

олий ўқув
юртлари
учун

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

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

У/1752

**Кимё ва физик-овқат саноатларининг
асосий жараён ва қурилмаларини
ҳисоблаш ва лойиҳалаш**

(Ўқув қўлланма)

Проф. НУРМУХАМЕДОВ Х.С. гаҳририяти 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, Х.С.Нурмухамедов,
П.Р.Исматуллаев, С.Г.Зокиров, У.В.Маннонов.

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

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

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

Ушбу ўқув қўлланма техника олий юр்தларининг бакалавриатурасида таълим олаётган талабалар учун мўнжалланган.

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

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

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

(с) Тошкент Кимё Технология Институтини, 2000 йил.

М У Н Д А Р И Ж А

| | бет |
|---|-----|
| МУҚАДДИМА | 7 |
| КИРИШ. КУРС ЛОЙИХАНИНГ МАЗМУНИ ВА ҲАЖМИ. | 9 |
| Умумий тушунчалар. Ҳом-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 АЛМАШНИШИ ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ. | 40 |
| 2.1. Иссиқлик алмашнинг қурилмаларини технологик ҳисоблашнинг умумий схемаси | 40 |
| 2.2. Иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблаш учун тенгламалар. | 42 |
| 2.3. Иссиқлик алмашнинг қурилмаларининг асосий параметрлари ва конструкциялари. | 52 |
| 2.4. Иссиқлик алмашнинг қурилмаларини ҳисоблаш. | 76 |
| 3 боб. МОДА АЛМАШНИШИ ЖАРАЁНЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ. | 93 |
| 3.1. Уч корпусли буғлатиш қурилмасини ҳисоблаш | 93 |
| 3.2. Тарелкали ректификацион колоннани ҳисоблаш | 101 |
| 3.3. Рогор-дискли экстракторни ҳисоблаш | 109 |
| 3.4. Мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларни ҳисоблаш. | 120 |
| 3.5. Барабанли қуритгични ҳисоблаш | 128 |
| 4 боб. ҚУРИЛМАЛАРНИНГ БЎЛАК ВА ДЕТАЛЛАРИНИ МЕХАНИК ҲИСОБЛАШ. | 141 |
| 4.1. Умумий тушунчалар | 141 |
| 4.2. Обечайка деворининг қалинлигини ҳисоблаш | 144 |
| 4.3. Днише деворининг қалинлигини ҳисоблаш. | 145 |
| 4.4. Фланец ва штуцерлар | 149 |
| 4.5. Қурилмаларнинг таянчлари | 154 |
| 4.6. Кожух-трубалар иссиқлик алмашнинг қурилмаларининг асосий элементлари. | 155 |

| | |
|---|------------|
| 5 боб. КУРС ЛОЙИХАНИ ГРАФИК БЕЗАШ | 160 |
| 5.1. Умумий тушунчалар ва талаблар | 160 |
| 5.2. Технологик схемалар | 161 |
| 5.3. Умумий кўриниш чизмаларига кўйиладиган талаблар | 162 |
| ВАКУУМ-НАСОСНИ ҲИСОБЛАШ | 165 |
| АСОСИЙ КОНСТРУКЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИ ТАНЛАШ | 166 |
| ИССИҚЛИК ҚОПЛАМАНИНГ ҚАЛИНЛИГИНИ АНИҚЛАШ | 177 |
| ИЛОВАЛАР | 178 |
| ИЛОВА 1. Тушунтириш хатининг титул varaғи | 179 |
| ИЛОВА 2. Ковушқликнинг атом константалари | 180 |
| ИЛОВА 3. Баъзи газлар учун $\sqrt{MT_{кр}}$ нинг қийматлари | 181 |
| ИЛОВА 4. Суюқлик ва эритмаларнинг сиртий таранглиги | 181 |
| ИЛОВА 5. Махаллий қаршилиқлар коэффициентлари | 182 |
| ИЛОВА 6. Марказдан қочма насосларнинг техник характеристикалари | 185 |
| ИЛОВА 7. Марказдан қочма, кўп босқичли насосларнинг техник характеристикалари | 186 |
| ИЛОВА 8. Марказдан қочма, кўп босқичли, секцияли насосларнинг техник характеристикалари | 187 |
| ИЛОВА 9. Ҳўкли насосларнинг техник характеристикалари | 187 |
| ИЛОВА 10. Ҳўкли, циркуляцион насосларнинг техник характеристикалари | 188 |
| ИЛОВА 11. Кичик унумдорлик, уярмавий насосларнинг техник характеристикалари | 188 |
| ИЛОВА 12. Плунжерли насосларнинг техник характеристикалари | 189 |
| ИЛОВА 13. Уч плунжерли насосларнинг техник характеристикаси | 189 |
| ИЛОВА 14. Марказдан қочма вентиляторларнинг техник характеристикалари | 190 |
| ИЛОВА 15. Газодувқаларнинг техник характеристикалари | 190 |
| ИЛОВА 16. Этил спирт-сув аралашмасининг кайнаш температу- раси, суюқлик ва бугининг мувозанат таркиблари | 191 |
| ИЛОВА 17. Сув-спирт эритмаларнинг солиштирма иссиқлик сиғими | 191 |
| ИЛОВА 18. Сув буғи тўйинган ҳолатда (босим бўйича) | 192 |
| ИЛОВА 19. Сув-спирт буғларининг 10^5 Па босимдаги конденса- цияланиш температураси ва энтальпияси | 192 |
| ИЛОВА 20. Турли типдаги тарелқаларнинг ўрғача ф.и.к. | 193 |
| ИЛОВА 21. Атмосфера босимида қайнайдиган баъзи сувли эритмаларнинг концентрацияси | 193 |

| | |
|--|------------|
| ИЛОВА 22. Рамзиннинг I-x нам ҳаво диаграммаси | 194 |
| ИЛОВА 23. Кожух флансцининг қўзғалмас труба тўр пардалари билан бириштиришнинг 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. Қуригиш қурилмасининг технологик схемаси | 207 |
| ИЛОВА 30. «Труба ичида труба» типдаги иссиқлик ағмашилиш 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 қуригич 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 қонунарига 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 қонунари асос қилиб олинади. Ушбу фан кимё, озик-овқат ва бошқа саноатларнинг турли соҳаларида ишлатилаётган ва ташқи кўринишдан ҳар хил бўлган жараён ва қурилмаларнинг ўхшашликларини аниқлашга асосланади. Ҳозирги кунда, замонавий кимё, озик-овқат ва бошқа саноатлар физик-кимёвий хоссалари тубдан фарқ қиладиган хом-ашёларни қайта ишлашда ҳисса-ҳисс технология жараёнлардан фойдаланилади. Шунинг учун, бакалаврлар жараёнларнинг физик-кимёвий асосларини, қурилмалар тузилиши, ишлаш принципларининг алоҳида ҳолларини билибгина қолмасдан, балки жараёнларни ҳисоблаш ва таҳлил қилиш, уларнинг оптимал параметрларини, ҳамда энг самарадор қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашни билишлари зарур [4-12].

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

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

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

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

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

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

Китобнинг учинчи бобида модда алмашиниш жараёнлари ва қурилмаларини ҳисоблаш формуллари ва усуллари баён этилган. Бу ерда ректификацион колонна, уч корпусли буғлатгич, абсорбер, экстрактор, барабанли ва мавҳум қайнаш қатламли қуритгичларнинг тўлиқ ҳисоблаш намуналари аниқ маълумотлар асосида ҳисоблаб кўрсатишган.

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

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

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

Китобнинг иловасида хом-ашёлар, суюқлик, газ ва қаттиқ моддаларнинг физик-механик, иссиқлик-диффузион ҳоселари jadваллари, қўшимча маълумотлар, тиник қурилмалар конструкциялари, уларнинг умумий кўринишлари, бўлак ва деталлари келтирилган.

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

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

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

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

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

КИРИШ

КУРС ЛОЙИХАНИНГ МАЗМУНИ ВА ҲАЖМИ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Қурилмаларни технологик ҳисоблаш. Ушбу бўлимни бажаришдан мақсад қурилманинг асосий ўлчамларини (диаметри, баландлиги, иссиқлик алмашиниш юзаси ва ҳоказоларни) ҳисоблашдир. Бунинг учун, дастлаб адабиётлардан қайта ишланаётган модданинг физик-кимёвий хоссалари (зичлик, солиштирма иссиқлик сифим, иссиқлик утказувчанлик коэффициент, қовушоклик ва ҳоказолар) аниқлаб олинган, моддий ва иссиқлик баланслари тузилади. Сўнгра эса, адабиётлардаги маълумотлар таҳлилни 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 мақсада мувофиқдир. Бу бўлимда қурилма қаршиликлари ҳам аниқланиши керак. Ундан ташқари, ушбу бўлимда қурилманинг иссиқлик қоштамасининг қалинлиги ҳам ҳисобланади.

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

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

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

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

Қўлланилган адабиётлар рўйхати. Курс лойиҳа бажарилиши даврида қўлланилган адабиётлар тупунтириш хагида баён этилиши ёки муаллифлар фамилиясининг биричи Харфи 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: Қасаткин А.Г., Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. - М.: Химия, 1973. - 752 б.

Мақолалар тўғрисидаги маълумот эса, қуйидагича берилиши керак:

Равшанов И.С. Палта чигитини мавҳум қайнаш қатламида қуриштиш // Озиқ-овқат саноати журнали, 1999. - №2. - 17-19 бет.

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

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

Сўзларни ихтисрий ҳолда, илмий-техник адабиётларда қабул қилинмаган қисқарттирилишлар ман этилади.

Тушунтириш ҳақида келтириладиган ҳисоблаш формулалари умумий ҳолда берилади, сўнг эса тартиб билан рақамланади ва кейин ундаги белгилар тушунтирилади ва ўлчов бирликлари баён этилади. Ҳамма ҳисоблар Ҳалқаро ўлчов бирлиги СИ да бажарилиши зарур. Тушунтириш хати матнда бошқа 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 детал тўғрисида умумий тушунча бериши керак. Ҳамма расмлар қора ёки рангли қағазда миллиметрли ёки оддий қоғозда бажарилади. Расмлар тартиб билан рақамланади ва матнда у тўғрисидаги маълумотлардан сўнг келтирилади. Расмларнинг номлари кеска бўлиши шарт.

Жадваллар ҳам матнлар каби тартиб билан рақамланади. Жадвал номи «Жадвал» сўздан 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 бўлақлари 1-1,5 ватман қоғозда чизилади.

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

УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

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

ХОМ-АШЁ, МАТЕРИАЛ ВА МАХСУЛОТЛАРНИНГ 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, солиштирама оғирлик, қовушоклик, сиртий таранглик, иссиқлик сиғим ва ўтказувчанлик, температура ўтказувчанликлар ва бошқалар билан ҳарактерланади.

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

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

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

Зичлик катталиғига тесқари бўлган катталиқ солиштирама ҳажм v деб юритилади:

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

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

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

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

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

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

бу ерда KM - қуруқ модда концентрацияси, %; T - эритма температураси, К .

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

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

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

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

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

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

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

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

бу ерда x - қуруқ моддалар концентрацияси, %.

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

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

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

Томат маҳсулотларининг зичлиги эса, ушбу формулада ҳисобланади:

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

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

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

формуладан аниқланади. Бу ерда m_a - аралашма таркибида a компонентнинг массавий улуши; $m_b = 1 - m_a$ - аралашма таркибида b компонентнинг массавий улуши; ρ_a ва ρ_b - a ва b компонентларнинг зичликлари, кг/м^3 .

Агарда, бинар, турли жинсли система ρ_k бўлган қаттиқ заррачалар ва ρ_c бўлган суюқ, моддалардан таркиб топган бўлса, унинг зичлиги куйидаги формуладан топилади:

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

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

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

бу ерда $\rho_0 = M/22,4$ - нормал шароитда (0°C ва 760 мм.с.м.уст.)
газнинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$; M - моляр масса, кг ; T - температура, K .

Газ аралашмасининг зичлиги эса қуйидаги тенгламадан аниқланади:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

олма ва қарам учун

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

қолган хом-ашёллар учун эса

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

Пахта чигитининг ҳақиқий зичлиги қуйидаги формула ёрдамида

хисоблаб топиш мумкин [13]:

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

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

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

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

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

Масса билан оғирлик ўзаро қуйидагича боғланган:

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

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

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

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

ҚОВУШОКЛИК. Динамик қовушоклик коэффициентини μ нинг суюқлик зичлиги ρ га нисбати кинематик қовушоклик ν дейилади:

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

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

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

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

бу ерда μ - атмосфера босими ва 20°C да суюқликнинг динамик қовушоклик коэффициентини, мПа·с; ρ - суюқлик зичлиги, кг/м^3 ; M - моль масса, кг/кмоль ; A - органик бирикма таркибидаги бир хил атомларнинг сони; n - атом молекуласи константасининг сон қийматлари; P - атомлар орасидаги боғлиқлик характери ва гуруҳлашга киритиладиган тузатма қиймати.

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

Нормал (ассоциацияланмаган) суюқликлар аралашмасининг динамик қовушоқлик коэффициентини μ_{ap} ушбу формула орқали ҳисоблаб аниқлаш мумкин:

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

бу ерда μ_1, μ_2, \dots - компонентларнинг динамик қовушоқлик коэффициентлари; x_1, x_2, \dots - аралашмадаги компонентларнинг моль улуши.

Суспензиянинг динамик қовушоқлик коэффициентини қуйидаги формула ёрдамида топилиши мумкин:

қаттиқ фаза концентрацияси 10% (хажм) дан кам бўлганда

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

қаттиқ фаза концентрацияси 10% (хажм) дан кўй бўлганда

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

қаттиқ фаза концентрацияси 30% (хажм.) гача бўлганда

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

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

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

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

бу ерда μ - 20°C температурадаги динамик қовушоқлик. Хом сут учун

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

бу ерда x - қуруқ моддалар концентрацияси.

Усимлик егларининг динамик қовушоқлик коэффициентини (мПа·с)

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

томат маҳсулотлари учун (Пас):

$$\mu_t = 0.0199 \cdot x^{0.94} \cdot t^{-1.15} \quad (29)$$

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

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

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

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

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

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

бу ерда $\mu_{ар}$ - аралашманинг t температурасидаги динамик қовушоклик коэффициенти; μ_1 , μ_2 ... - t температурасида компонентларнинг динамик қовушоклик коэффициентлари; y_1 , y_2 ... - компонентларнинг ҳажмий улушлари; M_1 , M_2 ... - компонентларнинг моль массалари; $T_{кр1}$, $T_{кр2}$, ... - компонентларнинг критик температуралари, К.

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

Динамик қовушоклик коэффициентининг температурага боғлиқлиги шбу формула билан ифодаланadi:

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

бу ерда μ_0 - 0°C температурасидаги динамик қовушоклик коэффициенти; t - температура, К; C - Сатерленд константаси.

СИРГИЙ ТАРАНЛИК σ - ўзгармас температурада фазаларни ажратувчи юзани бир бирликка қўпайтириш учун сон жихатдаги баробар сарфчанадиган ишга тенг қийматдир.

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

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

17/1752

Баъзи сувоқликлар муво сиртий тарангликнинг сон кийматлари 1-1 жадвалда ва иловадаги 4 - жадвалда келтирилган.

1-1 жадвал

Сувоқликларнинг сиртий таранглиги

| Сувоқлик | Температура, °С | Сиртий таранглик, $\sigma \cdot 10^6$ 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 қандайдир жараёнда берилган иссиқлик микдорининг тегишли температура ўзгариши нисбатига дейилади.

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

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

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

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

Изобар иссиқлик сиғимнинг изохор иссиқлик сиғим нисбатига адиабата кўрсаткичи дейилади:

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

1-2 жадвал

Баъзи моддаларнинг солиштирма иссиқлик сиғими

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

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

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

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

Томат маҳсулотларининг солиштирма иссиқлик сифими ушбу формулада ҳисобланади:

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

Ўсимлик хом-апселариники эса

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

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

Сахарозанинг солиштирма иссиқлик сифими

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

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

хамирники:

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

буғдойники:

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

Пахта чигити мураккаб, кўп компонентли система бўлгани учун тўғридан-тўғри унинг солиштирма иссиқлик сифимини аниқлаш кийин. Чигит қоби гетероген материаллар учун эффе́ктив солиштирма иссиқлик сифимини топиш мақсада мувофиқдир. Бунинг учун ҳар бир компонентнинг, яъни мағиз, чигит қобиғи ва пахта толасларининг солиштирма иссиқлик сифимларини билиш керак [13].

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

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

бу ерда c_c - сувнинг солиштирма иссиқлик сифими.

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

формулалар ердамида ҳисобланади [21, 22]:
мағиз учун

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

қобиғ учун

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

қунжара учун

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

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

$$c_{ef} = m_1 \cdot \left[c_{акм} \cdot \left(1 - \frac{W}{100} \right) + \frac{c_2 \cdot W}{100} \right] + m_2 \cdot [60 + 4 \cdot (T - 50) \cdot \exp 0,028 \cdot W] + m_3 \cdot [540 + (3,56 \cdot W^{0,8} + 0,73) \cdot (T - 110,5)] \quad (45)$$

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

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

1-3 жадвал

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

Қаттиқ материал, суюқлик ва газларда иссиқлик ўтказувчанлигининг

интенсивлиги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини λ билан характерланади.

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

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

бу ерда A_1 - суюқликнинг ассоциацияланиш даражасига боғлиқ коэффициент; c - суюқликнинг солиштирма иссиқлик сифими, Ж/(кг·К); ρ - суюқлик зичлиги, кг/м³; M - моль масса.

$$\begin{array}{ll} \text{сув учун} & A_1 = 3,58 \cdot 10^{-8} \\ \text{бензол учун} & A_1 = 4,22 \cdot 10^{-8} \end{array}$$

Бирор t температурадаги суюқликнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини ушбу формуладан топилади:

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

бу ерда ε - температура коэффициенти.

$$\begin{array}{ll} \text{Метил спирги учун} & \varepsilon = 1,2 \cdot 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}; \\ \text{Этил спирги учун} & \varepsilon = 1,2 \cdot 10^4 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}; \end{array}$$

Мева, мева-резаворлар шарбати, кнемлар, шакарли суг учун λ коэффициентини ушбу формуладан аниқланади:

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

20°C да эса

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

бу ерда x - абсолют куруқ моддаларнинг концентрацияси.

Томаг маҳсулотларининг λ коэффициентини қуйидаги формуладан топилади:

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

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

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

Донасимон туқли, кўп компонентли пахта чигитининг эффектив ис-

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

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

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

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

$$f = 1,063 + 5,5 \cdot 10^{-2} \cdot O_{\text{н}} \quad (53)$$

бу ерда $O_{\text{н}}$ - пахта чигитининг момиклиги бўлиб, одатда унинг сон қийматлари $f = 0,89-0,93$ оралиқда бўлади.

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

1-4 жадвал

| T, K | $O_{\text{н}}$, момикликлаги λ , Вт/(м·К) | | | | | |
|------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| 250 | 0,484 | 0,477 | 0,470 | 0,464 | 0,457 | 0,453 |
| 300 | 0,406 | 0,401 | 0,395 | 0,390 | 0,384 | 0,380 |
| 350 | 0,433 | 0,427 | 0,421 | 0,415 | 0,409 | 0,405 |
| 400 | 0,322 | 0,318 | 0,313 | 0,309 | 0,304 | 0,301 |
| 450 | 0,291 | 0,287 | 0,283 | 0,279 | 0,275 | 0,271 |

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

1-5 жадвал

| № т/б | Хоссалар | Бирлиги | Сув | Муз |
|-------|---------------------------|--|-------|-------|
| 1. | Солиштирма иссиқлик снгим | $c, \text{кЖ}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ | 4,19 | 210 |
| 2. | Иссиқлик ўтказувчанлик | $\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ | 0,554 | 221 |
| 3. | Температура ўтказувчанлик | $a \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$ | 0,13 | 0,17 |
| 4. | Зичлик | $\rho, \text{кг}/\text{м}^3$ | 999,5 | 916,2 |

1 - боб. ГИДРАВЛИК ХИСОБЛАР

1.1. ТРУБАЛАРНИНГ ГИДРАВЛИК ҚАРШИЛИКЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

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

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

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

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

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

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

Трубаинг эквивалент диаметри ушбу формуладан топилади:

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

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

Ишқаланиш коэффициенти λ ни ҳисоблаш формуласи суюқликнинг оқиниш режими ва трубаинг гадир-будурлигига боғлиқдир.

Ламинар режимида,

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

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

валент диаметри ва Λ коэффициентларининг сон қийматлари 1-6 жадвалда келтирилган:

1-6 жадвал

| Кўпдашган кесим шакли | d | Λ |
|--|-------|-----------|
| d - диаметрли айлана | d | 64 |
| a - томонли квадрат | a | 57 |
| a - томонли тенг ёни 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 коэф-
фициенти λ куйидаги формулалар орқали ҳисобланади:
Текис ишқаланиш зонаси учун ($2320 < Re < 10/e$)

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

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

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

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

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

(1.5) - (1.7) формулаларда $e = \Delta/d$ - трубаининг нисбий ғадир-
будурлиги; Δ - трубаининг абсолют ғадир-будурлиги (труба юзасидagi
дунгликларнинг ўртача баландлиги). 1-7 жадвалда баъзи бир трубаларнинг
абсолют ғадир-будурликлари (Δ) нинг тахминий сон қийматлари келти-
рилган.

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

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

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

1.2. ТРУБАЛАРНИНГ ОПТИМАЛ ДИАМЕТРЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

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

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

бу ерда V - ҳажмий сарф, м³/с; w - тезлик, м/с.

Одатда, узатилаётган суюқликнинг сарфи маълум бўлади (ёки берилган бўлади). Демак, трубанинг диаметрини аниқлаш 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 цархининг арзонлашишига, уни таъмирлаш ва монтаж учун сарфлар камайишига олиб келади.

Аmmo, оқимнинг тезлиги ортиши билан труба қувурида напорнинг пўқотилиши ўсиб кетади. Бу эса, суюқликни узатиш учун зарур бўлган бошимлар фарқининг кўпайишига сабабчи бўлади, яъни энергетик сарфлар ортади.

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

| Узатилаётган муҳит | W, м/с |
|---|-----------|
| СУЮКЛИКЛАР | |
| Уз-уздан оқиб пайти | |
| қовушқ | 0,1 - 0,5 |
| кам қовушқ | 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 |
| БУЕЛАР | |
| Ута кизитилган | 30 - 50 |
| Тўйинган буюлар қуйидаги босимларда, Па | |
| 10^5 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 трубаи билдиради.)

1-9 жадвал

| Ташқи диаметр ва девор қалинлиги, мм | Материал | Ташқи диаметр ва девор қалинлиги, мм | Материал | Ташқи диаметр ва девор қалинлиги, мм | Материал |
|--------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|
| 14x2 | 4,3 | 48x3 | 3 | 133x4 | 4 |
| 14x2,5 | 3 | 48x4 | 4 | 133x6 | 3 |
| 14x3 | 4 | 56x3,5 | 3 | 133x7 | 4 |
| 16x2 | 4,4 | 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 ХИСОБЛАШ

Кимё ва озиқ-овқат маҳсулотларини ишлаб чиқариш технологияларида ишлатиладиган насосларнинг асосий турлари: марказдан қочма, поршеньли ва пропеллерли (ўқли) насослардир.

Бу тишдаги қурилмаларни лойиҳалашда белгиланган сарфда суюқликни насос ёрдамида узатиш учун зарур напор ва қувватни аниқлаш масаласини ечиш керак. Ушбу, яъни напор ва қувват топилгандан сўнг аниқ бир насос танланади [1,5,26,27].

Суюқликни узатиш учун сарфланаётган фойдали қувват қуйидаги формуладан аниқланади:

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

бу ерда Q - суюқлик сарфи, $\text{м}^3/\text{с}$; H - насос напори, м.
Насоснинг ўқидаги қувват қуйидаги тенглама билан топилади:

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

Насоснинг напори эса ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

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

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

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

$$N_{\text{об}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{об}} \eta_{\text{вс}}} = \frac{N_{\text{ф}}}{\eta_{\text{в}} \eta_{\text{об}} \eta_{\text{вс}}} \quad (1.12)$$

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

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

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

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

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

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

$$H_i \leq \frac{p_l}{\rho g} - \left(\frac{p}{\rho g} + \frac{w_c^2}{2g} + h_{\text{сўйк}} + h_{\text{зах}} \right) \quad (1.13)$$

бу ерда p_l - ишчи температурада узатилаётган суюқликнинг туёқинган буғи босими, Па; w_c - суриш трубасидаги суюқликнинг тезлиги, м/с; $h_{\text{сўйк}}$ - сўриш трубасида напорнинг йўқотилиши, м; $h_{\text{зах}}$ - кавитация ҳодисасини бартараф қилиш учун напор захираси, м.

Марказдан қочма насослар учун

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

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

Поршенли насослар учун

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

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

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

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

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

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

Вентиляторнинг напори эса ушбу тенгламадан топилади:

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

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

Марказдан қочма вентилятор ф.и.к. $\eta_v = 0,6 \div 0,9$ пропеллерли (ўкли) вентиляторники эса $\eta_v = 0,7 \div 0,9$. Агарда двигатель билан вентилятор ўқлари бевосита бириктирилган бўлса, $\eta_v \approx 1,0$.

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

Насосни ҳисоблаш намунаси.

Ортиқча босими 0,1 МПа да ишлайдиган қурилмага очик идишдан 20°C ли сувни узатиш учун қандай насос урнатилиши керак. Сувнинг сарфи $1,2 \cdot 10^{-2}$ м³/с. Сувни 15 м баландликка кўтариш зарур. Сўриш трубагининг узунлиги 10 м, ҳайдаш йўлиники эса 40 м. Ҳайдаш йўлида 2 та 120° ти бурилиш радиуси трубагининг 6 та диаметрига тенг 10 та 90° ли тирсак ва 2 та нормал вентилар бор. Сўриш йўлида эса 2 та венти ва бурилиш радиуси трубагининг 6 та диаметрига тенг 4 та 90° ли тирсаклар мавжуддир.

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

Труба қувурини танлаш.

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

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

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

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

Трубанинг емирилишини ҳисобга олмася бўладиган даражада кам деб қабул қиламиз.

Ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликлар туфайли папорнинг 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

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

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

$$435 < Re < 244000$$

Кўриниб турибдики, трубанинг ичида аралаш ишқаланиш мавжуддир. Шунинг учун 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) тирсақлар: 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) формулада ҳисоблаб аниқланади:

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

Хайдаш йўли учун:

1) 120° ли тирсақлар: $A = 1,17$; $B = 0,09$; $\xi_1 = 0,105$

2) 90° ли тирсақлар: $\xi_2 = 0,09$

3) нормаллар венгиллар: $d = 0,08$ 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 чиқishi: $\xi_4 = 1$.

Хайдаш йўлида маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндисини топамиз:

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

Хайдаш йўлида босимнинг йўқотилиши (1.2) формула орқали ҳисобланади:

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

Умумий напорнинг йўқотилиши:

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

Насосни танлаш.

(1.11) формула ёрдамида керакли напор топилади:

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

1) Берилган иш унумдорликда бундай напорни бир босқичли марказдан қочма насос бера олади (иловадаги 6 - жадвал).

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

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

$\eta_{\text{с}} = 1$ ва $\eta_{\text{м}} = 0,6$ деб қабул қилиб, (1.12) формуладан двигатель ўқидаги 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 маркадан қочма насос тўғри келади. Бу насоснинг оптимал иш режимида $Q = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$, $H = 31 \text{ м}$, $\eta_n = 0,6$. На насосга А02-52-2 электр двигатели ўрнатилган бўлиб, унинг номинал қуввати $N = 13 \text{ кВт}$, $\eta_{\text{дв}} = 0,89$. Двигатель ўқининг айланиш частотаси $n = 48,3 \text{ с}^{-1}$. Кавитация учун напорнинг захираси (1.14) формуладан топилади:

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

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

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

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

Вентиляторни ҳисоблаш намунаси

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

Адсорбер орқали ҳавони узатиш учун вентилятор танлансин.

Қатлам ҳолатини аниқлаймиз.

Курилмадаги ҳавонинг фиктив тезлигини топаемиз:

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

Архимед критерийсини қуйидаги формуладан ҳисоблаймиз:

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

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

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

Мавхум қайнаш тезлигини эса ушбу формуладан аниқланади:

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

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

Қатламдаги Рейнольдс критерийсининг қиймати и аниқланади:

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

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:

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

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

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

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

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

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

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

Труба қувуридаги оқим учун Рейнольдс критерийси:

$$Re = \frac{9,5 \cdot 0,231 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-3}} = 149800$$

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

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

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

Шундай қилиб, 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 киррали): $\xi_1 = 0,5$;
- 2) задвижка: $d = 0,231$ м учун $\xi_2 = 0,22$;
- 3) тирсак; $\xi_3 = 1,1$;
- 4) трубадан чиқиш: $\xi_4 = 1$

Маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндиси

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

га тенг бўлади.

Труба қувурининг гидравлик қаршилиги (1.1) формула орқали аниқланади:

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

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

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

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

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

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

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

Иловадаги 14 - жадвалдан кўришиб турибдики, олинган маълумотларга Ц1-1450 вентиляторни мос келади.

1.4. ЦИКЛОННИ ҲИСОБЛАШ

20000 кг/с миқдордаги чанги газ аралашмасида чанг заррачаларининг бошланғич концентрацияси $y_0 = 0,5\%$ тозаланган газ аралашмасидаги чанг заррачаларининг охириги концентрацияси $y_1 = 0,05\%$, дисперс фаза системасининг зичлиги $\rho_c = 1250 \text{ кг/м}^3$, дисперс муҳитнинг зичлиги $\rho_m = 1,06 \text{ кг/м}^3$, дисперс муҳитнинг қовушқоқлиги $\mu = 2,01 \cdot 10^{-5} \text{ Н·с/м}^2$. Циклонда чўқаётган чанг заррачаларининг энг кичик диаметри $d = 30 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

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

$$G_0 = G_c \frac{100 - y_0}{100 - y_1}$$

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

$$G_0 = G_c \frac{100 - y_0}{100 - y_1} = 20000 \frac{100 - 0,5}{100 - 0,05} = 19909,95 \text{ кг/с}$$

Газ аралашмасидан ажратилган чанг заррачаларининг миқдори.

$$G_1 = G_c - G_0 = 20000 - 19909,95 = 90,05 \text{ кг/с}$$

$$G_c = G_0 + G_1 = 19909,95 + 90,05 = 20000 \text{ кг/с}$$

Системанинг зичлиги:

Циклонга кираётган чанги газ аралашмасининг зичлиги:

$$\rho_l = \frac{100}{y_o + \frac{100}{\rho_{gw}} y_p} = \frac{100}{0,05 + \frac{99,5}{1250 + 1,06}} = 1,065$$

Тозаланган газнинг зичлиги:

$$\rho_n = \frac{100}{y_n + \frac{100 - y_n}{\rho_{gw}}} = \frac{100}{0,05 + \frac{100 - 0,05}{1,06}} = 1,06 \text{ кг/м}^3$$

Системанинг ҳажми:

Кираётган чангли газ аралашмасининг ҳажми :

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

Тозаланган газ аралашмасининг ҳажми:

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

Ажратилган чангли газ заррачаларининг ҳажми:

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

Курилманинг уғумдорлиги.

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

Конструктив ҳисоб.

Марказий чиқиш трубасининг радиусини аниқлаймиз:

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

бу ерда w_T – трубадаги газ оқимининг тезлиги $w_T = 2 \div 5$ бўлгани учун $w_T = 4$ м/с деб қабул қиламиз.

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

Штуцернинг кенглиги:

$$a = \sqrt{\frac{F_2}{2 \cdot w_{\text{min}}}} = \sqrt{\frac{5,24}{2 \cdot 21}} = 0,35 \text{ м}$$

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

Цилиндрсимон корпуснинг радиусини қуйидаги тенглама орқали ҳисоблаймиз.

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

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

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

Бу ҳолда

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

Циклондаги газ оқимининг айланма тезлигини аниқлаймиз:

$$w_u = \frac{v_{\text{max}}}{c} = \frac{2,1}{1,4} = 1,5 \text{ м/с}$$

бу ерда $c = 1,4$.

Циклондаги газ оқимининг айланиш радиусини икки хил усул билан аниқланади.

Ўртача логарифмик:

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

Ўртача арифметик:

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

Циклондаги газ оқимининг айланма бурчак тезлиги:

$$w_u = \frac{w_{\text{г}}}{r_{\text{ар}}} = \frac{15}{0,8025} = 18,2 \text{ м/с}$$

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

$$w = \frac{\mu \cdot g}{d \cdot \gamma} \cdot (s \cdot Ar \cdot Fr)^{1/3} = \frac{2,05 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6}}{30 \cdot 10^{-6} \cdot 1,06} \cdot \left(\frac{23,8}{13,9}\right)^{0,74} \cdot 0,77 = 0,71 \text{ м/с}$$

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

Газнинг циклонда бўлиш вақтини тонамиз.

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

Циклоннинг ишчи ҳажмини ҳисоблаймиз.

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

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

$$H = k \cdot \frac{V_u}{\pi \cdot [r_2^2 - (r_1 + \delta_1)^2]}$$

k - цилиндрик баландлик қисмининг захира коэффициенти, $k = 1,25$ деб оламиз.

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

Циклон конус қисмининг баландлигини топишда ушбу формула қўлланса бўлади:

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

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

α_0 - конус ҳосил қилувчи қисм билан корпус радиуси орасидаги бурчак, $\operatorname{tg} \alpha_0$ бурчагининг қийматини 60° деб оламиз. $\operatorname{tg} \alpha_0 = 60^\circ$.

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

Циклондаги газ оқими ўрамларининг айланишлар соғини 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.

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

Циклоннинг унумдорлигини баландлик захирасини ҳисобга олмаган ҳолда аниқлаймиз:

$$V_{cik} = Fo \cdot w, \quad m^3/c$$

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

бу ерда H - циклон цилиндр қисмининг баландлиги,

$$H = \kappa \cdot H_0 \cdot n, \quad m$$

H_0 - ҳаракатланувчи оқимнинг бир айланишлар сонидagi баландлиги:

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

$$C = \frac{w_u}{w} = 1,4$$

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

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

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

Газ оқимининг бир айланиш ўрамлар сонидa ҳаракатланувчи катламдаги баландлиги

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

Циклон цилиндрик қисмининг баландлиги эса,

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

Текшириш ҳисобларининг натижаларига асосан циклоннинг ҳисоблари тўғри эканлиги тасдиқланди.

2 - б о б. 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]:

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

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

а) агарда иссиқлик ташувчи агентнинг агрегат ҳолати ўзгармаса,

$$Q = G_i \cdot c_i \cdot (t_{i,мин} - t_{i,макс}), \quad i = 1, 2 \quad (2.2)$$

б) тўйинган буғларнинг конденсатлари совитилмаса ёки қайнаш пайтида

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

в) ўта қизиган буғларни конденсацияланишида, конденсат совитилган ҳолда

$$Q = G_i \cdot (I_{i,мин} - c_i \cdot t_{i,макс}) \quad (2.4)$$

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

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

$$t_i = \frac{t_{i,мин} + t_{i,макс}}{2}, \quad i = 1, 2 \quad (2.5)$$

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

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

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

$$\Delta t_{y.p.} = \Delta t_{y.p. \text{ те.}} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{kn}}{\ln \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{kn}}} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{kn}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{kn}}} \quad (2.6)$$

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

$$\Delta t_{y.p. \text{ ор.}} = \frac{\Delta t_{ka} + \Delta t_{kn}}{2} \quad (2.7)$$

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

$$\Delta t_{y.p.} = \varepsilon_{dt} \cdot \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{kn}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{kn}}} \quad (2.8)$$

бу ерда ε_{dt} - муҳитларнинг температуралар нисбатига боғлиқ бўлган коэффицент.

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

Уни ҳисоблаш учун ушбу формуладан фойдаланса бўлади:

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

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

Маълумки, α_1 ва α_2 нар ҳисобланаётган иссиқлик алмашиниш қурилма конструкциясининг параметрларига боғлиқдир. Шунинг учун бу босқичда иссиқлик ўтказиш коэффицентини юқори аниқликда топиб бўлмайди. Демак, аввал тахминий ҳисоблар асосида иссиқлик ўтказиш коэффицентини аниқланади ва унга мос юза ва қурилманинг аниқ конструкцияси топилади. Сўнг эса, иссиқлик ўтказиш коэффицентини 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, фарк катта бўлса, албатта ҳисоблаш бошқа вариантда олиб борилиши керак.

2.1-расмда иссиқлик алмашиниш қурилмасини ҳисоблаш схемаси келтирилган.

2.2. ИССИКЛИК БЕРИШ КОЭФФИЦИЕНТИНИ ХИСОБЛАШ УЧУН ТЕНГЛАМАЛАР

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

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

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

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

Қуйида иссиқлик бериш коэффициентини ҳисоблашда кўп қўлланиладиган тенгламалар келтирилган.

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

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

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

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

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

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

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

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

Иситиш каналларида иссиқлик тапувчи агентнинг
мажбурий ҳаракатида тавсия этиладиган
тезликлар w қийматлари

| Мухит | Ҳаракат шароити | w , м/с |
|---|--|-----------|
| Ковушқлиги кам суюқлик (бензин, керосин, сув ва Ҳ) | ҳайдаш йўлида | 1 - 3 |
| | сўриш йўлида | 0,8 - 1,2 |
| Ковушқ суюқлик (енгли ва оғир мойлар, тузлар ва эритмалари) | ҳайдаш йўлида | 0,5 - 1,0 |
| | сўриш йўлида | 0,2 - 0,8 |
| Кам ва ўрта ковушқли 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, табиқий тортинишда | газ қувури | 2 - 4 |
| Сув буғи: | | |
| | ўта тўйинган | --- |
| қурук, тўйинган | --- | 100 - 200 |
| Тўйинган буғлар (углеводородлар) | босим. МПа | |
| | 0,005 - 0,02 | 60 - 70 |
| | 0,02 - 0,05 | 40 - 60 |
| | 0,05 - 0,1 | 20 - 40 |
| | 0,1 | 10 - 25 |

(2.11) формула қўидаги ораликда қўллаеса 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:

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

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

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

$$Nu = 0,008 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,33} \quad (2.14)$$



2.1 - расм. Иссиқлик алмашиниш қурилмасини ҳисоблаш схемаси.

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

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

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

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

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

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

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

в) шахматли ўрам учун:

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

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

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

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

$$Nu = 0,356 \cdot Re^{0,6} \cdot \varepsilon_0 \quad (2.19)$$

Қиррали трубалар ўрама учун оқимнинг айланиб ўтишидаги ис- сикликнинг берилиши

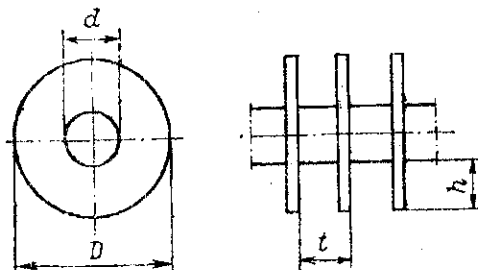
$$Re = (3 \div 25) \cdot 10^3 \quad \text{ва} \quad 3 < \frac{d}{L} < 4,8$$

шароит учун ҳисоблаш тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

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

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

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



2.2 - расм. Кўндаланг қиррали труба

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

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

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

бу ерда α_p - труба ичида иссиқлик ташувчи агентнинг иссиқлик бериш коэффициенти; F_{man} - қиррали трубанинг тўлиқ ташқи юзаси; F_u - трубанинг ички юзаси; $\sum \delta / \lambda = \delta_d / \lambda_d + r_{ифл1} + r_{ифл2}$ - труба девори ва изо- лослик қатламларининг термик қаршилиқларининг йиғиндиси.

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

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

| Иссиқлик ташувчи агент | $\frac{1}{r_{эф}}$ |
|--|--------------------|
| Сув | |
| ифлосланган | 1400 - 1860 |
| ўртача сифатли | 1860 - 2900 |
| яхши сифатли | 2900 - 5800 |
| дистиланган | 11600 |
| Хаво | 2800 |
| Нефт маҳсулотлари, мой, совитувчи агент буғи | 2900 |
| Нефт хом ашёси | 1160 |
| Органик суюқлик, суёқ совуқ элтичлар | 5800 |
| Таркибида мой бор сув буғи | 5800 |
| Органик суюқлик буғлари | 11600 |

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

$Re \geq 1000$ бўлганда

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

$Re < 1000$

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

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

Кожух-трубали исікдік алмашыннш құрлмә ва совутгнчларнннг парә-
метрләрн
(ГОСТ 15118-79, ГОСТ 15120-79 ва 15122-76)

| Кожух диә метрн, мм | Труба нннг диә метрн, мм | Иул лар сонн | Тру- балар нннг уму мнн сонн | Трубалар узунлннг кўндалгнчә бўлганда, исікдік алмашыннш юзәсн, м ² | | | | | | | Трубәлә- рәро бўш- лнқ окн- мнннг әнг тор кўнда- лннг ке- снм юзәсн, м ² | Труба бнр нўлнннг кўн- даланг кеснм юзәсн, м ² |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---|--|--------|------|------|------|-----|-------|---|---|
| | | | | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | 9,0 | | |
| 159 | 20x2 | 1 | 19 | 1,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5 | - | - | - | 0,003 | 0,004 |
| | 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 |
| 400 | 25x2 | 1 | 62 | - | 6,5 | 10,0 | 14,5 | 19,5 | - | - | 0,013 | 0,021 |
| | | 2 | 56 | - | - | 9,0 | 13 | 17,5 | - | - | 0,013 | 0,010 |
| | 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 |
| 600 | 25x2 | 1 | 111 | - | - | 17,0 | 26 | 35,0 | 52 | - | 0,020 | 0,038 |
| | | 2 | 100 | - | - | 16,0 | 24 | 31,0 | 47 | - | 0,020 | 0,017 |
| | 20x2 | 1 | 389 | - | - | 49 | 73 | 98 | 147 | - | 0,041 | 0,078 |
| | | 2 | 370 | - | - | 47 | 70 | 93 | 139 | - | 0,041 | 0,037 |
| 800 | 25x2 | 4 | 334 | - | - | 42 | 63 | 84 | 126 | - | 0,041 | 0,015 |
| | | 6 | 316 | - | - | 40 | 60 | 79 | 119 | - | 0,037 | 0,009 |
| | | 1 | 257 | - | - | 40 | 61 | 81 | 121 | - | 0,040 | 0,089 |
| | | 2 | 240 | - | - | 38 | 57 | 75 | 113 | - | 0,040 | 0,042 |
| | 20x2 | 4 | 206 | - | - | 32 | 49 | 65 | 97 | - | 0,040 | 0,018 |
| | | 6 | 196 | - | - | 31 | 46 | 61 | 91 | - | 0,037 | 0,011 |
| | | 1 | 717 | - | - | 90 | 135 | 180 | 270 | 405 | 0,069 | 0,144 |
| | | 2 | 690 | - | - | 87 | 130 | 173 | 260 | 390 | 0,069 | 0,069 |
| 1000 | 25x2 | 4 | 638 | - | - | 80 | 120 | 160 | 240 | 361 | 0,069 | 0,030 |
| | | 6 | 618 | - | - | 78 | 116 | 155 | 233 | 349 | 0,065 | 0,020 |
| | | 1 | 466 | - | - | 73 | 109 | 146 | 219 | 329 | 0,070 | 0,16 |
| | | 2 | 442 | - | - | 69 | 104 | 139 | 208 | 312 | 0,070 | 0,071 |
| | 20x2 | 4 | 404 | - | - | 63 | 95 | 127 | 190 | 285 | 0,070 | 0,030 |
| | | 6 | 386 | - | - | 60 | 90 | 121 | 181 | 271 | 0,065 | 0,021 |
| | | 1 | 1173 | - | - | - | 221 | 295 | 442 | 663 | 0,101 | 0,236 |
| | | 2 | 1138 | - | - | - | 214 | 286 | 429 | 643 | 0,101 | 0,114 |
| 1200 | 25x2 | 4 | 1072 | - | - | - | 202 | 269 | 404 | 606 | 0,101 | 0,051 |
| | | 6 | 1044 | - | - | - | 197 | 262 | 393 | 590 | 0,096 | 0,034 |
| | | 1 | 747 | - | - | - | 176 | 235 | 352 | 528 | 0,106 | 0,259 |
| | | 2 | 718 | - | - | - | 169 | 226 | 338 | 507 | 0,106 | 0,124 |
| | 20x2 | 4 | 666 | - | - | - | 157 | 209 | 314 | 471 | 0,106 | 0,051 |
| | | 6 | 642 | - | - | - | 151 | 202 | 302 | 454 | 0,102 | 0,036 |
| | | 1 | 1701 | - | - | - | - | 427 | 641 | 961 | 0,145 | 0,342 |
| | | 2 | 1658 | - | - | - | - | 417 | 625 | 937 | 0,145 | 0,165 |
| 25x2 | 4 | 1580 | - | - | - | - | 397 | 595 | 893 | 0,145 | 0,079 | |
| | 6 | 1544 | - | - | - | - | 388 | 582 | 873 | 0,131 | 0,049 | |
| | 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 | |

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

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

* - 25x2 мм ли трубалар дегирилган пўлатдан ясалиши керак; ул-леродли пўлатдан ҳам ясалиши мумкин, фақат 25x2 мм улчамли трубалардан ташқари.

** - трубалар йўли бўйича 6 та йўли фақат конденсаторларга тегишли.

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

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

| Кожух диа- метри D, мм | Труба буйича йуллар сони *, м² | Трубалар узунлиги қуйидагича булганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м² | | | | Трубалараро бушлиқда оқимнинг энг тор қундаланг қесим 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 ташки диаметри буйича ҳисобланган

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

**Суюқликларни аралаштиргичлар билан аралаштириш пайтида ис-
сиқликнинг берилиши.** Змеевикли, қобикли ва аралаштиргичли
қурилмаларда иссиқлик бериш коэффициентини α ни қуйидаги тенглама
билан аниқлаш мумкин:

$$Nu = c \cdot Re^m \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_0} \right)^{0,14} \cdot I^{-1} \quad (2,24)$$

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

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

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

$$\alpha = a \cdot \sqrt{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot l}} \quad (2,25)$$

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

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

Пуфакчали қайнаш пайтида иссиқлик бериш коэффициентлари қуйидаги тенгламалар орқали аниқланади:

а) катта ҳажмдаги суюқликка туширилган жисм юзаларнда

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

б) труба ичида

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3. ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАРИ ВА КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

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

Иссиқлик алмашиниш қурилмалари суюқлик ва газларни иситиш ва совитиш учун мўлжалланган бўлиб, совиткичлар 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 |
| Буғлаткич | И |

Конструкциясига қараб

| | |
|---|---|
| Кўзгалмас тўр пардали | Н |
| Кожухида температура компенсатори билан | К |
| Харакагчан қалпоқчали | П |
| U-симон трубали | У |

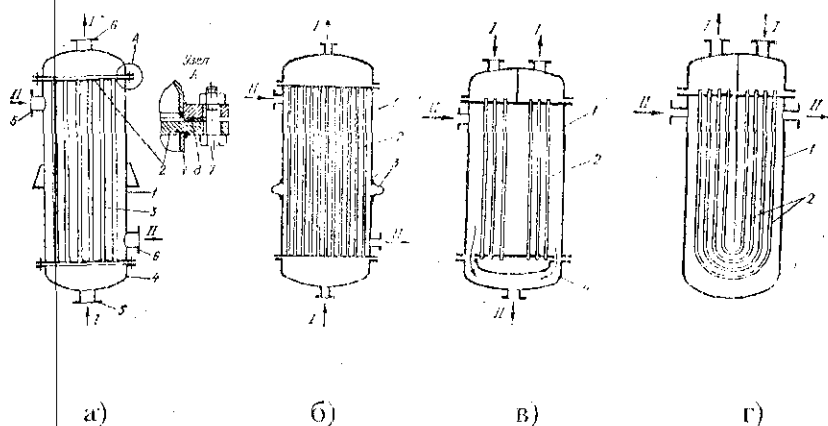
П ва У тишидаги иссиқлик алмашиниш қурилмаси труба ва кожухнинг температуралар фарқи жуда катта, ҳамда труба ўрама механик усулда тозалаш зарур бўлган ҳолда қўлланилади.

Қуйидаги жадвалда саноатда кўп ишлатиладиган иссиқлик алмашиниш қурилмалари харақтеристикалари берилган.

2-7 жадвал

| Номи | Белги-лавиши | 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 элткич ёрдамида совитиш учун |
| Конденсатор | КН ва КК КП ва КУ | Конденсацияланувчи 0...+300 0...+400 Совитувчи -20...+60 | Буларни сув ёки совуқ элткич ёрдамида конденсациялаш ва совитиш учун |

| | | | |
|--------------------------|----------------------|---|--|
| Буғлаткич | ИН ва ИК ИП ва ИУ | -30...+350 -30...+450 | Турли суяқ мухитларни иситиш ва буғлатиш учун |
| Совутувчи конденсатор | КТ | 0...+100 (совук элтичицини конденсацияси); совутувчи -20 ...+50 | Аммиакли ва углеводородли (пропан, пропанен) совитиш машинларида совук элтичици суяқларини учун |
| Совутувчи испаритель | ИГ | -40 ...+40 (түйинчи) | Аммиакли ва углеводородли (пропан, пропанен) совитиш машинларида 0,6 МПа босимда сув ва эритмаларни совитиш учун |
| | | +40...-60 | 1-2,5 МПа босим остида техно- логик суяқ мухитларни совитиш учун |



2.3 - расм. Кожух трубали иситкич ашмашиниш қурилмалари.

а) бир йўзли; б) линза компенсаторли;

в) ҳаракатчан қалпоқчали; г) U - симон трубали.

1 - қобик; 2 - трубалар; 3 - линза компенсатор;

4 - ҳаракатчан қалпоқча; 5 - труба бўғлари; 6 - қошқоқ;

7,8 - кириш ва чиқиш шугудеарлари; 9 - болт;

10 - қисирма

Кожух-трубали иситкичлар ва совиткичларда қобик ва трубалар орасидаги температураларнинг фарқида қараб труба қобигининг узайиши ҳар хил бўлади. Шунинг учун бу қурилмалар конструкциясига қараб икки хил бўлади:

Н - қўзғалмас тўр пардали;

К - линза компенсаторли.

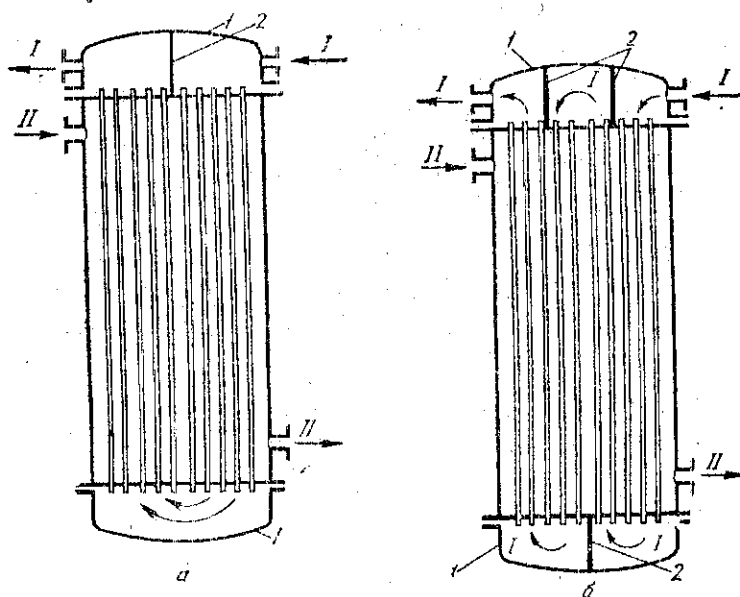
Компенсацияловчи мосламалар қурилмалар трубаларини старли даражада узайишига имкон беради. Бу турдаги қурилмалар трубалараро бўшлиғидаги босим $6 \cdot 10^5$ Па гача бўлганда ишлатилади.

