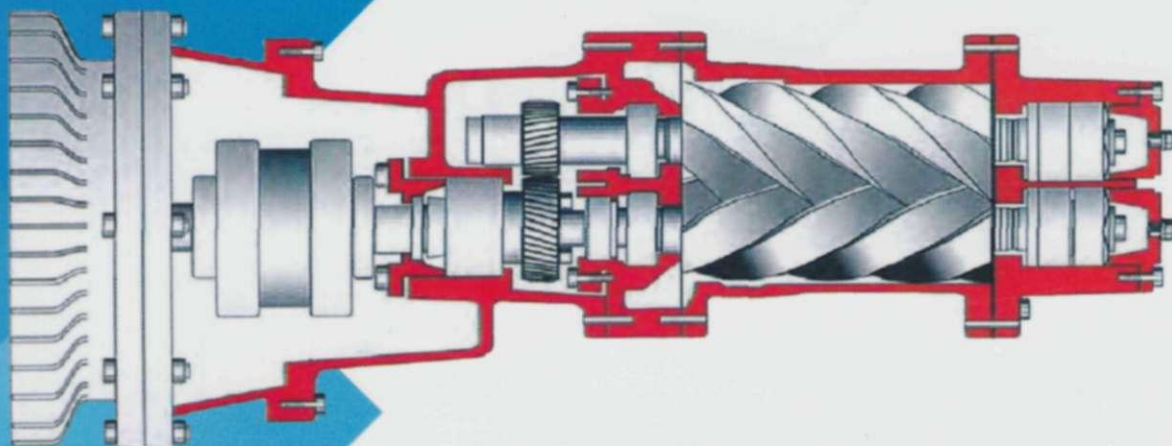




*Олий ўқув  
юртлари  
учун*

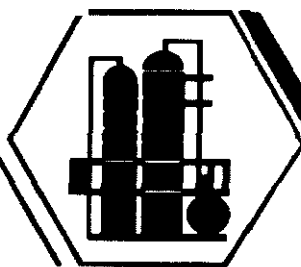
# **ГИДРО- ВА МЕХАНИК ҚУРИЛМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ**



30.123.873

Г-45

485a



Олий ўқув  
юртлари  
учун

# ГИДРО- ВА МЕХАНИК ҚУРИЛМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта  
махсус таълим вазирлиги томонидан олий  
ўқув юртлари учун ўқув қўлланма  
сифатида тавсия этилган

*проф. Нурмухамедов Ҳ.С. тахририяти остида*

Тошкент – 2021

**УЎК 622.271.325(075)**

**КБК 30.123**

**Г-45**

**Нурмухамедов Х.С., Равичев Л.В., Абдуллаев А.Ш., Аннаев Н.А., Бабаев З.К., Джўраев Х.Ф., Закирова Н.С., Матчонов Ш.К., Тожиев Р.Ж., Усманов Б.С., Худойбердиева Н.Ш., Сафаров Ж.Э., Султонов Ж.В., Шеркўзиев Д.Ш. Гидро- ва механик қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш. – Т.: ИLMIU -TEKNIKA AXBOROTI - PRESS NASHRIYOTI, 2021. - 354 бет.**

**ISBN-978-9943-5717-6-1**

Ушбу ўқув қўлланмада кимёвий технологиянинг гидромеханик ва механик жараёнлари, уларнинг қисқа назарияси ва типик қурилмалар конструкциялари, ҳамда уларни ҳисоблаш кетма-кетлиги баён этилган.

Мазкур ўқув қўлланма ва 5111000 - «Қасб таълими», 5310100 - «Энергетика»; 5310900 - «Метрология, стандартлаштириш ва маҳсулот сифати менежменти»; 5311000 - «Технологик жараён ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва бошқариш»; 5314500 - «Ёғочни қайта ишлаш саноати машина ва жиҳозлари»; 5314700 - «Озиқ- овқат саноати машина жиҳозлари»; 5314900- «Совитиш, криоген техникаси ва мўътадиллаш тизимлари машина ва агрегатлари», 5320300 - «Технологик машина ва жиҳозлар»; 5320400 - «Кимёвий технология»; 5320500 - «Биотехнология»; 5321000-«Озиқ-овқат технологияси»; 5321300 - «Нефть ва нефть-газни қайта ишлаш технологияси»; 5321400 - «Нефть-газ-кимё саноати технологияси»; 5321800 - «Резинотехник маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияси»; 5322600 - «Виночилик технологияси»; 5322200 - «Газни чуқур қайта ишлаш технологияси»; 5322300 - «Пластмассани қайта ишлаш технологияси»; 5322400 - «Ёғлар, эфир мойлари ва парфюмерия-косметика маҳсулотлари технологияси»; 5322700 - «Консервалаш технологияси»; 5322800 - «Функционал овқатланиш ва болалар маҳсулотлари технологияси»; 5610100 - «Хизматлар соҳаси», 5630100 - «Экология ва атроф-муҳит муҳофазаси»; 5640200 - «Меҳнат муҳофазаси ва техника ҳавфсизлиги», ҳамда бошқа кимё, нефть-газ ва озиқ-овқат технология ва қурилмалари йўналишлари ва мутахассисликларида таълим олувчи бакалавр ва магистрантларга, ушбу саноатлар технолог ва инженер-техник ходимлари, докторантларига муҳандислик соҳасида билим ва кўникмалар берувчи китоб сифатида тавсия этилади.

**Китобда 132 та жадвал, 149 та расм ва 57 та адабиётлар келтирилган.**

**УЎК 622.271.325(075)**

**КБК 30.123**

**Такризчилар:**

- Тошкент кимё технология институти,  
техника фанлари доктори, профессор **А.У.ЭРКАЕВ**;
- ЎзЛИТИнефтегаз, техника фанлари доктори, профессор **Р.Ч. ЛИ**.

**ISBN-978-9943-5717-6-1**



© “Нурмухамедов Х.С.” - 2021

## МУНДАРИЖА

	Кириш . . . . .	7
1.	Жараён ва қурилмалар фанининг келиб чиқиши, мазмун ва моҳияти . . . . .	10
2.	Асосий технологик жараёнлар классификацияси . . . . .	11
<b>1 - боб. ГИДРАВЛИК ХИСОБ</b>		
1.1.	Суюқлик хоссалари ва ҳаракат режимлари . . . . .	14
1.2.	Асосий ҳисоблаш параметрлари . . . . .	16
1.3.	Қурилмаларни лойиҳалаш асослари . . . . .	17
1.4.	Трубаларнинг гидравлик қаршилигини ҳисоблаш . . . . .	18
1.5.	Трубаларнинг оптимал диаметрини ҳисоблаш . . . . .	20
1.6.	Насадкали қурилмалар гидравлик қаршилигини ҳисоблаш . . . . .	21
1.7.	Насос ва вентилятор ҳисоби . . . . .	23
1.8.	Икки фазага окимлар гидродинамик параметрларини ҳисоблаш . . . . .	37
1.9.	Газларни сиқиш ва узатиш . . . . .	42
<b>2 - боб. ГИДРОМЕХАНИК ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАР</b>		
	Турли жинсли системаларни ажратиш . . . . .	48
2.1.	Чўктириш . . . . .	48
2.2.	Филтрлаш . . . . .	52
2.3.	Центрифугалаш . . . . .	69
2.4.	Суюқлик билан ювиб тозалаш . . . . .	76
2.5.	Электр майдони таъсирида тозалаш . . . . .	78
2.6.	Газларни тозалаш жараёнини интенсификациялаш . . . . .	82
2.7.	Мавҳум қайнаш қатламининг гидродинамикаси . . . . .	84
<b>3 - боб. МЕХАНИК ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАР</b>		
3.1.	Қаттиқ жисмларни майдалаш . . . . .	87
3.2.	Майдалашнинг физик-механик асослари . . . . .	88
3.3.	Майдалагичлар конструкциялари . . . . .	92
3.3.1.	Жағли майдалагич . . . . .	99
3.3.2.	Конусли ва болғали майдалагичлар . . . . .	108
3.3.3.	Жували майдалагич . . . . .	114
3.3.4.	Шарли тегирмон . . . . .	117
3.4.	Сочилувчан материалларни классификациялаш . . . . .	124
3.4.1.	Элаклаш . . . . .	124
3.4.2.	Классификациялаш . . . . .	127
3.5.	Грануллаш ва грануляторлар конструкциялари . . . . .	127
<b>4 - боб. ГИДРОМЕХАНИК ҚУРИЛМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ</b>		
4.1.	Тиндиргич ҳисоби . . . . .	132
4.2.	Центрифуга ҳисоби . . . . .	133
4.3.	Барабанли вакуум-филтр-пресс ҳисоби . . . . .	147
4.4.	Ромли вакуум-филтр ҳисоби . . . . .	153
4.5.	Дискли вакуум-филтр ҳисоби . . . . .	157
4.6.	Лентали вакуум-филтр ҳисоби . . . . .	160
4.7.	Каруселли вакуум-филтр ҳисоби . . . . .	162
4.8.	Токчали чанг чўктириш камерасининг ҳисоби . . . . .	164
4.9.	Циклон ҳисоби . . . . .	166

4.10.	Батарейли циклон ҳисоби . . . . .	167
4.11.	Енгли филътр ҳисоби. . . . .	168
4.12.	Скруббер ҳисоби . . . . .	171
4.13.	Электр филътр ҳисоби . . . . .	176
4.14.	Аралаштиргич ҳисоби . . . . .	179
4.15	Сепаратор ҳисоби . . . . .	180

### **МЕХАНИК ҚУРИЛМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ**

4.16.	Жағли майдалагич ҳисоби . . . . .	192
4.17.	Болғали майдалагич ҳисоби . . . . .	195
4.18.	Жували майдалагич ҳисоби . . . . .	197
4.19.	Конусли майдалагич ҳисоби . . . . .	199
4.20.	Шарли тегирмон ҳисоби . . . . .	201
4.21.	Барабанли гранулятор ҳисоби . . . . .	204
4.22	Мавҳум кайнаш катламли гранулятор . . . . .	207
4.23.	Парракли аралаштиргич ҳисоби . . . . .	210

