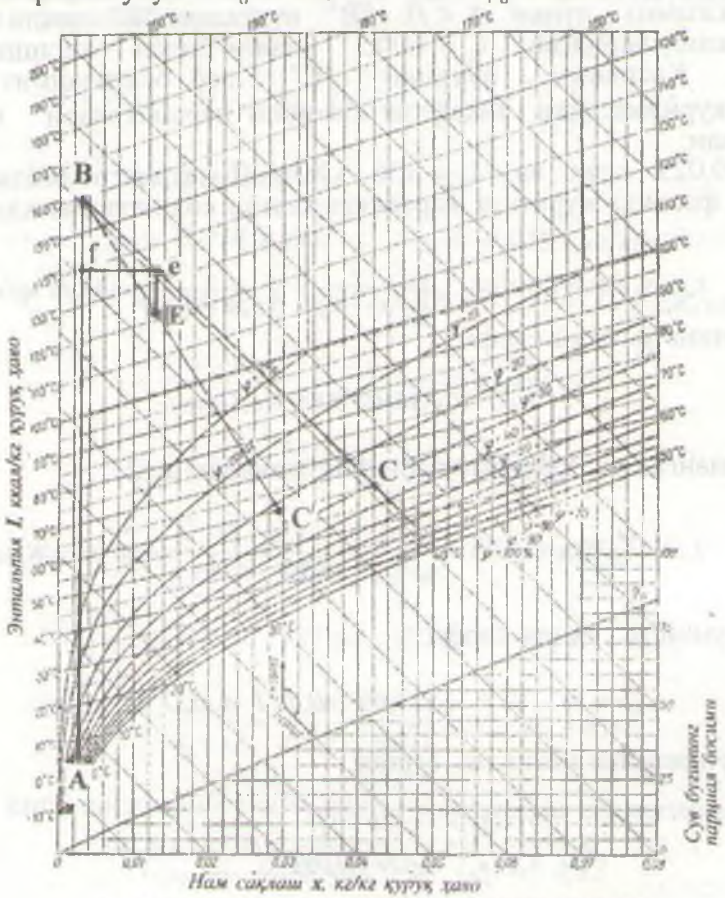
$$q_м = 2,778 \cdot 0,88 \cdot (42 - 3,4) / 0,171 = 551,83 \ кЖ / кг \cdot K$$

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

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

Боку шаҳри учун ҳавонинг ўртача температураси ва нисбий намлиги аниқланади

а) қиш фасли учун $t_o = +3,4°C$ ва $\varphi_o = 82\%$.



3.10 - расм. Нам ҳавонинг I - x диаграммаси

Шу параметрлар бўйича диаграммада "А" нуқта топилади, яъни каориферга кираётган ҳавонинг параметрларини кўрсатувчи нуқтани топамиз. "А" нуқтадан, яъни ўзгармас нам сақлаш чизиғи бўйича тўғри чизиқ ўтказиб, берилган қуритиш температураси билан кесишган "В" нуқтани

топамиз. Бу нукта калориферда иситилган ва куритгичга кираётган ҳавонинг параметрлари $x_1 = x_o$, t_1, I_1 - ларни кўрсатади. АВ чизиқ ҳавони калориферда иситиш жараёнини ифодалайди. Калориферда ҳаво қиздирилганда унинг нам сақлаши ўзгармайди. "В" нуқтадан I_1 чизиғини - ўзгармас энтальпия чизиғини ўтказамиз. Шу I_1 чизиғида ихтиёрий бир нуқта "е" олинади ва ундан АВ чизиғига перпендикуляр туширилади ва ҳосил бўлган "f" деб белгилаймиз. Сўнг ef кесманинг узунлиги ўлчанади - ef = 2,4 см = 24 мм. Ниҳоят, куритишнинг идеал жараёндан фарки еЕ кесманинг узунлиги ҳисобланади.

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

бу ерда М = 1250 - I - x диаграмма масштаби.

Диаграммада еЕ кесмани "е" нуқтадан пастга x = const чизиқ бўйича ўтказамиз , чунки $\Delta < 0$. "В" нуқтадан "Е" нуқта орқали тўғри чизиқ ўтказиб, берилган $t_2 = 60°C$ чизиғи билан кесишгунча давом эттирамиз. Кесишган нуқтани "С" деб белгилаймиз ва бу нуқта куритиш қурилмасидан чиқаётган ҳавонинг параметрлари x_2, t_2, I_2, φ_2 ни кўрсатади:

x_2 = 0,029 кг/кг ва I_2 = 136 кЖ/кг (I - x диаграммадан топилади).

Қиш фаслида куритиш жараёнига кетган солиштирма ҳаво сарфи:

$$x_o = x_1 = 0,003\ кг/кг \qquad l = \frac{1}{x_2 - x_0} = \frac{1}{0,029 - 0,003} = 38,46\ кг/кг$$

Ҳавонинг умумий сарфи

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

Сарфланган солиштирма иссиқлик миқдори эса:

$$I_o = 11\ кЖ/кг \qquad q = \frac{I_2 - I_o}{x_2 - x_0} = \frac{136 - 11}{0,029 - 0,003} = 4707,69\ кЖ/кг$$

ва умумий иссиқлик сарфи:

$$Q = q \cdot W = 4807,69 \cdot 0,171 = 622,12\ кВт$$

Калориферда иссиқлик сарфи:

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

I_1 = 169 кЖ/кг - I - x диаграммадан топилади.

б) Ёз фасли учун.

$$\Delta = c \cdot \theta_1 + q_к - (q_{пр} + q_м + q_й)$$

$$c = 2,95 \cdot 4,19 = 12,36 \quad кЖ/кг \cdot K$$

$$q_к = 0 \; ; \quad q_{тр} = 0 \; ; \quad q_м = G_2 \cdot c_м \cdot (\theta_2 - \theta_1) / W \; ;$$

$\theta_2 = 42°C = t_м$ (I - x диаграммадан)

$\theta_1 = t_o = 25,3°$ (Боку шахри учун)

$$q_м = 2,778 \cdot 0,88 \cdot (42 - 25,3) / 0,171 = 238,746 \quad кЖ/кг$$

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

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

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

Сўнг, I - x диаграммадан:

$$x_o = 0,014 \; кг/кг; \qquad x_2 = 0,0525 \; кг/кг;$$

$$I_o = 55 \; кЖ/кг; \quad I_1 = 192 \; кЖ/кг; \quad I_2 = 195 \; кЖ/кг.$$

$$l = \frac{1}{x_2 - x_o} = \frac{1}{0,0525 - 0,014} = 25,98 \quad кг/кг$$

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

$$q = \frac{I_2 - I_o}{x_2 - x_o} = \frac{195 - 55}{0,0525 - 0,014} = 3381,64 \; кЖ/кг$$

$$Q = q \cdot W = 3381,64 \cdot 0,171 = 578,26 \quad кВт$$

$$q_к = \frac{I_1 - I_o}{x_2 - x_o} = \frac{162 - 55}{0,0525 - 0,014} = 3309,18 \quad кЖ/кг$$

Ёз ва қиш фасллари учун топилган сарфларни солиштирамиз:

$$L_{қиш} = 6,58 \; кг/с > L_{ез} = 4,13$$

$$Q_{қиш} = 822,12 \; кВт > Q_{ез} = 578,26 \; кВт$$

II. Барабанли қуритгичнинг асосий ўлчамларини аниқлаш

Барабаннинг ҳажмини топамиз:

$$V_{бар} = \frac{W}{A_v} \cdot 3600 = \frac{0,171 \cdot 3600}{7,2} = 85,5 \ м^3$$

бу ерда A_v - барабаннинг намлик бўйича кучланиши, A_v = 7,2 кг/(м^3 · 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:

$$V_x = L \cdot V_o \cdot \frac{(T_o + t_{ур})}{T_o} \cdot \left(\frac{1}{M_x} + \frac{x_{ур}}{M_x}\right)$$

$$t_{ур} = (t_1 + t_2)/2 = (160 + 60)/2 = 110^o C$$

$$x_{ур} = (x_1 + x_2)/2 = (0,003 + 0,029)/2 = 0,016 \ кг/кг$$

$$V_x = 6.58 \cdot 22,4 \cdot \frac{273 + 110}{273} \cdot \left(\frac{1}{29} + \frac{0,016}{16}\right) = 7,31 \ м^3/с$$

$$w_x = 7,31/(0,725 \cdot 2,8^2) = 1,2 \ м/с$$

Материалнинг барабанда ўртача бўлиш вақти :

$$\tau = \frac{G_м}{G_2 + (W/2)}$$

$G_м$ - барабандаги материалнинг сарфи:

$$G_м = V \cdot \beta \cdot \rho_м$$

бу ерда V - куритгичнинг ҳажми, 86,2 м^3; $\rho_м$ - материалнинг уюлма зичлиги $\rho_м$ = 1200 кг/м^3 [5]; β - барабанинг тўлдирилиш даражаси, ушбу мисолдаги насадка учун 12% [6].

$$G_м = 86,2 \cdot 0.12 \cdot 1200 = 12412,8 \text{ кг}$$

унда:

$$\tau = \frac{12412,8}{2,778 + 0,171/2} = 4335 \text{ с}$$

Барабаннинг 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 - барабаннинг узунлиги, 14 м; n - айланишлар сони, 5 айл/мин; d - барабаннинг диаметри, 2,8 м.

$$\alpha' = \left(\frac{30 \cdot 14}{2,8 \cdot 5 \cdot 4335} + 0.007 \cdot 1,2\right) \cdot \frac{180}{3,14} = 0,88''$$

Агар α' нинг қиймати жуда кичик бўлса (0,5 дан кам), барабаннинг айланиш сони n камайтирилади ва ҳисоб қайтарилади.

Материалнинг энг кичик заррачалари қурилмадан ҳаво билан чиқиб кетмаслиги учун, унинг тезлигини хисоблаймиз. Бунинг учун модданинг чиқиб кетиш тезлигини, яъни эркин учиш тезлигини топамиз:

$$w_э = \frac{\mu_{ур}}{d \cdot \rho_{ур}} \cdot \left(\frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}}\right)$$

бу ерда $\rho_{ур}$ - куритувчи агентнинг зичлиги.

$$\rho_{ур} = \left[м_к \cdot (p_o - p) + м_с \cdot p\right] \cdot \frac{T}{v_o \cdot p_o \cdot (T + t_{ур})}$$

p - нам ҳаводаги буғларнинг парциал босими.

$$p = \frac{x/м_c \cdot p_o}{1/м_x + x/м_в}$$

$p_o = 10^5$ Па , чунки қурилма атмосфера босими остида ишлайди.
Қурилмага киришдаги:

$$p_1 = \frac{0,003/18 \cdot 10^5}{1/29 + 0,003/18} = 480,81 \text{ Па}$$

Қурилмадан чиқишидаги:

$$p_2 = \frac{0{,}029/18 \cdot 10^5}{1/29 + 0{,}029/18} = 4463{,}64\ Па$$

унда ўртача p

$$p = (480{,}81 + 4463{,}64) / 2 = 2472\ Па$$

ва зичлик:

$$\rho_{ур} = \left[29 \cdot (10^5 - 2472) + 18 \cdot 2472\right] \cdot$$

$$\cdot \frac{273}{22{,}4 \cdot 10^5 \cdot [273 + 110]} = 0{,}91\ кг/м^3$$

Архимед критерисини аниқлаймиз:

$$Ar = d^3 \cdot \rho_з \cdot \rho_{ур} \cdot g / \mu_{ур}^2$$

бу ерда $\rho_з$ - қуритилаётган материал заррачаларининг зичлиги, $\rho_з$ = 2165 кг/м^3 [32]; $\mu_{ур}$ - ҳавонинг ўртача температурадаги қовушоқлиги, $\mu_{ур}$ = 0,022 · 10^{-3} Па·с [4, 5].

$$Ar = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 2165 \cdot 0{,}91 \cdot 9{,}8}{(0{,}022 \cdot 10^{-3})^2} = 39891468 \cdot \frac{10^6}{10^9} = 3{,}99 \cdot 10^4$$

ва чиқиб кетиш тезлиги

$$w_2 = \frac{0{,}022 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}91} \cdot \left(\frac{3{,}99 \cdot 10^4}{18 + 0{,}575 \cdot \sqrt{3{,}99 \cdot 10^4}} \right) = 7{,}3\ м/с$$

Ҳавонинг қурилмадаги тезлиги 1,2 м/с ва бу 7,3 м/с дан анча кам. Демак, заррачалар қурилмадан ҳаво билан чиқиб кетмайди , чунки $w_x < w_ч$.

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 $\Delta P_н$, маҳаллий $\Delta P_{м.к}$, қуритгичнинг ичидаги $\Delta P_к$, калориферлар қаршиликлардан ва чанг тозаловчи қурилма қаршиликларидан ҳосил бўлади:

$$\Delta P = \Delta P_н + \Delta P_{м.к} + \Delta P_к + \Delta P_{кол} + \Delta P_ч$$

1) Ишқаланиш қаршиликлари туфайли йўқотилган босимни аниқлаймиз:

$$\Delta P_{ш} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$$

λ - ишқаланиш қаршилиги коэффиценти, ва у харакат режимига боғлик:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$$

w - қуритувчи агентнинг трубадаги тезлиги, одатда уни 10 - 20 м/с атрофида олиш мумкин [6]; d - трубанинг диаметри, секундли сарф тенгламасидан аниқлаймиз,

$$d = \sqrt{\frac{V_c}{0,785 \cdot w}}$$

V_c - қуритувчи агентнинг секундли ҳажмий сарфи:

$$V_c = \frac{L}{\rho}$$

ρ - ҳавонинг зичлиги, одатда у атроф муҳит температурасида олинади.

t_o = + 3,4°C (Боку шаҳри учун қиш фаслида).

$$\rho = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t)} = \frac{29 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 3,4)} = 1,28 \ кг/м^3$$

ва унда $$V = \frac{6,58}{1,28} = 5,14 \ м^3/с$$

Трубанинг диаметри:

$$d = \sqrt{\frac{5,14}{0,785 \cdot 20}} = 0,570 \ м$$

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]:

$$\lambda = 0{,}11 \cdot \left(e + 68/Re\right)^{0.25}$$

$$e = \frac{\Delta}{d}; \qquad \Delta = 0{,}08; \qquad e = 0{,}0002$$

$$\lambda = 0{,}11 \cdot \sqrt[4]{0{,}0002 + 68/858353} = 0{,}0142$$

Бу ерда l - трубанинг узунлиги. Вентилятор жойлашишига қараб олинади, бизнинг мисол учун $l = 2$ м деб ҳисоблаймиз (3.8-расм).

$$\Delta P_{ш} = 0{,}0142 \cdot \frac{2}{0{,}57} \cdot \frac{20^2 \cdot 1{,}28}{2} = 12{,}78 \ Па$$

2) Маҳаллий қаршиликларни енгишда йўқотилган босим:

$$\Delta P_{мх} = \sum \xi \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$$

Бу ерда $\Sigma\xi$ - маҳаллий қаршилик коэффицентларини 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 $5{,}5 \cdot 2 = 11$

$$\Delta P_{мх} = (0{,}5 + 1 + 1{,}1 + 11) \cdot \frac{20^2 \cdot 1{,}28}{2} = 3481{,}6 \ Па$$

Чанг тозалагич сифатида циклон олсак:

$$\Delta P_{ц} = \xi \cdot w_{кг}^2 \cdot \rho / 2;$$

$$\rho = \frac{M \cdot 273}{22{,}4 \cdot (T + t)} = \frac{29 \cdot 273}{22{,}4 \cdot (273 + 60)} = 1{,}1 \ кг/м^3$$

$\xi = 6$ циклон АТИ учун [44],

$$\Delta P_{ц} = 6 \cdot 20^2 \cdot 1{,}1/2 = 1320 \ Па$$

Қуритиш барабанининг қаршилиги $\Delta P_б = 100$ Па [43] ва калор

фернинг қаршилиги $\Delta P_к$ = 200 Па [43].

$$\Delta P = 12{,}76 + 3481{,}6 + 200 + 100 + 1320 = 5798{,}36\ Па$$

IV. Вентиляторни танлаш

Вентилятор асосан икки параметр: ҳавонинг ҳажмий сарфи ва напори орқали танланади:

$$V_c = \frac{h_{max}}{\rho} = \frac{6{,}58}{1{,}28} = 5{,}14\ м^3/с$$

$$H = \frac{\Delta P}{\gamma} = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} = \frac{5498{,}36}{1{,}28 \cdot 9{,}8} = 439{,}87\ м$$

Бу параметрлар орқали [6] ёки иловадаги 15 жадвалдан газодувка ГВ - 450 - 1,08 ни танлаймиз, у V = 5,86 м³/с ва ΔP = 6000 Па га тўғри келади.

Газодувканинг АО2-82-2 маркали двигители N = 55 кВт қувватга эга.

V. Калорифер хисоби

Нам ҳавони иситиш учун кўпинча буғ билан ишлайдиган пластинали калориферлар ишлатилади.

Калориферни танлаш учун иситиш юзасини аниқлаш керак:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{ср}}$$

бу ерда Q - ҳавони иситишга сарфланган иссиқлик миқдори:

$$Q = h_{max} \cdot c_в \cdot (t_1 - t_н);$$

бу ерда $c_в$ - ҳавонинг иссиқлик сиғими, $c_в$ = 0,241 кЖ/кг·К [5]; t_1 = 160°С; t_2 = 3,4°С.

$$Q = 6{,}58 \cdot 0{,}24 \cdot (160 - 3{,}4) = 248{,}3\ кЖ/с\ ,$$

бу ерда k - буғдан ҳавога иссиқлик ўтказиш коэффиценти k = 40 Вт/(м²·К) [46,44]; $\Delta t_у$ - ўртача температуралар фарқи. Буғнинг температурасини t_1 · (160°) дан 20° баландроқ оламиз [4,18,44].

Буғ конденсатга айланганда унинг температураси ўзгармайди.

$$3{,}4° \xrightarrow{буғ} 160° \qquad 180° \xrightarrow{ҳаво} 180°$$

$$\Delta t_{ка} = 180 - 3{,}4 = 176{,}6^{o} \qquad \frac{\Delta t_{ка}}{\Delta t_{кн}} = \frac{176{,}6}{20} = 8{,}83 > 2$$

$$\Delta t_{кн} = 180 - 160 = 20^{o}$$

ва

$$\Delta t_{ур} = \frac{\Delta t_{ка} - \Delta t_{кн}}{2{,}3 \cdot lg \frac{\Delta t_{ка}}{\Delta t_{кн}}} = \frac{176{,}6 - 20}{2{,}3 \cdot lg\, 8{,}83} = \frac{156{,}6}{2{,}3 \cdot 0{,}946} = 71{,}2^{o}$$

$$F = \frac{248{,}3 \cdot 10^{3}}{40 \cdot 71{,}2} = 87{,}2\ м^{2}$$

Ушбу юза бўйича КФС - 11 калорифер танлаймиз ва ундан икки дона олишимиз керак [44].

КФС - 11 нинг характеристикалари:

1. иссиқлик алмашиниш юзаси - ***F = 54,6 м²***
2. массаси - ***m = 244,45 кг***
3. баландлиги - ***h = 1160 мм***
4. эни - ***l = 960 мм***
5. кўндаланг кесим юзаси, м²
   - ҳаво бўйича - ***0,638 м²***
   - иситгич буғ бўйича - ***0,0122 м²***

VI. Қуритгичнинг механик ҳисоби.

Барабан деворларининг қалинлиги

$$\delta = 0{,}007 \cdot D_{бар} = 0{,}007 \cdot 2814 = 19\ мм$$

Барабаннинг айланиш тезлиги.

$$n = (m \cdot k \cdot L_{бар}) / (\tau \cdot D_{бар} \cdot t_{д} \cdot \alpha)$$

m - насадканинг турига боғлик коэффициент: ***m*** = 0,5

k = 0,5 - 2,0 [44]

$$(0{,}5 \cdot 2 \cdot 14)/(4335 \cdot 2{,}814 \cdot tg24{,}4) = 0{,}05\ айл/с$$

Одатда, қумни қуритишда ***n = 3,8 айл/мин*** қабул қилинади

Барабанни айлантиришга сарфланган қувват:

$$N = 0{,}078 \cdot D_{бар} \cdot L_{бар} \cdot \rho \cdot \sigma \cdot n$$

σ - қувват коэффициенти, насадка турига ва барабаннинг тўлатиш коэффициентига боғлик σ = ***0,071*** [44,61].

$$N = 0{,}078 \cdot 2{,}814^{3} \cdot 14 \cdot 1200 \cdot 0{,}071 \cdot 3 = 6{,}22\ кВт$$

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°С қабул қилинади. Лекин, айрим сабабларга кўра, тажриба ва ҳисоблаш натижаларидан фойдаланиб бўлмаса, унда ҳисоб температураси қилиб мухитнинг энг катта температураси (20°С дан кам бўлмаган) қабул қилинади. Маълумки, ҳисоб температураси жараёнда қатнашаётган материал ва мухитларнинг физик-механик характеристикаларини ва рухсат этилган кучланишларни топиш учун қўлланилади [6].

Ишчи босим.

Жараённинг нормал ўтиши пайтидаги максимал ички ёки ташқи босимга ишчи босим дейилади. Бунда мухитнинг гидростатик босими ва босимнинг қисқа муддатга сакраб кўтарилишлари ҳисобга олинмайди.

Шартли номинал босим.

Ҳисоб температураси 20°С 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 мустаҳкамлик ҳисоблашлари ўтказилади. Одатда, уни ишчи босимга тенг ёки ундан кўпроқ қиймат қабул қилинади. Агар, қурилмага таъсир қилаётган гидростатик босим ишчи босимнинг 5% ва ундан ортиқ фоизини ташкил этса, ҳисоб босимини шу қийматга кўтариш керак.

Пробали босим.

Қурилмаларни синаш пайтида қўлланиладиган босим пробали босим дейилади.

Рухсат этилган кучланиш.

Танлаб олинган материал учун рухсат этилган босимни тахминий ҳисобини ушбу формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma^* \qquad (4.1)$$

бу ерда η - коэффициент; σ^* - рухсат этилган норматив кучланиш.

Портлаш ва ёниш хавфи бор мухитлар учун η коэффициентини 0,9 га тенг деб олинади. Қолган бошқа мухитлар учун η = 1,0. Бир қатор материаллар учун σ^* нинг қийматлари 4-1 жадвалда келтирилган.

Хисобланган температураларда танланган турли хил материаллар учун бўйлама эластиклик модулининг қийматлари 4-2 жадвалда берилган.

4-1 жадвал

Баъзи пўлатлар учун рухсат этилган кучланиш

Темпе-ратура, °С	Қуйида келтирилган пулатлар учун рухсат этилган кучланиш, σ* (МПа)													
	ВСт3	20, 20К	09Г2С, 16ГС, 1ГС, 17Г1С10Г2С1	10Г2	12ХМ	12МХ	15ХМ	15Х5М	15Х5М-У	08Х22Х6Т 08Х21Н6М2Т	03Х21М4ГЬ	03Х18Н11	03Х16Н15М3	06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ
20	140	147	183	180	147	147	155	146	240	240	180	160	153	147
100	134	142	160	160	-	-	-	141	235	207	173	133	140	138
150	131	139	160	154	-	-	-	138	230	200	171	125	130	130
200	126	136	154	148	145	145	152	134	225	193	171	120	120	124
250	120	132	148	145	145	145	152	127	220	173	167	115	113	117
300	108	119	145	134	141	141	147	120	210	167	149	112	103	110
350	98	106	134	123	137	137	142	114	200	-	143	108	101	107
375	93	98	123	108	135	135	140	110	180	-	141	107	90	105
400	85	92	116	92	132	132	137	105	170	-	140	107	87	103
410	81	86	105	86	130	130	136	103	160	-	-	107	83	-
420	75	80	104	80	129	129	135	101	155	-	-	107	82	-
430	70	75	92	75	127	127	134	99	140	-	-	107	81	-
440	-	67	86	67	126	126	132	96	135	-	-	107	81	-
450	-	61	78	61	124	124	131	94	130	-	-	107	80	-
460	-	55	71	55	122	122	127	91	126	-	-	-	-	-
480	-	44	56	44	114	114	117	86	118	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	96	96	99	79	108	-	-	-	-	-
560	-	-	-	-	33	-	41	40	45	-	-	-	-	-

4-2 жадвал

Пулатлар учун буйлама эластиклик модули

Пўлат	Температура t, °С да бўйлама эластиклик модули $E \cdot 10^6$, МПа										
	20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
Углеродли ва кам легирланган	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	1,6
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	1,5

Пайвандланган чокнинг мустаҳкамлик коэффициенти ушбу чокнинг асосий материал мустаҳкамлигига нисбатини характерлайди. Пайвандланган чокнинг мустаҳкамлик коэффициенти пайвандлаш усули ва пайвандлаб бирлаштириш турига боғликдир (4-3 жадвал). Чоки йўқ қурилмалар учун φ = 1,0.

4-3 жадвал

Пайванд чокларининг мустахкамлик коэффициенти

Пайванд чокининг тури	*φ*	
	чок узунлигининг 100% текширилганда	*чок узунлигининг 10-50% текширилганда*
1. Учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш.	1,0	0,9
2. Учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама, қўлда пайвандлаш.	1,09	0,95
3. Учма-уч ва таврли бирикмаларни бир томонлама пайвандлаш.	0.9	0.8
4. Устма-уст ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш.	0,8	0,75

Қурилмаларни ҳисоблаш даврида ҳисобланган девор қалинлигига қўшимча қалинлик (С) ни ҳам инобатга олиш керак. Элемент деворининг лойиҳа қалинлиги ушбу формула орқали ҳисобланади:

$$s \geq s_1 + C \qquad (4.2)$$

бу ерда

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \qquad (4.3)$$

C_2 - манфий температура туфайли ҳосил бўладиган ўзгаришларни компенсация қилади; C_3 - қурилма элементини ясаш пайтидаги ўлчамнинг камайишини ҳисобга олади. C_2 ва C_3 технолог ва лойиҳачилар томонидан аввалдан ҳисобга олинади. Шунинг учун энг муҳим C_1 ни ҳисобга олиш, чунки у қурилма элементларининг коррозия ва эрозиясини ҳисобга олиб, компенсация қилади.

Шундай қилиб, (4.3) формула қуйидаги кўринишда ёзилиши мумкин:

$$C = C_1 = \Pi \cdot T_к \qquad (4.4)$$

бу ерда П - коррозия ёки эрозия тезлиги; $T_к$ - қурилманинг ишлаш муддати.

Устида ҳимоя қопламаси бор элементлар учун С = 0. Агарда, иккала муҳит ҳам коррозион фаол бўлса, қўшимча C_1 нинг қиймати 2 га кўпайтирилади.

4.2. ОБЕЧАЙКА ДЕВОРИНИНГ ҚАЛИНЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

Кимёвий қурилмаларнинг энг асосий элементларидан бири обечайкадир [6,7,8,36,40]. Обечайка калинлигининг хисоби ГОСТ 14249-80 га биноан олиб борилади [77].

Рангли металл ва қотишмалардан тайёрланадиган қурилмаларнинг ички диаметри қуйидаги қатордан танланиши керак: 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000, 3200, 3400, 3600, 3800, 4000 мм [78].

Пўлат трубалардан тайёрланадиган қурилмаларнинг ташқи диаметри эса ушбу қатордан танланади: 133, 159, 168, 219, 273, 325, 377, 426, 480, 530, 630, 720, 820, 920, 1020, 1120, 1220, 1320, 1420 мм.

Ички босим остидаги обечайка мустаҳкамлиги қуйидаги формулада хисобланади:

$$s = \frac{p_x \cdot D_{ич}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p_x} + C + C_1 \qquad (4.5)$$

бу ерда s - обечайка девори қалинлиги, м; p_x - ҳисобланган босим, МПа; $D_{ич}$ - қурилманинг ички диаметри, м; φ - пайванд чокининг мустаҳкамлик коэффициенти; С - емирилишни ҳисобга олувчи қалинлик, м; C_1 - қўшимча қалинлик, м.

Рухсат этиладиган босим

$$p_{рэ} = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] \cdot (s - C)}{D - s + C} \qquad (4.6)$$

(4.5) ва (4.6) формулалар қуйидаги

$$\frac{s - C}{D} \le 0,1$$

шарт бажарилганда қўлланилади.

Ташқи босим остида ишлаётган қурилма деворининг қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s = \frac{1,06 \cdot D}{100} \cdot \sqrt[3]{\frac{p_x}{10^{-6} \cdot E}} + C + C_1 \qquad (4.7)$$

Рухсат этиладиган босим эса,

$$[p] = 0{,}85 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot \left[\frac{100 \cdot (s - C)}{D}\right]^2 \qquad (4.8)$$

бу ерда E - бўйлама эластиклик модули (4-2 жадвал).