Кўзғалмас тўр пардали иситгичларда иссиқлик таъсирида трубалар ва қобик ҳар хил узаяди, шу сабабли бу турдаги иситгичлар трубалар ва қобик ўртасидаги температуралар фарқи катта бўлмаганда (20-60°C гача) ишлатилади. Мухт.ларнинг температуралар фарқи 60°C дан катта бўлганда, трубалар ва қобикнинг ҳар хил узайишни йўқотиш учун, ливзали компенсатор (2.3б -расм), ҳаракатчан қалпоқчали (2.3в - расм) ва U - симои трубаи (2.3г -расм) кожух-трубаи иссиқлик алманишиш қурилмалари ишлатилади [28].

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

U - симои кожух-трубаи иситгичларда иссиқлик таъсирида трубаларнинг узайишидаги компенсацияни труба урамнинг ўзи бажаради. Шунинг учун уларнинг конструкциси содда бўлиб, трубалар тўплами битта кўзғалмас тўрга ўрнатилади. Бу иситгичларда трубаларнинг ички юзасини тозалаш қийин ва трубаларни тўрга жойлаштириш анча мураккабдир.

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



2.4- расм. Кўп йўлли, кожух-трубаи иситгичлар.
 а) икки йўлли; б) тўрт йўлли.
 I - II - иссиқлик ташувчи агентлар.
 1 - қопқоқ; 2 - кўндаланг тўсиқлар.

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

Гидравлик қаршилиқ ва зарур иссиқлик алмашиниш юзасини
аниқловчи ҳисоби учун нормалашган 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
штуцерларнинг диаметри

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

Нормалашган кожух-трубали иссиқлик алмашиниш
қурилмаларида сегмент тусиқлар сони

| Кожух диамет ри, мм | Қўйидаги трубаларнинг узунликларида (м) сегмент тусиқлар сони | | | | | | |
|---------------------------|--|-----|-----|--------|-----|--------|--------|
| | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | 9,0 |
| 159 | 6 | 10 | 14 | 26 | - | - | - |
| 273 | 4 | 8 | 12 | 18 | - | - | - |
| 325 | - | 6 | 8 | 14(16) | 18 | 36(38) | - |
| 400 | - | - | 6 | 10 | 14 | 22(24) | (24) |
| 600 | - | - | 4 | 8 | 10 | 18(16) | 22(20) |
| 800 | - | - | 4 | 6 | 8 | 14(12) | 16(18) |
| 1000 | - | - | - | 4 | 6 | 10 | 14(12) |
| 1200 | - | - | - | - | 6 | 8 | - |

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

2-10 жадвал

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

| Босим, МПа | Кожух диамет- ри, мм | Ўўлар сони | Диаметри 20x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------|--|-----|------|------|------|-------|-------|
| | | | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | 9,0 |
| <i>Кожух трубади совутгичлар массаси, кг</i> | | | | | | | | | |
| 1,6 | 159 | 1 | 174 | 196 | 217 | 263 | - | - | - |
| 1,6 | 273 | 1 | 320 | 388 | 455 | 590 | - | - | - |
| 1,6 | 325 | 1 | - | 495 | 575 | 735 | 895 | - | - |
| 1,6 | 325 | 2 | - | 510 | 575 | 740 | 890 | - | - |
| 1,0 | 400 | 1 | - | - | 860 | 1130 | 1430 | 1850 | - |
| 1,0 | 400 | 2 | - | - | 870 | 1090 | 1370 | 1890 | - |
| 1,0 | 600 | 1 | - | - | 1540 | 1980 | 2480 | 3450 | - |
| 1,0 | 600 | 2,4,6 | - | - | 1650 | 2100 | 2500 | 3380 | - |
| 1,0 | 800 | 1 | - | - | 2560 | 3520 | 4150 | 5800 | 8400 |
| 1,0 | 800 | 2,4,6 | - | - | 2750 | 3550 | 4350 | 5950 | 8500 |
| 0,6 | 1000 | 1 | - | - | - | 5000 | 6520 | 9030 | 12800 |
| 0,6 | 1000 | 2,4,6 | - | - | - | 5450 | 6750 | 9250 | 12850 |
| 0,6 | 1200 | 1 | - | - | - | - | 9000 | 12800 | 18400 |
| 0,6 | 1200 | 2,4,6 | - | - | - | - | 9750 | 13400 | 18900 |

2-10 жадвал давом

| Босим, МПа | Кожух диамет- ри, мм | Ўўлар сони | Диаметри 25x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------|--|-----|------|------|------|-------|-------|
| | | | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | 9,0 |
| <i>Кожух-трубади совутгичлар массаси, кг</i> | | | | | | | | | |
| 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 26x2 мм бўлган трубалар узунлиги, м | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------|--|-----|-----|------|-------|-------|-----|
| | | | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | 9,0 |
| <i>Буғлатич ва конденсаторлар массаси, кг</i> | | | | | | | | | |
| 1,0 | 600 | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,0 | | 2,4,6 | - | - | - | 1970 | 2420 | 3320 | - |
| 1,6 | 800 | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,6 | | 2,4,6 | - | - | - | 2050 | 2510 | 3450 | - |
| 1,0 | | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,0 | | 2,4,6 | - | - | - | 3600 | 4400 | 5900 | - |
| 1,6 | 1000 | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,6 | | 2,4,6 | - | - | - | 3850 | 4500 | 6100 | - |
| 1,0 | | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,0 | | 2,4,6 | - | - | - | 5450 | 6700 | 9250 | - |
| 1,6 | 1200 | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,6 | | 2,4,6 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,0 | | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,0 | | 2,4,6 | - | - | - | - | 10100 | 13450 | - |
| 1,6 | 1400 | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,6 | | 2,4,6 | - | - | - | - | 10400 | 13700 | - |
| 1,0 | | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,0 | | 2,4,6 | - | - | - | - | - | 18390 | - |
| 1,6 | 1400 | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,6 | | 2,4,6 | - | - | - | - | - | 18790 | - |

2-10 жадвал давоми

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

2-11 жадвал

Кожух-трубаги конденсатор ва иситиш параметрлари
(ГОСТ 15119-79)

| Кожух диаметри, мм | Труба-нинг диаметри, мм | Нуллари сони | Труба-лар-нинг умумий сони | Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, исиклик алмашишнинг юзаси, м ² | | | | Труба бир йулининг кундаланг кесим юзаси, м ² |
|--------------------|-------------------------|--------------|----------------------------|--|-----|-----|-------|--|
| | | | | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | |
| 600 | 20x2 | 2 | 370 | --- | 70 | 93 | 139 | 0,037 |
| | | 4 | 334 | --- | 63 | 84 | 126 | 0,016 |
| | | 6 | 316 | --- | 60 | 79 | 119 | 0,009 |
| | 25x2 | 1 | 257 | 40 | 61 | 81 | --- | 0,089 |
| | | 2 | 240 | --- | 57 | 75 | 113 | 0,042 |
| | | 4 | 206 | --- | 49 | 65 | 97 | 0,018 |
| 800 | 20x2 | 6 | 196 | --- | 46 | 61 | 91 | 0,011 |
| | | 2 | 690 | --- | 130 | 173 | 260 | 0,069 |
| | | 4 | 638 | --- | 120 | 160 | 240 | 0,030 |
| | 25x2 | 6 | 618 | --- | 116 | 155 | 233 | 0,020 |
| | | 1 | 466 | 73 | 109 | 146 | --- | --- |
| | | 2 | 442 | --- | 104 | 139 | 208 | 0,077 |
| 1000 | 20x2 | 4 | 404 | --- | 95 | 127 | 190 | 0,030 |
| | | 6 | 386 | --- | 99 | 121 | 181 | 0,022 |
| | | 2 | 1138 | --- | 214 | 286 | 429 | 0,114 |
| | 25x2 | 4 | 1072 | --- | 202 | 269 | 404 | 0,051 |
| | | 6 | 1044 | --- | 197 | 262 | 393 | 0,034 |
| | | 1 | 747 | 117 | 176 | 235 | --- | --- |
| 1200 | 20x2 | 2 | 718 | --- | 169 | 226 | 338 | 0,124 |
| | | 4 | 666 | --- | 157 | 209 | 314 | 0,055 |
| | | 6 | 642 | --- | 151 | 202 | 302 | 0,036 |
| | 25x2 | 2 | 1658 | --- | --- | 417 | 625 | 0,165 |
| | | 4 | 1580 | --- | --- | 397 | 595 | 0,079 |
| | | 6 | 1544 | --- | --- | 388 | 582 | 0,049 |
| 1400 | 20x2 | 1 | 1083 | --- | 256 | 340 | --- | --- |
| | | 2 | 1048 | --- | --- | 329 | 494 | 0,179 |
| | | 4 | 986 | --- | --- | 310 | 469 | 0,084 |
| | 25x2 | 6 | 958 | --- | --- | 301 | 451 | 0,052 |
| | | 2 | 2298 | --- | --- | --- | 865 | 0,230 |
| | | 4 | 2204 | --- | --- | --- | 831 | 0,110 |
| 25x2 | 6 | 2162 | --- | --- | --- | 816 | 0,072 | |
| | 1 | 1545 | --- | 372 | 486 | --- | --- | |
| | | 2 | 1504 | --- | --- | --- | 708 | 0,260 |

2-12 жадвал

«Накатка» трубаги, самарадор кожух-трубаги исиклик алмашишнинг кундаланг кесим юзаси.

| Кожух диаметри, D _с | δ | A ₀ | A | l ₀ | l ₂ | l ₃ | H/2 | D _y | D _{y1} | D _{y2} | l* |
|--------------------------------|------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|-----------------|-----------------|-----|
| 600 | 2000 | | 1450 | 800 | 1200 | 500 | | | | | |
| | 2500 | | 1950 | 1150 | 1350 | 550 | | | | | |
| | 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, дон | Труба бўйча йўллар сони | Труба бўйча батта йўлнинг ўтми кесими нинг юзаси, $m^2 \cdot 10^2$ | Ушбу трубалар узунлигида, қурилмаларнинг иссиқлик алмашинуш юзаси, m^2 | | | | |
|--------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|--|--|------|------|------|------|
| | | | | | 2000 | 2500 | 3000 | 4000 | 5000 |
| 600 | 25x2 | 269 | 1 | 9,32 | 41 | 51 | 62 | 63 | 104 |
| | | | 2 | 4,66 | | | | | |
| | | | 4 | 2,33 | | | | | |
| 800 | 25x2 | 511 | 1 | 17,7 | 68 | 98 | 118 | 158 | 198 |
| | | | 2 | 8,85 | | | | | |
| | | | 4 | 4,43 | | | | | |
| | 38x2 | 211 | 1 | 19,16 | 49 | 61 | 74 | 99 | 124 |
| | | | 2 | 9,58 | | | | | |
| | | | 4 | 4,79 | | | | | |
| 1000 | 25x2 | 805 | 1 | 27,88 | - | 154 | 186 | 249 | 312 |
| | | | 2 | 13,94 | | | | | |
| | | | 4 | 6,97 | | | | | |
| | | | 6 | 4,65 | | | | | |
| 1000 | 38x2 | 349 | 1 | 31,69 | - | 101 | 122 | 164 | 205 |
| | | | 2 | 15,85 | | | | | |
| | | | 4 | 7,92 | | | | | |
| | | | 6 | 5,28 | | | | | |
| 1200 | 25x2 | 1163 | 1 | 40,28 | - | - | 268 | 360 | 451 |
| | | | 2 | 20,14 | | | | | |
| | | | 4 | 10,07 | | | | | |
| | 38x2 | 511 | 1 | 46,4 | - | - | 179 | 240 | 301 |
| | | | 2 | 23,2 | | | | | |

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

2-14 жадвал

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

2-15 жадвал

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

| Кобик диаметри, D_w мм | Кобикдаги босим P_w МПа | Трубалар 25 x 2, узунлиги, мм | | | | | Трубалар 38 x 2, узунлиги, мм | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------|------|------|-------|-------------------------------|------|------|------|------|
| | | 2000 | 2500 | 3000 | 4000 | 5000 | 2000 | 2500 | 3000 | 4000 | 5000 |
| | | Масса*, кг | | | | | | | | | |
| 600 | 0,6 (6) | 860 | 950 | 1070 | 1310 | 1550 | - | - | - | - | - |
| | 1,0 (10) | 880 | 1010 | 1140 | 1400 | 1640 | - | - | - | - | - |
| | 1,6 (16) | 950 | 1080 | 1220 | 1500 | 1760 | - | - | - | - | - |
| | 2,5 (25) | 1010 | 1150 | 1290 | 1560 | 1820 | - | - | - | - | - |
| 800 | 0,6 (6) | 1410 | 1650 | 1860 | 2330 | 2760 | 1150 | 1320 | 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 тавқи диаметри бўйича иссиқлик алмашинини 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 x 2 | 761 | 94 | 142 | 190 | 287 |
| | 25 x 2 | 507 | 78 | 118 | 158 | 238 |
| 1000 | 20 x 2 | 1225 | 148 | 229 | 307 | 462 |
| | 25 x 2 | 801 | 121 | 186 | 249 | 376 |
| 1200 | 20 x 2 | 1781 | - | 333 | 445 | 671 |
| | 25 x 2 | 1155 | - | 267 | 361 | 544 |
| 1400 | 20 x 2 | 2451 | - | 457 | 612 | 924 |
| | 25 x 2 | 1611 | - | 375 | 502 | 758 |

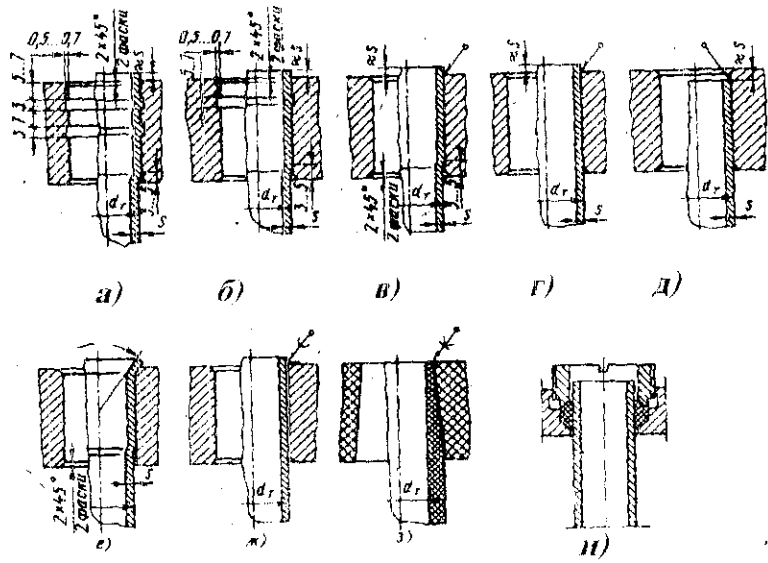
Бир йўлли иссиқлик алмашиғиш қурималарининг асосий ўлчамлари

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

Бир йўлни иссиқлик алмашиши қурималарининг асосий ўлчамлари

| Қо жух диа- мет- ри, мм | Бо- сим $R_{\text{в}}$ МПа (кг/см ²) | l | L | A | A_n | l_0 | l_1 | $D_{\text{в}}$ (трудалар бўйича йўллар соли) | | | $D_{\text{в1}}$ | $H/2$ | l_2 | | h | |
|--|--|------|------|------|-------|-------|-------|--|-----|-----|-----------------|-------|------------|------------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | ТНГ ТКГ | ТНВ ТКВ | | |
| 800 | 1,0 (10) | 2000 | 3235 | 1450 | | 800 | | | | | | | 592 | 1542 | 612 | |
| | | 3000 | 4235 | 2450 | 630 | 1500 | 446 | | | | | | 692 | 1842 | | |
| | | 4000 | 5235 | 3450 | | 2000 | | | | | | | 992 | | | |
| | | 6000 | 7235 | 5450 | | 3000 | | | | | | | 1592 | 2141 | | |
| | 1,6 (16) | 2000 | 3215 | 1450 | | 800 | | | | | | | 608 | 1558 | 616 | |
| | | 3000 | 4215 | 2450 | 530 | 1500 | 562 | | | | | | 608 | 1858 | | |
| | | 4000 | 5215 | 3450 | | 2000 | | | | | | | 1008 | | | |
| | | 6000 | 7215 | 5450 | | 3000 | | | | | | | 1398 | 2158 | | |
| | 2,5 (25) | 2000 | 3320 | 1450 | | 800 | | | 250 | 200 | 150 | 250 | 627 | 570 | 1570 | 616 |
| | | 3000 | 4320 | 2450 | 555 | 1500 | 485 | | | | | | 670 | 1870 | | |
| | | 4000 | 5320 | 3450 | | 2000 | | | | | | | 970 | 2170 | | |
| | | 6000 | 7320 | 5450 | | 3000 | | | | | | | 1570 | | | |
| 4,0 (40) | 2000 | 3445 | 1350 | | 800 | | | | | | | | 602 | 1652 | 624 | |
| | 3000 | 4445 | 2350 | 789 | 1500 | 476 | | | | | | 677 | 702 | 1952 | | |
| | 4000 | 5445 | 3350 | | 2000 | | | | | | | | 1002 | | | |
| | 6000 | 7445 | 5350 | | 3000 | | | | | | | | 1602 | 2252 | | |
| 1000 | 0,6 (6) | 3000 | 4340 | 2350 | | 1500 | | | | | | | 834 | 1884 | 712 | |
| | | 4000 | 5340 | 3350 | 685 | 2000 | 508 | | | | | | 1134 | | | |
| | | 6000 | 7340 | 5350 | | 3000 | | | | | | | 1534 | 2184 | | |
| | 1,0 (10) | 3000 | 4440 | 2350 | | 1500 | | | | | | | | 834 | 1884 | 716 |
| | | 4000 | 5440 | 3350 | 685 | 2000 | 530 | | | | | | | 1134 | 2184 | |
| | | 6000 | 7440 | 5350 | | 3000 | | | | | | | | 1534 | | |
| | 1,6 (16) | 3000 | 4425 | 2400 | | 1500 | | | 300 | 200 | 150 | 300 | 729 | 834 | 1884 | 720 |
| | | 4000 | 5425 | 3400 | 685 | 2000 | 545 | | | | | | | 1134 | 2184 | |
| | | 6000 | 7425 | 5400 | | 3000 | | | | | | | | 1534 | | |
| | 2,5 (25) | 3000 | 4480 | 2400 | | 1500 | | | | | | | | 794 | 1894 | 730 |
| | | 4000 | 5480 | 3400 | 710 | 2000 | 550 | | | | | | | 1094 | | |
| | | 6000 | 7480 | 5400 | | 3000 | | | | | | | | 1494 | 2194 | |
| 4,0 (40) | 3000 | 4705 | 2350 | | 1500 | | | | | | | | 818 | 1968 | 812 | |
| | 4000 | 5705 | 3350 | 835 | 2000 | 552 | | | | | | | 1118 | 2258 | | |
| | 6000 | 7705 | 5350 | | 3000 | | | | | | | | 1518 | | | |
| 1200 | 0,6 (6) | 4000 | 5530 | 3200 | | 2000 | | | | | | | 960 | | 812 | |
| | | 6000 | 7530 | 5200 | 765 | 3000 | 620 | | | | | | 1460 | 2260 | | |
| | 1,0 (10) | 4000 | 5645 | 3300 | | 2000 | | | 350 | 250 | 200 | 350 | 831 | 925 | 822 | |
| | | 6000 | 7645 | 5300 | 765 | 3000 | 615 | | | | | | | 1425 | | 2225 |
| | 1,6 (16) | 4000 | 5660 | 3350 | | 2000 | | | | | | | | 900 | | 822 |
| | | 6000 | 7660 | 5350 | 765 | 3000 | 620 | | | | | | | 1400 | 2200 | |
| | 2,5 (25) | 4000 | 5730 | 3250 | | 2000 | | | | | | | | 1000 | | 822 |
| | | 6000 | 7730 | 5250 | 565 | 3000 | 620 | | | | | | | 1500 | 2300 | |

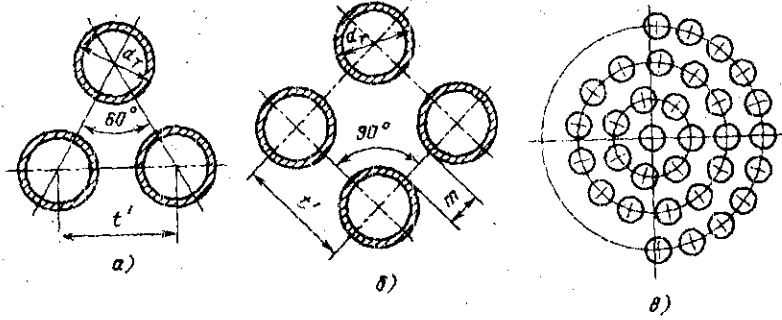
Трубалар тўр пардаларга развальцовка, пайвандлаш, кавшарлаш ва сальниклар ёрдамида бириктирилади (2.5 - расм).



2.5 - расм. Трубаларни труба тўрларига бириктириш усуллари.
 а - иккита каналга развальцовка қилиш;
 б - битта каналга развальцовка қилиш;
 в - пайвандлаш ва развальцовка қилиш;
 г, д - пайвандлаш;
 е - текис тешикга развальцовка қилиш ва четини буклаш;
 ж - кавшарлаш;
 з - сальниклаш;
 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 ёшли учбурчак чўкқиларида;
 б - квадрат чўкқиларида;
 в - айлана бўйлаб.

Труба ўрамида трубаларни жойлаштириш усуллари

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

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

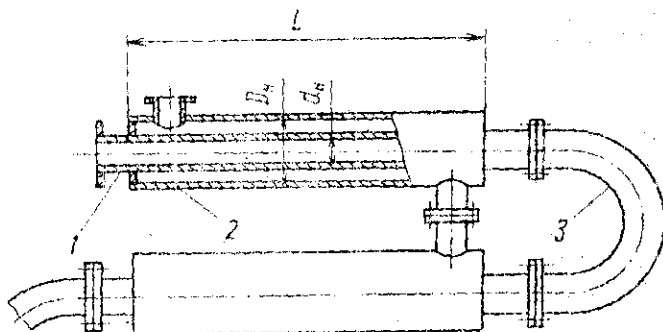
Кожух-трубали конденсаторлар буларни трубалараро бўшлиқда конденсациялаш учун, ҳамда конденсацияланиш иссиқлиги ҳисобига газ ва суюқликларни иситиш учун мўлжалланган. Улар кўзгалмас тўр пардали ёки қобиғида температура компенсаторли, ўрнагилишига қараб вертикал ва горизонтал бўлади. Кожух-трубали совитгичлар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

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

«Труба ичида труба» типидagi иссиқлик алмашиниш қурилмалари.
 Зарур иссиқлик алмашиниш юзаси 20 -30 м² ва катта бўлмаган иссиқлик юктамаларида «труба ичида труба» типидagi иссиқлик алмашиниш қурилмаларни қўллаш мақсади мувофиқдир. Ушбу иссиқлик алмашиниш қурилмалар қуйидаги типларда тайёрланади:

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

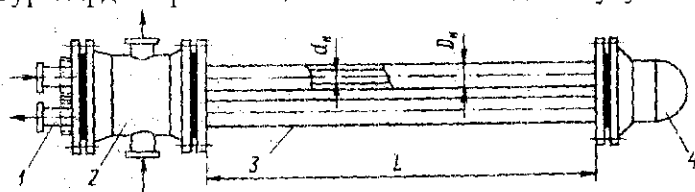
«Труба ичида труба» типидagi яхлит иссиқлик алмашиниш қурилмаси (2.7-расм)да келтирилган. Бундай қурилмалар бир ва кўп йўлли бўлиши мумкин, одағда улар жуфт йўлли бўлади [29].



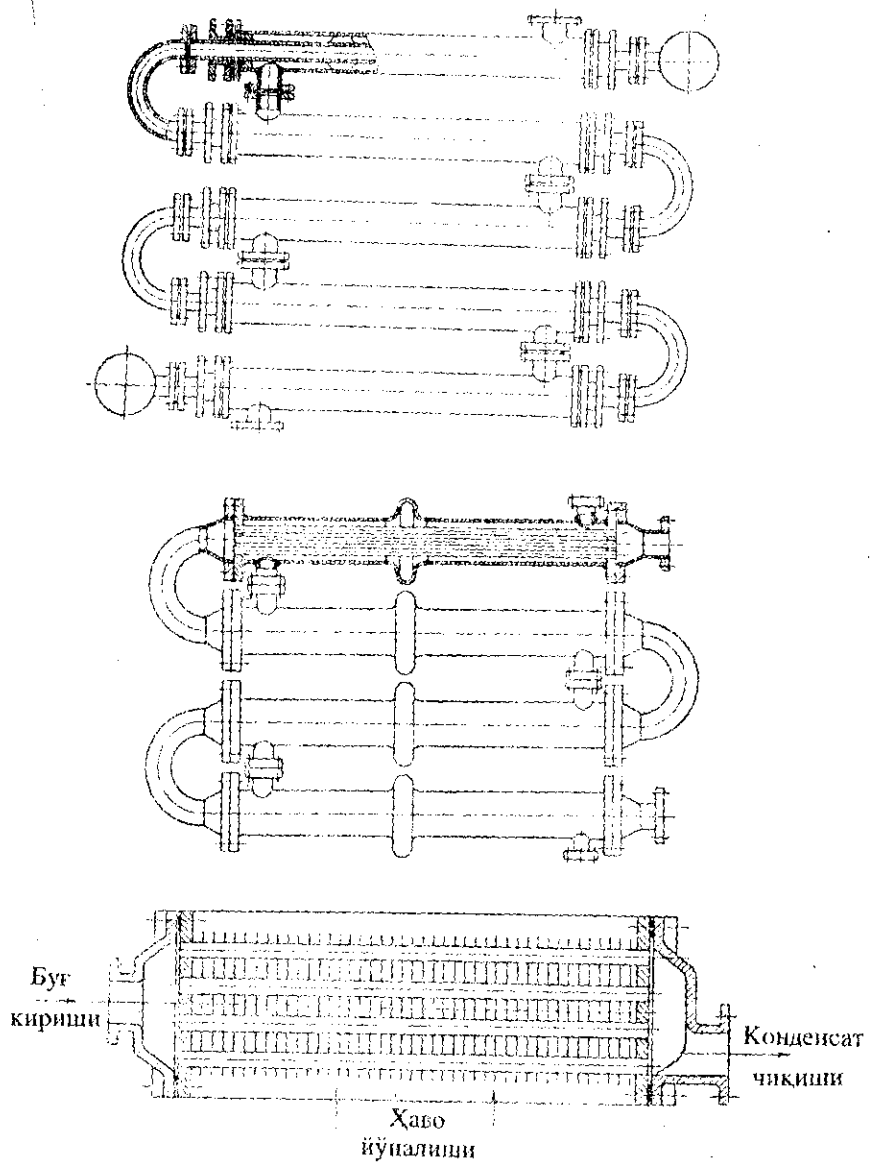
2.7 - расм. «Труба ичида труба» типидagi ажралмас иссиқлик алмашиниш қурилмаси.
 1 - труба; 2 - кожух трубаси; 3 - калач;

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

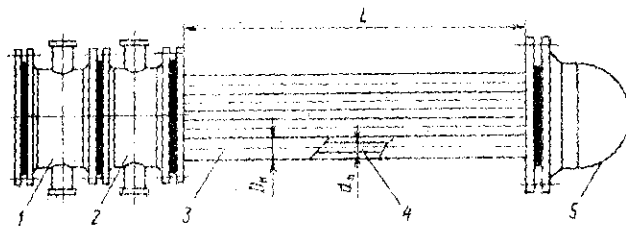
Қисмларга ажралувчи конструкцияли иссиқлик алмашиниш қурилмалари 2.9- ва 2.10-расмларда кўрсатилган. Бир оқимли кичик габаритли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг (2.9-расм) трубаларо бўшлиғида иссиқлик ташувчи агент учун тақсимловчи камера ўрнатилган. Ушбу камера тўсик ёрдамида уни иккига бўлади. Трубалар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



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



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



2.10 - расм. «Труба ичида труба» тишидаги икки оқимли ажралувчан иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

1, 2 - ички ва ташқи муҳитлар учун тақсимлангн камералари; 3 - кожух трубаси; 4 - труба; 5 - қопқоқ

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

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

2-20 жадвал

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

| Труба диаметри мм, | Параллел оқимлар сони | Трубаларнинг умумий сони | Трубалар узунлиги қуйидагича бўлганда, иссиқлик алмашиниш юзаси, м ² | | | | | | Кожухнинг диаметри, мм |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|---|------|------|------|------|------|------------------------|
| | | | 1,5 | 3,0 | 4,5 | 6,0 | 9,0 | 12,0 | |
| 25x3 | 1 | 1* | 0,12 | 0,24 | 0,36 | 0,48 | --- | --- | 57x4 |
| | 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; 76x89x5 |
| | 2 | 2 | 0,36 | 0,72 | 1,08 | 1,44 | --- | --- | |
| 48x4 | 2 | 4 | 0,72 | 1,44 | 2,16 | 2,88 | --- | --- | 76x4; 89x108x4 |
| | 1 | 1* | 0,23 | 0,45 | 0,68 | 0,90 | --- | --- | |
| | 1 | 2 | 0,46 | 0,90 | 1,36 | 1,80 | --- | --- | |
| 57x4 | 2 | 4 | 0,92 | 1,80 | 2,72 | 3,60 | --- | --- | 89x5; 108x4 |
| | 1 | 1* | 0,27 | 0,54 | 0,81 | 1,08 | --- | --- | |
| | 1 | 2 | 0,54 | 1,08 | 1,62 | 2,16 | --- | --- | |
| 76x4 | 2 | 4 | 1,08 | 2,16 | 3,24 | 4,32 | --- | --- | 108x4; 133x4 |
| | 1 | 1* | --- | --- | --- | 1,43 | 2,14 | 2,86 | |
| 89x5 | 2 | 2 | --- | --- | 2,14 | 2,86 | 4,28 | --- | 133x4; 159x4,5 |
| | 1 | 1* | --- | --- | --- | 1,68 | 2,52 | 3,36 | |
| 108x4 | 2 | 2 | --- | --- | 2,52 | 3,36 | 5,04 | --- | 159x4,5; 19x6 |
| | 1 | 1* | --- | --- | --- | 2,03 | 3,05 | 4,06 | |
| 133x4 | 2 | 2 | --- | --- | 3,05 | 4,06 | 6,10 | --- | 219x |
| | 1 | 1* | --- | --- | --- | 2,50 | 3,75 | 5,00 | |
| 159x4,5 | 2 | 2 | --- | --- | 3,76 | 5,00 | 7,50 | --- | 219x |
| | 1 | 1* | --- | --- | --- | 3,00 | 4,50 | 6,00 | |
| | | 2 | --- | --- | 4,50 | 6,00 | 9,00 | --- | |

2-21 жадвал

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

| Параг- леп окимлар сони | Труба- ларнинг умумий сони | Трубалар узунлиги қуйдагича бўлганда, иссиқлик алмашининг юзаси, м ² | | | Окимларнинг қўдаланг қесми, 10 ⁴ м ² | |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|-----|-----|---|------------------------|
| | | 3,0 | 6,0 | 9,0 | трубалар ичида | трубалараро бушиқда |
| 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 алмашининг трубаларининг диаметри 48x4, кожух тру-
басиники эса 89x5 мм. Ундан ташқари, шу узунликда иссиқлик алмаши-
нинг трубаларининг диаметри 38x3,5 ва 57x4 кожух трубасиники эса 108x4
мм бўлиши ҳам руҳсат этилади. Иссиқлик ташувчи агентларнинг шартли
босими 1,6 ва 4,0 МПа.

2-22 жадвал

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

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

* - ярим (чала) ажралувчан, қўшалок пластинали иссиқлик алма-
шининг қурилмалари.

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

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

Бўлақларга ажралувчан пластиналар иссиқлик алмашиниш қурилманинг
конструктив характеристикалари
([8]-маълумотлари бўйича)

| Характеристикалар | Пластина юзаси, м ² | | | |
|---|--------------------------------|------|------|------|
| | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 1,3 |
| Пластина ўлчами | | | | |
| узунлиги | 960 | 1370 | 1375 | 1915 |
| эни | 460 | 300 | 600 | 920 |
| калинлиги* | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Каналнинг эквивалент диаметри, мм | 8,8 | 8,0 | 8,3 | 9,6 |
| Каналнинг кўндалаш кесими, 10 ³ м ² | 17,8 | 11,0 | 24,5 | 42,5 |
| Каналнинг келтирилган узунлиги, м | 0,518 | 1,12 | 1,01 | 1,47 |
| Пластинанинг массаси, кг** | 2,5 | 3,2 | 5,8 | 12,0 |
| Штуцерларнинг шартли диаметри, мм | 80; 150 | 65 | 200 | 300 |

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

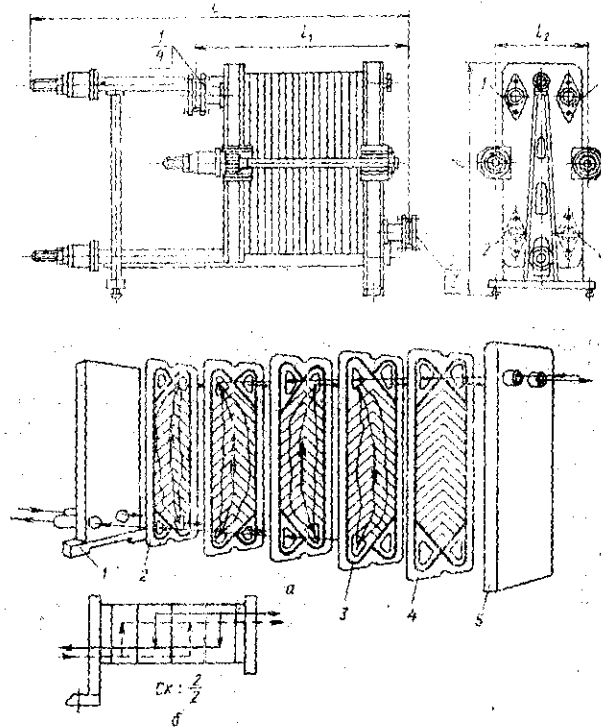
** - 0,8 мм бўлган пластина учун.

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

| $F, \text{ м}^2$ | Листнинг калинлиги, мм | Листнинг эни, м | Каналнинг узунлиги, м | Каналнинг кўндалаш кесим юзаси, 10 ³ м ² | Қурилманинг массаси, кг | Суюқ агентлар учун штуцерлар диаметри, 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 | 150 |
| 31,5 | 4,0 | 0,7 | 22,5 | 84 | 2560 | 150 |
| 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 | 50 |
| 50,0 | 6,0 | 1,1 | 22,7 | 138 | 3960 | 50 |
| 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 алмашишини қурилмаси.

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



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

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

Бундай иссиқлик алмашишини 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 алмашишини учун хизмат қилади.

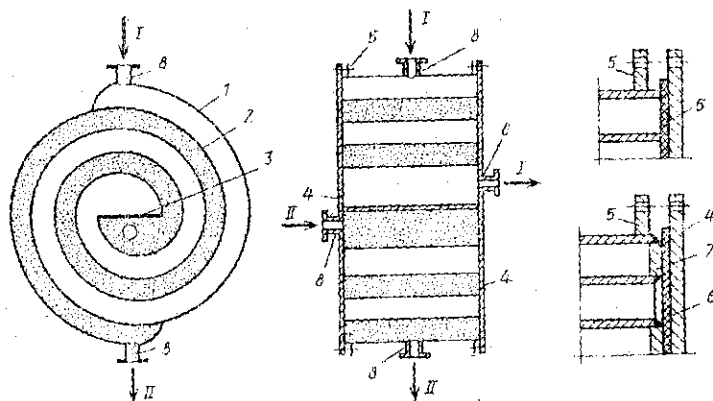
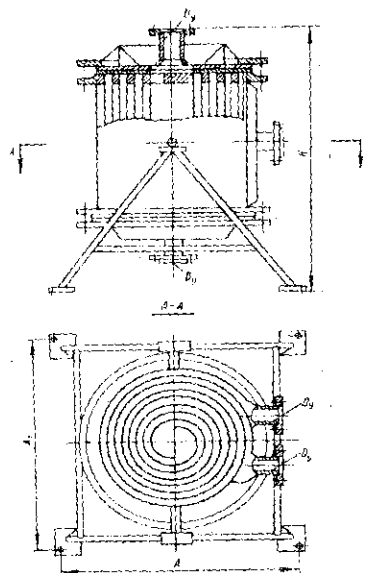
Қурилмалар $0,002 \div 1,0$ МПа босим ва муҳитларнинг ишчи температуралари - 20 дан $+180^{\circ}\text{C}$ гача, қисман бўлақларга ажралувчиларда эса $0,002 \div 2,5$ МПа ва юқорида қайд этилган температураларда, яхлит

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

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

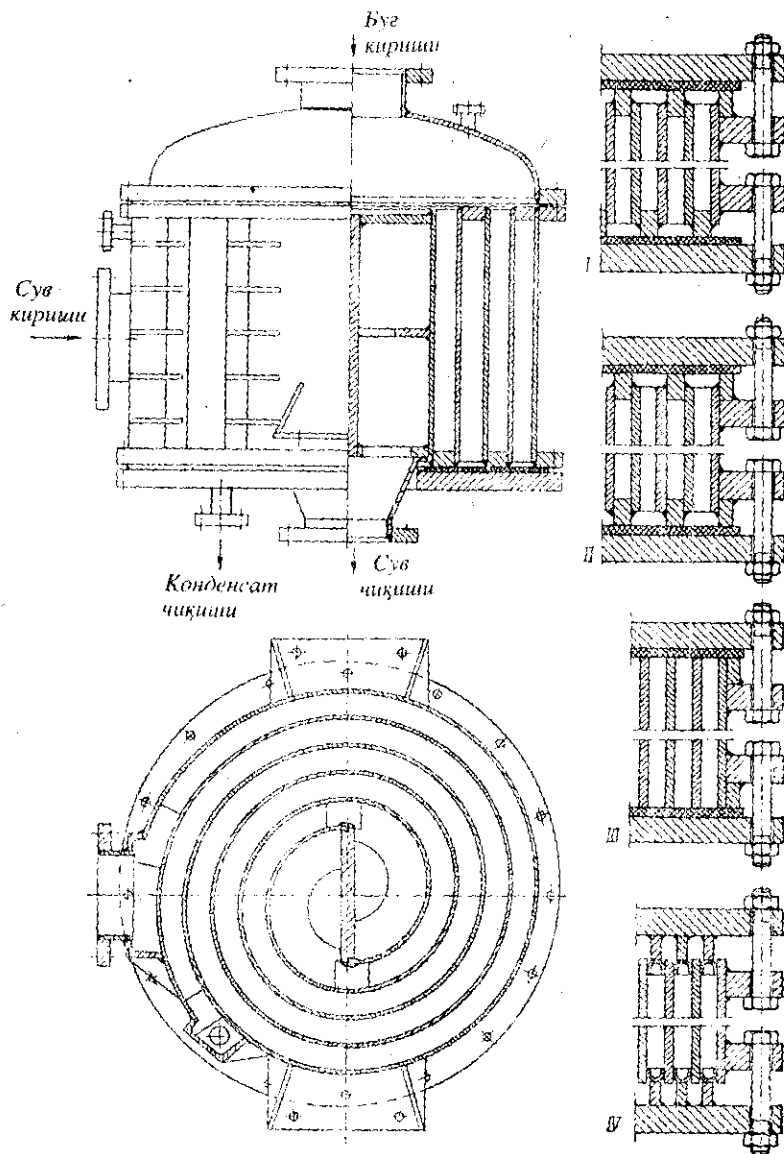
Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси

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



2.12 - расм. Спиралсимон иссиқлик алмашиниш қурилмаси

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

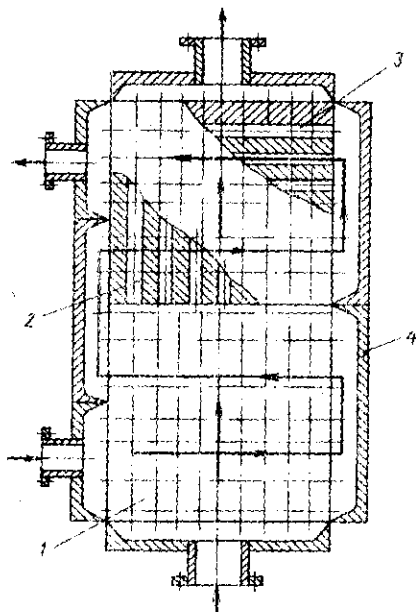


2.13 - расм. Спиралсимон исикдик алмашиниң қурилмасы ва уни зичлаш конструкциялары.

Блок-графитли иссиқлик алмашиниш қурилмаси

Блок-графитли иситгичларда графитнинг юқори иссиқлик ўтказувчанлик [$100 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$] ва суяқлик 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 қурилмаларнинг асосий элементи параллелепед шаклидаги графитли блокдир. Унда иссиқлик ташувчи агентлар учун бир-бири билан кесишмайдиган тешиқлар ясалган (2.14-расм). Қурилма бир ёки бир неча түғри тўртбурчакли блокдан йиғилади.



2.14- расм. Блок-графитли иссиқлик алмашиниш қурилмаси.

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

Ён томонидаги металл плиталар ёрдамида ҳар бир блокда иссиқлик ташувчи агентнинг икки йўлли горизонтал каналларда ҳаракати таъкил этилади. Ҳаҷами $350 \times 515 \times 350 \text{ мм}^3$ бўлган блоклардан йиғилган иссиқлик алмашиниш қурилмасининг вертикал каналлари бўйича агент биёки икки йўлли ҳаракат қилиши мумкин. Вертикал йўллarning сони қурилманинг пасти ва юқори қопқоқларининг конструкциясига боғлиқдир. Графитли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ишчи босимнинг қиймати $2,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$ дан ошмаслиги керак.

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

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

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

2-25жадвал

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

| F, м² | Блоклар сон, дона | Блокдаги каналлар сони | | |
|--|-------------------------|------------------------|-------------|-----------|
| | | горизонтал*, дона | вертикал | |
| | | | диаметр, мм | сон, 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 йўли | | | | |
| 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 йўли | | | | |
| 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 каналларининг диаметри 12 мм.

2-26жадвал

| Юза F, м² | Змеевик | | | | | Обечайка | | |
|--------------|---|---|--|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | Труба диа- метри ва деви- рининг қалин- лиги dхs, мм | Труба- нинг тўлиқ узун- лиги L, м | Ўрами- нинг диа- метри D _{ор} мм | Ўрами- нинг қалами t, мм | Ўрам- лар сони n, дона | Масса G, кг | Диа- метр D, мм | Баланд- лиги 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. ИССИКЛИК АЛМАШНИШИ ҚУРИЛМАЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

Кожух-трубали иссиқлик алмашинуи қурилмаларини ҳисоблаш.

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

$$\rho_1 = 986 \text{ кг/м}^3;$$

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

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

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

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

1. Иссиқлик юқтамасини аниқлаймиз:

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

2. Температураси насть муҳитини охири температурасини иссиқлик баланси тенгламасидан топамиз:

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

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

$$\rho_2 = 996 \text{ кг/м}^3;$$

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

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

3. Иссиқлик алмашинуи қурилмасини ўрта логарифмик температуралар фарқини ушбу йул билан аниқлаймиз:

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

4. Иссиқлик алмашинуи қурилмасини тахминий таълови. Қайси бир муҳитни труба ичига, қайси бирини трубаларар бўшлиққа йўналтириш уларнинг температурасига, босимига, коррозия фаоллигига.

сарфи, иссиқлик алмашиниш юзасини инфластинириш ва хоказоларга боғлиқ.

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

Натижада иссиқлик ўтказиш коэффициенти ортади. Совуқ муҳитни трубалараро бўшлиққа йўналтирилса, қурилмага иссиқлик қоплама қилинмаса ҳам бўлади.

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

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

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

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

труба диаметри $d = 25 \times 2$ мм.

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

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

$$K_{\max} = 800 \frac{Wm}{m^2 \cdot K}$$

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

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

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

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

$$P = \frac{t_{20} - t_{26}}{t_{20} - t_{26}} = \frac{40 - 20}{112,5 - 20} = 0,216$$

$$R = \frac{t_{20} - t_{26}}{t_{20} - t_{26}} = \frac{112,5 - 20}{40 - 20} = 3,625$$

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

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

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

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

$$\Delta t_{\text{вр}} = \Delta t_{\text{вр, доз}} \cdot \epsilon_{\Delta t} = 40,8 \cdot 0,813 = 33,2^\circ \text{C}$$

Таҳминий иссиқлик алмашининг юзаси ҳисоблаб топилган тузатма киймати билан қуйидагига тенг бўлади:

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

Энди, қуйидаги вариантларни аниқловчи ҳисоблаш мақсадга мувофиқдир.

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

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

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

5. Иссиклик ўтказиш юзасини аниқловчи ҳисоби.

Вариант 1К:

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

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

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

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

t_1 ва t_2 температураларнинг фарқи кичик ($\Delta t_{\text{ур}} = 33,2^\circ\text{C}$) бўлгани учун (Pr/Pr_1) тузатмани ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,002}{17,5} + \frac{1}{2900} + \frac{1}{2900} = 0,000804 \frac{m^2 \cdot K}{Wm}$$

Унда иссиқлик ўтказиш коэффициенти

$$K = \frac{1}{\frac{1}{2330} + \frac{1}{3505} + 0,000804} = 659 \frac{Wm}{m^2 \cdot K}$$

га тенг бўлади.

Зарур иссиқлик алмашиниш юзасини ушбу тенгламадан аниқланади:

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

2-4 жадвалдан кўришиб турибдики, танланган қатордан трубаларнинг узунлиги 6,0 м ли ва номинал юзасини $F = 97$ м² бўлган иссиқлик алмашиниш қурилмасини тўғри келади. Шунда, иссиқлик алмашиниш юзасини бўйича захира

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

Иссиқлик алмашиниш қурилмасининг массасини $M_{ИК} = 3130$ кг га тенг (2-10 жадвал)

Вариант 2К. Худди шундай ҳисоблар қуйидаги натижаларни беради:

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

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

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

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

узунлиги 6,0 м бўлган иссиқлик алмашинини қурилма юзаси 119 м² бўлса ҳам 1К вариантники олдида афзаллиги йўқ, чунки у катта массага эга (M_{2К}=3380 кг) ва унинг гидравлик қаршилиги жуда катта.

Вариант 3К. Ҳисоблаш натижалари:

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

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

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

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узунлиги 4,0 м, номинал юзаси F_{3К}=121 м² бўлганда захира $\Delta = 30,9\%$. Демак, захира бўйича тўғри келади. Массаси 3950 кг, яъни 1К вариантникига қараганда кўпроқдир. Аммо, трубаларининг узунлиги 1-баробар кам. Ундан ташқари, у ихчам ва трубалараро бўшликдаги гидравлик қаршилик камроқ бўлади. Трубатар узунлигини янада камайтириш мақсадида яна бир 4К вариантни кўриб чиқиш мумкин.

Вариант 4К. D = 800 мм; d_с=20x2 мм; z=6; n/z=103.

Ҳисоблаш натижалари:

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

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

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

2-4 жадвалдан кўриниб турибдики, трубаларининг узунлиги 3,0 м, номинал юзаси F_{4К}=116 м² ва захираси $\Delta = 28,5\%$ бўлган иссиқлик алмашиниш қурилма тўғри келади. Унинг массаси M_{4К}=3550 кг, бу эса 3К вариантникидан 400 кг га енгилроқ.

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмасининг гидравлик қаршилигини ҳисоблаш

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

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

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

$$\lambda = 0,25 \left\{ \lg \left[\frac{e}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re_{m,p}} \right)^{1,1} \right] \right\}^2 \quad (2.31)$$

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

Труба ичида ҳаракат қилаётган оқимга кўрсатилаётган маҳаллий қаршилик коэффициентлари:

$$\xi_{\text{тр1}} = 1,5 - \text{камерага кириш ва чиқиш};$$

$$\xi_{\text{тр2}} = 2,5 - \text{йўллар орасидаги бурилиш};$$

$$\xi_{\text{тр3}} = 1,0 - \text{трубага кириш ва чиқиш}.$$

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

Трубалараро бўшлиқдаги гидравлик қаршиликни ушбу формула орқали хисобланади:

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

Суюқликнинг трубалараро бўшлиқдаги тезлиги эса қуйидаги формуладан аниқланади:

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

$$\xi_{\text{тр1}} = 1,5 - \text{суюқликнинг кириши ва чиқиши};$$

$$\xi_{\text{тр2}} = 1,5 - \text{сегмент тўсиқ орқали бурилиш};$$

$$\xi_{\text{тр3}} = \frac{3 \cdot m}{Re_{\text{труб}}^{0,2}} - \text{трубалар пакети (дастаси)нинг қаршилиги}.$$

Бу ерда

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

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

Қурилманинг конструктив улчамларини ҳисоблаш

Бунини учун керакли бошланғич маълумотлар — иссиқлик алмашинуш юзаси F ва труба^{нинг} узунлиги l .

Тоғиш керак: трубалар сони - n , уларнинг жойлашуши, қурилма қоруси^{нинг} диаметри - D , труба ва трубалараро бушлиқдаги йушлар сошларини, ҳамда шгушларини^{нинг} геометрик улчамларини.

Трубалар сони ушбу тенглама орқали топилади:

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

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

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

агарда $\alpha_1 \gg \alpha_2$ ёки $\alpha_1 \ll \alpha_2$ булса, унда d_{yp} сон қиймати суюқлик билан ювилаётган труба^{нинг} 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 буйлаб трубалар жойлаштирилганда, уларнинг сони

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

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

Энг катта олтибурчак диагоналидаги трубалар сонини ушбу формуладан тоғиш мумкин:

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

Труба қаторларининг сони m эса,

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

Труба уқлари орасидаги масофа ёки қадами t труба^{нинг} ташки диаметрига боғлиқ ва ушбу тенгликдан аниқлаш мумкин:

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

Лекин, ҳар қандай шароитда ҳам

$$t = d_{\text{max}} + 6 \text{ мм}$$

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

Қурилма корпусининг ички диаметри қуйидаги формула билан аниқланади:

бир йўлли бўлганда

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

ёки

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

кўп йўлли бўлганда эса,

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

бу ерда $\eta = 0,6-0,8$ - труба турини трубалар билан тўздирилиш коэффициентини ва u ҳисоблаш йўли топилади. $D_{\text{ин}}$ нинг сон қиймати стандарт ёки нормаллардаги бутун сон қийматларигача яхлитланади.

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

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

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

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

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

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

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

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

бу ерда $h = 200-400$ мм.

Бошқа турдаги иссиқлик алмашиниш қурилмалари учун 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 түсиклар сони иссиқлик алмашиниш қурилмасининг узунлиги ва диаметрига боғлиқ. Нормалашган 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:

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

бу ерда z - йўллар сони.

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

Бу ерда x - сегмент түсиклар сони.

Учта вариант буйича танланган кожух-трубаги иссиқлик алмашиниш қурилмаларининг гидравлик қаршиликлари буйича таққосланади.

Варианет 1К. Суюқликнинг трубадаги тезлиги

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

Ишқаланиш коэффициентини (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 тезлик

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

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

Трубалардаги гидравлик қаршилик (2.3) формуладан аниқланади:

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

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

Трубалараро бўшлиқдаги суюқлик билан ювилиб турган труба қаторларининг сони:

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

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

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

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

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

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

Трубапараро бўшиқдаги гидравлик қаршилик (2.38) формуладан ҳисоблаб топилади:

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

Вариант 3К. Худди шундай ҳисоблар қуйидаги натижаларни беради:

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

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

Вариант 4К. Ҳисоблаш натижалари:

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

Аввалги вариант билан солиштириш жуда кам фарқ борлигини кўрсатади, ammo 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 қилишни керак.

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

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

бу ерда V - иссиқлик ташувчи агент сарфи, м³/с; Δp - напорнинг ёқолиши, Па; η - насоснинг ф.и.к.

Иссиқлик алмашинини қурилмаларини механик ҳисоблаш.

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

Цилиндрик обечайкани ҳисоблаш.

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

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

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

$\sigma_{\text{рз}}$ - материалнинг руҳсат этилган кучланиши. Баъзи материаллар учун 2.15 - расмда $\sigma_{\text{рз}}$ - сон қийматлари келтирилган.