### **5 - боб. ҚУРИЛМА АСОСИЙ ҚИСМ ВА ДЕТАЛЛАРИНИНГ МЕХАНИК ҲИСОБИ**

5.1.	Технологик труба . . . . .	211
5.2.	Технологик трубалар шартли диаметри ва уларнинг стандарт қатори . . . . .	212
5.3.	Трубаларни танлаш . . . . .	213
5.3.1.	Труба кувурларининг ҳисоби . . . . .	215
5.4.	Трубаларни бирлаштирувчи деталлар . . . . .	219
5.5.	Арматура конструкциялари . . . . .	221
5.6.	Фланецли бирикма конструкциялари . . . . .	225
5.6.1.	Фланецли бирикма ҳисоби . . . . .	229
5.7.	Қистирма турлари ва материаллари . . . . .	231
5.8.	Обечайка калинлигининг ҳисоби . . . . .	233
5.9.	Днишче калинлигининг ҳисоби . . . . .	234
5.10.	Таянчлар ҳисоби . . . . .	235
5.11.	Тешикли панжара ҳисоби . . . . .	238
5.12.	Компенсатор ҳисоби . . . . .	238
5.13.	Барабан ҳисоби . . . . .	241
5.14.	Аралаштиргич ўқининг ҳисоби . . . . .	243
5.15.	Болт ва шпилька ҳисоби . . . . .	245
5.16.	Труба кувурларини синаш . . . . .	249
5.17.	Труба кувурларини эксплуатация қилиш . . . . .	249
5.18.	Қурилмаларни шамол юкламасига ҳисоблаш . . . . .	249
5.19.	Қурилмаларни сейсмик юкламага ҳисоблаш . . . . .	256
5.20.	Асосий конструкцион материаллар ва уларни танлаш . . . . .	258

### **6 - боб. КУРС ЛОЙИҲАНИ ГРАФИК БЕЗАШ**

6.1.	Тушунтириш хатининг таркиби . . . . .	275
6.2.	Курс лойиҳа график қисмининг таркиби . . . . .	275
6.3.	Умумий кўриниш чизмаларига қўйиладиган талаблар . . . . .	277

### **И Л О В А Л А Р . . . . . 280**

### **Қурилма ва машиналар конструкциялари**

Чизма 1.	Чўқтиргич . . . . .	281
----------	---------------------	-----

Чизма 2.	Центрифуга .....	282
Чизма 3.	Сепаратор. ....	283
Чизма 4.	Барабанли вакуум-фильтр .....	284
Чизма 5.	Ромли вакуум-фильтр .....	285
Чизма 6.	Дискли вакуум-фильтр .....	286
Чизма 7.	Лентали вакуум-фильтр .....	287
Чизма 8.	Циклон .....	288
Чизма 9.	Батарейли циклон .....	289
Чизма 10.	Энгли фильтр .....	290
Чизма 11.	Скруббер .....	291
Чизма 12.	Трубали электр фильтр .....	292
Чизма 13.	Пластинали электр фильтр .....	293
Чизма 14.	Жағли майдалагич .....	294
Чизма 15.	Конусли майдалагич .....	295
Чизма 16.	Жували майдалагич .....	296
Чизма 17.	Болғали майдалагич .....	298
Чизма 18.	Дезинтегратор .....	299
Чизма 19.	Дисмембратор .....	300
Чизма 20.	Шарли тегирмон .....	301
Чизма 21.	Элак .....	304
Чизма 22.	Классификатор .....	306
Чизма 23.	Аралаштиргич .....	307
Чизма 24.	Таъминлагич .....	308
	<b>Суюқлик, газ ва қаттиқ материалларнинг физик-механик ва иссиқлик хоссалари .....</b>	<b>309</b>
И0-жадвал	Ўлчов бирликлар орасидаги нисбатлар .....	310
И1-жадвал	Суюқлик ва сувли эритмалар зичликларининг температурага боғлиқлиги .....	312
И2-жадвал	Айрим суюқликларнинг зичлик $\rho$ лари .....	313
И3-жадвал	Сувнинг физик хоссалари .....	313
И4-жадвал	Ҳавонинг физик хоссалари .....	313
И5-жадвал	Айрим газларнинг физик хоссалари .....	314
И6-жадвал	Суюқлик ва сувли эритмалар ковушқоқлик $\mu$ коэффициентининг температурага боғлиқлиги .....	315
И7-жадвал	Суюқлик ва сувли эритмалар сиртий таранглиги $\sigma$ нинг температурага боғлиқлиги .....	316
И8-жадвал	Суюқлик ва сувли эритмалар иссиқлик ўтказувчанлик $\lambda$ коэффициентлари .....	317
И9-жадвал	$P_{абс}=1$ да газларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари ...	318
И10-жадвал	Суюқликларнинг ҳажмий кенгайиш $\beta$ коэффициентлари .....	318
И11-жадвал	Суюқлик ва сувли эритмалар ҳажмий кенгайиш $\beta$ коэффициентининг температурага боғлиқлиги .....	318
И12-жадвал	Атмосфера босимида қайнайдиған айрим сувли эритмалар концентрациялари .....	319
И13-жадвал	Температуралар $-20$ дан $+100^{\circ}\text{C}$ гача ўзгарганда тўйинган сув буғининг босими .....	320
И14-жадвал	$P_{абс}=1$ да айрим бинар системалар учун суюқлик ва буғнинг мувозанат таркиблари .....	321
И15-жадвал	Тўйинган сув буғи хоссаларининг температурага боғлиқлиги .....	321
И16-жадвал	Айрим суюқликларнинг ўртача солиштирма иссиқлик сифимлари ..	322
И17-жадвал	Айрим суюқликларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари	323

И18-жадвал	Сууюкликларнинг иссиқлик сигимларини аниқлаш номограммаси . . .	324
И19-жадвал	Сууюкликлар учун $Pr$ критерийсининг қийматлари . . . . .	325
И20-жадвал	Айрим органик сууюкликларнинг физик хоссалари . . . . .	325
И21-жадвал	Метал ва қотишмаларнинг зичлиги $\rho$ ва иссиқлик ўтказувчанлик $\lambda$ коэффициентлари . . . . .	326
И22-жадвал	Иссиқлик бериш $\alpha$ коэффициентининг тахминий қийматлари . . . .	327
И23-жадвал	Иссиқлик элткичларнинг тавсия этиладиган тезликлари . . . . .	327
И24-жадвал	Труба ички юзасининг нисбий ғадир-будурликлари . . . . .	327
И25-жадвал	Маҳаллий гидравлик қаршилик коэффициент $\xi$ лари . . . . .	327
И26-жадвал	20x2 мм трубали ТН иситкич ва ХН совуткичларининг асосий характеристикалари . . . . .	328
И27-жадвал	25x2 мм трубали ТН, ТК иситкич ва ХН, ХК совуткичларининг асосий характеристикалари . . . . .	328
И28-жадвал	25x2 мм трубали ИН, ИК буғланиш ва КН, КК конденсаторларнинг асосий характеристикалари . . . . .	329
И29-жадвал	Иссиқлик алмашилиш қурилмаларига қўйиладиган талаблар . . . . .	330
И30-жадвал	Қобик трубали иситкич штуцерларининг шартли диаметрлари . . . .	330
И31-жадвал	Қобик трубали иситкичда сегмент тўсиқлар сони . . . . .	331
И32-жадвал	Пўлатлар учун рухсат этилган кучланишлар . . . . .	331
И33-жадвал	Айрим қаттиқ материаллар зичлиги $\rho$ . . . . .	333
И34-жадвал	40°C да айрим сувли эритмалар зичлиги $\rho$ . . . . .	335
И35-жадвал	Нормал шароитда айрим газ ва буғларнинг физик-кимёвий хоссалари . . . . .	336
И36-жадвал	Турли температураларда газ ва буғларнинг қовушқоқлик $\mu$ коэффициентлари . . . . .	
И37-жадвал	Труба девори абсолют ғадир-будурлиги $\Delta$ нинг ўртача қийматлари	339
И38-жадвал	Маҳаллий қаршиликлар $\xi$ коэффициентлари . . . . .	340
И39-жадвал	Турли техник материалларнинг физик хоссалари . . . . .	344
И40-жадвал	Конструкция материалларнинг иссиқлик ўтказувчанлик $\lambda$ коэффициентлари . . . . .	346
И41-жадвал	Сууюклик ва сувли эритмаларнинг иссиқлик ўтказувчанлик $\lambda$ коэффициентлари . . . . .	347
И42-жадвал	Газ ва буғларнинг иссиқлик ўтказувчанлик $\lambda$ коэффициентлари . .	348
И43-жадвал	Девор юзаси ифлосликларининг иссиқлик ўтказувчанлик $\lambda$ коэффициентларининг ўртача қийматлари . . . . .	349
И44-жадвал	Сууюклик ва сувли эритмаларнинг температура таъсирида ҳажмий кенгайиш $\beta$ коэффициентлари . . . . .	350
	<b>АДАБИЁТЛАР</b> . . . . .	<b>351</b>

## КИРИШ

Кимё саноатида ҳар хил жараёнлар содир бўлади. Бунда бошланғич материалларда чуқур кимёвий айланишлар рўй бериб, унинг агрегат ҳолати, ички тузилиши ва моддалар таркиби туб ўзгаришлари билан кечади.

Ватанимиз иктисодиёти учун малакали мутахассислар тайёрлашда «Кимёвий технология жараён ва қурилмалари» фанининг ўрни алоҳида.

Бу фан талабаларга умуммуҳандислик фани бўлиб, мутахассислик фанларини чуқур ўзлаштиришга, жараён ва қурилмаларнинг самарадорлигини ошириш ва технологик қурилмалардан унумли фойдаланиш мумкинлигини ўргатади.

Кимёвий реакциялар кимё технология жараёнларининг асосий таркибий қисми бўлиб, ўз ичига физик (шу жумладан механик) ва физик-кимёвий жараёнларни ҳам қамраб олган. Юқорида қайд этилган жараёнларга: суюқлик ва қаттиқ материалларни узатиш, майдалаш ва классификациялаш, газларни сиқиш ва узатиш, газсимон ва суюқлик турли жинсли системаларни ажратиш, суюқликларни аралаштириш, уларни иситиш ва совитиш, эритмаларни буғлатиш, газ ва суюқлик аралашмаларини абсорбция, адсорбция, ректификация ва экстракциялаш, нам материалларни қуриштириш ва тўйинган эритмаларни кристаллаш қабилар қиради. Исталган жараённи олиб бориш учун усул ва қурилмани тўғри танлаш ишлаб чиқаришнинг самарадорлиги ва рентабеллигини белгилайди.

Ушбу китобда қурилмаларни гидравлик, механик ва конструктив ҳисоблашларни бажаришнинг кетма-кетлиги келтирилган. Унда насос, компрессор, циклон, фильтр, скруббер, центрифуга, аралаштиргич, майдалагич, классификаторлар конструкциялари, ҳамда элементлари (днишче, обечайка, фланец, таянч ва бошқалари) нинг мукамал ҳисоблаш усуллари келтирилган.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида» 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли ва Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг “Олий таълим муассасаларини ўқув адабиётлари билан таъминлаш тўғрисида” 2018 йил 10 октябрдаги 816-сонли қарорларида илғор жаҳон тажрибалари асосида янги авлод дарслик, ўқув қўлланмалари яратилиши, ҳамда даврий нашрлар билан тизимли таъминлаш таъкидланган ва ушбу қарорлар жуда катта аҳамиятга эга.