(4.8) формулани қуйидаги шартлар

$$\frac{s - C}{D} \le 0{,}95 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_T}{E}} \qquad (4.9)$$

бажарилганда қўллаш мумкин.

4.3. ДНИШЕ ДЕВОРИНИНГ КАЛИНЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

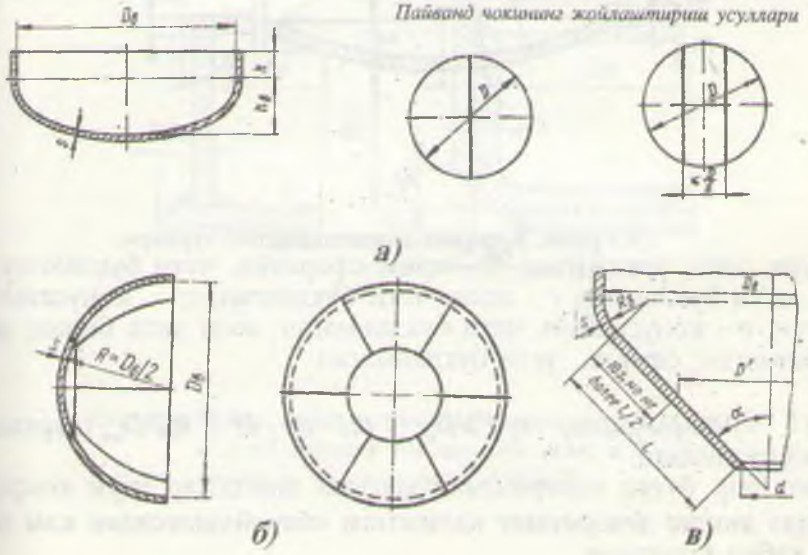
Эллиптик днишелар (4.1а-расм) деворининг қалинлигини ушбу формуладан топиш мумкин:

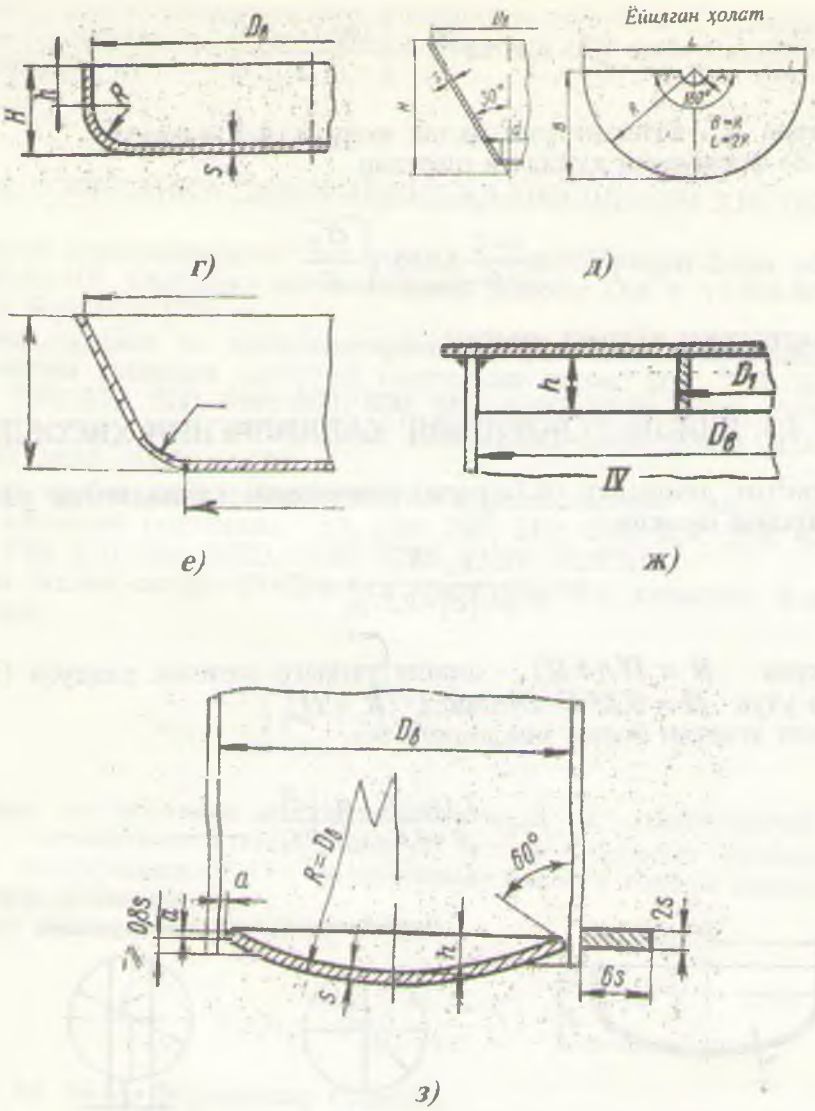
$$s = \frac{p_x \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - 0{,}5 \cdot p_x} + C + C_1 \qquad (4.10)$$

бу ерда $R = D^2/(4 \cdot H)$ - днише учидаги эгрилик радиуси (стандарт днишелар учун $H = 0{,}25 \cdot D$ бўлганда, $R = D_{ич}$).

Рухсат этилган босим миқдорини эса,

$$p_{рэ} = \frac{2 \cdot (s_1 - C) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{R + 0{,}5 \cdot (s_1 - C)} \qquad (4.11)$$





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.

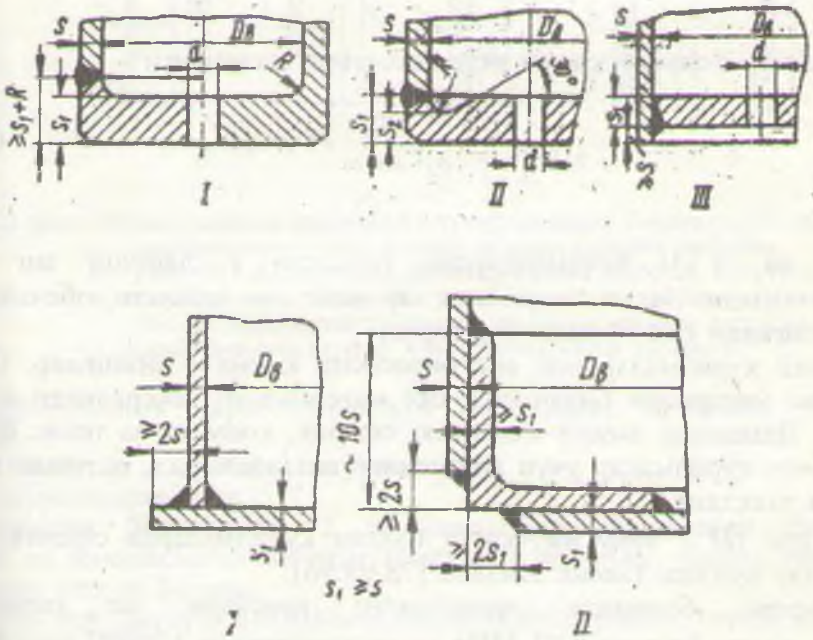
(4.10) ва (4.11) формулалар $(s_1\text{-}C)/D_{нч} \leq 0,1$ ва $H \geq 0,2 \cdot D_{нч}$ шартлар бажарилганда қўлланилади.

Яхлит, бир бутун материалдан ясалган днищелар учун коэффициент $\varphi = 1$. Бунда днише деворининг қалинлиги обечайканикидан кам бўлмаган миқдорда қабул қилинади.

Ички босим остида ишлайдиган қурилмаларнинг текис, думалоқ қопқоқ ва днишеларининг қалинлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$s_1 = \frac{K}{K_0} \cdot D_u \cdot \sqrt{\frac{p_{рэ}}{[\sigma]}} + C + C_1 \qquad (4.12)$$

бу ерда К - қопқоқнинг конструкциясига боғлиқ бўлган коэффициент [30,31,60,77,88,93,96]. $d/D \le 0,35$ бўлса, $K=1-0,43 \cdot d/D$; K_0 - ўртасида тешиги бор днише мустаҳкамлигининг камайиш коэффициенти, $0,35 \le d/D \le 0,75$ бўлса, $K_0 = 0,85$. Агарда, конструктив нуқтадан днише ёки қопқоқ обечайкага пайвандланса, К=0,4. Текис, думалоқ днишелар конструкциялари 4.2 расмда келтирилган.



4.2-расм. Текис, думалоқ днишеларнинг асосий турлари.
***$R \ge s/3$*, лекин 5 мм дан кам эмас; *$s_2 \ge 2/3 \cdot s$*,**
лекин *s* дан кам эмас; *$d \le 0,6 \cdot D_в$*

Ички босимда ва чўққисининг бурчаги $2\alpha \leq 140^o$ ли конуссимон днишелар ҳисоби қуйидагича бўлади:

$$l_ц = 0.5 \cdot \sqrt{D_u \cdot (s_1 - C)}$$

масофадаги цилиндрик қисми учун деворнинг қалинлиги,

$$s_1 = \frac{p_x \cdot D_u \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma] + C + C_1} \qquad (4.13)$$

формуладан топилади. Бу ерда y - днише шаклининг коэффициенти. $\alpha = 10 \div 70^o$ ва $r/D = 0,01 \div 0,5$ гача ўзгарганда, шакл коэффициенти $y = 1,1 \div 9,4$ га тенг бўлади.

$$l_{кон} = 0.5 \cdot \sqrt{D_u \cdot (s_1 - C) \cdot \cos\alpha}$$

масофадаги конусли қисми учун деворнинг қалинлиги

$$s_1 = \frac{p_x}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p_x} \cdot \frac{D_u}{\cos\alpha} + C + C_1 \qquad (4.14)$$

(4.13) ва (4.14) формулалардан топилган s_1 ларнинг энг катта қиймати танланади. Лекин, танланган s_1 нинг сон қиймати, обечайка девори қалинлигидан кам бўлмаслиги керак.

Кимёвий қурилмаларнинг яна бирасосий қисми - днищедир. Одатда уни обечайка материали билан бир хил материалдан тайёрланади ва пайвандланади. Днищелар шакли эллиптик, сферик, конусли ва текис бўлади. Цилиндрсимон қурилмалар учун днишенинг энг рационал, оптимал шакли бу эллиптик шаклдир.

Диаметри $(D \geq 4000$ *мм)* катта бўлган қурилмаларда сферик, ярим шар днишелар қўллаш тавсия этилади [78,93,96].

Атмосфера босимида ишлайдиган вертикал ва горизонтал қурилмалар, ҳамда босими 0,07 МПа ва температураси +200°С гача бўлган ҳолларда чети букланмаган, сферик днишелар ишлатиш мумкин.

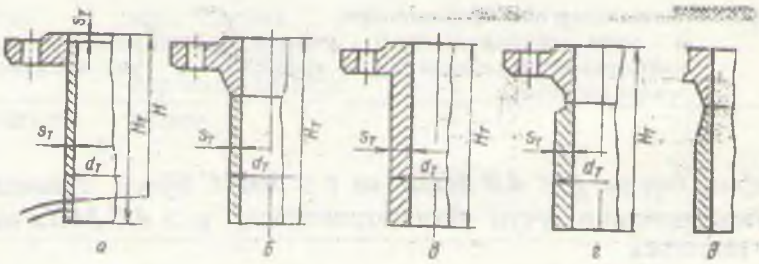
Кичик босим (0,07 МПа гача) ва қурилмаларнинг диаметри 400 мм гача бўлган ҳолларда текис днишелар қўлланилади [76].

Эллиптик ва текис шаклдаги днишелар қўлланилиши ман этилган ҳолларда конусли днищелар ишлатилади.

4.4. ФЛАНЕЦ ВА ШТУЦЕРЛАР

Қурилмаларни 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 бирикмаларидир.

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°С гача бўлган оралиқда 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 юпқа деворли патрубка;
б - учма-уч пайвандланган фланец ва юпқа деворлик патрубка;
в - қалин деворли, болғалаш усулида ясалган фланец;
г - учма-уч пайвандланган фланец ва қалин деворли патрубка;
д - қалин деворли штуцер конструкциясининг варианти.

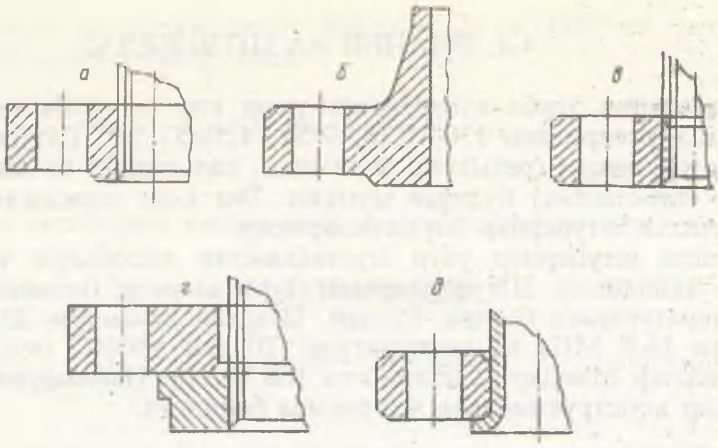
Ишлатилишига қараб фланецли бирикмалар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

а) трубалар ва труба арматураси учун;
б) қурилмалар учун.

Фланецли бирикмалар 2 та симметрик фойлашган фланецдан, прокладка ва маҳкамловчи элемент (болт ёки шпилька, шайба, гайка) лардан ташкил топган бўлади.

Труба ёки патрубкага фланецлар маҳкамланишига қараб қуйидагича бўлади (4.4-расм).

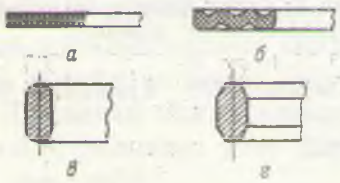
а) текис пайвандланган;
б) учма-уч пайвандланган;
в) резьбали;
г) пайвандланган ҳалқада эркин айланувчи;
д) учи қайирилган патрубкада эркин айланувчи.



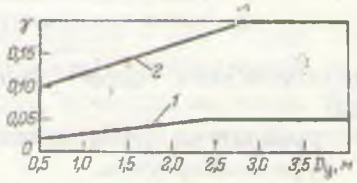
4.4-расм. Фланецлар конструкциялари.
а - ясси пайвандланган; б - учма-уч пайвандланган; в - резьбали; г - пайвандланган халқада эркин айланувчи; д - учи қайирилган патрубкада эркин айланувчи.

Агарда, босим $p \leq 4{,}0$ *МПа* ва $t \leq 300°C$ бўлса, фланецли бирикмаларни бирлаштириш учун болт ишлатилса, $p > 4{,}0$ *МПа* ва $t > 300°C$ да эса - шпилька.

Фланецли бирикмаларни зичлаш учун металлмас, асбометалл, металл ва комбинация натижасида ҳосил бўлган қистирмалар қўлланилади (4.5-расм) [36,37,67].



4.5-расм. Фланецли бирикма кистирмаларининг конструкциялари.
а - текис; б - гофрирланган; 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 қуллаш бўйича тавсиялар 4.4 жадвалда келтирилган.

4-4 жадвал

Қистирмаларни танлаш

Кистирма конструкцияси	*Материал*	*p, МПа*	*t, °C*
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 шифирланган	асбест, алюминий, мис, латунь, пўлатлардан ясалган қобиғда	6,4	-200÷550
Саккиз бурчакли ва эллипс кесимдаланг шаклли	пўлат	6,4	-200÷550

Фланецли бирикмаларнинг болт ва қистирмаларини ҳисоблаш фланец ва болтнинг температураларини аниқлашдан бошланади.

фланецники $t_ф = t_p$

болтники $t_б = 0.95 \cdot t_ф$ (4.15)

Сўнг, бирикмага таъсир қилаётган юклама топилади. Ички ортиқча босимдан $P_{ри}$ тушаётган юклама ушбу формуладан аниқланади:

$$Q_Д = 0.789 \cdot D^2_{ўрк} \cdot p_{ри} \qquad (4.16)$$

бу ерда $D_{ўрк}$ - қистирманинг ўртача диаметри.

Болт ва фланецнинг температуралари фарқидан ҳосил бўладиган куч-ланиш:

$$Q_t = \gamma \cdot n \cdot f_б \cdot E_б \cdot t_ф \cdot (\alpha^t_ф - 0{,}95 \cdot \alpha^t_б) \qquad (4.17)$$

бу ерда γ - коэффициент, 4.6-расмда берилган диаграммадан топилади; n - болтлар сони; $f_б \approx 0,95 \cdot d_б^2$ - болт кўндаланг кесимининг юзаси; $d_б$ - болтнинг ташқи диаметри; $E_б$ - ишчи температурадаги болт материалининг эластиклик модули; $\alpha_ф$, $\alpha_б^t$ - фланец ва болт материалларининг чизиқли кенгайиш коэффициенти.

Болт ўқидаги кучланиш $P_б$ қуйидаги 3 та миқдордан энг каттаси қабул қилинади:

$$p_{б1} = \pi \cdot D_{ур.к} \cdot b_к \cdot q; \quad p_{б2} = \xi \cdot (\alpha_1 \cdot Q_Д + R_П); \quad p_{б3} = Q_Д + R_П + Q_t$$

бу ерда $P_{б1}$, $P_{б2}$, $P_{б3}$ - қистирмани дастлабки сиқиш, монтаж пайтида болтларни тортиш ва ишлатиш пайтида болтга таъсир этувчи энг катта кучланишлар; $b_к$ - қистирманинг эффектив эни ($b \leq 0,015$ *м* бўлса, $b_к = b$; $b > 0,015$ *м* бўлса, $b_к = 0,12 \cdot b^{0,5}$); b - кистирманинг эни; q - қистирмага таъсир этувчи солиштирма юклама (4-5 жадвал).

$\xi = \dfrac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]}$ - монтаж пайтидаги ва ҳисобланган температуралардаги фланец ёки болт материалларининг рухсат этилган кучланишларининг нисбати; α_1 - фланец бирикмасининг қаттиқлик коэффициенти; ($\alpha_1 = 1$ - резина қистирмали бирикмалари учун; $\alpha_1 = 1,3$ - қолган қистирмалар учун); $R_п$ - бирикмани герметик ҳолга келтириш учун зарур сиқиш кучи.

$$R_П = 2 \cdot \pi \cdot D_{ук.к} \cdot b_к \cdot m \cdot p_{р.и} \qquad (4.18)$$

бу ерда m - қистирма материали ва конструкциясига боғлиқ коэффициент (4-5 жадвал); $P_{р.и}$ - ҳисобланган ички босим.

Сўнгра, болтнинг мустаҳкамлиги ушбу шартдан текширилади:

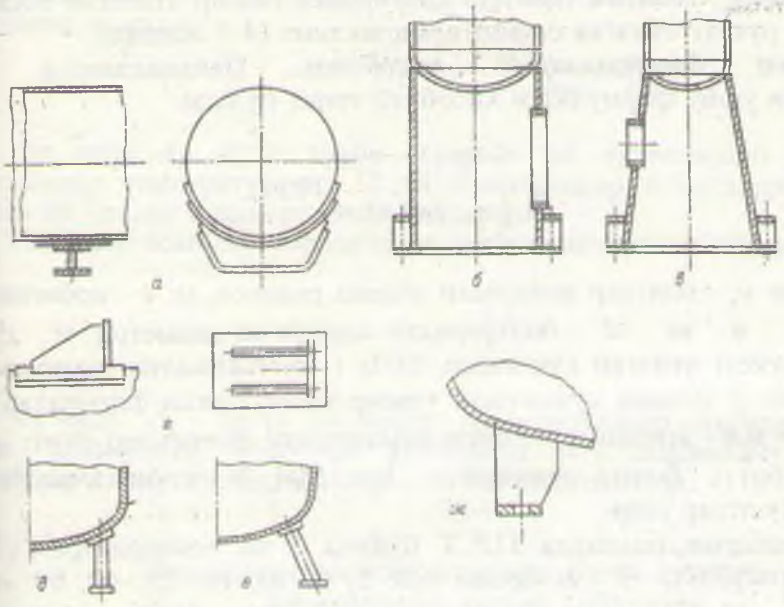
$$\sigma = \frac{1,3 \cdot P_б}{n \cdot f_б} \leq [\sigma]_б \qquad (4.19)$$

бу ерда $[\sigma]_б$ - максимал $P_б$ юклама таъсир қилаётган температурада болт материали учун рухсат этилган кучланиш.

Металлмас қистирмаларнинг мустаҳкамлиги эса, ушбу формула ёрдамида текширилади:

4.5. ҚУРИЛМАЛАРНИНГ ТАЯНЧЛАРИ

Кимё саноатининг қурилмалари бетон пойдеворларга одатда таянчлари ёрдамида ўрнатилади [10,30,31,36,69,70,79-83,88,98]. Горизонтал одатда 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 ≥ 5 нисбатга эга вертикал қурилмалар очиқ майдонларда ишлатилади ва цилиндрсимон ёки конусли таянчларга ўрнатилади. Конусли таянчлар кўпинча колоннали қурилмалар учун ишлатилади. Ҳалқали таянчли (4.7г-расм) қурилмалар махсус металл конструкцияларда ишлатилади. Агарда қурилма биринчи ёки унда юқори этаж хоналарида ишлатилса, 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 2 тадан, устунларнинг сони эса - 3 тадан кам бўлмаслиги керак.

$$q_p = \frac{p_{б2}}{\pi \cdot D_{ур.к} \cdot b_к} \le [q] \qquad (4.20)$$

бу ерда q_p - монтаж пайтида қистирмага таъсир этаётган босим; $[q]$ - қистирмага рухсат этилган солиштирма юклама (4-5 жадвал).

Фланец бирикмаларни ҳисоблаш. Пайвандланган фланец қалинлигини ушбу формуладан ҳисоблаб топса бўлади:

$$\delta = a \cdot \sqrt{\frac{p_1 \cdot (\nu_o - \nu)}{\sigma_{рэ} \cdot (в - d) \cdot d}} + 0{,}012$$

бу ерда ν_o - болтлар жойлашгн айлана радиуси, м; ν - қобиғнинг ички радиуси, м; $в$ ва d - болтларнинг қадами ва диаметри, м; $\sigma_{рэ}$ - 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; $p_1 = \pi d^2 \cdot p/4 \cdot z$ - битта болтга тушадиган куч, МН; p - кобиғ ичидаги босим, МПа; z - болтлар сони.

Фланецларни танлашда ГОСТ бўйича 5 та температура (120, 300, 400, 425 ва 450°С), 9 та босим (2, 5, 6, 10, 16, 25, 40, 64 ва 100 кг·к/см^2) ва 43 та шартли ўтиш диаметрлар (15 - 2400 мм) боскичлари бор [42,49-51,54,56,57.59,74,94,95].

4-5 жадвал

Турли қистирмалар учун m, q, $[q]$ ларнинг қийматлари

Параметр	Текис, металлмас кистирма				Текис, металл кистирма			Асбест қобиғли ясси кистирма				Эллипс ва сакки бурчак шаклли кистирма
	резина	картон	паронит	фторопласт	алюминий	латунь	пўлат	алюминий	мис	латунь	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 ÷ [illegible]
q, МПа	2,0÷4,0	20	20	10	60	90	125÷180	38	46	46	53÷63	125 – [illegible]
$[q]$,МПа	18 ÷20	130	130	10	-	-	-	-	-	-	-	-

$$\Delta_к = \left[\alpha_к \cdot (t_k - t_o) - \alpha_{тр} \cdot (t_{тр} - t_o)\right] \cdot l \cdot \Delta t \qquad (4.21)$$

бу ерда $\alpha_к$, $\alpha_{тр}$ - қобиқ ва труба материалларининг чизиқли узайиш коэффициентлари; $t_к$, $t_{тр}$ - қобиқ ва труба деворларининг ўртача температураси; t_0 - қурилмани йиғиш пайтидаги температура (*20°С*); l - труба тўр пардалари орасидаги масофа; t - қобиқ ва трубалар орасидаги ўрта температуралар фарқи. Уни қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta t = 0{,}5 \cdot \left[\left| t_T^1 - t_T^2 \right| - \left| t_{T раб}^1 - t_{T раб}^2 \right| \right] \qquad (4.22)$$

бу ерда t_T, $t_м$ - труба ичидаги ва трубалараро бўшлиқдаги суюқликлар температураси; 1 ва 2 индекслар муҳитларни қурилмага кириш ва чиқиш шароитларини билдиради.

Линзали компенсаторлар сони ушбу тенгламадан топилади:

$$z_л = \frac{\Delta_к}{\Delta_л} \qquad (4.23)$$

бу ерда $\Delta_л$ - битта линзанинг температуралар таъсирида қобиқ ва труба узайишини йўқотиш қобилияти 4-7 жадвалдан танланади. Ҳисобланган $z_к$ қиймати бутун сонгача яхлитланади.

4-7 жадвал

Линзали компенсаторларнинг битта линзасининг компенсация қилиш қобилияти

Босим $P_у$, МПа	Қобиғнинг шартли диаметри	*Қуйидаги келтирилган соат мобайнида ишлатишда, ± Δ, мм.*					
		300	600	1000	2000	5000	10000
0,25	400÷450 500÷5000	9,0 10,0	8,0 9,0	7,0 8,0	6,0 7,0	5,0 6,0	4,0 5,0
0,60	400÷450 500÷3600	7,0 8,0	6,5 7,5	6,0 7,0	5,0 6,0	4,0 4,5	3,2 3,8
1,00	1600÷3000 400÷1400	4,0 3,5	3,5 3,3	3,3 2,9	2,8 2,4	2,3 1,9	1,8 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

4.6. КОЖУХ ТРУБАЛИ ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРНИНГ АСОСИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларнинг асосий элементларига труба тўр пардаси, труба ва кожухлар киради [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 усуллари билан маҳкамланади.

Кимё-технологиясида иссиқлик алмашиниш қурилмаларида трубалар тўр пардага уч хил усул билан жойлаштирилиши мумкин: а) тўғри олтибурчак қирралари бўйлаб; б) концентрик айланалар бўйлаб; в) квадрат томонлари бўйлаб.

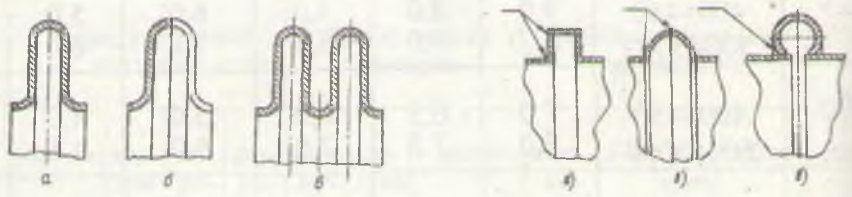
Трубалар жойлаштирилишининг минимал қадами t трубанинг ташқи диаметри $d_{таш}$ га боғлиқлиги 4-6 жадвалда келтирилган.

4-6 жадвал

Трубаларни тур пардада жойлаштириш кадамлари

$d_{таш}$, мм	≤ 14	14 - 20	20 - 30	> 30
t	$1,4 \cdot d_{таш}$	$1,35 \cdot d_{таш}$	$1,3 \cdot d_{таш}$	$1,25 \cdot d_{таш}$

Қўзғалмас тўр пардали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида температура таъсирида трубалар ва қобиқ ҳар хил узаяди. Шунинг учун бундай қурилмалар трубалар ва қобиқ ўртасидаги температуралар фарқи катта бўлмаганда трубаларнинг ҳар хил узайишини йўқотиш учун линзали компенсаторлар ишлатилади (4.8-расм). Уларни қурилмадаги босим $P_ш = 2,5$ *МПа,* температуралар *-70* дан *700°С* 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 қобиқнинг температура таъсирида чизиқли узайишларининг фарқи аниқланади:

Ҳаракатчан қалпоқчали ва U-симон трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида ишлатиладиган қўзғалмас қилиб маҳкамланган тўр пардалар баландлигини ушбу формуладан топиш мумкин:

$$h = k \cdot D \cdot \sqrt{\frac{p}{[\sigma]_э \cdot \varphi}} + C \qquad (4.24)$$

бу ерда $k = 0,43$; $[\sigma]_э$ - тўр парда материалининг эгилишга рухсат этилган кучланиши; φ - тўр пардага тешиклар қилиниши натижасида мустаҳкамлигининг камайиши; С - коррозия ва эрозияни ҳисобга олувчи қўшимча қалинлик.