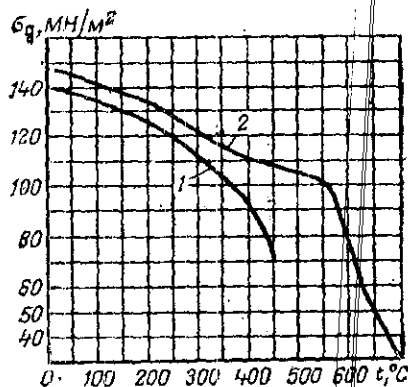
- $\varphi = 1,0$ - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш беради;
- $\varphi = 0,95$ - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни икки томонлама қўлда пайвандлаш беради;
- $\varphi = 0,9$ - бундай мустаҳкамликни учма-уч ва таврли бирикмаларни бир томонлама пайвандлаш беради;
- $\varphi = 0,8$ - бундай мустаҳкамликни устма-уст ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш беради;

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

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

$$C = \Pi \cdot \tau_2$$

Π - коррозия тезлиги, мм/йил; τ_2 - амортизация муддати, йил.



2.15-расм. Ст.3 (1) ва X18H10Г (2) пулатлар учун $\sigma_{\text{рз}}$

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

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

$$\varphi_n = \frac{D_{\text{вн}} - d_n}{D_{\text{вн}}}$$

Рухсат этилган босим куйида келтирилган формуладан аниқланади:

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

Юқорида берилган s ва $\sigma_{\text{рв}}$ формулалар ушбу шарт бажарилгандагина қўлланилади:

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

Қопқокларни ҳисоблаш.

Эллиптик шаклдаги қопқок дсворининг қалинлиги куйидаги формула ёрдамида аниқланади:

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

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

Рухсат этилган босим эса,

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

Юқорида берилган s_1 ва $P_{\text{рв}}$ формулалар ушбу шарт бажарилгандагина қўлланилади:

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

Конусли қопқокнинг $l_{\text{кон}}$

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

масофадаги қалинлигини s_1 мана бу тенгламадан топиш мумкин:

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

Цилиндрик қисмнинг l_y

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

масофадаги қалинлиги s_1 эса ушбу формуладан аниқланади:

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

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

Думалок, яси қопқоқлар қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s_1 = \left(\frac{K}{K_0} \right) \cdot D_{\text{вн}} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{мис}}}{[\sigma_{\text{рз}}]}} + C + C_1$$

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

Энергетик сарфларни ҳисоблаш.

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

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

Бир суткасига эса,

$$N_{\text{сум}} = N \cdot \tau$$

б) қурилма ва ускуналарга ишлатилаётган буғ сарфи:

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

Бир суткасига эса,

$$D_{\text{сум}} = D \cdot \tau$$

в) қурилма ва ускуналардаги сув сарфи:

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

Бир суткасига эса,

$$W_{\text{сум}} = W \cdot \tau$$

Фланецли бирикмаларни ҳисоблаш.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Болтларнинг диаметри ушбу

$$d_o = \frac{D_o - D_i}{2} - 0,006$$

формуладан топилади ва кам сон қўймат томонига яхлитланади. Бу ерда

D_r – фланец пайвандлаш чоккининг диаметри, м.

Болтлар сони ушбу формуладан аниқланади:

$$z = \frac{P_0}{\sigma_{ps} \cdot F_0}$$

бу ерда F_0 - болт резьбасининг ички диаметри бўйича аниқланган кундаланг кесим юзаси, m^2 ; σ_{ps} - болтлар чузилишига рухсат этилган кучланиш.

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

Фланец ташқи диаметри эса, ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$D_\phi = D_0 + (1,8 \div 2,5) \cdot d_0$$

Текис фланецнинг баъадилигини топиш учун дастлаб қуйидаги қийматлар аниқланади:

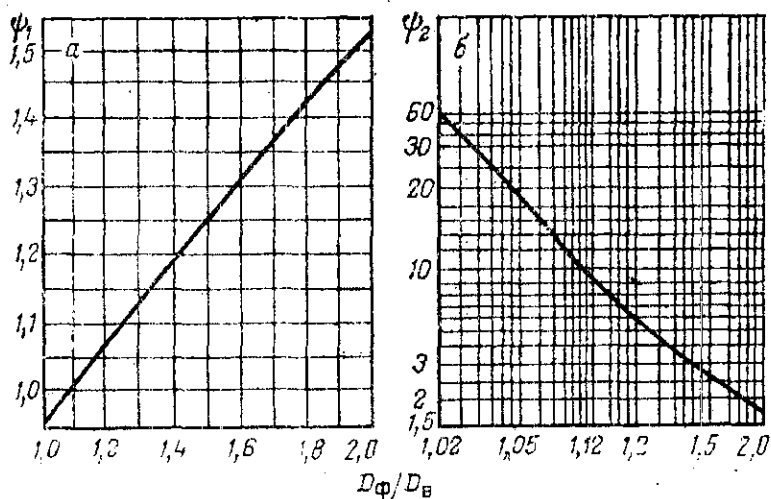
ишчи шароитда фланецга таъсир этган юклама

$$P = \frac{D_\phi}{D_\phi - D_{ин}} \left[P_0 \frac{D_m}{D_0} \left(\frac{D_0}{D_n} - 1 \right) + \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \cdot p \cdot \left(1 - \frac{D_0}{D_n} \right) \right], [MN]$$

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

$$A = 2 \cdot \psi_2 \cdot \delta^2, [M^4]$$

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

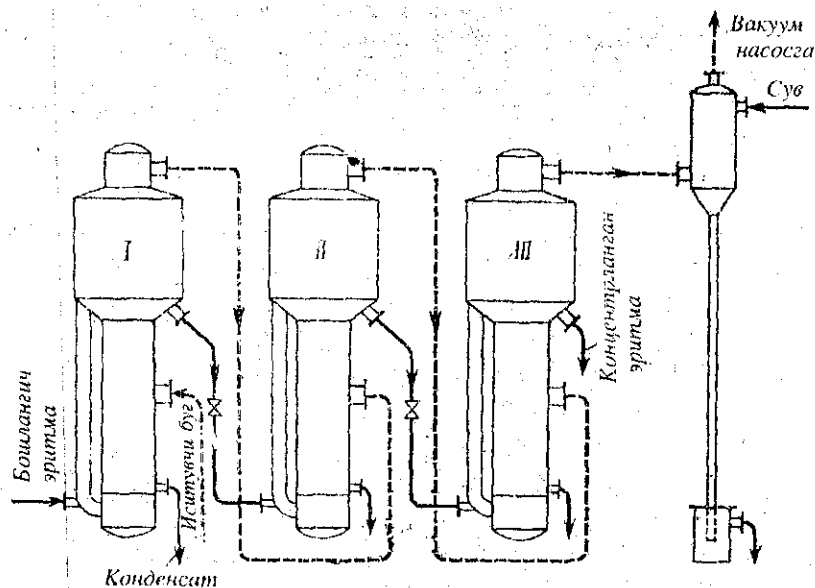


2.14-расм. ψ_1 ва ψ_2 коэффициентларни аниқлаш учун графиклар.

3 – боб. МОДА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ХИСОБЛАШ

3.1 УЧ КОРПУСЛИ БУҒЛАТИШ ҚУРИЛМАСИНИ ХИСОБЛАШ

NaNO_3 нинг 12% ли сувли эритмасини 5 т/соат сарфда концентрациялаш учун уч корпусли табиий циркуляция қурилмаси ҳисоблаб чиқилсин (расм 3.1). Эритманинг охириги концентрацияси 40% (масс.). Буғлатиш қурилмасида қайнаш температураси иситилган эритма буғлатиш учун узатилади. Тўйинган иситувчи сув буғининг абсолют босими 4 кг·к/см^2 . Иситувчи трубалар узунлиги 4 м. Барометрик конденсатордаги вакуум $0,8 \text{ кг·к/см}^2$ га тенгдир [4].



3.1-расм. Уч корпусли буғлатиш қурилмасининг схемаси

Е ч и ш :

1) Учала қурилмаларда буғланаётган эритувчининг умумий миқдори:

$$W = G \cdot \left(1 - \frac{X_{\text{баш}}}{X_{\text{ох}}} \right) = \frac{5000}{3660} \cdot \left(1 - \frac{12}{40} \right) = 3500 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 0,97 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2) Хар бир корпусга юкламани тақсимлаш.

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

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

Хар бир корпусда ҳосил бўлган иккиламчи буғ миқдорини топамиз:

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

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

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

Жами: $W = 0,97 \text{ кг/с}$

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

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

концентрацияси эса,

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

Иккинчи корпусдан учинчисига кираётган эритма миқдори:

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

концентрацияси эса,

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

Учинчи корпусдан чиқаётган эритма миқдори,

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

концентрацияси эса

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

4) Корпуслар бўйича иситувчи буғ босимининг тақсимланиши.

Биринчи корпус ва барометрик конденсаторлардаги иситувчи буғ босимларининг фарки.

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

Дастлаб, ушбу босимлар фаркини корпуслар ўртасида баробар тақсимлаймиз, яъни

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

Бунда, корпуслардаги абсолют босим куйидагича бўлади:

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

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

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

Иситувчи буғ босими:

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

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

| Корпуслар | Тўйинган буғ температураси, °C | Солиштирма буғ ҳосил қилиш иссиқлиги |
|--------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1-корпусла | 129,4 | 2179 |
| 2-корпусла | 110,1 | 2234 |
| 3-корпусла | 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 Концентранган | қайнаш температураси, °C | Депрессия, °C ёки K |
|------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1-корпусда | 15,2 | 102 | 2,0 |
| 2-корпусда | 21,6 | 103 | 3,0 |
| 3-корпусда | 40,0 | 107 | 7,0 |

Уч корпус бўйича депрессия

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

б) Гидростатик эффект депрессияси

20°C температурада NaNO_3 эритманинг зичлиги таълини [32]:

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

Труба тарлаги эритмаларнинг оптимал сатҳда қайнашини ҳисоблаймиз:

1 - корпусда

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

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

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

$$= 2,827 \text{ кгк / см}^2$$

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

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

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

2 - корпусда

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

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

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

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

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

3 - корпусда

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

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

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

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

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

Жами:

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

в) Гидравлик каршилик депрессияси
 Ҳар бир корпус оралиғида температуралар пасайишини 1К деб қабул қиламиз. Оралиқлар ҳаммаси бўлиб 3 (1-2, 2-3, 3-конденсатор). Демак,

$$\Delta t_{1,к} = 1 \cdot 3 = 3K$$

Бугун қурилма учун температуралар йўқолишининг йиғиндис:

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

6. Температураларнинг фойдали фарқи.
 Температураларнинг умумий фарқи:

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

Демак, температураларнинг фойдали фарқи

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

7. Корпусларда қайнаш температураларни аниқлаймиз

3 - корпусда

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

2 - корпусда

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

1 - корпусда

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

8. Ҳар бир корпус учун иссиқлик ўтказиш коэффициентини аниқлаймиз.

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

Ҳисоблаш пайтида трубаларда қайнаш натижасида ҳосил бўлган қоплама қаллиғини ($\delta = 0,5$ мм) инобатга олиш керак.

Дастлабки ҳисоблар асосида қуйидаги қийматларни қабул қиламиз.

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

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

$$3 - \text{корпус учун} \quad K_3 = 580 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

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

$$K_1 : K_2 : K_3 = 1 : 0,58 : 0,34$$

9. Корпуслар бўйича иссиқлик балансларини тузамиз.

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

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

1 - корпусда иссиқлик сарфинининг миқдори.

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

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

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

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

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

3 - корпусдаги иссиқлик миқдорининг сарфи

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

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

10. 1 - корпусда иситувчи буғ сарфи

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

Бугнинг солиштирма сарфи:

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

II. 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 | $\frac{643000}{17009} = 378$ | 615 |
| 2 – корпус | $\frac{657090}{990} = 664$ | 815 |
| 3 – корпус | $\frac{743000}{580} = 1280$ | 1131 |
| $\sum \frac{Q}{K} = 2322$ | | $\sum \sqrt{\frac{Q}{K}} \cdot 10^3 = 2561$ |

Фойдали температуралар фарқи корпуслар бўйича қуйидагича аниқланади: корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант умумий иситиш юзаси энг кам вариант

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

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

$$\Delta t_3 = \frac{50,21 \cdot 1280}{2322} = 27,682; \quad \Delta t_3 = \frac{50,21 \cdot 1131}{2561} = 22,174;$$

12. Хар бир корпуснинг иситувчи юзаси топилади:

корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант

умумий иситиш юзаси эки кам вариант

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

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

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

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

Демак, корпусларнинг бир хил исиклик алмашиши юзалари бўлганда, умумий иситиш юзаси аниги 6% га кўпдир. Шунинг учун, корпусларнинг иситиш юзаси бир хил вариант қабул қилинади, чунки бу вариант қурилмаларнинг бир хилигини таъминлайди.

Корпуслар бўйича босим ва иккиламчи буғ температурасини текшираемиз.

| Корпус | Қайнаш температураси $\Delta t_{\text{қай}} = t_{\text{с.н.}} - \Delta t_{\text{ф.о.н.}}$ | Иккиламчи буғ конденсатининг температураси, °С $t_0 = t_{\text{қай}} - \sum \Delta t_{\text{авк}}$ | Босим, $P_{\text{абс}}$ кгк/см ² |
|--------|--|---|--|
| 1 | 143,0 - 10,1 = 132,9 | 132,9 - 3,59 = 129,3 | 2,7 |
| 2 | 129,3 - 17,6 = 111,7 | 111,7 - 4,96 = 106,7 | 1,31 |
| 3 | 106,7 - 33,4 = 73,3 | 73,3 - 13,32 = 60,0 | 0,2 |

Шундан сўнг, атроф муҳитга исиклик йўқотилишини ва температура, босимларнинг корпуслар бўйича тақсимланишини бирмунча ўзгартиришни ҳисобга олиб, корпусларнинг иситиш юзалари топилган тўғри қурилманинг аниқ ҳисоби ўтказилади.

3.2. ТАРЕЛКАЛИ РЕКТИФИКАЦИОН КОЛОННАНИ ХИСОБЛАШ

Унумдорини $G_d=155$ кг/соат спирт ишлаб чиқарадиган брагоректификацион колоннани ҳисобланг (3.2 - расм) [4].

Ҳисоблаш учун маълумотлар:

- бошланғич аралашма таркибида спирт миқдори. $x_{\text{бош}} = 10\%$ (ҳажмий), куб қолдиғи - $x_k = 0,0064\%$ (ҳажм). дистиллят эса - $x_d = 69,3\%$ (ҳажм);
- флегманинг кўпроқ олиншини ҳисобга олувчи коэффициент $\beta = 3,1$;
- колонна $p = 0,22$ МПа босимли буғ билан иситилмоқда;
- колоннанинг юқори қисмидаги ишчи босим $p = 0,12$ МПа;
- аралашма тарелкага $t_{\text{бош}} = 85^\circ\text{C}$ да киритилмоқда;
- колоннадаги тарелкалар орасидаги масофа $h = 250$ мм.

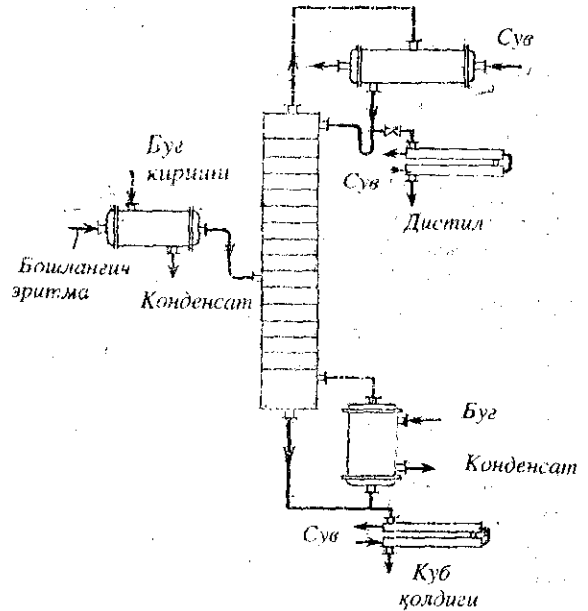
Колоннанинг диаметри, баландлиги, тарелкалар сони ва иситувчи буғ сарфи ҳисоблаб топилсин.

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

$$X_{\text{масс}} = \frac{X_{\text{ҳажм}} \cdot \rho_d}{\rho_{\text{аралашма}}}$$

формула ёрдамида, сўнгра эса

$$X_{\text{мол}} = \frac{X_{\text{масс}} \cdot M_A}{M_A \cdot X_{\text{масс}} + M_B \cdot (100 - X_{\text{масс}})}$$



3.2-расм. Ректификация қурилмасининг схемаси

формула ёрдамида массавий фойздан (масс) ҳажмий фойзга (ҳажм) қайта ҳисобланади.

Натижада бошланғич аралашма, дистиллят ва куб қолдиқларининг кон-

цефтрациялари куйида сон кийматларига эга бўлади:

$$x_{\text{бoш}} = 10 \% \text{ хажм} = 8.01 \% \text{ масс} = 3,34 \% \text{ моль.}$$

$$x_{\text{бoш}} = 69,3 \% \text{ хажм} = 61,6 \% \text{ масс} = 38,5 \% \text{ моль.}$$

$$x_{\text{к}} = 0,0064 \% \text{ хажм} = 0,005 \% \text{ масс} = 0,002 \% \text{ моль.}$$

2. Куйидаги формула ёрдамида эса минимал флегма сони аниқланади.

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

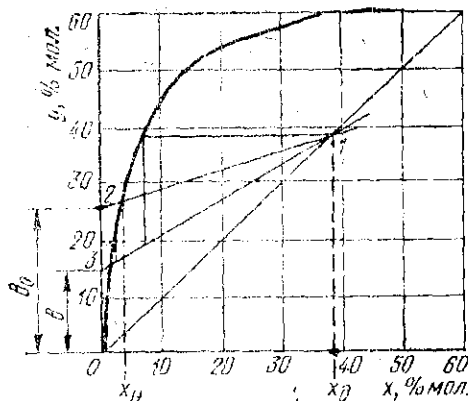
бу ерда B_0 - мувозанат чизигининг ордината ўқидаги кесмасининг киймати.

2.1. Иловадаги 16 - жалвадаги маълумотлар асосида $x - y$ мувозанат чизиги кўрилади (3.3-расм).

2.2. Абсцисса ўқидаги $x_{\text{д}} = 38,5$ мольга тааллуқли нуқтадан диагональ чизиги билан нуқта 1 да кесилгунча вертикал чизик ўтказилади.

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

2.4. Нуқталар 1 ва 2 ўзаро бирлаштирилади ва ордината ўқи билан кесилгунча давом эттирилади ва $B_0 = 26,5$ моль киймат топилади.



3.3-расм. Сув-спирт аралашмасининг минимал флегма ва колоннанинг юқори қисмидаги назарий тарелкалар сонларини аниқлаш учун $x - y$ диаграмма

Минимал флегма сонининг киймати

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

ушбу йўл билан ҳисобланади.

3. Ҳақиқий флегма сони ушбу формуладан топилади:

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

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

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

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

4.2. Кесмалар шибати $a/b = R_{\phi} = 1,4$ га қараб нукта 3 топилади. Бу нукта, дефлегматорга кираётган буг концентрациясини характерлайди: $y_c = 21\%$ моль $= 40,3\%$ масс.

5. Колоннадан дефлегматорга кираётган буг миқдори ушбу тенгликдан аниқланади:

$$G_{\phi} = \frac{G_d \cdot (R_{\phi} + 1)}{M_d} = \frac{155 \cdot (1,4 + 1)}{28,8} = 12,9 \frac{\text{кмоль}}{\text{соат}}$$

ёки

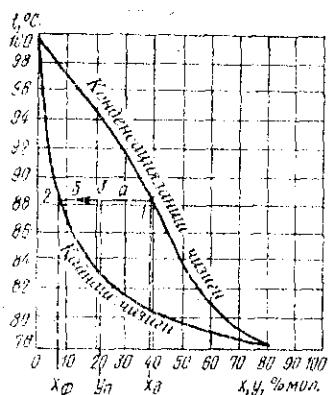
$$G_{\phi} = 12,9 \cdot 23,9 = 308,3 \text{ кг/соат}$$

Дистиллят M ниш моль массаси қуйидаги формула орқали аниқланади:

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

Худди шу йўл билан бугнинг моль массаси ҳисобланади:

$$M_{\phi} = 23,9 \text{ кг/моль}$$



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

Дистиллят ҳосил бўлиши учун сарф бўлган буғ миқдори

$$\frac{155}{28,8} = 5,38 \text{ кмоль / соат}$$

6. Флегма миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G_v = G_f + G_d = G_d \cdot (R_p + 1)$$

$$G_f = G_v - G_d = 12,9 - 5,3 = 7,52 \text{ кмоль/соат}$$

ёки

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

Флегманинг моль массаси M_d формуладан топилади:

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

Пастда келтирилган формулалардан фойдаланиб бошланғич арашма миқдори $G_{\text{баш}}$ ва куб қолдини G_k аниқланади:

$$\begin{cases} G_{\text{баш}} = G_d + G_k \\ G_{\text{баш}} \cdot X_{\text{баш}} = G_d \cdot X_d + G_k \cdot X_k \end{cases}$$

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

Бу тенгламалардан

$$G_k = 1037,5 \text{ кг/соат}$$

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

8. Иситувчи буғ сарфини билиши учун қолошанинг иссиқлик баланси тузилади.

Иссиқлик кириши:

8.1. Дастлабки арашма билан

$$Q_t = 1192,65 \cdot 4,27 \cdot 85 = 432872,3 \text{ кЖ/соат}$$

Температураси ва концентрацияси маълум бўлган бошланғич аралашманинг солиштирма иссиқлик сифими иловадаги 17- жадвалдан топилади ($c_{\text{бош}} = 4,27 \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$).

8.2. Флегма билан

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

Флегманинг солиштирма иссиқлик сифими $c_{\text{ф}}=4,31\text{кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ (17 - жадвалдан).

8.3. Иситтичда иситувчи буғ билан

$$Q_3 = D \cdot 2711,3$$

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

Иссиқлик сарфи:

8.4. Колоннадан дефлегматорга ўтаётган буғлар билан

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

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

8.5. Қолдик билан

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

Қолдик ва концентрацияга қараб, иловадаги 17 - жадвалдан унинг солиштирма иссиқлик сифими аниқланади: $c_{\text{к}} = 4,27 \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.

8.6. Иситувчи буғ сарфи ушбу формуладан топилади.

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

Атроф муҳитга йўқотишлар билан ($Q_{\text{уйк}} = 5\%$).

$$D = 1,05 \cdot 272,5 = 286,2 \text{ кг/соат}$$

9. Иситувчи буғнинг солиштирма сарфи ушбу йўл билан топилади.

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

10. Колоннанинг тарелкалари сонини аниқлаш.

10.1. Бунинг учун ушбу формула асосида колоннанинг юқори қисми учун ишчи чизик теънамаси ёзилади:

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

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

Ушбу тенгламага биноан, 3.3 - расмнинг ордината ўқида 0-3 кесмаси қўйилади ($B = 16$ моль). Сўнг нуқталар 1 ва 3 бирлаштирилади ва ҳосил бўлган 1-3 чизик колоннанинг юқори қисмининг ишчи чизигини ифода-лайди. Нуқта 1 дан бошлаб, мувозанат ва ишчи чизиклар орасидан, $x_{\text{бон}}$ гача вертикал ва горизонтал чизиклар ўтказилади, ҳосил бўлган зиналар сони назарий тарелкалар сонини $n_n^m = 1,8$ кўрсатади.

10.2. Колоннанинг пастки қисмидаги тарелкалар сони. Бунинг учун

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

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

Колоннадаги суюқлик оқимининг миқдори ушбу формуладан топилади:

$$G = \frac{G_{\text{бон}}}{M_{\text{бон}}} + \frac{G_p}{M_p} = \frac{1192,65}{18,96} + 7,52 = 70,41 \text{ кмоль / соат}$$

Бошланғич аралашма моль массаси 5 пунктдаги тенгламадан аниқланади:

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

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

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

бу ерда M_p , $M_{\text{бон}}$, M_c - флегма, бошланғич аралашма ва сувнинг моль массалари

Унда,

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

ёки

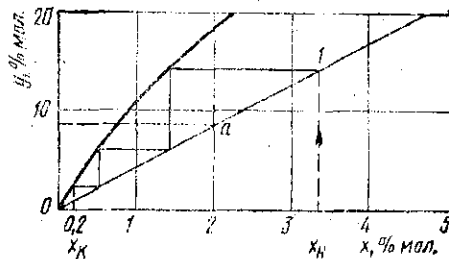
$$y = 4,66 \cdot x - 0,0073$$

Сўнгра, мувозанат чизиғи кўрилади (3.5-расм).

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

Агар, нукта I дан мувозанат чизиғи билан кесингунча горизонтал ва вертикал чизиқлар ўтказсак, дистилляция жараёни учун назарий тарелкалар сони чиқади.

$$n_{n1}^n = 2,9$$



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

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

$$n_{n2}^n = \frac{4,34 \cdot \ln \left[1 + \frac{x_{n2} \cdot \left(\frac{G_0 \cdot k_n}{G_c} \right) - 1}{x_{n1}} \right] - 1}{0,434 \cdot \ln \frac{G_0 \cdot k_n}{G_c}} = 4,0$$

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

10.3. Колоннанинг умумий назарий тарелкалар сони қуйидагича аниқланади:

$$n_n = n_n^{10} + n_{n1}^n + n_{n2}^n = 1,8 + 2,9 + 4,0 = 8,7$$

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

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

$$n_x^{10} = \frac{n_n}{\eta} = \frac{1,8}{0,5} = 3,6 \approx 4 \text{ дона тарелка}$$

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

$$n_1^n = \frac{2,9 \cdot 4,0}{0,5} = 13,8 \approx 14 \text{ дона тарелка}$$

11. Колоннанинг модда алмашиниш қисмининг баландлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$h_{\text{кол}} = (n_1 - 1) \cdot h = 0,25 \cdot (4 + 14 - 1) = 4,25 \text{ м}$$

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

12.1. Буғ ҳажми ушбу формулада ҳисобланади:

$$V = \frac{G_6 \cdot i_{6, \text{ис}}}{\rho_6 \cdot i_6 \cdot 3600} = \frac{286,2 \cdot 2711,3}{3600 \cdot 0,632 \cdot 2568} = 0,14 \text{ м}^3/\text{с} = 478, \text{ м}^3/\text{соат}$$

Бошланғич аралашма тарелкаларга кираётган пайтда $y_6 = x_{6, \text{буғ}} = 8,01\%$ масс, $\rho_6 = 0,632 \text{ кг/м}^3$ ва $i_6 = 2568 \text{ кЖ/кг}$ параметрларга эга бўлган ҳол учун ρ_6 ва i_6 лар иловалани 19 - жадвалдан таъйинлади.

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

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

формуладан топилади:

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

Колонна диаметри эса

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

Каталог ёрдамида юқори ва пастки қисмларида қалпоқчали (ТСК-1) тарелкалар диаметри 600 мм тенг колона танланади [33].

3.3 РОТОР-ДИСКЛИ ЭКСТРАКТОР ҲИСОБИ

Бензин ёрдамида сувдаги фенол ажратиб олинаётган экстракция жараёнини амалга ошириш учун мўлжалланган ротор-дискли экстракторнинг асосий ўлчамлари қуйидаги шароитларда аниқлансин [6]:

- аралашма сарфи $V_x = 0,001389 \text{ м}^3/\text{с}$
(5 м³/соат);
- сувдаги фенолнинг бошланғич концентрацияси $C_{xб} = 0,3 \text{ кг/м}^3$;
- сувдаги фенолнинг охириги концентрацияси $C_{xo} = 0,009 \text{ кг/м}^3$
(97%);
- экстрагент таркибидаги фенолнинг бошланғич концентрацияси $C_{yn} = 0,01 \text{ кг/м}^3$;
- экстрактордаги температура $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

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

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

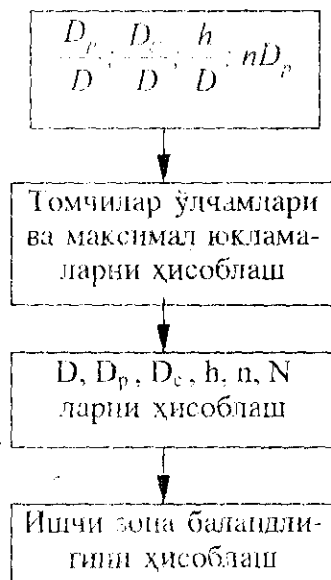
$$\mu_c = 0,894 \text{ мПа}\cdot\text{с}; \quad \mu_d = 0,6 \text{ мПа}\cdot\text{с}; \quad D_c = 1,05 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с};$$

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

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

$$\begin{aligned} C_{x.o} &= C_{x.б.} + \left(\frac{V_x}{V_y} \right) \cdot (C_{x.б.} - C_{x.o.}) = \\ &= 0,01 + \left(\frac{0,001389}{0,002778} \right) \cdot (0,3 - 0,009) = 0,1555 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

Ротор-дискли экстракторларни ҳисоблашда фақат колоннанинг диаметри ва ички 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 ўлчamlарини hisоблаш схемаси.

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

Одатда, бундай экстракторларда дискнинг диаметри колонна диаметридан 1,5-2,0, секция баландлиги эса 2-4 мартаба кичик бўлади [34,35].

Қурилманинг ички ускуна ўлчamlари учун қуйидаги нисбатларни қабул қиламиз:

$$\frac{D_p}{D} = \frac{2}{3}, \quad \frac{D_c}{D} = \frac{3}{4}, \quad \frac{h}{D} = \frac{1}{3}$$

ва $nD_p = 0,2$ м/с шароитда ишлайётган экстракторнинг ўлчamlарини hisоблаймиз.

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

$$d = 16,7 \cdot \frac{(0,894 \cdot 10^{-3})^{0,3} \cdot (0,0341)^{0,5}}{0,2^{0,9} \cdot 997^{0,8} \cdot 9,81^{0,2} \cdot 20^{0,38}} = 0,00203 \text{ м} = 2,03 \text{ мм}$$

Билкиллаб қолиш даврида фазаларнинг умумий фиктив тезлиги.

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

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

бу ерда w_e - эркин чўкиш тезлиги; $\Delta\rho$ - фазалар зичликларининг фарқи; μ_c ва μ_d - дисперсион ва дисперс фазалар ковшоқликлари.

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

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

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

бу ерда

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

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

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

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

Томчиларнинг характеристик тезликларини ушбу формулалардан аниқлаймиз:

$$\left(\frac{D_c}{D}\right)^2 = \left(\frac{3}{4}\right)^2 = 0,562; \quad 1 - \left(\frac{D_p}{D}\right)^2 = 1 - \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0,556;$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{D_c + D_p}{D}\right) \cdot \left[\left(\frac{D_c - D_p}{D}\right)^2 + \left(\frac{h}{D}\right)^2\right]^{0,6} = \\ & = \left(\frac{3}{4} + \frac{2}{3}\right) \cdot \left[\left(\frac{3}{4} - \frac{2}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2\right]^{0,6} = 0,485 \end{aligned}$$

Демак, $\alpha = 0,485$ ва томчиларнинг характеристик тезликлари қуйидагига тенг бўлади:

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

Билкиллаб қилин давридаги фазаларнинг фиктив умумий тезлиги ушбу формуладан топилади:

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

Колоннанинг диаметри ва ички ускуналарининг ўлчамлари.

Ушбу шарт-шароитда колоннанинг руҳсаг этилган минимал диаметри қуйидаги қийматга тенг:

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

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

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

га тенгдир.

Фазалар тезликларининг йиғиндиси уларнинг билкиллаб қилин давридаги умумий тезликнинг 69% ни ташкил қилади.

Экстрактор ички ускуналарининг асосий ўлчамлари:

$$D_p = D \cdot \left(\frac{D_p}{D}\right) = 1 \cdot \frac{2}{3} = 0,667 \text{ м};$$

$$D_c = D \cdot \left(\frac{D_c}{D}\right) = 1 \cdot \frac{3}{4} = 0,75 \text{ м};$$

$$h = D \cdot \left(\frac{h}{D}\right) = 1 \cdot \frac{1}{3} = 0,333 \text{ м};$$

Айланиш частотаси

$$n = \frac{n \cdot D_p}{D_p} = \frac{0,2}{0,667} = 0,3 \text{ с}^{-1}$$

Фазалар контакт жойининг солиштирма юзаси.

Фазаларнинг фиктив тезликларининг ва характеристик тезликлар кийматларини куйидаги тенгламага

$$\Phi^3 - 2 \cdot \Phi^2 - \left(1 + \frac{w_{\lambda}}{w_{om}} - \frac{w_c}{w_{om}}\right) \cdot \Phi - \frac{w_{\lambda}}{w_{\lambda p}} = 0$$

куйиб, кубик тенгламани оламиз:

$$\Phi^3 - 2 \cdot \Phi + 1,06 \cdot \Phi - 0,127 = 0$$

Ушбу тенгламани ечиб, ушлаб қолиш қобиляти $\Phi = 0,169$ эканлигини топамиз. Унда, фазаларнинг солиштирма контакт юзаси

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

Колоннанинг ишчи зонасининг баландлиги.

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

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

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

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

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

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

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

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

$$w_{\text{мис}} = \frac{w_d}{\Phi} + \frac{w_s}{1-\Phi} = \frac{0,177}{0,169} + \frac{0,354}{1-0,169} = 2,3 \text{ см/с}$$

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

Юқорида келтирилган параметр T эса қуйидагига тенг бўлади:

$$T = \frac{4 \cdot 123 \cdot 9,81 \cdot (2,03 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 40,4}{3 \cdot 0,0341} = 7,85$$

Экстрактордаги секциялар сони $N = 20$ деб олинган. Экстракторнинг баландлигини биринчи тахминда

$$H = N \cdot h$$

деб қабул қиламиз. Унда унинг баландлиги

$$H = 20 \cdot 0,333 = 6,66 \text{ м}$$

га тенг бўлади.

Модда бериш коэффициенти қуйидагича ҳисобланади:

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

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

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

$$Fo_d' = \frac{4 \cdot D_d \cdot \tau}{d^2} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 318}{(2,03 \cdot 10^{-3})^2} = 0,617$$

$$Nu_{\mathcal{L}}^I = 31,4 \cdot (Fo_{\mathcal{L}}^I)^{-0,34} \cdot (Pr_{\mathcal{L}}^I)^{-0,125} \cdot We^{0,37} =$$

$$= 31,4 \cdot 0,617^{-0,34} \cdot 343^{-0,125} \cdot 0,0314^{0,37} = 4,96$$

гдс

$$Pr_{\mathcal{L}}^I = \frac{\mu_{\mathcal{L}}}{\rho_{\mathcal{L}} \cdot D_{\mathcal{L}}} = \frac{0,894 \cdot 10^{-3}}{997 \cdot 1,05 \cdot 10^{-9}} = 854$$

$$Pr_{\mathcal{L}}^I = \frac{\mu_{\mathcal{L}}}{\rho_{\mathcal{L}} \cdot D_{\mathcal{L}}} = \frac{0,6 \cdot 10^{-4}}{874 \cdot 2 \cdot 10^{-9}} = 343$$

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

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

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

$$= 0,93 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

$$H_{ox} = \frac{w_x}{K_x \cdot a} = \frac{0,00177}{0,93 \cdot 10^{-3} \cdot 500} = 0,381 \text{ м}$$

Ушбу жараёнда фазаларнинг сарфлари умуман ўзгармайди ва фазалар орасидаги мувозанат тўғри чиқикли бошлиқлик билан ифодаланadi. Шунинг учун ўтказиш сонининг бирликларини ҳисоблашда ушбу формуладан фойдаланамиз:

$$n_{ox} = \frac{m \cdot V_y / V_x}{m \cdot V_y / V_x - 1} \cdot \ln \frac{m \cdot c_{x0} + m_o - c_{yox}}{m \cdot c_{x0} + m_o - c_{yox}}$$

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 иккава фаза бўйича колоннанинг ишчи баландлиги

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

Бўйлама араштириш ҳисобга олган ҳолда колоннанинг баландлигини аниқлаш учун мавҳум ўтказиш сони бирлигини кетма – кет яқинлаштириш усулидан фойдаланамиз. Бунинг учун аввал Пекле критерийсини иккава фазага учун тоғамиз:

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

$$Pe_x = \frac{w_x \cdot H}{E_x} = \frac{0,00177 \cdot 6,66}{6,69 \cdot 10^{-4}} = 17,6$$

Биринчи яқинлашувда f_y ва f_x коэффициентлар қийматларини аниқлаймиз:

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

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

Олинган натижалар ушбу формулага

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

бу ерда

$$\frac{V_x}{m \cdot V_y} = \frac{I}{2,22 \cdot 2} = 0,2252$$

$H'_{ox} = 0,941 \text{ м}$ қийматга колоннанинг

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

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

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

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

$$f_y = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_y)]^{1/3}}{Pe_y} \right\}^{-1} \cdot \left(1 - \frac{V_y}{m \cdot V_v} \right) \cdot \frac{F_y}{w_y \cdot H'_{ox}} =$$

$$= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-4,45)]^{1/3}}{4,45} \right\}^{-1} \cdot (1 - 0,2252) \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0,00354 \cdot 0,941} = 0,401$$

$$f_x = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_x)]^{1/3}}{Pe_x} \right\}^{-1} \cdot \left(1 - \frac{V_x}{m \cdot V_v} \right) \cdot \frac{F_x}{w_x \cdot H'_{ox}} =$$

$$= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-12,6)]^{1/3}}{12,6} \right\}^{-1} \cdot (1 - 0,2252) \cdot \frac{6,69 \cdot 10^{-4}}{0,00177 \cdot 0,941} = 1,4$$

Иккинчи кетма-кет яқинлашувда зохирий ўтказиш сонининг бирлиги куйидаги қийматга тенг бўлади:

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

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

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

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

эканлигини аниқлаймиз. Дисклар орасидаги масофа 0,33 деб қабул қилганимиз учун $H = 5,84$ м ли колонна дискларининг сони

$$\frac{5,84}{0,333} = 17,5 \text{ та}$$

Дисклар сонини 18 та десак, ишчи зонанинг баландлиги қуйидаги қийматга тенг бўлади.

$$H = 18 \cdot 0,333 = 6 \text{ м}$$

Микдори 20 га тенг деб олинган эди. Агарда қуйидаги тенгламага:

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

$N = 11$ қўйсақ, томчиларнинг ўртача ўлчами $d = 2,08$ мм лигини биламиз ва бу ўлчам $N = 20$ даги d қийматидан 25% га фарк қилади. Томчиларнинг ўлчами ва экстракторнинг қолган бошқа гидродинамик параметрини қайтадан ҳисоблашга ўрин йўқ, чунки бундай четга чиқиш юқорида келтирилган тенгламанинг аниқлик доирасида жойлашган. Колоннанинг баландлигига боғлиқ бўлган дисперс юзадаги модда бериш коэффициентини ҳам мушакко ўзгармайди. Агар ҳисоблаш натижасида экстракторнинг баландлиги бошида олинган қийматдан фарк қилганда, ҳамма ҳисоблашни такрорлашга тўғри келар эди. Томчининг ўртача ўлчамини аниқлашдан тортиб экстрактордаги колонна баландлигини ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатадики бўйлама аралаштиришнинг салмоғи анча катта. Бўйлама аралаштириш юқоридиги сабабли керакли ишчи зонасининг баландлиги 3 марта ортади.

Рейнольдс критерийсининг катта қийматлари ($Re > 10^5$) учун айланаётган дискни қувват критерийси тахминан $K_N = 0,03$ [34]. Бизнинг мисол учун

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

Аралаштирилаётган мухитнинг ўртача зичлиги

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

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

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D_p^5 = 0,03 \cdot 976 \cdot 0,3^3 \cdot 0,667^2 = 0,1 \text{ Вт}$$

Кўришиб турибдики, аралаштириш учун қувват сарфи кўп эмас ва ҳамма дисклар учун 2 Вт ни ташкил этади. Демак, двигателъ қувватини механик ҳисоблар асосида танлаш керак. Унинг қуввати ишқаланиш кучлари ва ишга туршириш моментларини енгилш учун етарли бўлиши зарур.

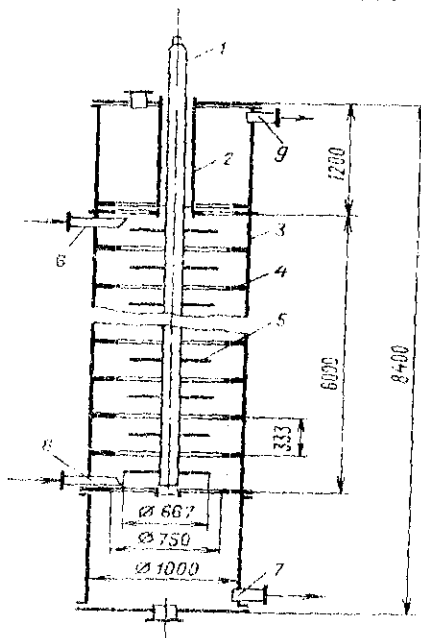
Чўктириш зоналарининг ўлчамлари

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

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

ва унинг асосида чўктириш зонасининг ҳажми ҳисобланса, ушбу зонанинг баландлиги тахминан 0,2 м га тенг бўлади. Маълумки бу турдаги экстракторларда чўктириш зонаси ишчи зонасининг давоми бўлиб, унда суюқлик интенсив ҳаракат қилади. Шунинг учун чўктириш зонаси 2 қисман иборат бўлгани мақсадга мувофиқдир, яъни чўктириш ва оралик турғунлаштирувчи зоналардан. Юқорида айтилганларини 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 вариантни танланиши зарур.



3.7-расм. Ротор-дискли экстрактор.

3.4. МАВХУМ ҚАЙНАШ КАТЛАМЛИ ҚУРИТГИЧЛАРНИ ХИСОБЛАШ [4]

| | |
|---|---------------------------------|
| Иш унумдорлиги | |
| (куритилган материал бўйича) | $G_{ox} = 0,556 \text{ кг/с}$ |
| материал куйидаги таркибдаги фракциялардан иборат | |
| диаметри 2,0 дан 1,5 мм гача | - 25% |
| диаметри 1,5 дан 1,0 мм гача | - 75% |
| Грануланган кунжара намлиги: | |
| Бошланғич | $u_{boil} = 12\%$ |
| охиргиси | $u_{ox} = 0,5\%$ |
| Нам материалнинг температураси | $\theta_j = 18^\circ\text{C}$ |
| Тоза габо параметрлари: | |
| температураси | $t_o = 18^\circ\text{C}$ |
| нисбий намлиги | $\varphi_o = 72\%$ |
| куритгичдаги босим | $P_o = 1 \text{ атм.}$ |
| Калорифердан чиқаётган ҳаво температураси | $t_j = 130^\circ\text{C}$ |
| 1 кг сувни буғлатиш учун атроф муҳитга солиштирма иссиқликнинг йўқотилиши | $q_{invk} = 22,6 \text{ кЖ/кг}$ |

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

$$w = G \cdot \frac{u_{boil} - u_{ox}}{100 - U_{g_{max}}} = 0,556 \cdot \frac{12 - 0,5}{100 - 12} = 0,0726 \text{ кг/с}$$

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

Куритгичнинг ички иссиқлик балансини ушбу тенглама орқали ҳисоблаймиз:

$$\Delta = c \cdot \theta_j + q_{куит} - (q_r + q_m + q_{invk}) = 4,19 \cdot 18 -$$

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

Рамзиннинг $I-x$ диаграммасидан (Илова 22), маълум $t_o = 18^\circ\text{C}$ ва $\varphi_o = 72\%$ x_o , I_o ни топамиз (3.7 - расм):

$$x_0 = 0,0092 \text{ кг-намлик/кг-курук хаво};$$

$$I_0 = 41,9 \text{ кЖ/кг-курук хаво}.$$

Хаво $t_1 = 130^\circ\text{C}$ гача иситилганда, унинг энгальгияси $I_1 = 157 \text{ кЖ/кг}$ гача ортади, чунки жараён $x_0 = x_1$ шароитда олиб борилади. Сўнг, қуритгидан чиқаётган иссиқ хавонинг бошқа параметрларини топиш учун ихтиёрый $x = 0,04$ нам сақлаш миқдорини танлаб, қуйидаги формула орқали унинг энгальгиясини топамиз:

$$\begin{aligned} \text{Кейин,} \quad \bar{Y}_1 = x_0 = 0,0092 \text{ кг/кг}, \quad I_1 = 157 \text{ кЖ/кг} \\ \text{ва} \quad x = 0,04 \text{ кг/кг}, \quad I = 151 \text{ кЖ/кг} \end{aligned}$$

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

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

Курук хавонинг сарфи L ушбу тегишмадан топилади:

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

Қуритгидан чиқаётган иссиқ хавонинг ўртача температураси t_{cp} қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

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

Бу иссиқ хавонинг ўртача нам сақлаши x_{cp} эса,

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

Хавонинг ρ_{cp} ва сув буғининг ρ_c ўртача зичликлари қуйидагига тенг:

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

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

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

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

Донадор материаллар мавҳум қайнашнинг бошланғич тезлиги w_{uk} қуйидагича топилади:

$$w_{uk} = \frac{Re \cdot \mu_{sp}}{\rho_{sp} \cdot d},$$

бу ерда

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

$$Ar = \frac{g \cdot d_i^3 \cdot \rho \cdot \rho_{sp}}{\mu_{sp}^2}$$

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

Полидисперс материал заррачаларининг эквивалент диаметри ушбу формула ёрдамида ҳисобланади:

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

Архимед критерийси эса

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

Рейнольдс критерийси

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

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

Мавҳум қайнаш қатламининг энг юкори чегараси чиқиб кетиш тезлиги билан белгиланади.

Энг кичик заррачанинг диаметри 1 мм бўлса, унга мос Архимед критерийси қуйидагига тенгдир:

$$Ar = \frac{(10^{-3})^3 \cdot 0,96 \cdot 9,8 \cdot 1500}{(2,2 \cdot 10^{-3})^2} = 2,91 \cdot 10^4$$

Чиқиб кетиш тезлиги эса,

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

Иситувчи агентнинг ишчи тезлиги $w_{\text{мк}}$ ва $w_{\text{мр}}$ оралиғида бўлади. Агар

$$K_{\text{исл}} = \frac{w_{\text{мр}}}{w_{\text{мк}}} = 40 \div 50 \text{ бўлса,} \quad K_{\text{у}} = \frac{w}{w_{\text{мк}}} = 3 \div 7$$

агарда

$$K_{\text{исл}} \leq 20 \div 30 \text{ бўлса,} \quad K_{\text{у}} = 1,5 \div 3$$

Бизнинг шароит учун $K_{\text{у}} = 2,3$ деб қабул қиламиз. Унда, иситувчи агентнинг ишчи тезлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$w = k_{\text{у}} \cdot w_{\text{мк}} = 2,3 \cdot 0,435 = 1,0 \text{ м/с}$$

Қуритгичнинг диаметри d ушбу формуладан топилади:

$$d = \sqrt{\frac{V}{F \cdot w}} = \sqrt{\frac{3,04}{0,785 \cdot 1^2}} = 1,97 \approx 2 \text{ м/с}$$

Қуритилаётган материал учун мавҳум қайнаш қатламининг баландлигини аниқлаш.

Мавҳум қайнаш қатламининг баландлигини иссиқлик ва модда элмашиниш кинетикаси асосида аниқлаш мумкин.

Модда бериш ва моддий баланс формулаларини тенглаштириб, қуйидаги тенгламани оламиз:

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

M - буғлатилган намлик ҳисобида қуритгичнинг иш унумдорлиги, кг/с; S - қуритгичнинг кўндаланг қесими юзаси, м²; x , x^* - ҳавонинг ишчи ва мувозанат нам саклаши, кг намлик/кг қуруқ ҳаво; F - материал юзаси, м²; ρ_{kv} - қуритгичдаги қуруқ ҳавонинг ўртача температурадаги зичлиги, кг/м³.

Шарсимон заррачаларнинг юзаси

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

бу ерда h - мавҳум қайнаш қатламининг баландлиги, м.

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

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

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

(А) Тенгламанинг чап томони қуйидаги миқдорга тенгдир:

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

Қатламнинг ғоваклиги ε ушбу формуладан аниқланади:

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

Рейнольдс критерийси

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

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

Материал юзасидан намлик бугланаётган найтидаги модда бериш коэффициентини β_y ушбу критериял тенгламадан топилади:

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

Куритгичдаги ўртача температура сув бугларининг хаводаги диффузия коэффициентини:

$$D = D_{20} \cdot \left(\frac{T_o + t_{\text{сп}}}{T_o} \right)^{1,5}$$

бу ерда $D_{20} = 21,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Унда,

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

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

Модда бериш коэффициентини ушбу формула орқали аниқланади:

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

Куритилаётган материалларнинг мавҳум қайнаш баландлиги

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

бу тенглама h га нисбатан ечилса, қуйидаги натижани оламиз:

$$h = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Мавҳум қайнаш қатламли қуригичларни кимё ва бошқа саноат корхоналарида кўп йиллик ишлатиш шуни кўрсатдики, қурилманинг баландлиги

$$H \cong 4 \cdot H_{cr}$$

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

$$H = 80 \cdot d_o$$

бу ерда d_o - тўр парда тешикларининг диаметри, Диаметрлар ушбу стандарт ўлчамлар қаторидан танланади:

| | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| d_o мм | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,6 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Агарда, $d_o = 2,5$ мм ни танласак, мавҳум қайнаш қатлами баландлиги

$$H = 80 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,2 \text{ м}$$

Газ тақсимловчи тўр пардадаги тешиклар сони n қуйидагича топилади:

$$n = \frac{4 \cdot S \cdot F_{mn}}{\pi \cdot d_o^2} = \frac{d^2 \cdot F_{mn}}{d_o^2}$$

S - тўр парда кўндаланг кесимининг сон киймати қуригич кўндаланг кесимига тенг; F_{mn} - тўр парда тешиклари юзасининг улуши, одатда $F_{mn} = 0,02-0,1$.

Агарда $F_{mn} = 0,05$ деб қабул қилсак, тўр пардадаги тешиклар сони:

$$n = \frac{2^2 \cdot 0,05}{0,0025^2} = 32000$$

Қурилманинг сепарация бўлими H_c ни мавҳум қайнаш қатлам баландлигидан 4 - 6 мартаба катта қилиб қабул қилинади

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

Қуритгичнинг гидравлик қаршилиги

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

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

ΔP_{mk} қиймати эса, ушбу формуладан ҳисобланади:

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

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

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

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

Танланган тўр парданинг гидравлик қаршилиги ушбу тенгламадан аниқланади:

$$\Delta P_m = r \cdot \left(\frac{w}{F_m} \right)^2 \cdot \frac{\rho_{yp}}{2}$$

бу ерда $r = 1,5$.
Унда

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

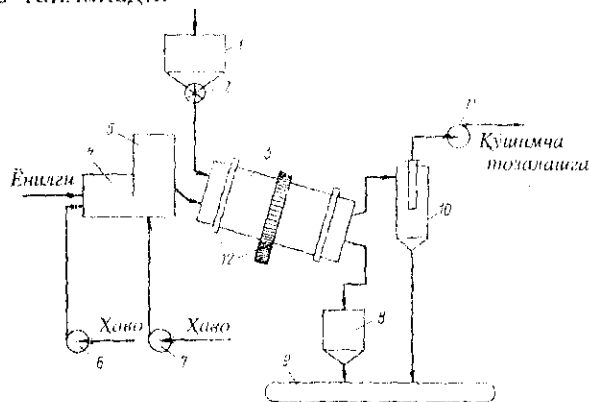
$\Delta P_m = 336 > \Delta P_{m \text{ min}} = 312$. Қуритгичнинг умумий гидравлик қаршилиги.

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

га тенглигини аниқлаб, ҳамда газ тозалаш қурилмаларини (циклон, скруббер, фильтр ва хоказолар) билган ҳолда вентилятор ва турбогазодувкалар танланади.

3.5. БАРАБАНЛИ ҚУРИТГИЧНИ ХИСОБЛАШ

Бу қурилмалар атмосфера босимда узлуксиз равишда турли сочлувчан ва донасимон материалларни тугунли газлар ёки иссиқ ҳаво билан қуритиш учун ишлатилади. Улар цилиндрсимон корпусдан иборат бўлиб, горизонтга нисбатан жуда кичик оғиш бурчада жойлаштирилади. Барабан иккита роликли таянчларга жойлаштирилган бўлиб, электродвигатель ва редуктор ёрдамида айлангизилади. 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 - оралик бункер; 9 - транспортер; 10 - циклон;
 12 - тишли узатма.