Охирги йилларда кимё, нефть ва газни қайта ишлаш ҳамда бошқа саноатларда туб ўзгаришлар рўй бериб, янги технологиялар амалда қўлланиб, жадал суръатлар билан ривожланмоқда. Бундай ўзгаришлар газларни қайта ишлаш технологияси, жараён ва қурилмалар аҳамиятини юқори даражага кўтарилишига сабабчи бўлди.

Иктисодиётнинг муҳим бўлган: автомобилсозлик, авиация, асбобсозлик, машинасозлик, электроника, қурилиш, замонавий хўжалик анжомлари ва бошқа соҳаларидаги техник юксалишнинг асоси – замонавий технология, самарадор қурилма ва машиналардир.

Тавсия этилаётган дарслик фаннинг тасдиқланган дастурига биноан тузилган бўлиб, талабаларнинг физика, кимё, математика, термодинамика, гидравлика, чизма геометрия, материаллар қаршилиги, механизм ва машиналар назарияси, техник чизмачилик, иссиқлик ва совитиш техникаси, кимёвий технология жараён ва қурилмалари ва бошқа фанлардан олган билимларини ҳисобга олган.

Мустақиллик даврида Ватанимизда бир неча йирик корхоналар: Шўртан газ-кимё мажмуаси, Қўнғирот сода заводи, Дехқонобод калийли ўғитлар заводлари ишга туширилди ва узлуксиз равишда маҳсулот чиқариб келмоқда. Ундан ташқари, мамлакатимизнинг Қорақалпоғистон ҳудудида дунёдаги энг йирик лойиҳалардан бири амалга оширилди, яъни



«Устьюрт газ-кимё мажмуаси» 2016 йили эксплуатацияга туширилди ва йилига 383 минг тонна полиэтилен ва 87 минг тонна полипропилен ишлаб чиқармоқда.

Ундан ташқари, Бухоро вилоятида Қандим газни қайта ишлаш заводи Россиянинг “Лукойл” компанияси билан ҳамкорликда 2016 йили ишга туширилди.

2018 йили ушбу корхонанинг иккинчи навбати эксплуатацияга туширилди. Натижада лойиҳада белгиланган йилига 8,1 млрд. м<sup>3</sup> газни қайта ишлаб қувватига эришилди. Корхона тозаланган газ, газ конденсати, олтингугурт ва бошқа махсулотларни ишлаб чиқармоқда.

Қандим газни қайта ишлаш заводи Марказий Осиёда табиий газни тозалаб, товар газ ишлаб чиқариш бўйича биринчи ўринга чиқиши режалаштирилган.

Ўзбекистонда нефть ва газ саноатларининг ривожланиши шубҳасиз уларни тўлиқ қайта ишлашга асосланган. Маълумки, органик синтез учун газлар асосий хом-ашёдир ҳамда иссиқлик ва энергия манбаидир. Хозирги кунда полимерлар, пластмассалар, синтетик каучуклар, спиртлар, мотор ёқилғиларнинг айрим компонентлари, эритувчи, синтетик тола, турли смолалар ва бошқа моддалар газлардан, углеводородлардан олинмоқда.

Нефть-газ ва кимё саноатида туб ўзгаришлар рўй бериб, янги технологиялар амалда қўлланиб, ривожланиш жадал суръатларда бормоқда ва мамлакатимиз иқтисодиётининг ўсиш кўрсаткичларини юкори бўлишини таъминламоқда.

Ҳар бир жараёни ўрганишда унинг механизмига алоҳида эътибор бериш лозим.

Тавсия этилаётган китоб фаннинг тасдиқланган дастурига биноан тузилган бўлиб, талабаларнинг физика, кимё, математика, термодинамика, иссиқлик ва совитиш техникаси, кимёвий технология жараён ва қурилмалари ҳамда бошқа фанлардан олган билимларини ҳисобга олган.

“Кимёвий технология жараён ва қурилмалари” фанидан курс лойиҳани бажариш ихтисослик фанларини ўрганишга ва ушбу фанлар бўйича курс лойиҳа (ёки курс иш) ларни сифатли лойиҳалашга пойдевор яратади.

Ушбу дарслик замонавий техника ва унинг ривожланиш истиқболларини инобатга олган ҳолда малакали мутахассисларни сифатли тайёрлашда узлуксиз мукамаллаштиришга хизмат қилади.

Китобнинг кириш қисмида фаннинг мазмуни, келиб чиқиши ва жараёнлар классификациялари берилган.

1-бобда машина, қурилма ва жихозларни гидравлик ҳисоблаш асослари келтирилган.

2-бобда гидромеханик жараён назарияси, уни ташкил этиш усуллари ва қурилмаларига бағишланган. Ундан ташқари, ушбу бобда суюқлик ва газсимон турли жинсли системаларни ажратиш усул ва қурилмалари, жараёни ҳисоблаш формулалари келтирилган. Шу билан бирга, ушбу бобда гидромеханик жараёнларини интенсивлаш усуллари, мосламалари ва перспектив қурилмалари, ҳамда мавҳум қайнаш қатламининг гидродинамикаси келтирилган. Ушбу бобнинг якунида турли гидромеханик жараёни амалга оширувчи қурилмаларни ҳисоблаш кетма-кетлиги аниқ мисолларда ечими берилган.

3-бобда механик жараён назарияси, майдалаш усуллари ва тегишли машиналари баён этилган. Ушбу бобда қаттиқ жисмларни бўлаклаш ва майдалаш усул ва қурилмалари, жараёни ҳисоблаш формулалари келтирилган. Ундан ташқари, сочилувчан материалларни классификациялаш усуллари, мосламалари, ҳамда кукунсимон материалларни грануллаш ва уни амалга оширувчи грануляторлар берилган. Бобнинг якунида юкорида қайд этилган жараёнларни амалга оширувчи ва қурилмаларни ҳисоблаш кетма-кетлиги аниқ мисолларда ечиб келтирилган.

4-бобда механик ва гидромеханик жараёнларни амалга оширувчи машина ва қурилмаларни ҳисоблаш турли кимё саноати хом-ашёларида ҳисоблаб кўрсатилган.

5-бобда қурилма ва машиналарнинг асосий қисм ва деталларининг мустаҳкамлик ҳисоблари келтирилган.

6-бобда курс лойиҳани график безаш кўрсатилган.

Иловаларда механик ва гидромеханик жараёнларни амалга оширувчи қурилмалар чизмаларининг намуналари, ҳамда қаттиқ жисм, суюқлик ва газларнинг физик-механик ва иссиқлик хоссалари келтирилган.

Китобнинг охирида қаттиқ жисм, суюқлик ва газларнинг физик-механик, иссиқлик хоссалари, глоссарий, ҳамда адабиётлар рўйхати берилган.

Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалар назарияси, ҳисоблаш эмпирик тенгламалари, қурилмалар конструкциялари ва деталлари тўғрисидаги тўлиқ маълумотлар қуйидаги дарсликлар ва ўқув қўлланмаларда батафсил келтирилган:

1. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С. ва бошқалар. Кимё ва озик-овқат саноатларнинг жараёнлари ва қурилмалари фанидан ҳисоблар ва мисоллар. – Т.: Nisim, 1999. –351 б;

2. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Ғ. ва бошқалар. Кимё ва озик-овқат саноатларининг асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш. – Т.: Жаҳон, 2000. – 266 б.

3. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Ғ. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалар. – Т.: Фан ва технологиялар, 2003.-644 б.

4. Нурмухамедов Ҳ.С., Абдуллаев А.Ш., Ниғмаджонов С.К. ва бошқалар. Нефть ва кимё саноати машина ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш. – Т.: Фан ва технологиялар, 2008. – 351 б.

5. Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Ғ., Бабаев З.К. ва бошқалар. Гидравлика, гидромашина ва гидроюритмалар. –Т.: Фан ва технологиялар, 2012.–302 б.

6. Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Ғ., Абдуллаев А.Ш., Ниғмаджонов С.К. ва бошқалар. Нефть ва кимё машинасозлиги технологияси. – Т.: Фан ва технологиялар, 2013. –218 б.

7. Нурмухамедов Ҳ.С., Бабаев З.К., Матчонов Ш.К., Каримов К.Ф., Абдуллаева С.Ш. ва бошқалар. Нефть-газ ва кимё саноати қурилмаларини таъмирлаш ва монтаж. – Т.: Фан ва технологиялар, 2014. –236 б.

8. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – Т.: Fan va texnologiyalar, 2015.–848 b.

9. Нурмухамедов Ҳ.С., Темиров О.Ш., Туробжонов С.М. ва бошқалар. Газларни қайта ишлаш технологияси, жараён ва қурилмалари. – Т.: Фан ва технологиялар, 2016. – 856 б.

10. Нурмухамедов Ҳ.С., Усмонов Б.С. ва бошқалар. Иссиқлик алмашилиш қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш. - Т.: Билик, 2018.-343 б.

Ушбу дарслик ТошКТИ (Тошкент), РКТУ (Москва), УрДУ (Урганч), ФарПИ (Фарғона), НавТКИ (Навоий), НамМТИ (Наманган), БухМТИ (Бухоро) ва ТошДТУ (Тошкент) профессор-ўқитувчиларининг кўп йиллик самарали ишлаш тажрибасига таяниб ҳамкорликда ёзилган. Китобнинг кириш қисми, глоссарий ва 1-боби Нурмухамедов Ҳ.С., 2-боби Бабаев З.К. ва Матчонов Ш.К., 3-боби Абдуллаев А.Ш., Аннаев Н.А., 4-боби Джўраев Х.Ф., Усмонов Б.С., Сафаров Ж.Э., Равичев Л.В., Закирова Н.С. ва дарсликнинг якунидаги таянч сўз ва иборалар, ва 5-боби эса Тожиев Р.Ж., Худойбердиева Н.Ш., 6-боби ва чизмалар, иловалар Шерқўзиев Д.Ш., Султонов Ж.В. лар томонидан ёзилган.

Дарсликнинг сифатини яхшилаш учун қаратилган таклиф ва танқидий фикр-мулоҳазалар ташаккурлик билан қабул қилинади.

Қўлёзманинг тақризчилари: ТошКТИ профессори, т.ф.д.А.У.Эркаев ва ЎзЛТИНефтегаз бўлим бошлиғи т.ф.д. Р.Ч. Ли ларга қатта миннатдорчилик билдирамыз.

Ниятимизни рўёбга чиқишига Ватанимизнинг олимлари, илмий ходимлари ва талабалари бевосита ёки билвосита ёрдам беришган. Чунончи:

– қўлёзmani териш ва ундаги расмларни чизиш, ҳамда китобни бир неча маротаба қайтадан компьютерда чиқарган иқтидорли бакалавр Б.И.Рахимовга ўз миннатдорчилигимизни билдирамыз.

Бизнинг манзилимиз: 100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32 уй. ТошКТИ, НМТФ, «Кимёвий технология жараён ва қурилмалари» кафедраси.