Қурилма қобиғи цилиндрик обечайкасининг ўртача диаметри қуйидаги формуладан аниқланади:

$$D = \frac{D_m + D_u}{2} \qquad (4.25)$$

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 расм).

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 ўралади ва қолган иккинчи ярим трубалар ичидан қарама-қарши томонга яъни тўсиқли қопқоқдаги чиқиш патрубкасига йўналади. Қопқоқдаги тўсиқлар сонини ўзгартириш орқали иссиқлик ташувчи оқимлар учун керакли йўллар сонини олиш мумкин.

Тўсиқларнинг қалинлиги қопқоқ диаметрига боғлиқ. Кам легирланган ва углеродли пўлатлардан тайёрланган тўсиқларнинг қалинлиги 9÷16 мм, мис ва никель қотишмалардан ясалганлари учун 6÷13 мм.

Қопқоқ ва тўсиқларнинг материали ҳар доим бир хил бўлиши керак: ВСт, Ст3, Ст20 пўлат (ГОСТ 16523-70), 3Сп (ГОСТ 82-70), 10С, 20К (ГОСТ 5520-79), 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, О8Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т (ГОСТ 5582-75), қуйма бронза (ГОСТ 493-72), кул ранг чўян (ГОСТ 1412-85) каби маркали материаллардан ясалади. Кўпинча тўсиқлар қопқоқларга пайвандланади ёки қопқоқ билан бир бутун қилиб қуйилади.

4-8 жадвал

Днише ичидаги тўсиқларни жойлашитириш схемаси

Тўсиқлар	Схема	Йўллар сони
Биринчи днишеда битта, иккинчисида эса бўлмайди		2
Ҳар бир днишеда биттадан бўлади.		4
Биринчи днишеда 3 та, иккинчисида эса 4 та бўлади.		6
Биринчи днишеда 4 та, иккинчисида эса 5 та бўлади.		8

Трубалараро бўшлиқдаги тўсиқлар.

Маълумки, иссиқлик алмашиниш қурилмаларида биринчи муҳит трубалар ичида ҳаракат қилса, иккинчиси – трубалараро бўшлиқда. Агарда, трубалар пакети кўндаланг иситувчи (ёки совитувчи) агент оқими билан ювилиб турилса, бўйлама ювилганга қараганда, иссиқлик бериш анча интенсив бўлади [52,53,58,61-66].

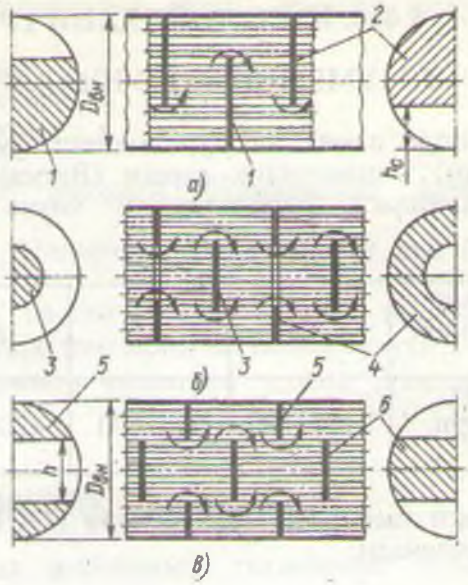
Трубалар пакетининг эгилиши ва тебранишини, ҳамда трубалараро бўшлиқдаги трубаларнинг кўндаланг оқим билан ювилиб туришини ташкил этиш мақсадида ва кожух ичида суюқлик ҳаракатининг тезликлари юқори бўлиши учун кўндаланг тўсиқлар ўрнатилади.

Кимё машинасозлигида энг кўп қўлланиладиган бир томонли 1 ва 2 сегмент тўсиқлар (4.9а-расм), диск-ҳалқа типидаги 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 Δр ни камайтириш мақсадида икки томонлама ва уч томонлама жойлаштириладиган сегмент тўсиқлар қўлланилади. Бу икки турдаги тўсиқлар Δр йўқотилишини 60 ÷ 100 % га пасайтириш имконини беради.

Тўсиқдан кесиб олинган қисми орқали суюқлик бир бўлимдан иккинчисига оқиб ўтади. Унинг баландлиги h нинг кожух диаметри $D_{ич}$ га нисбати одатда қуйидаги сон қийматларга тенг:

бир томонлама сегмент тўсиқ учун $h/D_{ич} = 0,15 \div 0,4$

икки томонлама сегмент тўсиқ учун $h/D_{ич} = 0,2 \div 0,3$

Кўндаланг тўсиқлар бир қаватли ёки бир неча перфорация қилинган листлардан йиғилган бўлиши мумкин. Битта листнинг қалинлиги δ = 1,5 ÷ 2 мм бўлади.

Қуйидаги жадвалда тўсиқлар умумий қалинлиги Σδ нинг кожух диаметри $D_{ич}$ ва трубалар узунлиги L га боғлиқлиги келтирилган.

Кожухнинг ички диаметри $D_{ич}$, мм	<325	<355	<355 (>1550)	>1550
Трубанинг таянчсиз узунлиги L, мм	<610	610÷1524	>1524 (<610)	>1524
Тўсиқларнинг умумий қалинлиги Σδ, мм	3÷4	4÷9	9÷10	19÷20

5 боб. КУРС ЛОЙИҲАНИ ГРАФИК БЕЗАШ

5.1. УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР ВА ТАЛАБЛАР

Технологик схема ва қурилманинг умумий тасвири А1 форматли (841х594 мм) чизмачилик вараги (Ватман) га чизилади. Зарур бўлган ҳолларда қуйидаги форматлардаги чизма варақлари ҳам қўлланилса бўлади:

Форматнинг белгиланиши	А0	А1	А2	А3	А4
Формат ўлчамлари, мм	341х1189	594х841	420х594	297х420	210х297

Чизмадаги тасвирлар масштаблари ГОСТ 2302-68 га биноан қуйидаги қатордан танланади:

1:1; 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:10; 1:15; 1:20;
1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100;

Ушбу стандартда катталаштириш масштаблари ҳам келтирилган: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1.

ГОСТ 2.104-68 га биноан асосий ёзув бурчак штампида кўрсатилади. Бурчак штампи эса, чизманинг пастки ўнг бурчагига жойлаштирилади ва у қуйидаги шаклда бажарилади:

						Лит	Масса	Масш
Улч	лист	№ Хужжат	Имзо	Сана				
Яратув.								
Текшир.								
Т. назар						Лист	Листлар	
Рахбар								
Нор.конт								
Тасдик.								

5.1-расм. Бурчак штампи.

Ундан ташқари, чизманинг юқори қисмида 70х14 мм ли қўшимча булим (графа) чизилади ва унга асосий езувдаги чизманинг рақам лари қайд этилади.

Бурчак штампи тўлдирилганда, унинг булимларига қуйидаги езувлар бўлиши шарт (5.1-расм):

а) "яратув." - курс лойиҳани бажарган талаба фамилияси, исми, шарифи, унинг имзоси ва сана;

б) "Текшир." - рахбарнинг фамилияси, исми, шарифи, имзоси ва сана;
в) "Т.назор." - техник назорат;
г) "Рахбар" - талабанинг раҳбари;
д) "Н.назор." - норма назорати;
е) "Тасдиқ." - 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 [illegible]лади. Бу схемада асосий қурилма ва ускуналар, технологик [illegible]малар орасидаги боғланиш воситалари (труба қувурлари), ҳамда [illegible]л функционал элементлар (насослар, арматуралар ва х.) [illegible]ланган бўлиши керак (илова 25-29) [86-91].

Технологик схемада қуйидагилар бўлиши шарт: қурилмаларнинг [illegible]штирилган график тасвири ва ўзаро технологик боғланишлари; [illegible] график, белгиланиш жадваллари, жараён параметрларини ўлчаш ва [illegible]рат қилиш нуқталари.

[illegible]тман варағининг катта қисмида (одатда чап томонида) технологик [illegible] жойлаштирилади; схеманинг асосий таркибий қисмлари ва [illegible]ентлари бўлган штампи 12 мм юқорида қуйида келтирилган жадвал [illegible]да берилади. Бу жадвал пастидан юқорига қараб тўлдирилади.

Позиция белгиланиши	*Номи*	*Сони*	*Изох*

<< Позиция белгиланиши >> бўлинмасида схеманинг асосий [illegible]бий қисми бўлмиш қурилма -А, насос -Н ва хоказолар белгиланиб [illegible] билан ёзилади. Агарда, технологик схемада бир хил қурилмадан [illegible] бўлса. $А_1$, $А_2$, $В_1$, $В_2$, $Н_1$, $Н_2$, ва хоказо деб белгиланиб ёзилади. [illegible]ура ва ускуналар учун индекснинг катталиги 2 марта кичик қилиб [illegible], масалан $В_3$, $В_2$, $КП_1$, $КП_2$, $М_1$, $М_2$.

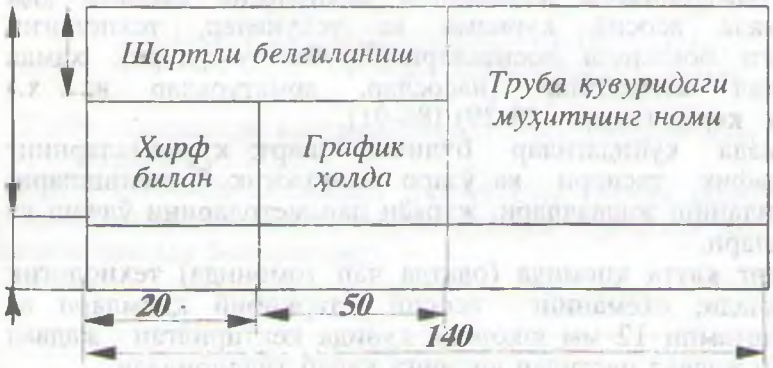
<< Номи >> деган бўлинмада элемент, қурилма ёки ускуналарнинг [illegible] ҳужжатларида кўрсатилган номи қайд этилади.

<< Изох >> бўлинмасида элемент ёки қурилманинг иш унум- дорлиги, [illegible] кўрсатилади. Схемада кўрсатилган қурилма, машина ва [illegible]ралар номининг биринчи ҳарфларига биноан белгиланади:

Номи	Белгилaниши	Номи	Белгилaниши
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	Сақловчи кран	СК
Ўлчагич	У		

Труба қувурлари, уларда урнатилган арматура ва ўлчаш асбоблари схемада вертикал ёки горизонтал холда тасвирланади. Шуни назарда тутиш керакки, хамма чизиқлар формат когозининг хошиясига параллел бўлиши керак.

Труба қувурларининг шартли белгиланиши ва тасвирланиши қуйидаги берилган жадвалда батафсил баён этилиши зарур.



Ушбу жадвални тўлдириш намунаси илова 25-29 да келтирилган. Қурилма, машина ва бошқа ускуналар труба қувурларининг чизиқлари билан кесилиши мумкин эмас.

Баъзи бир қурилмалар, машина, ускуна ва ёрдамчи элементларнинг шартли белгиланишлари Ю.И.Дытнерский китобида берилган [6].

5.3. УМУМИЙ КЎРИНИШ ЧИЗМАЛАРИГА ҚЎЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР

Умумий кўриниш чизмалари ГОСТ 2.120-73 ЕСКДнинг асосий талабларига мос равишда бажарилиши керак ва ушбу чизма қуйидаги маълумотларни ўз ичига қамраб олган бўлиши керак:

- лойиҳалаш тирилаетган қурилманинг тузилиши хақида 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

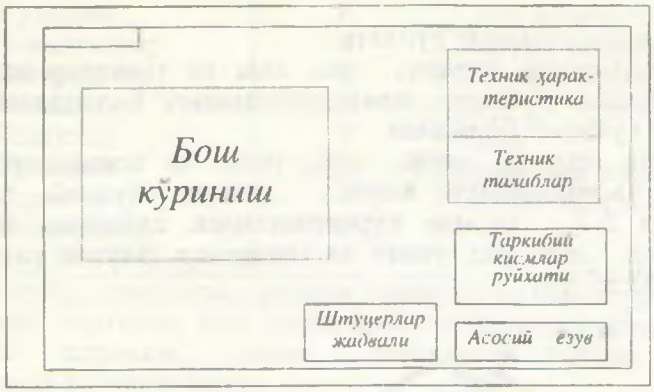
кўриниши;
- патрубка ва штуцерларнинг кўриниш жадвали;
- техник характеристикаси;
- техник талаблар;
- қурилма таркибий қисмларининг руйхати.

Умумий кўриниш чизмасида штуцер, лаз, люк ва таянчлар шартли қурилган холда кўрсатилиши мумкин, аммо қурилманинг баландлиги ёки узунлиги буйича уларни кучириб бўлмайди.

Қурилманинг албатта штуцер, люк, лаз, таянч ва хоказоларининг такиқий 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.

Қўшимча тасвирлар (кўриниш, қирқим, кесим ва хоказолар) имкони борича тушунтирилаетган элементга якинрок чизилиши керак.

Техник ҳарактеристикасида қуйидагилар таърифланади:

- қурилманинг қўлланиш соҳаси;
- қурилманинг номинал ва ишчи ҳажмлари;
- иш унумдорлиги;
- иссиқлик алмашиниш юзаси;
- максимал босим;
- муҳитнинг максимал температураси;
- узатманинг куввати;
- деталларнинг айланиш частотаси;
- муҳитнинг заҳарлилиги ва портлаш хавфлилиги;

Чизмаларда тасвирланган қурилмаларга қўйиладиган техник талаблар 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 зичликларга қўйиладиган синов талаблари;
- қурилмага иссиқлик қопламасини ясаш, емирилишга қаршиқилинадиган қоплама ва бошқалар.

Атмосфера босимида ишлатилаётган қурилмаларга Ўзбекистон Республикаси «Саноат ва тоғ конларидаги ишларни ҳавфсиз олиб бориш бошқариш назорат агентлиги» коидалари тегишли эмас.

Машинасозлик саноатининг корхоналарида ясалган ҳар бир қурилма, ускуна, идиш ва хоказолар гидравлик синовдан ўтказилиши шарт.

Лойиҳалаш тирилаетган қурилма ёки машинанинг асосий кисмларининг руйхати қуйида келтирилган шаклдаги жадвалда берилиши керак.

Поз	*Белгиланиши*	*Номи*	*Сони*	*Масса 1дона*	*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 $G_{ҳаво}$ барометрик конденсатордан сўриб олинадиган газ (ҳаво) нинг миқдори билан белгиланади ва ушбу формуладан аниқланади:

$$G_{ҳаво} = 2{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot (w_3 + G_{сув}) + 0{,}01 \cdot w_3 \qquad (5.1)$$

бу ерда $2{,}5 \cdot 10^{-5}$ - 1 кг сувдан ажралиб чиқадиган газ миқдори; 0,01 - конденсаторнинг зичланиши пасайганлиги сабабли унга сўриб олинаётган газ миқдори (1 кг бугга мос). Унда,

$$G_{ҳаво} = 2{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot (3{,}47 + 64{,}63) + 0{,}01 \cdot 3{,}47 = 36{,}4 \cdot 10^{-3} \ кг/с$$

Вакуум-насоснинг ҳажмий иш унумдорлиги эса,

$$V_{ҳаво} = \frac{R \cdot (273 + t_{ҳаво}) \cdot G_{ҳаво}}{M_{ҳаво} \cdot P_{ҳаво}} \qquad (5.2)$$

бу ерда R - универсал газ доимийси; M - ҳавонинг молекуляр массаси, кг/моль; $t_{ҳаво}$ - ҳаво температураси, °C; $P_{ҳаво}$ - барометрик конденсатордаги қуруқ ҳавонинг парциал босими, Па.

Ҳавонинг температураси ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$t_{ҳаво} = t_{бош} + 4 + 0{,}1 \cdot (t_{ох} - t_{бош}) =$$

$$20 + 4 + 0{,}1 \cdot (50{,}6 - 20) = 27^{o}C \qquad (5.3)$$

Ҳавонинг босими:

$$P_{хаво} = P_{б.к} - P_{буг} \quad (5.4)$$

га тенг бўлади. Бу ерда $P_{буг}$ - $t_{хаво}$ = 27°С да қуруқ тўйинган бугнинг босими, Па. Ҳар бир параметрнинг сон қийматларини формулага қўйсак қуйидаги натижани оламиз:

$$P_{хаво} = 0,15 \cdot 9,8 \cdot 10^4 - 0,039 \cdot 9,8 \cdot 10^4 = 1,09 \cdot 10^4 \, Па$$

Унда:

$$V_{хаво} = \frac{R \cdot (273 + t) \cdot G_{хаво}}{M \cdot P_{хаво}} = \frac{8310 \cdot (273 + 27) \cdot 36,4 \cdot 10^{-3}}{29 \cdot 1,09 \cdot 10^4} = \quad (5.5)$$

$$= 0,288 \, м^3 / с = 17,3 \, м^3 / мин$$

Ҳажмий иш унумдорлик $V_{хаво}$ ва колдик босим $P_{бк}$ маълум бўлса, каталог ёрдамида ВВН-25 типидаги 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 характеристикалари, таркиби ва тузилиши;
- нархи ва уни ишлаб чиқариш мумкинлиги.

Материалнинг хоссалари қўлланилиш соҳасига, яъни унинг муҳитларга чамбарчас ва каттик боғликдир. Агарда, муҳитнинг температураси ўзгариши билан материалнинг хамма механик хоссалари коррозияга чидамлилиги, қайта ишланишга мойиллиги - кескин ўзгаради. Шунинг учун материални танлашда коррозияга чидамлилигига алоҳида эътибор бериши керак, чунки бу кўрсаткичга унинг узоқ муддат давомида ишлатилиши узвий боғликдир. Ундан ташқари, коррозия натижасида емирилган материал олинаётган маҳсулот сифатини пасайтиради, ранги ва таъмини ёмонлаштиради. Яна шуни назарда тутиш керак, қурилманинг материали қўшимча реакциялар учун катализатор хам бўлиб қолиши мумкин.

Кимёвий чидамлилиги жиҳатдан материалнинг яроқлигини баҳолаш мезонлари қуйидаги 5-1 жадвалда келтирилган:

5-1 жадвал

Материалнинг коррозион чидамлик шкаласи

Чидамлилик гуруҳи	Коррозион чидамлилик балли	Коррозия тезлиги, мм/йил
Жуда чидамли	1	< 0,001
Ўта чидамли	2 3	0.001 -0,005 0,005 - 0,01
Чидамли	4 5	0,01 - 0,05 0,05 - 0,1
Чидамлилиги паст	6 7	0,1 - 0,5 0,5 - 1,0
Чидамлилиги жуда паст	8 9	1,0 - 5,0 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 чикамиз.

Конструкцион материал сифатида темир (Fe) техник тоза холда умуман қўлланилмайди, чунки қиммат туради ва қайишқоқлиги 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: C=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 ρ = 6600 - 7700 кг/м^3
- эриш температураси t = 1050 - 1573 K;
- иссиқлик ўтказувчанлиги λ = 25 - 59 Вт/м·K;
- солиштирма иссиқлик сиғими c_p = 0,5 - 4,5 кЖ/кг·K;
- чизиқли кенгайиш коэффициенти χ = (16,7 - 17,6)·10 1/K.

Чўянлар нархи паст ва ўртача механик хоссаларга эга бўлгани учун техниканинг турли соҳаларида кенг қўлланишига олиб келди.

ПЎЛАТ. Бу материалсиз техника хозирги кундаги юқори мавқеига эришмаган бўларди. Бунга сабаб, пўлатнинг мустаҳкамлиги, динамик юкламаларга бардошлиги, қуйилиш, болғаланиш, штамплаш ва пайвандланиш қобилиятига эгалиги, станокларда қайта ишланишга мойиллиги, арзонлиги ва мўллигидир

Пўлатларда углерод миқдории 1,5% гача бўлса, конструкцион пўлатларда эса 0,7% дан ортмайди.

Пўлатларнинг физик хоссалари қуйидаги маълумотлар билан характерланади:

- зичлиги ρ = 7790 - 7900 кг/м^3;
- эриш температураси $t_{эр}$ = 1400 - 1500 К;
- иссиқлик ўтказувчанлиги λ = 46,5 - 58,2 Вт/м·К;
- солиштирма иссиқлик сиғими c_p = 0,454 кЖ/кг·К;
- чизиқли кенгайиш коэффициенти χ = (11,7 - 12,3)·10 1/К.

Легирловчи қўшимчалар таъсири. Мухим легирловчи элементларга қуйидагилар 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 яхшилайди ва махсус хоссали қилади.

Легирланган пўлатнинг кимёвий таркиби учун ягона шартли белгилар (ҳарф ва рақамлар) кабул 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); ҳарфлар легирловчи элементларни (жадвалга каранг); ҳарфларнинг ўнг томонидаги рақамлар эса элементларнинг ўртача миқдорини кўрсатади.

5-2 жадвал

Пўлат компонентларининг шартли белгилари

Номи	Шартли белгилари	Номи	Шартли белгилари
Алюминний	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 якин титан борлигини кўрсатади.

ЮҚОРИ ЛЕГИРЛАНГАН ПЎЛАТ. Таркибида 18-20% хром ва 8-10% никель бўлган пўлатлар юқори легирланган пўлатлар деб юритилади. Улар коррозия ва иссиқликка бардошлиги, мустаҳкамлилиги учун турли саноатларда кенг қўлланилмоқда.

Хозирги кунда мамлакатимиз корхоналарида курилмаларни ясашда қуйидаги легирланган пўлатлар ишлатилади: 1Х18Н9Т, 1Х18Н12Б, Х16Н25М6, ХН35ВТ, Х22Н26, 1Х18Н12М2Т, 1Х18Н12М3Т, Х18Н9Т ва бошқалар.

Юқорида қайд этилган пўлатларнинг физик хоссалари:

- зичлиги $\rho = 7900$ кг/м^3;
- эриш температураси $t_{эр} = 1400$ °С;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 14\text{-}18$ Вт/м·К;
- иссиқлик сиғими $Cp = 0{,}475 - 0{,}650$ кЖ/кг·К;
- чизиқли кенгайиш коэффициенти $\chi = 17{,}3 \cdot 10$ 1/К.

РАНГЛИ МЕТАЛЛАР. Кимё саноатида рангли металлардан алюминий, мис, никель, қўрғошин, титан, танталлар қурилмалар ясашда қўлланилади. Рангли металлардан ясалган қурилма деворларининг температураси қуйидагидан ошмаслиги керак:

Алюминний учун	- 200 °С
Мис ва унинг қотишмалари учун	- 250 °С
Никель учун	- 500 °С
Қўрғошин учун	- 140 °С
Тантал учун	- 1200 °С

АЛЮМИНИЙ - кумушсимон, оқ, енгил ва болғаланувчан, коррозияга бардошли металдир. Кимёвий қурилмаларни ясашда АОО(99,7%), АО(99,7%), А1(99,5%), А2(99,0%), у хамда унинг АД1, АД2 котишмалари ишлатилади.

Алюминийнинг юқорида кўрсатилган маркалари қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги $\rho = 2700$ кг/м^3;
- эриш температураси $t_{эр} = 675 - 950$ °С;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 206 - 218$ Вт/м·К;
- солиштирма иссиқлик сиғими $c_p = 0{,}913$ кЖ/кг·К;
- чизиқли кенгайиш коэффициенти $\chi = 2{,}4 \cdot 10$ 1/К.

Агрессив муҳитлар таъсирига алюминий жуда чидамли, шу жумладан концентрацияланган азот, фосфор ва сирка кислоталар, қуруқ хлор ва водород хлоридлар, олтингугурт бўғларига ҳам узоқ муддат давомида бардош бера олади.

МИС - пушти-кизил рангли металл. Энг қиммат, конструкцион материаллардан бири бўлиб, техник тоза холда 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 $\rho = 8980$ кг/м^3;
- эриш температураси $t_{эр} = 1083$°С;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 1596 - 2233$ Вт/(м·К);
- солиштирма иссиқлик сиғими $c_p = 0{,}44 - 0{,}62$ кЖ/(кг·К);
- чизиқли кенгайиш коэффициенти $\chi = 16{,}7 - 22{,}3 \cdot 10^{-6}$ 1/К.

Мис алюминийга ўхшаб химоя қилувчи оксид қоплама хосил қилмайди. Шунинг учун, кислота ва тузларга нисбатан коррозион чидамликка эга эмас. Лекин, паст ва криоген температураларда мустаҳкамлиги ортиб боради. Масалан, -196 °С 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.

ҚЎРҒОШИН - кукимтир, кул ранг, болғаланувчан металл. Бир пайтлар, бу материал қурилмалар қуришда катта ва муҳим аҳамиятга эга бўлган. Бунга сабаб, унда туз ва сульфат кислотага нисбатан чидамли химоя қопламасининг 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 қўрғошиннинг 6 хили СВ, СО, С1, С2, С3, С4, С5 маркалари кенг қўлланилади. Улар таркибидаги қўрғошин миқдори 99, 90-99, 95%. Қўрғошин қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги ρ = 10130 - 11350 кг/м^3;
- эриш температураси $t_{эр}$ = 327 °С;
- иссиқлик ўтказувчанлиги λ = 14,9 - 34,9 Вт/(м·К);
- солиштирма иссиқлик сиғими c_p = 0,13 кЖ/(кг·К);
- чизиқли кенгайиш коэффициенти $\chi = (12,3 - 14,9)\cdot 10^{-6}$ 1/К.

Қўрғошинни 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 қулай материал ҳисобланади. Никельнинг физик хоссалари қуйидагича:

- зичлиги ρ = 8830 - 8850 кг/м^3;
- эриш температура $t_{эр}$ = 1452 °С;
- иссиқлик ўтказувчанлиги λ = 55,0 - 56,0 Вт/(м·К);
- солиштирма иссиқлик сиғими c_p = 0,575 - 0,586 кЖ/(кг·К);
- чизиқли кенгайиш коэффициенти $\chi = (18,2 - 18,3)\cdot 10^{-6}$ 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 H_2SO_4 кислотасида каттик коррозияга учрайди. Лекин, шуни унутмаслик керакки, титандан ясалган қурилма, пўлатдан ясалганга нисбатан 8-10 баробар қимматдир. Титан қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги ρ = 4320 - 4500 кг/м^3;
- эриш температураси $t_{эр}$ = 1710 - 1750 °С;
- иссиқлик ўтказувчанлиги λ = 15,1 - 19,4 Вт/(м·К);
- солиштирма иссиқлик сиғими c_p = 0,543 - 0,635 кЖ/(кг·К);
- чизиқли кенгайиш коэффициенти $\chi = (8,0 - 8,4)\cdot 10^{-6}$ 1/К.

ТАНТАЛ - кул ранг - оқ металл. Ўта мустаҳкамлиги ва қийин суюлувчанлиги билан бошқа металлардан ажралиб туради. Унинг ташқари, юқори температураларда, титанга нисбатан кўпрок газларни ютиш қобилиятига эга. Тантал яхши болғаланувчан, штамплашга мойил ички ишқаланиш коэффициенти жуда катта бўлган металлдир.

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 металлар кимёвий бардош беролмаган ҳолларда қўллаш мақсадга мувофиқдир. Тантал қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги ρ = 16440 - 16600 кг/м^3;
- эриш температураси $t_{эр}$ = 3000°С;
- иссиқлик ўтказувчанлиги λ = 48,0 - 100 Вт/(м·К);
- солиштирма иссиқлик сиғими c_p = 0,136 - 0,2 кЖ/(кг·К);
- чизиқли кенгайиш коэффициенти $\chi = (5 - 99)\cdot 10^{-6}$ 1/К.

ЛАТУНЬ - мис ва рухдан иборат қотишма. Кўп компонентли латунь таркибига мис ва рухдан ташқари, алюминий, кремний, қўрғошин, никель, темир, марганец ва қалайлар кириши мумкин.

Латунь босим остида яхши ишлов бериладиган, анча мустаҳкам, қайишқоқлиги (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 ρ = 8500 кг/м^3;
- эриш температураси $t_{эр}$ = 940°С;
- иссиқлик ўтказувчанлиги λ = 105 - 116,3 Вт/(м·К);
- солиштирма иссиқлик сиғими c_p = 0,385 кЖ/(кг·К);
- чизиқли кенгайиш коэффициенти $\chi = 20{,}0\cdot 10^{-6}$ 1/К.

БРОНЗА - мис ва қалайлардан иборат қотишма. Ушбу кимёвий элементлардан ташқари, унинг таркибига кремний, алюминий, бериллийлар ҳам кириши мумкин.

Бронза мустаҳкамлиги, қайишқоқлиги, коррозияга бардошлиги, антифрикцион хоссалари билан ажралиб туради.