Нам материал бункер 1 дан таъминлагич 2 орқали айланиб турган барабан 3 га берилади. Материал билан бир хил йўналишда барабанда қуритувчи агент берилади. У ёқилги ўтхонаси 4 да ёнишида ҳосил бўлган газларни аралаштириш камераси 5 да ҳаво билан аралаштириш натижасида ҳосил бўлади. Ҳаво ўтхона ва аралаштириш камерасига вентиляторлар 6 ва 7 ёрдамида берилади.

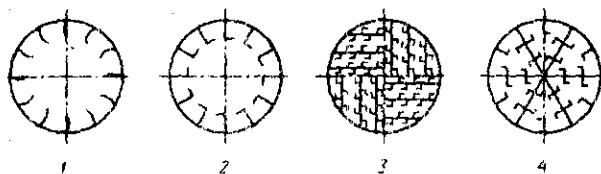
Қуритилган материал барабаннинг бошқа томонидан бункер 8 га тушади ва ундан транспортер 9 га ўтади.

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

Қуритувчи агент барабан орқали вентилятор 11 ёрдамида узатилади. Узатилиш даврида унча катта бўлмаган сийракланиш ҳосил бўлади ва бу эса қуритувчи агентнинг барабанли қуритгич тешиклари орқали йўқотилишига йўл қўймайди.

Барабан электродвигатель ва тишли узатма 2 ёрдамида айлантириб турилади.

Барабанинг ичида материални бир меъёрда тарқатиш, аралаштириш ва йўналтириш учун насадка жойлаштирилган [39, 47, 48, 72, 75]. Қуритиладиган материал донларининг ўлчамига ва хоссаларига қараб ҳар-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, довоноси-мон насадкалар бўлган барабанларда қуритиш мақсадга мувофиқдир. Айрим шароитларда мураккаб насадкалардан фойдаланса ҳам бўлади (3.9-расм).



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

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

1. Қуритиш қурилмасининг ҳисоби

1. Қурилманинг қуритилган модда бўйича унумдорлиги:

$$G = 10 \text{ т/сoат}$$

2. Материал заррачаларининг ўлчамлари (NaCl):

$$d = 2,0-1,5 \text{ мм} \quad - 25\%$$

$$d = 1,5-1,0 \text{ мм} \quad - 75\%$$

3. Материалнинг намлиги (NaCl):

$$\begin{array}{ll} \text{бошланғич} & w_1 = 6,0\% \\ \text{охирги} & w_2 = 0,2\% \end{array}$$

4. Боку шахри учун нам ҳавонинг параметрлари

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

5. Иссиқ ҳавонинг температураси

барабапга киришда $-t = 160^{\circ}\text{C}$

барабандан чиқишда $-t = 60^{\circ}\text{C}$

I. Моддий баланс

Моддий баланс тенгласидан қуритиш давомида буг'атилган намлик W миқдорини аниқлаймиз.

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

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

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

2. Қуритишга сарфланган ҳаво ва иссиқликни аниқлаш

Қуритгичнинг ички иссиқлик балансини ёзамиз:

а) қиш фасли учун:

$$A = c \cdot \theta_1 + q_k - (q_{тр} + q_u + q_v)$$

Бу ерда:

c - сувнинг иссиқлик сифими,

$$c = 4190 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К};$$

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

$q_{тр}$ - транспорт қуритмалари билан кирган иссиқлик миқдори, $q_{тр} = 0$;

q_{ii} - атроф муҳитга йўқотилган иссиқлик миқдори, тахминан иссиқлик миқдорининг 10% ни олаётилади;

q_u - моддани иситишга сарфланган иссиқлик миқдори,

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

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

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

Рамзининг I - x диаграммасидан аниқланади.

c_m - материалнинг иссиқлик сифими [5]:

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

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

$$c_v = (26 + 26) / 56 = 0,93 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$$

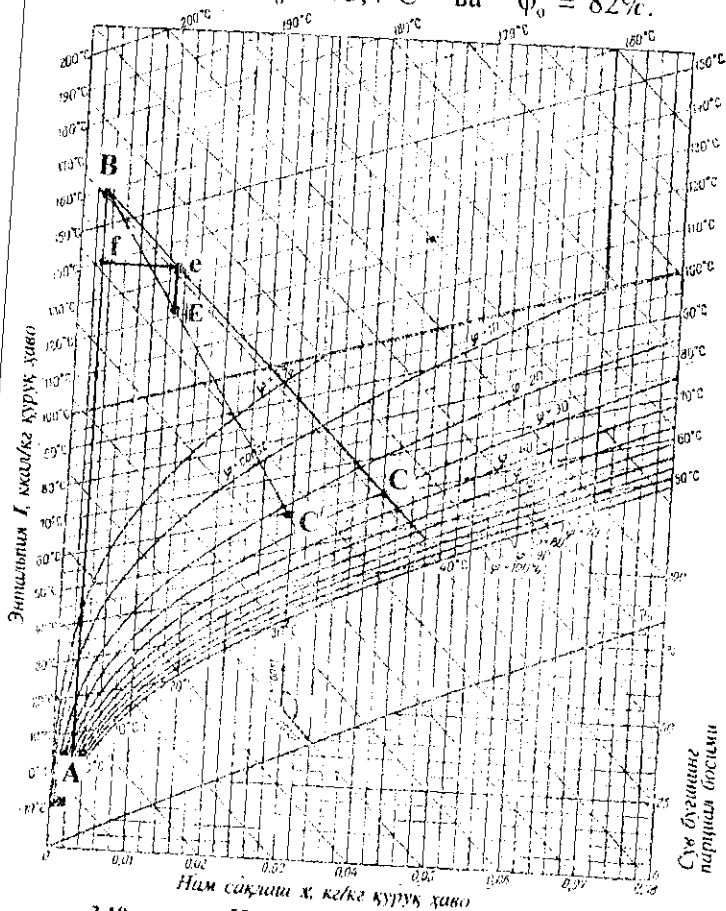
$$q_v = 2778 \cdot 0,93 \cdot (42 - 3,4) / 0,171 = 554,83 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$$

$$\Delta = 4,19 \cdot 3,14 - 554,83 - 22,6 = -560,45 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$$

Куритиш жараёнига сарфланган солиштирма ҳаво ва иссиқлик сарфларини аниқлаш учун I - x диаграммада куритиш жараёни ифодланади (3.10-расм).

Боку шахри учун ҳавонинг ўртача температураси ва нисбий намлиги аниқланади

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



3.10 - расм. Нам ҳавонинг I - x диаграммаси

Шу параметрлар бўйича диаграммада "А" нукта топилади, яъни калориферга кириётган ҳавонинг параметрларини кўрсатувчи нуктани топа миз. "А" нуктадан, яъни ўзгармас нам сақлаш чизиғи бўйича тўғри чизик ўтказиб, берилган куритиш температураси билан кесилган "В" нуктани

топамиз. Бу нукта калориферда иситилган ва қуритгичга кираётган ҳавонинг параметрлари $x_1 = x_0$, t_1 , I_1 - ларни кўрсатади. АВ чизиқ ҳавони калориферда иситиш жараёнини ифодалайди. Калориферда ҳаво қиздирилганда унинг нам саклаши ўзгармайди. "В" нуктадан I_1 чизигини - ўзгармас энтальпия чизигини ўтказамиз. Шу I_1 чизигида ихтиёрий бир нукта "е" олинади ва ундан АВ чизигига перпендикуляр туширилади ва ҳосил бўлган "Г" деб белгилаймиз. Сўнг еГ кесманинг узунлиги ўлчанади - $eГ = 2,4 \text{ см} = 24 \text{ мм}$. Ниҳоят, қуритишнинг идеал жараёндан фарқи еЕ кесманинг узунлиги ҳисобланади.

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

-342,6 (1,3)

бу ерда $M = 1250$ - I - x диаграмма масштаби.

Диаграммада еЕ кесмани "е" нуктадан пастрга $x = \text{const}$ чизиқ бўйича ўтказамиз, чунки $\Delta < 0$. "В" нуктадан "Е" нукта орқали тўғри чизиқ ўтказиб, берилган $t_2 = 60^\circ\text{C}$ чизиги билан кесишгунча давом эттирамиз. Кесишган нуктани "С" деб белгилаймиз ва бу нукта қуритиш қурilmасидан чиқаётган ҳавонинг параметрлари x_2 , t_2 , I_2 , Φ_2 ни кўрсатади:

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

Киш фаслида қуритиш жараёнига кетган солиштирма ҳаво сарфи:

$$x_0 = x_1 = 0,003 \text{ кг/кг} \quad l = \frac{I}{x_2 - x_0} = \frac{1}{0,029 - 0,003} = 38,46 \text{ кг/кг}$$

Ҳавонинг умумий сарфи

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

Сарфланган солиштирма иссиқлик миқдори эса:

$$I_0 = 11 \text{ кЖ/кг} \quad q = \frac{I_2 - I_0}{x_2 - x_0} = \frac{136 - 11}{0,029 - 0,003} = 4807,69 \text{ кЖ/кг}$$

ва умумий иссиқлик сарфи:

$$Q = q \cdot W = 4807,69 \cdot 0,171 = 822,12 \text{ кВт}$$

Калорифердаги иссиқлик сарфи:

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

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

б) Ёз фасли учун.

$$\Delta = c \cdot \theta_f + q_k \cdot (q_{v,p} + q_m + q_a)$$

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

$$q_k = 0; \quad q_{\text{гор}} = 0; \quad q_v = G_2 \cdot c_w \cdot (\theta_2 - \theta_1) / W;$$

$$\theta_2 = 42^\circ\text{C} = t_w \text{ (I - x диаграммадан)}$$

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

$$q_v = 2,778 \cdot 0,93 \cdot (42 - 25,3) / 0,171 = 252,310 \text{ кЖ/кг}$$

$$\Delta = 12,36 \cdot 42 - 238,746 - 23,87 = 242,94 \text{ кЖ/кг}$$

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

$$ef = 94 \text{ мм}; \quad M = 1250; \quad E_2 = ef \cdot \frac{\Delta}{M} = 94 \cdot \frac{242,94}{1250} = 18,27 \text{ мм}$$

Сўнг, I - x диаграммадан:

$$x_1 = 0,014 \text{ кг/кг}; \quad x_2 = 0,0525 \text{ кг/кг};$$

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

$$l = \frac{I_2 - I_w}{x_2 - x_1} = \frac{195 - 55}{0,0525 - 0,014} = 25,98 \text{ кЖ/кг}$$

$$L = l \cdot W = 25,98 \cdot 0,171 = 4,44 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{I_2 - I_w}{x_2 - x_1} = \frac{195 - 55}{0,0525 - 0,014} = 363,637 \text{ кЖ/кг}$$

$$Q = q \cdot W = 363,637 \cdot 0,171 = 62,182 \text{ кВт}$$

$$q_k = \frac{I_1 - I_w}{x_2 - x_1} = \frac{192 - 55}{0,0525 - 0,014} = 3309,18 \text{ кЖ/кг}$$

Ёз ва қиш фасллари учун тоғилган сарфларни солиштирамиз:

$$L_{\text{қиш}} = 6,58 \text{ кг/с} > L_{\text{ёз}} = 4,13$$

$$Q_{\text{қиш}} = 822,12 \text{ кВт} > Q_{\text{ёз}} = 62,182 \text{ кВт}$$

II. Барабанли куритгичнинг асосий ўлчамларини аниқлаш

Барабанинг ҳажмини топамиз:

$$V_{\text{мф}} = \frac{W}{A_v} \cdot 3600 = \frac{0,171 \cdot 3600}{7,2} = 83,5 \text{ м}^3$$

бу ерда A_v - барабанинг намлик бўйича кучланиши, $A_v = 7,2$ кг/(м³ · соат) 9.2 - жадвал [6].

Барабанинг ҳажми бўйича 9.3-жадвалдан барабанинг асосий ўлчамларини таълаймиз [6,39,40,45,55,68], яъни N 7208. Ушбу сонли барабанинг асосий параметрлари қуйидагича:

| | |
|------------------------------------|------|
| - барабанинг ички диаметри, м | 2,8 |
| - барабанинг узунлиги, м | 14 |
| - деворларнинг қалинлиги, мм | 14 |
| - куритиш 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 - куритувчи агентнинг барабандан чиқишдаги ҳажми сарфи:

$$V_x = L \cdot V_n \cdot \frac{(T_o + t_{\text{вп}})}{T_n} \cdot \left(\frac{1}{M_x} + \frac{x_{\text{вп}}}{M_v} \right)$$

$$t_{\text{вп}} = (t_1 + t_2) / 2 = (160 + 60) / 2 = 110^\circ \text{C}$$

$$x_{\text{вп}} = (x_1 + x_2) / 2 = (0,003 + 0,029) / 2 = 0,016 \text{ кг/кг}$$

$$V_x = 6,58 \cdot 22,4 \cdot \frac{273 + 110}{273} \cdot \left(\frac{1}{29} + \frac{0,016}{16} \right) = 7,31 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$w_x = 7,31 / (0,725 \cdot 2,8^2) = 1,27 \text{ м/с}$$

Материалнинг барабанда ўртача бўлиш вақти :

$$\tau = \frac{G_n}{G_z + (W/2)}$$

G_n - барабандаги материалнинг сарфи:

$$G_n = V \cdot \beta \cdot \rho_n$$

бу ерда V - куритғичнинг хажми, $86,2 \text{ м}^3$; ρ_m - материалнинг уюлма зичлиги $\rho_m = 1200 \text{ кг/м}^3$ [5]; β - барабанинг тўлдирилиш даражаси, ушбу мисолдаги насалка учун 12% [6].

$$G_m = 86,2 \cdot 0,12 \cdot 1200 = 12412,8 \text{ кг}$$

унда:
$$\tau = \frac{12412,8}{2,778 + 0,171,2} = 4335 \text{ с}$$

Барабанинг оғиш бурчагини қуйидаги формулада аниқланади:

$$\alpha' = \left(\frac{30 \cdot l}{d \cdot n \cdot \tau} + 0,007 \cdot w_s \right) \cdot \frac{180}{\pi}$$

бу ерда l - барабанинг узунлиги, 14 м ; n - айланишлар сони, 5 айл/мин; d - барабанинг диаметри, $2,8 \text{ м}$.

$$\alpha' = \left(\frac{30 \cdot 14}{2,8 \cdot 5 \cdot 4335} + 0,007 \cdot 1,2 \right) \cdot \frac{180}{3,14} = 0,88^\circ$$

Агар α' ning қиймати жуда кичик бўлса ($0,5$ дан кам), барабанинг айланиш сони n камайтирилади ва ҳисоб қайтарилади.

Материалнинг энг кичик заррачалари қурилмадан ҳаво билан чиқиб кетмаслиги учун, унинг тезлигини ҳисоблаймиз. Бунинг учун модданинг чиқиб кетиш тезлигини, яъни эркин учиш тезлигини топамиз:

$$w_s = \frac{\mu_{vt}}{d \cdot \rho_{sp}} \left(\frac{Ar}{18 + 0,575 \sqrt{Ar}} \right)$$

бу ерда ρ_{sp} - куритувчи агентнинг зичлиги.

$$\rho_{sp} = [M_v \cdot (p_o - p) + M_s \cdot p] \cdot \frac{T}{v_s \cdot p_o \cdot (T + t_{sp})}$$

p - нам ҳаводаги буеларнинг парциал босими.

$$p = \frac{x_v \cdot \mu_v \cdot p_o}{1, M_v + x_v / M_s}$$

$p_o = 10^5 \text{ Па}$, чунки қурилма атмосфера босими остида ишлайди. Қурилмага киришдаги:

$$p_i = \frac{0,003 \cdot 18 \cdot 10^5}{1,29 + 0,003 / 18} = 487,61 \text{ Па}$$

Қурилмадан чиқишидаги:

$$P_2 = \frac{0,029 \cdot 18 \cdot 10^3}{1,29 + 0,029 \cdot 18} = 4463,64 \text{ Па}$$

унда ўртача P

$$P = (480,61 + 4463,64) / 2 = 2472 \text{ Па}$$

ва зичлик:

$$\rho_{\text{yp}} = \frac{29 \cdot (10^5 - 2472) + 18 \cdot 2472}{22,4 \cdot 10^3 \cdot [273 + 110]} = 0,91 \text{ кг/м}^3$$

Архимед критерисини аниқлаймиз:

$$Ar = d^3 \cdot \rho_s \cdot \rho_{\text{yp}} \cdot g / \mu_{\text{yp}}^2$$

бу ерда ρ_s - қуритилаётган материал заррачаларининг зичлиги, $\rho_s = 2165 \text{ кг/м}^3$ [32]; μ_{yp} - ҳавонинг ўртача температурадаги ковшоқлиги, $\mu_{\text{yp}} = 0,022 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ [4, 5].

$$Ar = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 2165 \cdot 0,91 \cdot 9,8}{(0,022 \cdot 10^{-3})^2} = 39891468 \cdot \frac{10^4}{10^2} = 3,99 \cdot 10^4$$

ва чиқиб кетиш тезлиги

$$w_s = \frac{0,022 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,91} \left(\frac{3,99 \cdot 10^4}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{3,99 \cdot 10^4}} \right) = 7,3 \text{ м/с}$$

Ҳавонинг қурилмадаги тезлиги 1,2 м/с ва бу 7,3 м/с дан анча кам. Демак, заррачалар қурилмадан ҳаво билан чиқиб кетмайди, чунки $w_s < w_y$.

Агар бу сон аксинча каттароқ бўлса, ҳаво тезлиги камайтирилади ва ҳисоб қайтадан ўтказилиши керак.

III. Қуритиш қурилмасининг гидравлик ҳисоби.

Қуритувчи агент қуритиш ичида ва каналларда ҳаракат қилганда гидравлик қаршиликлар ҳосил бўлади. Улар ишқаланиш ΔP_n , маҳаллий $\Delta P_{\text{м.к}}$ қуритишнинг ичидаги ΔP_k , калорифер қаршиликлардан ва чапг тозаловчи қурилма қаршиликларидан ҳосил топади:

$$\Delta P = \Delta P_n + \Delta P_{\text{м.к}} + \Delta P_k + \Delta P_{\text{кил}} + \Delta P_{\text{ч}}$$

1) Ишқаланиш қаршиликлари туфайли йўқотилган босимни аниқлаймиз:

$$\Delta P_u = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$$

λ - ишқаланиш қаршилиги коэффиценти, ва у ҳаракат режимига боғлиқ:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$$

w - қуритувчи агентнинг трубадаги тезлиги, одатда унинг 10 - 20 м/с атрофида олиш мумкин [6]; d - трубанинг диаметри, секундни сарф тенгласидан аниқлаймиз,

$$d = \sqrt{\frac{V_c}{0,785 \cdot w}}$$

V_c - қуритувчи агентнинг секундни ҳажмий сарфи:

$$V_c = \frac{L}{\rho}$$

ρ - ҳавонинг зичлиги, одатда у атроф муҳит температурасида олинади.

$t_0 = + 3,4^\circ\text{C}$ (Боку шаҳри учун қиш фаслида).

$$\rho = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t)} = \frac{29 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 3,4)} = 1,28 \text{ кг/м}^3$$

ва унда $V = \frac{6,58}{1,28} = 5,14 \text{ м}^3/\text{с}$

Трубанинг диаметри:

$$d = \sqrt{\frac{5,14}{0,785 \cdot 20}} = 0,570 \text{ м}$$

ва $Re = \frac{20 \cdot 0,57 \cdot 1,28}{0,017 \cdot 10^{-3}} = \frac{20 \cdot 0,57 \cdot 1,28}{0,017 \cdot 10^{-3}} = \frac{861680}{853333}$

яъни турбулент режим [6]:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\varepsilon + 68/Re \right)^{0,25}$$

$$\varepsilon = \frac{A}{d}, \quad A = 0,08; \quad \varepsilon = 0,0002$$

$$\lambda = 0,11 \cdot \sqrt[0,25]{0,0002 + 68/858353} = 0,0142$$

Бу ерда l - трубанинг узунлиги. Вентилятор жойлашишига қараб олинади, бизнинг мисол учун $l = 2$ м деб ҳисоблаймиз (3.8-расм).

$$\Delta P_a = 0,0142 \cdot \frac{2}{0,57} \cdot \frac{20^3 \cdot 1,28}{2} = 12,78 \text{ Па}$$

2) Маҳаллий қаршиликларни енгинда йўқотилган босим:

$$\Delta P_{\text{мак}} = \sum \xi \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2}$$

5-7 Бу ерда $\sum \xi$ - маҳаллий қаршилик коэффициентларини иловадаги жадвалдан аниқлаймиз:

- | | |
|---|--------------------|
| 1. трубага кириш | $\xi = 0,5$ |
| 2. трубадан чиқиш | $\xi = 1,0$ |
| 3. Тўғри бурчак (90°) остида трубанинг бурилиши | $\xi = 1,1$ |
| 4. Нормал вентил | $\xi = 5,5$ |
| иккита бўлгани учун | $5,5 \cdot 2 = 11$ |

$$\Delta P_{\text{мак}} = (0,5 + 1 + 1,1 + 11) \cdot \frac{20^3 \cdot 1,28}{2} = 3481,6 \text{ Па}$$

Чанг тозалатич сифатида циклон олсак:

$$\Delta P_a = \xi \cdot w_{\text{ср}}^2 \cdot \rho / 2;$$

$$\rho = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot (T + t)} = \frac{29 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 60)} = 1,1 \text{ кг/м}^3$$

$\xi = 6$ циклон АТИ учун [44],

$$\Delta P_a = 6 \cdot 20^2 \cdot 1,1 / 2 = 1320 \text{ Па}$$

Қуритиш барабанининг қаршилиги $\Delta P_b = 100$ Па [43] ва калори-

фернинг қаршилиги $\Delta P_k = 200 \text{ Па}$ [43].

5114,36

$$\Delta P = 12,76 + 3481,6 + 200 + 100 + 1320 = 5798,36 \text{ Па}$$

IV. Вентиляторни таълаш

Вентилятор асосан икки параметр: ҳавонинг ҳажмий сарфи ва напори орқали таъланади:

$$V_c = \frac{h_{max}}{\rho} = \frac{6,58}{1,28} = 5,14 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H = \frac{\Delta P}{\gamma} = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} = \frac{5114,36}{1,28 \cdot 9,8} = 403,7 \text{ м}$$

Бу параметрлар орқали [6] ёки иловадаги 15 жадвадан газодувка ТВ - 450 - 1,08 ни танлаймиз, у $V = 5,86 \text{ м}^3/\text{с}$ ва $\Delta P = 6000 \text{ Па}$ га тўғри келади.

Газодувканинг АО2-82-2 маркали двигатели. $N = 55 \text{ кВт}$ қувватга эга.

V. Калорифер ҳисоби

Нам ҳавони иситиш учун кўпинча буғ билан ишлайдиган пластинали калориферлар ишлатилади.

Калориферни таълаш учун иситиш юзасини аниқлаш керак:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}}$$

бу ерда Q - ҳавони иситишга сарфланган исиклик миқдори:

$$Q = h_{max} \cdot c_x \cdot (t_1 - t_2)$$

бу ерда c_x - ҳавонинг исиклик сифми. $c_x = 0,241 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$ [5];
 $t_1 = 160^\circ\text{С}$; $t_2 = 3,4^\circ\text{С}$.

$$Q = 6,58 \cdot 0,24 \cdot (160 - 3,4) = 248,3 \text{ кЖ/с}$$

бу ерда k - буғдан ҳавога исиклик ўтказиш коэффиценти $k = 40 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ [46,44]; Δt_y - ўргача температуралар фарқи. Буғнинг температурасини $t_1 = (160^\circ)$ дан 20° баландроқ оламиз [4,18,44].

Буғ конденсатга айланиганда унинг температураси ўзгармайди.



$$\Delta t_{\text{ка}} = 180 - 3,4 = 176,6^\circ \quad \frac{\Delta t_{\text{ка}}}{\Delta t_{\text{кп}}} = \frac{176,6}{20} = 8,83 > 2$$

$$\Delta t_{\text{кп}} = 180 - 160 = 20^\circ$$

Ва

$$\Delta t_{\text{вп}} = \frac{\Delta t_{\text{ка}}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta t_{\text{ка}}}{\Delta t_{\text{кп}}}} = \frac{176,6 - 20}{2,3 \cdot \lg 8,83} = \frac{156,6}{2,3 \cdot 0,946} = 71,93^\circ$$

$$F = \frac{248,3 \cdot 10^3}{40 \cdot 71,93} = 85,9 \text{ м}^2$$

Ушбу юза бўйича КФС - 11 калорифер танлаймиз ва ундан икки дона олишимиз керак [44].

КФС - 11 ning характеристикалари:

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. иссиқлик алмашиниш юзаси | - $F = 54,6 \text{ м}^2$ |
| 2. массаси | - $m = 244,45 \text{ кг}$ |
| 3. баландлиги | - $h = 1160 \text{ мм}$ |
| 4. эни | - $l = 960 \text{ мм}$ |
| 5. кўндаланг кесим юзаси, м^2 | |
| - хаво бўйича | - $0,638 \text{ м}^2$ |
| - иситтич буғ бўйича | - $0,0122 \text{ м}^2$ |

VI. Қуритгичнинг механик ҳисоби.

Барабан деворларининг қалинлиги

$$\delta = 0,007 \cdot D_{\text{бар}} = 0,007 \cdot 2814 = 19 \text{ мм}$$

Барабаннынڭ айланиш тезлиги.

$$n = (m \cdot k \cdot L_{\text{бар}}) / (\tau \cdot D_{\text{бар}} \cdot t_d \cdot \alpha)$$

m - насадканинڭ турига боғлиқ коэффициент: $m = 0,5$

$$k = 0,5 - 2,0 \quad [44]$$

$$(0,5 \cdot 2 \cdot 14) / (4335 \cdot 2,814 \cdot \lg 24,4) = 0,05 \text{ ай/с}$$

Одатда, кумши қуритишда $n = 3,8 \text{ ай/мин}$ қабул қилинади
Барабанни айлантиришга сарфланган қувват:

$$N = 0,078 \cdot D_{\text{бар}} \cdot L_{\text{бар}} \cdot \rho \cdot \sigma \cdot n$$

σ - қувват коэффициенти, насадка турига ва барабаннынڭ тўлалиқ коэффициентига боғлиқ $\sigma = 0,071$ [44,61].

$$N = 0,078 \cdot 2,814^3 \cdot 14 \cdot 1200 \cdot 0,071 \cdot 3 = 6,22 \text{ кВт}$$

4 боб. ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ БЎЛАК ВА ДЕТАЛАРИНИ МЕХАНИК ҲИСОБЛАШ

4.1. УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

Ҳисоб температураси.

Тажриба натижалари ва исеплик ҳисоблар асосида ҳисоб температураси аниқланади. Агарда, температуралар мусбат бўлса, ҳисоб температураси қилиб деворнинг энг катта сон қийматли температураси қабул қилинади. Агарда, кимёвий қурилманинг қисмлари манфий температураларда ишлаётган бўлса, ҳисоб температураси қилиб 20°C қабул қилинади. Лекин, айрим сабабларга кўра, тажриба ва ҳисоблаш натижаларидан фойдаланиб бўлмаса, унда ҳисоб температураси қилиб муҳитнинг энг катта температураси (20°C дан кам бўлмаган) қабул қилинади. Маълумки, ҳисоб температураси жараёнда қатнашаётган материал ва муҳитларнинг физик-механик характеристикаларини ва рухсат этилган кучланишларни топиш учун қўлланилади [6].

Ишчи босим.

Жараённинг нормал ўтishi пайтидаги максимал ички ёки ташки босимга ишчи босим дейилади. Бунда муҳитнинг гидростатик босими ва босимнинг қисқа муддатга сакраб кўтарилишлари ҳисобга олинмайди.

Шартли номинал босим.

Ҳисоб температураси 20°C даги қурилмани узок муддатли ишлашини таъминловчи энг катта босимга шартли босим дейилади. Шартли босимлар қийматлари нормаллаштирилган ва уни куйидаги катордан 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:

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma^* \quad (4.1)$$

бу ерда η - коэффициент; σ^* - рухсат этилган норматив кучланиш.

Порглаш ва ёниш хавфи бор муҳитлар учун η коэффициентини 0,9 га тенг деб олинади. Қолган бошқа муҳитлар учун $\eta = 1,0$. Бир катор нўлатлар учун σ^* нинг қийматлари 4-1 жадвалда келтирилган.

Ҳисобланган температураларда тапилган турли хил материаллар учун буйлама эластиклик модулининг қийматлари 4-2 жадвалда берилган.

4-1 жадвал

Баъзи пулатлар учун рухсат этилган кучланиш

| Температура, °С | Қуйда келтирилган пулатлар учун рухсат этилган кучланиш, σ^* (МПа) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---------|-------------------------|------|------|------|------|-------|---------|----------------------|-----------|----------|------------|----------------------|
| | ВСт3 | 20, 20К | 09Г2С, 16Г, 17Г1С10Г2С1 | 10Г2 | 12ХМ | 12МХ | 15ХМ | 15Х5М | 15Х5М-У | 08Х22Х6Т, 08Х21Н6М2Т | 03Х21М4ГБ | 03Х18Н11 | 03Х16Н15М3 | 06ХН28МТТ, 03ХН28МТТ |
| 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

| Пулат | Температура t , °С да буйлама эластиклик модули $E \cdot 10^4$, МПа | | | | | | | | | | | |
|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 20 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 | |
| Углеродли ва кам де-гирланган | 1,90 | 1,91 | 1,86 | 1,81 | 1,76 | 1,71 | 1,64 | 1,55 | 1,4 | - | - | |
| Аустенитли, иссиққа чидамли ва оловбардош | 2,00 | 2,00 | 1,99 | 1,97 | 1,94 | 1,91 | 1,86 | 1,81 | 1,75 | 1,68 | 1,61 | |
| Хромли, емирилишга ва иссиққа чидамли | 2,15 | 2,15 | 2,05 | 1,98 | 1,95 | 1,90 | 1,84 | 1,78 | 1,71 | 1,63 | 1,54 | |

Пайвандланган чокнинг мустахкамлик коэффициенти ушбу чокнинг асосий материал мустахкамлигига нисбатини характерлайди. Пайвандланган чокнинг мустахкамлик коэффициенти пайвандланган усули ва пайвандлаб бирлаштириш турига боғлиқдир (4-3 жадвал). Чоки йўқ қурилмалар учун $\phi = 1,0$.

4-3 жадвал

Пайванд чокларининг мустахкамлик коэффициенти

| Пайванд чокнинг 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, кўлда пайвандлаш. | 1,09 | 0,95 |
| 3. Учма-уч ва таврли бирикмаларни бир томонлама пайвандлаш. | 0,9 | 0,8 |
| 4. Устма-уст ва таврли бирикмаларни икки томонлама, автоматик пайвандлаш. | 0,8 | 0,75 |

Қурилмаларни ҳисоблаш даврида ҳисобланган девор қалинлигига қўшимча қалинлик (C) ни ҳам инобатга олиш керак. Элемент деворининг ижроия қалинлиги ушбу формула орқали ҳисобланади:

$$s \geq s_1 + C \quad (4.2)$$

бу ерда

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (4.3)$$

C_2 - манфий температура туфайли ҳосил бўладиган ўзгаришларни компенсация қилади; C_3 - қурилма элементини 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 куйидаги кўринишда ёзилиши мумкин:

$$C = C_1 = \Pi \cdot T_k \quad (4.4)$$

бу ерда Π - коррозия ёки эрозия тезлиги; T_k - қурилманиннг ишлаш муддати.

Устида химоя қопламаси бор элементлар учун $C = 0$. Агарда, иккала муҳит ҳам коррозия фаол бўлса, қўшимча C_1 нинг қиймати 2 га кўпайтирилади.

4.2. ОБЕЧАЙКА ДЕВОРИНИНГ КАЛИНЛИГИНИ ХИСОБЛАШ

Кимёвий қурилмаларнинг энг асосий элементларидан бири обечайка-дир [6,7,8,36,40]. Обечайка қалинлигининг ҳисоби ГОСТ 14249-80 га биноан олиб борилади [77].

Рангли металл ва қотишмалардан тайёрланадиган қурилмаларнинг ички диаметри қуйидаги қатордан танланиши керак: 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000, 3200, 3400, 3600, 3800, 4000 мм [78].

Пўлат трубалардан тайёрланадиган қурилмаларнинг ташқи диаметри эса ушбу қатордан танланади: 133, 159, 168, 219, 273, 325, 377, 426, 480, 530, 630, 720, 820, 920, 1020, 1120, 1220, 1320, 1420 мм.

Ички босим остидаги обечайка мустаҳкамлиги қуйидаги формулада ҳисобланади:

$$s = \frac{p_x \cdot D_{ин}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p_x} + C + C_1 \quad (4.5)$$

бу ерда s - обечайка девори қалинлиги, м; p_x - ҳисобланган босим, МПа; $D_{ин}$ - қурилманинг ички диаметри, м; φ - пайванд чокининг мустаҳкамлик коэффициенти; C - емирилишни ҳисобга олувчи қалинлик, м; C_1 - қўшимча қалинлик, м.

Рухсат этиладиган босим

$$p_{pэ} = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] \cdot (s - C)}{D - s + C} \quad (4.6)$$

(4.5) ва (4.6) формулалар қуйидаги

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

шарт бажарилганда қўлланилади.

Ташқи босим остида ишлаётган қурилма деворининг қалинлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$s = \frac{1,06 \cdot D}{100} \cdot \sqrt[3]{\frac{p_x}{10^{-6} \cdot E}} + C + C_1 \quad (4.7)$$

Рухсат этиладиган босим эса,

$$[p] = 0,85 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot \left[\frac{100 \cdot (s-C)}{D} \right]^2 \quad (4.8)$$

бу ерда E - бўйлама эластиклик модули (4-2 жадвал),
(4.8) формулани қуйидаги шартлар

$$\frac{s-C}{D} < 0,95 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_T}{E}} \quad (4.9)$$

бажарилганда қўллаш мумкин.

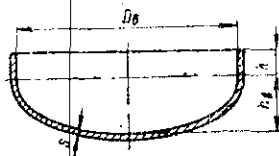
4.3. ДНИШЕ ДЕВОРИНИНГ КАЛИНЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

Эллиптик днишелар (4.1а-расм) деворининг қалинлигини ушбу формуладан топиш мумкин:

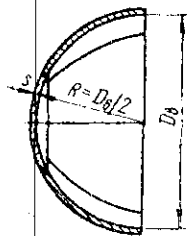
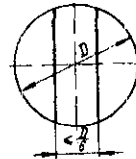
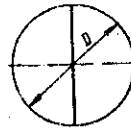
$$s = \frac{p_x \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - 0,5 \cdot p_x} + C + C_1 \quad (4.10)$$

бу ерда $R = D^2/(4H)$ - днише учидаги эгрилик радиуси (стандарт днишелар учун $H = 0,25D$ бўлганда, $R = D_{ин}$),
Рухсат этилган босим миқдорини эса,

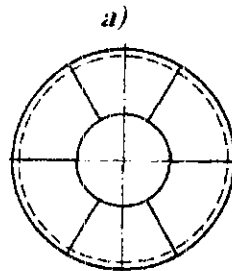
$$p_{p\sigma} = \frac{2 \cdot (s_1 - C) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{R + 0,5 \cdot (s_1 - C)} \quad (4.11)$$



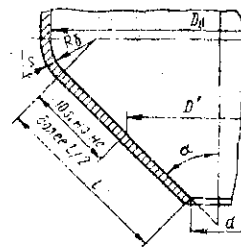
Пайванд чокнинг жойлаштириш усуллари



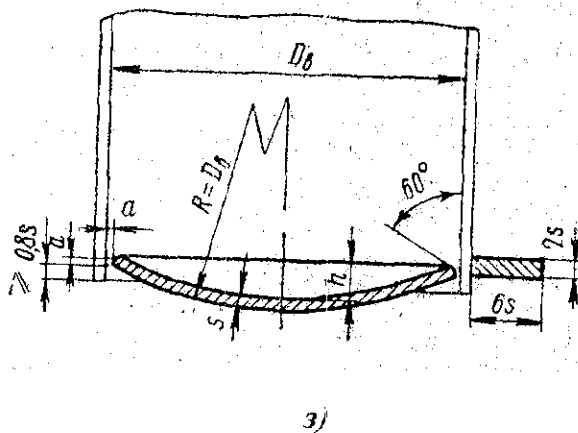
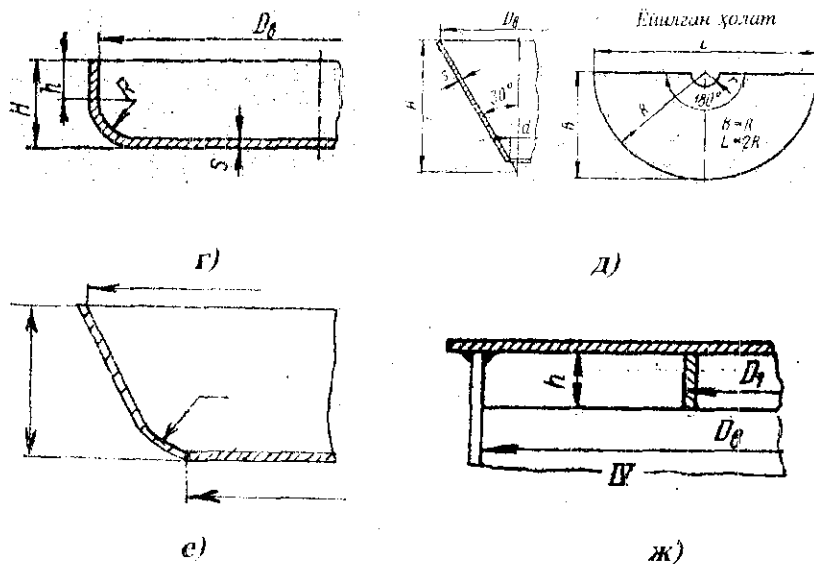
б)



а)



в)



4.1-расм. Қурилма днишеларининг турлари.

а - эллиптик, чети букланган; б - ярим сфералик, чети букланган; в - конуссимон, чети букланган; г - ясси, чети букланган; д - конуссимон, чети букланмаган; е - конуссимон, чети букланмаган, ясси диск билан; ж - ясси, чети букланмаган; сферик, чети букланмаган.

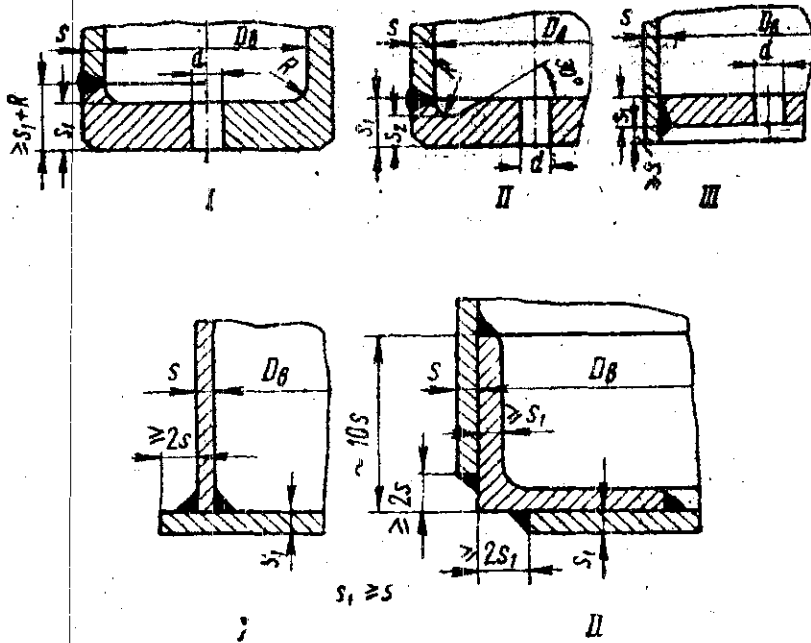
(4.10) ва (4.11) формулалар $(s_1 - C)/D_{нч} \leq 0,1$ ва $H \geq 0,2 D_{нч}$ шартлар бажарилганда қўлланилади.

Яхлит, бир бутун материалдан ясалган днишелар учун коэффициент $\varphi = 1$. Бунда днише деворининг қалинлиги обечайканикидан кам бўлмаган микдорда қабул қилинади.

Ички босим остида ишлайдиган қурилмаларнинг текис, думалок қопқок ва дншеларининг қалинлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$s_1 = \frac{K}{K_0} \cdot D_u \cdot \sqrt{\frac{P_{22}}{[\sigma]}} + C + C_1 \quad (4.12)$$

бу ерда K - қопқокнинг конструкцияга боғлиқ бўлган коэффициент [30,31,60,77,88,93,96]. $d/D \leq 0,35$ бўлса, $K=1-0,43 d/D$, K_0 - ўртасида тешиги бор днше мустаҳкамлигининг камайиш коэффициенти, $0,35 \leq d/D \leq 0,75$ бўлса, $K_0 = 0,85$. Агарда, конструктив жиҳатдан днше ёки қопқок обечайкага пайвандланса, $K=0,4$. Текис, думалок дншелар конструкциялари 4.2 расмда келтирилган.



4.2-расм. Текис, думалок дншеларнинг асосий турлари.
 $R \geq s/3$, лекин 5 мм дан кам эмас; $s_2 \geq 2/3 s$,
 лекин s дан кам эмас; $d \leq 0,6 D_0$

Ички босимда ва чўққисининг бурчаги $2\alpha \leq 140^\circ$ ли конуссимон днишелар ҳисоби куйидагича бўлади:

$$l_y = 0,5 \cdot \sqrt{D_u \cdot (s_l - C)}$$

масофадаги цилиндрик қисми учун деворнинг қалинлиги.

$$s_l = \frac{p_x \cdot D_u \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma] + C + C_f} \quad (4.13)$$

формуладан топилади. Бу ерда y - днише шаклининг коэффиценти. $\alpha = 10 \div 70^\circ$ ва $r/D = 0,01 \div 0,5$ гача ўзгарганда, шакл коэффиценти $y = 1,1 \div 9,4$ га тенг бўлади.

$$l_{кон} = 0,5 \cdot \sqrt{D_u \cdot (s_l - C) \cdot \cos \alpha}$$

масофадаги конусли қисми учун деворнинг қалинлиги

$$s_l = \frac{p_x}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p_x} \cdot \frac{D_u}{\cos \alpha} + C + C_f \quad (4.14)$$

(4.13) ва (4.14) формулалардан топишган s_l ларнинг энг катта қиймати танланади. Лекин, танланган s_l нинг сои қиймати, обечайка девори қалинлигидан кам бўлмаслиги керак.

Кимёвий қурилмаларнинг яна бирасосий қисми - днишедир. Одатда уни обечайка материали билан бир хил материалдан тайёрланади ва пайвандланади. Днишелар шакли эллиптик, сферик, конусли ва текис бўлади. Цилиндрсимон қурилмалар учун днишенинг энг рационал, оптимал шакли бу эллиптик шаклдир.

Диаметри ($D \geq 4000$ мм) катта бўлган қурилмаларда сферик, ярим шар днишелар қўллаш тавсия этилади [78,93,96].

Атмосфера босимида ишлайдиган вертикал ва горизонтал қурилмалар, ҳамда босими 0,07 МПа ва температураси $+200^\circ\text{C}$ гача бўлган ҳолларда чети букланмаган, сферик днишелар ишлатиш мумкин.

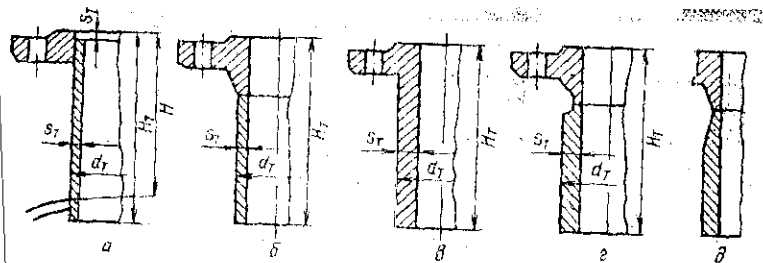
Кичик босим (0,07 МПа гача) ва қурилмаларнинг диаметри 400 мм гача бўлган ҳолларда текис днишелар қўлланилади [76].

Эллиптик ва текис шаклдаги днишелар қўлланилиши ман этилган ҳолларда конусли днишелар ишлатилади.

4.4. ФЛАНЕЦ ВА ШТУЦЕРЛАР

Куризмаларни труба қувурларига улаш кириш труба ва штуцерлари орқали амалга оширилади [30,31,36,49-51,54,56,57,59]. Штуцерларни бириктириш ажралувчан (резьбали, фланецли, сальникли) ва ажралмас (пайвандланган, елимланган) бўлиши мумкин. Энг кенг тарқалган тури ажралувчан фланецли штуцерлар бирикмаларидир.

Фланецли штуцерлар учун мустақамлик ҳисоблари ўтказилмайди, чунки улар танланadi. Штуцерларнинг тури шартли (номинал) босим ва муҳит температурасига боғлиқ бўлади. Шартли диаметри 20 дан 500 мм гача, босим 16,0 МПа ва температура -70 дан +600°C гача бўлган ораликда штуцерлар стандартлаштирилган [88,91,92]. Пайвандланган фланецли штуцерлар конструкциялари 4.3-расмда берилган.



4.3-расм. Пайвандланган фланецли штуцерларнинг конструкциялари.

- а - пайвандланган текис фланец ва юпқа деворли патрубкка;
- б - учма-уч пайвандланган фланец ва юпқа деворлик патрубкка;
- в - қалин деворли, боғалани усулида ясалган фланец;
- г - учма-уч пайвандланган фланец ва қалин деворли патрубкка;
- д - қалин деворли штуцер конструкциясининг варианты.

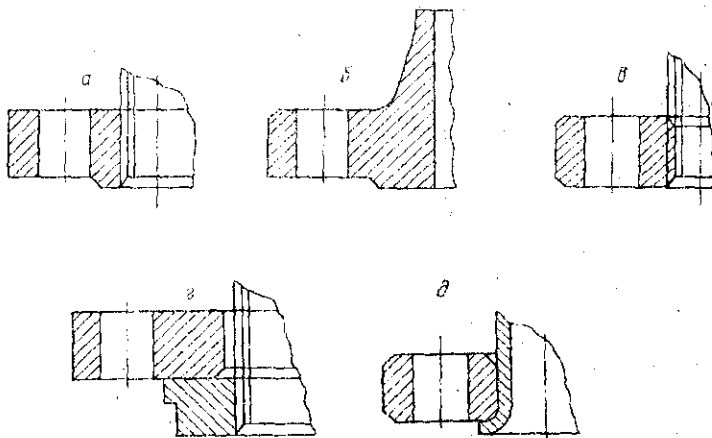
Ишлатилишига қараб фланецли бирикмалар куйидаги гуруҳларга бўлинади:

- а) трубалар ва труба арматураси учун;
- б) куризмалар учун.

Фланецли бирикмалар 2 та симметрик фойлашган фланецдан, кистирма ва маҳкамловчи элемент (болт ёки шпилька, шайба, гайка) лардан ташкил топган бўлади.

Труба ёки патрубккага фланецлар маҳкамланишига қараб куйидагича бўлади (4.4-расм).

- а) текис пайвандланган;
- б) учма-уч пайвандланган;
- в) резьбали;
- г) пайвандланган ҳалқада эркин айланувчи;
- д) учи қайирилган патрубккада эркин айланувчи.

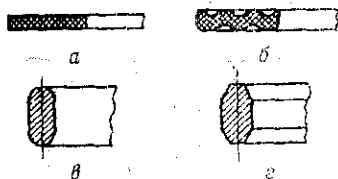


4.4-расм. Фланецлар конструкциялари.

а - ясси пайвандланган; б - учма-уч пайвандланган; в - резьбали; г - пайвандланган хавкала эркин айланувчи; д - учи кайрилган патрубкда эркин айланувчи.

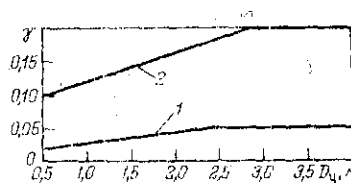
Агарда, босим $p \leq 4,0 \text{ МПа}$ ва $t \leq 300^\circ\text{C}$ бўлса, фланецли бирикмаларни бирлаштириш учун болт ишлатилса, $p > 4,0 \text{ МПа}$ ва $t > 300^\circ\text{C}$ да эса - шпилька.

Фланецли бирикмаларни зичлаш учун металлмас, асбометалл, металл ва комбинация натижасида ҳосил бўлган қистирмалар қўлланилади (4.5-расм) [36,37,67].



4.5-расм. Фланецли бирикма қистирмаларининг конструкциялари.

а - текис; б - тофриланган; в - эллипс кўндашанг кесими; г - саккиз бурчак шаклидаги кўндашанг кесими.



4.6-расм. γ коэффициентни аниқлаш диаграммаси.

1 - текис фланец; 2 - пайвандланган бурчакли фланец.

Қистирмалар турлари, материаллари ва қўлаш бўйича тавсиялар 4-жадвалда келтирилган.

Қистирмаларни таълаш

| Қистирма конструкцияси | Материал | ρ , МПа | t , °С |
|--|--|----------------------------------|---|
| Текис, металлмас | резина асбест наронит фторопласт | 0,6 1,6 2,5 боғлиқ эмас | -30 ÷ 100 500 гача -200 ÷ 400 -200 ÷ 250 |
| Текис, металл («шип-паз» тип- даги зичлаш учун) | алюминий латунь пўлат | 2,5 | -200 ÷ 300 |
| Текис ёки гоффриланган | асбест, алюминий, мис, латунь, пўлатлардан ясаган қобилда | 6,4 | -200 ÷ 550 |
| Саккиз бурчакли ёки эллипс кўндатанг кесимли | пўлат | 6,4 | -200 ÷ 550 |

Флансци бирикмаларининг болт ва қистирмаларини ҳисоблаш фла-
нец ва болтнинг температураларини аниқлашдан бошланади.

$$\text{фланецники} \quad t_{\phi} = t_p \quad (4.15)$$

$$\text{болтники} \quad t_{\sigma} = 0.95 \cdot t_{\phi}$$

Сўнг, бирикмага таъсир қилаётган юклама тошлади. Ички ортикча
босимдан $P_{р.и}$ тушаётган юклама ушбу формуладан аниқланади:

$$Q_{и} = 0.789 \cdot D_{ур.к}^2 \cdot \rho_{р.и} \quad (4.16)$$

бу ерда $D_{ур.к}$ - қистирманинг ўртача диаметри.

Болт ва фланецнинг температуралари фарқидан ҳосил бўладиган куч-
ланиш:

$$Q_t = \gamma \cdot n \cdot f_{\sigma} \cdot E_{\sigma} \cdot t_{\phi} \cdot (\alpha_{\phi}^l - 0.95 \cdot \alpha_{\sigma}^l) \quad (4.17)$$

бу ерда γ - коэффициент, 4.6-расмда берилган диаграммадан топилди; n - болтлар сони; $f_b \approx 0,95 \cdot d_b^2$ - болт кўидалгани қесимининг юзаси; d_b - болтнинг ташқи диаметри; E_b - ишчи температурадаги болт материалининг эластиклик модули; α_p, α_t - фланец ва болт материалларининг чизикли кенгайиш коэффициенти.

Болт ўқидаги кучланиш P_b қуйидаги 3 та микрдан энг каттаси қабул қилинади:

$$P_{b1} = \pi \cdot D_{y.p.k} \cdot b_k \cdot q; \quad P_{b2} = \xi \cdot (\alpha_1 \cdot Q_D + R_{II}); \quad P_{b3} = Q_D + R_{II} + Q_t$$

бу ерда P_{b1}, P_{b2}, P_{b3} - қистирмани дастлабки сиқиш, монтаж пайтида болтларни тортиш ва ницлатиш пайтида болтга таъсир этувчи энг катта кучланишлар; b_k - қистирманинги эффектив эни ($b \leq 0,015$ м бўлса, $b_k = b$; $b > 0,015$ м бўлса, $b_k = 0,12 \cdot b^{0,5}$); b - қистирманинги эни; q - қистирмага таъсир этувчи солиштирма юклама (4-5 жадвал).

$$\xi = \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} - \text{монтаж пайтидаги ва ҳисобланган температурадаги}$$

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_{II} - бирикмани герметик ҳолга келтириш учун зарур сиқиш кучи.

$$R_{II} = 2 \cdot \pi \cdot D_{y.p.k} \cdot b_k \cdot m \cdot P_{p.u} \quad (4.18)$$

бу ерда m - қистирма материали ва конструкциясига боғлиқ коэффициент (4-5 жадвал); $P_{p.u.}$ - ҳисобланган ички босим.