## 1. «Жараён ва қурилмалар» фанининг мазмуни ва моҳияти

«Жараён ва қурилмалар» бакалаврларни тайёрлашда умуммуҳандислик фани бўлиб, «Кимёвий технология», «Технологик машина ва жиҳозлар» ва кўпгина бошқа таълим йуналишларидаги махсус фанларни ўрганишга ўтишда энг муҳим вазифани бажарувчи фандир.

Ҳозирги кун фанининг аниқловчи ва тавсифловчи белгиларидан бири бу саноат ва техниканинг фан билан узвий боғлиқлигининг чуқурлашиши ва кенгайишидир. Дунёнинг кўпчилиги таниқли олимлари фан ва унинг амалиётда қўлланиши бир бутун ва узвий боғлиқ эканлигини таъкидлашган.

«Жараён ва қурилмалар» фани ҳақидаги замонавий таълим кимё, физика, математика, механика, иссиқлик ва совуқлик техникаси, электротехника, кимёвий кибернетика, материалшунослик, саноат иқтисодиёти ва бошқа соҳалар фундаментал фанларининг асосий қонунарига таянади. Лекин, жараёнлар ва қурилмалар тўғрисидаги таълим фан сифатида аниқ, алоҳида курс бўлиб, ўзининг тажриба, ҳисоблаш услублари, ҳамда назарий қонуниятлари билан ажралиб туради.

Кимё, озик-овқат, нефт ва нефт маҳсулотларини қайта ишлаш, фармацевтика ва мамлакат иқтисодиёти саноатларининг бошқа тармоқлари учун умумий бўлган жараёнлар ва қурилмалар **асосий жараёнлар ва қурилмалар** деб аталади.

Исталган кимёвий ёки бошқа технологик жараён, унинг турли услубларда ўтказилишидан қатъий назар, ўзаро бир-бирига боғлиқ типик технологик босқичлар мажмуасидан иборат.

**«Жараён ва қурилмалар» курсида асосий жараёнларнинг назарияси, ушбу жараёнларни амалга оширадиган машина ва қурилмаларнинг тузилиш принциплари ва уларни ҳисоблаш услублари ўрганилади.**

Маълумки, кимё, озик-овқат ва бошқа саноат технологиялари мураккаб ва кўпинча бир неча жараёнлардан ташкил топган бўлади.

Ушбу дарсликда асосий жараёнлар асослари келтирилган бўлиб, уларни ўрганиш учун бир хил кинетик қонуниятлар қўлланилган.

Замонавий саноат ишлаб чиқариш жараёнларини лойиҳалашда «Жараён ва қурилмалар» фанининг аҳамияти катта. Бу фан асосида турли хил жараёнларнинг ҳисоблаш ва таҳлил қилиш, уларнинг оптимал параметрларини аниқлаш, зарур қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш мумкин. Ундан ташқари, ушбу курсда лаборатория шароитидаги илмий изланиш ва тажрибалар қилинган жараён ва қурилмалардан саноат жараён ва қурилмаларига **масштаб** усулида ўтиш қонуниятлари ҳам ўрганилади. Бу қонуниятларни билиш, кўп тонналик саноат жараён ва қурилмаларини лойиҳалашга ёрдам беради ва зарур.

Лаборатория шароити ва кичик системаларда олинган тажрибавий натижалардан саноат ва катта кимёвий технологик системаларда фойдаланиш қонуниятлари **моделлаштириш** деб юритилади.

Моделлаштириш «жараён ва қурилмалар» фанининг муҳим вазифаларидан бири ва ажралмас қисми деб ҳисобланади.

Ушбу ўқув қўлланма 5111000 - «Касб таълими», 5310100 - «Энергетика»; 5310900 - «Метрология, стандартлаштириш ва маҳсулот сифати менежменти»; 5311000 - «Технологик жараён ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва бошқариш»; 5314500 - «Ёғочни қайта ишлаш саноати машина ва жиҳозлари»; 5314700 - «Озик- овқат саноати машина жиҳозлари»; 5314900- «Совитиш, криоген техникаси ва мўътадиллаш тизимлари машина ва агрегатлари»; 5320300 - «Технологик машина ва жиҳозлар»; 5320400 - «Кимёвий технология»; 5320500 - «Биотехнология»; 5321000-«Озик-овқат технологияси»; 5321300 - «Нефть ва нефть-газни қайта ишлаш технологияси»; 5321400 - «Нефть-газ-кимё саноати технологияси»; 5321800 - «Резинотехник маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияси»; 5322600 - «Виночилик технологияси»; 5322200 - «Газни чуқур қайта ишлаш технологияси»; 5322300 - «Пластмассани қайта ишлаш технологияси»; 5322400 - «Ёғлар, эфир мойлари ва парфюмерия-косметика

махсулотлари технологияси»; 5322700 - «Консервалаш технологияси»; 5322800 - «Функционал овқатланиш ва болалар махсулотлари технологияси»; 5610100 - «Хизматлар соҳаси», 5630100 - «Экология ва атроф-муҳит муҳофазаси»; 5640200 - «Мехнат муҳофазаси ва техника ҳавфсизлиги», ҳамда бошқа кимё, нефть-газ ва озиқ-овқат технология ва қурилмалари йўналишлари ва мутахассисликларида таълим олувчи бакалавр ва магистрантларга, ушбу саноатлар технолог ва инженер-техник ходимлари, докторантларига муҳандислик соҳасида билим ва кўникмалар берувчи китоб сифатида тавсия этилади.

Ундан ташқари, улар жараёнларни технологик қурилмалар билан жиҳозлашнинг илмий принципларини тушуниши, қурилмаларни техник-иктисодий характеристикаларини таҳлил қилиш, баҳолаш ва энг оптимал қурилмани танлаш, жараёнлар самарадорлигини ва тежамкорлигини ошириш омилларини аниқлаш, энергия сарфини ва махсулот таннархини камайтириш йўллари билишлари керак.

Ундан ташқари, бакалаврлар саноат самарадорлигини ошириш учун илмий тадқиқот усулларини мукамал билишлари зарур.

## 2. Асосий технологик жараёнлар классификацияси

Жараён ва қурилмалар фанининг ривожланиши технологик жараёнларнинг илмий асосланган классификацияси ва тушунчалар системасини яратиш имконини берди. Шунинг учун саноат технологияси, жараёнлари, технологик қурилма ва машина каби асосий тушунчаларни кўриб чиқамиз.

**Саноат жараёни\*** – маълум натижага эришиш учун амалга ошириладиган кетма-кет ҳаракатларнинг мажмуаси ва йиғиндиси.

**Технология** – бу хом-ашёдан аввалдан белгиланган хоссаларга эга махсулот олиш мақсадида ўтказиладиган бир қатор усуллардир. Технологиянинг фан сифатидаги мақсади энг самарадор ва тежамкор технологик жараёнларни аниқлаш ва амалиётда қўллаш учун физик, кимёвий, механик ва бошқа қонуниятларини ўрганишдир.

**Технологик қурилма** – технологик жараёнларни ўтказиш учун мўлжалланган **қурилма\*\***, **ускуна** ёки **мослама** ёки **жиҳоз**.

**Машина** – энергия ёки материални ўзгартириш учун механик ҳаракат қиладиган **ускуна** ёки **мослама**.

Газларни қайта ишлаш технологияларининг турли хилдаги асосий жараёнларнинг кечиш қонуниятларига қараб асосан 6 гуруҳга ажратса бўлади: 1) **гидромеханик** жараёнлар; 2) **иссиқлик алмашиши** жараёнлар; 3) **масса алмашиши** жараёнлар; 4) **механик** жараёнлар; 5) **кимёвий** жараёнлар; 6) **совитиш** жараёнлар [1-4].

**Гидромеханик жараёнлар** – бу шундай жараёнларки, уларнинг тезлиги механика ва гидродинамика қонунлари билан белгиланади.

Уларга труба ва қурилмаларда газ ва суюқликларни узатиш, суюқликларни аралаштириш, эмульсия ва суспензияларни чўктириш, филтрлаш, центрифугалаш каби усулларида ажратиш, тесқари осмос ва ультра-филтрлаш, донадор, сочилувчан материалларни мавҳум қайнаши каби жараёнлар қиради.

Ҳар бир саноатда қайси жараён бўлишидан қатъи назар, унинг тезлигини оширишга ҳаракат қилинади, чунки жараён тезлигини кўпайиши қурилманинг иш унумдорлигини ўсишига олиб келади. Гидромеханик, иссиқлик ва масса алмашиш ҳамда кимёвий жараёнларнинг кинетик қонуниятлари қуйидаги умумий қонун кўринишида ифодаланиши мумкин: **жараённинг тезлиги ҳаракатлантирувчи кучга тўғри ва қаршиликка тесқари пропорционал**.

\* processus (лот.) – ҳаракат

\*\* apparatus (лот.) – қурилма

Агар қаршиликка тесқари катталиқни тезлик коэффициенти деб белгиласак, гидромеханик жараёнлар учун кинетик тенглама ушбу кўринишга эга бўлади:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{\Delta P}{R_1} = K_1 \cdot \Delta P$$

бу ерда,  $V$  – оқиб ўтадиган суюқлик миқдори;  $F$  – қўндаланг кесим юзаси;  $\tau$  – вақт;  $K_1$  – жараён тезлик коэффициенти;  $\Delta P$  – жараённи ҳаракатга келтирувчи куч (босимлар фарқи);  $R_1$  – гидравлик қаршилик.

**Иссиқлик алмашилиш жараёнлари** – бу шундай жараёнларки, уларда, температураси юқори жисм (ёки муҳит) дан температураси паст жисмга иссиқлик ўтади. Уларга иситиш, пастеризация, стерилизация, совитиш, буглатиш, конденсациялаш ва бошқалар киради. Иссиқлик алмашилиш жараёнларининг тезлиги иссиқлик ўтказиш қонунлари билан аниқланади ва қуйидаги кинетик тенглама орқали ифодаланади:

$$\frac{dQ}{Fd\tau} = \frac{\Delta t}{R_2} = K_2 \cdot \Delta t$$

бу ерда,  $Q$  – ўтказилган иссиқлик миқдори;  $F$  – иссиқлик алмашилиш юзаси;  $K_2$  – иссиқлик ўтказиш коэффициенти;  $R_2$  – термик қаршилик;  $\Delta t$  – ўртача температуралар фарқи.

**Масса алмашилиш ёки диффузион жараёнлар** – бу шундай жараёнларки, бунда концентрацияси юқори фазадан концентрацияси паст фазага турли агрегат ҳолатларда масса ўтади. Бу жараёнларга абсорбция ва десорбция, ҳайдаш ва ректификация, адсорбция, экстракциялаш, эриш, кристалланиш, намлаш, қуришиш, ион алмашилиш ва бошқалар киради.