Бу материал ушбу физик хоссалари билан характерланади:

- зичлиги ρ = 935 - 1140 кг/м^3;
- эриш температураси $t_{эр}$ = 935 - 1140°С;
- иссиқлик ўтказувчанлиги λ = 32,0 - 105 Вт/(м·К);
- солиштирма иссиқлик сиғими c_p = 0,385 кЖ/(кг·К);
- чизиқли кенгайиш коэффициенти $\chi = (1{,}5 - 1{,}95)\cdot 10^{-6}$ 1/К.

ПЛАСТМАССАЛАР - юқори коррозион бардошликка ва мустаҳкамликка эга янги конструкцион материалдир. Пластмассаларни ишлаб чиқариш жараёнида мустаҳкамлигини, қайишқоклигини, рангини, ишлаш температурасини, иссиқлик ўтказувчанлигини яхшилаш ва такомиллаштириш мақсадида унга пластификатор, тўлдирувчи, ранг берувчи моддалар қушилади.

Ҳамма пластмассалар 2 гуруҳга бўлинади:

1) термопластлар; 2) реактопластлар.

Термопластлар иситилганда юмшаш, совитилганда қотиш хоссасига

эга ва бу жараённи бир неча марта қайтарса бўлади.

Реактопластлар эса, иситилганда эрийди ва маълум бир температурагача қиздирилса - котиб қолади ва қайта юмшамайди, эримайди.

ШИША ПЛАСТИКЛАР - полиэфир смолалар ва шиша толаларидан ташкил қилинган сунъий материал. Ундан йирик, ўлчамлари катта дистилляцион колонналар, скрубберлар, омборлар, диаметри 4,5 м, баландлиги 6 м ли идишлар ясаш мумкин. Шиша пластиклар 20°С ёки ундан озгина юқори температурада қиздирилса, полимеризация бўлади.

ФТОРОПЛАСТ-4. Қайишкоклиги юқори, электр токни ўтказмайдиган, иссиқликка чидамли, -200-+500°С температурада ишлатилиши мумкин. Кимёвий мухитларга ўта чидамлилиги, унинг яхши хоссаларидан биридир. Бу кўрсаткич буйича пластмассалар, Au, Pt, эмаль, махсус котишма ва бошқа материаллардан устундир.

Фторопласт-4 дан ҳар хил қалинликдаги листлар, трубалар, юпқа деворли цилиндрик идишлар, мембраналар, сильфонлар ва бошқа турли маҳсулотлар тайёрлаш мумкин.

Айникса, қурилмалар учун кистирма сифатида фойдаланишда унга тенг келадиган материал йўқдир.

Тўлдирувчисиз пластмассаларнинг чидамлилиги қуйидаги хоссалар билан характерланади:

1. Пенопластлар паст концентрацияли кислота, ишқор ва органик эритмаларга нисбатан чидамли. Аммо, H_2SO_4, олеум, HNO_3 ва концентрланган ишқорларга бардош бера олмайди;

2. Шиша пластиклар бензин, метанол, бўтанол, этил ацетат, 10% ли азот, фосфор ва водород хлорид кислоталарга нисбатан чидамли;

3. Фторопластлар хамма кислота ва ишқорларга нисбатан паст ва юқори температураларга чидамли. Оксидловчи кислота ва "царская водка" лар кайнаш жараёнида ҳам фторопласт уз хоссаларини йўқотмайди. Шу кунгача унинг эритувчиси топилмаган.

Аммо, натрий ёки калий, фтор ва учламчи фтор хлоридлар таъсирида емирилади.

Пластмассаларни металлар билан таккослаш шуни кўрсатадики, пластмассалар бир неча афзалликларга эга:

а) солиштирма огирлиги кичик; б) солиштирма мустаҳкамлиги юқори; в) технологик хоссалари яхши; г) коррозион 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/м²	*Деворнинг температураси, ° С*	
1	2	3	4	5
Оддий сифатли углеродли пўлат	Ст.3	5	-30 дан +400 гача	Обечайка, қопқоқ, фланец ва бошқа деталлар учун

			- 40 дан + 425 гача	Фланец, труба тўр пардаси ва бошқа деталлар учун
				Қурилма, идиш, иситкич обечайкалари, патрубкалари ва бошқа деталлари учун
оддий сифатли пероддли 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 пероддли 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 қурилмаларнинг 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 қурилмаларининг обечайка, копкок, 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 қурилмаларининг обечайка, копкок, фланец, болт, гайка ва бошқа деталлари учун
	2Х13			1Х13 материал қўлланиладиган

				соҳа учун, пайвандланмайдиган вал, ўқ, болт, гайка ва бошқа деталлар учун
	1Х13 Л 2Х13 Л	1,6		1Х13 материал қўлланиладиган соҳа учун, куйма, нефт кимё, қурилмаларининг кобиги, копкоги, фланец ва бошқа деталлари учун
Коррозия, иссиқлик-ка бардош ва иссиқлик-ка чидамли юқори легирланган пўлат	Х17			Озиқ-овқат, нефтни қайта ишлаш, азот кислотасини ишлаб чиқариш соҳасида узлукли. юклама таъсири йўқ, масъулияти кам қурилмаларнинг обечайка, днише, труба пакети, змеевик ва бошқа д.еталлар учун. Ушбу материал Х18 Н10Т пўлатнинг ўрнини босувчи материал сифатида тавсия этилади
	Х25ТЛ		- 20 дан + 700 гача	Х25Т пўлат қўлланиладиган соҳадаги куйма қурилмаларнинг кобиги, копкоги, фланец ва бошқа деталлари учун.
	Х28		- 20 дан + 600 гача	Суюк ва газли ўртача агрессив муҳитда юқори температурада ўзгармас ва ўзгарувчан юклама тушмайдиган, масъулияти кам кимёвий қурилмалар учун
	Х28АН		- 20 дан + 400 гача	Озиқ-овқат саноатида, ўртача агрессив муҳитларда ишлатиладиган, пайвандланган қурилмаларнинг обечайка, днише ва бошқа деталлари учун
	Х28Н4		- 20 дан + 700 гача	Газли коррозия шароитида ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, масъулияти кам кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днише ва бошқа деталлари учун
	1Х17Н2		- 20 дан + 600 гача	Паст ва ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днише ва бошқа деталлари учун
	1Х21Н5Т ОХ21Н5Т	6,4	- 100 дан + 600 гача	Ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмаларда Х18Н10Т пўлатнинг ўрнини қўллаш учун тавсия этилади
	ОХ21Н6М2			Юқори агрессив муҳитларда

Т			ишлайдиган пайвандланган кимёвий қурилмалардаги Х17Н13М2Т ўрнига қўллаш учун тавсия этилади.
ОХ17Н5Г9АБ	1,6	-196 дан +600 гача	Юқори агрессив муҳитларда ишлайдиган, ОХ17Т бардош беролмайдиган, пайвандланган қурилмаларда Х18Н10Т ўрнига қўллаш учун тавсия этилади.
			Чуқур совитиш усулида газларни ажратиш ва озиқ-овқат, гўшт-сут, спирт саноатларда ишлатиладиган пайвандланган идиш ва қурилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун.
Х14Г14Н3Т	4	-196 дан +500 гача	Чуқур совитиш усулида газларни ажратиш ва озиқ-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 патрубкалари ва бошқа деталлари учун
Х18Н9ТЛ			Юқори ва ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, кимёвий қуйма қурилмаларнинг кобиги, копкоги, фланец ва бошқа деталлари учун
Х17Н13М2Т	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
ОХ23Н28М2Т	0,07	-	Фторли бирикмалар бор иссиқ фосфор кислотаси ва паст концентрацияли 60°С ли юқори агрессив муҳитда ишлайдиган пайвандланган кимёвий

				қурилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун
	ОХ23Н28 М3 Д3Т			Сульфат кислота, таркибида фторли бирикмалар бор, +80°С дан кам бўлган температурали фосфор кислотали (32-50% P_2O_5) ва температураси +70 °С дан паст 25% ли кремний-фтор-водородли кислота муҳитла- рида ишлайдиган пайванд ланган кимёвий қурилмалар обечайка, днище ва бошқа деталлари учун
Икки каватли (биметал) пўлатлар	Ст.3+ОХ13	5	-40 дан +425 гача	Таркибида олтингугурт бор иссиқ муҳитларда ишлай- диган пайвандланган, нефть кимёси қурилмаларидаги обечайка, днище, патрубка ва бошқа деталлари учун
	20К+ОХ13	Чеклан маган	-40 дан +475 гача	
	12МХ+ОХ13		-40 дан +540 гача	
	Ст.3+Х18Н10Т	5	-30 дан +400 гача	Ўртача ва ўта агрессив муҳитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днище, патрубка ва бошқа деталлари учун
	20К+Х18Н10Т	Чеклан маган	-40 дан +400 гача	
	20К+Х17Н13М2Т			

5-4 жадвал

Қурилмалар ва труба қувурларининг қўзғалмас, йиғма бирикмаларини зичлаш учун тавсия этиладиган металмас қистирма материаллар

Қистирма материалининг номи	*Зичлиги ρ, кг/м³*	*Сортамент, мм*	
		Қалинлиги	*Лист ўлчамлари*
Картон, сув ўтказмайдиган	900÷1000	1; 1,5; 2; 2,5; 3	750x1500; 950x1500; 1000x1000; 1000x1500
Картон, А маркали	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-ишқор-бардош Резина, мой-бензинбардош	-	0,5÷10	эни 200÷1750 узунлиги 500÷10000
Пластикат полихлор – винилли	1300÷1500	1÷5	эни ≥ 600 узунлиги ≥ 1000
Фторо-пласт-4	2100÷2300	1,5; 2; 3; 4; 5	195x195; 240x240
Текстолит МА Фибра ФТ	1300÷1600 1100	0,5÷3,5 0,6÷2,5	250x250 эни 550x700; 1100÷1400 узунлиги 850x1500; 1700÷2300
Чарм техник	1100÷1500	2,5÷5	-

Жадвалда келтирилгандан ташқари, қуйидаги материаллар ҳам кистирма сифатида ишлатилади: мис (қуйдирилган), алюминий (юмшоқ), зангламайдиган пўлат, никель, монель, қўрғошин.

ИССИҚЛИК ҚОПЛАМАНИНГ ҚАЛИНЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Иссиқлик қопламасининг қалинлиги $\delta_{коп}$ унинг юзасидан атроф муҳитга ва қоплама қалинлигидан ўтаетган солиштирма иссиқлик миқдорларининг тенгламасидан топилади:

$$\alpha_{таш} \cdot (t_{д2} - t_{хаво}) = \frac{\lambda_к}{\delta_к} \cdot (t_{д1} - t_{д2}) \qquad (5.6)$$

бу ерда $\alpha_{таш}$ - иссиқлик қопламасининг ташқи юзасидан атроф муҳитга иссиқлик бериш коэффициенти [1]:

$$\alpha_{таш} = 9,3 + 0,058 \cdot t_{д2} \qquad (5.7)$$

$t_{д2}$ - иссиқлик қопламасининг ташқи муҳит томонидаги юзасининг температураси бўлиб , ёпиқ иншоотларда ишлатилаётган қурилмалар учун $t_{д2}$ = 35÷40°С, очиқ ҳавода ишлатилаётган қурилмалар учун эса, $t_{д2}$ = 0÷10°С; $t_{д1}$ - иссиқлик қопламасининг қурилма томонидаги температураси бўлиб , кўпинча $t_{д1} = t_{ис.буг}$; $t_{хаво}$ - атроф муҳит температураси, °С; $\lambda_к$ - қоплама материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м·К).

Иссиқлик қопламасининг қалинлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$\alpha_{таш} = 9,8 + 0,058 \cdot 40 = 11,6 \ Вт/(м^2 \cdot К)$$

Иссиқлик қопламасининг материали сифатида совелитни (85% магнезия+15% асбест) танлаймиз [18], чунки унинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $\lambda_к$ = 0,09 Вт/(м·К).

Унда, қопламанинг қалинлиги

$$\delta_к = \frac{0,09 \cdot (183,2 - 40,0)}{11,6 \cdot (40,0 - 20,0)} = 0,055 \ м$$

ИЛОВАЛАР

ИЛОВА 1

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 _____
гурух номери

_____
Ф.И.Ш. имзоси

"_____" _____

Лойиха рахбари

_____
Ф.И.Ш.

"_____" _____

Лойиха _____ баҳога ҳимоя қилинган.

Хайъат; _____
имзо, Ф.И.Ш.

_____
имзо, Ф.И.Ш.

"_____" _____ 200 й.

Қовушоқликнинг атом константалари

Атомлар	*H*	*O*	*N*	*Cl*	*Br*	*I*	*C*
Атом конс-танталари	*2,7*	*29,7*	*37,0*	*60,0*	*79,0*	*110,0*	*50,2*

Тартиб рақами	*Боғ ва гурухларнинг 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 гурухи: 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	$(R)_2CH - CH(R)_2$	+8,0
8	$R - C(R)_3$	+13,0
9	$R - C(=O)H$	+16,0
10	$R - C(=O)CH_3$	+5,0
11	-CH=CHCH$_2$X (X - манфий гурух)	+4,0
12	$(R)_2CH - X$ (X - манфий гурух)	+6,0
13	OH	+24,7
14	COO	-19,6
15	COOH	-7,9
16	NO_2	-16,4

ИЛОВА 3

Баъзи газлар учун $\sqrt{MT_{кр}}$ нинг кийматлари

Газ	*M*	$T_{кр}$	$\sqrt{MT_{кр}}$
Сув буғи	18	647	108
Ҳаво	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

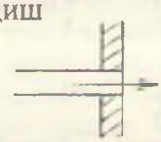
ИЛОВА 4

Суюклик ва эритмаларнинг сиртий таранглиги

Суюклик	*Температура, °C*	*Сирт таранглик, $\sigma \cdot 10^3$, Н/м*
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_2CO_3	+20	77,0
NH_4Cl	+20	74,5
KNO_3	+20	73,6

ИЛОВА 5

Маҳаллий қаршиликлар коэффициентлари

Қаршиликлар тури	***Маҳаллий қаршилик коэффициентларининг қийматлари***
Трубага кириш	Ўткир қиррали: $\varsigma = 0,5$ Силлиқланган қиррали: $\varsigma = 0,2$
Трубадан чиқиш 	(1.49) формула ёрдамида Δр хисобланса [4,5], ушбу ς қаршилик қиймати ҳисобга олинмайди $\varsigma = 1$
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–трубанинг диаметри, м.	$\frac{\sigma}{d_o} = 0 - 0,015$ бўлганда, босимнинг йўқотилиши $\Delta p = \varsigma \cdot \frac{\rho w^2}{2}$ га тенг бўлади. ς нинг қиймати ушбу жадвалдан ς топилади.
	m 0,02 0,06 0,1 0,14 0,18 [illegible] ς 7000 730 245 117 65,5 [illegible] m 0,24 0,2 0,34 0,5 0,7 [illegible] ς 32,0 22,3 13,1 4,00 0,97 [illegible]
Думалоқ ёки тўртбурчак кўндаланг кесимли тирсак	Қаршилик коэффициенти қуйидаги жадвалдан топилади ζ=ΛB

 d-трубанинг ички диаметри, м; R_o - трубанинг букланиш радиуси	φ бурчаги, градус 20 45 90 130 180 A 0,31 0,6 1,0 1,120 1,40 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	Шартли ўтиш, мм 12,5 25 37 50 ζ 2,2 2 1,6 1,1
Нормал вентиль	Вентиль тўлиқ очиқ бўлганда қийматлари: 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	$Re \geq 3 \cdot 10^5$ бўлганда ζ қуйидаги жадвалдан аниқланади: D, мм 25 50 76 150 250 ζ 1,04 0,79 0,60 0,42 0,32 $Re < 3 \cdot 10^5$ бўлганда, қаршилик коэффициент $\zeta = \zeta_1 \cdot K$ ζ қиймати $Re > 3 \cdot 10^5$ дагидек топилади, K қиймати эса ушбу жадвалда берилган: Re 5000 20000 100000 300000 K 1,40 0,94 0,91 1
Кран	Шартли ўтиш диаметри, мм 13 19 25 32 38 50 ва юқори 4 2 2 2 2 2

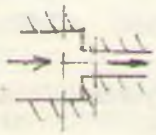
Задвижка	Шартли ўтиш Диаметри, мм	15-10	175-200	300 ва юқори
	ζ	0,5	0,25	0,15

Трубанинг бирдан кенгайиши

$Re = \frac{w_o \cdot d_o}{\nu}$	F_o / F_1					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
10	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
100	1,70	1,40	1,20	1,10	0,90	0,80
1000	2,0	1,60	1,30	1,05	0,90	0,60
3000	1,00	0,70	0,60	0,40	0,30	0,20
3500 ва ундан юқори	0,81	0,64	0,50	0,36	0,25	0,16

F_o – кичик кўндаланг кесим юзаси, м^2; w – кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, м/с; F_1–катта кўндаланг кесим юзаси, м.

Трубанинг бирдан торайиши



$Re = \frac{w_o \cdot d_o}{\nu}$	F_o / F_1					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
10	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
100	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80
1000	0,64	1,60	1,44	1,35	0,30	0,25
3000	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,25
3500 ва ундан юқори	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,25

F_o - кичик кўндаланг кесим юзаси, м^2; w – кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, м/с; F_1–катта кўндаланг кесим юзаси, м.

ИЛОВА 6

Марказдан қочма насосларнинг* техник характеристикалари

Марка	*Q, м³/с*	*H, м*	*n, с⁻¹*	$\eta_н$	*Электродвигатель*		
		сувюк.уст			*тури*	$N_н$, *кВт*	$\eta_{дв}$
Х2/25	$4{,}2\cdot10^{-4}$	25	50	-	АОЛ-12-2	1,1	-
Х8/18	$2{,}4\cdot10^{-3}$	11,3	48,3	0,40	АО2-31-2	3	-
		14,8			-		
		18			ВАО-31-2	3	0,82
Х8/30	$2{,}4\cdot10^{-3}$	17,7	48,3	0,50	АО2-32-2	4	-
		24			-		
		30			ВАО-32-2	4	0,83
Х20/18	$5{,}5\cdot10^{-3}$	10,5	48,3	0,60	АО2-31-2	3	-
		13,8			-		
		18			ВАО-31-2	3	0,82
Х20/31	$5{,}5\cdot10^{-3}$	18	48,3	0,55	АО2-41-2	5,5	0,87
		25			-	-	-
		31			ВАО-41-2	5,5	0,84
Х20/53	$5{,}5\cdot10^{-3}$	34,4	48,3	0,50	АО2-52-2	13	0,89
		44	-	-	-	-	-
		53			ВАО-52-2	13	0,87
Х45/21	$1{,}25\cdot10^{-2}$	13,5	48,3	0,60	АО2-51-2	10	0,88
		17,3			-	-	-
		21			ВАО-31-2	10	0,87
Х45/31	$1{,}25\cdot10^{-2}$	19,8	48,3	0,60	АО2-52-2	13	0,89
		25			-	-	-
		31			ВАО-52-2	13	0,87
Х45/54	$1{,}25\cdot10^{-2}$	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
Х90/19	$2{,}5\cdot10^{-2}$	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
Х90/33	$2{,}5\cdot10^{-2}$	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
Х90/49	$2{,}5\cdot10^{-2}$	31,4	48,3	0,70	АО2-71-2	22	0,88
		40			АО2-72-2	30	0.89
		49			АО2-81-2	40	-
Х90/85	$2{,}5\cdot10^{-2}$	56	48,3	0,65	АО2-81-2	40	-
		70			АО2-82-2	55	-
		85			АО2-91-2	75	0,89
Х150/29/2	$4{,}5\cdot10^{-2}$	20	48,3	0,65	ВАО-71-2	30	0,89
		24			АО2-72-2	30	0.89
		29			АО2-81-2	40	-
Х150/49/2	$4{,}5\cdot10^{-2}$	33	48,3	0,75	АО2-81-2	40	-
		40,6			АО2-82-2	55	-
		49			АО2-91-2	75	0.89

Х160/29	$4,5\cdot10^{-2}$	29	24,15	0,60	АО2-81-4	40	-
Х280/29	$8\cdot10^{-2}$	21 25 29	24,15	0,78	АО2-82-4 АО2-91-4 АО2-91-4	40 55 75	- - 0,92
Х280/42	$8\cdot10^{-2}$	29,6 35 42	24,15	0,70	АО2-91-4 - АО2-92-4	75 - 100	0,92 - 0,93
Х280/72	$8\cdot10^{-2}$	51 62 72	24,15	0,70	АО-101-2 АО-102-2 АО-103-2	125 160 200	0,91 0,92 0,93
Х500/25	$1,5\cdot10^{-1}$	19 22 25	16	0,80	АО2-91-6 - АО2-92-6	55 - 75	0,92 - -
Х500/37	$1,5\cdot10^{-1}$	25 31,2 37	16	0,70	АО-102-6 - АО-103-6	125 - 160	0,92 - 0,93

* - кимёвий фаол ва нейтрал суюкликларни узатиш учун мўлжалланган суюклик таркибидаги каттиқ заррачалар миқдори 0,2% ошмаслиги керак.

ИЛОВА 7

Марказдан кочма, кўп боскичли* насосларнинг техник характеристикалари

Марка	*Q, м³/с*	*H, м суюк.уст.*	*n, с⁻¹*	$\eta_н$	$N_н$, кВт
ПЭ 65-40	$1,8\cdot10^{-2}$	440	50	0,65	108
ПЭ 65-53	$1,8\cdot10^{-2}$	580	50	0,65	143
ПЭ 100-53	$2,8\cdot10^{-2}$	580	50	0,68	210
ПЭ 150-53	$4,2\cdot10^{-2}$	580	50	0,70	305
ПЭ 150-63	$4,2\cdot10^{-2}$	700	50	0,70	370
ПЭ 250-40	$6,9\cdot10^{-2}$	450	50	0,75	370
ПЭ 250-45	$6,9\cdot10^{-2}$	500	50	0,75	410

* - pH7-9,2, температура 165°С дан кўп бўлмаган ва таркибида каттиқ заррачалар бўлмаган суюкликларни узатиш учун мўлжалланган.

ИЛОВА 8

Марказдан кочма, кўп боскичли, секцияли насосларнинг техник характеристикаси

Марка	*Q, м³/с*	*H, м суюк.уст.*	*n, с⁻¹*	$\eta_н$	$N_н$, *кВт*
ЦНС 13-70	$3{,}61\cdot10^{-3}$	70	50	0,48	5,40
ЦНС 13-350	$3{,}61\cdot10^{-3}$	350	50	0,49	26,00
ЦНС 38-44	$1{,}05\cdot10^{-2}$	44	50	0,67	7,00
ЦНС 38-66	$1{,}05\cdot10^{-2}$	66	50	0,67	10,50
ЦНС 60-50	$1{,}67\cdot10^{-2}$	50	25	0,67	13,0
ЦНС 60-75	$1{,}67\cdot10^{-2}$	75	25	0,67	19,5
ЦНС 60-330	$1{,}67\cdot10^{-2}$	330	50	0,71	77,0
ЦНС 105-343	$2{,}92\cdot10^{-2}$	343	50	0,74	136,5
ЦНС 105-490	$2{,}92\cdot10^{-2}$	490	50	0,74	165,0
ЦНС 180-340	$5{,}0\cdot10^{-2}$	340	25	0,74	232
ЦНС 180-500	$5{,}0\cdot10^{-2}$	500	50	0,72	350
ЦНС 180-600	$5{,}0\cdot10^{-2}$	600	50	0,72	420
ЦНС 180-700	$5{,}0\cdot10^{-2}$	700	50	0,72	490
ЦНС 300-540	$8{,}33\cdot10^{-2}$	540	25	0,76	594
ЦНС 300-600	$8{,}33\cdot10^{-2}$	600	25	0,76	660
ЦНС 300-650	$8{,}33\cdot10^{-2}$	650	50	0,76	700
ЦНС 500-320	$1{,}39\cdot10^{-1}$	320	25	0,76	580
ЦНС 500-480	$1{,}39\cdot10^{-1}$	480	25	0,77	870
ЦНС 500-560	$1{,}39\cdot10^{-1}$	560	25	0,77	1015
ЦНС 500-640	$1{,}39\cdot10^{-1}$	640	25	0,77	1160

ИЛОВА 9

Ўқли насосларнинг техник характеристикалари

Марка	*Q, м³/с*	*H, м суюк.уст.*	*n, с⁻¹*	$\eta_н$
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 0,90	4,5 8,0	12,15 12,15	0,85 0,85
ОВ8-47	0,70	11,0	16	0,86
ОВ5-55	1,45	11,0	16	0,85
ОВ6-55	0,94 1,25	4,5 7,5	12,15 16	0,84 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 1,90	4,7 7,3	9,75 12,15	0,83 0,83
ОВ8-70	1,85	16,0	12,15	0,86

ИЛОВА

Ўқли циркуляцион насосларнинг техник характеристикалари

Марка	*Q, м³/с*	*H, м сувок.уст.*	*n, с⁻¹*	*Электродвигатель*		
				тип	*$N_н$, кВт*	*$\eta_н$*
ОХ2-23Г	0,111	4,5	24,1	АО2-62-4	17	[illegible]
ОХ6-34ГА	0,278	4,5	24,5	АО2-81-4	40	[illegible]
ОХ6-34Г	0,444	4,5	24,5	АО2-82-4	55	[illegible]
ОХ6-46	0,693	4	16,4	МА-36-51/6	100	[illegible]
ОХ6-54Г	0,971	4,5	16,3	АО-102-6М	125	[illegible]
ОХ6-70ГС-1	1,75	4,5	12,2	АО (ДА 30) 12-35-8	200	[illegible]
ОХ6-70ГС-2	2,22	4,5	12,2	АО (ДА 30) 12-55-8	250	[illegible]
ОХ6-87Г-1	2,22	3,5-4,5	9,8	АО (ДА 30) 12-55-10	320	[illegible]
ОХ6-87Г-2	2,78	3,5-4	9,8	АО (ДА 30) 12-55-10	320	[illegible]

. ИЛОВА

Кичик унимдорлик уюрмавий насосларнинг техник характеристикалари

Марка	*Q, м³/с*	*H, м вод. ст.*	*n, с⁻¹*	*$\eta_н$*
AN-0,5/18	0,00040 0,00050 0,00058	24 18 12	24,15	0,38
AE-1/16	0,00080 0,00100 0,00106	22 16 14	24,15	0,25
AE-1,25/25	0,00110 0,00125 0,00140	29 25 21	24,15	0,27

ИЛОВА 12

Плунжерли насосларнинг техник характеристикалари

Марка	*Q, м³/с*	*H, м.сув.уст.*	*Электродвигатель*			
			тип	*n, с⁻¹*	*$N_н$, кВт*	*$\eta_{дв}$*
НД 630/10	$1,75\cdot10^{-4}$	100	ВАО-21-4	25	1,1	0,76
НД 1000/10	$2,78\cdot10^{-4}$	100	АО2-31-4	25	2,2	-
НД 1600/10	$4,45\cdot10^{-4}$	100	АО2-32-4 ВАО-32-4	25 -	3,0 3,0	- 0,82
НД 2500/10	$6,95\cdot10^{-4}$	100	АО2-32-4 ВАО-32-4	25 -	3,0 3,0	- 0,82
ДК-64	$1,75\cdot10^{-4}$	630	ВАО-31-4	25	3,0	0,82
ХТр10/100	$2,78\cdot10^{-4}$	1000	ВАО-82-2	25	55	-

ИЛОВА 13

Уч плунжерли насосларнинг техник характеристикаси

Марка	*Q, м³/с*	*Чикишдаги босим МПа*
ПТ-1-0,63/400	$1,75\cdot10^{-4}$	40
ПТ-1-1/400	$2,78\cdot10^{-4}$	40
ПТ-1-1/250	$2,78\cdot10^{-4}$	25
ПТ-1-1,6/250	$4,44\cdot10^{-4}$	25
ПТ-1-1,6/160	$4,44\cdot10^{-4}$	16
ПТ-1-2,5/160	$6,95\cdot10^{-4}$	16
ПТ-1-2,5/100	$6,95\cdot10^{-4}$	10
ПТ-1-4/100	$1,11\cdot10^{-3}$	10
ПТ-1-4/63	$1,11\cdot10^{-3}$	6,3
ПТ-1-6,3/63	$1,75\cdot10^{-3}$	6,3
ПТ-1-6,3/40	$1,75\cdot10^{-3}$	4
ПТ-1-10/40	$2,78\cdot10^{-3}$	4
ПТ-1-10/25	$2,78\cdot10^{-3}$	2,5
ПТ-1-16/25	$4,44\cdot10^{-4}$	2,5
ПТ-1-10/100	$2,78\cdot10^{-3}$	10
Т-2-1,6/630	$4,44\cdot10^{-4}$	63
Т-2-2,5/400	$6,95\cdot10^{-4}$	40
Т-2-4/250	$1,11\cdot10^{-3}$	25
Т-2-2,5/250	$6,95\cdot10^{-4}$	25
Т-2-6,3/160	$1,75\cdot10^{-3}$	16
Т-2-10/100	$2,78\cdot10^{-3}$	10
Т-2-16/63	$4,44\cdot10^{-3}$	6,3
Т-2-25/40	$6,95\cdot10^{-3}$	4,0
Т-2-40/25	$1,11\cdot10^{-2}$	2,5