Сўнгра, болтнинг мустаҳкамлиги ушбу шартдан текширилади:

$$\sigma = \frac{1,3 \cdot P_b}{n \cdot f_b} \leq [\sigma]_b \quad (4.19)$$

бу ерда $[\sigma]_b$ - максимал P_b юклама таъсир қилаётган температурада болт материали учун рухсат этилган кучланиш.

Металмас қистирмаларининг мустаҳкамлиги эса, ушбу формула ёрдамида текширилади:

$$q_p = \frac{P \delta^2}{\pi \cdot D_{y.p.k} \cdot b_k} < [q] \quad (4.20)$$

бу ерда q_p - монтаж пайтида кистирмага таъсир этаётган босим; $[q]$ - кистирмага рухсат этилган солиштирама юклама (4-5 жадвал).

Фланец бирикмаларни ҳисоблаш. Пайвандланган фланец қалинлигини ушбу формуладан ҳисоблаб топса бўлади:

$$\delta = a \cdot \sqrt{\frac{p_1 \cdot (v_0 - v)}{\sigma_{ps} \cdot (\delta - d) \cdot d}} + 0,012$$

бу ерда v_0 - болтлар жойлашган айлана радиуси, м; v - қобининг ички радиуси, м; v ва d - болтларнинг қадами ва диаметри, м; σ_{ps} - эгилиш учун рухсат этилган кучланиш, МПа (мустаҳкамлик захираси одатда 5 - 7 га тенг); эгилиш кучланиши таъсир қилмайдиган фланецлар учун $a = 0,43$; $a = 0,6$ - эгилиш кучланиш таъсиридаги фланецлар учун; $p_1 = \pi \cdot d^2 \cdot p / 4 \cdot z$ - битта болтга тушадиган куч, МН; p - қобиг ичидаги босим, МПа; z - болтлар сони.

Фланецларни танлашда ГОСТ бўйича 5 та температура (120, 300, 400, 425 ва 450°C), 9 та босим (2, 5, 6, 10, 16, 25, 40, 64 ва 1000 кг·к/см²) ва 43 та шартли ўтиш диаметрлар (15 - 2400 мм) босқичлари бор [42,49-51,54,56,57,59,74,94,95].

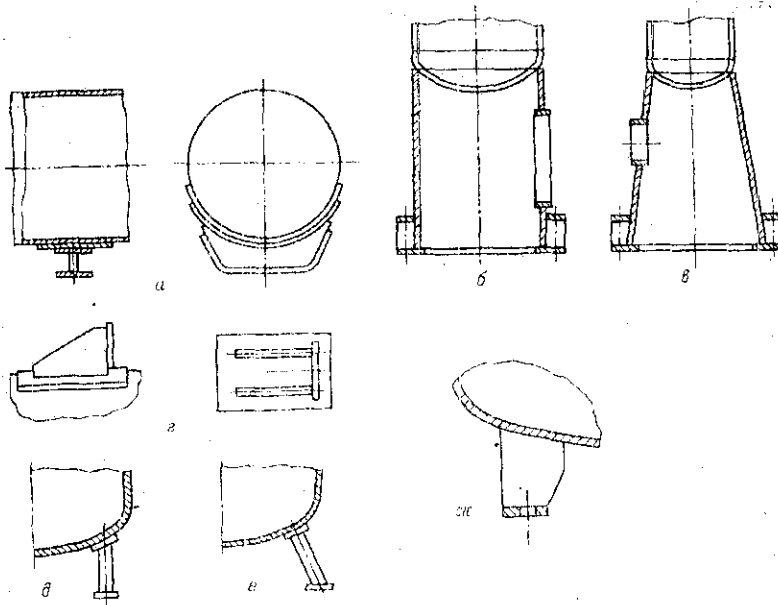
4-5 жадвал

Турли кистирмалар учун m , q , $[q]$ ларнинг қийматлари

| Пара-метр | Текис, металлмас кистирма | | | | Текис, металл кистирма | | | Асбест қобинели ясси кистирма | | | | Эллипс ёки саккиз бурчак шакли кистирма |
|-------------|---------------------------|--------|-----------|--------------|------------------------|--------|---------|-------------------------------|-----|--------|-------|---|
| | резина | картон | па-ро-нит | фто-ро-пласт | алю-миний | ла-тув | пулат | алю-миний | мис | ла-тув | пулат | |
| m | 0,5÷1,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 4,0 | 4,75 | 5,5÷6,5 | 3,25 | 3,5 | 3,5 | 3,75 | 5,5 ÷ 6,5 |
| q , МПа | 2,0÷4,0 | 20 | 20 | 10 | 60 | 90 | 125-180 | 38 | 46 | 46 | 53÷63 | 125 ÷ 180 |
| $[q]$, МПа | 18 ÷ 20 | 130 | 130 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - |

4.5. ҚУРИЛМАЛАРНИНГ ТАЯНЧЛАРИ

Кимё саноатининг қурилмалари бетон пойдеворларга одатда таянчлари ёрдамида ўрнатилади [10,30,31,36,69,70,79-83,88,98]. Горизонтал ҳолатда ишлатиладиган қурилмалар ҳар доим эгарсимон таянчларга ўрнатилади (4.7-расм).



4.7 - расм. Қурилма таянчларининг турлари.

а) эгарсимон; б) цилиндрсимон, юбкали; в) конуссимон, юбкали; г) гаянч ланалар; д) думалоқ кўндаланг кесими, вертикал таянч; е) думалоқ кўндаланг кесими, осма таянч; ж) думалоқ бўлмаган кўндаланг кесими, вертикал таянч

$H/D \geq 5$ нисбатга эга вертикал қурилмалар очик майдонларда жойлаштирилади ва цилиндрсимон ёки конусли таянчларга ўрнатилади.

Конусли таянчлар кўпинча колоннали қурилмалар учун ишлатилади. Осма таянчли (4.7г-расм) қурилмалар махсус металл конструкцияларда ўрнатилади. Агарда қурилма биринчи ёки унда юқори этаж хоналарида жойлаштирилса, унда $H/D < 5$ бўганда гаянч 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; ланалар сони 2 тадан, устунларнинг сони эса - 3 тадан кам бўлмаслиги керак.

4.6. КОЖУХ ТРУБАЛИ ИССИКЛИК АЛМАШИНИШ ҚУРИЛМАЛАРНИНГ АСОСИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларнинг асосий элементларига труба тўр пардаси, труба ва кожухлар қиради [1-4,52,53].

Тўр пардалар тўсиқ вазифасини бажарувчи элементлар бўлиб, уларни қўллашдан мақсад труба каналларини трубалараро бўшлиқдан ажратишдир.

Кожухлар бир-бирига учма-уч пайвандланган цилиндрик обечайкалардан иборат бўлиб, трубалараро бўшлиқни атроф-муҳитдан чегаралаб туради [29,30,36].

Трубалар учи тўр пардаларга развальцовка, пайвандлаш, кавшарлаш ёки пайвандлаб развальцовка қилиш усулларида маҳкамланади.

Кимё-технологиясида иссиқлик алмашиниш қурилмаларида трубалар тўр пардага уч хил усул билан жойлаштирилиши мумкин: а) тўғри олтибурчак қирралари бўйлаб; б) концентрик айланалар бўйлаб; в) квадрат томонлари бўйлаб.

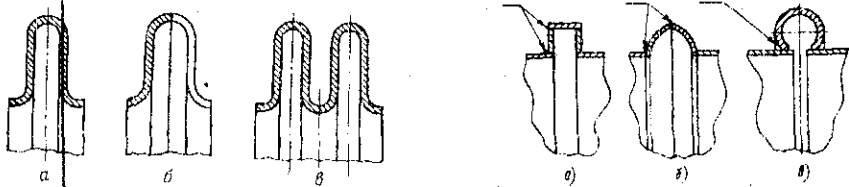
Трубалар жойлаштирилишининг минимал қадами t трубанинг ташқи диаметри $d_{\text{таш}}$ га боғлиқлиги 4-6 жадвалда келтирилган.

4-6 жадвал

Трубаларни тўр пардада жойлаштириш қадамлари

| $d_{\text{таш}}$, мм | ≤ 14 | 14 - 20 | 20 - 30 | > 30 |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| t | $1,4 \cdot d_{\text{таш}}$ | $1,35 \cdot d_{\text{таш}}$ | $1,3 \cdot d_{\text{таш}}$ | $1,25 \cdot d_{\text{таш}}$ |

Ўзгармас тўр пардали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида температура таъсирида трубалар ва қобик ҳар хил узаяди. Шунинг учун бундай қурилмалар трубалар ва қобик ўртасидаги температуралар фарқи катта бўлмаганда трубаларнинг ҳар хил узайишини йўқотиш учун линзали компенсаторлар ишлатилади (4.8-расм). Уларни қурилмадаги босим $P_{\text{и}} = 2,5 \text{ МПа}$, температуралар -70 дан 700°C гача ўзгарганда ва температура таъсирида деформация 10 - 15 атм бўлганда қўллаш мумкин.



4.8-расм. Линзали компенсаторлар схемаси.

а - линза; б - ярим линзали; в - кўп линзали элемент;

г - трапецидаль; д - ярим сферик элементли; е - торондаль.

Линзали компенсаторларни ҳисоблашда аввал трубалар ва қобикнинг температура таъсирида қизикли узайишларининг фарқи аниқланади:

$$\Delta \kappa = [\alpha_{\kappa} \cdot (t_{\kappa} - t_0) - \alpha_{mp} \cdot (t_{mp} - t_0)] \cdot l \cdot \Delta t \quad (4.21)$$

бу ерда α_{κ} , α_{mp} - қобик ва труба материалларининг чизикли узайиш коэффициентлари; t_{κ} , t_{mp} - қобик ва труба деворларининг ўртача температураси; t_0 - қурилмани йиғиш пайтидаги температура (20°C); l - труба түр пардалари орасидаги масофа; t - қобик ва трубалар орасидаги ўрта температуралар фарқи. Уни қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta t = 0,5 \cdot \left[\left| t_1^1 - t_1^2 \right| - \left| t_{1раб}^1 - t_{1раб}^2 \right| \right] \quad (4.22)$$

бу ерда t_1 , t_n - труба ичидаги ва трубалараро бўшлиқдаги суюқликлар температураси; 1 ва 2 индекслар муҳитларни қурилмага кириш ва чиқиш шароитларини билдиради.

Линзали компенсаторлар сони ушбу тенгламадан топилади:

$$z_k = \frac{\Delta \kappa}{\Delta \lambda} \quad (4.23)$$

бу ерда $\Delta \lambda$ - битта линзанинг температуралар таъсирида қобик ва труба узайишини йўқотиш қобилияти 4-7 жадвалдан танланади. Ҳисобланган z_k қиймати бутун сонгача яхлитланади.

4-7 жадвал

Линзали компенсаторларнинг битта линзасининг компенсация қилиш қобилияти

| Босим P_y , МПа | Қобикнинг шартли диаметри | Қуйидаги келтирилган соат мобайнида ишлатишда, $\pm \Delta$, мм. | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|--|-----|------|------|------|-------|
| | | 300 | 600 | 1000 | 2000 | 5000 | 10000 |
| 0,25 | 400÷450 | 9,0 | 8,0 | 7,0 | 6,0 | 5,0 | 4,0 |
| | 500÷5000 | 10,0 | 9,0 | 8,0 | 7,0 | 6,0 | 5,0 |
| 0,60 | 400÷450 | 7,0 | 6,5 | 6,0 | 5,0 | 4,0 | 3,2 |
| | 500÷3600 | 8,0 | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 4,5 | 3,8 |
| 1,00 | 1600÷3000 | 4,0 | 3,5 | 3,3 | 2,8 | 2,3 | 1,8 |
| | 400÷1400 | 3,5 | 3,3 | 2,9 | 2,4 | 1,9 | 1,5 |
| 1,60 | 1600÷2200 | 3,0 | 2,8 | 2,6 | 2,2 | 1,7 | 1,4 |
| 2,50 | 400÷800 | 2,5 | 2,2 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 1,0 |

Харакатчан қалпоқчали ва U-симон трубаги иссиқлик алмашиниш қурилмаларида ишлатиланган кўзгалмас қилиб маҳкамланган тўр пардалар баландлигини ушбу формуладан топиш мумкин:

$$h = k \cdot D \cdot \sqrt{\frac{p}{[\sigma]_s \cdot \varphi}} + C \quad (4.24)$$

бу ерда $k = 0,43$; $[\sigma]_s$ - тўр парда материалининг эгилишга рухсат этилган кучланиши; φ - тўр пардага тешиқлар қилиниши натижасида мустаҳкамлигининг камайиши; C - коррозия ва эрозияни ҳисобга олувчи кўшимча қалинлик.

Қурилма қобиғи цилиндрик обечайкасининг ўртача диаметри қуйидаги формуладан аниқланади:

$$D = \frac{D_m + D_u}{2} \quad (4.25)$$

Қопқоқ бўшлиғидаги тўсиқлар.

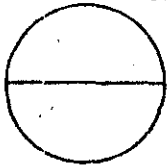
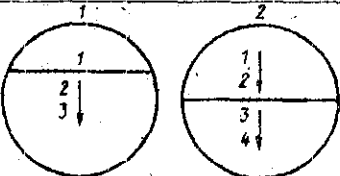
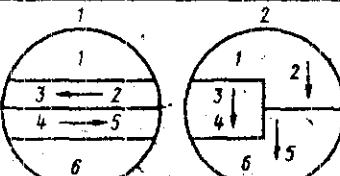
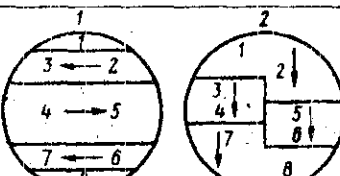
Трубалар ичида ҳаракат қилаётган суюқликларнинг тезлигини ошириш учун иссиқлик алмашиниш қурилмасининг қопқоқлар бўшлиғида тўсиқлар ўрнатилади. Бунинг натижасида суюқлик оқими учун йўллар сони - иссиқлик алмашиниш юзалари, орғади (4-8 жадвал).

Икки йўлли иссиқлик алмашиниш қурилмасининг кўзгалмас тўр парда томонидаги қопқоқда битта тўсиқ ўрнатилади. Натижада, трубалар сонининг ярмида суюқлик оқими бир томонга қараб ҳаракат қилади. Трубалар ичидан оқиб ўтгач, иккинчи қопқоқ бўшлиғида бурилади ва қолган иккинчи ярим трубалар ичидан қарама-қарши томонга яъни тўсиқли қопқоқдаги чиқиш патрубкисига йўналади. Қопқоқдаги тўсиқлар сонини ўзгартириш орқали иссиқлик ташувчи муҳитлар учун керакли йўллар сонини олиш мумкин.

Тўсиқларнинг 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 зарур: ВСт, Ст3, Ст20 пўлат (ГОСТ 16523-70), 3Сп (ГОСТ 82-70), 16ГС, 20К (ГОСТ 5520-79), 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т (ГОСТ 5582-75), қуйма бронза (ГОСТ 493-72), кул ранг чўян (ГОСТ 1412-85) каби маркали материаллардан ясалади. Кўпинча тўсиқлар қопқоқларга пайвандланади ёки қопқоқ билан бир бутун қилиб қўйилади.

Днише ичидаги тўсиқларни жойлаштириш
схемаси

| Тўсиқлар | Схема | Йўллар сони |
|--|--|-------------|
| Биринчи днишеда битта, иккинчисида эса бўлмайди |  | 2 |
| Хар бир днишеда биттадан бўлади. |  | 4 |
| Биринчи днишеда 3 та, иккинчисида эса 4 та бўлади. |  | 6 |
| Биринчи днишеда 4 та, иккинчисида эса 5 та бўлади. |  | 8 |

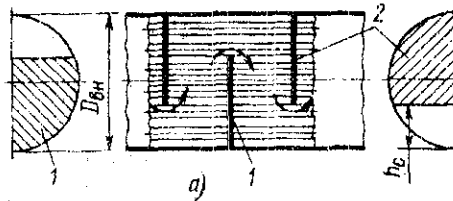
Трубалараро бўшликдаги тўсиқлар.

Маълумки, иссиқлик алмашилиш курилмаларида биринчи муҳит трубалар ичида ҳаракат қилса, иккинчиси – трубалараро бўшликда. 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].

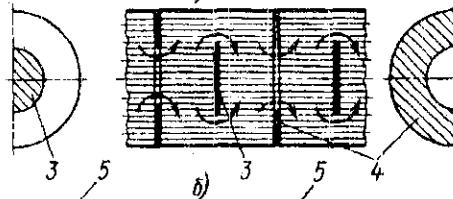
Трубалар пакетининг эгилиши ва тебранишини, ҳамда трубалараро бўшликдаги трубаларнинг кўндаланг оқим билан ювилиб туришини ташкил этиш мақсадида ва кожух ичида суюқлик ҳаракатининг тезликлари юқори бўлиши учун кўндаланг тўсиқлар ўрнатилади.

Кимё машинасозлигида энг кўп қўлланиладиган бир томонли 1 ва 2 сегмент тўсиқлар (4.9а-расм), диск-ҳалқа типидagi 3 ва 4 тўсиқлар (4.9б-расм) ва икки томонли 5 ва 6 сегмент тўсиқлардир (4.9в-расм). Ундан ташқари труба пакетини ёнувчи, уч томонлама жойлаштириладиган ва бошқа турдаги сегмент тўсиқлар ишлатилади.

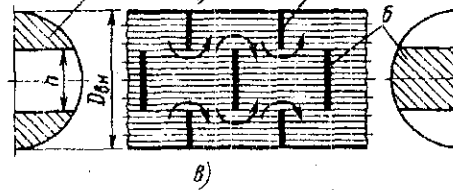
а) сегментли



б) диск-халқали



в) икки томонлама сегментли



4.9-расм. Кожух трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаларида қўлланиладиган қўндаланг тўсиқлар турлари.

Босим йўқотилиши Δp ни камайтириш мақсадида икки томонлама ва уч томонлама жойлаштириладиган сегмент тўсиқлар қўлланилади. Бу икки турдаги тўсиқлар Δp йўқотилишини $60 \div 100\%$ га пасайтириш имконини беради.

Тўсиқдан кесиб олинган қисми орқали суяқлик бир бўлимдан иккинчисига скиб ўтади. Унинг баландлиги h нинг кожух диаметри $D_{гр}$ га нисбати одатда қуйидаги сон қийматларга тенг:

бир томонлама сегмент тўсиқ учун $h/D_{гр} = 0,15 \div 0,4$

икки томонлама сегмент тўсиқ учун $h/D_{гр} = 0,2 \div 0,3$

Қўндаланг тўсиқлар бир қаватли ёки бир неча перфорация қилинган листлардан йиғилган бўлиши мумкин. Битта листнинг қалинлиги $\delta = 1,5 \div 2$ мм бўлади.

Қуйидаги жадвалда тўсиқлар умумий қалинлиги $\Sigma\delta$ нинг кожух диаметри $D_{гр}$ ва трубалар узунлиги L га боғлиқлиги келтирилган.

| | | | | | |
|--|----------|------|----------|---------------|-------|
| Кожухнинг ички диаметри $D_{гр}$, мм | | <325 | <355 | <355 (>1550) | >1550 |
| Трубанинг узунлиги L , мм | таъинсиз | <610 | 610÷1524 | >1524 (<6.10) | >1524 |
| Тўсиқларнинг қалинлиги $\Sigma\delta$, мм | умумий | 3÷4 | 4÷9 | 9÷10 | 19÷20 |

5 боб. КУРС ЛОЙИХАНИ ГРАФИК БЕЗАШ

5.1. УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР ВА ТАЛАБЛАР

Технологик схема ва қурилманинг умумий тасвири А1 форматли (841x594 мм) чизмачилик вараги (Ватман) га чизилади. Зарур бўлган ҳолларда қуйидаги форматлардаги чизма варақлари ҳам қўлланилса бўлади:

| Форматнинг белгиланиши | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Формат ўлчамлари, мм | 341x1189 | 594x841 | 420x594 | 297x420 | 210x297 |

Чизмадаги тасвирлар масштаблари ГОСТ 2302-68 га биноан қуйидаги қатордан танланади:

1:1; 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:10; 1:15; 1:20;
1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100;

Ушбу стандартда катталаштириш масштаблари ҳам келтирилган: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1.

ГОСТ 2.104-68 га биноан асосий ёзув бурчак штампида кўрсатилади. Бурчак штампи эса, чизманинг пастки ўнг бурчагига жойлаштирилади ва у қуйидаги шаклда бажарилади:

| | | | | Лит | Масса | Масш. |
|-----------|----------|------|------|------|---------|-------|
| Ушб. лист | № Хужжат | Имзо | Сана | | | |
| Яратув. | | | | | | |
| Текиш. | | | | | | |
| Т. назар | | | | Лист | Листлар | |
| Рахбар | | | | | | |
| Нор.конт | | | | | | |
| Тасдиқ. | | | | | | |

5.1-расм. Бурчак штампи.

Ундан ташқари, чизманинг юқори қисмида 70x14 мм ли қўшимча булим (графа) чизилади ва унга асосий ёзувдаги чизманинг рақамлари қайд этилади.

Бурчак штамми тўлдирилганда, унинг булимларига қуйидаги ёзувлар бўлиши шарт (5.1-расм):

- "яратув." - курс лойиҳани бажарган талаба фамилияси, исми, шарифи, унинг имзоси ва сана;

- б) "Текшир." - раҳбарнинг фамилияси, исми, шарифи, имзоси ва сана;
- в) "Т.назор." - техник назорат;
- г) "Раҳбар" - 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 проециясининг масштаби кўрсатилади.

5.2. ТЕХНОЛОГИК СХЕМАЛАР

Курс лойиҳа бажаришда жараённинг технологик схемаси ҳам чизилади. Бу схемада асосий қурилма ва ускуналар, технологик бирикмалар орасидаги боғланиш воситалари (труба қувурлари), ҳамда мустақил функционал элементлар (насослар, арматуралар ва х.) тасвирланган бўлиши керак (илова 25-29) [86-91].

Технологик схемада қуйидагилар бўлиши шарт: қурилмаларнинг соддалаштирилган график тасвири ва ўзаро технологик боғланишлари; шартли график, белгиланиш жадваллари, жараён параметрларини ўлчаш ва назорат қилиш нукталари.

Ватман varaғининг қатта қисмида (одатда чап томонида) технологик схема жойлаштирилади; схеманинг асосий таркибий қисмлари ва элементлари бўлган штамп 12 мм юқорида қуйида келтирилган жадвал шаклида берилди. Бу жадвал пастидан юқорига қараб тўлдирилади.

| <i>Позиция белгиланиши</i> | <i>Номи</i> | <i>Сони</i> | <i>Изох</i> |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | |

<< Позиция белгиланиши >> бўлинмасида схеманинг асосий таркибий қисми бўлмиш қурилма -А, насос -Н ва ҳоказолар белгиланиб тартиб билан ёзилади. Агарда, технологик схемада бир хил қурилмадан кўп бўлса, А₁, А₂, В₁, В₂, Н₁, Н₂, ва ҳоказо деб белгиланиб ёзилади. Арматура ва ускуналар учун индекснинг катталиги 2 марта кичик қилиб ёзилади, масалан В₃, В₂, КП₁, КП₂, М₁, М₂.

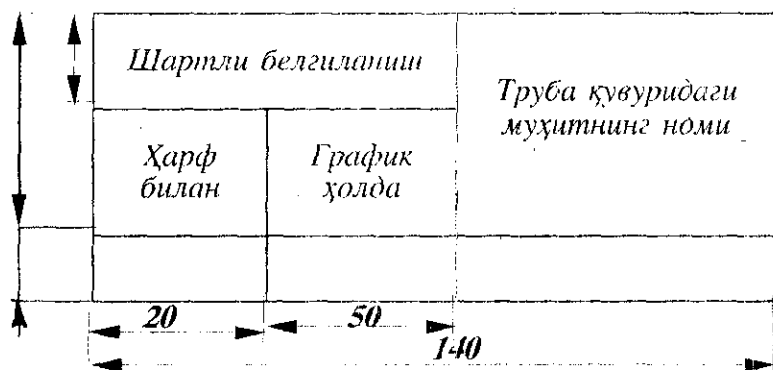
<< Номи >> деган бўлинмада элемент, қурилма ёки ускуналарнинг тегишли ҳужжатларида кўрсатилган номи қайд этилади.

<< Изох >> бўлинмасида элемент ёки қурилманинг иш унум-дорлиги, ўлчамлари кўрсатилади. Схемада кўрсатилган қурилма, машина ва арматуралар номининг биринчи ҳарфларига биноан белгиланади:

| Номи | Белгиланиши | Номи | Белгиланиши |
|-------------|-------------|--------------------|-------------|
| Курилма | К | Сатх кўрсатгичи | С |
| Компрессор | К | Вентил ростловчи | ВР |
| Вентиллятор | В | Вентил, беркитувчи | ВБ |
| Насос | Н | Вентил, туширувчи | ВЧ |
| Редуктор | Р | Кран | КП |
| Дроссель | Д | Кран, ўтказувчи | КУ |
| Термометр | Т | Сақловчи кран | СК |
| Ўлчагич | У | | |

Труба қувурлари, уларда урнатилган арматура ва ўлчаш асбоблари схемада вертикал ёки горизонтал ҳолда тасвирланади. Шунини назарда тутиш керакки, ҳамма чизиқлар формат коғозининг хошиясига параллел бўлиши керак.

Труба қувурларининг шартли белгиланиши ва тасвирланиши қуйидаги берилган жадвалда батафсил баён этилиши зарур.



Ушбу жадвални тўлдириш намунаси илова 25-29 да келтирилган. Курилма, машина ва бошқа ускуналар труба қувурларининг чизиқлари билан кесилиши мумкин эмас.

Баъзи бир қурилмалар, машина, ускуна ва ёрдамчи элементларнинг шартли белгиланишлари Ю.И.Дытнерский китобида берилган [6].

5.3. УМУМҲЙ 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 тирилаётган қурилманинг тузилиши ҳақида тўлиқ тушунча ва таассурот берувчи қурилма ёки машинанинг тасвири, зарур кўринишлари, қирқим ва кесимлари;

- асосий ўлчамлари - конструктив, бирлаштириш, габарит ва монтаж, керак бўлса - ҳаракатчан қисмларнинг энг сўнги четга чиқиши;

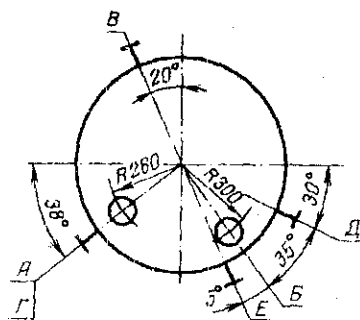
- штуцер; люк ва таянчларнинг ҳақиқий жойланиш схемаси ёки

кўриниши;

- патрубк ва штуцерларнинг кўриниш жадвали;
- техник характеристикаси;
- техник талаблар;
- қурилма таркибий қисмларининг руйхати.

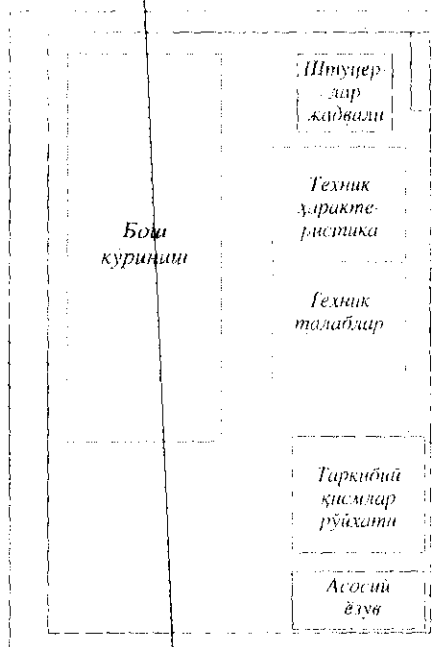
Умумий кўриниш чизмасида штуцер, лаз, люк ва таянчлар шартли сурилган ҳолда кўрсатилиши мумкин, аммо қурилманинг баландлиги ёки узунлиги бўйича уларни кучириб бўлмайди.

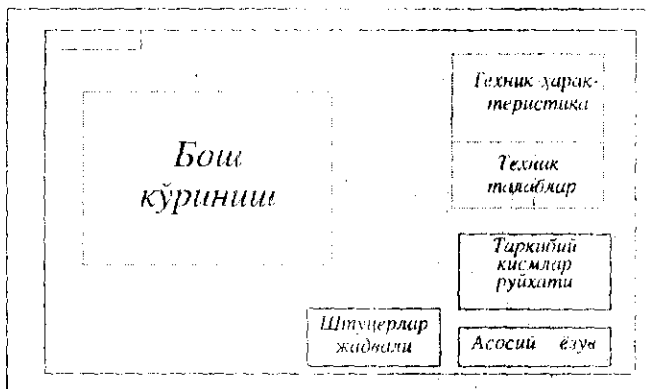
Қурилманинг албатта штуцер, люк, лаз, таянч ва хоказоларининг ҳақиқий жойлаштириш тасвирланиши керак. Агарда бундай тасвир чизилмаган бўлса, унда 5.2 - расмда кўрсатилгандек схематик тасвир чизилади ва унда штуцер, люк, лаз, таянч ва хоказолар шартли равишда қўйиб чиқилади [87,89,92,97-99]



5.2 - расм. Люк, бобишка ва штуцерларнинг жойлаштириш схемаси.

Схеманинг юқори қисмига «Штуцер, люк, лаз, таянч ва бобишкаларни жойлаштириш схемаси» деган сарлавха ёзиб қўйиш керак.





5.3 - расм. Умумий кўринишдаги чизма элементларини жойлаштириш схемаси

Умумий кўриниш чизмасининг асосий элементларининг жойлаштириш намунаси 5.3 - расмда берилган.

Жадвалнинг юқори қисмига «штуцерлар жадвали» деган сарлавха ёзилади.

Кўшимча тасвирлар (кўриниш, қирқим, кесим ва хоказолар) илжи борича тушунтирилаётган элементга яқинроқ чизилиши керак.

Техник ҳарактеристикасида қуйидагилар таърифланади:

- қурилманинг қўлланиш соҳаси;
- қурилманинг номинал ва ишчи ҳажмлари;
- иш унумдорлиги;
- иссиқлик алмашиниң юзаси;
- максимал босим;
- муҳитнинг максимал температураси;
- узатманинг куввати;
- деталларнинг айланиш частотаси;
- муҳитнинг заҳарлиғи ва портлаш хавфлиғи;

Чизмаларда тасвирланган қурилмаларга қўйиладиган техник талабларда қуйидагилар кўрсатилади:

- қайси ГОСТ, ОСТ ёки ТУ асосида тайерланиши ва синалиши керак бўлган:

- асосий материалга оид ГОСТ, ОСТ ёки ТУ лар;
- бирикмалар ва пайванд чоклар мустаҳкамлиғи ва зичлиқларига қўйиладиган синов талаблари;
- қурилмага иссиқлик қопламасини ясаш, емирилишига қаршиқилинадиган қоплама ва бошқалар.

Атмосфера босимида ишлатиладиган қурилмаларга Ўзбекистон Республикаси «Саноат ва тоғ конларидаги ишларни хавфсиз олиб боришни бошқариш назорат агентлиғи» қондалари тегишли эмас.

Машинасозлик саноатининг корхоналарида ясалган ҳар бир қурилма усқуна, идиш ва хоказолар гидравлик синовдан ўтказилиши шарт.

Лойихалаш тирилатган қурилма ёки машинанинг асосий қисмларининг руйхати қуйида келтирилган шаклдаги жадвалда берилиши керак.

| Поз | Белгила- ниши | Номи | Сони | Масса Тдона | Материал номи ва маркаси | Эслатма |
|-----|------------------|------|------|----------------|-----------------------------|---------|
| | | | | | | |

Ушбу жадвалнинг ҳар бир қаторига қурилма қисмлари ёки деталларининг номлари ёзилади, аммо «икки қават» қилиб ёзиш мумкин эмас.

Агарда, номлар бир қаторга сифмаса, уни икки қаторда баён этиш рўхсат этилади.

Қисм ва деталларнинг номлари жадвалга, юқоридан пастга қараб, тартиб билан ёзилади.

ВАКУУМ-НАСОСНИ ҲИСОБЛАШ

Вакуум-насоснинг иш унумдорлиги $G_{\text{хаво}}$ барометрик конденсатордан сўриб олинadиган газ (хаво) нинг миқдори билан белгиланади ва ушбу формуладан аниқланади:

$$G_{\text{хаво}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot (w_3 + G_{\text{сув}}) + 0,01 \cdot w_3 \quad (5.1)$$

бу ерда $2,5 \cdot 10^{-5}$ - 1 кг сувдан ажралиб чиқадиган газ миқдори; 0,01 - конденсаторнинг зичланиши пасайганлиги сабабли унга сўриб олинаётган газ миқдори (1 кг бугга мос). Унда,

$$G_{\text{хаво}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot (3,47 + 64,63) + 0,01 \cdot 3,47 = 36,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг / с}$$

Вакуум-насоснинг ҳажмий иш унумдорлиги эса,

$$V_{\text{хаво}} = \frac{R \cdot (273 + t_{\text{хаво}}) \cdot G_{\text{хаво}}}{M_{\text{хаво}} \cdot P_{\text{хаво}}} \quad (5.2)$$

бу ерда R - универсал газ доимийси; M - ҳавонинг молекуляр массаси, кг/кмоль; $t_{\text{хаво}}$ - ҳаво температураси, °C; $P_{\text{хаво}}$ - барометрик конденсатордаги қуруқ ҳавонинг парциал босими, Па.

Ҳавонинг температураси ушбу тенглама орқали ҳисобланади:

$$t_{\text{хаво}} = t_{\text{баш}} + 4 + 0,1 \cdot (t_{\text{ох}} - t_{\text{баш}}) = \quad (5.3)$$

$$20 + 4 + 0,1 \cdot (50,6 - 20) = 27^\circ \text{C}$$

Ҳавонинг босими:

$$P_{\text{хаво}} = P_{\text{б.к.}} - P_{\text{б.в.}} \quad (5.4)$$

га тенг бўлади. Бу ерда $P_{\text{б.в.}} - t_{\text{хаво}} = 27^{\circ}\text{C}$ да қуруқ тўйинган бугнинг босими, Па. Хар бир параметрнинг сон қийматларини формулага қўйсак қуйидаги натижани оламиз:

$$P_{\text{хаво}} = 0,15 \cdot 9,8 \cdot 10^2 - 0,039 \cdot 9,8 \cdot 10^2 = 1,09 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

Унда:

$$V_{\text{хаво}} = \frac{R \cdot (273 + t) \cdot G_{\text{хаво}}}{M \cdot P_{\text{хаво}}} = \frac{8310 \cdot (273 + 27) \cdot 36,4 \cdot 10^{-3}}{29 \cdot 1,09 \cdot 10^4} = 0,288 \text{ м}^3 / \text{с} = 17,3 \text{ м}^3 / \text{мин} \quad (5.5)$$

Ҳажмий иш унумдорлик $V_{\text{хаво}}$ ва қолдик босим $P_{\text{б.в.}}$ маълум бўлса, каталог ёрдамида ВВН-25 типидagi вакуум насос танланади [38,85].

АСОСИЙ КОНСТРУКЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИ ТАНЛАШ

Кимё ва озик-овқат саннатларининг қурилмаларини лойиҳалаш жараёнида пайдо бўладиган қурилмани таркибий қисмлари учун лойиқ ва мос материалларни танлаш энг асосий ва ўта масъудиятли 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 харақтеристикалари, таркиби ва тузилиши;
- нархи ва уни ишлаб чиқариш мумкинлиги.

Материалнинг хоссалари қўлланилиш соҳасига, яъни ундаги муҳитларга чамбарчас ва қаттиқ боғлиқдир. Агарда, муҳитнинг температураси ўзгариши билан материалнинг ҳамма механик хоссалари коррозияга чидамлилиги, қайта ишланишга мойиллиги - кескин ўзгаради. Шунинг учун материални танлашда коррозияга чидамлилигига алоҳид эътибор бериши керак, чунки бу кўрсаткичга унинг узок муддат давомид ишлатилиши узвий боғлиқдир. Ундан ташқари, коррозия натижасид емирилган материал олинаётган маҳсулот сифатини пасайтиради, рангин ва таъминин ёмонлаштиради. Яна шунин назарда тутиш керакки, қурилманинг материали қўшимча реакциялар учун катализатор ҳам бўлиб қолиши мумкин.

Кимёвий чидамлилиги жиҳатдан материалнинг яроқлигини баҳолаш мезонлари қуйидаги 5-1 жадвалда келтирилган:

Материалнинг коррозион чидамлик шкаласи

| Чидамлилиги гурухи | Коррозион чидамлилиги балли | Коррозия тезлиги, мм/йил |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Жуда чидамли | 1 | < 0,001 |
| Ута чидамли | 2 | 0,001 - 0,005 |
| | 3 | 0,005 - 0,01 |
| Чидамли | 4 | 0,01 - 0,05 |
| | 5 | 0,05 - 0,1 |
| Чидамлилиги паст | 6 | 0,1 - 0,5 |
| | 7 | 0,5 - 1,0 |
| Чидамлилиги жуда паст | 8 | 1,0 - 5,0 |
| | 9 | 5,0 - 10 |
| Чидамсиз | 10 | > 10 |

Одатда, асосий талабларга мос ва лойиқ материаллар бир нечта бўлади. Бундай ҳолларда, қўшимча шарт ва фикрлар эътиборга олиб, қурилма учун материал танланади.

Шунинг учун, қурилмаларни ясаш учун асосий материалларни танлашни лойиҳачи нуқтаи назаридан қуриб чиқамиз.

Конструкцион материал сифатида темир (Fe) техник тоза ҳолда умуман қўлланилмайди, чунки қиммат туради ва қайишқоклиги юқори. Айрим ҳолларда уни юқори босимли қурилмаларда қистирма сифатида ҳам ишлатилади [37].

Лекин, темирнинг углерод билан қотишмалари, яъни чўян ва пўлатлар кимё ва бошқа саноат қурилмаларини тайёрлашда жуда кўп ишлатилади. Маълумки, кимё саноатида 85-90% қурилмалар чўян ёки пўлатдан ясалган.

Чўян. Темирнинг углерод ва кремний, фосфор, марганец ва олтинугурт билан кўп компонентли қотишмаси кул ранг чўян бўлади.

Чўян тарқибдаги углерод микдори 2,8-3,7% бўлади. Бошқа компонентларнинг эса микдори 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 $\rho = 6600 - 7700 \text{ кг/м}^3$
- эриш температураси $t = 1050 - 1573 \text{ К}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 25 - 59 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$;
- солиштирма иссиқлик сизими $c_p = 0,5 - 4,5 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$;
- чизикли кенгайиш коэффициентини $\chi = (16,7 - 17,6) \cdot 10^{-6} / \text{К}$.

Чўянтар нархи паст ва ўртача механик хоссаларга эга бўлгани учун техниканинг турли соҳаларида кенг қўлланишига олиб келди.

Пўлат. Бу материалсиз техника ҳозирги кундаги юқори мавқеига эришмаган бўларди. Бунга сабаб, пўлатнинг мустаҳкамлиги, динамик юқламаларга бардошлиги, қуйишиш, болғаланиш, штамплаш ва пайвандланиш қобилиятига эгаллиги, станокларда қайта ишланишига мойиллиги, арзонлиги ва мўллимдир.

Пўлатларда углерод микдори 1,5% гача бўлса, конструкцион пўлатларда эса 0,7% дан ортмайди.

Пўлатларнинг физик хоссалари қуйидаги маълумотлар билан характерланади:

- зичлиги $\rho = 7790 - 7900 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси $t_p = 1400 - 1500 \text{ К}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 46,5 - 58,2 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$;
- солиштирма иссиқлик сифими $c_p = 0,454 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$;
- чизикли кенгайиш коэффициентини $\chi = (11,7 - 12,3) \cdot 10^{-6} / \text{К}$.

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 (харф ва рақамлар) қабул қилинган.

Дастлабки икки рақам углероднинг ўртача миқдорини (конструкцион пўлат учун фоизнинг юздан бир улуши миқдориди, асбобсозлик ва зангламайдиغان пўлатлар учун фоизнинг ундан бир улуши миқдориди); харфлар легирловчи элементларни (жадвалга қара); харфларнинг ўнг томонидаги рақамлар эса элементларнинг ўртача миқдорини кўрсатади.

5-2 жадвал

Пўлат компонентларининг шартли белгилари

| Номи | Шартли белгилари | Номи | Шартли белгилари |
|----------|------------------|----------|------------------|
| Алюминий | Ю | Мис | Д |
| Бор | Р | Молибден | М |
| Ванадий | Ф | Никель | Н |
| Вольфрам | В | Ниобий | Б |
| Кобальт | К | Титан | Т |
| Кремний | С | Углерод | У* |
| Марганец | Г | Хром | Х |

У* - углеродли асбобсозлик пўлатлар маркаларида.

Масалан, Х18Н12М2Т маркали пўлатда 18% хром, 12% никель, 2% молибден ва 1% га яқин титан борлигини кўрсатади.

ЮҚОРИ ЛЕГИРЛАНГАН ПЎЛАТ. Таркибида 18-20% хром ва 8-10% никель бўлган пўлатлар юқори легирланган пўлатлар деб юритилади. Улар коррозия ва иссиқликка бардошлилиги, мустаҳкамлиги учун турли саноатларда кенг қўлланилмоқда.

Ҳозирги кунда мамлакатимиз корхоналарида қуришмаларни яшашда қуйидаги легирланган пўлатлар ишлатилади: 1Х18Н9Т, 1Х18Н11Б, Х16Н25М6, ХН35ВТ, Х22Н26, 1Х18Н12М2Т, 1Х18Н12М3Т, Х18Н9Т ва бошқалар.

Юқорида қайд этилган пўлатларнинг физик хоссалари:

- зичлиги $\rho = 7900 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси $t_{\text{эр}} = 1400 \text{ }^\circ\text{C}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 14-18 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$;
- иссиқлик сифими $c_p = 0,475 - 0,650 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$;
- чизикли кенгайиш коэффициентини $\chi = 17,3\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

РАНГЛИ МЕТАЛЛАР. Кимё саноатида рангли металллардан алюминий, мис, никель, кўрғошин, титан, танталлар қурилмалар ясашда қўлланилади. Рангли металллардан ясалган қурилма деворларининг температураси қуйидагидан ошмаслиги керак:

- Алюминий учун $- 200 \text{ }^\circ\text{C}$
- Мис ва унинг қотишмалари учун $- 250 \text{ }^\circ\text{C}$
- Никель учун $- 500 \text{ }^\circ\text{C}$
- Кўрғошин учун $- 140 \text{ }^\circ\text{C}$
- Тантал учун $- 1200 \text{ }^\circ\text{C}$

АЛЮМИНИЙ - қумушсимон, оқ, снгил ва болғаланувчан, коррозияга бардошли металл. Кимёвий қурилмаларни ясашда АОО(99,7%), АО(99,7%), А1(99,5%), А2(99,0%), у ҳамда унинг АД1, АД2 қотишмалари ишлатилади.

Алюминийнинг юқорида кўрсатилган маркалари қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси $t_{\text{эр}} = 675 - 950 \text{ }^\circ\text{C}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 206 - 218 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$;
- солиштирма иссиқлик сифими $c_p = 0,913 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$;
- чизикли кенгайиш коэффициентини $\chi = 2,4\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

Агрессив муҳитлар таъсирига алюминий жуда чидамли, шу жумладан концентрацияланган азот, фосфор ва сирка кислоталар, курак хлор ва водород хлоридлар, олтингугурт буғларига ҳам узок муддат давомида бардош бера олади.

МИС пушти кизил рангли металл. Энг қиммат, конструкторион материаллардан бири бўлиб, техник тоза ҳолда 5 хил маркада ишлаб чиқарилади. Кимёвий қурилмаларда, асосан М2 (99,7%) ва М3 (99,5%) маркалари кенг миқёсда ишлатилади.

Миснинг хоссалари қуйидаги маълумотлар билан ҳарактерланади:

- зичлиги $\rho = 8980 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси $t_{\text{эр}} = 1083 \text{ }^\circ\text{C}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 1596 - 2233 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$;
- солиштирма иссиқлик сифими $c_p = 0,44 - 0,62 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$;
- чизикли кенгайиш коэффициентини $\chi = 16,7 - 22,3\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

Мис алюминийга ўхшаб химоя қилувчи оксид қоплама ҳосил қилмайди. Шунинг учун, кислота ва тузларга нисбатан коррозияга чидамликка эга эмас. Лекин, паст ва криоген температураларда мустаҳкамлиги ортиб боради. Масалан, $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ да миснинг мустаҳкамлик чегараси 20 дан 38 кг/мм^2 гача ортади.

Ўта паст температураларда ишлайдиган қурилмалар учун мис каби

конструкцион материални хеч қандай материал ўрнини боса олмайди.

КЎРҒОШИН - куқимтир, кул ранг, болғаланувчан металл. Бир пайтлар, бу материал курилмалар куришда катта ва муқим аҳамиятга эга бўлган. Бунга сабаб, унда туз ва сульфат кислотага нисбатан чидамли химоя қопламасининг хосил бўлишидир. Лекин унинг жуда юмшоқлиги, осон ва паст температурада эриши, катта зичлиги ва қимматлиги борган сари камрок қўлланиши сабаб бўлмоқда.

Хозирги кунда унинг ўрнига замонавий темир қотишмалар ишлатилмоқда. Саноатда кўрғошиннинг 6 хили СВ, СО, С1, С2, С3, С4, С5 маркалари кенг қўлланилади. Улар таркибидаги кўрғошин миқдори 99, 90-99, 95%. Кўрғошин куйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги $\rho = 10130 - 11350 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси $t_{\text{эр}} = 327 \text{ }^\circ\text{C}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 14,9 - 34,9 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- солиштира иссиқлик сифими $c_p = 0,13 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
- чизикли кенгайиш коэффициенти $\chi = (12,3 - 14,9) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

Кўрғошинни саноатда қўллашда шуни назарда тутиш керакки, унинг мустаҳкамлиги жуда пастдир.

НИКЕЛЬ - кумушсимон, оқ металл, қийин эрийди ва ҳавода ўзгармайди. Кимё саноатининг курилмалари учун (Н0 маркали 99,99%) никель ишлатилади. У жуда мустаҳкам, иссиқлик ва коррозияга чидамли ва яхши технологик хоссали бўлгани сабабли машинасозлик соҳаси учун кулай материал ҳисобланади. Никельнинг физик хоссалари куйидагича:

- зичлиги $\rho = 8830 - 8850 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температура $t_{\text{эр}} = 1452 \text{ }^\circ\text{C}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 55,0 - 56,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- солиштира иссиқлик сифими $c_p = 0,575 - 0,586 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
- чизикли кенгайиш коэффициенти $\chi = (18,2 - 18,3) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

ТИТАН - кумуш ранг, енгил, қийин эрувчан металл. Зичлиги пўлатникидан 2 марта кам бўлишига қарамасдан, унинг мустаҳкамлиги пўлатникига тенгдир. Титан, азот, фосфор, хром ва сирка кислоталарига, нитрит, нитрат, хлорид ва сульфидларга нисбатан кимёвий чидамли. 200°С температурада газларни ютиш қобилиятига эга. Титан 40%-ли H_2SO_4 кислотасида каттик коррозияга учрайди. Лекин, шуни унутмаслик керакки, титандан ясалган курилма, пўлатдан ясалганга нисбатан 8-10 баробар қимматдир. Титан куйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги $\rho = 4320 - 4500 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси $t_{\text{эр}} = 1710 - 1750 \text{ }^\circ\text{C}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 15,1 - 19,4 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- солиштира иссиқлик сифими $c_p = 0,543 - 0,635 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
- чизикли кенгайиш коэффициенти $\chi = (8,0 - 8,4) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

ТАНТАЛ - кул ранг - оқ металл. Ўта мустаҳкамлиги ва қийин суюлувчанлиги билан бошқа металллардан ажралиб туради. Ундан ташқари, юқори температураларда, титанга нисбатан кўпроқ газларни ютиш қобилиятига эга. Тантал яхши болғаланувчан, штампланга мойил, ички ишқаланиш коэффициенти жуда катта бўлган металлдир. У

сульфат, азот, фосфор, водород хлорид кислоталарига, ҳамда нитратларга чидамли металлдир. Аммо, натрий ва калий ишқорлари таъсирига яхши бардош беролмайди.

Тантал жуда ҳам қиммат металл ва у тахминан хром-никелли пулатдан 100 марта қимматдир. Албатта, уни фақат ўта агрессив муҳитли қурилмаларда, яъни бошқа металллар кимёвий бардош беролмаган ҳолларда қўллаш мақсадга мувофиқдир. Тантал қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги $\rho = 16440 - 16600 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси $t_{\text{эр}} = 3000^\circ\text{C}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 48,0 - 100 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- солиштирама иссиқлик сифими $c_p = 0,136 - 0,2 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
- чизикли кенгайиш коэффициентини $\chi = (5 - 99)\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

ЛАТУНЬ - мис ва руҳдан иборат қотишма. Кўп компонентли латунь таркибига мис ва руҳдан ташқари, алюминий, кремний, кўрғошин, никель, темир, марганец ва қалайлар кириши мумкин.

Латунь босим остида яхши ишлов бериладиган, анча мустаҳкам, қайишқоклиги (пластиклиги) юқори ва коррозияга чидамли қотишма. Ундан ташқари, латуннинг электр ўтказувчанлиги жуда юқори. Температура пасайиши билан латуннинг хоссалари яхши томонга ўзгаради. Кимё саноатида, қурилмалар ясашда Л60, Л62 ва Л68 маркали латунлар кенг қўлланилади.

Латунлар қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги $\rho = 8500 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси $t_{\text{эр}} = 940^\circ\text{C}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 105 - 116,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- солиштирама иссиқлик сифими $c_p = 0,385 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
- чизикли кенгайиш коэффициентини $\chi = 20,0\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

БРОНЗА - мис ва қалайлардан иборат қотишма. Ушбу кимёвий элементлардан ташқари, унинг таркибига кремний, алюминий, бериллийлар ҳам кириши мумкин.

Бронза мустаҳкамлиги, қайишқоклиги, коррозияга бардошлиги, антифрикцион хоссалари билан ажралиб туради.

Бу материал ушбу физик хоссалари билан ҳарактерланади:

- зичлиги $\rho = 935 - 1140 \text{ кг/м}^3$;
- эриш температураси $t_{\text{эр}} = 935 - 1140^\circ\text{C}$;
- иссиқлик ўтказувчанлиги $\lambda = 32,0 - 105 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- солиштирама иссиқлик сифими $c_p = 0,385 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$;
- чизикли кенгайиш коэффициентини $\chi = (1,5 - 1,95)\cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$.

ПЛАСТМАССАЛАР - юқори коррозия бардошликка ва мустаҳкамликка эга янги конструктория материалдир. Пластмассаларни ишлаб чиқариш жараёнида мустаҳкамлигини, қайишқоклигини, рангини, юмшаш температурасини, иссиқлик ўтказувчанлигини яхшилаш ва арзонлаштириш мақсадида унга пластификатор, тўлдирувчи, ранг берувчи моддалар қўшилади.

Ҳамма пластмассалар 2 гуруҳга бўлинади:

1) термопластлар; 2) реактопластлар.

Термопластлар иситилганда юмшаш, совитилганда қотиш хоссасига

эга ва бу жараёни бир неча марта қайтарса бўлади.

Реактопластлар эса, иситилганда эрийди ва маълум бир температурагача қиздирилса - қотиб қолади ва қайта юмшамайди, эрмайди.

ШИША ПЛАСТИКЛАР - полиэфир смолалар ва шиша толаларидан ташқил қилинган сунъий материал. Ундан йирик, ўлчамлари катта дистилляция колонналар, скрубберлар, омборлар, диаметри 4,5 м, баландлиги 6 м ли идишлар яшаш мумкин. Шиша пластиклар 20°C ёки ундан озгина юқори температурада қиздирилса, полимеризация бўлади.