Масса алмашилиш жараёнларининг тезлиги масса ўтказиш қонунлари билан аниқланади ва қуйидаги кинетик тенглама орқали топилади:

$$\frac{dM}{F \cdot d\tau} = \frac{\Delta C}{R_3} = K_3 \cdot \Delta C$$

бу ерда,  $M$  – ўтказилган масса миқдори;  $\Delta C$  – жараённи ҳаракатга келтирувчи куч, ўртача концентрациялар фарқи;  $K_3$  – масса ўтказиш коэффициенти;  $R_3$  – диффузион қаршилик.

**Механик жараёнлар** – бу шундай жараёнларки, уларда қаттиқ жисмларнинг фақат механик ўзаро таъсирида ўтади. Уларга қаттиқ, сочилувчан материалларни майдалаш, классификациялаш (синфлаш), пресслаш, грануллаш ва бошқалар киради.

**Кимёвий жараёнлар** – бу шундай жараёнларки, уларда моддаларнинг кимёвий таркиби ва хоссалари ўзгариши билан характерланади. Ушбу жараённинг тезлиги кимёвий кинетика қонунлари билан аниқланади ва қуйидаги тенглама ёрдамида ифодаланади:

$$\frac{dM}{Vd\tau} = K_4 \cdot f(c)$$

бу ерда,  $M$  – кимёвий жараён пайтида ўтган масса миқдори;  $V$  – реактор (қурилма) ҳажми;  $K_4$  – кимёвий жараён тезлиги коэффициенти;  $f(c)$  – жараённи ҳаракатга келтирувчи куч бўлиб, реакцияда иштирок этувчи моддалар концентрацияларининг функцияси.

Шундай қилиб, юқорида кўриб чиқилган ҳамма кинетик тенгламалар қуйидаги умумий кўринишга келтирилиши мумкин:

$$I = I \cdot x$$

бу ерда,  $I$  – жараённи ўтиш тезлиги;  $x$  – жараённи ҳаракатга келтирувчи куч, турли катталиқлар фарқи (босим, температура, концентрация);  $I$  – ўтказувчанлик коэффициенти, бирор жараён учун скаляр катталиқ бўлиб, қаршиликка тесқари катталиқ.

Турли жараёнларнинг тезлик коэффициентлари асосан материал окимларининг ҳаракат тезлигига боғлиқ. Шунинг учун, ҳамма кинетик қонуниятлар материал окимларининг ҳаракат қонунларига асосланади.

Кинетик тенгламалар таҳлили жараённи интенсивлашнинг умумий принципларини аниқлаш имконини беради.

***Жараён тезлигини ошириш учун ҳаракатга келтирувчи кучни ошириш ва қаршиликни камайтириш керак.***

**Исталган жараён таҳлил қилинганда «ҳаракатга келтирувчи куч» асосий омилдир.**

Жараёнларнинг кинетик қонуниятларини билиш ва тўғри аниқлаш турли хилдаги қурилмаларнинг асосий ўлчамларини ҳисоблашда асос бўлади, ҳамда уларни самарали ва бенуқсон эксплуатация қилиш имконини беради.

## 1-боб. ГИДРАВЛИК ҲИСОБ



### 1.1. Сууюқлик хоссалари ва ҳаракат режимлари

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

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

2. Нисбий зичлик  $\Delta$  деб модда зичлигининг  $\rho$  (солиштирма оғирлик  $\gamma$ ) сув зичлиги  $\rho_c$  (солиштирма оғирлик  $\gamma_c$ ) нисбатига айтилади ва у қуйидагича ёзилади:

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_c} \quad (1.2)$$

3. Сууюқлик аралашмасининг ҳажми компонентлар ҳажмларининг йиғиндисига тенг деб қабул қилиб, унинг зичлигини ушбу формула ёрдамида ҳисоблаб топиш мумкин:  $x_1, x_2$  - компонентларнинг массавий қисми;

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

бу ерда  $x_1, x_2$  - компонентларнинг массавий қисми;  $\rho_{ар}, \rho_1, \rho_2$  - аралашма ва компонентларнинг зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

4. Худди шунга ўхшаш формула ёрдамида суспензия зичлигини топиш мумкин:

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

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

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

бу ерда  $\rho_0 = M/22,4$  нормал шароитда (**0°C** ва **760** мм.сим.уст.) газ зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $M$  - моляр масса, кг;  $T$  - температура, К.

6. Газ аралашмасининг зичлиги эса қуйидаги тенгламадан топилади;

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

8. Қурилмадаги абсолют босим қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$P = P_{атм} + P_{ман} \quad (1.7)$$

$$P = P_{атм} - P_{вак} \quad (1.8)$$

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

9. Баландлиги  $h$  ва зичлиги  $\rho$  бўлган сууюқликнинг босими ушбу ифода орқали аниқланади:

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad (1.9)$$

Ушбу ифодага асосланиб, босим ўлчов бирликлари орасидаги нисбатларни топиш мумкин:  $1 \text{ атм.} = 760 \text{ мм.сим.уст.} = \rho g h = 13600 \cdot 9,81 \cdot 0,76 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па} = 1,03 \cdot 10^4 \text{ мм.сув.уст.} = 1,03 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{к/м}^2 = 1,03 \text{ кг} \cdot \text{к/см}^2$ .

10. Гидростатиканинг асосий тенграмаси ушбу кўринишга эга:

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

11. Динамик ковушқоқлик коэффициенти  $\mu$  ни шу суюқлик зичлигига нисбати кинематик ковушқоқлик дейилади ва  $v$  ҳарфи билан белгиланади:

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

12. Суюқликларнинг секундли ҳажмий сарф  $V$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) тенгламаси куйидаги кўринишга эга:

$$V = w \cdot f \quad (1.12)$$

Массавий сарфи  $M$  ( $\text{кг}/\text{с}$ ) эса куйидагича аниқланади:

$$M = V \cdot \rho = w \cdot f \cdot \rho \quad (1.13)$$

13. Цилиндрсимон трубалар учун тенглама куйидаги кўринишга эга:

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

Берилган сарф ва қабул килинган тезлик  $w$  бўйича труба диаметр ушбу тенгламадан топилади:

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

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

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

14. Рейнольдс критерийси окимнинг ҳаракат режимини характерлайди ва куйидаги формула ёрдамида топилади:

$$Re = \frac{wd\rho}{\mu} \quad (1.16)$$

Тўғри ва текис юзага эга трубалар орқали ҳаракатланаётган окимларга куйидаги Рейнольдс критерийси сон кийматлари билан характерланади:

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

Трубаларда оқаётган суюқликнинг ўргача  $w_{\text{ўрт}}$  ва максимал  $w_{\text{max}}$  тезликлари орасидаги функцияси окимнинг ҳаракат режимига боғлиқдир:

- ламинар режимидан  $w_{\text{ўрт}} = 0,5 \cdot w_{\text{max}}$ .
- турбулент режимидан  $w_{\text{ўрт}} = (0,8-0,9) \cdot w_{\text{max}}$ .

15. Суюқликлар сарфини нормал ўлчов диафрагмасида аниқлаш. Ҳажмий сарф формуласи:

$$V = \alpha \cdot k \cdot f_o \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} = \alpha \cdot k \cdot f_o \sqrt{\frac{2gH(\rho_m - \rho)}{\rho}} \quad (1.17)$$



бу ерда  $\alpha$  - нормал диафрагманинг сарф коэффициенти;  $k$  - девор ғадир-будурлигини ҳисобга олувчи тузатиш коэффициенти; гидравлик силлик трубалар учун  $k = 1$ ;  $f_0 = 0,785 \cdot d^2$  - диафрагма тешигининг юзаси;  $d_0$  - диафрагмага уланган дифманометрдаги суюқлик сатҳларининг фарқи;  $\rho_m$  - дифманометрдаги суюқлик зичлиги;  $\rho$  - трубада оқётган суюқлик зичлиги.

16. Пито-Прандтль найчаси ёрдамида суюқлининг сарфини ва тезлигини аниқлаш.

$$w_{\max} = \sqrt{\frac{2gH(\rho_m - \rho)}{\rho}}$$

Насос электр юриткичига талаб этиладиган қувват ушбу формула билан ҳисобланади:

$$N = \frac{V \cdot \Delta P}{1000\eta} = \frac{\rho \cdot g \cdot h \cdot V}{1000\eta} \quad (1.18)$$

бу ерда  $\Delta P$ - тармоқнинг тўлик гидравлик қаршилиги ва у қуйидагича топилади:

$$\Delta P = \Delta P_T + \Delta P_{mk} + \Delta P_{ky} + \Delta P_{куш} \quad (1.19)$$

бу ерда  $\Delta P_T$ - тезлик босими.

## 1.2. Асосий ҳисоблаш параметрлари

Конструкция материалларни танлашда ва машина ва қурилмалар элементларини мустаҳкамлик ҳисобини бажаришда асосий ҳисобланувчи параметрлар бу температура ва босимдир.

**Температура** одатда температура 2 хил бўлади:

- ишчи температура;
- ҳисобланган температура.

**Ишчи температура  $t$**  – бу нормал шароитда қурилмада кечаётган технологик жараёндаги қайта ишланаётган муҳит температураси.

**Ҳисобланган температура  $t_p$**  – бу конструкция материалнинг физик-кимёвий хоссалари ва рухсат этилган кучланишни аниқлаш температураси. Ушбу температура иссиқлик ҳисоби ёки синов натижалари асосида топилади.

Агар, юқорида қайд этилган усуллар ёрдамида ушбу температурани аниқлаб бўлмаса, унда ҳисобланган температура қийматини 20°C деб қабул қилиш тавсия этилади.

**Босим.** Кимё ва нефть-газ машина ва қурилмасозлигида жихоз ва ускуна, қурилма ва машиналарни герметиклигини синашда ишчи, ҳисобланган, шартли (номинал) ва синов босимлари мавжуд.

**Ишчи босим  $P$**  – бу максимал ортиқча ички ёки ташқи босим бўлиб, у муҳитнинг гидростатик босимини ҳисобга олмаган ва химояловчи ёки бошқа бир мослама ишга тушганда қисқа муддатга босим ошиб кетишини инобатга олмаганда, иш жараёни нормал бораётган вақтда юзага келади.

**Ҳисобланган босим  $P_p$**  қуйидаги формуладан аниқланади.

$$P_p = P + P_z \quad (1.1)$$

бу ерда  $P_z$  – муҳитнинг гидростатик босими.

Агар  $(P/P) 100\% \leq 5\%$ , бўлса, у ҳолда  $P_p = P$ .

0,2 МПа дан ошмайдиган босимда ишловчи, пўлатдан ясалган қуйма идиш ва қурилмалар учун мўлжалланган босим 0,2 МПа га тенг деб қабул қилинади.