ИЛОВА 14

Марказдан кочма вентиляторларнинг техник характеристикалари

Марка	*Q, м³/с*	*ρgH, Па*	*n, с⁻¹*	*Электродвигатель*		
				тип	*N, кВт*	$\eta_{дв}$
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	-	-	-

*Кичик унумдорликка эга вентиляторлар**

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

ИЛОВА 15

Газодувкаларнинг [illegible] характеристикалари

Марка	*Q, м³/с*	*ρgH, Па*	*n, с⁻¹*	*Электродвигатель*		
				тип	*$N_{дв}$, Квт*	[illegible]
ТВ-25-1.1	0,833	10000	48,3	АО2-71-2	22	[illegible]
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	[illegible]
ТВ-250-1,12	4,16	12000	48,3	АО2-71-2	100	[illegible]
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	[illegible]
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	-

ИЛОВА 16

Этил спирти-сув аралашмасининг кайнаш температураси, суюклик ва бугининг мувозанат таркиблари

Суюкликдаги спирт миқдори		*Қайнаш температураси, °С*	*Бугдаги спирт миқдори*		*Суюкликдаги спирт миқдори*		*Қайнаш температураси, °С*	*Бугдаги 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

ИЛОВА 17

Сув-спирт эритмаларнинг солиштирма иссиклик сигими (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

ИЛОВА 18

Сув буғи тўйинган холатда (босим буйича)

$P \cdot 10^3$, Па	t, °C	i, кЖ/кг	r, кЖ/кг	i', кЖ/кг
10	45,83	2584,4	2392,6	191,84
20	60,09	2609,6	2351,1	251,46
30	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

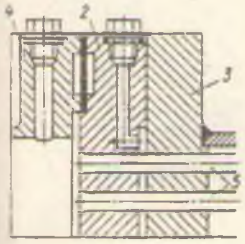
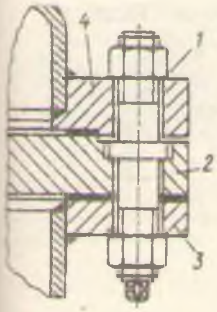
ИЛОВА 19

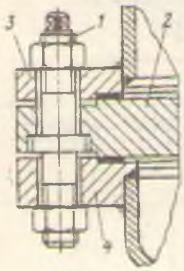
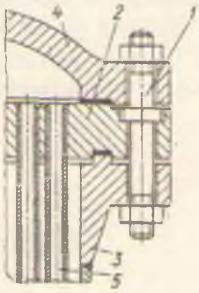
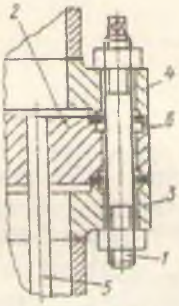
Сув-спирт буғларининг конденсацияланиш температураси ва 10^5 Па босимдаги энтальпияси

Буғ таркибидаги спирт ҳажми, % мас.	Конденсацияланиш температураси, °C	Суюқлик энтальпияси i, кЖ/кг	Буғ ҳосил қилиш иссиқлиги r, кЖ/кг	Буғнинг энтальпияси i, кЖ/кг	Буғнинг зичлиги ρ, кг/м³
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

ИЛОВА 23

Кожух фланецининг кўзғалмас труба тўр пардаси билан бирлаштиришнинг типик усуллари

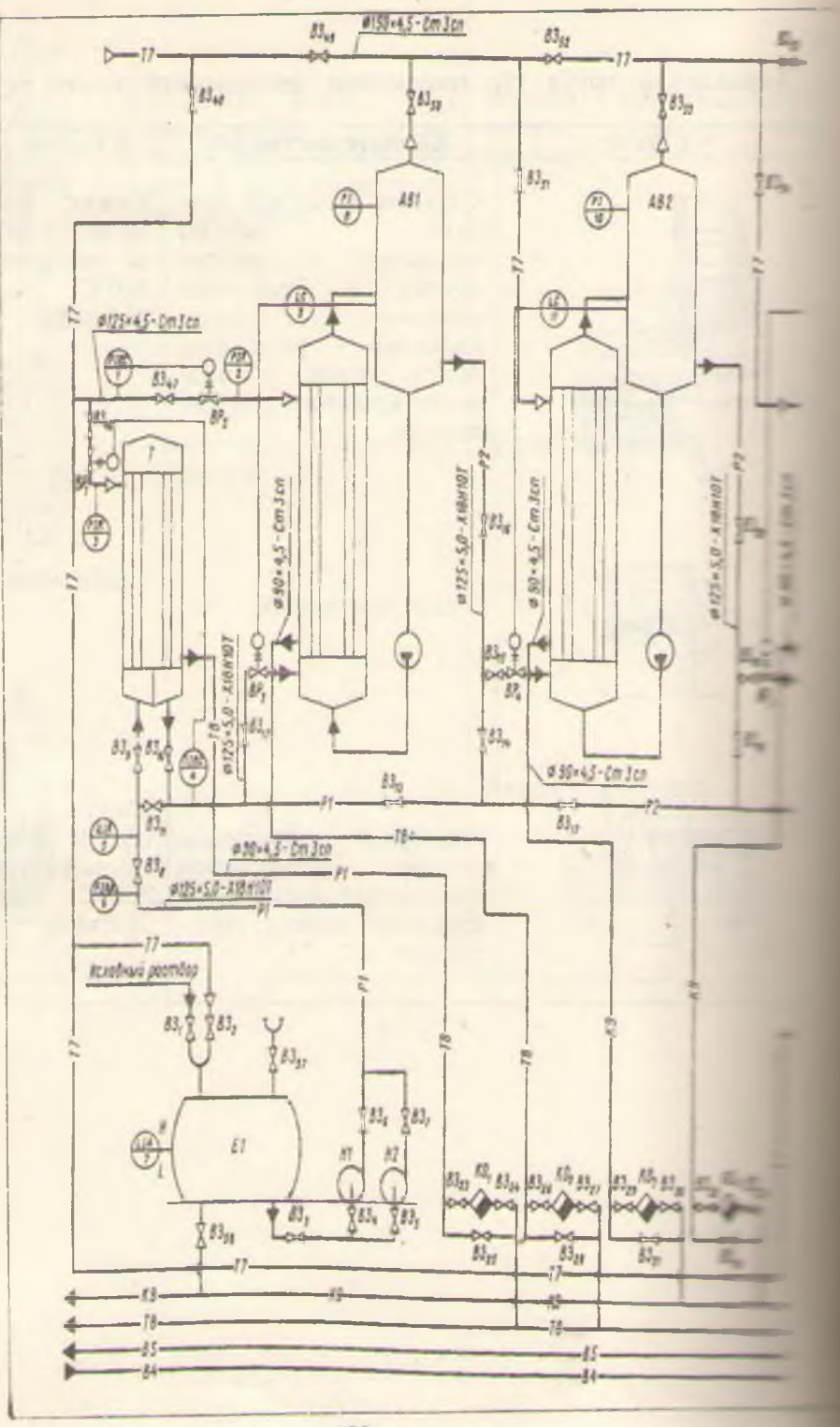
Зичлаш схемаси	*Характеристикаси*	*Қўллаш соҳаси*
	«Бўртиқ (труба тўр пардаси) - ботиқ (қопқоқ фланецида)» типидаги бирикмаларни зичлаш шпилька 1 ёрдамида амалга оширилади.	Кожух ичидаги босим 1 МПа бўлган кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси
	Икки қаватли тўр пардалар. Трубалар иккала (2 ва 3) тўр пардаларда развальцовка қилинади. Пастки тўр парда 3 кожухга пайвандланади ва унинг фланеци бўлиб хизмат қилади.	Трубалараро бўшлиқда юқори босим остида, агрессив ёки атроф муҳитни ифлослантирувчи суюқлик харакат қилганда.

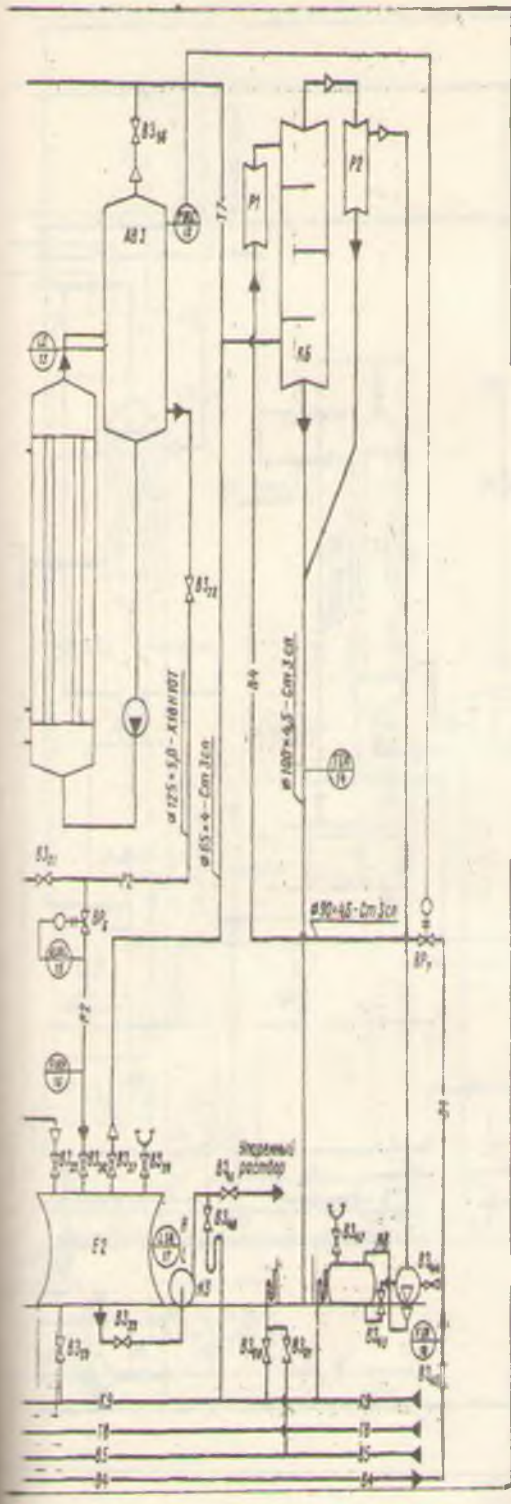
	«Бўртиқ (труба тўр пардасининг икки томонида) – ботиқ (кожух 3 ва копкок фланецлари 4)».	Зичлаш бирикмаларига юқори талаблар қўйилганда
	«Шип-паз» типидаги бирикма	Худди аввалгидек
	Фланецлар 3 ва 4 да халқа чукурчали 6 ва труба тўр парда 2 ларда «бўртиқ-ботиқ» типидаги бирикма	Худди аввалгидек

ИЛОВА 24

Харакатчан труба тўр пардасини зичлашнинг баъзи усуллари

Схема	*Характеристикаси*	*Қўллаш соҳаси*
	Сальник ёрдамида зичлаш. Зичлаш халқалари махсус втулка 4 ёрда-мида сиқилади. Агарда, халқалар резинадан бўлса унинг уланиш жойи вулканизация қилинади	Кожух ичидаги босим 2 МПа дан ва темпе-ратураси 300°С дан кам бўлганда
	Худди аввалгидек	Худди аввалгидек
	Мембрана ёрдамида зичлаш. Мембранани махкамлаш шпилька 4 ёрдамида амалга оширилади	Кожух ичида юқори босим ва темпе-ратураси 300°С дан кам бўлганда

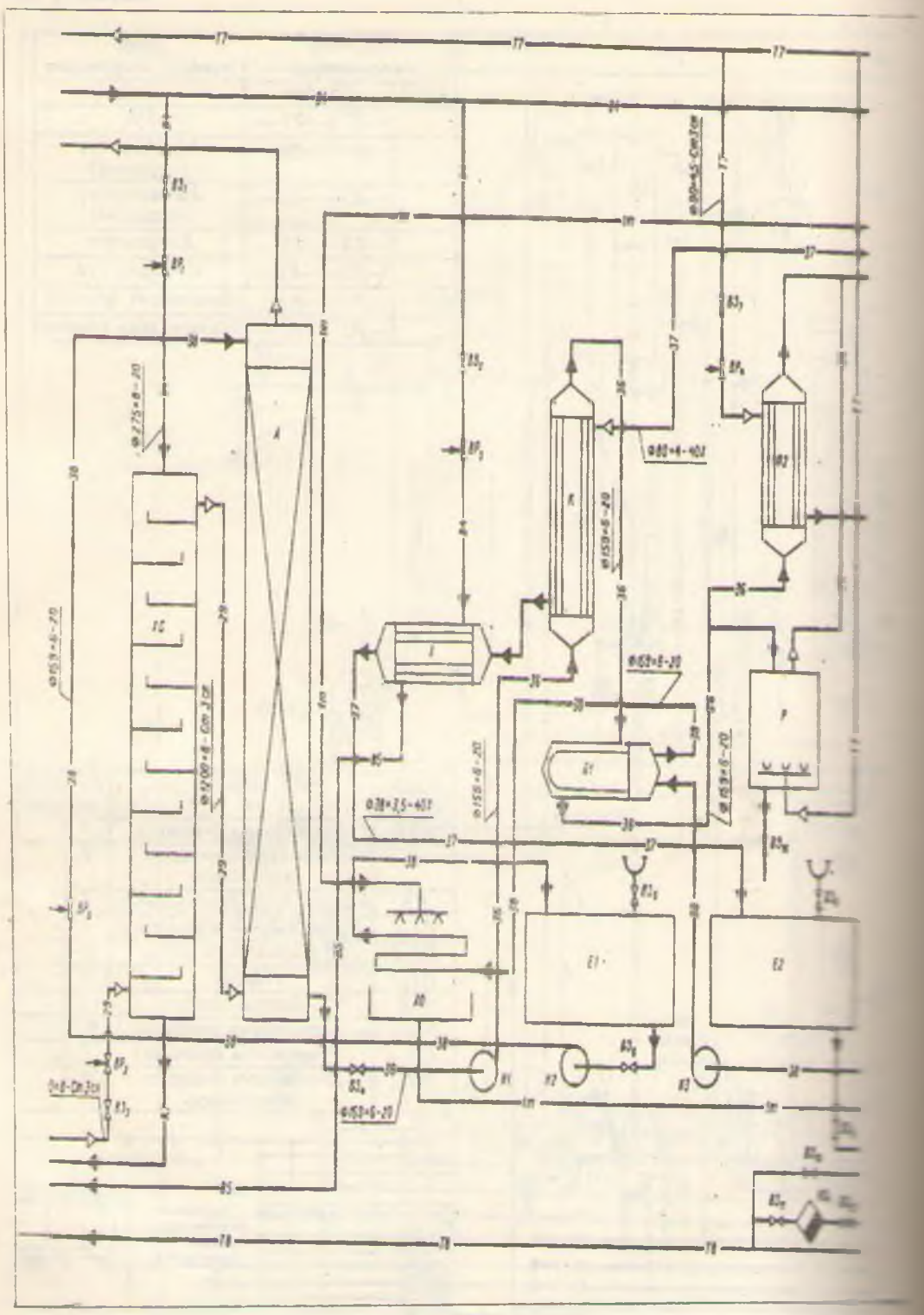

ø150×4,5-Ст3сп
ø125×4,5-Ст3сп
ø90×4,5-Ст3сп
ø125×5,0-Х18Н10Т
Исходный раствор
АВ1
АВ2
Е1
Т
Н1
Н2
Т7
Т8
Р1
Р2
К3
К4
К5



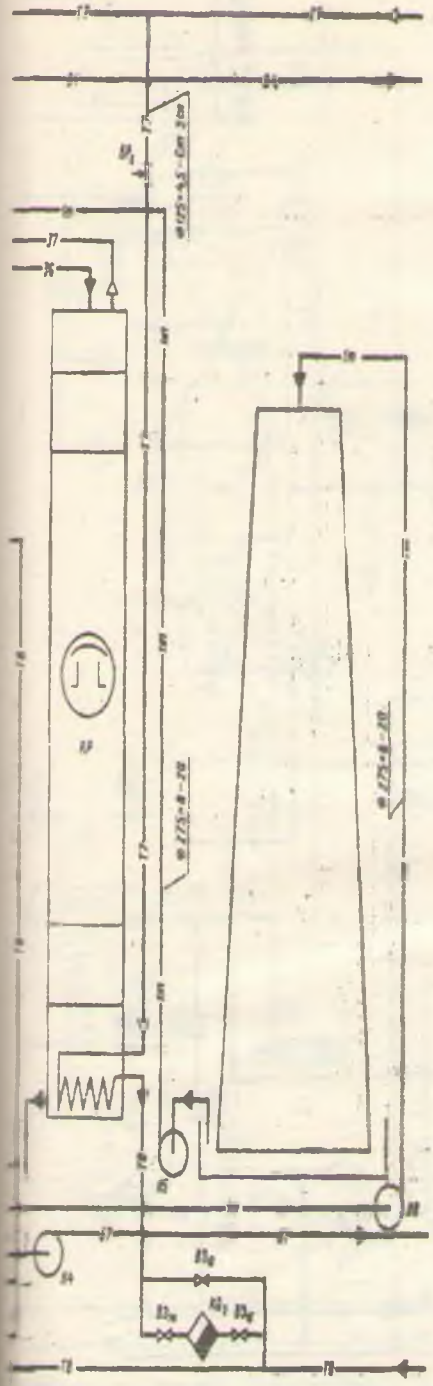
Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг
Харф	График	номи
	—T7——T7—	Буг
	—B4——B4—	Айланма сув (киришда)
	—B5——B5—	Айланма сув (чиқишда)
	—T8——T8—	Конденсат
	—K9——K9—	Ишқорли сув
	—P1——P1—	Бошлангич эритма
	—P2——P2—	Буглатилган эритма

Белгиланиши	Номи	сони	Эслатма
AB1	Буглатиш қурилмаси	3	
T	Иссиқлик алмашиш қурилмаси	1	
КБ	Барометрик конденсатор	1	
P1-2	Кенгайтириш қурилмаси	2	
E1-2	Суюқлик учун идиш	2	
H1-3	Насос	3	
HB	Вакуум-насос	1	
$BЗ_{1-61}$	Беркитувчи вентиль	61	
BP_{1-7}	Ростловчи вентиль	7	
KO_{1-4}	Конденсат чикариш мосламаси	4	

Ул.Лис	№ Хужжат	Имза	Сана	МХТИ. 066612.001 ТЗ	
Яратув.				Уч корпусли буглатиш қурилмасининг технологик схемаси	Адаб / Масс / Мас
Текши					
Т.назар					Лист / Листлар
Раҳбар					
Нор.кон					
Тасдик					



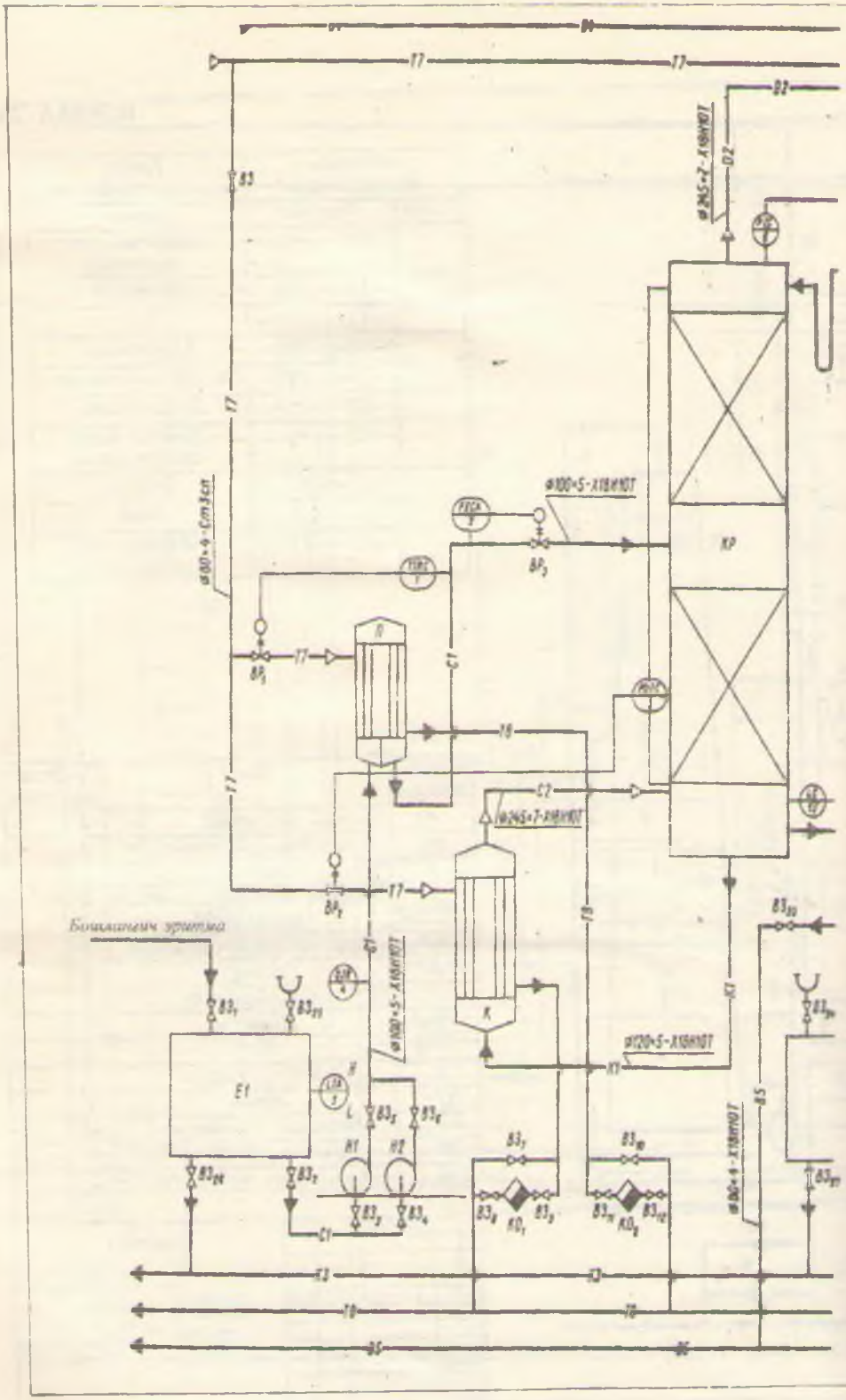
ИЛОВА 26

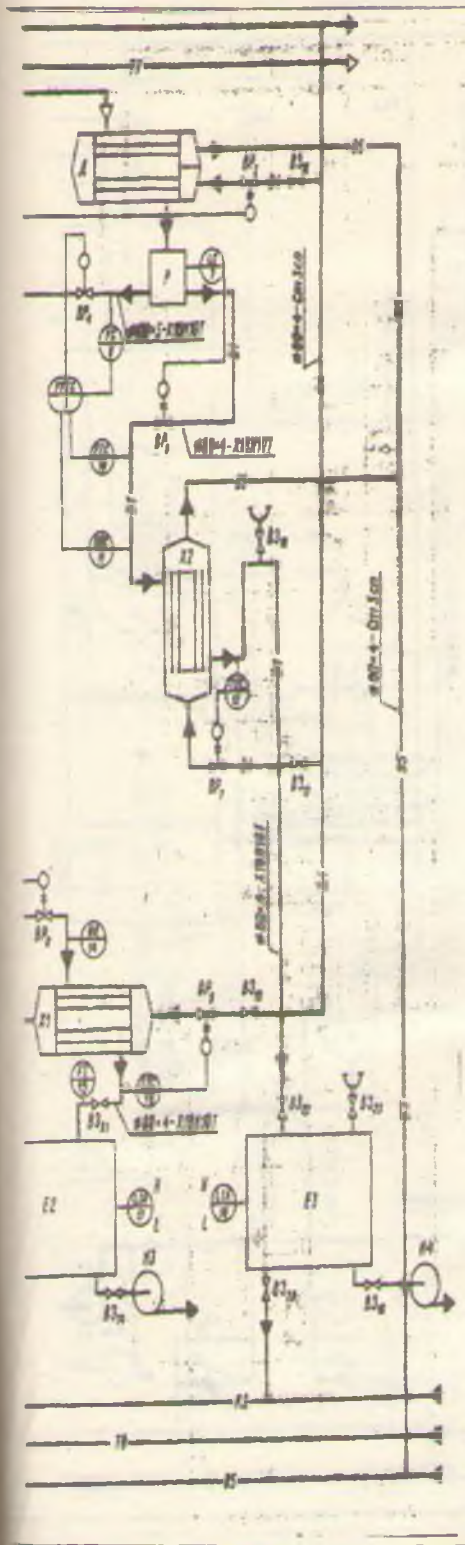


Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг
Ҳарф	График	номи
	—В4——В4—	Айланма сув (киришда)
	—1т——1т—	Илиқ сув
	—Т7——Т7—	Буг
	—Т8——Т8—	Конденсат
	—29——29—	Газ-буг аралашмаси
	—К7——К7—	Канализация
	—36——36—	Бензол-мой аралашмаси
	—37——37—	Бензол
	—38——38—	Мой
	—85——85—	Айланма сув (қайтишда)

Белгиланиши	Номи	Сони	Эсланма
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		
Изм.	Лис	№ Хужж.	Имз	Сана	Адсорбион қурилманинг технологик схемаси	Адаб	Масс	Мас
Ярапув.								
Текшир.								
Т.назар.						Лист	Листлар	
Раҳбар								
Нор.кон.								
Тасдиқ.								