ФТОРОПЛАСТ-4. Қайишқоклиги юқори, электр токини ўтказмайдиган, исикликка чидамли, -200-+500°C температурада ишлатилиши мумкин. Кимёвий муҳитларга ўта чидамлилиги, унинг яхши хоссаларидан биридир. Бу кўрсаткич буйича пластмассалар, Au, Pt, эмаль, махсус қотишма ва бошқа материаллардан устундир.

Фторопласт-4 дан ҳар хил қалинликдаги листлар, трубалар, юпка деворли цилиндрлик идишлар, мембраналар, сиффонлар ва бошқа турли маҳсулотлар тайерлаш мумкин.

Айниқса, қурилмалар учун кистирма сифатида фойдаланишда унга тенг келадиган материал йўқдир.

Тўлдирувчисиз пластмассаларнинг чидамлилиги куйидаги хоссалар билан ҳарактерланади:

1. Пенопластлар паст концентрацияли кислота, ишқор ва органик эритмаларга нисбатан чидамли. Аммо, H_2SO_4 , олеум, HNO_3 ва концентранган ишқорларга бардош бера олмайди;

2. Шиша пластиклар бензин, метанол, бўтанол, этил ацетат, 10% ли азот, фосфор ва водород хлорид кислоталарга нисбатан чидамли;

3. Фторопластлар ҳамма кислота ва ишқорларга нисбатан паст ва юқори температураларга чидамли. Оксидловчи кислота ва "царская водка" лар 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 оғирлиги кичик; б) солиштирма мустаҳкамлиги юқори; в) технологик хоссаларни яхши; г) коррозия бардошлилиги юқори.

5-3 жаъвал

Паст, ўрта ва юқори босимли кимёвий қурилмалар учун тавсия этиладиган пўлатлар

| Пўлат гуруҳи | Марка | Рухсат этиладиган ишчи параметрлар | | Тахминий қўлланиш соҳаси |
|-------------------------------|-------|------------------------------------|------------------------------|---|
| | | Босим MH/m^2 | Деворнинг температу раси, °C | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Оддий сифатли углеродли пўлат | Ст.3 | 5 | -30 дан +400 гача | Обечайка, қопқок, фланец ва бошқа деталлар учун |

| | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|-------|------------------------|--|
| | | | - 40 дан + 425 гача | Фланец, труба тўр пардаси ва бошқа деталлар учун |
| | | | | Қурилма, идиш, иситкич обечайкалари, патрубккалари ва бошқа деталлари учун |
| оддий сифатли углеродли пўлат | Ст.5 | 5 | - 30 дан + 425 гача | Фланец, труба тўр пардаси ва бошқа деталлар учун |
| | | | | Болт, шпилька ва пайвандланмайдиган деталлар учун |
| | 0,8 кп | 1,6 | - 10 дан + 350 гача | Эмалпаниши керак бўлган обечайка, қопқоқ ва бошқа деталлар учун |
| | 10 | | - 40 дан + 450 гача | |
| | 20 | 20 | - 40 дан + 475 гача | Обечайка, қопқоқ, фланец, муфта ва бошқа деталлар учун |
| Сифатли конструкцияли углеродли пўлат | 25; 30; 35; 40; 45; | 10÷20 | - 30 дан + 450 гача | Гайка, болт ва шпилькалар учун |
| Кам легирилган пўлат | 16 ГС | 25 | - 70 дан + 475 гача | Нейтрал ва агрессивлиги паст муҳитларда ишлатиладиган қурилмаларнинг обечайка, қопқоқ, фланец ва бошқа деталлар учун |
| | 09 Г2С | | | |
| Легирилган 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, қопқоқ, фланец ва бошқа деталлар учун |
| Юқори легирилган пўлат | ОХ13 | - | - 40 дан + 540 гача | Таркибида олтинугурт бор, иссиқ муҳитли, пайвандланган, нефт, кимё саноати, ректификацион колоннанинг тарелкалари ва кам кучланишли деталлари учун |
| | 1Х13 | | | Таркибида олтинугурт бор ва бошқа агрессив, иссиқ муҳитли, нефт кимёси қурилмаларининг обечайка, қопқоқ, фланец, болт, гайка ва бошқа деталлари учун |
| | 2Х13 | | | 1Х13 материал қўланиладиган |

| | | | | |
|--|-------------------------|------------------------|---|---|
| Коррозия, иссиқлик-ка бардош ва иссиқлик-ка чпдам-ли юқори легирланган пўлат | | 1,6 | | соҳа учун, пайвандланмайдиган вал, ўк, болт, гайка ва бошқа деталлар учун |
| | 1X13 Л 2X13 Л | | | 1X13 материал қўлланиладиган соҳа учун, куйма, нефт кимё, қурилмаларининг кобиги, конкоги, фланец ва бошқа деталлари учун |
| | X17 | | | Озиқ-овқат, нефтни қайта ишлаш, азот кислотасини ишлаб чиқариш соҳасида узлукли, юклама таъсири йўқ, масъулияти кам қурилмаларнинг обечайка, днище, труба пакети, эмсевиқ ва бошқа деталлар учун. Ушбу материал X18 Н10Т пўлатнинг ўрнини босувчи материал сифатида тавсия этилади |
| | X25ТЛ | - 20 дан + 700 гача | X25Т пўлат қўлланиладиган соҳадаги куйма қурилмаларнинг кобиги, конкоги, фланец ва бошқа деталлари учун. | |
| | X28 | - 20 дан + 600 гача | Суюқ ва газли ўртача агрессив муҳитда юқори температурада ўзгармас ва ўзгарувчан юклама тушмайдиган, масъулияти кам кимёвий қурилмалар учун | |
| | X28АН | - 20 дан + 400 гача | Озиқ-овқат саноатида, ўртача агрессив муҳитларда ишлатиладиган, пайвандланган қурилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун. | |
| | X28Н4 | - 20 дан + 700 гача | Газли коррозия шароитида ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, масъулияти кам кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун | |
| | 1X17Н2 | - 20 дан + 600 гача | Паст ва ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днище ва бошқа деталлари учун | |
| 1X21Н5Т OX21Н5Т | - 100 дан + 600 гача | 6,4 | Уртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмалардаги X18Н10Т пўлатнинг ўрнига қўлаш учун тавсия этилади | |
| OX21Н6М2 | | | Юқори агрессив муҳитларда | |

| | | | | |
|--|----------------|-----------------|-----------------------|---|
| | T | | | ишлайдиган пайвандланган кимёвий қурилмалардаги Х17Н13М2Т ўрнига қўллаш учун тавсия этилади. |
| | OX17H5Г9 АБ | 1,6 | -196 дан +600 гача | Юқори агрессив муҳитларда ишлайдиган, ОХ17Т бардош беролмайдиган, пайвандланган қурилмаларда Х18Н10Т ўрнига қўллаш учун тавсия этилади. Чуқур совитиш усулида газларни ажратиш ва озик-овқат, гўшт-сут, спирт саноатларда ишлатиладиган пайвандланган идиш ва қурилмаларнинг обечайка, динце ва бошқа деталари учун. |
| | X14Г14Н3 Т | 4 | -196 дан +500 гача | Чуқур совитиш усулида газларни ажратиш ва озик-овқат, гўшт-сут, спирт ва бошқа саноатларда пайвандланган қурилмалардаги Х18Н10Т пўлатнинг ўрнига қўллаш учун тавсия этилади |
| | X18Н10Т | Чеклан маган | -254 дан +600 гача | Юқори ва ўртача агрессив муҳитларда, масъулиятли пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, динце, фланец, труба тур пардалари, болт, гайка, шпилька, штуцер патрубккалари ва бошқа деталари учун |
| | X18Н9ТЛ | | | Юқори ва ўртача агрессив муҳитларда ишлайдиган, кимёвий куйма қурилмаларнинг кобиги, копкоги, фланец ва бошқа деталари учун |
| | X17Н13М2 Т | Чеклан маган | -196 дан +700 гача | Юқори ва ўта агрессив муҳитларда ишлайдиган, Х18Н10Т, ОХ18Н10Т ва ОХ18Н12Б пўлатлар чидамсиз бўлган ҳолларда, пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, динце, труба тур пардалари, труба пакети ва бошқа деталари учун |
| | OX23H28 M2T | 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 |
| | OX23H28 M3 D3T | | | Сульфат кислота, таркибида фторли бирикмалар бор, +80°C дан кам бўлган температурали фосфор кислотали (32-50% P ₂ O ₅) ва температураси +70 °C дан past 25% ли кремний-фтор-водородли кислота мухитларида ишлайдиган пайвандланган кимёвий қурилмалар обечайка, днище ва бошқа деталлари учун |
| Икки каватли (биметал) пўлатлар | Ст.3+OX1 3 | Неклян маган | -40 дан +425 гача | Таркибида олтинугурт бор иссиқ мухитларда ишлайдиган пайвандланган, нефть кимёси қурилмаларидаги |
| | 20K+OX13 | | -40 дан +475 гача | |
| | 12MX+OX 13 | | -40 дан +540 гача | обечайка, днище, патрубк ва бошқа деталлари учун |
| | Ст.3+X18 H10T | 5 | -30 дан +400 гача | Ургачи ва ўта агрессив мухитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днище, патрубк ва бошқа деталлари учун |
| | 20K+X18H 10T | Неклян маган | -40 дан +400 гача | |
| 20K+X17H 13M2T | | | | |

5-4 жадвал

Қурилмалар ва труба қувурларининг кўзгалмас, йиғма бирикмаларини зичлаш учун тавсия этиладиган металмас қистирма материаллар

| Қистирма материалнинг номи | Зичлиги ρ , кг/м ³ | Сортамент, мм | |
|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|---|
| | | Қалинлиги | Лист ўлчамлари |
| Қартон, сув ўтказмайдиган | 900÷1000 | 1; 1,5; 2; 2,5; 3 | 750x1500; 950x1500; 1000x1000; 1000x1500 |
| Қартон, А маркали | 800÷850 | 0,5; 0,8; 1; 1,5 | 750x1500; 950x1500; 1000x1000; 1000x1500 |
| Қартон, асбестли | 1,0÷1,3 | 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6 | 900x900; 900x1000; 1000x1000 |
| Паронит | 1500÷2000 | 1; 1,5; 2; 3; 4 | 500x500; 600x600; 700x1200; 1000x1200; 1000x1500; 1200x1500; 1200x1700 |
| Паронит УВ-10 | - | 0,4÷2,5 | 550x550 |

| | | | |
|--|-------------------|--------------------|---|
| Резина, ксило-ишқорбардош Резина, мойбензинбардош | - | 0,5÷10 | эни 200÷1750 узунлиги 500÷10000 |
| Пластикат полихлорвинили | 1300÷1500 | 1÷5 | эни ≥ 600 узунлиги ≥ 1000 |
| Фторопласт-4 | 2100÷2300 | 1,5; 2; 3; 4; 5 | 195x195; 240x240 |
| Текстолит МА Фибра ФТ | 1300÷1600 1100 | 0,5÷3,5 0,6÷2,5 | 250x250 эни 550x700; 1100÷1400 узунлиги 850x1500; 1700÷2300 |
| Чарм техник | 1100÷1500 | 2,5÷5 | - |

Жадвалда келтирилгандан ташқари, қуйидаги материаллар ҳам кистирма сифатида ишлатилади: мис (қуйдирилган), алюминий (юмшоқ), зангламайлиган пўлат, никель, монель, кўргошин.

ИССИҚЛИК ҚОПЛАМАНИНГ ҚАЛИНЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Иссиқлик қопламасининг қалинлиги $\delta_{\text{қоп}}$ унинг юзасидан атроф муҳитга ва қоплама қалинлигидан ўтаётган солиштирма иссиқлик миқдорларининг тенгласидан топилади:

$$\alpha_{\text{атроф}} \cdot (t_{\text{атр}2} - t_{\text{атр}1}) = \frac{\lambda_{\text{қоп}}}{\delta_{\text{қоп}}} \cdot (t_{\text{қоп}1} - t_{\text{қоп}2}) \quad (5.6)$$

бу ерда $\alpha_{\text{атроф}}$ - иссиқлик қопламасининг ташқи юзасидан атроф муҳитга иссиқлик бериш коэффициенти [1]:

$$\alpha_{\text{атроф}} = 9,3 + 0,058 \cdot t_{\text{қоп}2} \quad (5.7)$$

$t_{\text{қоп}2}$ - иссиқлик қопламасининг ташқи муҳит томонидаги юзасининг температураси бўлиб, ёпиқ иншоотларда ишлатилаётган қурилмалар учун $t_{\text{қоп}2} = 35 \div 40^\circ\text{C}$, очиқ ҳавода ишлатилаётган қурилмалар учун эса, $t_{\text{қоп}2} = 0 \div 10^\circ\text{C}$; $t_{\text{қоп}1}$ - иссиқлик қопламасининг қурилма томонидаги температураси бўлиб, қўшинча $t_{\text{қоп}1} = t_{\text{но.буғ}}$; $t_{\text{атр}1}$ - атроф муҳит температураси, $^\circ\text{C}$; $\lambda_{\text{қоп}}$ - қоплама материалининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Иссиқлик қопламасининг қалинлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$\alpha_{\text{атроф}} = 9,8 + 0,058 \cdot 40 = 11,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

Иссиқлик қопламасининг материали сифатида совелитни (85% магнезия+15% асбест) танлаймиз [18], чунки унинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $\lambda_{\text{қоп}} = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Унда, қопламанинг қалинлиги

$$\delta_{\text{қоп}} = \frac{0,09 \cdot (183,2 - 40,0)}{11,6 \cdot (40,0 - 20,0)} = 0,055 \text{ м}$$

ИЛОВАЛАР

Ўзбекистон Республикаси
Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Тошкент кимё-технология институти

“Кимёвий-технология жараёнлари ва қурилмалари”
кафедраси

“Суткасига 40 т пахта чигитини қуритиш учун мавҳум
қайнаш қатламли қуритгич” мавзусидаги
курс лойиҳасининг

ТУШУНТИРИШ ХАТИ

Лойиҳалаштирган талаба _____

_____ гуруҳ номери

Ф.И.Ш.

ИМЗОСИ

Лойиҳа раҳбари

Ф.И.Ш.

Лойиҳа _____ баҳога ҳимоя қилинган.

Хайъат:

ИМЗО,

Ф.И.Ш.

ИМЗО,

Ф.И.Ш.

_____ 200 й.

Қовушокликнинг атом константалари

| Атомлар | H | O | N | Cl | Br | I | C |
|--------------------|--|------|------|------|------|-------|---------------------------|
| Атом константалари | 2,7 | 29,7 | 37,0 | 60,0 | 79,0 | 110,0 | 50,2 |
| Тартиб рақами | Боғ ва гуруҳларнинг тавсифи | | | | | | Константаларга тузатишлар |
| 1 | Иккиламчи боғ | | | | | | -15,5 |
| 2 | Беш аъзоли халқа | | | | | | -24,0 |
| 3 | Олти аъзоли халқа | | | | | | -21,0 |
| 4 | Олти аъзоли халқанинг ён гуруҳи: мол. масса < 17 мол. масса > 16 | | | | | | -9,0 -17,0 |
| 5 | Иккинчи уринбосарларнинг орто- ва пара-ҳолати | | | | | | +3,0 |
| 6 | Иккинчи уринбосарларнинг мета-ҳолати | | | | | | +1,0 |
| 7 | $\begin{array}{c} R \quad R \\ \diagdown \quad / \\ CH - CH \\ / \quad \diagdown \\ R \quad R \end{array}$ | | | | | | +8,0 |
| 8 | $\begin{array}{c} R \\ \\ R - C - R \\ \\ R \end{array}$ | | | | | | +13,0 |
| 9 | $R - C \begin{array}{l} \diagup O \\ \diagdown H \end{array}$ | | | | | | +16,0 |
| 10 | $R - C \begin{array}{l} \diagup O \\ \diagdown CH_2 \end{array}$ | | | | | | +5,0 |
| 11 | -CH=CHCH ₂ X (X - манфий гуруҳ) | | | | | | +4,0 |
| 12 | $\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ CH - X \\ / \\ R \end{array} \quad (X - \text{манфий гуруҳ})$ | | | | | | +6,0 |
| 13 | OH | | | | | | +24,7 |
| 14 | COO | | | | | | -19,6 |
| 15 | COOH | | | | | | -7,9 |
| 16 | NO ₂ | | | | | | -16,4 |


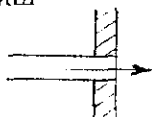

Баъзи газлар учун $\sqrt{MT_{кр}}$ ning кийматлари

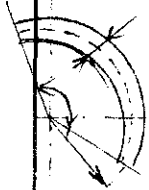
| Газ | M | $T_{кр}$ | $\sqrt{MT_{кр}}$ |
|------------------|-----|----------|------------------|
| Сув буғи | 18 | 647 | 108 |
| Ҳаво | 29 | 132,7 | 61,9 |
| Углерод диоксида | 44 | 304 | 115,5 |
| Азот | 28 | 126 | 59,5 |
| Кислород | 32 | 154 | 70,2 |
| Водород | 2 | 33 | 8,13 |
| Углерод оксиди | 28 | 134 | 61,4 |
| Метан | 16 | 190 | 55,1 |
| Этилен | 28 | 283 | 89,0 |
| Этан | 30 | 305 | 95,6 |
| Пропан | 44 | 370 | 128 |
| Бутан | 58 | 426 | 157 |
| Пентан | 72 | 470 | 184 |
| Гексан | 86 | 508 | 209 |


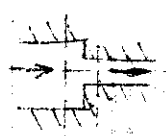
Суюқлик ва эритмаларнинг сиртний таранглиги

| Суюқлик | 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 |
| Скипицар | +15 | 27,3 |
| NaNO ₃ | +20 | 72,8 |
| KCl | +20 | 74,8 |
| K ₂ CO ₃ | +20 | 77,0 |
| NH ₄ Cl | +20 | 74,5 |
| KNO ₃ | +20 | 73,6 |

Маҳаллий қаршиликлар коэффицентлари

| Қаршиликлар тури | Маҳаллий қаршилик коэффицентларининг қийматлари | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|---------|------|------|------|------|------|------|
| Трубага кириш  | Ўткир қиррали: $\zeta = 0,5$ Силликланган қиррали: $\zeta = 0,2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Трубадан чиқиш  | (1.49) формула ёрдамида Δp ҳисобланса [4,5], ушбу ζ қаршилик қиймати ҳисобга олинмайди $\zeta = 1$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Тўғри трубада ўткир қиррали диафрагма  d_o - диафрагма тешиги, м; δ - диафрагма қалинлиги, м; w - оқимнинг тешикдаги ўртача тезлиги, м/с; w - оқимнинг трубадаги ўртача тезлиги, м/с $m = (d_o/D)^2$; D - трубаининг диаметри, м. | $\frac{\sigma}{d_o} = 0 - 0,015$ бўлганда, босимнинг йўқотилиши $\Delta p = \zeta \cdot \frac{\rho w^2}{2}$ га тенг бўлади. ζ нинг қиймати ушбу жадвалдаги ζ топилади. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>0,02</td> <td>0,06</td> <td>0,1</td> <td>0,14</td> <td>0,18</td> <td>0,22</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>7000</td> <td>730</td> <td>245</td> <td>117</td> <td>65,5</td> <td>40,0</td> </tr> <tr> <td>m</td> <td>0,24</td> <td>0,2</td> <td>0,34</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>ζ</td> <td>32,0</td> <td>22,3</td> <td>13,1</td> <td>4,00</td> <td>0,97</td> <td>0,13</td> </tr> </tbody> </table> | m | 0,02 | 0,06 | 0,1 | 0,14 | 0,18 | 0,22 | ζ | 7000 | 730 | 245 | 117 | 65,5 | 40,0 | m | 0,24 | 0,2 | 0,34 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | ζ | 32,0 | 22,3 | 13,1 | 4,00 | 0,97 | 0,13 |
| m | 0,02 | 0,06 | 0,1 | 0,14 | 0,18 | 0,22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ζ | 7000 | 730 | 245 | 117 | 65,5 | 40,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| m | 0,24 | 0,2 | 0,34 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ζ | 32,0 | 22,3 | 13,1 | 4,00 | 0,97 | 0,13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Думалок ёки тўртбурчак кўндаланг кесимли тирсак | Қаршилик коэффиценти қуйидаги жадвалдан топилади $\zeta = AB$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|---|---|
|  <p>d - трубанинг ички диаметри, м; R₀ - трубанинг букланиш радиуси.</p> | <p>φ бурчаги, градус</p> <p>Λ</p> | <p>20 45 90 130 180</p> <p>0,31 0,6 1,0 1,120 1,40</p> |
| | <p>R/d</p> <p>B</p> | <p>1,0 2,0 4,0 6,0 15 30 50</p> <p>0,21 0,15 0,11 0,09 0,06 0,04 0,03</p> |
| 90° ли стандарт чўян тирсак | Шартли ўтиш, мм ζ | 12,5 25 37 50 2,2 2 1,6 1,1 |
| Нормал вентиль | Вентиль тўлик очик 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 йўли вентиль | Re ≥ 3·10 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 < 3·10 ⁵ бўлганда, қаршилик коэффициент ζ = ζ ₁ ·K ζ қиймати Re > 3·10 ⁵ дагидек толиғди. K қиймати эса ушбу жадвалда берилган: | |
| | Re | 5000 20000 100000 300000 K 1,40 0,94 0,91 1 |
| Крап | Шартли ўтиш диаметри, мм | 13 19 25 32 38 50 ва юкори 4 2 2 2 2 2 |

| Задвижка | Шарти Утиш | | 15-10 | 175-200 | 300 | ва | | |
|----------------------------|---|--|----------------------------------|---------|------|------|------|------|
| | Диаметри, мм | | | | | ю | ори | |
| | ζ | | 0,5 | 0,25 | 0,15 | | | |
| Трубанинг бирдан кенгайиши |  | | $Re = \frac{w \cdot d_0}{\nu}$ | | | | | |
| | | | F_0 / F_1 | | | | | |
| | | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| | 10 | | | | | | | |
| | 100 | | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 |
| | 1000 | | 1,70 | 1,40 | 1,20 | 1,10 | 0,90 | 0,80 |
| | 3000 | | 2,0 | 1,60 | 1,30 | 1,05 | 0,90 | 0,60 |
| | 3500 | | 1,00 | 0,70 | 0,60 | 0,40 | 0,30 | 0,20 |
| | ва ундан юкори | | 0,81 | 0,64 | 0,50 | 0,36 | 0,25 | 0,16 |
| Трубанинг бирдан тарайиши |  | | $Re = \frac{w_0 \cdot d_0}{\nu}$ | | | | | |
| | | | F_0 / F_1 | | | | | |
| | | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| | 10 | | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| | 100 | | 1,30 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,80 |
| | 1000 | | 0,64 | 1,60 | 1,44 | 1,35 | 0,30 | 0,24 |
| | 3000 | | 0,50 | 0,40 | 0,35 | 0,30 | 0,25 | 0,20 |
| | 3500 | | 0,45 | 0,40 | 0,35 | 0,30 | 0,25 | 0,20 |
| | ва ундан юкори | | | | | | | |

F_0 — кичик кўндаланг кесим юзаси, m^2 ; w — кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, m/s ; F_1 — катта кўндаланг кесим юзаси, m .

F_0 — кичик кўндаланг кесим юзаси, m^2 ; w — кичик кўндаланг кесимли юзада оқим тезлиги, m/s ; F_1 — катта кўндаланг кесим юзаси, m .

Марказдан кочма насосларнинг* техник характеристикалари

| Марка | Q, м ³ /с | H, м суюк.уст | n, с ⁻¹ | η _н | Электродвигатель | | |
|-----------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| | | | | | тури | N _с , кВт | η _{дв} |
| X2/25 | 4,2·10 ⁻⁴ | 25 | 50 | - | АОД-12-2 | 1,1 | - |
| X8/18 | 2,4·10 ⁻³ | 11,3 | 48,3 | 0,40 | АО2-31-2 | 3 | - |
| | | 14,8 18 | | | BAO-31-2 | 3 | 0,82 |
| X8/30 | 2,4·10 ⁻³ | 17,7 | 48,3 | 0,50 | АО2-32-2 | 4 | - |
| | | 24 30 | | | BAO-32-2 | 4 | 0,83 |
| | | X20/18 | | | 5,5·10 ⁻³ | 10,5 13,8 18 | 48,3 |
| X20/31 | 5,5·10 ⁻³ | 18 | 48,3 | 0,55 | АО2-41-2 | 5,5 | 0,87 |
| | | 25 31 | | | BAO-41-2 | 5,5 | 0,84 |
| X20/53 | 5,5·10 ⁻³ | 34,4 | 48,3 | 0,50 | АО2-52-2 | 13 | 0,89 |
| | | 44 53 | | | BAO-52-2 | 13 | 0,87 |
| X45/21 | 1,25·10 ⁻² | 13,5 | 48,3 | 0,60 | АО2-51-2 | 10 | 0,88 |
| | | 17,3 21 | | | BAO-31-2 | 10 | 0,87 |
| X45/31 | 1,25·10 ⁻² | 19,8 | 48,3 | 0,60 | АО2-52-2 | 13 | 0,89 |
| | | 25 31 | | | BAO-52-2 | 13 | 0,87 |
| X45/54 | 1,25·10 ⁻² | 32,6 | 48,3 | 0,60 | АО2-62-2 | 17 | 0,88 |
| | | 41 54 | | | АО2-71-2 | 22 | 0,88 |
| | | АО2-72-2 | | | 30 | 0,89 | |
| X90/19 | 2,5·10 ⁻² | 13 | 48,3 | 0,70 | АО2-51-2 | 10 | 0,88 |
| | | 16 19 | | | АО2-52-2 | 13 | 0,89 |
| | | АО2-62-2 | | | 17 | 0,88 | |
| X90/33 | 2,5·10 ⁻² | 25 | 48,3 | 0,70 | АО2-62-2 | 17 | 0,88 |
| | | 29,2 32 | | | АО2-71-2 | 22 | 0,90 |
| | | АО2-72-2 | | | 30 | 0,90 | |
| X90/49 | 2,5·10 ⁻² | 31,4 | 48,3 | 0,70 | АО2-71-2 | 22 | 0,88 |
| | | 40 49 | | | АО2-72-2 | 30 | 0,89 |
| | | АО2-81-2 | | | 40 | - | |
| X90/85 | 2,5·10 ⁻² | 56 | 48,3 | 0,65 | АО2-81-2 | 40 | - |
| | | 70 85 | | | АО2-82-2 | 55 | - |
| | | АО2-91-2 | | | 75 | 0,89 | |
| X160/29/2 | 4,5·10 ⁻² | 20 | 48,3 | 0,65 | BAO-71-2 | 30 | 0,89 |
| | | 24 29 | | | АО2-72-2 | 30 | 0,89 |
| | | АО2-81-2 | | | 40 | - | |
| X160/49/2 | 4,5·10 ⁻² | 33 | 48,3 | 0,75 | АО2-81-2 | 40 | - |
| | | 40,6 49 | | | АО2-82-2 | 55 | - |
| | | АО2-91-2 | | | 75 | 0,89 | |

| | | | | | | | |
|---------|---------------------|------|-------|------|----------|-----|------|
| X160/29 | $4,5 \cdot 10^{-2}$ | 29 | 24,15 | 0,60 | AO2-81-4 | 40 | - |
| X280/29 | $8 \cdot 10^{-2}$ | 21 | 24,15 | 0,78 | AO2-82-4 | 40 | - |
| | | 25 | | | AO2-91-4 | 55 | - |
| | | 29 | | | AO2-91-4 | 75 | 0,92 |
| X280/42 | $8 \cdot 10^{-2}$ | 29,6 | 24,15 | 0,70 | AO2-91-4 | 75 | 0,92 |
| | | 35 | | | - | - | - |
| | | 42 | | | AO2-92-4 | 100 | 0,93 |
| X280/72 | $8 \cdot 10^{-2}$ | 51 | 24,15 | 0,70 | AO-101-2 | 125 | 0,91 |
| | | 62 | | | AO-102-2 | 160 | 0,92 |
| | | 72 | | | AO-103-2 | 200 | 0,93 |
| X500/25 | $1,5 \cdot 10^{-1}$ | 19 | 16 | 0,80 | AO2-91-6 | 55 | 0,92 |
| | | 22 | | | - | - | - |
| | | 25 | | | AO2-92-6 | 75 | - |
| X500/37 | $1,5 \cdot 10^{-1}$ | 25 | 16 | 0,70 | AO-102-6 | 125 | 0,92 |
| | | 31,2 | | | - | - | - |
| | | 37 | | | AO-103-6 | 160 | 0,93 |

* - кимёвий фаол ва нейтрал суюкликларни узатиш учун мўлжалланган суюклик таркибидаги каттик заррачалар микдори 0,2% ошмаслиги керак.

ИЛОВА 7

Марказдан кочма, кўп боскичли* насосларнинг
техник характеристикалари

| Марка | $Q, м^3/с$ | $H, м$ суык.уст. | $n, с^{-1}$ | η_n | $N_n, кВт$ |
|-----------|---------------------|---------------------|-------------|----------|------------|
| ПЭ 65-40 | $1,8 \cdot 10^{-2}$ | 440 | 50 | 0,65 | 108 |
| ПЭ 65-53 | $1,8 \cdot 10^{-2}$ | 580 | 50 | 0,65 | 143 |
| ПЭ 100-53 | $2,8 \cdot 10^{-2}$ | 580 | 50 | 0,68 | 210 |
| ПЭ 150-53 | $4,2 \cdot 10^{-2}$ | 580 | 50 | 0,70 | 305 |
| ПЭ 150-63 | $4,2 \cdot 10^{-2}$ | 700 | 50 | 0,70 | 370 |
| ПЭ 250-40 | $6,9 \cdot 10^{-2}$ | 450 | 50 | 0,75 | 370 |
| ПЭ 250-45 | $6,9 \cdot 10^{-2}$ | 500 | 50 | 0,75 | 410 |

* - pH7-9,2, температура 165°C дан кўп бўлмаган ва таркибида каттик заррачалар бўлмаган суюкликларни узатиш учун мўлжалланган.

Марказдан кочма, кўп босқичли, секцияли насосларнинг
техник характеристикаси

| Марка | $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | $H, \text{ м}$ суюқ.уст. | $n, \text{ с}^{-1}$ | η_n | $N_{\text{ш}}, \text{ кВт}$ |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------|-----------------------------|
| ЦНС 13-70 | $3,61 \cdot 10^{-3}$ | 70 | 50 | 0,48 | 5,40 |
| ЦНС 13-350 | $3,61 \cdot 10^{-3}$ | 350 | 50 | 0,49 | 26,00 |
| ЦНС 38-44 | $1,05 \cdot 10^{-2}$ | 44 | 50 | 0,67 | 7,00 |
| ЦНС 38-66 | $1,05 \cdot 10^{-2}$ | 66 | 50 | 0,67 | 10,50 |
| ЦНС 60-50 | $1,67 \cdot 10^{-2}$ | 50 | 25 | 0,67 | 13,0 |
| ЦНС 60-75 | $1,67 \cdot 10^{-2}$ | 75 | 25 | 0,67 | 19,5 |
| ЦНС 60-330 | $1,67 \cdot 10^{-2}$ | 330 | 50 | 0,71 | 77,0 |
| ЦНС 105-343 | $2,92 \cdot 10^{-2}$ | 343 | 50 | 0,74 | 136,5 |
| ЦНС 105-490 | $2,92 \cdot 10^{-2}$ | 490 | 50 | 0,74 | 165,0 |
| ЦНС 180-340 | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | 340 | 25 | 0,74 | 232 |
| ЦНС 180-500 | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | 500 | 50 | 0,72 | 350 |
| ЦНС 180-600 | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | 600 | 50 | 0,72 | 420 |
| ЦНС 180-700 | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | 700 | 50 | 0,72 | 490 |
| ЦНС 300-540 | $8,33 \cdot 10^{-2}$ | 540 | 25 | 0,76 | 594 |
| ЦНС 300-600 | $8,33 \cdot 10^{-2}$ | 600 | 25 | 0,76 | 660 |
| ЦНС 300-650 | $8,33 \cdot 10^{-2}$ | 650 | 50 | 0,76 | 700 |
| ЦНС 500-320 | $1,39 \cdot 10^{-1}$ | 320 | 25 | 0,76 | 580 |
| ЦНС 500-480 | $1,39 \cdot 10^{-1}$ | 480 | 25 | 0,77 | 870 |
| ЦНС 500-560 | $1,39 \cdot 10^{-1}$ | 560 | 25 | 0,77 | 1015 |
| ЦНС 500-640 | $1,39 \cdot 10^{-1}$ | 640 | 25 | 0,77 | 1160 |

Ўқли насосларнинг техник характеристикалари

| Марка | $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | $H, \text{ м}$ суюқ.уст. | $n, \text{ с}^{-1}$ | η_n |
|--------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------|
| ОГ6-15 | 0,075 | 4,6 | 48,3 | 0,78 |
| ОГ8-15 | 0,072 | 11 | 48,3 | 0,80 |
| ОГ6-25 | 0,175 | 3,4 | 24,15 | 0,83 |
| ОГ8-25 | 0,160 | 8,0 | 24,15 | 0,86 |
| ОГ6-30 | 0,300 | 4,4 | 24,15 | 0,83 |
| ОГ8-30 | 0,290 | 11,0 | 24,15 | 0,86 |
| ОГ6-42 | 0,550 | 4,2 | 16 | 0,84 |
| ОГ8-42 | 0,525 | 9,9 | 16 | 0,86 |

| | | | | |
|--------|-------|------|-------|------|
| ОГ6-55 | 0,900 | 4,1 | 12,15 | 0,84 |
| ОГ8-55 | 0,900 | 10,0 | 12,15 | 0,86 |
| ОГ6-70 | 1,530 | 4,3 | 9,75 | 0,84 |
| ОГ8-70 | 1,480 | 10,4 | 9,75 | 0,86 |
| ОВ5-47 | 0,70 | 4,5 | 12,15 | 0,85 |
| | 0,90 | 8,0 | 12,15 | 0,85 |
| ОВ8-47 | 0,70 | 11,0 | 16 | 0,86 |
| ОВ5-55 | 1,45 | 11,0 | 16 | 0,85 |
| ОВ6-55 | 0,94 | 4,5 | 12,15 | 0,84 |
| | 1,25 | 7,5 | 16 | 0,84 |
| ОВ8-55 | 1,18 | 17,0 | 16 | 0,86 |
| ОВ5-70 | 2,25 | 11,0 | 12,15 | 0,84 |
| ОВ5-70 | 1,55 | 4,7 | 9,75 | 0,83 |
| | 1,90 | 7,3 | 12,15 | 0,83 |
| ОВ8-70 | 1,85 | 16,0 | 12,15 | 0,86 |

ИЛОВА 10

Ўқли циркуляцион насосларнинг техник характеристикалари

| Марка | Q, м ³ /с | H, м сууқ.уст. | n, с ⁻¹ | Электродвигатель | | |
|------------|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-----------------|
| | | | | тип | N _{дв} кВт | η _{дв} |
| ОХ2-23Г | 0,111 | 4,5 | 24,1 | АО2-62-4 | 17 | 0,89 |
| ОХ6-34ГА | 0,278 | 4,5 | 24,5 | АО2-81-4 | 40 | - |
| ОХ6-34Г | 0,444 | 4,5 | 24,5 | АО2-82-4 | 55 | - |
| ОХ6-46 | 0,693 | 4 | 16,4 | МА-36-51/6 | 100 | 0,91 |
| ОХ6-54Г | 0,971 | 4,5 | 16,3 | АО-102-6М | 125 | 0,92 |
| ОХ6-70ГС-1 | 1,75 | 4,5 | 12,2 | АО (ДА 30) 12-35-8 | 200 | - |
| ОХ6-70ГС-2 | 2,22 | 4,5 | 12,2 | АО (ДА 30) 12-55-8 | 250 | - |
| ОХ6-87Г-1 | 2,22 | 3,5-4,5 | 9,8 | АО (ДА 30) 12-55-10 | 320 | - |
| ОХ6-87Г-2 | 2,78 | 3,5-4 | 9,8 | АО (ДА 30) 12-55-10 | 320 | - |

ИЛОВА 11

Кичик унимдорлик уормавий насосларнинг техник характеристикалари

| Марка | Q, м ³ /с | H, м вод. ст. | n, с ⁻¹ | η _н |
|------------|----------------------|---------------|--------------------|----------------|
| АН-0,5/18 | 0,00040 | 24 | 24,15 | 0,38 |
| | 0,00050 | 18 | | |
| | 0,00058 | 12 | | |
| АЕ-1/16 | 0,00080 | 22 | 24,15 | 0,25 |
| | 0,00100 | 16 | | |
| | 0,00106 | 14 | | |
| АЕ-1,25/25 | 0,00110 | 29 | 24,15 | 0,27 |
| | 0,00125 | 25 | | |
| | 0,00140 | 21 | | |

Плунжерли насосларнинг техник характеристикалари

| Марка | Q, м ³ /с | H, м. сув. уст. | Электродвигатель | | | |
|------------|-----------------------|--------------------|------------------|--------------------|----------------------|----------------|
| | | | тип | n, с ⁻¹ | N _н , кВт | η _н |
| НД 630/10 | 1,75·10 ⁻⁴ | 100 | BAO-21-4 | 25 | 1,1 | 0,76 |
| НД 1000/10 | 2,78·10 ⁻⁴ | 100 | AO2-31-4 | 25 | 2,2 | - |
| НД 1600/10 | 4,45·10 ⁻⁴ | 100 | AO2-32-4 | 25 | 3,0 | - |
| | | | BAO-32-4 | - | 3,0 | 0,82 |
| НД 2500/10 | 6,95·10 ⁻⁴ | 100 | AO2-32-4 | 25 | 3,0 | - |
| | | | BAO-32-4 | - | 3,0 | 0,82 |
| ДК-64 | 1,75·10 ⁻⁴ | 630 | BAO-31-4 | 25 | 3,0 | 0,82 |
| ХТр10/100 | 2,78·10 ⁻⁴ | 1000 | BAO-82-2 | 25 | 55 | - |

Уч плунжерли насосларнинг техник характеристикаси

| Марка | Q, м ³ /с | Чиқишдаги босим МПа |
|---------------|-----------------------|---------------------|
| ПГ-1-0,63/400 | 1,75·10 ⁻⁴ | 40 |
| ПГ-1-1/400 | 2,78·10 ⁻⁴ | 40 |
| ПГ-1-1/250 | 2,78·10 ⁻⁴ | 25 |
| ПГ-1-1,6/250 | 4,44·10 ⁻⁴ | 25 |
| ПГ-1-1,6/160 | 4,44·10 ⁻⁴ | 16 |
| ПГ-1-2,5/160 | 6,95·10 ⁻⁴ | 16 |
| ПГ-1-2,5/100 | 6,95·10 ⁻⁴ | 10 |
| ПГ-1-4/100 | 1,11·10 ⁻³ | 10 |
| ПГ-1-4/63 | 1,11·10 ⁻³ | 6,3 |
| ПГ-1-6,3/63 | 1,75·10 ⁻³ | 6,3 |
| ПГ-1-6,3/40 | 1,75·10 ⁻³ | 4 |
| ПГ-1-10/40 | 2,78·10 ⁻³ | 4 |
| ПГ-1-10/25 | 2,78·10 ⁻³ | 2,5 |
| ПГ-1-16/25 | 4,44·10 ⁻³ | 2,5 |
| ПГ-1-10/100 | 2,78·10 ⁻³ | 10 |
| Т-2-1,6/630 | 4,44·10 ⁻⁴ | 63 |
| Т-2-2,5/400 | 6,95·10 ⁻⁴ | 40 |
| Т-2-4/250 | 1,11·10 ⁻³ | 25 |
| Т-2-2,5/250 | 6,95·10 ⁻⁴ | 25 |
| Т-2-6,3/160 | 1,75·10 ⁻³ | 16 |
| Т-2-10/100 | 2,78·10 ⁻³ | 10 |
| Т-2-16/63 | 4,44·10 ⁻³ | 6,3 |
| Т-2-25/40 | 6,95·10 ⁻³ | 4,0 |
| Т-2-40/25 | 1,11·10 ⁻² | 2,5 |

Марказдан кочма вентиляторларнинг техник характеристикалари

| Марка | Q, м ³ /с | ρgH, Па | n, с ⁻¹ | Электродвигатель | | | |
|---|-------------------------|------------|-----------------------|------------------|--------|----------------|------|
| | | | | тип | N, кВт | η _м | |
| В-Ц14-46-5K-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-Ц14-46-8K-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-Ц14-46-8K-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 | 4A2804 | 110 | - | |
| | 15,25 | 5600 | | 4A280M4 | 132 | - | |
| | 18,0 | 5700 | | 4A3514 | 160 | - | |
| ЦП-40-8K | 1,39÷6,95 | 1470÷3820 | 26,65 | - | - | - | |
| <i>Кичик умудорликка эга вентиляторлар*</i> | | | | | | | |
| Ц1-181,5 | 0,050 | 618 | 46,7 | Ц1-1450 | 0,402 | 2450 | 46,7 |
| Ц1-354 | 0,098 | 967 | 46,7 | Ц1-2070 | 0,575 | 1280 | 46,7 |
| Ц1-690 | 0,192 | 1500 | 46,7 | Ц1-4030 | 1,120 | 2840 | 46,7 |
| Ц1-1000 | 0,278 | 1110 | 46,7 | Ц1-8500 | 2,380 | 3280 | 46,7 |

* - фақат Q, ρgH ва n ларнинг кийматлари келтирилган

Газодувкаларнинг техник характеристикалари

| Марка | Q, м ³ /с | ρgH, Па | n, с ⁻¹ | Электродвигатель | | |
|-------------|-------------------------|------------|-----------------------|------------------|--------|----------------|
| | | | | тип | N, кВт | η _м |
| ТВ-25-1,1 | 0,833 | 10000 | 48,3 | АО2-71-2 | 22 | 0,88 |
| ТВ-100-1,12 | 1,67 | 12000 | 48,3 | АО2-81-2 | 40 | - |
| ТВ-150-1,12 | 2,50 | 12000 | 48,3 | АО2-71-2 | 55 | - |
| ТВ-200-1,12 | 3,33 | 12000 | 48,3 | АО2-71-2 | 75 | 0,89 |
| ТВ-250-1,12 | 4,16 | 12000 | 48,3 | АО2-71-2 | 100 | 0,91 |
| ТВ-350-1,06 | 5,86 | 6000 | 48,3 | АО2-71-2 | 55 | - |
| ТВ-450-1,08 | 7,50 | 8000 | 49,5 | A2-92-2 | 125 | 0,94 |
| ТВ-500-1,08 | 8,33 | 8000 | 50,0 | BAO-3155-2 | 132 | - |
| ТВ-600-1,1 | 10,0 | 10000 | 49,4 | A3-315M-2 | 200 | - |
| РН-1200A | 0,167 | 30000 | 16,7 | АО2-62-6 | 13 | - |
| 2A-34 | 0,630 | 80000 | 25,0 | 4A250-K443 | 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 | BAO-315M-2 | 160 | - |

Этил спирти-сув аралашмасынинг кайнаш температураси,
суюклик ва бугининг мувозанат таркиблари

| Суюкликдаги спирт микдори | | Кайнаш температураси, °C | Бугдаги спирт микдори | | Суюкликдаги спирт микдори | | Кайнаш температураси, °C | Бугдаги спирт микдори | |
|---------------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-------|---------------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-------|
| % мас | % мол | °C | % мас | % мол | % мас | % мол | °C | % мас | % мол |
| 0,01 | 0,004 | 99,9 | 0,13 | 0,053 | 25,00 | 11,53 | 85,7 | 68,6 | 46,08 |
| 0,50 | 0,19 | 99,3 | 6,1 | 2,48 | 31,00 | 14,95 | 84,5 | 71,7 | 49,77 |
| 1,00 | 0,39 | 98,75 | 10,75 | 4,51 | 36,00 | 18,03 | 83,7 | 73,5 | 52,04 |
| 5,00 | 2,01 | 94,96 | 37,0 | 18,68 | 40,00 | 20,68 | 83,1 | 74,6 | 53,46 |
| 10,00 | 4,16 | 91,3 | 52,2 | 29,92 | 45,00 | 24,25 | 82,45 | 75,9 | 55,82 |
| 15,00 | 6,46 | 89,0 | 60,0 | 36,98 | 50,00 | 28,12 | 81,9 | 77,0 | 56,71 |
| 20,00 | 8,92 | 87,0 | 65,0 | 42,09 | 55,00 | 32,34 | 81,4 | 78,2 | 58,39 |
| 60,00 | 36,98 | 81,0 | 79,5 | 60,29 | 78,00 | 58,11 | 79,65 | 84,9 | 68,76 |
| 65,00 | 42,09 | 80,6 | 80,8 | 62,22 | 83,00 | 65,64 | 79,2 | 87,2 | 72,71 |
| 70,00 | 47,72 | 80,2 | 82,1 | 64,21 | 88,00 | 74,15 | 78,65 | 90,1 | 78,00 |
| 75,00 | 54,00 | 79,75 | 82,8 | 66,93 | 93,00 | 83,87 | 78,27 | 92,4 | 84,70 |

Сув-спирт эритмаларининг солиштирма иссиклик снгими
(кЖ/кг·К)

| Спирт Конц, % | Температура, °C | | | | | | | |
|------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
| 5 | 4,23 | 4,27 | 4,27 | 4,27 | 4,27 | 4,27 | 4,27 | 4,27 |
| 10 | 4,27 | 4,27 | 4,31 | 4,31 | 4,31 | 4,31 | 4,35 | 4,31 |
| 20 | 4,31 | 4,31 | 4,31 | 4,31 | 4,31 | 4,31 | 4,31 | 4,31 |
| 30 | 4,27 | 4,29 | 4,38 | 4,48 | 4,52 | 4,56 | 4,60 | 4,65 |
| 40 | 4,10 | 4,19 | 4,20 | 4,35 | 4,39 | 4,4 | 4,48 | 4,52 |
| 50 | 3,89 | 4,02 | 4,10 | 4,23 | 4,31 | 4,40 | 4,48 | 4,56 |
| 60 | 3,60 | 3,64 | 3,93 | 4,10 | 4,23 | 4,35 | 4,48 | 4,60 |
| 70 | 3,39 | 3,68 | 3,77 | 3,93 | 4,10 | 4,27 | 4,43 | 4,60 |
| 80 | 3,14 | 3,22 | 3,43 | 3,64 | 3,85 | 4,06 | 4,27 | 4,48 |
| 90 | 2,85 | 2,93 | 3,14 | 3,34 | 3,56 | 3,77 | 3,98 | 4,19 |
| 100 | 2,59 | 2,72 | 2,85 | 2,97 | 3,10 | 3,26 | 3,43 | 3,60 |

Сув буғи тўйинган ҳолатда (босим буйича)

| $P \cdot 10^3$, Па | t , °C | i , кЖ/кг | 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 |

Сув-спирт буғларининг конденсацияланиш температураси
ва 10^5 Па босимдаги энтальпияси

| Буғ таркиби даги спирт ҳажми, % мас. | Конденса цияла ниш тем пература си, °C | Суюқлик энтальпия си i , кЖ/кг | Буғ ҳосил қилиш иссиқлиги r , кЖ/кг | Буғнинг энтальпи яси i , кЖ/кг | Буғнинг зичлиги, ρ , кг/м ³ |
|---|--|---|--|---|---|
| 0 | 100 | 418,70 | 2256,7 | 2675 | 0,589 |
| 5 | 99,4 | 424,56 | 2185,6 | 2610 | 0,620 |
| 10 | 98,8 | 426,24 | 2114,4 | 2540 | 0,643 |
| 15 | 98,2 | 423,3 | 2043,0 | 2466,5 | 0,667 |
| 20 | 97,6 | 429,79 | 1972,1 | 2392,9 | 0,694 |
| 25 | 97,0 | 423,37 | 1902,9 | 2383,4 | 0,722 |
| 30 | 96,0 | 417,86 | 1833,9 | 2250,5 | 0,750 |
| 35 | 95,3 | 406,97 | 1762,7 | 2169,7 | 0,785 |

| | | | | | |
|-----|------|--------|--------|--------|--|
| 40 | 94,0 | 397,34 | 1691,5 | 2087 | |
| 45 | 93,2 | 382,27 | 1624,5 | 2006 | |
| 50 | 91,9 | 369,29 | 1553,4 | 1922 | |
| 55 | 90,6 | 356,73 | 1484,3 | 1841 | |
| 60 | 89,0 | 342,91 | 1415,2 | 1758 | |
| 65 | 87,0 | 322,81 | 1334,0 | 1668,9 | |
| 70 | 85,1 | 306,48 | 1277,0 | 1585,2 | |
| 75 | 82,8 | 284,29 | 1210,0 | 1494,3 | |
| 80 | 80,8 | 260,01 | 1143,0 | 1403,0 | |
| 85 | 89,6 | 249,96 | 1071,8 | 1321,8 | |
| 90 | 78,7 | 237,40 | 996,5 | 1233,9 | |
| 95 | 78,2 | 222,74 | 925,3 | 1148,0 | |
| 100 | 78,3 | 209,76 | 854,1 | 1063,9 | |

ИЛОВА 20

Турли типдаги тарелкаларнинг ўртача ф.и.

| Қирилма | Тарелкалар хили | ф.и. |
|---------------------|--------------------------|------|
| Брага хайдаш | | 0,0 |
| Брага колоннаси | Икки марта қайнатадиган | 0,5 |
| | Бир марта қайнатадиган | 0,5 |
| спирт колоннаси | Икки марта қайнатадиган | 0,5 |
| потер колоннаси | Икки марта қайнатадиган | 0,6 |
| Куб ректификацион | Кўп қалпоқчали | 0,5 |
| Брага ректификацион | | |
| Брага колоннаси | Икки марта қайнатадиган, | 0,5 |
| | Ғалвирсимон | |
| эпорацион | кўп қалпоқчали | 0,7 |
| ректификацион | кўп қалпоқчали | 0,5 |

ИЛОВА 21

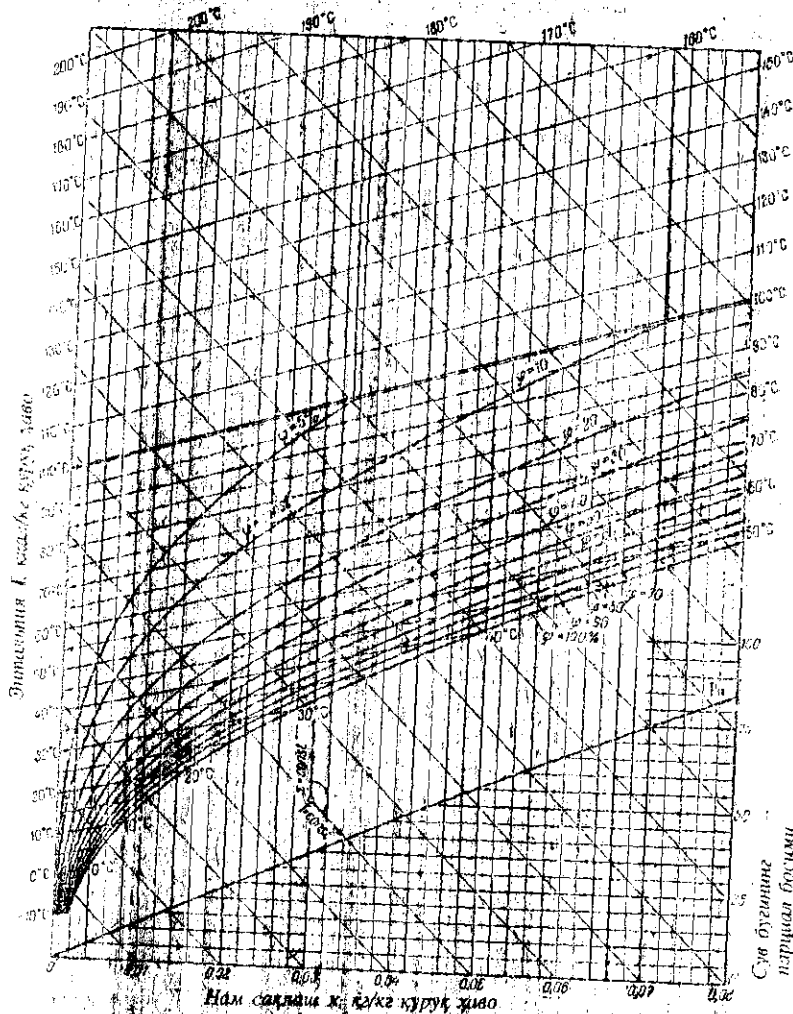
Атмосфера босимида қайнайдиган баъзи суюқ эритмалар концентрацияси, масс. %

| Эриган модда | Қайнаш температураси, °С. | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 107 | 110 | 113 | 120 | |
| CaCl ₂ | 5,66 | 10,31 | 14,16 | 17,36 | 20,00 | 24,24 | 29,35 | 35,42 | 42,33 | |
| KOH | 4,49 | 8,51 | 11,97 | 14,82 | 17,01 | 20,88 | 25,65 | 31,27 | 37,31 | |
| KCl | 8,42 | 14,31 | 18,96 | 23,02 | 26,57 | 32,62 | - | - | - | |
| K ₂ CO ₃ | 10,31 | 18,37 | 24,24 | 28,57 | 32,24 | 37,69 | 43,97 | 51,22 | 59,04 | |
| KNO ₃ | 13,19 | 23,66 | 32,23 | 39,20 | 45,10 | 54,65 | 65,34 | 77,22 | 89,30 | |
| MgCl ₂ | 4,67 | 8,42 | 11,66 | 14,31 | 16,59 | 20,32 | 24,41 | 28,85 | 33,67 | |
| MgSO ₄ | 14,31 | 22,78 | 28,81 | 32,23 | 35,32 | 42,66 | - | - | - | |
| NaOH | 4,12 | 7,40 | 10,15 | 12,51 | 14,53 | 18,32 | 23,08 | 27,81 | 32,77 | |
| NaCl | 6,19 | 11,03 | 14,67 | 17,69 | 20,32 | 25,09 | - | - | - | |
| NaNO ₂ | 8,26 | 15,61 | 21,87 | 27,53 | 32,43 | 40,47 | 49,87 | 59,61 | 69,94 | |

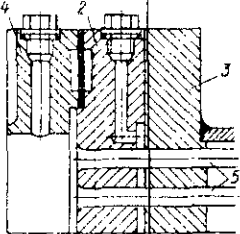
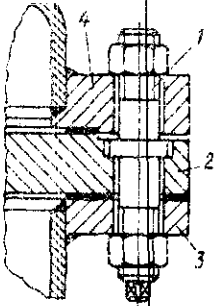
| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Na ₂ SO ₄ | 15,26 | 18,31 | 30,73 | | | | | | |
| Na ₂ CO ₃ | 9,42 | 17,22 | 23,72 | 29,18 | 33,86 | | | | |
| CuSO ₄ | 26,95 | 29,98 | 40,88 | 44,47 | | | | | |
| ZnSO ₄ | 20,00 | 31,22 | 37,89 | 40,92 | 46,15 | | | | |
| NH ₄ Cl | 6,10 | 11,35 | 15,96 | 19,80 | 22,89 | 28,37 | 35,98 | 46,95 | |
| Эриган молда | Температура, °C | | | | | | | | |
| | 125 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 300 |
| CaCl ₂ | 45,80 | 57,89 | 68,94 | 75,85 | | | | | |
| KOH | 40,23 | 48,05 | 54,89 | 60,41 | 64,91 | 68,73 | 72,46 | 75,76 | 81,63 |
| MgCl ₂ | 36,02 | 38,61 | | | | | | | |
| NaOH | 37,68 | 48,32 | 60,13 | 69,97 | 77,53 | 84,03 | 88,89 | 93,02 | 98,47 |

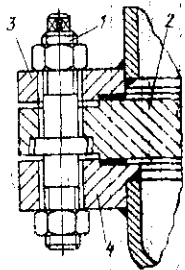
Рамзиннинг I-x нам ҳаво диаграммаси

ИЛОВА 22



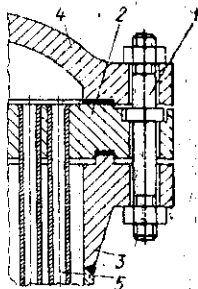
Кожух фланецининг кўзғалмас труба тўр пардаси
билан бирлаштиришнинг типик усуллари

| Зичлаш схемаси | Характеристикаси | Қўллаш соҳаси |
|---|---|--|
|  | <p>«Бўртиқ (труба тўр пардаси) - ботиқ (қонқок фланециди)» типидagi бирикмаларни зичлаш шпилька 1 ёрдамида амалга оширилади.</p> | <p>Кожух ичидаги босим 1 МПа бўлган кожух-трубали иссиқлик алмашиниш қурилмаси</p> |
|  | <p>Икки қаватли тўр пардалар. Трубалар иккала (2 ва 3) тўр пардаларда развальцовка қилинади. Пастки тўр парда 3 кожухга пайвантланади ва унинг фланеци бўлиб хизмат қилади.</p> | <p>Трубалараро бўшликда юқори босим остида, агрессив ёки атроф муҳитни ифлослангивчи суюқлик ҳаракат қилганда.</p> |



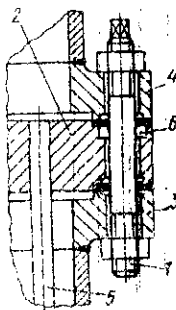
«Бўрттик (труба тўр пардасининг икки томонида) – ботик (кожух 3 ва қопқок фланецлари 4)».