**Синов босими  $P_{np}$**  – тайёрланган ёки вақти-вақти билан эксплуатация жараёнида қурилма мустаҳкамлиги ва зичланишини текшириш ортиқча босими ёки максимал ортиқча босим бўлиб, у гидравлик (пневматик) синовлар вақтида ҳосил қилинади. Унинг миқдори ЎЗР «Саноат ҳавфсизлиги давлат қўмитаси» қоидаларида чекланган. Босим остида ишлайдиган

хамма қурилма ва идишлар юқорида қайд этилган қўмитанинг коидаларига риоя қилган ҳолатда лойиҳаланиши, тайёрланиши ва эксплуатация қилиниши керак.

Ушбу коидалар қуйидаги ҳолатлар учун тегишли:

- 0,07 МПа дан юқори босимда эксплуатация қилинадиган идиш ва резервуарларга;
- температура 50°C да буғларининг босими 0,07 МПа дан ортмайдиган суюлтирилган газларни транспортировка қилиш цистерна ва бочкаларига;
- суюлтирилган газ, суюқлик ва сочилувчан материалларни босимсиз транспортировка қилиш, сақлаш учун цистерна ва идишлар. Лекин, уларни бўшатиш учун босими 0,07 МПа юқори газ қўлланилади;
- 0,07 МПа дан юқори босимда сиқилган суюлтирилган газларни сақлаш ва транспортировка қилиш учун мўлжалланган баллонларга.

Ушбу коидалар қуйидаги ҳолатлар учун тегишли эмас:

- а) буғ ва сув ёрдамида иситиш жихозларига;
- б) ҳажми 25 литрдан кам бўлган идиш ва баллонларга;
- в) нометал материаллардан ясалган идишларга;
- г) трубагининг диаметри қандай бўлишидан қатъий назар трубаги ўтхоналарга.

Шуни айтиш керакки, ноль градусдан паст температурада ишловчи қурилма ва элементлар учун  $P_u$  худди 20°C температурадагидек қабул қилинади. Қурилма ва идиш деворларининг температураси +200°C дан +400°C гача бўлганда,  $P_u < 1,5$ , +400°C дан юқори температурада эса, 2 мартадан ортик қиймати олинади.

Баландлиги 8 м дан юқори бўлган қурилма ва идишлар учун синов босими ишчи шароитдаги босимни ҳисобга олган ҳолда қабул қилинади, яъни  $P_u$  ни 1-1-жадвалдан аниқланади, бу ерда  $P$  ўрнига  $P_p$  олинади.

1-1 жадвал

Гидравлик синовлар ўтказиш шароитлари

Идишлар	Ишчи босим $P$ , МПа	Синов босими $P_u$ , МПа
Қуймадан ташқари, ҳамма идишлар	$< 0,5$	$\max\{1,5p[\sigma]_{20}/[\sigma]; 0,2\}$
Қуйма идишлар	$\geq 0,5$	$\max\{1,25p[\sigma]_{20}/[\sigma]; (p+0,3)\}$
Илова: $[\sigma]_{20}$ ва $[\sigma]$ – идиш ёки унинг элемент материаллари учун 20°C температурага ва ишчи температураларга мос келувчи кучланишлар.	Босимга боғлиқ эмас	$\max\{1,5p[\sigma]_{20}/[\sigma]; 0,3\}$

Вакуум остида ишлайдиган қурилмаларни одатда 0,2 МПа ортикча ички босим остида синалади.

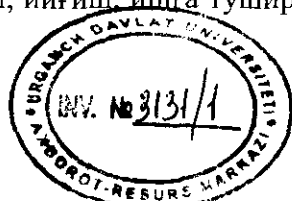
Идиш деворларининг мўлжалланган температураси  $t$  иссиқлик ҳисоблаш ёки синовлар натижалари орқали аниқланади. Ҳисоб ва синовлар ўтказиш мумкин бўлмаган шароитда эса: ноль градусдан юқори температурада  $t_{max}$  ( $t_c$ ), бу ерда  $t_c$  – муҳитнинг энг юқори температураси; ноль градусдан паст температураларда  $t=20^\circ\text{C}$ .

**Шартли босим  $P_p$**  – муҳит гидростатик босимини инобатга олмаган ҳолатдаги 20°C температурадаги ортикча ишчи босим. Бу кўрсаткич қурилма элементларини стандартизация қилишда, масалан, фланецларни. Шартли босим қатори: 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,4; 10; 16; 20.

### 1.3. Қурилмаларни лойиҳалаш асослари

Биринчи критерий – бу иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ишончли ишлашини таъминловчи мезон бўлиб, бир профилактик таъмирлашдан иккинчисигача белгиланган босимлар фарқи ва труба юзасида чўқиндилар катламининг ортишига қарамасдан мўътадил ишлашини ифодалайди.

Иккинчи критерий – бу қурилма ва жихозлар учун умумий бўлган шартларга иссиқлик алмашиниш қурилмаси ҳам жавоб бериши керак. Бу шартларга механик кучланишлар, юклаш, йиғиш, ишга тушириш, тўхтатиш ва авария ҳолати билан боғлиқ бўлган жараёнлар



киради. Танланган материал ва курилма конструкцияси атроф муҳит ва элткичлар таъсирида коррозияга дучор бўлмаслиги таъминланиши даркор.

Учинчи критерий – бу вақти-вақти билан коррозия, эрозия, тебраниш ёки чарчашга дучор бўлган труба юзаларини тозалаш ёки алмаштириш, зичлаш курилма ва унинг турли элементлари таъмирлаш бўйича талабларни ифодаловчи мезон.

Тўртинчи критерий – кўп секцияли беркитувчи клапанли лойихалаш афзалликларини инобатга олувчи мезон. Бундай ҳолат курилмани бутунлай тўхтатмасдан, ҳар бир секцияни галма-гал таъмирлаш имконини беради.

Бешинчи критерий – юқорида келтирилган критерийларга мос келадиган курилма нархи минимал бўлиши керак.

Курилмани лойихалашда уни транспортировка қилишда диаметри, массаси ёки труба сортаменти, ҳамда зичлаш, захира трубаларни сақлаш ва кўрсатиш бўйича чеклашлар ўрнатилиши мумкин.

Мухандислик амалиётида иссиқлик алмашиниш курилмаларини ҳисоблашнинг икки усулидан фойдаланилади: конструктив ва аниқловчи.

Конструктив иссиқлик ҳисоблашдан мақсад лойихаланаётган янги курилма ишчи муҳитининг белгиланган сарфи ва температурасида зарур иссиқлик унумдорлигини таъминловчи иссиқлик алмашиниш юзасини аниқлашдир. Конструктив ҳисоблашлар мавжуд курилмаларни эксплуатация қилиш тажрибаси ёки илмий-тадқиқот ва тажриба-конструкторлик ишланмалар, ҳамда ўтказилган синов натижаларига таяниб курилманинг типи аниқланади. Ундан ташқари, янги курилманинг конструктив схемаси, элткичларнинг ҳаракат йўналишлари ва конструктив элементларни тайёрлаш учун материаллар танланади. Айрим ҳолларда баъзи бир катталиклар олдиндан берилган бўлади. Масалан, труба диаметри ва узунлиги, элткичлар тезликлари, гидравлик қаршилик ва ҳ.

#### 1.4. Трубалар гидравлик қаршиликларини ҳисоблаш

Трубалар гидравлик қаршиликларини ҳисоблашдан мақсад газ ва суюқликларни узатиш учун керакли энергия сарфини аниқлаш ва тегишли машина (вентилятор, насос, компрессор ва б.) ларни танлашдир.

Труба қувурларида напор (ёки босим)нинг йўқотилишига ишқаланиш қаршилиги ва маҳаллий қаршиликлар сабабчи бўлади.

**Ишқаланиш қаршилиги** (ёки узунлик бўйича қаршилик) – трубадан ҳақиқий суюқлик ҳаракат қилганда, ички ишқаланиш қаршилиги, унинг бутун узунлиги бўйича мавжуд (1-2 жадвал). Ички ишқаланиш кучининг катталиги суюқлик оқимининг режими (ламинар, турбулент, турбулентлик даражаси)га боғлиқ.

**Маҳаллий қаршиликлар** – суюқлик оқими тезлиги ва ҳаракат йўналиши киймагининг исталган ўзгаришидир. Уларга қуйидагилар: кескин ва аста-секин торайган ва кенгайган қисмлар, тирсақлар (1-3, 1-4, 1-5 жадваллар), жўмрак, ёпувчи ва ростловчи ускуна (вентил, задвижка, тикинли кран И38-жадвал) ва бошқалар қиради.

Ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликларни енгишда, напорнинг йўқотилиши ушбу формуладан топилади:

$$h_{\text{йўк}} = \left( \lambda \frac{l}{d_s} + \sum \xi_{\text{мк}} \right) \frac{w^2}{2g} \quad (1.2)$$

Агар,  $\Delta P = \rho g h_{\text{йўк}}$  ҳисобга олсак, умумий босимнинг йўқотилиши эса, қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$\Delta P_{\text{йўк}} = \left( \lambda \frac{l}{d_s} + \sum \xi_{\text{мк}} \right) \frac{\rho w^2}{2} \quad (1.3)$$

бу ерда  $l$  ва  $d_s$  – труба узунлиги ва диаметри;  $\rho$  – суюқлик ва зичлиги;  $\lambda$  – ишқаланиш коэффициенти;  $w$  – оқим

тезлиги;  $\Sigma \xi_{\text{мк}}$  - маҳаллий қаршиликлар йиғиндиси.

Эквивалент диаметр ушбу формуладан аникланади:

$$d_э = 4S / \Pi, \quad (1.4)$$

бу ерда  $S$  – оқим кўндаланг кесим юзаси;  $\Pi$  – ҳўлланган периметр.

$$\lambda = \frac{B}{\text{Re}}$$

бу ерда  $B$  – кўндаланг кесим шаклига боғлиқ коэффициент, квадрат кесим учун  $B=57$ , думалок кесим учун  $B=96$  ва хоказо.  $\text{Re}=wd, \rho/\mu$  - Рейнольдс сони;  $A$  – труба кўндаланг кесимига боғлиқ коэффициент.

Гидравлик силлик трубалар учун ( $2320 < \text{Re} < 10^4$ ) гидравлик қаршилик коэффициенти Блазиуснинг эмпирик формуласидан:

$$\lambda = 0,316 \cdot \text{Re}^{-0,25} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (1.5)$$

ёки Конаков формуласидан аникланиши мумкин:

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \lg \text{Re} - 1,5)^2} \quad (1.6)$$

ғадир-будур трубалар учун гидравлик қаршилик коэффициенти ушбу функция кўринишида ифодаланади:

$$\lambda = f(\text{Re}, \Delta/d) \quad (1.7)$$

бу ерда  $\varepsilon = \Delta/d$  – нисбий ғадир-будурлик.