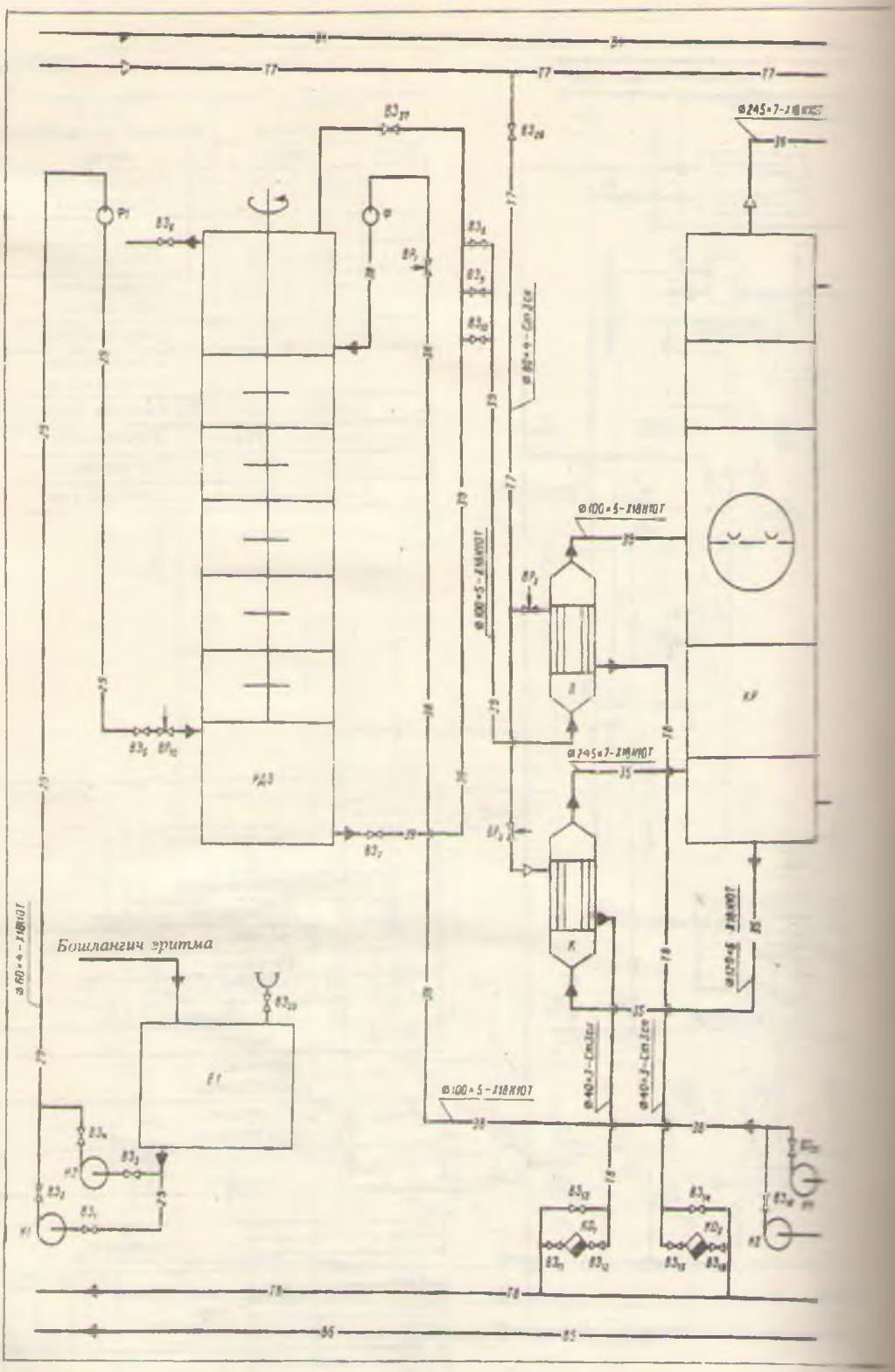

Бункаштаны эрітпе
КР
К
С1
Н1
Н2
КО1
КО2

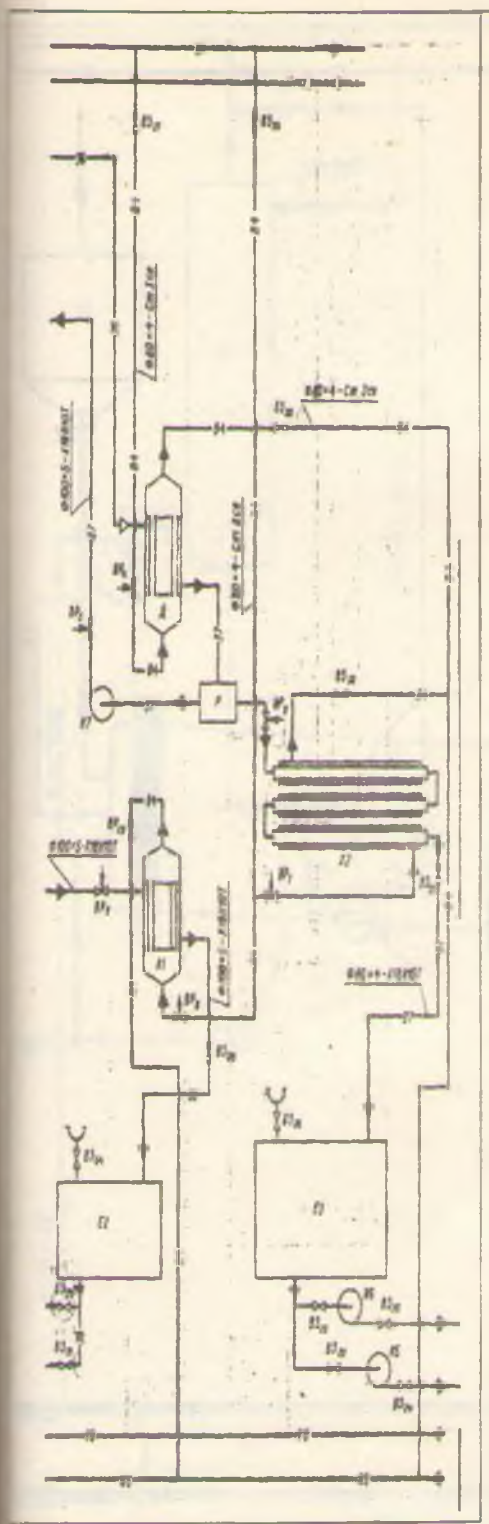


Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Харф	График	
	—В4——В4—	Айланма сув (киришда)
	—Т7——Т7—	Буг
	—Т8——Т8—	Конденсат
	—С1——С1—	Бошлангич аралашма
	—К3——К3—	Канализация
	—С2——С2—	Буг-суюқлик аралашмаси
	—D2——D2—	Дистиллят буглари
	—D1——D1—	Дистиллят
	—К1——К1—	Куб қолдиги
	—В5——В5—	Айланма сув

Белгиланиши	Номи	Сони	Эслатма
КР	Ректификацион колонна	1	
Д	Дефлегматор	1	
К	Қайнатгич	1	
П	Иситгич	1	
Х1-2	Совитгич	2	
Е1-3	Идиш	3	
Р	Тақсимлагич	1	
И1-4	Насос	4	
$ВР_{1-9}$	Вентиль, ростловчи	9	
$ВЗ_{1-28}$	Вентиль, беркитувчи	28	
$КО_{1-2}$	Конденсат чиқарувчи	2	

					00.00.000 ТЗ		
Улч.Лиг	№ Хужжат	Имзо	Сана	Ректификацион қурилманинг технологик схемаси	Адаб	Масс	Мис
Яратув							
Текши.					Лист	Листлар	
Т.назар							
Раҳбар							
Нор.кон							
Тасдиқ							

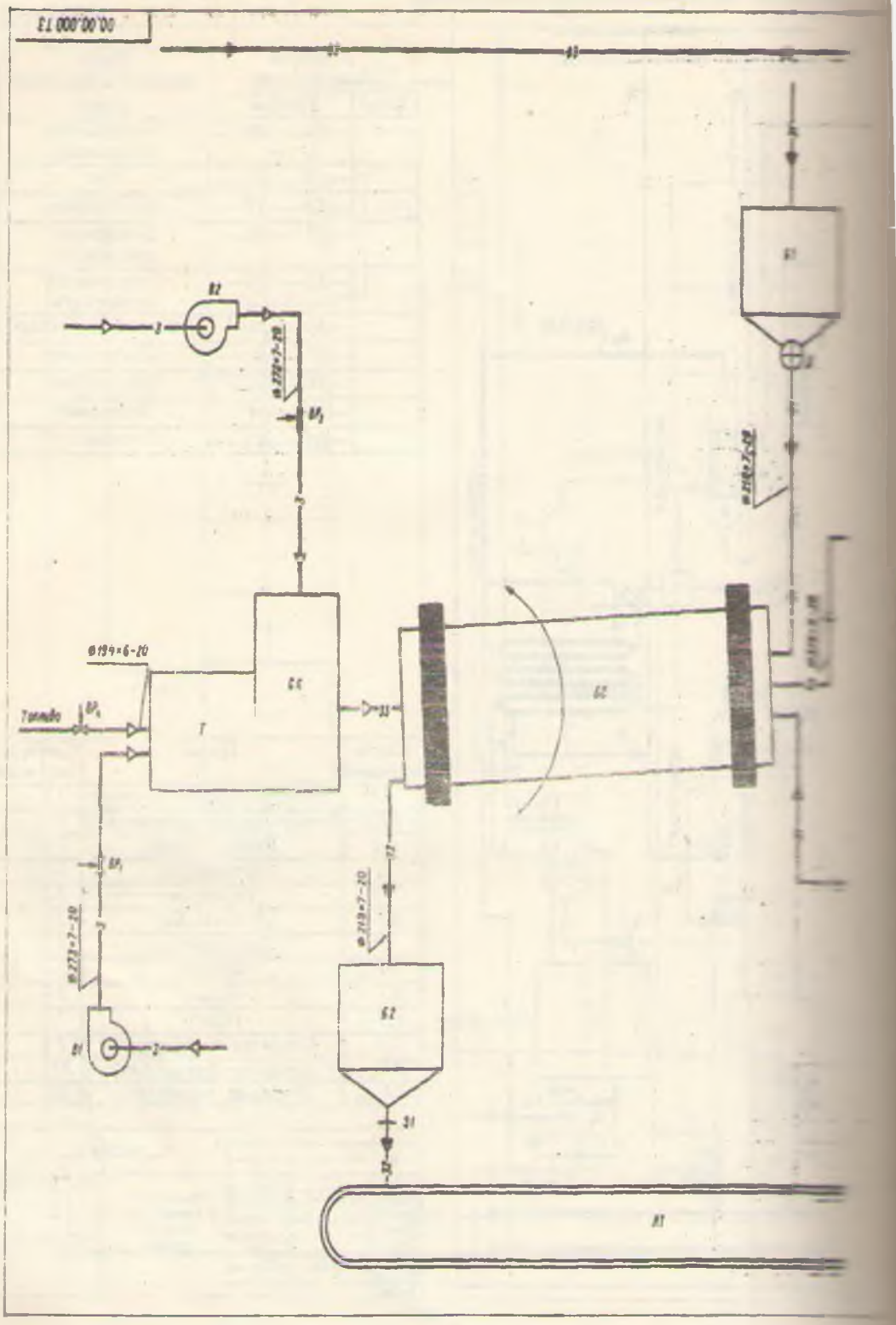

Бошланғич эритма

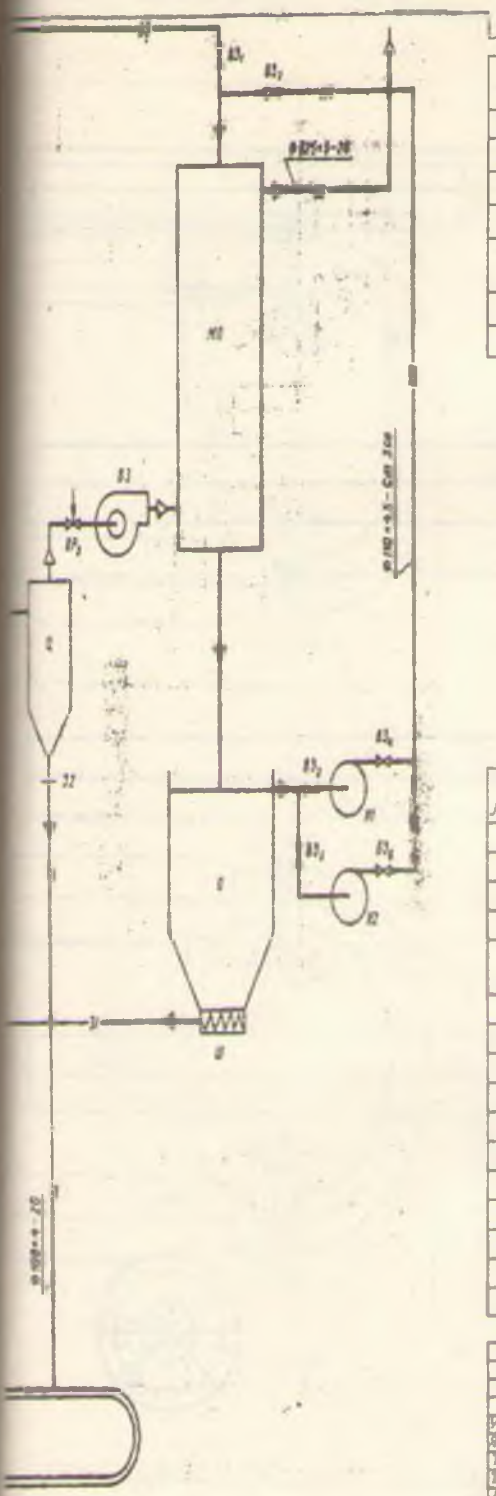


Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Ҳарф	График	
	—В4——В4—	Айланма сув (киришда)
	—Т7——Т7—	Буг
	—Т8——Т8—	Конденсат
	—29——29—	Бошлангич аралашма
	—35——35—	Буг-суюқлик эмульсияси
	—36——36—	Дистиллят буглари
	—37——37—	Дистиллят
	—38——38—	Куб қолдиги
	—39——39—	Экстракт
	—В5——В5—	Айланма сув

Белгиланиши	Номи	Сони	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	
$КО_{1-2}$	Конденсат чиқарувчи	2	
$ВЗ_{1-37}$	Вентиль, беркитувчи	37	
$ВР_{1-10}$	Вентиль, ростловчи	10	

					00.00.000 ТЗ		
Изм	№ Хужжат	Имз	Сана	Экстракцион қурилмининг технологик схемаси	Алоҳ	Масс	Мас
Ишлаб							
Текш					Лист	Листлар	
Тасдиқ							
Разраб							
Назорат							
Тасдиқ							

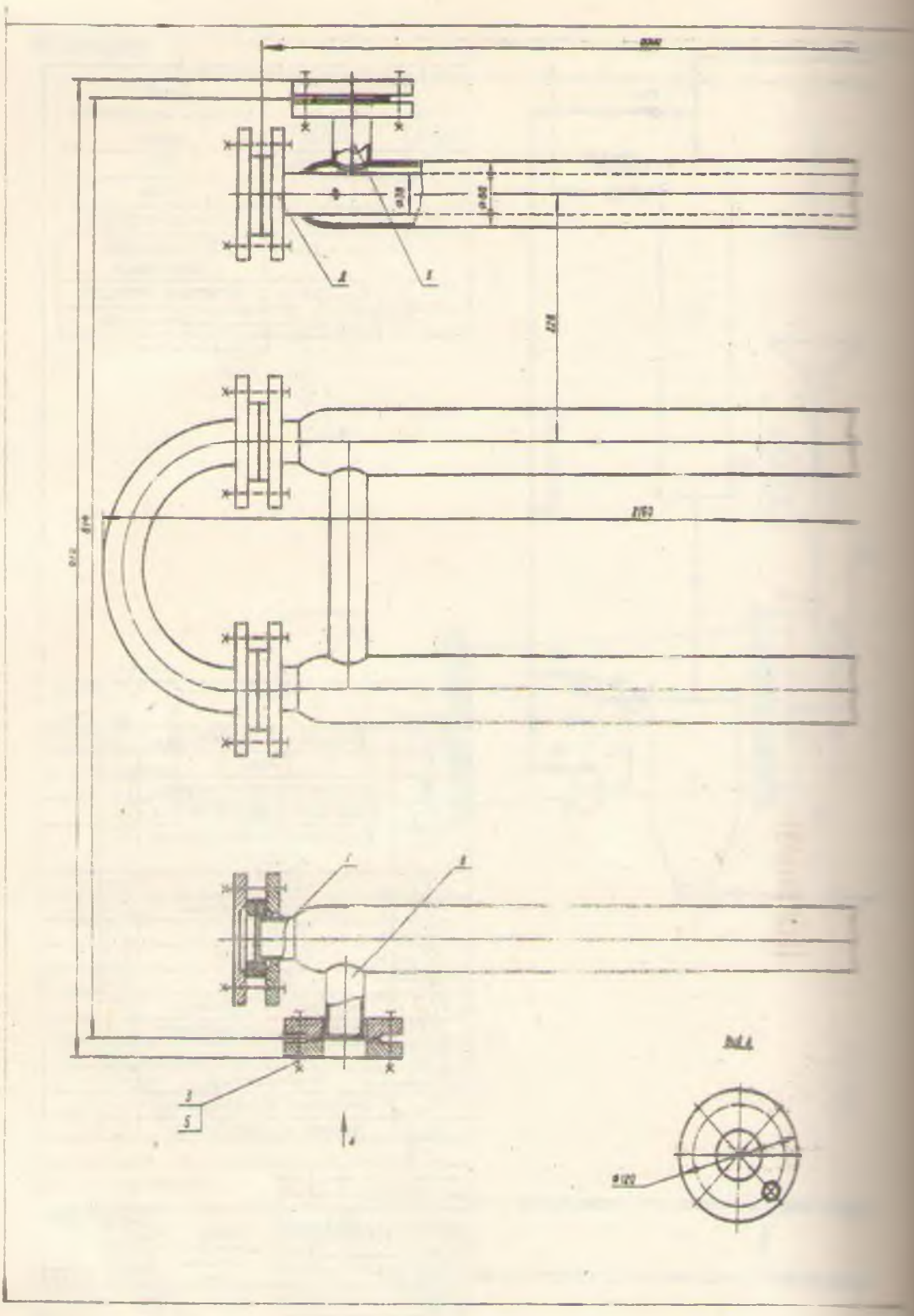

00.00.000 ТЭ
Топливо
Ø194×6-20
Ø219×7-20
Ø273×7-20
Ø219×7-20
Ø219×7-20

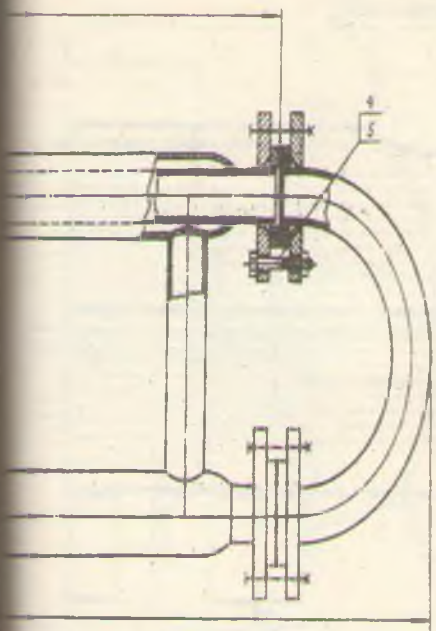


Шартли белгиланиши		Труба ичидаги муҳитнинг номи
Ҳарф	График	
	—В3——В3—	Сув
	—3——3—	Ҳаво
	—31——31—	Нам материал
	—32——32—	Қуритилган материал
	—33——33—	Иситиш газлари
	—В10—В10–	Айланма сув

Белгиланиши	Номи	Сони	Эсла тма
БС	Барабанли қуритгич	1	
Т	Топка	1	
СК	Аралаштириш камераси	1	
Б1	Нам материал бункери	1	
Б2	Қуритилган материал бункери	1	
Ц	Циклон	1	
МР	Нам чангушлагич	1	
Д.	Дозатор	1	
Э	Тиндиргич	1	
Ш	Шнек	1	
З1-2	Беркитгич (Затвор)	2	
ЛТ	Лентали транспортёр	1	
Н1-2	Насос	2	
В1-3	Вентилятор	3	
$ВЗ_{1-6}$	Вентиль, беркитувчи	6	
$ВР_{1-3}$	Вентиль, ростловчи	3	

					00.00.000 ТЗ
Ўз.Фис	№ Ҳужжат	Имзо	Сана	Қуритиш қурилмасининг технологик схемаси	Адаб / Масс / Мас
Яратув.					
Текши					Лист / Листлар
Т.назор					
Раҳбар					
Нор.кон					
Тасдиқ					





Штуцерлар жадвали

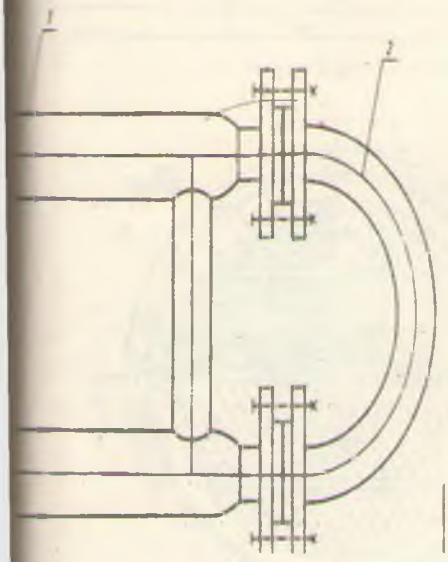
Белгиланиши	Номланиши	Сони	Шартли ўтиш D_y, мм	Шартли босим P_y, МПа
Б	Сувнинг кириши	1	32	0,6
В	Сувнинг чиқиши	1	32	0,6
Г	Бензолнинг кириши	1	32	0,6
Д	Бензолнинг чиқиши	1	32	0,6

Техник характеристика

Кўрсаткичлар		Труба канали	Трубалараро бўшлиқ
Муҳит	Муҳит номи	бензол	сув
	Захарлилик	захарли	захарлимас
	Портловчанлиги	портловчи	портламайдиган
	Агрессивлиги	агрессив	агрессивмас
	Температура, °С	80,2 - киришда	45 - чиқишда
Ишчи босим, МПа		0,2	0,6
Қурилманинг ҳажми, м³		0,009	0,02
Иссиқлик алмашиниш юзаси, м²		1,4	

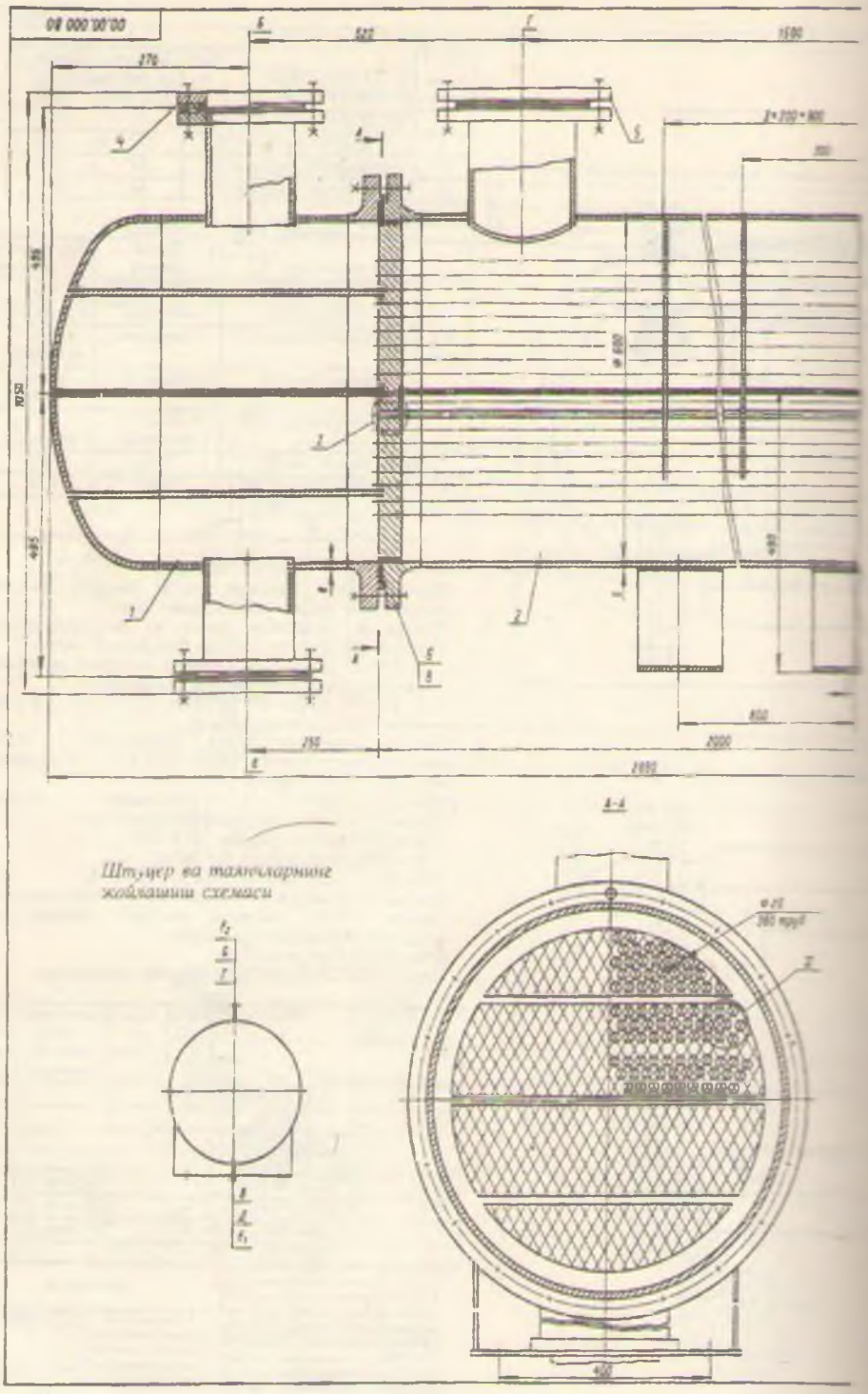
Техник талаблар

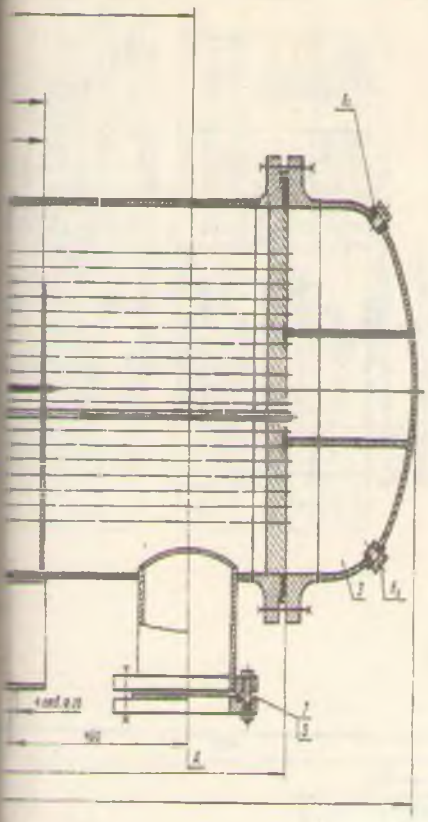
1. Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қумитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак.
2. Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиш керак:
   а) ГОСТ 12.2003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
   б) ГОСТ 26-291-79 «Пўлатдан йиғма қурилмавий идишлар. Техник талаблар.»
3. Бензол оқиётган девор материали - Х18Н9Т (легирланган пўлат) ГОСТ 5632-72, қолганларникиси эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
4. Мустаҳкамлик ва зичланиш синовлари қуйидагигидравлик босимда текширилади:
   а) трубалараро бўшлиқ - 0,9 МПа;
   б) труба каналлари - 0,3 МПа.
5. Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
6. Ҳамма (100%) пайванд чоклари рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.
7. Маълумот учун ўлчамлар.
8. Чизма ОСТ 26-02-2036-80 асосида яратилган.



Позиция	Белгиланиши	Номи	Сони	Масса, 1 донада	Материал - нинг номи ва маркаси	Эслатма
1		Коллектор	1			
2		Тирсак	3			
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
3		М10х30.46.05	8		Пўлат 20	
4		М10х50.46.05	32		Пўлат 20	
5		Гайка М10.5.05	40		Пўлат 10	
		ГОСТ 5915-70				

Изм.	Лист	№ Хужжат	Имз.	Сана	00.00.000 ВО	
Чизган					«Труба ичида труба» типидаги Иссиқлик алмашиниш қурилмаси. Умумий кўриниш.	Лавр Масс Масш
Текш.						Лист Листлар
Т.назор						
Тасдиқ						


Штуцер ва тахчиларнинг жойлашиш схемаси



Штуцерлар жадвали

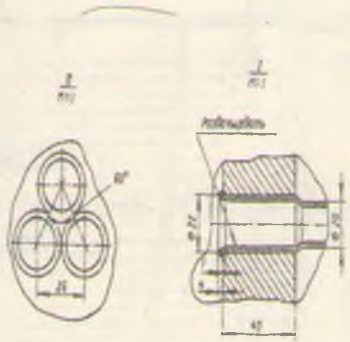
Белгиланиши	Номланиши	Сони	Шартли ўтиш $D_у$, мм	Шартли босим $P_у$, Мпа
Б	Сувнинг кириши	1	150	1,0
В	Сувнинг чиқиши	1	150	1,0
Г	Бензолнинг кириши	1	200	1,0
Д	Бензолнинг чиқиши	1	200	1,0
$Е_{1,2}$	Атмосфера билан боғланиши	2	Труб 1/2	1,0

Техник характеристика

Кўрсаткичлар		Труба канали	Трубалараро бўшлиқ
Муҳит	Муҳит номи	сув	бензол буғлари
	Захарлилик	захарлимас	захарли
	Портловчанлиги	портламас	портловчи
	Агрессивлиги	агрессивмас	агрессив
	Температура, °С	45 - чиқишда	80.2 – киришда
Ишчи босим, МПа		0,6	0,2
Қурилманинг ҳажми, м³		0,7	0,8
Иссиқлик алмашиниш юзаси, м²		43	

Техник талаблар

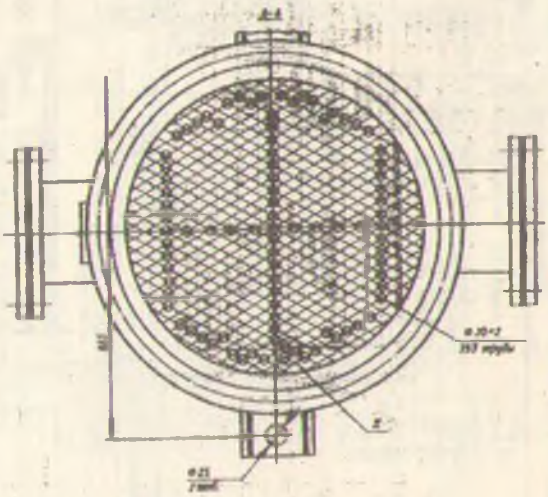
1. Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак.
2. Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиш керак:
   а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
   б) ГОСТ 26-291-79 «Пўлатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
3. Бензол оқаётган девор материали - пўлат Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, қолганники эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
4. Мустаҳкамлик ва зичланиш синовлари қуйидагигидравлик босимда текширилади:
   а) трубалараро бўшлиқ - 0,3 МПа;
   б) труба каналлари - 0,9 МПа.
5. Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
6. Ҳамма (100%) пайванд чоклари рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.
7. Маълумот учун ўлчамлар.
8. Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.