Зичлаш бирикмаларига юқори талаблар қўйилганда



«Шип-паз» типидagi бирикма

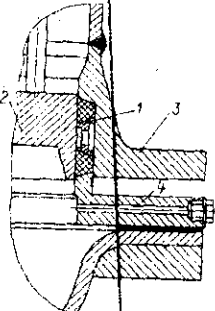
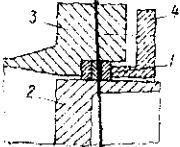
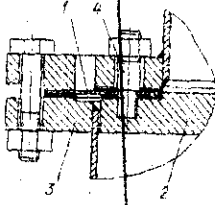
Худди аввалгидек

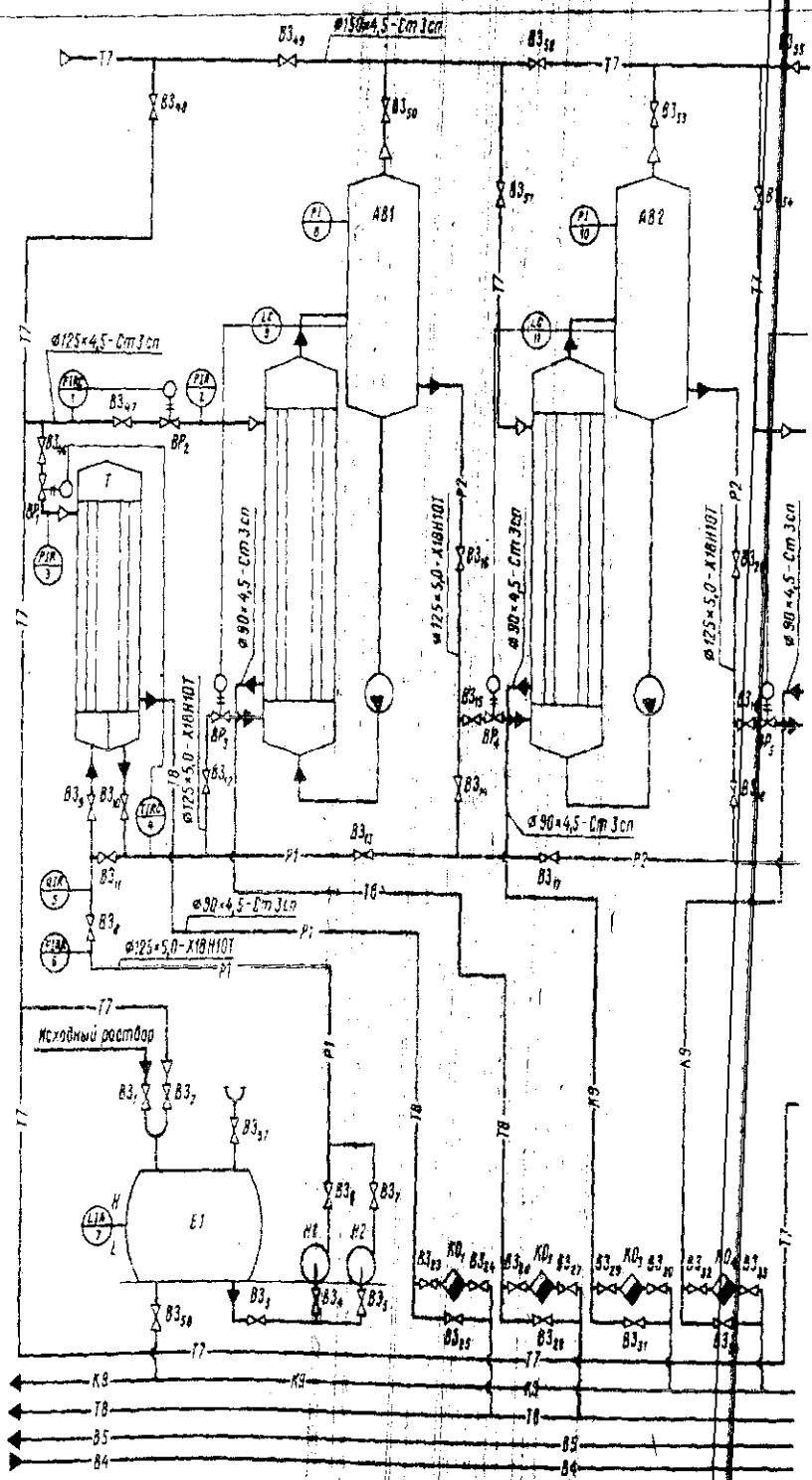


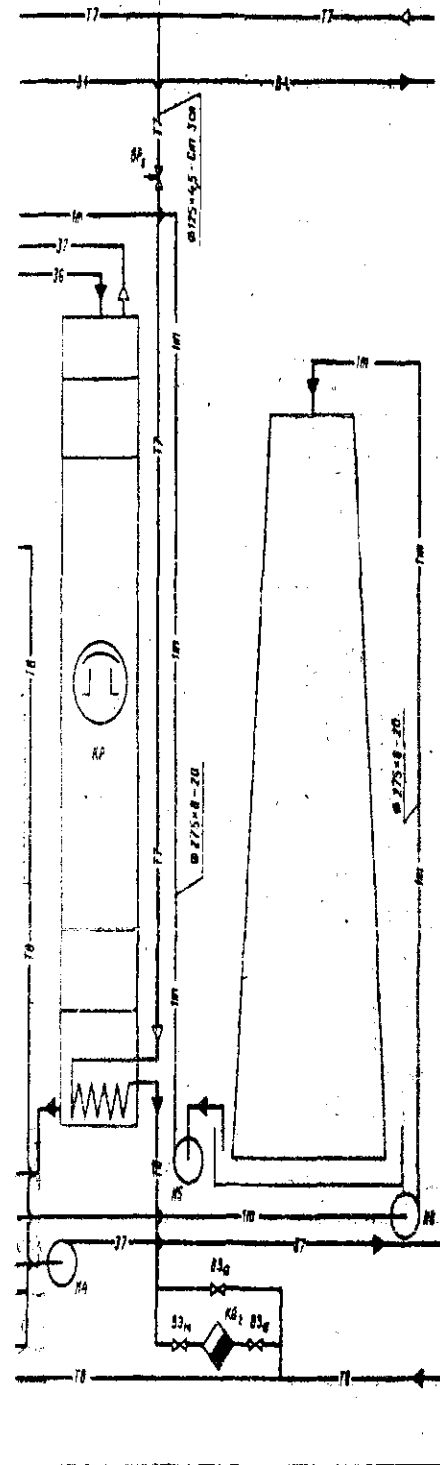
Фланецлар 3 ва 4 да халқа шукурчали 6 ва труба тўр парда 2 ларда «бўрттик-ботик» типидagi бирикма

Худди аввалгидек

Харакатчан труба гур пардасини зичлашнинг баъзи усуллари

| Схема | Характеристикаси | Қўллаш соҳаси |
|---|---|---|
|  | <p>Сальник ёрдамида зичлаш. Зичлаш халқалари махсус втулка 4 ёрдамида сиқилади. Агарда, халқалар резинадан бўлса унинг уланish жойи вулканизация қилинади</p> | <p>Кожух ичидаги босим 2 МПа дан ва темпе-ратураси 300°С дан кам бўлганда</p> |
|  | <p>Худди аввалгидек</p> | <p>Худди аввалгидек</p> |
|  | <p>Мембрана ёрдамида зичлаш. Мембранани маҳкамлаш шпилька 4 ёрдамида амалга оширилади</p> | <p>Кожух ичида юқори босим ва темпе-ратураси 300°С дан кам бўлганда</p> |

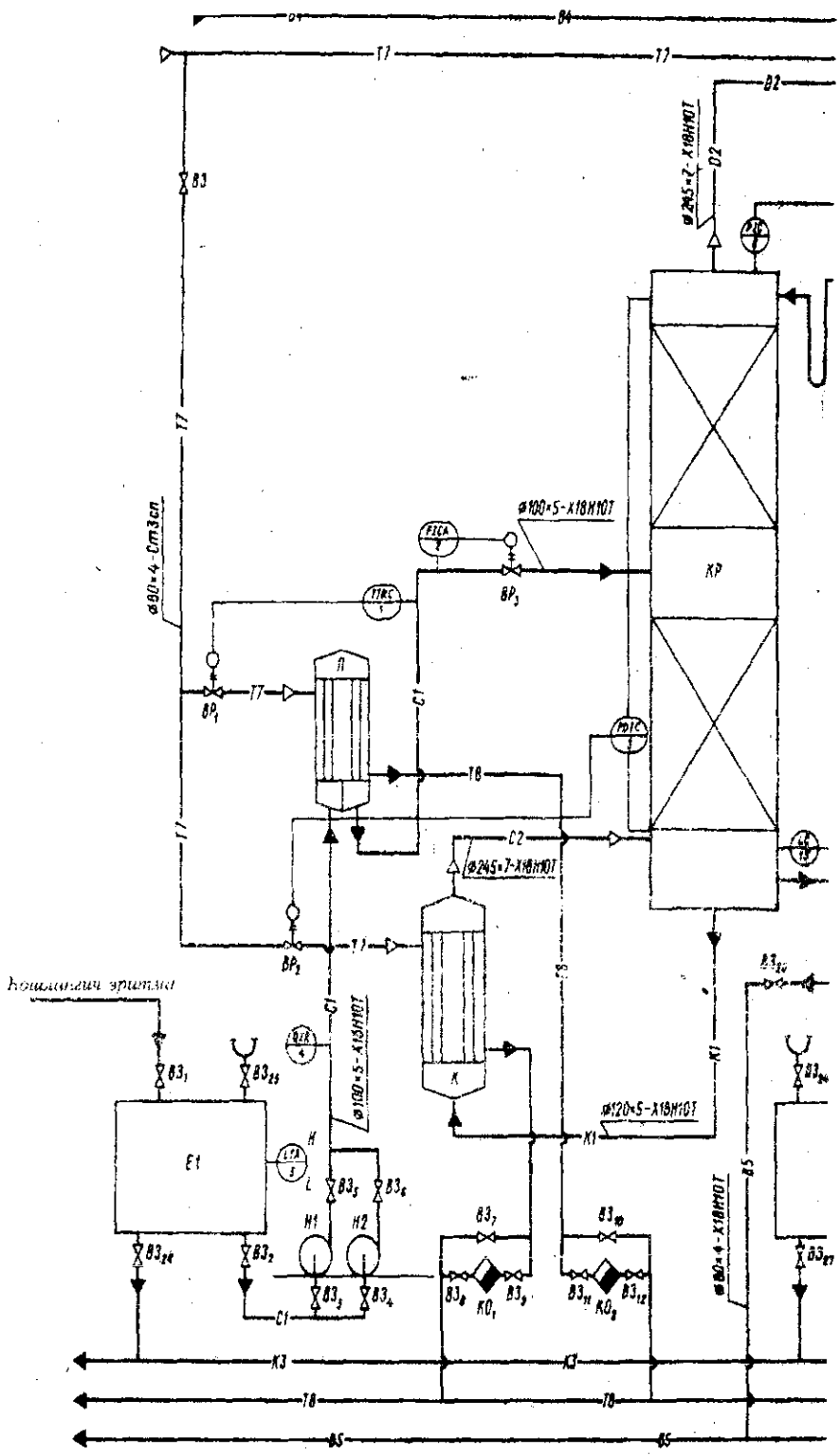


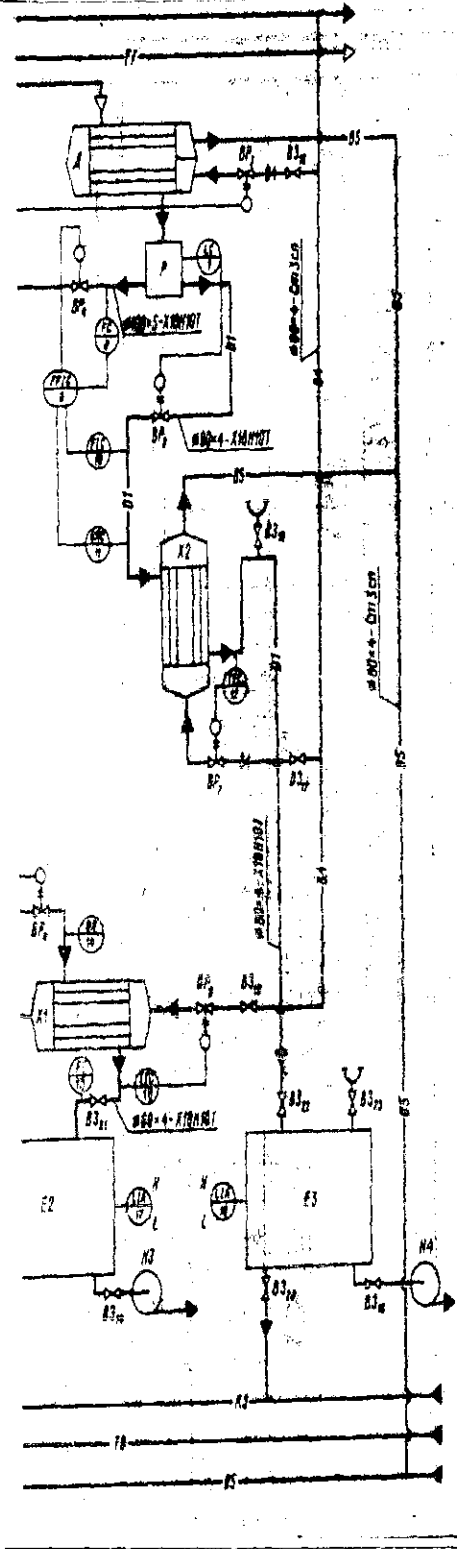


| Шартли белгиланиши | | Труба ичидаги муҳитнинг номи |
|--------------------|------------|------------------------------|
| Харф | График | |
| | --В4--В4-- | Айланма сув (қиришда) |
| | --1т--1т-- | Илиқ сув |
| | --Т7--Т7-- | Буг |
| | --Т8--Т8-- | Конденсат |
| | --29--29-- | Газ-буг аралашмаси |
| | --К7--К7-- | Канализация |
| | --36--36-- | Бензол-мой аралашмаси |
| | --37--37-- | Бензол |
| | --38--38-- | Мой |
| | --85--85-- | Айланма сув (қайтишда) |

| Белгиланиши | Номи | Со-Эслани тма |
|-------------------|-----------------------------------|---------------|
| А | Абсорбер | 1 |
| ХС | Аралаштирма совитгич | 1 |
| Х | Совитгич | 1 |
| Х | Юқилиб турувчи совитгич қурилмаси | 1 |
| БР | Ректификацион колонна | 1 |
| Г | Градирия | 1 |
| Р | Регенератор | 1 |
| П1-2 | Иситгич | 2 |
| Е1-2 | Идиш | 2 |
| К | Конденсатор | 1 |
| Н1-6 | Насос | 6 |
| ВЗ ₁₋₆ | Вентиль, беркитувчи | 16 |
| ВР ₁₋₆ | Вентиль, ростловчи | 6 |
| КО _{1,2} | Конденсат чиқарувчи | 2 |

| | | | | | | |
|-----------|----------------|-------------------|--|---|------|---------|
| | | | | 00.00.000 ТЗ | | |
| Уш. Дир. | Э. Х. ж. ж. т. | И. Ч. а. С. а. н. | | Адсорбцион қурилманинг технологик схемаси | Адаб | Мас |
| Франк | | | | | Лист | Листлар |
| Текшир | | | | | | |
| Танбар | | | | | | |
| Рахбар | | | | | | |
| Нор. кон. | | | | | | |
| Тасдиқ. | | | | | | |

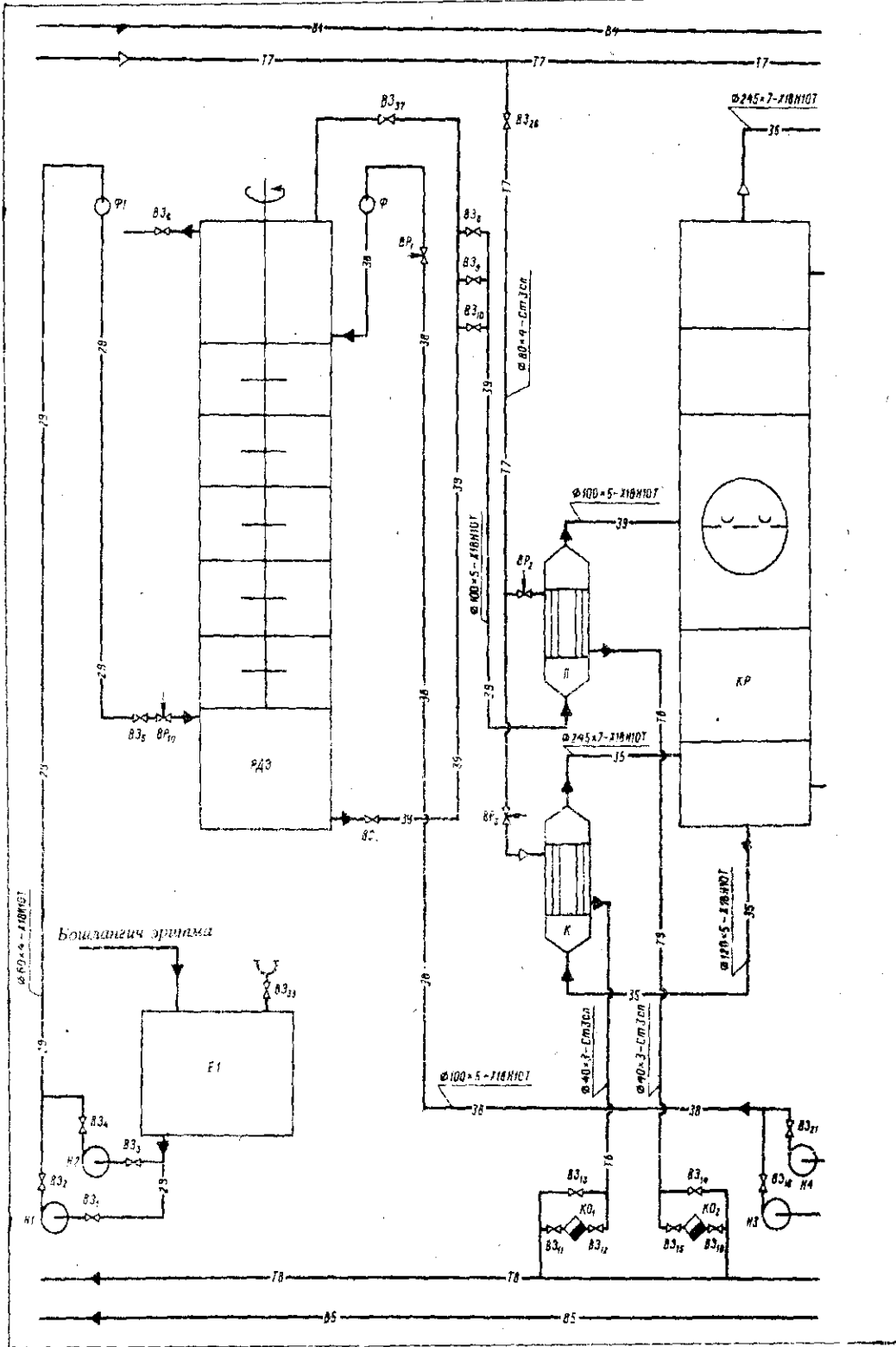


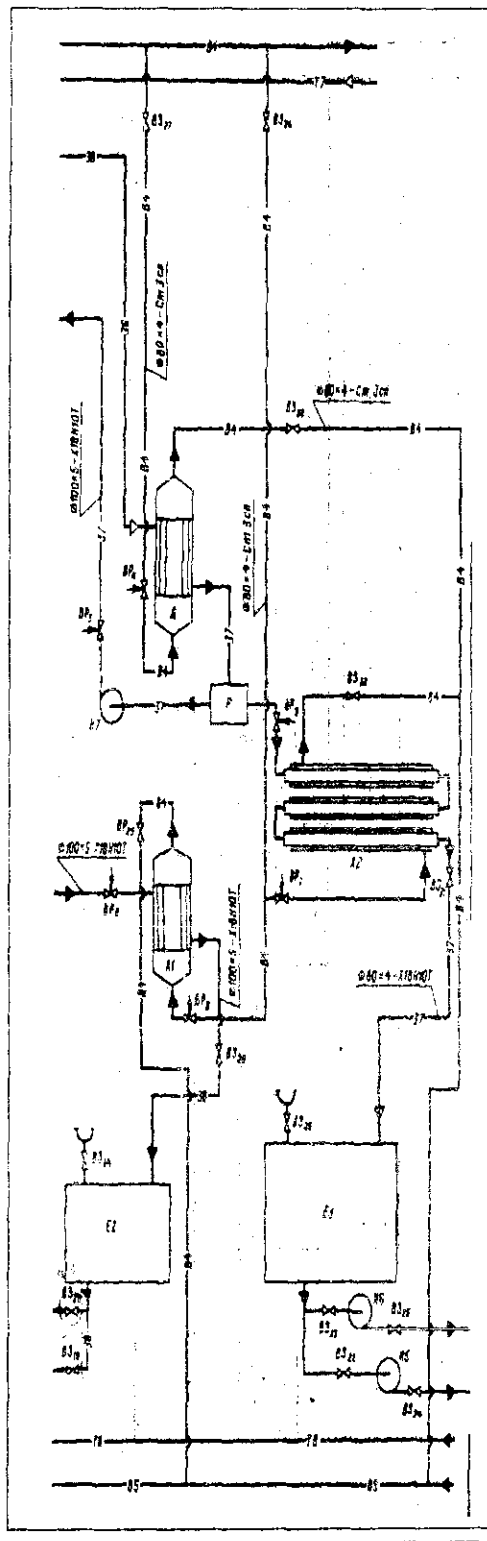


| Шартли белгиланиши | | Труба ичидаги муҳитнинг номи |
|--------------------|------------|------------------------------|
| Харф | График | |
| | --B4--B4-- | Айланма сув (киришида) |
| | --T7--T7-- | Буг |
| | --T8--T8-- | Конденсат |
| | --C1--C1-- | Бошлангич аралашма |
| | --K3--K3-- | Канализация |
| | --C2--C2-- | Буг-суюқлик аралашмаси |
| | --D2--D2-- | Дистиллят буглари |
| | --D1--D1-- | Дистиллят |
| | --K1--K1-- | Куб қолдиги |
| | --B5--B5-- | Айланма сув |

| Белгиланиши | Номи | Сони | Эслатма |
|--------------------|-----------------------|------|---------|
| KР | Ректификацион колонна | 1 | |
| D | Дефлегматор | 1 | |
| K | Қайнатгич | 1 | |
| P | Иситгич | 1 | |
| X1-2 | Совитгич | 2 | |
| E1-3 | Йилиш | 3 | |
| P | Тақсимлагич | 1 | |
| III-4 | Насос | 4 | |
| BР ₁₋₉ | Вентиль, ростловчи | 9 | |
| BЗ ₁₋₂₈ | Вентиль, беркитувчи | 28 | |
| KO ₁₋₂ | Конденсат чиқарувчи | 2 | |

| | | | | СОЛОНОВ ТЭ | |
|---------------|----------|----------|---|------------|----------|
| Уач/Дис | № Хужжат | Или/Сано | Ректификацион қурилманинг техник шартлари | Адаб | Масс/Мол |
| Яратувчи | | | | | |
| Тезлаштирувчи | | | | | |
| Т.К.Д.лар | | | | | |
| Рақибар | | | | | |
| Нор қон | | | | | |
| Тайдик | | | | | |

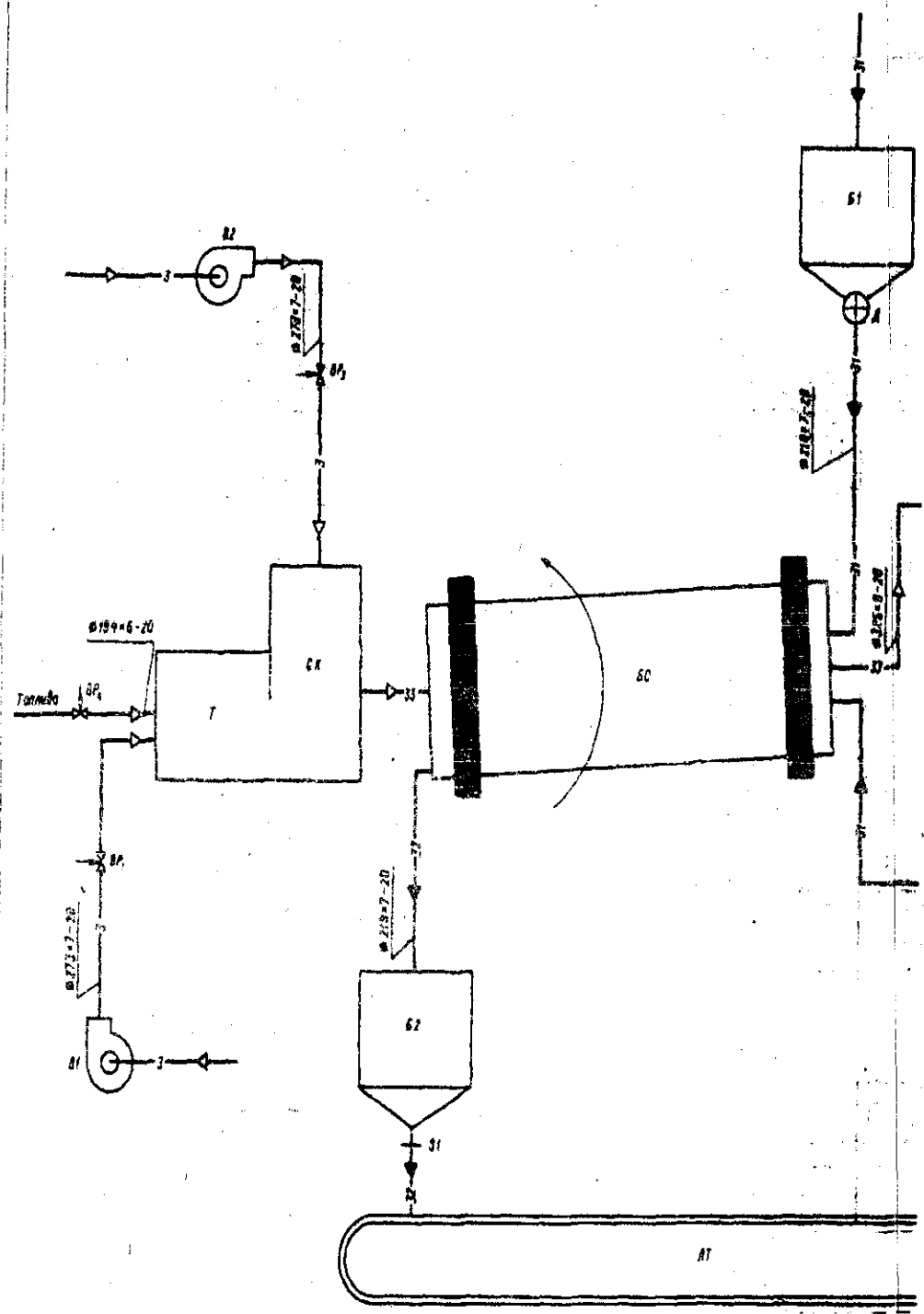


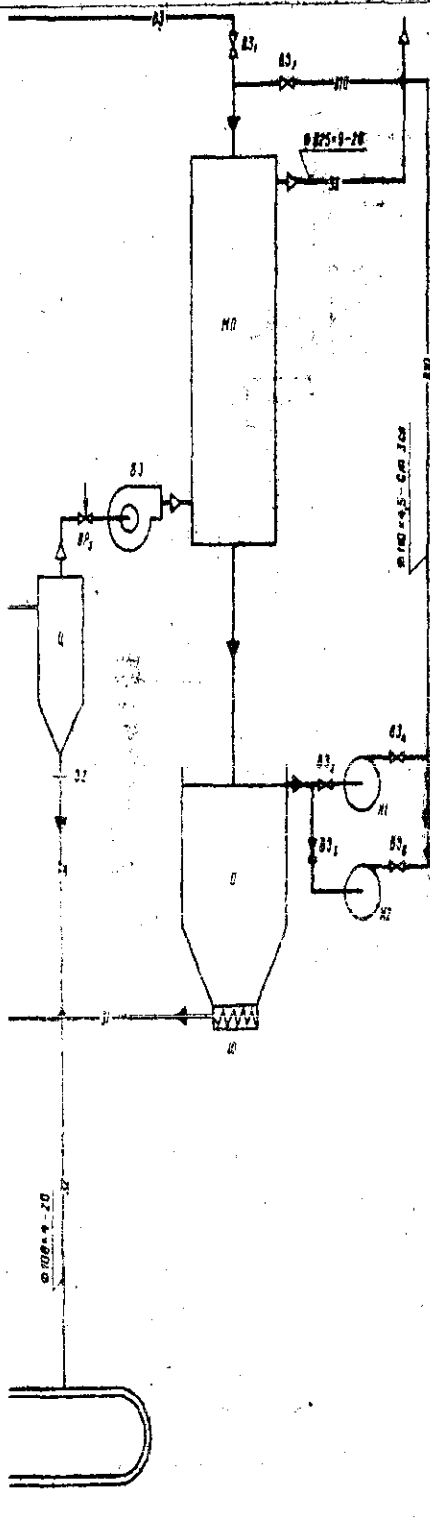


| Шартли белгиламини | | Труба ичидаги муҳитнинг номи |
|--------------------|------------|------------------------------|
| Харф | График | |
| | --B4--B4-- | Айланма сув (киришда) |
| | --T7--T7-- | Буг |
| | --T8--T8-- | Конденсат |
| | --29--29-- | Боилангич аралашма |
| | --35--35-- | Буг-сууқлик эмульсияси |
| | --36--36-- | Дистиллят буглари |
| | --37--37-- | Дистиллят |
| | --38--38-- | Куб қолдиги |
| | --39--39-- | Экстракт |
| | --B5--B5-- | Айланма сув |

| Белгиламини | Номи | Сони | Эслатма |
|--------------------|-------------------------|------|---------|
| КР | Ректификацион колонна | 1 | |
| РДЭ | Ротор-дискли экстрактор | 1 | |
| Д | Дефлегматор | 1 | |
| К | Қайнатгич | 1 | |
| П | Йиситгич | 1 | |
| Х1-2 | Совитгич | 2 | |
| Р | Тақсимлагич | 1 | |
| Ф1-2 | Фонарь | 2 | |
| Е1-3 | Йдиш | 3 | |
| Н1-7 | Насос | 7 | |
| КО ₁₋₂ | Конденсат чиқарувчи | 2 | |
| ВЗ ₁₋₃₇ | Вентиль, беркитувчи | 37 | |
| БР ₁₋₁₀ | Вентиль, ростловчи | 10 | |

| | | | |
|--|-------|--------------|-------|
| | | 00.00.000 13 | |
| Экстракцион қурilmанинг технологиясига | схема | Адаб | Мас |
| Техник | | Лист | Ҳаҷми |
| Ташриф | | | |
| Рисола | | | |
| Иш қил | | | |
| Тадбир | | | |

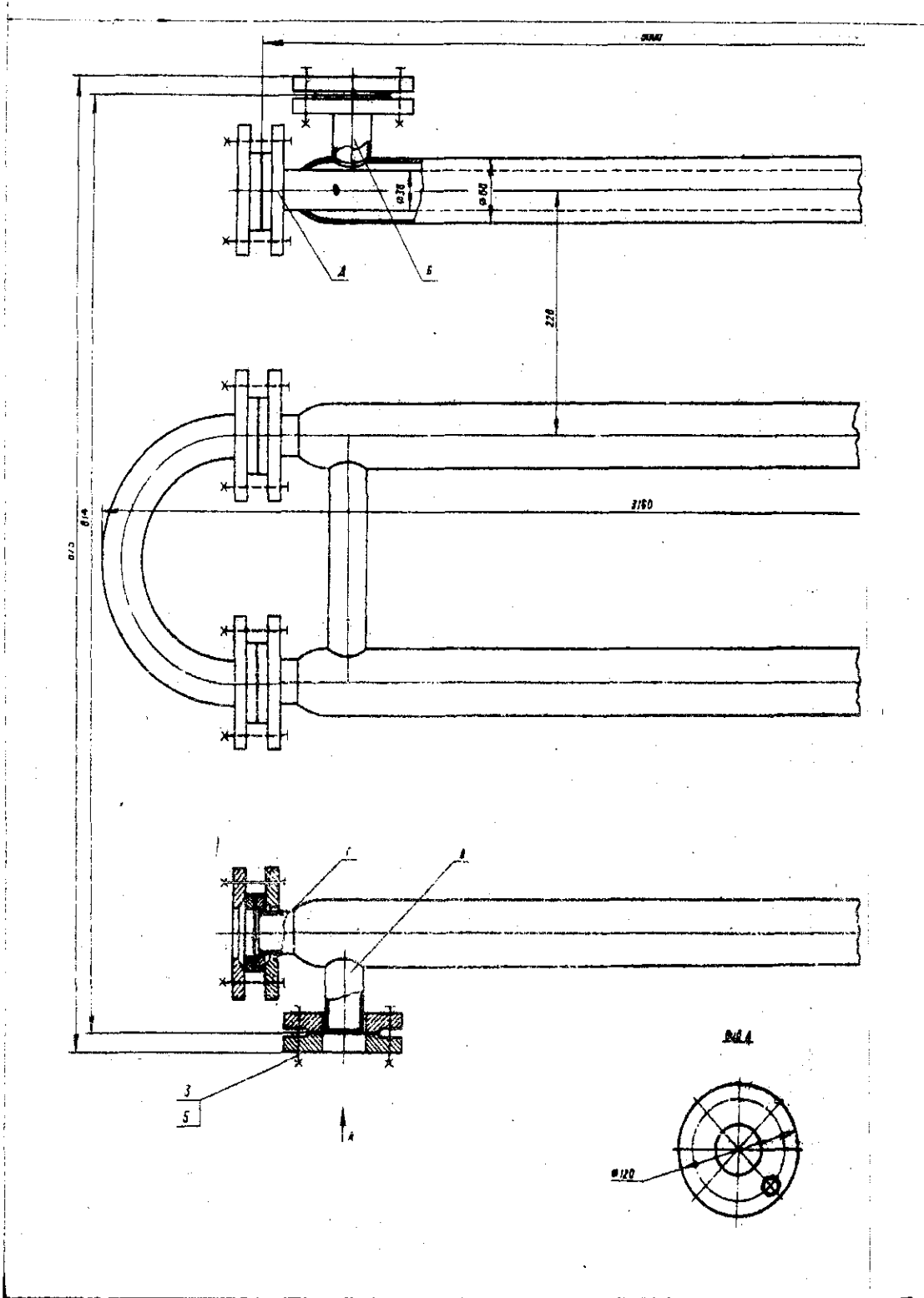




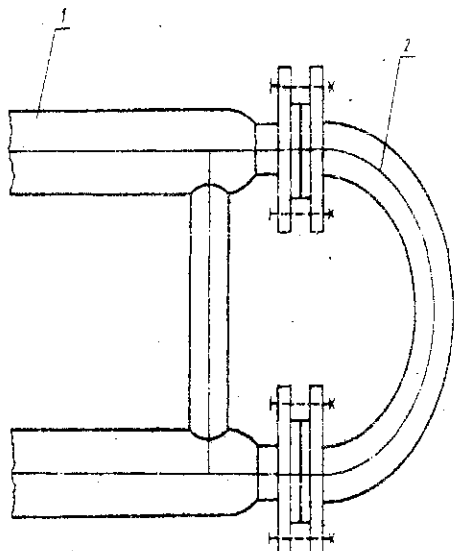
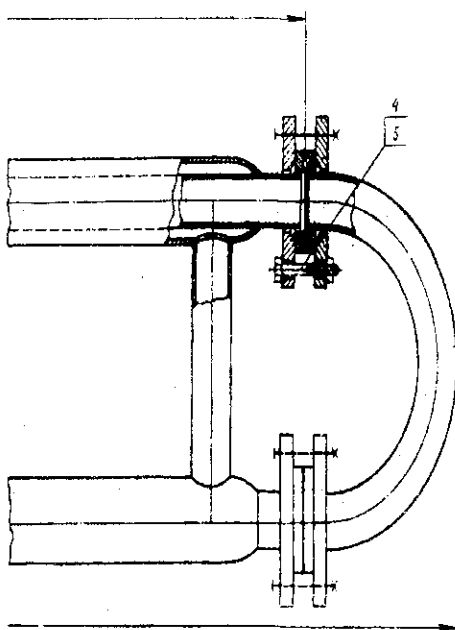
| Шартли белгиланиши | | Труба ичидаги муҳитнинг номи |
|--------------------|--------|------------------------------|
| Харф | График | |
| ВЗ | ВЗ | Сув |
| 3 | 3 | Ҳаво |
| 31 | 31 | Нам материал |
| 32 | 32 | Қуритилган материал |
| 33 | 33 | Иситиш газлари |
| В10 | В10 | Айланма сув |

| Белгиланиши | Номи | Сон | Эслатма |
|-------------------|-----------------------------|-----|---------|
| БС | Барабанли қуритгич | 1 | |
| Т | Топка | 1 | |
| СК | Аралаштириш камераси | 1 | |
| Б1 | Нам материал бункери | 1 | |
| Б2 | Қуритилган материал бункери | 1 | |
| Ц | Циклон | 1 | |
| МР | Нам чангушлагич | 1 | |
| Д | Дозатор | 1 | |
| О | Тиндиргич | 1 | |
| Ш | Шнек | 1 | |
| З1-2 | Беркитгач (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 | | |
| Уш.Пис | № | Хужжат | Илган | Сана | Қуритиш қурилмасининг техник сифати | Доб. Мис. Мас. |
| Яроғлиқ | | | | | | Лист |
| Текши | | | | | | Ташт. 0/0 |
| Толдур | | | | | | |
| Рисман | | | | | | |
| Нор.қол | | | | | | |
| Тасдиқ | | | | | | |



Штуцерлар жадағи



| Белгиләнеш | Номланиши | Сони | Шартлы үлчәм D, мм | Шартлы үлчәм P, МПа |
|------------|-------------------|------|--------------------|---------------------|
| Б | Сувонг кириши | 1 | 32 | 0,6 |
| В | Сувонг чыгыши | 1 | 32 | 0,6 |
| Г | Бензолниге кириши | 1 | 32 | 0,6 |
| Д | Бензолниге чыгыши | 1 | 32 | 0,6 |

Техник характеристика

| Курилмалар | Труба каналы | Трубалар-аро бүшлик |
|------------|-------------------------------------|---------------------|
| Мушун | Мушун номи | сув |
| | Захарлилик | захарли |
| | Портлавычлиги | портлавыч |
| | Агрессивлиги | агрессив |
| | Температура, °С | 25 - чыгышида |
| | Ишчи босым, МПа | 0,2 - 0,6 |
| | Курилманың хажми, м³ | 0,009 - 0,02 |
| | Иссыклик алмашыныш коэффициенти, м² | 1,4 |

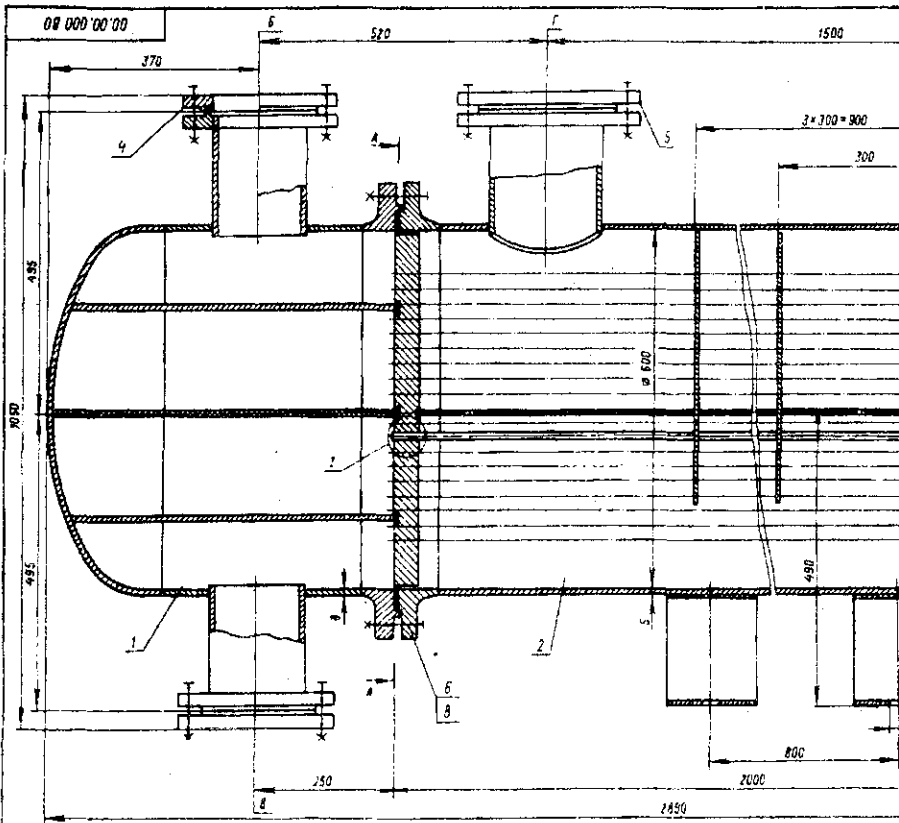
Техник талаблар

- Курилма УЭР Давлат техник назорат қумитасы қорғанышына түргі (мос) келиши керек.
- Курилманың материал, синаш ва манзилға етказиш беришда күйидағы талаблар бахарлиги керек:
 - ГОСТ 12.2003-74 «Ишлаш чықарыш ускуналары. Хауфсизлик бүйича умумий талаблар»;
 - ГОСТ 26.291-79 «Пүлатдан ишге курилмава идтилар. Техник талаблар.»
- Бензол оқастыған девор материалы - Х18Н9Т (легирланган пүлат) ГОСТ 5632-72, қолданларынықы эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
- Муштуқалық ва зичланыш синавалары күйидағы деворла, босымда текширилади:
 - трубалар-аро бүшлик - 0,9 МПа;
 - труба каналлары - 0,3 МПа.
- Пайвант чоклары ОСТ - 26-01-82-77 «Кимё машини оқитишда пайвантлаш» га мос келиши керек.
- Хажми (100%) пайвант чоклары рентген күриш беришда текширилиши шарт.
- Материал синавалары.
- Чисме ОСТ 26-02-2036-80 асосына крәтилген.

| Позиция | Белгиләнеш | Номи | Сони | Мас са, I дона | Материалының номи ва маркасы | Диаметр |
|---------|------------|----------------------|------|----------------|------------------------------|---------|
| 1 | | Коллектор | 1 | | | |
| 2 | | Тирсак | 3 | | | |
| | | Болтлар ГОСТ 7798-70 | | | | |
| 3 | | M10x30,46,05 | 8 | | Пүлат 20 | |
| 4 | | M10x50,46,05 | 32 | | Пүлат 20 | |
| 5 | | Гайка M10,5,05 | 40 | | Пүлат 10 | |
| | | ГОСТ 5915-70 | | | | |

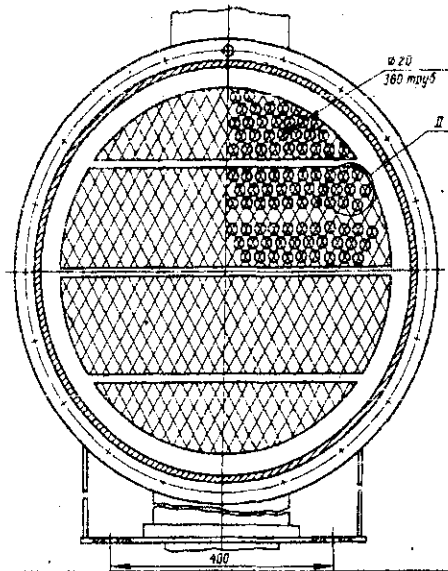
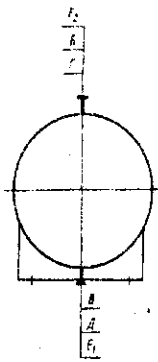
00 00 000 ВУ

| Усық | Ақ | Хуш | Иссы | Сана | «Труба» ичиди труба» типиди Иссыклик алмашыныш курилмасы. Улчашы күйиши. | Ады | Мас | Мас |
|------|----|-----|------|------|--|-----|-----|-----|
| Усық | | | | | | | | |
| Ады | | | | | | | | |
| Мас | | | | | | | | |
| Иссы | | | | | | | | |
| Сана | | | | | | | | |
| Иссы | | | | | | | | |
| Сана | | | | | | | | |



A-A

Штучер ва таянчларнинг
жойлашмиш схемаси



Штуцерлар жадвали

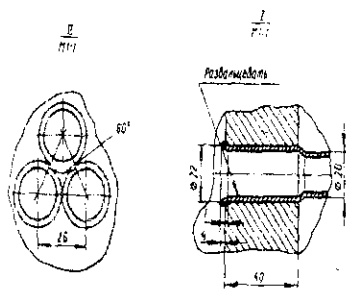
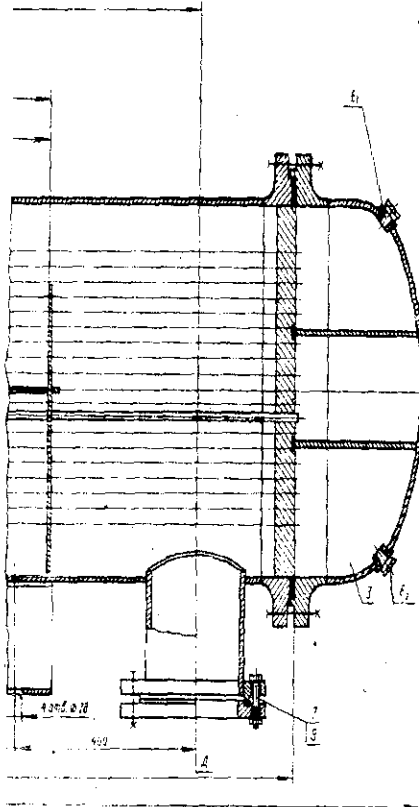
| Белгиланиши | Номланиши | Со-лоти | Шартли диаметри D, мм | Шартли босим P, МПа |
|----------------|---------------------------|---------|-----------------------|---------------------|
| Б | Сувнинг кириши | 1 | 150 | 1,0 |
| В | Сувнинг чиқishi | 1 | 150 | 1,0 |
| Г | Бензолнинг кириши | 1 | 200 | 1,0 |
| Д | Бензолнинг чиқishi | 1 | 200 | 1,0 |
| Е ₁ | Атмосфера билан боғланиши | 2 | Труба 1/2 | 1,0 |

Техник характеристики

| Куриткичлар | Труба канали | Трубалараро бўлиқ | |
|-------------|---|-------------------|----------------|
| М | Мудий номи | сув | бензол буғлири |
| У | Захарлилик | захарлимас | захарли |
| Х | Портловчанлик | портламас | портловчи |
| И | Агрессивлиги | агрессивмас | агрессив |
| Т | Температура, °С | 45 - чиқишда | 80,2 - киришда |
| | Ишчи босим, МПа | 0,6 | 0,2 |
| | Курилмаши ҳажми, м ³ | 0,7 | 0,8 |
| | Истиқлик шимачилиги юзаси, м ² | | 43 |