1-2 жадвал

Ғадир-будурлик  $\Delta$  нинг тахминий қийматлари

Трубалар	$\Delta$ , мм
Янги пўлат трубалар	0,06-0,10
Ишлатилган трубалар, озгина коррозияга учраган	0,10-0,20
Эски, ифлосланган пўлат трубалар	0,50-2
Янги чўян ва керамик трубалар	0,35-1
Эски чўян трубалар	1,4
Алюминий трубалар	0,015-0,06
Лагун, кўрғошин ва шиша трубалар	0,0015-0,01

Одатда, маҳаллий қаршилик коэффициенти  $\xi$  нинг қийматлари қаршилик тури ва суюқликнинг ҳаракат режимига боғлиқ.

Трубага кириш: ўткир қиррали -  $\xi = 0,5$ , с илликланган қиррали -  $\xi = 0,2$ .

1. Трубадан чиқиш:  $\xi = 1$ .

2. Думалок кўндаланг кесимли тирсак:  $\xi = A \cdot B$ . Бу ерда  $A$  коэффициент одатда  $\varphi$  бурчакка боғлиқ:

Бурчак  $\varphi$ , градуслар..... 20 30 45 60 90 110 130 150 180

$A$  ..... 0,31 0,45 0,60 0,78 1,0 1,13 1,20 1,28 1,40

Бу ерда  $B$  коэффициент труба букилиш радиуси  $R_0$  нинг труба ички диаметри  $d$  га нисбатига боғлиқ.:

$R_0/d$  ..... 1,0 2,0 4,0 6,0 15 30 50

$B$  ..... 0,21 0,15 0,11 0,09 0,06 0,04 0,03

3. 90° (угольник) бурчакли тирсак:

Труба диаметри, мм ..... 12,5 25 37 50 > 50

$\xi$  ..... 2,2 2 1,6 1,1 1,1

4. Нормал вентиль (тўлик очик):

Труба диаметри, мм ..... 13 20 40 80 100 150 200 250 350

$\xi$  ..... 10,8 8,0 4,9 4,0 4,1 4,4 4,7 5,1 5,5

5. Нормал вентиль (тўлик очик).  $\text{Re} \geq 3 \cdot 10^5$

Труба диаметри, мм ..... 25 38 50 65 76 100 150 200 250

$\xi$  ..... 1,04 0,85 0,79 0,65 0,60 0,50 0,42 0,36 0,32

$Re < 3 \cdot 10^5$  да келтирилган  $\xi$  нинг қийматлари коэффициент  $k$  га кўпайтирилади:

$Re$ .....	5000	10 000	20 000	50 000	100 000	200 000
$k$ .....	1,40	1,07	0,94	0,88	0,91	0,93

6. **Тўсатдан кенгайиш.** Маҳаллий қаршилик коэффициентининг қиймати  $\xi$  кичик ва катта кўндаланг кесимлар нисбати  $F_1/F_2$  ва Рейнольдс сони  $Re$  (кичик кўндаланг кесимдаги тезлик ва унинг эквивалент диаметри орқали ҳисобланган) каби параметрларга боғлиқ:

1-3 жадвал

$Re$	$F_1/F_2$					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
100	1,70	1,40	1,20	1,10	0,90	0,80
1000	2,00	1,60	1,30	1,05	0,90	0,60
3000	1,00	0,70	0,60	0,40	0,30	0,20
$\geq 3500$	0,81	0,64	0,50	0,36	0,25	0,16

7. **Тўсатдан торайиш.** Маҳаллий қаршилик коэффициентининг қиймати  $\xi$  худди тўсатдан кенгайишдаги каби топилади:

1-4 жадвал

$Re$	$F_1/F_2$					
	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	0,50	0,44	0,35	0,30	0,24
10 000	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
$> 10000$	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20

8. **Тройниклар.** Ушбу мосламада маҳаллий қаршилик коэффициентининг қиймати  $\xi$  тармоқдаги сарфнинг  $Q_{\text{тарм.}}$  умумий сарф  $Q$  нисбатига боғлиқ.

1-5 жадвал

$\xi$	$Q_{\text{тарм.}}/Q$					
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Оқимнинг магистралга киришида						
$\xi_{\text{отс}}$	-1,2	-0,4	0,08	0,47	0,72	0,91
$\xi_{\text{н}}$	0,04	0,17	0,30	0,41	0,51	0,60
Оқимнинг магистралдан чиқишида						
$\xi_{\text{отс}}$	0,95	0,88	0,89	0,95	1,10	1,28
$\xi_{\text{н}}$	0,04	-0,08	-0,05	0,07	0,21	0,35

9. **Задвижка:**

Труба диаметри, мм.....	15-100	175-200	300 ва юкори
$\xi$	0,5	0,25	0,15

### 1.5. Труба қувурларининг оптимал диаметрини ҳисоблаш

Думалок кўндаланг кесимли трубанинг ички диаметри ушбу формуладан топилади:

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

Одатда узатилаётган суюқлик сарфи берилган бўлади. Шу сабабли, асосий параметр тезлик  $w$  аниқланиши керак. Шуни таъкидлаш лозимки, тезлик канчалик катта бўлса, трубанинг диаметри шунчалик кичик бўлади, яъни уни монтаж ва таъмирлаш учун сарфлар, ҳамда нархи кам талаб этилади. Лекин, суюқлик тезлиги ўсиши билан трубада напорнинг йўқотилиши ортади ва бундай ҳолат уни узатиш учун зарур бўлган босимлар фарқининг, яъни муҳитни ҳайдаш учун энергия сарфи кўпайишига олиб келади.

Сууюклик ёки газни узатиш учун жами сарфларнинг минимал миқдори техник-иқтисодий ҳисоблашлар асосида топилади. Сууюклик ва газларнинг қуйидаги тезликлари тавсия этилади:

**Сууюклик**

эркин ҳаракатланиши:

Қовушқок .....0,1 - 0,5

Қовушқоклиги қачик ..... 0,5 - 1,0

Насос ёрдамида узатилганда:

Сўриш трубасида ..... 0,8 - 2,0

Ҳайдаш трубасида ..... 1,5 - 3,0

**Газлар**

Атмосфера босимида..... 2 - 4

Паст босимда ( вентилятордан)..... 4 - 15

Юқори т босимда ( компрессордан) .....15 - 25

**Буғлар**

Ўта қизиган .....30 - 50

Тўйинган, ушбу босимда, Па:

> 10<sup>5</sup>..... 15 - 25

(1-0,5) · 10<sup>5</sup>..... 20 - 40

(5-2) · 10<sup>5</sup> . . . . . 40 - 60

(2-0,5) · 10<sup>5</sup> ..... 60 - 75

**1.6. Насадкали қурилмалар гидравлик қаршилигини ҳисоблаш**

Донадор қатлам орқали сууюклик ҳаракати даврида қатлам заррачалари орасидаги бўшлиқлар сууюклик билан тўлиб туради. Бунда, сууюклик қатламнинг заррачаларини, элементларини ювиб ва нотўғри шаклли каналлар орқали оқиб ўтади. Бундай ҳаракат гидродинамиканинг аралаш масаласини ташкил этади. Бу турдаги қурилмалар гидравлик қаршилиги, трубаларнинг қаршилиги формулалари орқали ҳисоблаш мумкин. Саноат миқёсида фильтрлардаги чўкмалар, сорбент ва катализаторлар гранулалари, абсорбцион ва ректификацион колонналардаги насадкалар ва ҳоказолар қурилмаларда ғоваксимон ёки донадор қатламлар ҳосил қилади [4, 22, 20, 21, 23].

Бу турдаги қатламлар қаршилиги  $\Delta p_k$  ни қуйидаги тенгламадан ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta p_k = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2} \tag{1.9}$$

бу ерда  $\rho$  - сууюклик зичлиги;  $\lambda$  - умумий қаршилик коэффиценти, ишқаланиш ва маҳаллий қаршилик лар таъсирини ифодалайди;  $l$  - қатлам каналларининг ўртача узунлиги;  $w$  - мухитнинг каналлардаги ўртача ҳақақий тезлиги.

Газ ёки сууюкликни қатлам орқали ҳаракатини гидродинамиканинг ички масаласи асосида таҳлил қилсак, (1.9) формулани қуйидаги ҳисоблашга қулай кўринишда ифодалаш мумкин:

$$\Delta p_c = \frac{\lambda \cdot H \cdot a \cdot \rho \cdot w_o^2}{8\varepsilon^3} \tag{1.10}$$

бу ерда  $H$  – қатлам баландлиги;  $a$  – солиштирма юза;  $\varepsilon$  – ғоваклилик;  $w_o$  - газ ёки сууюкликнинг сохта тезлиги.

$\lambda$  нинг қийматлари ушбу тенгламадан аниқланади:

$$\lambda = \frac{133}{Re} + 2,34 \tag{1.11}$$

Бунда, Рейнольдс критерийси қуйидаги формуладан топилади:

$$Re = \frac{4w_o \cdot \rho}{a \cdot \mu} \tag{1.12}$$

Агар, солиштира юза  $a$  нинг киймати номаълум бўлса, (1.10) формула ўрнига гидродинамиканинг ташки масаласи асосида келтириб чиқарилган формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta p_c = \frac{3\lambda H(1-\varepsilon)\rho w_0^2}{4\varepsilon^3 d_s \Phi} \quad (1.13)$$

бу ерда  $d_s$ -эквивалент диаметр;  $\Phi$ - заррачанинг шакл омили  $\Phi = F_{III} / F_v$ .

Рейнольдс критерийси ушбу ҳолат учун ушбу формула ёрдамида топилади:

$$Re = \frac{2}{3} \frac{\Phi}{(1-\varepsilon)} Re_0 \quad (1.14)$$

бу ерда 
$$Re_0 = \frac{w_0 d_v \rho}{\mu} \quad (1.15)$$

(1.10) ифодадан (1.13) га ва тескарасини ушбу нисбат орқали амалга ошириш мумкин:

$$a = \frac{6 \cdot (1-\varepsilon)}{\Phi \cdot d_x} \quad (1.16)$$

(1.11) тенглама ёрдамида ғоваклилиги бир текисда таксимланган донатор қатламлар учун  $\lambda$  коэффиенти аниқланади. Рашиг халқаларидан таркиб топган қатлам орқали газ ёки буғларнинг ҳаракати даврида бўшлиқларнинг бир текисда жойлашиши бирмунча бузилади. Бундай ҳолатларда  $\lambda$  коэффиенти аниқлаш қуйидаги формулаларни қўллаш мумкин:

Ихтиёрий равишда жойлаштирилган халқалар учун:

$$Re < 40 \text{ да} \quad \lambda = \frac{140}{Re} \quad (1.17)$$

$$Re > 40 \text{ да} \quad \lambda = \frac{16}{Re^{0,2}} \quad (1.18)$$

Тартиб билан жойлаштирилган халқалар учун:

$$\lambda = \frac{A}{Re^{0,375}} \quad (1.19)$$

бу ерда

$$A = 3,12 + 17 \cdot \frac{d_s}{H} \cdot \left( \frac{d_g}{d_n} \right)^{1,37} \quad (1.20)$$

бу ерда  $d_g$  и  $d_n$  – халқанинг ички ва ташки диаметрлари;  $d_s$  - исталган ғоваксимон ёки донатор қатламларнинг эквивалент диаметри бўлиб, ушбу формулада ёрдамида ҳисобланади:

$$d_s = \frac{4}{a} \quad (1.21)$$

Агар,  $\lambda$  коэффиентини (1.17), (1.18) ёки (1.19) формулалардан фойдаланиб аниқланса, (1.10) формула орқали курук насадка гидравлик қаршилигини ҳисоблаш мумкин:

Ихтиёрий равишда тўкилган заррачалар қатламининг ғоваклилиги  $\varepsilon=0,4$ . Шарсимон шаклга яқин заррачалар учун  $\Phi=1$ , куб шаклли жисмлар учун  $\Phi=0,806$ .