Позиция	Белгиланиши	Номи	Сони	Массаси, 1 дона	Материалнинг номи ва маркаси	Эслатма
1		Тақсимловчи камера	1			
2		Қиздирувчи камера	1			
3		Қопқоқ	1			
4		Фланец	2		Ст 3	$D_у$=150
5		Фланец	2		Х18Н10Т	$D_у$=200
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
6		М 27х65.46.05	40		Ст. 20	
7		М 20х45.46.05	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	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	00.00.000 ВО
Разраб.					Кўп йўлли. кожух ичидаги Конденсатор. Умумий кўриниш.
Пров.					Лит. Масс. Мас.
Т.контр.					Лист Листлар
Н.контр.					
Утв.					

ИЛОВА 32

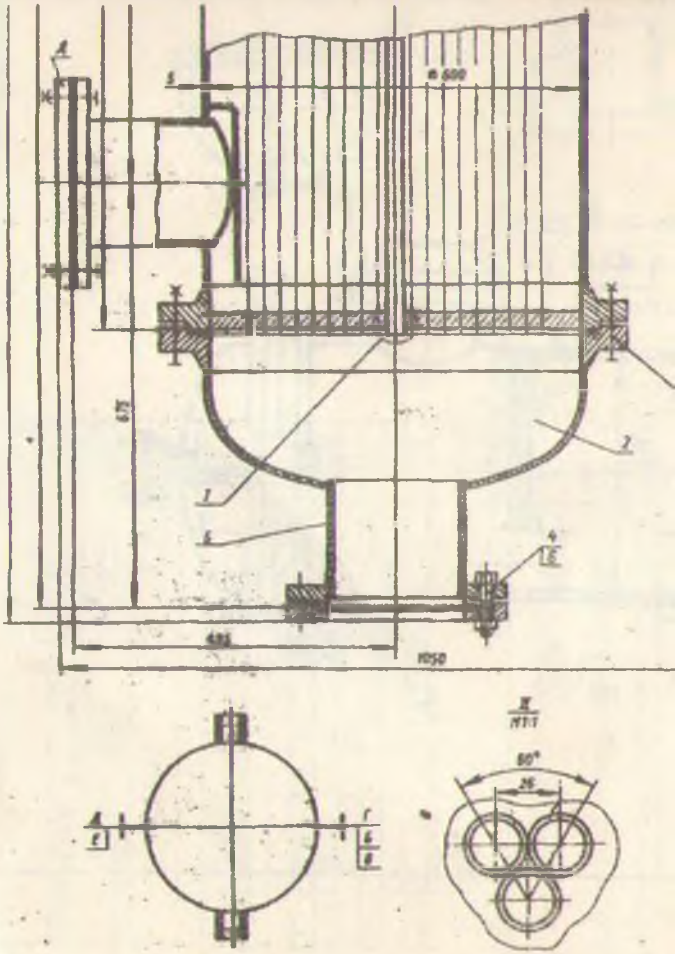


Штуцерлар жадвали

Белгиланиши	Номланиши	Сони	Шартли ўтиш D_y, мм	Шартли босим P_y, МПа
Б	Толуолнинг кириши	1	200	0,6
Б	Толуолнинг чиқиши	1	200	0,6
І	Иситувчи бугнинг кириши	1	200	0,6
Д	Конденсатнинг чиқиши	1	200	0,6
$Е_{1,2}$	Атмосфера билан боғланиш	1	25	0,6

Техник характеристика

Курсаткичлар		Труба канали	Трубалараро бушлиқ
М	Муҳит номи	Толуол	Сув
у	захарлилик	захарли	захарлимас
ь	Портловчанлиги	портловчан	портламайдиган
и	Агрессивлиги	агрессив	агрессивмас
ш	Температура, °С	110	141
[illegible]	[illegible] МПа	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

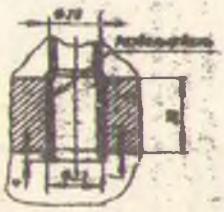


Штуцер ва таянчларнинг жойлашиш схемаси

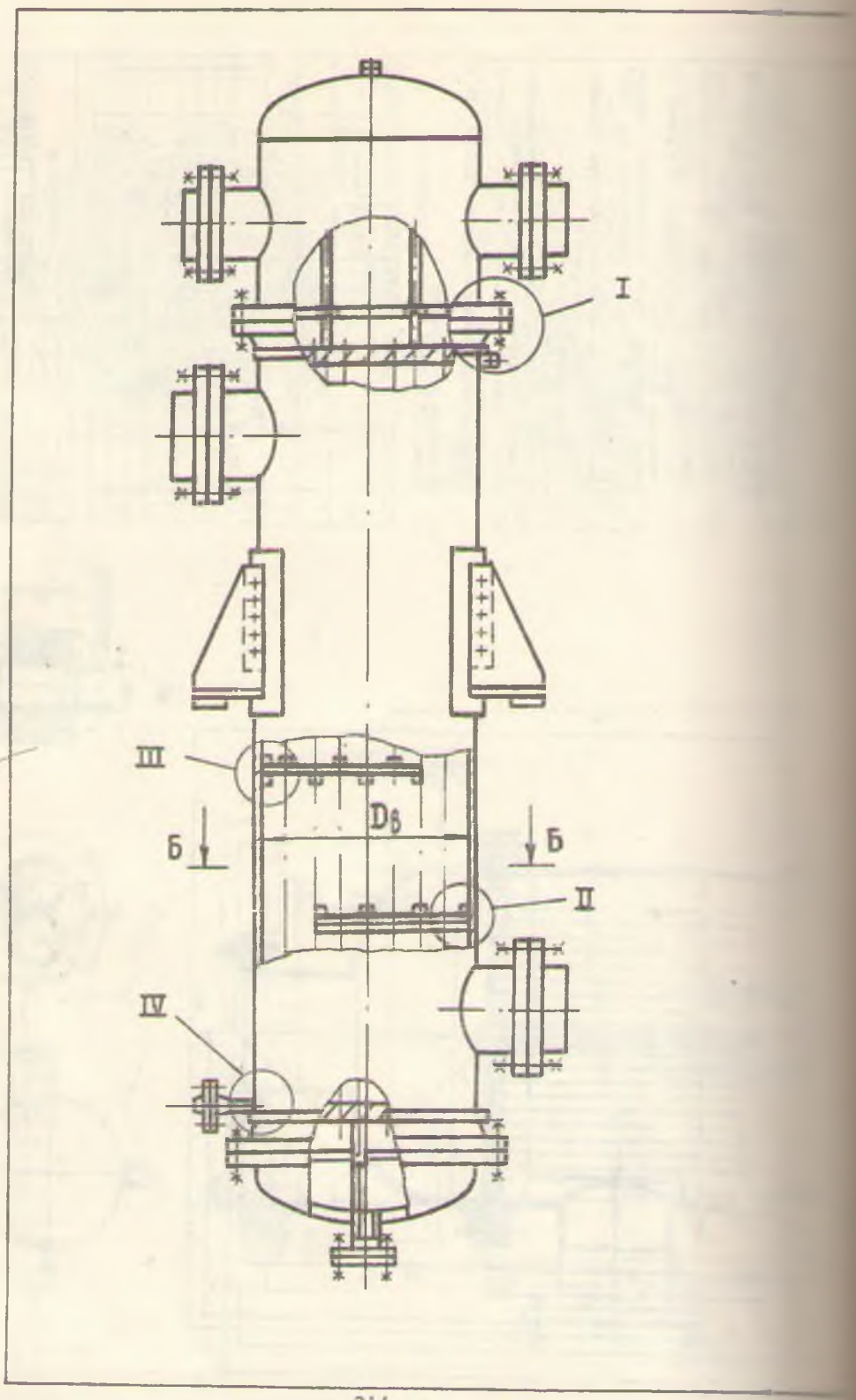
Техник талаблар

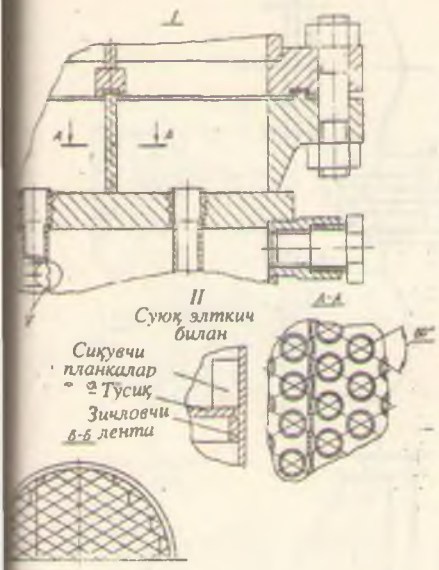
1. Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак.
2. Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиш керак:
   а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
   б) ГОСТ 26-291-79 «Пўлатдан ўтгма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
3. Бензол окаётган девор материали - пўлат Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, қолганиники эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
4. Мустаҳкамлик ва ичланиш синовлари қуйидаги гидравлик босимда текширилади:
   а) трубаларарo бўшлиқ - 0,6 МПа;
   б) труба каналлари - 0,3 МПа.
5. Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
6. 100% чоклар рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.
7. Кистирмалар паронитдан ясалади ПОН-1 ГОСТ 481-80.
8. Маълумот учун улчамлар.
9. Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган

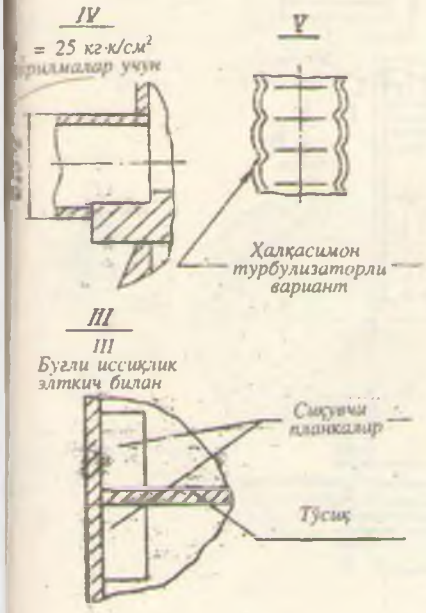
Позиция	Белгиланиши	Номи	Сони	Масса, 1 дона	Материалнинг номи ва маркаси	Эслатма
1		Иситувчи камера	1			
2		Қопқоқ	2			
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
3		М 20х95.46.05	64		Ст. 20	
4		М 20х50.46.05	32		Ст. 20	
5		М 12х30.46.05	4		Ст. 20	
		Гайкалар ГОСТ 5915-70				
		ГОСТ 5915-70				
6		М 20.5.05	36		Ст. 10	
7		М 12.5.05	4		Ст. 10	



Изм. Лист	№ Хужжат	Имзо	Сана	00.00.000 ВО	
Разраб.				Кожух трубали вертикал қайнатгич Умумий кўриниш.	Литер Масс Мас
Провер.					
Т.контр.					
Н.контр.					Лист Листлар
Утв.					
Пров.кон					
Тасдик.					


I
III
Б
Dб
Б
II
IV





Штуцерлар жадвали

Белгиланиши	Номланиши	Сони	Шартли ўтиш $D_у$, мм	Шартли босим $P_у$, 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
$Е_{1,2}$	Атмосфера билан боғланиш	1	25	0,6

Техник характеристика

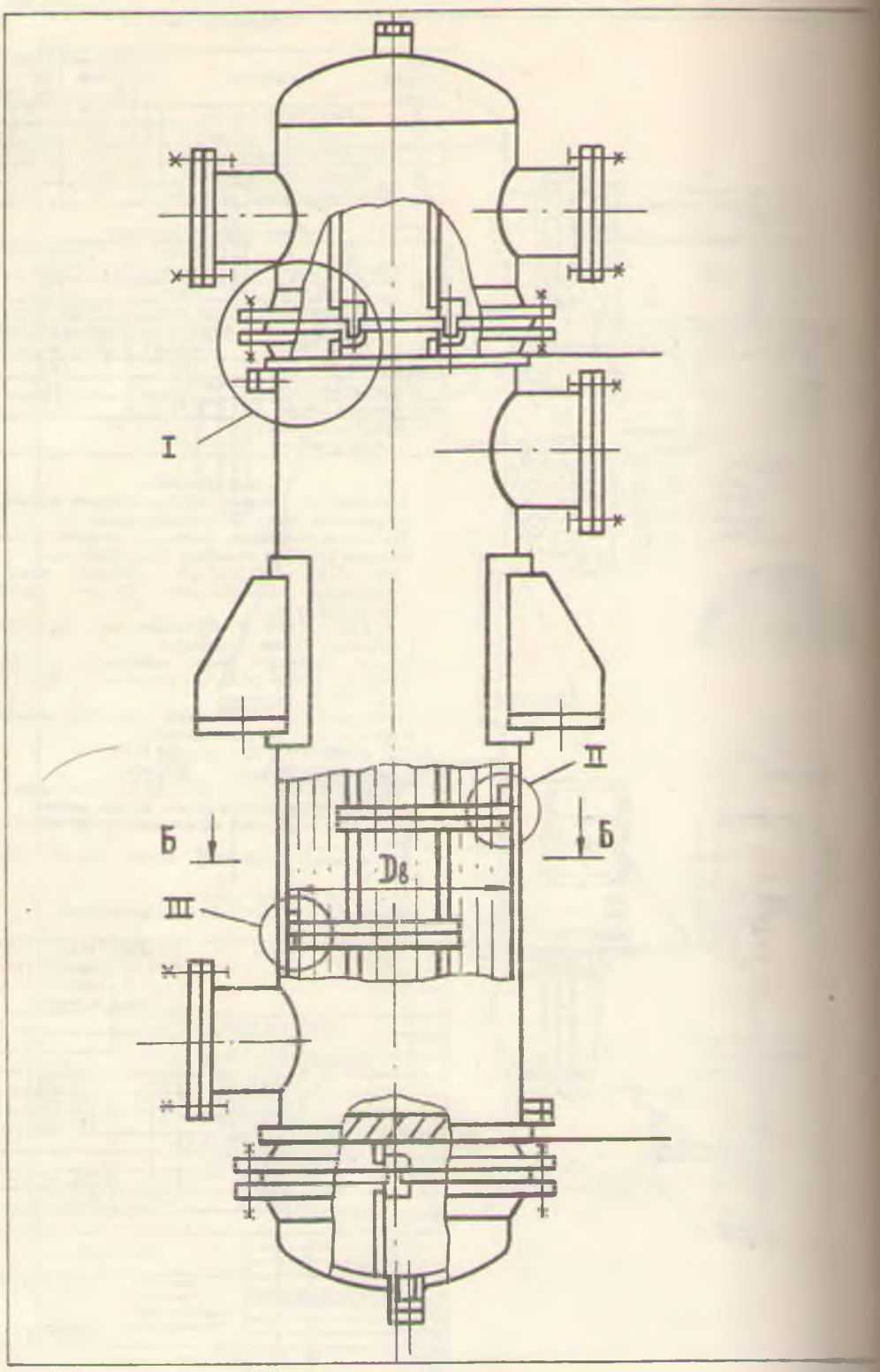
Кўрсаткичлар		Труба канали	Трубаларо бўшлиқ
Муҳит	Муҳит номи	Толуол	Сув
	Захарлилик	захарли	захарлимас
	Портловчанлиги	портловчан	портламайдиган
	Агрессивлиги	агрессив	агрессив эмас
	Температура, °С	110	143
Ишчи босим, МПа		0,2	0,4
Қурилманинг ҳажми, м³		0,36	0,5
Иссиқлик алмашиниш юзаси, м²		49	

Техник талаблар

1. Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак.
2. Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб бершда қуйидаги талаблар бажарилиш 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 оқаётган девор материали - пўлат Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, қолганиники эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
4. Мустаҳкамлик ва зичланиш синовлари қуйидаги гидравлик босимда текширилади:
   а) трубаларо бўшлиқ - 0,6 МПа;
   б) труба каналлари - 0,3 МПа.
5. Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
6. 100% чоклар рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.
7. Қистирмалар паронитдан ясалади ПОН-1 ГОСТ 481-80.
8. Маълумот учун ўлчамлар.
9. Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.

Позиция	Белгиланиши	Номи	Сони	Масса, 1 донага	Материалнинг номи ва маркаси	Эслатма
1		Иситувчи камера	1			
2		Қопқоқ	2			
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
3		М 20х95.46.05	64		Ст. 20	
4		М 20х50.46.05	32		Ст. 20	
5		М 12х30.46.05	4		Ст. 20	
		Гайкалар ГОСТ5915-70				
		ГОСТ 5915-70				
6		М 20.5.05	36		Ст. 10	
7		М 12.5.05	4		Ст. 10	

Ишлаб чиқ.	№ Ҳужжат	Имзо	Сана	00.00.000 ВО	
Ярим.				«Нокипка» трубали самарадор иситкич. Умумий кўриниш	Адаб / Масс / Мас.
Текш.					
Т.назор.					Лист / Листлар
Раҳбар					
Нор.назор.					
Тасдиқ.					


I
II
III
Б
Б
Dв

Штуцерлар жадвали

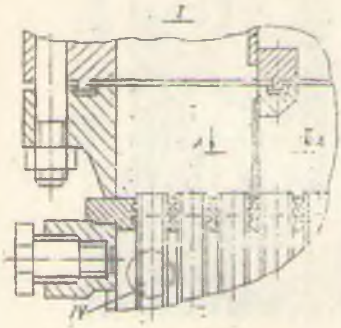
Белгиланиши	Номланиши	Сони	Шартли ўтиш D_y, мм	Шартли босим P_y, МПа
Б	Толуолнинг кириши	1	200	0,6
В	Толуолнинг чиқиши	1	200	0,6
Г	Иситувчи бугнинг кириши	1	200	0,6
Д	Конденсатнинг чиқиши	1	200	0,6
$Е_{1,2}$	Атмосфера билан боғланиш	1	25	0,6

Техник характеристика

Кўрсаткичлар		Труба канали	Трубалараро бушлиқ
Муҳит	Муҳит номи	Толуол	Сув
	Захарлилик	захарли	захарлимас
	Портловчанлиги	портловчан	портламайдиган
	Агрессивлиги	агрессив	агрессив эмас
	Температура, °С	110	143
Ишчи босим, МПа		0,2	0,4
Қурилманинг ҳажми, $м^3$		0,36	0,5
Иссиқлик алмашиниш юзаси, $м^2$		49	

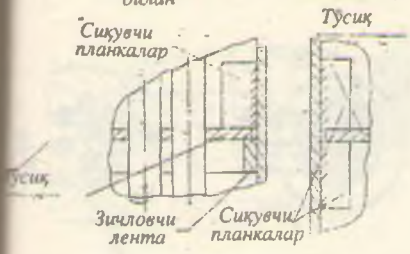
Техник талаблар

1. Қурилма ЎзР Давлат техник назорат қўмитаси қонунларига тўғри (мос) келиши керак.
2. Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиш керак:
   а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
   б) ОСТ 26-291-79 «Пўлатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
3. Бензол оқаётган девор материали - пўлат Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, қолганларининки эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
4. Мустаҳкамлик ва зичланиш синовлари қуйидаги гидравлик босимда текширилади:
   а) трубалараро бўшлиқ - 0,6 МПа;
   б) труба каналлари - 0,3 МПа.
5. Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
6. 100% чоклар рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.
7. Қистирмалар паронитдан ясалади ПОН-1 ГОСТ 481-80.
8. Маълумот учун ўлчамлар.
9. Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.



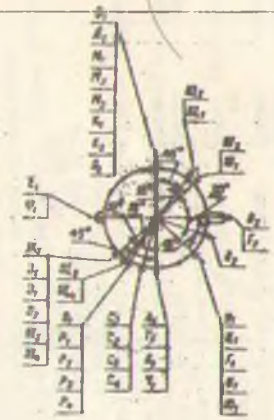
II
Суюқ элткич билан

III
Бугли иссиқлик элткич билан



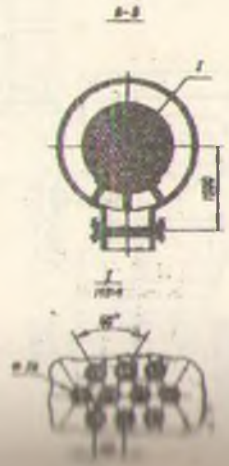
Поз.	Белгиланиш	Номи	Сони	Масса, 1 дона	Материалнинг номи ва маркаси	Эслатма
1		Иситувчи камера	1			
2		Қопқоқ	2			
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
3		М 20х95.46.05	64		Ст. 20	
4		М 20х50.46.05	32		Ст. 20	
5		М 12х30.46.05	4		Ст. 20	
		ГайкаларГОСТ 5915-70				
		ГОСТ 5915-70				
6		М 20.5.05	36		Ст. 10	
7		М 12.5.05	4		Ст. 10	

Изм.	Лист	№ Ҳужжат	Имзо	Сана	00.00.000 ВО			
Ишлаб.					Линза компенсаторли, «наканика» трубали самарадор иситгич	Лит.	Масс.	Мас
Техн.нор.								
Т назор					Умумий кўриниш.	Лист	Листлар	
Раҳбар								
Нор.кон								
Тасдиқ								



Штуцерлар жадвали

Белгиланиши	Номланиши	Сони	Шартли утиш D_y, мм	Шартли босим P_y, МПа
А1	Иситувчи бугнинг кириши	1	800	0,6
Б1	Иккиламчи бугнинг чикиши	1	1200	0,6
В1-2	Эритманинг кириши	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	Юеши учун	1	80	0,6
З1	Юеши учун	1	100	0,6
И1	Технологик	1	125	0,6
К1-2	Моддани анализга олиш	2	40	0,6
Л1-2	Сувликни чикариш	2	100	0,6
М1-3	Пуфлаб чикариш	3	65	0,6
П1	Атмосфера билан тутташиш	1	50	0,6
Р1-4	Каршилик термометри учун	4	50	2,5
С1-4	Симобли термометр учун	4	50	2,5
Т1	Манометр учун	1	50	1,6
У1	Люк	1	500	0,6
Ф1	Люк	1	500	0,6
Ш1	Люк	1	500	0,6
Ч1	Люк	1	500	0,6
Щ1-4	Кузатиш ойнаси	4	125	0,6
Ш1-4	Ювиш учун	4	20	0,6
Э1-2	Сатх аниклаш учун	2	20	0,6
Ю1	Босимни тенглаштириш учун	1	100	0,6



Техник характеристика

1. *Ушбу қурилма бошлангич концентрацияси 12% бўл- ган LiCl эритмасини буғлатиш учун мўлжалланган.*
2. *Қурилма ҳажми (номинал) - 22,1 м³, трубаларо бўшлиқники эса - 4,1 м³.*
3. *Унумдорлиги 17,5 кг/с (бошлангич эритма ҳисобида).*
4. *Иссиқлик алмашиниш юзаси - 630 м².*
5. *Қурилмадаги абсолют босим 0,5 - 0,103 МПа, тру- баларо бўшлиқда эса 0,6 - 0,1 МПа.*
6. *Труба каналларидаги максимал температура 140°С гача, трубаларо бўшлиқда эса - 158°С гача.*
7. *Қурилма ва трубаларо бўшлиқда муҳитлар коррозиют фаол ва инертли.*

Техник талаблар

1. Қурилмани тайёрлаш жараёнида ОСТ 26-01-112-79 ГОСТ 12.2.003-74 дан фойдаланилсин.
2. Қурилмани коррозион фаол муҳит билан тегиниб турувчи девори ва деталлари 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72 бўйича, қолган қисмлари эса Ст.3 ГОСТ 380-71 бўйича тайёрлансин.
3. Қурилмани мустаҳкамлик ва зичланишга горизонтал ҳолатда 0,9 МПа гидравлик босимда текширилади.
4. Қурилма Ўз Р Давлат стандарти қонунларига мос келганда қабул қилиниши керак.
5. Легирланган пўлатларнинг пайванд чоклари ГОСТ 60-32-84 асосида кристалларо коррозияга қарши чидамлиликка текширилсин.
6. Қистирма ГОСТ 15180-86 ва ОСТ 26-430-72 ларга тўғри келиши керак.
7. Қўрсатилмаган штуцерларнинг баландлиги 120 м.
8. Штуцерларнинг ҳақиқий жойлантирилиши схемада берилган.

Позиция	Белгиланиш	Номи	Сони	Масса, 1 дона	Материал-нинг номи ва маркаси	Эслатма
1		Иситувчи камера	1			
2		Сепиратор	1			
3		Циркуляцион труба	1			
4		Насос	1			
5		Сепараторон	1			
6		Улама	1			
7		Конусли мослама	1			
8		Тирсакли мослама	1			
9		Компенсацион ларга	1			
10		Тирсакли мослама	1			
11		Лапа	1			

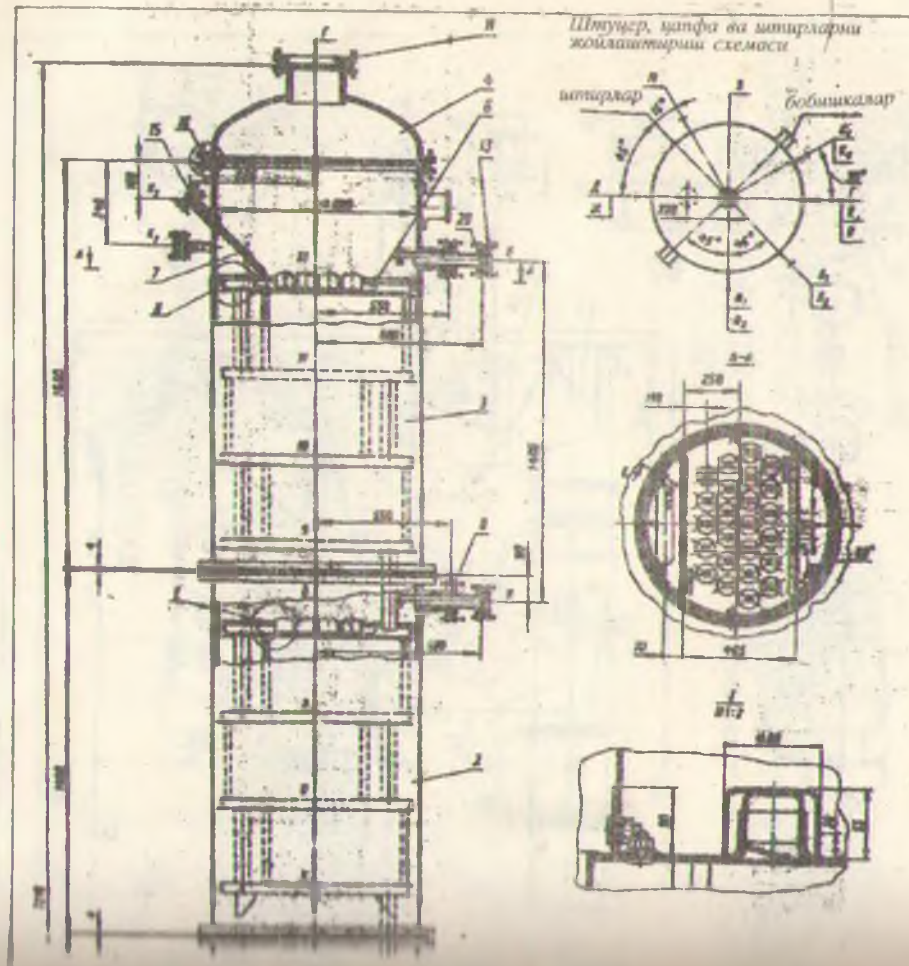
00.00.000 ВО

Изм.	Лист	№ Хужжат	Имзо	Сана
Ишлаб.				
Текшир.				
Т.назор				
Н.контр.				
Н.назор				
Тасдик.				

Мажбурий циркуляциялы буғлатгич қурилмаси
Умумий кўриниш.