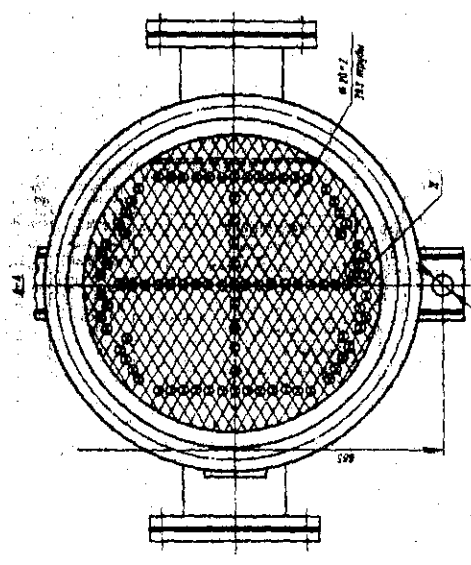
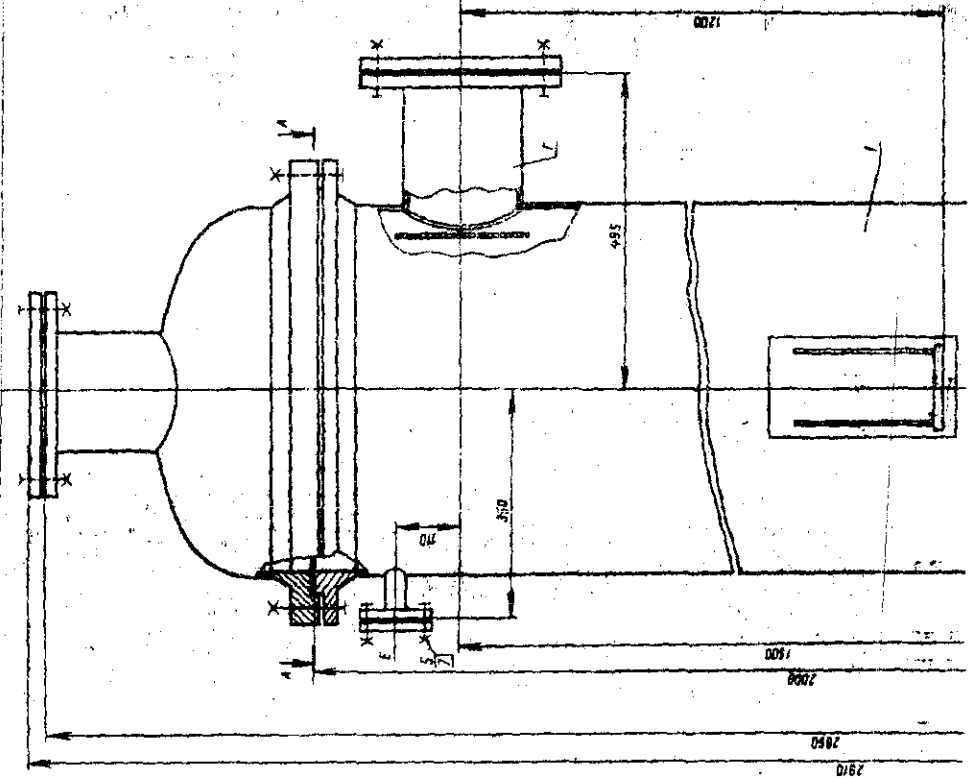
Техник талаблар

1. Курилма ЎЗР Давлат техник назорат қўмитаси қўлуғларига тўғри (мос) келиши керак.
2. Курилмачи тайёрлани, синиши ва магнитога эмкалиб беришда қўйиладиган талаблар бажарилиши керак:
 - а) ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариши ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар.»;
 - б) ГОСТ 26-291-79 «Пўлатдан ишга курилма ва идишлар. Техник талаблар.»
3. Бензол оқабатган девор материалли - пўлат Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, қалъинлиги эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
4. Мустиҳкамлик ва шимачилиги синовлари қўйиладиган гидравлик босимда текширилади:
 - а) трубалараро бўлиқ - 0,3 МПа
 - б) труба қаналлари - 0,9 МПа.
5. Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Қисм матанга соғлиқда пайвандлиги» га мос келиши керак.
6. Ҳамма (100%) пайванд чоклари ретинген нури ёрдамида текширилади шарт.
7. Маълумот учун қилинган.
8. Чизма ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.



| По-зи-ция-ни-чи | Номи | Со-лоти | Мас-ла-ҳи, мм | Мате-ри-я-ли ва бонна маркази | Эсло-ти-ми |
|-----------------|-----------------------|---------|---------------|-------------------------------|------------|
| 1 | Тақсимловчи камера | 1 | | | |
| 2 | Қиздирувчи камера | 1 | | | |
| 3 | Қопқоқ | 1 | | | |
| 4 | Фланец | 2 | | Ст. 3 | D=150 |
| 5 | Фланец | 2 | | Х18Н10Т | D=200 |
| | Болтлар ГОСТ 7798-70 | | | | |
| 6 | М 27x65.46.05 | 40 | | Ст. 20 | |
| 7 | М 20x45.46.05 | 32 | | Ст. 20 | |
| | Гайкалар ГОСТ 5915-70 | | | | |
| | ГОСТ 5915-70 | | | | |
| 8 | М 27.5.05 | 40 | | Ст. 10 | |
| 9 | М 20.5.05 | 32 | | Ст. 10 | |

| 00.00.000 ВФ | | | | | |
|----------------|---|---------|-----------|----------------|----------------|
| Уш-бу-ни-чи | № | Хиз-мат | Ишчи-лиги | Қил-ди-ри-ш-чи | Қил-ди-ри-ш-чи |
| Уш-бу-ни-чи | | | | | |
| Техник | | | | | |
| Ишчи-лиги | | | | | |
| Қил-ди-ри-ш-чи | | | | | |
| Ишчи-лиги | | | | | |

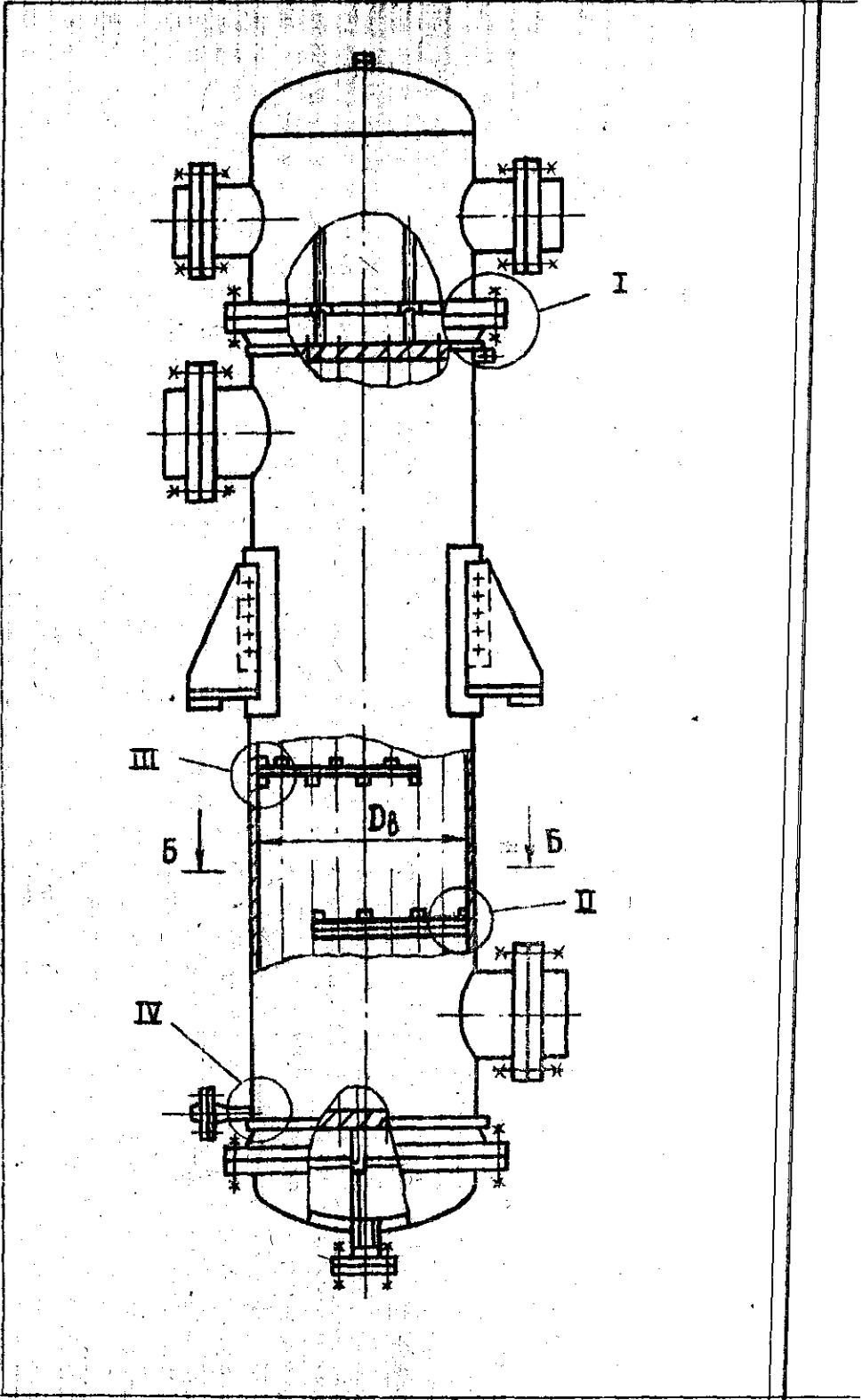


Штуцерлар жадвалы

| Бөл-мө-наамы | Номиналы | С.б. Штуцер | Шарттык кысым Р, МПа |
|------------------|--------------------------|-------------|----------------------|
| Т | Тегуулагыч кыргач | 1 | 0,6 |
| В | Толуулагыч кыргач | 1 | 0,6 |
| Г | Иштүрүчү буюмга кыргач | 1 | 0,6 |
| Д | Кандидаттык кыргач | 1 | 0,6 |
| Е _{1,2} | Атмосфера басын болжолуу | 1 | 0,6 |

Техник характеристика

| Курсаткычтар | Түрү | Түрү | Түрү |
|------------------|----------------|----------------|------|
| М | Муздак өсүм | Тотуу | Түрү |
| У | Жапырактар | Жапырактар | Түрү |
| С | Портландцемент | Портландцемент | Түрү |
| И | Адресован | Адресован | Түрү |
| Т | Температура | Температура | Түрү |
| Ишчи бөлүмү, МПа | 0,2 | 0,2 | 0,4 |
| Курсаткычтар | 0,36 | 0,36 | 0,5 |
| Иштүрүчү кыргач | 79 | 79 | 79 |



Штуцерлар жадыли

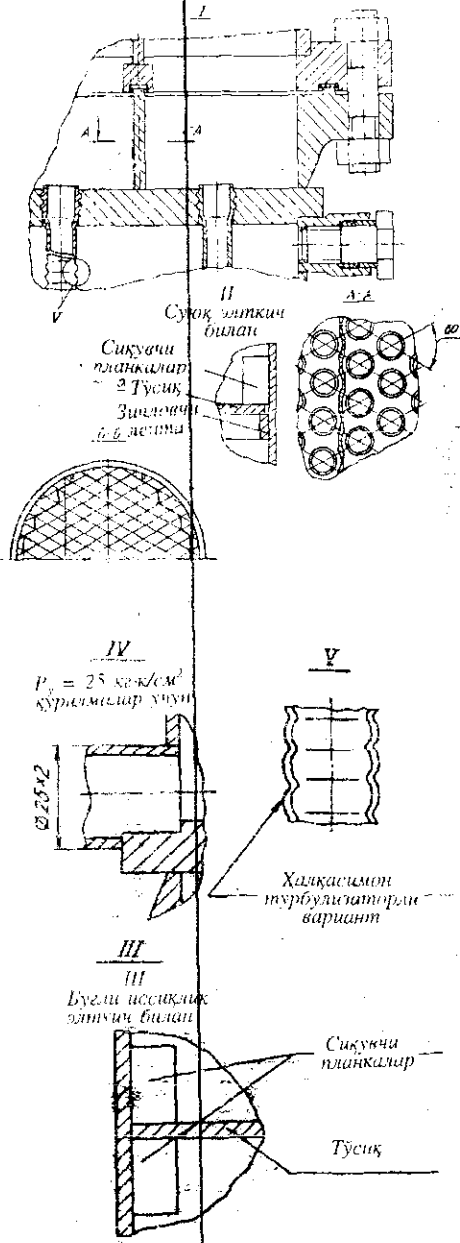
| Белгилениши | Номиналиши | С/и | Шартли ўзини D, мм | Шартли босим P, МПа |
|-------------|-------------------------|-----|--------------------|---------------------|
| Б | Тоғуолини қарини | 1 | 200 | 0,6 |
| В | Тоғуолини чиқини | 1 | 200 | 0,6 |
| Г | Истиқли бунини қарини | 1 | 200 | 0,6 |
| Д | Қошиқлини чиқини | 1 | 200 | 0,6 |
| Е | Атмосфера билан боғлини | 1 | 25 | 0,6 |

Тезлик харақатлика

| Кўрсаткичлар | Груба қанали | Грубалараро бушлиқ |
|--------------|-------------------------|--------------------|
| М | Муҳит номи | Тоғуоли |
| У | Заҳарлик | Тоғуоли |
| У | Портолиниги | портолиниги |
| И | Дереваниги | дереваниги |
| Т | Температура, °С | 110 |
| | Ишти босим, МПа | 0,2 |
| | Қуриқлини узжим м | 0,36 |
| | Иштиқ алмақини узжис, м | 49 |

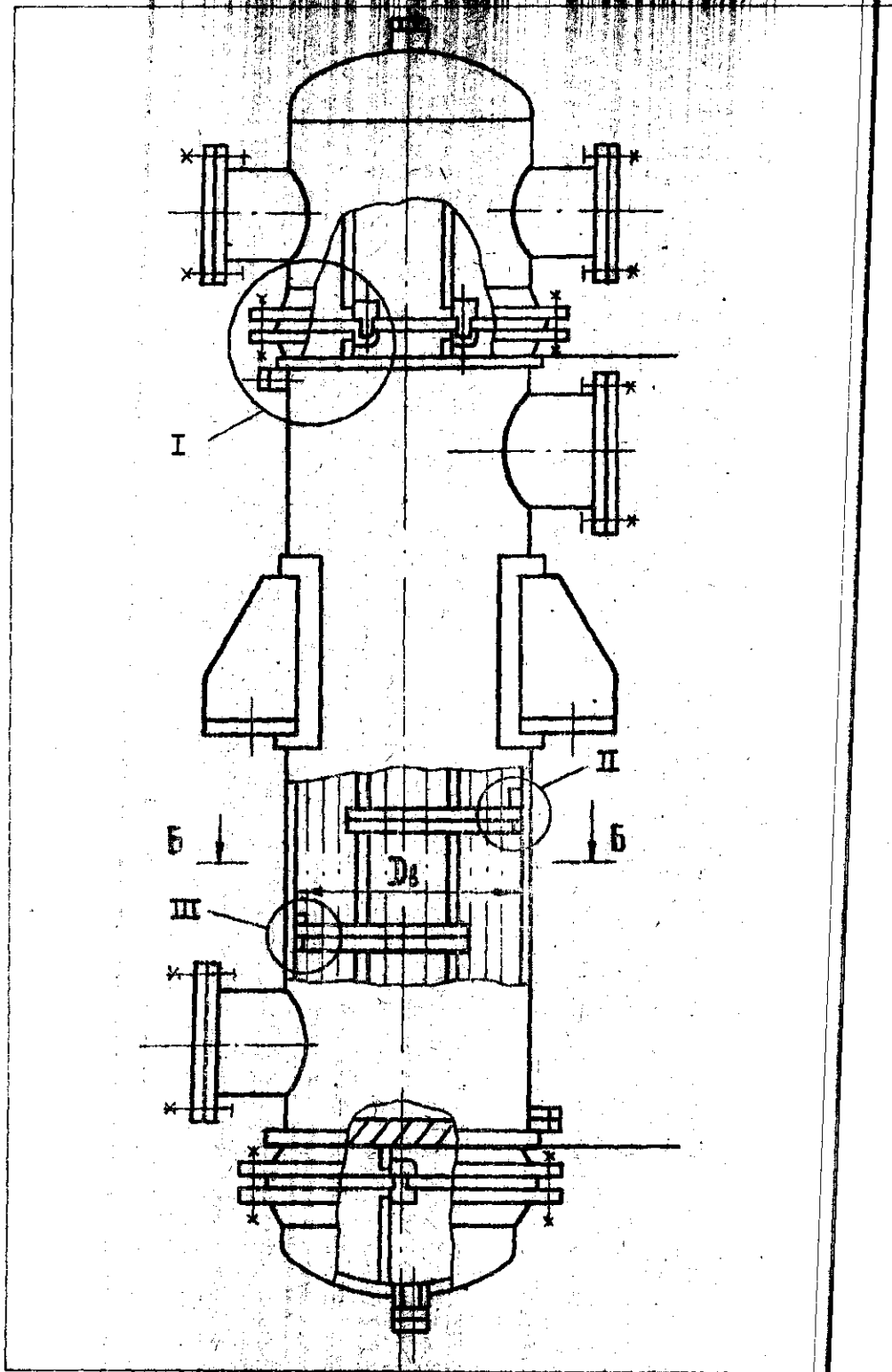
Техник талаблир

- Қуриқли УЗР Давлат техник назорат қумитаси қонунирига тебери (мю) қелини керик.
- Қуриқли тайерлиги, снати ва мингога етказиб бериқда қуйдиғи талаблир бажарилни керик:
 - ГОСТ 12.2.003-74 «Иштиқ чиқарни узжислари Хофизлик бўлини умумий талаблир»;
 - ГОСТ 26-291-79 «Пулатдан иштиқ қуриқли ва иштиқлар. Техник талаблир»;
- Белгил қайтган девир материални иштиқ Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, қонлиниги эси Ст.5 ГОСТ 380-71.
- Муқтақлик ва иштиқли иштиқли қуриқли гидравлик босимда текширилади:
 - иштурублараро бушлиқ - 0,6 МПа;
 - иштуруб қаналири - 0,3 МПа.
- Повитид иштиқли ОСТ 26 01-82-77 «Қимб машина-созлиғи пайвандилиғи ва мос қелини керик».
- 100% иштиқ роллини иштиқ иштиқда текширилини иштиқ.
- Қиштиқлини паритидан қелиди ПОН-1 ГОСТ 481-80.
- Машинати узжис узжислар.
- Қиштиқ ГОСТ 15122-79 иштиқда пратиған.



| Иштиқли | Белгилениши | Номи | С/и | Мас/и са/и | Материалниги | Узжис |
|---------|-------------|-------------------------|-----|------------|--------------|-------|
| 1 | | Иштиқли қамери | 1 | | | |
| 2 | | Қоғоқ | 2 | | | |
| | | Биллиқлири ГОСТ 7798-70 | | | | |
| 3 | | М 20x95.46.05 | 64 | | Ст. 20 | |
| 4 | | М 20x50.46.05 | 32 | | Ст. 20 | |
| 5 | | М 12x30.46.05 | 4 | | Ст. 20 | |
| | | Гийкалар ГОСТ 5915-70 | | | | |
| 6 | | М 20.5.05 | 36 | | Ст. 10 | |
| 7 | | М 12.5.05 | 4 | | Ст. 10 | |

| | | | | | | |
|--------------|---------|---------|-----|------------|--------------|-------|
| 60 00.000 00 | | | | | | |
| Узжис | № Узжис | Иштиқли | С/и | Мас/и са/и | Материалниги | Узжис |
| Иштиқли | | | | | | |
| Иштиқли | | | | | | |
| Иштиқли | | | | | | |
| Иштиқли | | | | | | |
| Иштиқли | | | | | | |



Штуцерлар жадвали

| Белги-лаши | Номи | С ₀ | Шартли ўтми D, мм | Шартли босим P, МПа |
|------------|--------------------------|----------------|-------------------|---------------------|
| Б | Толуқнинг кирishi | 1 | 200 | 0,6 |
| В | Толуқнинг чиқиши | 1 | 200 | 0,6 |
| Г | Штабувчи буғиниң кирishi | 1 | 200 | 0,6 |
| Д | Ковдскашнинг чиқиши | 1 | 200 | 0,5 |
| Е | Антиферри билан боғлашни | 1 | 25 | 0,6 |

Техник хуроқтеристика

| Кўрсаткичлар | Труба канали | Трубалараро бўшлиқ |
|--------------|---|--------------------|
| М | Муҳит номи | Толуқ |
| у | Захарлилик | захарли |
| х | Портловчанлиги | портловчан |
| и | Агрессивлиги | агрессив |
| т | Температура, °С | 110 |
| | Ишчи босим, МПа | 0,2 |
| | Куршманинг ҳажми, м ³ | 0,36 |
| | Иссиқлик шимачилиги юзаси, м ² | 49 |

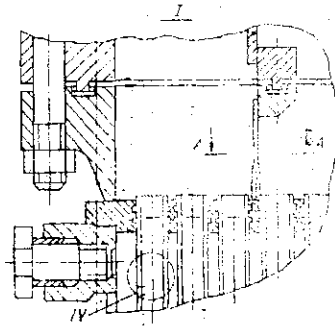
Техник талаблар

- Куршман УЭР Давлат техник нazorат қўмитаси қошуларига тўғри (мос) келиши керак.
- Куршман тавриши, шунинг ва манзилга етказиб беришда қўйидаги талаблар бажарилиши керак:
 - ГОСТ 12.2.003-74 «Ишлаб чиқариш ускуналари. Хавфсизлик бўйича умумий талаблар»;
 - ОСТ 26-291-79 «Пуштондан йиғма қуршман ва иддилар. Техник талаблар.»
- Бензол сўқилган девор материали - пўлат Х18Н10Г ГОСТ 5632-72, қолганлариники эса Ст.3 ГОСТ 380-71.
- Муштақамлик ва зилланиш синовлари қўйидаги гидравлик босимда текширилади:
 - трубалараро бўшлиқ - 0,6 МПа;
 - труба каналлари - 0,3 МПа.
- Пайванд чоклари ОСТ 26-01-82-77 «Қимм матиона-соллида пайвандлаш» га мос келиши керак.
- 100% чоклар реланген нури ёрдамида текширилиши шарт.
- Қисқармалар перининдан ишалади ПОН-1 ГОСТ 481-80.
- Мильвумен сув илчамлар.
- Чаши ГОСТ 15122-79 асосида яратилган.

| Ш-лаштириши | Номи | Со | Мас | Мате-риалини номи ва маркиси | Эс-лат-ма |
|-----------------------|------------------|----|-----|------------------------------|-----------|
| 1 | Ишталоғчи камера | 1 | | | |
| 2 | Копқоқ | 2 | | | |
| Элтишлар 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 | |

00.00.000 В0

| Уш-лис-Драфт-Текшир-Тазкир-Тасдиқ | № | Хужжат | И.И.С | Сана | Линга комиссия-торчи, «новатка» турбачи сиваридор ташкили Ушмай қуршман | Адиб | Мас | Мас |
|-----------------------------------|---|--------|-------|------|---|------|-----|-----|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



II Сувоқ элтишчи билан

III Буғиниң иссиқлик элтишчи билан

Сувоқчи планкалар

Тусиқ

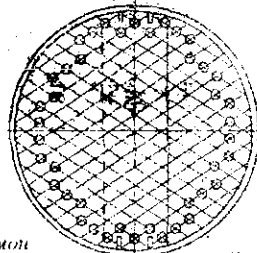
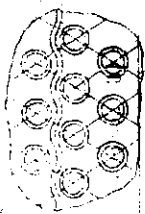
Тусиқ

Зичловчи лента

Сувоқчи планкалар

А-А

Б-Б



Халқасимон турбулизаторли вариант

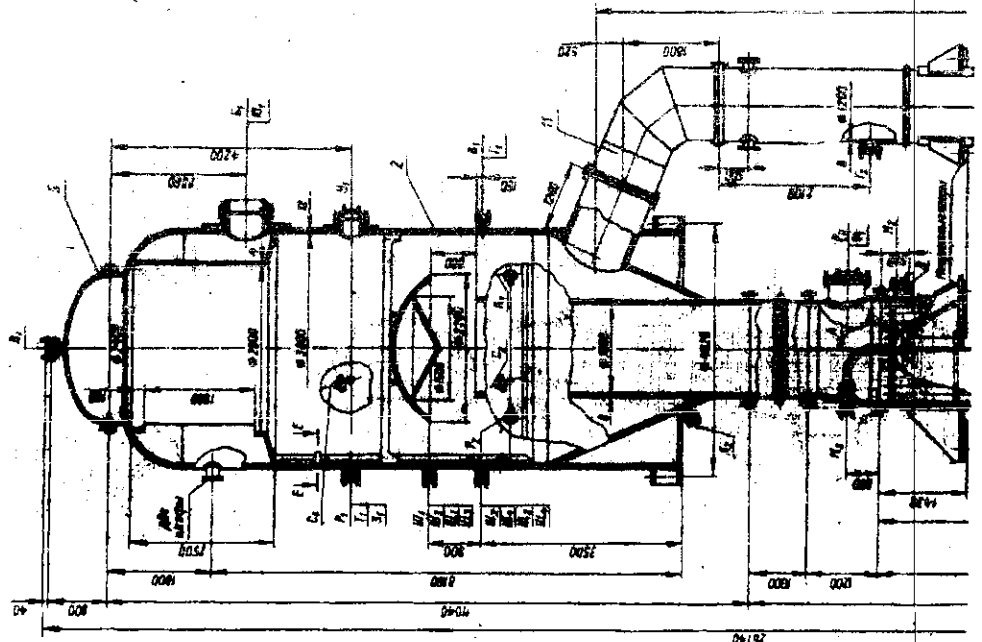
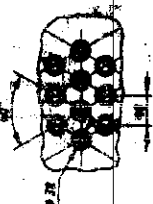
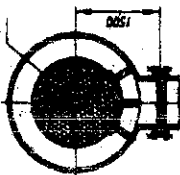
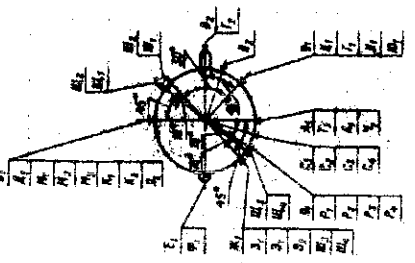
IV

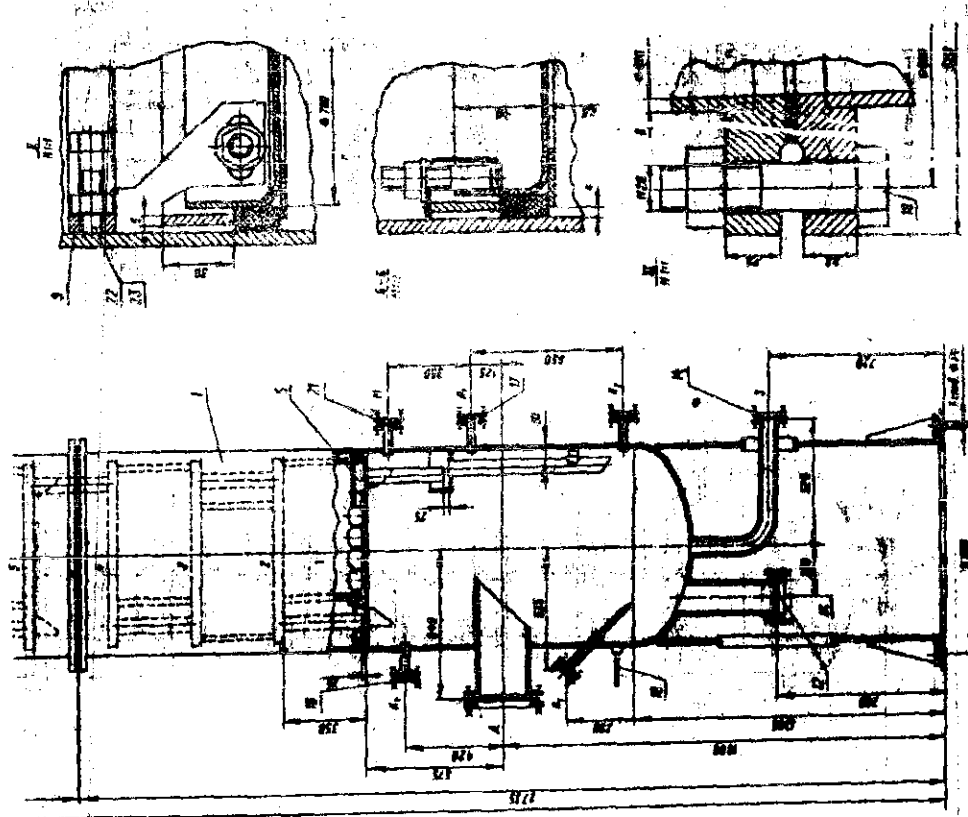
Халқасимон турбулизаторли вариант

Штурмерлар жабдижи

| Бса- гва- наши | Номинаши | Со- ни | Шур- м. м.м. | Шур- м. м.м. | Шур- м. м.м. |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A1 | Испытательный стенд | 1 | 800 | 0,6 | 0,6 |
| B1 | Испытательный стенд | 1 | 1200 | 0,6 | 0,6 |
| B1.2 | Экспериментальный стенд | 2 | 150 | 0,6 | 0,6 |
| T1.2 | Экспериментальный стенд | 1 | 150 | 0,6 | 0,6 |
| Ц1 | Кондукторный чекан | 1 | 125 | 0,6 | 0,6 |
| F1 | Устройство | 1 | 80 | 0,6 | 0,6 |
| Ж1 | Юшка учун | 1 | 100 | 0,6 | 0,6 |
| И1 | Юшка учун | 1 | 125 | 0,6 | 0,6 |
| И1.2 | Устройство | 2 | 40 | 0,6 | 0,6 |
| М1.2 | Модельная установка | 2 | 100 | 0,6 | 0,6 |
| М1.3 | Сувьяк чаканы | 2 | 65 | 0,6 | 0,6 |
| М1.3 | Пухляк чаканы | 2 | 50 | 0,6 | 0,6 |
| П1 | Аппаратура | 1 | 50 | 2,5 | 2,5 |
| P1.4 | Контроль температуры учун | 4 | 50 | 2,5 | 2,5 |
| С1.4 | Съемная установка учун | 4 | 50 | 2,5 | 2,5 |
| У1 | Материал учун | 1 | 500 | 0,6 | 0,6 |
| Ф1 | Диск | 1 | 500 | 0,6 | 0,6 |
| Ц1 | Диск | 1 | 500 | 0,6 | 0,6 |
| Ц1 | Диск | 1 | 500 | 0,6 | 0,6 |
| Ш1.4 | Кухонная установка | 4 | 125 | 0,6 | 0,6 |
| Ш1.4 | Юшка учун | 4 | 20 | 0,6 | 0,6 |
| Ш1.2 | Самолетная установка учун | 2 | 20 | 0,6 | 0,6 |
| Ю1 | Безопасная установка учун | 1 | 100 | 0,6 | 0,6 |

- Техническая характеристика
1. Число турбин в установке - 12%
 2. Число турбин в установке - 12%
 3. Число турбин в установке - 12%
 4. Число турбин в установке - 12%
 5. Число турбин в установке - 12%
 6. Число турбин в установке - 12%
 7. Число турбин в установке - 12%





| Поз- воья | Виды | Наим | См. Масса, кг/1 шт | Материалы, прим. на выржкы | Факт, шт |
|--------------|------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------|
| 1 | | Куб | | ХНПНМЭП | |
| 2 | | Дерво | | См. 3 | |
| 3 | | Дерво | | ХНПНМЭП D=200 | |
| 4 | | Коргок | | ХНПНМЭП D=125 | |
| 5 | | Коргок | | ХНПНМЭП D=50 | |
| 6 | | Коргок | | ХНПНМЭП D=40 | |
| 7 | | Коргок | | ХНПНМЭП D=25 | |
| 8 | | Шпнгер | | ХНПНМЭП D=25 | |
| 9 | | Бл. валик, выжкы | | ХНПНМЭП D=30 | |
| 10 | | Кольо | | | |
| 11 | | Ф. валик | | | |
| 12 | | Ф. валик | | | |
| 13 | | Ф. валик | | | |
| 14 | | Ф. валик | | | |
| 15 | | Ф. валик | | | |
| 16 | | Ф. валик | | | |
| 17 | | Ф. валик | | | |
| 18 | | Кольо | | | |
| 19 | | ГОСТ 798-70 М70x80x58 | | См. 15 | |
| 20 | | М70x50x58 | | См. 15 | |
| 21 | | М70x40x58 | | См. 15 | |
| 22 | | М70x35x58 | | См. 15 | |
| 23 | | ГОСТ 5918-70 Горгок М70x58 | | ХНПНМЭП | |

| | | | |
|--------------|--------------|-----------|-------|
| 00.00.000.09 | | | |
| Автом. | В. Уд. валик | Уд. валик | Масс. |
| Эксперт | Проект | Уд. валик | Масс. |
| Проект | Уд. валик | Уд. валик | Масс. |
| Уд. валик | Уд. валик | Уд. валик | Масс. |

Штумерлар жабдаты

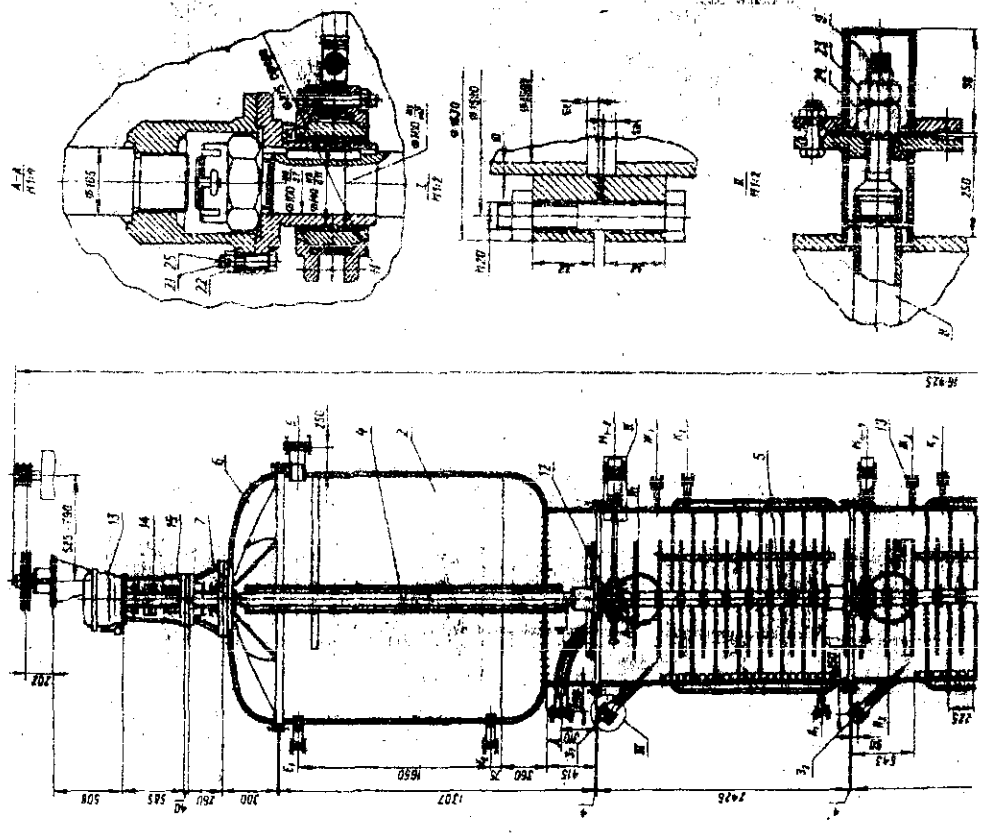
| Булалык кылашы | Ички аты | Со-ну | Шартагы учуна D, м | Шортун басымы Р, МПа |
|----------------|----------------|-------|--------------------|----------------------|
| А | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Б | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| В | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Г | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Д | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Е | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Ж | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| З | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| И | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| К | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Л | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| М | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Н | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| О | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| П | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Р | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| С | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Т | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| У | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Ф | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Х | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Ц | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Ч | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Ш | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Щ | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Ъ | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Ы | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Э | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Ю | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |
| Я | Булалык кылашы | 1 | 100 | 0,6 |

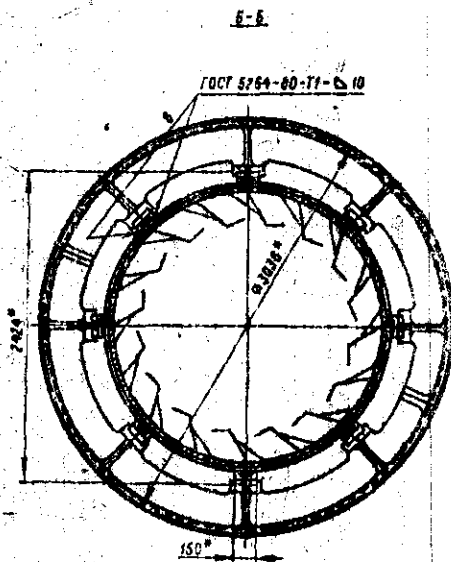
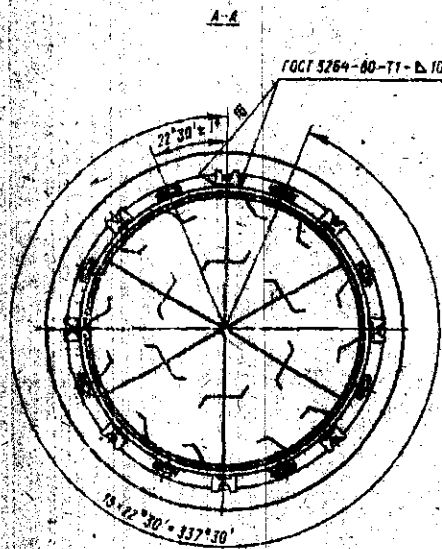
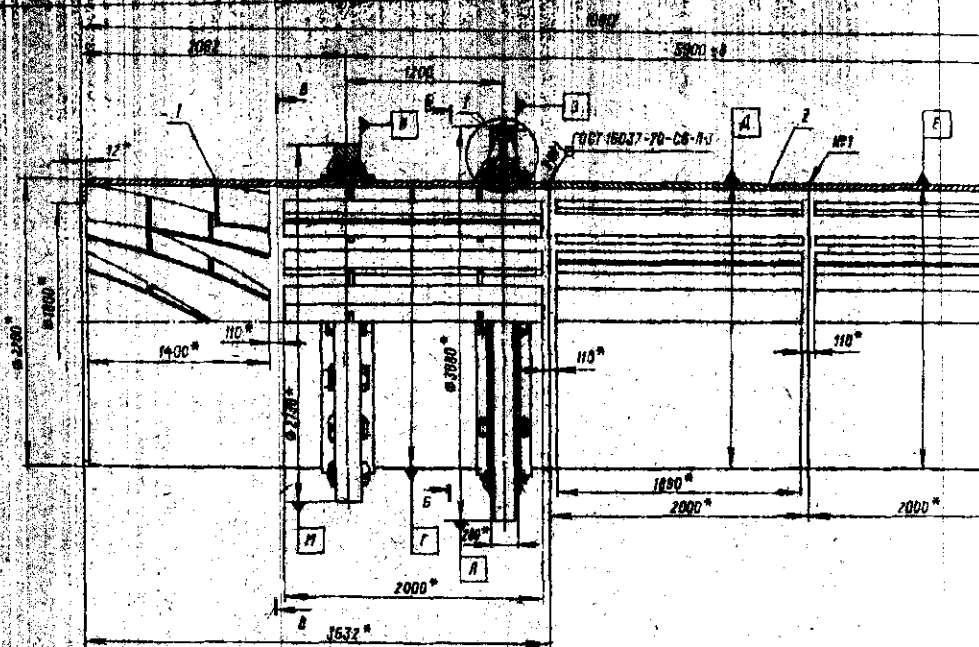
Техник характеристика
 1. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
 2. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
 3. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
 4. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
 5. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
 6. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
 7. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
 8. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында

1. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
2. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
3. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
4. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
5. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
6. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
7. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
8. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында

Техник таламдар

1. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
2. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
3. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
4. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
5. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
6. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
7. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында
8. Курылымы учу шортунго таркыбында сум ердында





«ТАСЛИКЛАЙДАН»

Кафедра муҳаррифи
проф. Нурмухамедов Х.С.
2000 й.«Кимёвий технология
жараёнлари ва қурилма-
лари» кафедраси«КИМӨВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ЖАРАЁНЛАРИ ВА ҚУРИЛМАЛАРИ»
фанидан

КУРС ЛОЙИХА

Факультет _____ Гуруҳ _____ Талаба _____
Раҳбар _____

ТОПШИРИК

1. _____
_____ лойиҳа ишлаб чиқилсин

2. Бошланғич маълумотлар _____

3. Лойиҳани бажариш унун адабиётлар:

а) Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию; Под. ред. Ю.И.Дытнерского - М.: Химия, 1983. - 272с.

б) Юсулбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Исмагуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг жараён ва қурилмалар фанидан ҳисоблар ва мисоллар. - Т.: Нисим, 2000. - 351 бет.

в) Кувшинский М.Н., Соболева А.П. Курсовое проектирование по предмету «Процессы и аппараты химической промышленности» - 2 е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1980. - 223с.

4. Чизма қисмининг ҳажми: 1,5 - 2 ватман қоғози

а) Асосий қурилма қирқимда 2-3 проекцияда М 1:10, 1:25, 1:50 масштабда

б) Ҳақиқатда курсатмасига биноан асосий бўлақлар М 1:1, 1:2 масштабда

5. Тушунтириш хатининг ҳажми: 25-30 бетдан кам бўлмаслиги ва таркибига қуйидагилар кириши керак:

Кириш. Мўддий ва несиқлик баланс ҳисоби, Технологик, гидравтик, механик ва конструктив ҳисоблар. Ёрдамчи қурилма ва ускуналар ҳисоби. Адабиётлар рўйхати урнатилган тартибда.

6. Қўшимча талаб ва курсатмалар - ҳамма ҳисоблар СИ халқаро системасида олиб борилсин.

7. Чизма ва лойиҳа топшириш муддати

| | 1 | 2 | 3 | 4 | Тушунтириш хати | Химия |
|-------------|---|---|---|---|-----------------|-------|
| Режа буйича | | | | | | |
| Ҳақиқатда | | | | | | |

Раҳбар

АДАБИЁТЛАР

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1971. - 750 с.
2. Салимов З., Тўйчиев И.С. Кимёвий технология процесслари ва аппаратлари. - Тошкент: Уқалувчи, 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 озик-овкат сановтларининг қараёнлари ва қурилмалари фанидан ҳисоблар ва мисоллар. - Тошкент, Nisim, 2000. - 351 б.
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1981. - 576 с.
6. Основные процессы и аппараты химической технологии / Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. и др. Под ред. проф. Ю.И. Дытнерского. - М.: Химия, 1991. - 494 с.
7. Стабников В.Н. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств / Под ред. проф. Стабникова В.Н. - Киев: Вища школа, 1982. - 199 с.
8. Стахеев И.В. Пособие по курсовому проектированию процессов и аппаратов пищевых производств. - Минск: Высшая школа, 1975. - 286 с.
9. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств / Под ред. проф. Гребенюк С.М. - М.: Агропромиздат, 1987. - 304 с.
10. Кувшинский М.Н., Соболева А.П. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химических производств. - М.: Высшая школа, 1980. - 223 с.
11. Зайчик Ц.Р. Сборник задач по расчетам оборудования винодельческого производства. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 200 с.
12. Масликов В.А. Примеры расчетов оборудования производства растительных масел. - М.: Пищепромиздат, 1959. - 226 с.
13. Нурмухамедов Х.С., Сагитов А.М., Салимов З.С., Класен 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., Филишов В.И., Фролов С.В. Консервирование пищевых продуктов холодом (Термофизические основы). - М.: Колос, 1999. - 176 с.
15. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировом производстве / Под ред. проф. Ржекина В.П., Сергеева А.Г. - Л.: ВНИИЖ, 1969. - т.V. - 502 с.
16. Гинзбург А.С., Громов А.А. Термофизические характеристики картофеля, овощей и фруктов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 338 с.
17. Чубик И.А., Маслов А.М. Справочник по термофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. - М.: Пищевая промышленность, 1970. - 120 с.
18. Термотехнический справочник. - М.: Энергия, 1972. - т.2. - 896 с.
19. Варгафтик Н.Б. Термофизические свойства веществ. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1956. - 368 с.

20. Черкив В.С. Теплопроводность промышленных материалов. - М.: Машиностроение, 1987. - 372 с.
21. Нурмухамедов Х.С. Научные основы создания энергетически эффективных способов и аппаратов для сушки и гранулирования зернисто-волоконистых материалов // Дис. докт. техн. наук, Ташкент. ТашХТИ, 1993. - 440 с.
22. Нурмухамедов Х.С., Протопопов Л.С., Шарипов Ш.П. и др. Удельная теплоемкость ядра и кожуры семян хлопчатника в интервале температур 175-450К // Узбекский химический журнал, 1990. - №2. - С.29-32.
23. Нурмухамедов Х.С., Салимов З.С., Хайридинов Х.А., Классен П.В. Теплофизические свойства зернисто-волоконистых материалов в интервале температур 175-450К // ИФЖ, 1991. - т.61. - №6. - С.988 - 992.
24. Нурмухамедов Х.С., Туйчиев И.С., Закирова Н.С. Эффективная теплопроводность многослойных деформирующихся тел неправильной формы // Труды 1-ой Российской Национальной конференции по теплообмену. - М.: 1994. - т.10. - ч.2. - С.66-68.
25. Нурмухамедов Х.С., Нигмаджанов С.К., Шарипов Ш.П., Сагитов А.М., Салимов З.С. Расчет скорости начала псевдооживления зернисто-волоконистых материалов // ТОХТ, 1990. - т.25. - №4. - С.588 - 591.
26. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. - М.: Энергия, 1977. - 424 с.
27. Рекус Г.Г. Электропривод и электрическое оборудование предприятий химической промышленности. - М.: МХТИ, 1971. - 292 с.
28. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической нефтехимической технологии. - М.: Химия, 1987. - 496 с.
29. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селиверстов В.Н. Справочник по теплообменным аппаратам. - М.: Машиностроение, 1989. - 366 с.
30. Домашнев А.Д. Конструирование и расчет химических аппаратов. - М.: ГосНТИМЛ, 1961. - 624 с.
31. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. - Л.: Машиностроение, 1970. - 468 с.
32. Справочник химика. - М.-Л.: Химия, 1966. - т.3. - 544 с.
33. Колонные аппараты. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1978. - 31 с.
34. Грейбал Р. Жидкостная экстракция // Пер. с англ. - М.: Химия, 1966. - 724 с.
35. Laddha G.S., Degaleesan T.E. Transport phenomena in liquid extraction. - New Deili, 1976. - 487 p.
36. Поникаров И.И., Перельгин О.А., Доронин В.Н., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств. - М.: Машиностроение, 1989. - 368 с.
37. Пинчук Л.С., Струк В.А., Мышкин Н.К., Свириденко А.И. Материаловедение и конструкционные материалы. - Минск, Выпэйшая школа, 1989. - 461 с.
38. Вакуумные насосы. Каталог - справочник. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1970. - 63 с.

39. Сушильные аппараты и установки. Каталог - справочник - М.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 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.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 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.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1988. - 51 с.
50. Каталог - справочник. Пластинчатые теплообменные аппараты. - М.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1983. - 89 с.
51. Роторно-пластинчатые испарители. Каталог - справочник. - М.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 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.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1968. - 25 с.
55. Атмосферные сушилки. Каталог - справочник. - М.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1965. - 86 с.
56. Теплообменники пластинчатые, разборные общего назначения. Каталог - справочник. - М.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1967. - 24 с.
57. Трубчатые теплообменные аппараты из фторопласта. Каталог - справочник. - М.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 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 проектирования химических установок. - М.: Высшая школа, 1982. - 304 с.
61. Зокиров С.Г., Цой В.И., Мүминов А.М., Гадаган В.В. Зокиров И.И. Исследование теплообмена и гидравлического сопротивления в горизонтально расположенных трубах с искусственными трубулизаторами. Тру-

ды первой Российской конференции по теплообмену. Москва, 1994. - с. 700-703.

62. Tsoi V.I., Galagan V.V., Zokirov I.P. and Karimov K.F. Study of heat transfer enhancement at film condensation of substance vaporous of the outer surface of horizontal rolled tubes/Proc. 1st Russian National Conference on Heat Transfer. Heat Transfer Enhancement, Moskva, 1994. -Vol.8 - 218-221 p.

63. Dreitser G.A., Zokirov S.G. and Likin V.V. Visualization of condensation of binary vapour mixtures on turbulator - provided surface. Second All-Union Conference on Heat Transfer and Hydrogasdynamics of Boiling and Condensation Processes, Book of Abstracts, Riga: Riga polytechnic Institute Press, 1988. - Vol.16 - 158-159 p.

64. С.Г. Закиров, К.Д. Каримов. Интенсификация теплообмена в каналах при течении вязких жидкостей // Узбекский хим. журнал, 1997. - №5. - 55 с.

65. С.Г. Закиров, К.Д. Каримов. Интенсификация теплообмена в каналах при течении вязких жидкостей // Узбекский хим. журнал, 1997. - №6. - 55 с.

66. С.Г. Закиров, К.Д. Каримов, Т. Саттаров. Применения двухмерной шероховатости для увеличения теплоотдачи вязкой среды. Вторая Российская Национальная Конференция по теплообмену, Москва, Издательство МЭИ, 1998. - том 6. - 389 с.

67. Химические аппараты из алюминия. Каталог - справочник. -М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1967. - 108 с.

68. Сушильные аппараты и установки. Каталог - справочник. -М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1988. - 63 с.

69. ТУ 26-02-753-83. Аппараты теплообменные из титана повышенной тепловой эффективности. - Чирчик: УЗБЕКХИММАШ, 1990. -32 с.

70. ТУ 26-02-925-81. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и температурным компенсатором на кожухе повышенной тепловой эффективности. - Чирчик: УЗБЕКХИММАШ, 1990. - 57 с.

71. Hu S., Kintner R.C. // AIChE Journal, 1995. v.1. -№ 1. -p. 42-48

72. Классев 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 вышарные.

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 систем.
88. ГОСТ 2.793-79. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств.
89. ГОСТ 2.721-74. Обозначения общего применения.
90. ГОСТ 21.106-78. Обозначения трубопроводов санитарно-технических систем.
91. ГОСТ 2.784-70. Элементы трубопроводов.
92. ГОСТ 2.785-70. Арматура трубопроводов.
93. ГОСТ 6533-78. Днища эллиптические.
94. ОСТ 26-427-80. Фланцы камерные.
95. ОСТ 26-840-73. Фланцы штуцеров.
96. ГОСТ 12619-78. Днища коническая.
97. ОСТ 26-2000-83 ... ОСТ 26-2015-83. Люки.
98. ОСТ 26-665-79. Опоры греющих камер.
99. ГОСТ 13716-73. Строповые устройства.

Юсулбеков Нодирбек Рустамбекович
Нурмухамедов Хабибулла Саъдуллаевич
Исматуллаев Патхилла Рахматович
Зокиров Санат Гапурович
Майнонов Улугбек Васиқович

Ўзбек тилида

Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг
асосий жараёни ва қурилмаларининг
ҳисоблаш ва лойиҳалаш

(Ўқув қўлланма)

Базий муҳаррир
Техник муҳаррир
Мусахҳих
Расмлар муҳаррирлари

Қ. А. Аҳмеров
Х. О. Хайридинов
О. Х. Ёқубов
Ж. Илҳомов
А. Ш. Абдуллаев



Босишга руҳсат этилди. 24.08.2000 й.

Босма табоғи 16,6. Адади 900.

Буюртма № 31

«Жаҳон» ахборот агентлиги босмаҳонасида босилди.
Тошкент ш. Ўзбекистон кўчаси, 9