Адаб	Масс	Мас
Лист	Листлар	

ИЛОВА 36



Штуцерлар жадвали

Белгиланиши	Номланиши	Сони	Шартли ўтиш D_y, мм	Шартли босим P_y, МПа
Г	Бугнинг чиқиши	1	200	0,25
Д	Бугнинг кириши	1	200	0,25
Е	Флегматнинг кириши	1	50	0,25
Ж	Кубдан суюқликнинг чиқиши	1	125	0,25
З	Куб қолдиғининг чиқиши	1	40	0,25
И	Бошланғич аралашманинг кириши	1	50	0,25
К	Манометр учун	2	25	1,6
Л	Сатх кўрсаткичи учун	2	20	1,6
М	Сатх кўрсаткичи учун	1	25	6,4
Н	Симобли термометр учун	2	25	2,5

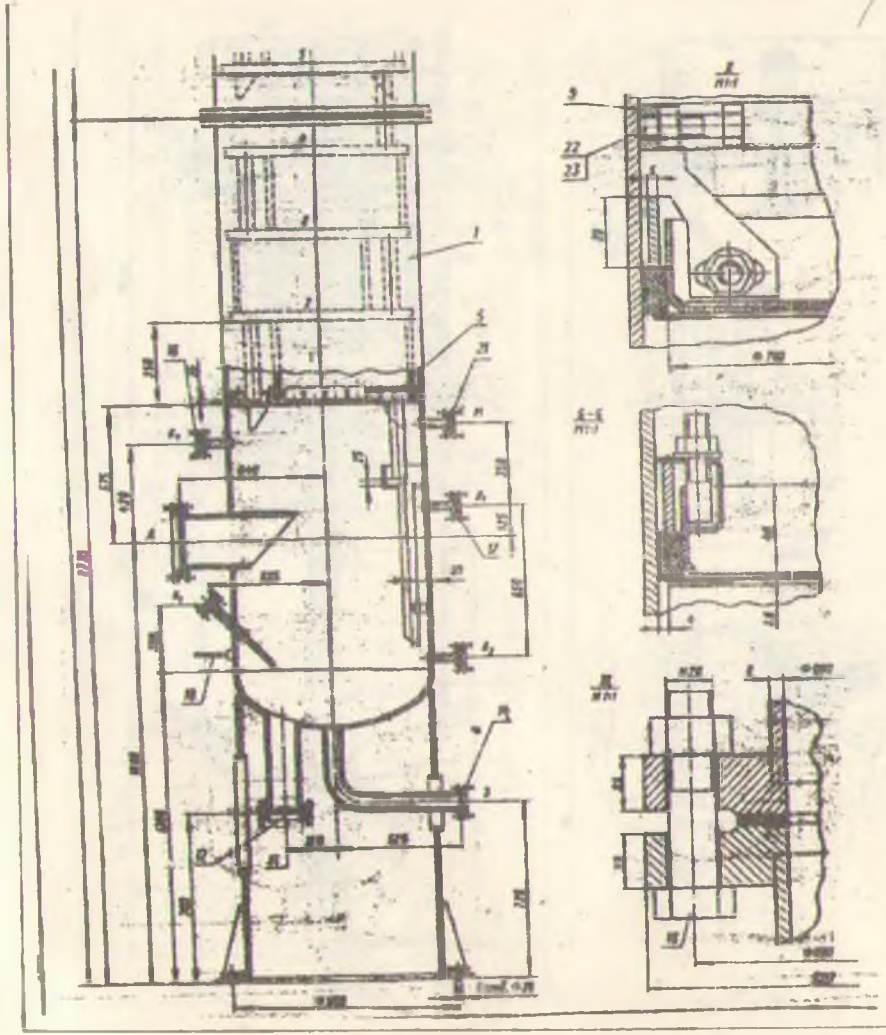
Техник характеристика

1. *Ушбу қурилма концентрацияси 48% бўлган бутил спирт-сув бўлган эритмани ажратиш учун мўлжалланган.*
2. *Қурилма ҳажми (номинал) - 5,65 м³.*
3. *Унумдорлиги 1,25 кг/с.*
4. *Колоннада атмосфера босими.*
5. *Кубдаги муҳитнинг температураси 120°С.*
6. *Қурилмадаги муҳит - коррозион фаол ва заҳарли.*
7. *Тарелкалар типи - қалпоқчали.*
8. *Тарелкалар сони - 12.*

Техник талаблар

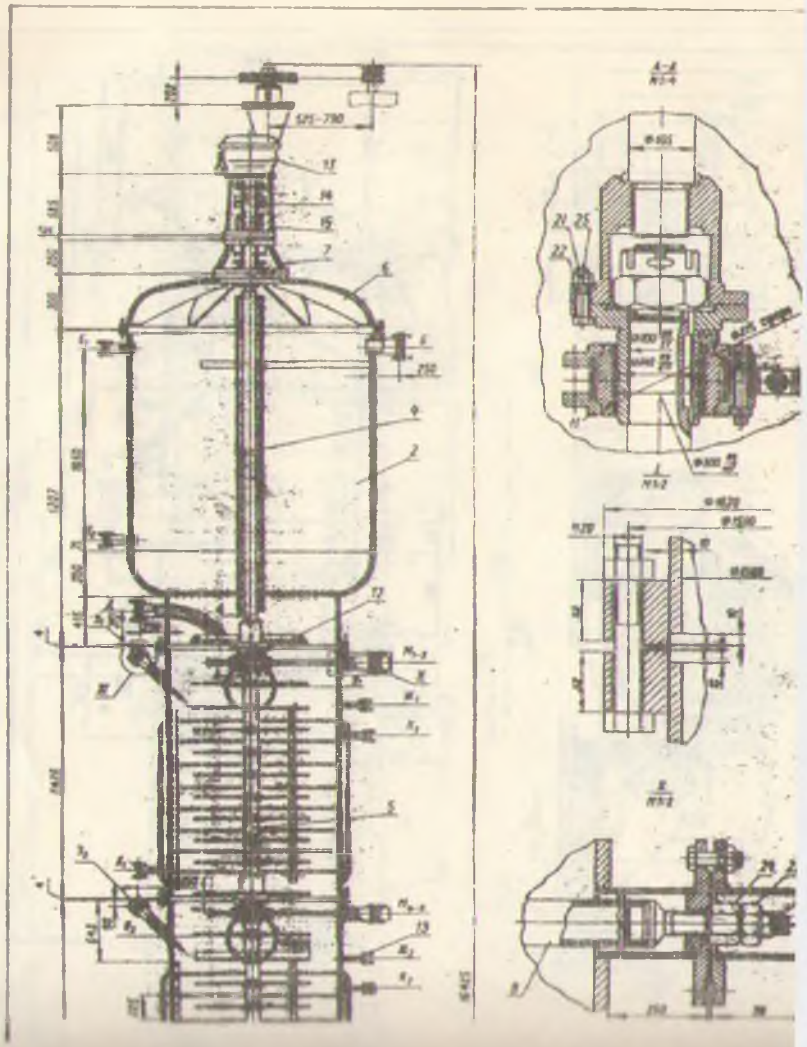
1. *Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиш керак:*
   а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
   б) ОСТ 26-291-79 «Пўлатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
2. *Колоннанинг коррозион фаол муҳитга тегиб турувчи 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.*
3. *Қурилма горизонтал ҳолатида мустаҳкамлик ва зичланиш синовларига суюқлик ёрдамида 0,2 МПа босимда текширилсин. Вертикал ҳолатда эса - суюқлик тўлдирилиб синалсин.*
4. *Қурилма бўлакларининг йиғма бирикмалари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.*
5. *100% чоклар рентген нури ёрдамида текширилиши шарт.*
6. *Ушқа, қопқоқ ва штуцерларнинг ҳақиқий «ойлаштириш схемаси»ни кўрсатилсин.*
7. *Штуцерларнинг кўрсатилмаган параметрлари 1ГОСТ ...*
8. *Чизмадаги сонлар ...*

4
5 м



Позиция	Белги	Номи	Сони	Масса, 1 д.она	Материалнинг номи ва маркаси	Эслатма
1		Куб	1			
2		Царга	1			
3		Царга	1			
4		Копкок	1			
5		Тарелка	9			
6		Тарелка	3			
7		Цапфа	2			
8		Штуцер	2			
9		Буғлатиш халқаси	3		Х17Н13М2Т	
10		Ковак	2		Ст.3	
11		Фланец	2		Х17Н13М2Т	D =200
12		Фланец	1		Х17Н13М2Т	D =175
13		Фланец	2		Х17Н13М2Т	D =50
14		Фланец	1		Х17Н13М2Т	D =40
15		Фланец	3		Х17Н13М2Т	D =25
16		Фланец	2		Х17Н13М2Т	D =25
17		Фланец	2		Х17Н13М2Т	D =20
		Болтлар ГОСТ 7798-70				
18		М20х60.58	32		Ст.35	
19		М16х50.58	24		Ст.35	
20		М12х40.58	12		Ст.35	
21		М10х35.58	16		Ст.35	
22		М10х35.58	12		Х17Н13М2Т	
23		Гайка М10.5 ГОСТ 5915-70			Х17Н13М2Т	

Изм.	Лист	№ Хужжат	Имз.	Сана	00.00.000 ВО		
Тузатди					Клапан тарелкали ректификацион колонна ⌀ 800 Умумий кўриниш	Адаб	Масс	Мас
Текшир.							
Т.						Лист	Листлар
Разраб.							
Нор.назо.							
Тасдик.							



ИЛОВА 37

Штуцерлар жадвали

Белгиланиши	Номланиши	Сони	Шартли ўтиш $D_у$, м	Шартли босим $P_у$, 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	Моддани анализга олиш	3	20	0,6
З	Термометр учун гильза	3	25	0,6
И	Люк	4	400	0,6
К	Бугнинг кириши	3	25	0,6
Л	Конденсатнинг чиқиши	3	25	0,6
М	Тортиб олиш иули	12	50	0,6

Техник характеристика

1. Қурилма уч хлорэтилен таркибидан сув ердамида капролактамни ажратиш учун мўлжалланган.
2. Қурилма ҳажми (номинал) - 28,5 $м^3$.
3. Унумдорлиги - 0,012 м³/с.
4. Колоннадаги босим:

а) ишчи - 0,1 МПа;

б) сув буги ердамида димлашда - 0,2 МПа.

5. Колоннадаги температура :

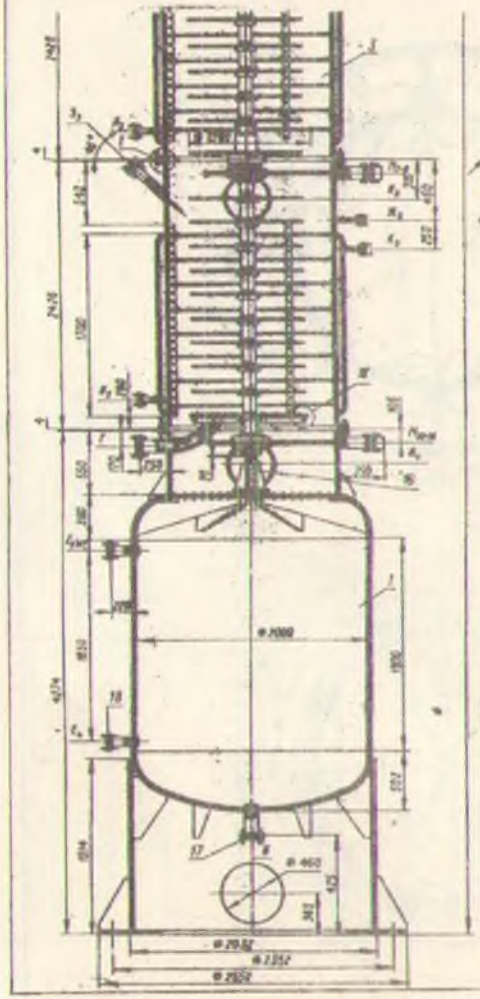
а) ишчи - 20-25°С ;

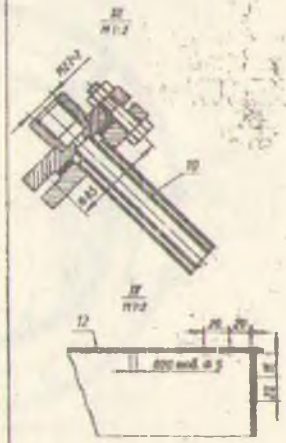
б) сув буги ердамида димлашда - 120°С.

6. Узатмининг қуввати - 4 кВт.
7. Ротор айланишининг бурчак тезлиги - 2,1-4,5 рад/с.
8. Қурилмадаги муҳит - заҳарли ва коррозион фаол.

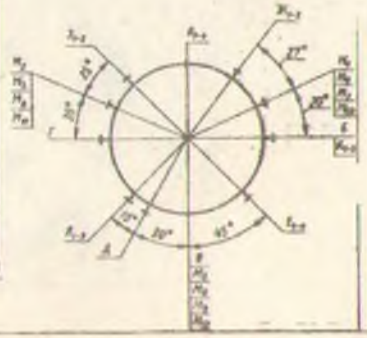
Техник талаблар

1. Қурилмани тайёрлаш, синаш ва мензилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиш керак:
   а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
   б) ОСТ 26-291-79 «Пулатдан йигма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
2. Экстракторнинг коррозион фаол мухитга тегиб турувчи девори ва деталлари Х18Н10Т ГОСТ 5632-72 бўйича, қолган қисмлари эса Ст.3 ГОСТ 380-71 бўйича тайёрлансин. Қистирмалар материали - қўрғошин ГОСТ 9559-75.
3. Қурилма горизонтал ҳолатида мустаҳкамлик ва зичланиш синовларига сувоқлик ердамида 0,3 МПа босимда текширилсин. Вертикал ҳолатда эса - сувоқлик тўлдирилиб синалсин.
4. Қурилма бўлакларининг йигма бирикмалари ОСТ 26-01-82-77 «Кимё машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.
5. 100% чоклар рентген нури ердамида текширилиши шарт.
6. Люк ва штуцерларнинг ҳақиқий жойланиши схемада кўрсатилган.
7. Штуцерларнинг кўрсатилмаган баландлиги 200 мм.
8. Маълумот учун ўлчамлар.



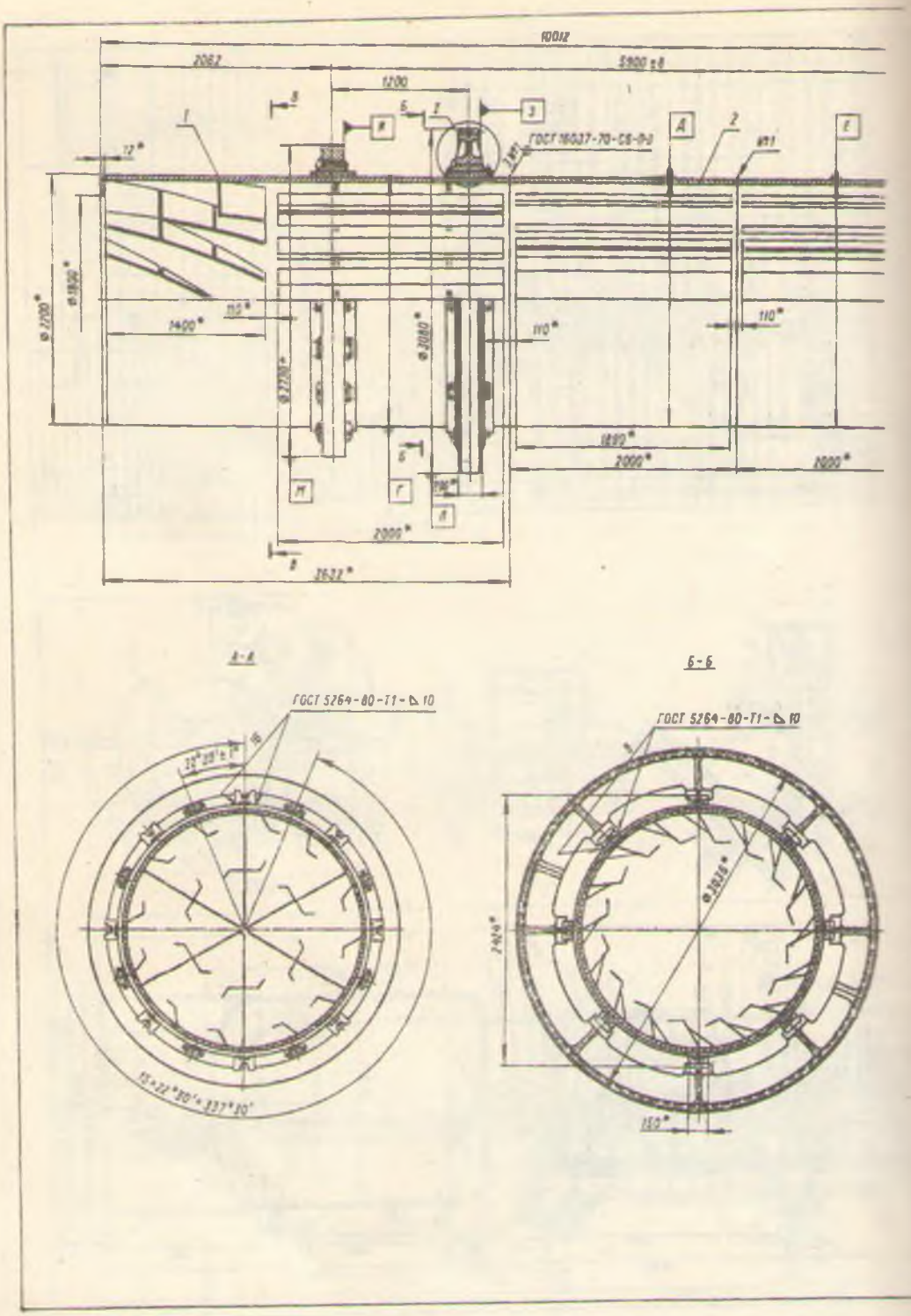


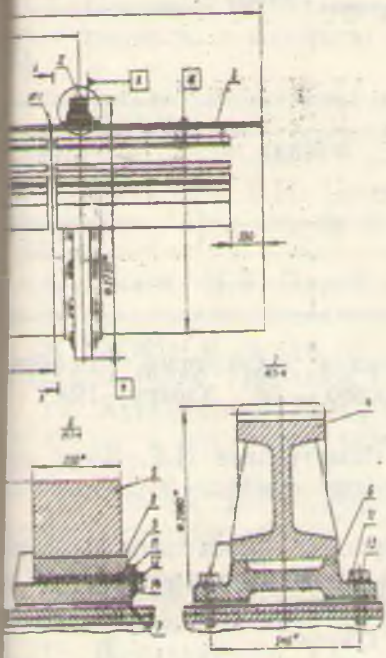
Штуцер ва люкларни жойлаштириш схемаси

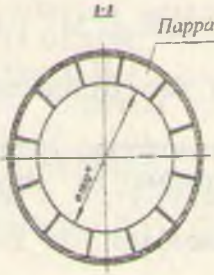


Позиция	Belgilanish	Номи	Сони	Масса донанинг номи ва маркаси	Эслатма
1		Тиндириш камераси (пастки)	1		
2		Тиндириш камераси (устки)	1		
3		Филофли царга	3		
4		Вал	1		
5		Ротор	3		
6		Экстрактор қопқоғи	1		
7		Таянч	1		
8		Тортиш трубаси	12		
9		Қопқоқ	12		
10		Гильза	3		
11		Подшипникли кисм	4		
12		Таксимлагич	2		
13		Узатма	1		
14		Муфта	1		
15		Устун	1		
16		Таянч	1		
17		Фланец	4	Х18Н10Т	D=10
18		Фланец	10	Х18Н10Т	D=25
19		Фланец	5	Х18Н10Т	D=20
20		Болт 2М20х80.21 ГОСТ 7798-70	12	Х18Н10Т	
21		Гайка М20.21 ГОСТ 5818-73	12	Х18Н10Т	
22		Гайка М20.21 ГОСТ 5916-70	12	Х18Н10Т	
23		Гайка М20.21 ГОСТ 5927-70	12	Х18Н10Т	
24		Шплинт 4х36.21 ГОСТ 397-79	12	Х18Н10Т	

Изм. Лист	№ Хужжат	Имзо	Сана	00.00.000 ВО	
Ишлаб чиқ.				Ротор-диски экстрактор Ø 1500 Умумий кўриниш	Литер Масс Мас
Текширди					
Т.назорат					Лист Листлар
Н.назорат					
Тасдиқл.					


10012
2062
5900 ±8
1200
ГОСТ 16037-70-СТ-09
72*
1400*
110*
1890*
2000*
1000*
2000*
2622*
А-А
Б-Б
ГОСТ 5264-80-Т1-△10
ГОСТ 5264-80-Т1-△10
150*





Техник талаблар

1. *Қурилмани тайёрлаш, синаш ва манзилга етказиб беришда қуйидаги талаблар бажарилиш керак:*
   а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
   б) ОСТ 26-291-79 «Пўлатдан йиғма қурилма ва идишлар. Техник талаблар.»
2. *Барабанли қуритгич қобиғи детелларининг материали ВСт.3 сп ли пўлатдан ясалган. ГОСТ 380-71.*
3. *Қурилма бўлакларининг йиғма бирикмалари ОСТ 26-01-82-77 «Кеме машинасозлигида пайвандлаш» га мос келиши керак.*
4. *Г, Д, Е ва Ж лар юзасининг умумий ўқига нисбатан радиус бўйлаб тебраниш юзаси учун қолдирилган қўйим - 5 мм.*
5. *Г, Д, Е ва Ж лар юзасининг умумий ўқига нисбатан радиус бўйлаб тебраниш М ва Н ларнинг юзаси учун қолдирилган қўйим - 3 мм.*
6. *М ва Н лар юзасининг умумий ўқига нисбатан радиус бўйлаб тебраниш Л нинг юзаси учун қолдирилган қўйим - 4 мм.*
7. *Г, Д, Е ва Ж лар юзасининг умумий ўқига нисбатан қўндаланг кесилган И ва К юзадари бўйлаб тўлиқ тебраниш учун қолдирилган қўйим - 2 мм.*
8. *Л ва М лар юзасининг умумий ўқига нисбатан қўндаланг кесилган З юзаси бўйлаб тўлиқ тебраниш учун қолдирилган қўйим - 2 мм.*
9. *Ўлчамларнинг кўрсатилмаган охирги (энг сонги) четга чиқиши ±1/2.*

Эслатма:
а) Маълумот учун ўлчамлар.
б) Чизма ОСТ 26-01-437-78 асосида ишлаб чиқилган.

Позиция	Белгилиниши	Номи	Сони	Масса, 1 дона	Материал нинг номи ва маркаси	Эслатма
1		Секция	1			
2		Секция	2			
3		Секция	1			
4		Тишли гилдирак	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		М22х80.56.05	32			
12		М16х30.56.05	64			
		Шайбалар ГОСТ11371-78			Ст.3	
13		22.01.05	32			
14		16.01.05	64			

					00.00.000 ВО		
Ўзг	Лис	№ Ҳужж	Имз	Сана	Барабанли қуритгич қобиғи. Умумий кўриниш.	Адаб	Масс	Мас
Тек								
Назор						Лист	Листлар	
Раҳбар							
Нор кон							
Тасдиқ							

ИЛОВА

Курс лойиханинг топшириқ бланкаси

«ТАСДИҚЛАЙМАН»
Кафедра мудири
проф. Нурмуҳамедов Ҳ.С.
«____» _____ 2000 й.

«Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари» кафедраси

«КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ЖАРАЁНЛАРИ ВА ҚУРИЛМАЛАРИ»
фанидан

КУРС ЛОЙИҲА

Факультет _____ Гурух _____ Талаба _____
Раҳбар _____

ТОПШИРИҚ

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., Нурмуҳамедов Ҳ.С., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг жараён ва курилмалар фанидан хисоблар ва мисоллар. - Т.: Нисим, 2000. - 351 бет.

в) Кувшинский М.Н., Соболева А.П. Курсовое проектирование по предмету «Процессы и аппаратыхимической промышленности» - 2 е изд., перераб. и доп. -М.: Высшая школа, 1980. -223с.

4. Чизма қисмининг хажми: 1,5 - 2 ватман қоғози

а) Асосий курилма қирқимда 2-3 проекцияда М 1:10, 1:25, 1:50 масштабда

б) Ўқитувчи кўрсатмасига биноан асосий бўлаклар М 1:1, 1:2 масштабда

5. Тушунтириш хатининг хажми: 25-30 бетдан кам бўлмаслиги ва таркибига қуйидагилар кириши керак:

Кириш. Моддий ва иссиқлик баланс хисоби. Технологик, гидравлик, механик ва конструктив хисоблар. Ёрдамчи курилма ва ускуналар хисоби. Адабиётлар рўйхати ўрнатилган тартибда.

6. Қўшимча талаб ва кўрсатмалар - хамма хисоблар СИ халқаро системасида олиб борилсин.

7. Чизма ва лойиха топшириш муддати

	1	2	3	4	Тушунтириш хати	Хисоб
Режа бўйича						
Хақиқатда						

Рахбар _____

АДАБИЁТЛАР

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1973. - 750 с.

2. Салимов З., Туйчиев И.С. Кимёвий технология процесслари ва аппаратлари. - Тошкент: Ўқитувчи, 1987. - 408 б.

3. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 1999. - 551 с.

4. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С, Исматуллаев П.Р. Кимё ва ик-овқат саноатларнинг жараёнлари ва қурилмалари фанидан ҳисоблар 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. - 76 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 винокурьческого 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-волокнистых 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 теплофизи- ческим характеристикам пищевых продуктов и полуфабри- катов. - 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-волокнистых 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-волокнистых 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 псевдоожижения зернисто-волокнистых 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., Свириденок А.И. Материаловедение и конструкционные материалы. - Минск, Вышэйшая школа, 1989. - 461 с.

38. Вакуумные насосы. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1970. - 63 с.

39. Сушильные аппараты и установки. Каталог - справочник - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1975. - 64 с.

40. Каталог. Химическая аппаратура и изделия из материалов выпускаемых Новочеркасским электродным заводом. - М.: МИНЦВЕТМЕТ СССР, 1982. - 90 с.

41. Твердохлеб Г.В., Диланян Э.Х. и др. Технология молока и молочных продуктов. -М.: Агропромиздат, 1991. - 463 с.

42. Аппараты выпарные, трубчатые, вертикальные общего назначения. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1979. - 38 с.

43. Доманский И.В. и др. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. - Л.: Машиностроение, 1982. - 384 с.

44. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии / Под ред. доц.Тарасовой Г.С., Ташкент, 1986. - 38 с.

45. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий. -М.: Энергия, 1970. - 327 с.

46. Михайлов Н.М. Сушка топлива на электростанциях. - М.: Госэнергоиздат, 1958. - 210 с.

47. Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. - М.: Химия, 1980. - 189 с.

48. Сажин Б.С. Основы техники сушки. - М.: Химия, 1984. - 319 с.

49. Стандартные кожухотрубные теплообменные аппараты общего назначения. Каталог - справочник. -М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1988. - 51 с.

50. Каталог - справочник. Пластинчатые теплообменные аппараты. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1983. - 89 с.

51. Роторно-пластинчатые испарители. Каталог - справочник. -М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1976. - 9 с.

52. Калинин Э.К., 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.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1968. - 25 с.

55. Атмосферные сушилки. Каталог - справочник. -М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1965. - 86 с.

56. Теплообменники пластинчатые, разборные общего назначения. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1967. - 24 с.

57. Трубчатые теплообменные аппараты из фторопласта. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1984. - 23 с.

58. Дзюбенко Б.В., 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., Муминов А.М., Галаган В.В. Зокиров И.И. Исследование теплообмена и гидравлического сопротивленияв горизонтально расположенных трубах с искуственными 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 Jouqnal, 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-
88. ГОСТ 2.793-79. Элементы и устройства машин и аппаратов хими-
ких производств.
89. ГОСТ 2.721-74. Обозначения общего применения.
90. ГОСТ 21.106-78. Обозначения трубопроводов санитарно-
нических 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
Нурмуҳамедов Хабибулла Саъдуллаевич
Исматуллаев Патхилла Рахматович
Зокиров Сапат Гапурович
Маннонов Улуғбек Васикович

Ўзбек тилида

Кимё ва озиқ-овқат саноатларнинг асосий жараёнл ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш

(Ўқув қўлланма)

Бадий муҳаррир К. А. Ахмеров
Техник муҳаррир Ҳ. О. Ҳайридинов
Мусаҳҳих О. Х. Ёқубов
Расмлар муҳаррирлари Ж. Илҳомов
А. Ш. Абдуллаев

Босишга рухсат этилди. 24.08.2000 й.
Босма табоғи 16,6. Адади 900.
Буюртма № 31
«Жаҳон» ахборот агентлиги босмахонасида босилди.
Тошкент ш. Ўзбекистон кўчаси, 9