(1.10) ва (1.13) формулаларни оқимларнинг кўзгалмас қатламлар орқали ҳаракати даврида гидравлик қаршилиқларни ҳисоблаш учун қўллаш мумкин.

Мавҳум қайнаш қатламининг гидравлик қаршилигини ушбу формуладан топилади:

$$\Delta p_{nc} = H(1-\varepsilon) \cdot (\rho_T - \rho)g \quad (1.22)$$

бу ерда  $\rho_T$  - қатламдаги каттик заррачалар зичлиги;  $\rho$  – муҳит зичлиги.

Мавҳум қайнаш тезлигига мос Рейнольдс критерийси  $Re_{омк}$  квадрат тенгламани ечиш орқали аниқланади:

$$\frac{1,75}{\varepsilon^3 \Phi} \text{Re}_{0, \text{MK}}^2 + \frac{150(1-\varepsilon)}{\varepsilon^3 \Phi^2} \text{Re}_{0, \text{MK}} - \text{Ar} = 0 \quad (1.24)$$

Архимед критерийси куйидагича аниқланади:

$$\text{Ar} = \frac{g d_c^3 \cdot \rho_s - \rho}{\nu^2 \rho} \quad (1.25)$$

Шарсимон шаклга яқин заррачалар учун  $\text{Re}_{\text{MK}}$  ушбу формуладан фойдаланилади:

$$\text{Re}_{0, \text{MK}} = \frac{\text{Ar}}{1400 + 5,22\sqrt{\text{Ar}}} \quad (1.26)$$

Мавҳум қайнаш тезлиги ушбу ифодадан топилади:

$$w_{\text{MK}} = \frac{\text{Re}_{0, \text{MK}} \cdot \mu}{d_s \cdot \rho} \quad (1.27)$$

Заррачаларнинг эркин учиб чиқишига мос Рейнольдс критерийси  $\text{Re}_{\text{YU}}$  куйидаги формуладан аниқланади:

$$\text{Re}_{0, \text{YU}} = \frac{\text{Ar}}{18 + 0,575\sqrt{\text{Ar}}} \quad (1.28)$$

Учиб чиқиш тезлиги ушбу ифодадан топилади:

$$w_{\text{YU}} = \frac{\text{Re}_{0, \text{YU}} \cdot \mu}{d_s \cdot \rho} \quad (1.29)$$

Шундай қилиб, мавҳум қайнаш қатлами ушбу ораликда  $w_{\text{MK}} < w_o < w_{\text{YU}}$  мавжуд бўлади. Мавҳум қайнаш қатламининг ғоваклилиги ушбу формуладан аниқланади:

$$\varepsilon = \left( \frac{18 \text{Re}_0 + 0,36 \text{Re}_0^2}{\text{Ar}} \right)^{0,21} \quad (1.30)$$

«Курук» тарелкаларнинг гидравлик қаршилиги  $\Delta P_c$  ушбу формуладан топилади:

$$\Delta p_c = \xi \cdot \frac{\rho w^2}{2} \quad (1.31)$$

бу ерда  $\xi$  - «курук» тарелкаларнинг гидравлик қаршилик коэффициенти;  $w$  - тешик ёки тирқишлардаги газ ёки суюкликнинг тезлиги.

## 1.7. Насос ва вентиляторлар ҳисоби

Кимё ва озик-овқат саноатларида барча тармоқларида суюкликлар горизонтал ва вертикал трубалар орқали узатилади. Электр юриткичнинг механик энергиясини суюкликнинг узатилиш энергиясига айлантирувчи ва унинг босимини оширувчи ва гидравлик машиналар насослар деб аталади. Трубаларнинг бошланғич ва охириги нуқталаридаги босимлар фарқи трубалардан суюкликнинг оқиши учун ҳаракатлантирувчи куч ҳисобланади.



Насослар асосан икки турга: динамик ва ҳажмий насосларга бўлинади. Динамик насосларда суюқлик ташки куч таъсирида ҳаракатга келтирилади. Насос ичидаги суюқлик насосга кириш ва чиқиш трубалари билан узлуксиз боғланган бўлади. Суюқликка таъсир қиладиган кучнинг турига кўра, динамик насослар парракли ва ишқаланиш кучи ёрдамида ишлайдиган насосларга бўлинади. Саноатда суюқликларни сиқилган газ (ёки ҳаво) ёрдамида узатиш учун газлифтлар ва монтежюлар ҳам ишлатилади.

Насосларнинг асосий параметрлари - унумдорлик, напор ва қувватлари ҳисобланади.

Унумдорлик  $V$  ( $m^3/c$ ) – бу суюқликнинг ҳажмий сарфи бўлиб, ҳайдаш қувури орқали насос ёрдамида узатилган суюқлик миқдорини билдиради.

Насос напори  $H$  ( $m$ ) – бу насоснинг масса бирлигига эга бўлган суюқликка берган солиштирма энергиясидир.

Фойдали қувват  $N_\phi$  ( $Вт$ ) –напор  $H$  ва суюқлик массавий сарфи  $\rho g V$  кўпайтмасига тенг миқдордаги суюқлик потенциал энергиясига айтилади:

$$N_\phi = \rho g V H \quad (1.32)$$

Насос ўқидаги қувват  $N_e$  ни аниқлаш учун фойдали қувватни насос фойдали иш коэффициентига бўлиш керак ва у насоснинг йўқотган энергиясини характерлайди:

$$N_e = \frac{N_\phi}{\eta_n} = \frac{\rho g V H}{\eta_n} \quad (1.33)$$

Насосда йўқотилган энергия конструкциянинг мукамаллиги, ишлатиш самарадорлиги ва насоснинг едирилишини ушбу формула ҳисобга олади:

$$\eta_n = \eta_v \cdot \eta_r \cdot \eta_{мех} \quad (1.34)$$

бу ерда,  $\eta_v$  – узатиш ф.и.к.; суюқликнинг клапан, сальник, ҳар хил тиркишлардан оқиб чиқиб кетишини ҳисобга олади, яъни  $\eta_v = V/V_{наз}$  хақиқий унумдорликнинг назарий унумдорликка нисбатини характерлайди;  $\eta_r$  – гидравлик ф.и.к.;  $\eta_r = H/H_{наз}$  – ҳажмий напорни назарий напорга нисбатини билдиради;  $\eta_{мех}$  – механик ф.и.к.; подшилник, сальник ва бошқа элементларда ишқаланишга йўқотилган қувват.

Агар насоснинг ф.и.к. номаълум бўлса, қуйидаги жадвалда келтирилган маълумотлардан фойдаланиш мумкин:

1-6 жадвал

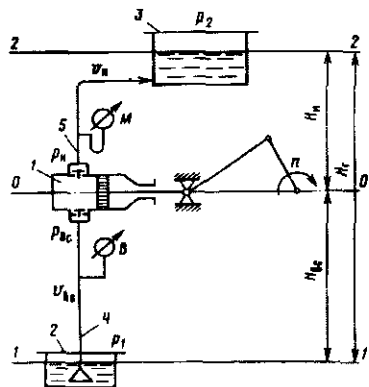
Насос тури	Марказдан қочма	Ўқли	Поршеньли
$\eta_n$	0,4-0,7 (кичик ва ўртача сарф) 0,7-0,95 (катта сарф)	0,7-0,9	0,65-0,9

Электр юриткич истеъмол қилаётган қувват ёки номинал қуввати  $N_{эю}$  ўқдаги қувватга қараганда кўпроқ, чунки электр юриткичдан насос ўқигача энергияни узатиш муфтасида ва электр юриткич ўқида йўқотилишлар содир бўлади. Ушбу йўқотилишлар  $N_e$  тенгламасига узатма  $\eta_{эз}$  ва электр юриткич ф.и.к.  $\eta_{эю}$  ларини киритиш орқали инобатга олинади:

$$N_{эю} = \frac{N_e}{\eta_n \cdot \eta_{эз} \cdot \eta_{эю}} = \frac{\rho g V H}{\eta_v \cdot \eta_r \cdot \eta_{мех} \cdot \eta_{эз} \cdot \eta_{эю}} \quad (1.35)$$

Узатманинг ф.и.к. кучланишни узатиш усулига боғлиқ. Марказдан қочма ва ўқли насосларда электр юриткич ўқи бевосита насос ўқи билан тўғридан-тўғри боғланган бўлгани

учун  $\eta_{yz} \approx 1$ . Поршенли насосларда кўпинча тишли узатмалардан фойдаланилади. Шунинг учун  $\eta_{yz} \approx 0,93-0,98$ .



1.1-расм. Насос қурилмасининг схемаси.

Насос қурилмасининг тўлиқ фойдали иш коэффициентини:

$$\eta = \frac{N_{\phi}}{N_{\text{эю}}} = \eta_{\text{и}} \cdot \eta_{\text{yz}} \cdot \eta_{\text{эю}} \quad (1.36)$$

бу ерда,  $N_{\text{эю}}$  – юриткич истеъмол қуввати;  $\eta_{\text{yz}}$  – узатиш ф.и.к.;  $\eta_{\text{эю}}$  – юриткич ф.и.к.

Юриткичнинг ўрнатиш қуввати, насосни ишга тушириш онда (вақтида)ги  $N_{\text{эю}}$  ортиқча юкланишини инобатга олган ҳолда аниқланади.

Агар, электр юриткич ф.и.к. номаълум бўлса, уни номинал қувватга қараб қуйидаги жадвалдан танлаш мумкин.

1-7 жадвал

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

$$N_{\text{эп}} = \beta \cdot N_{\text{эю}} \quad (1.37)$$

бу ерда  $\beta$  – қувватнинг захира коэффициентини, бу электр юриткичнинг қувватига қараб 2,0 дан 1,1 гача олинади.

Электр юриткичнинг қуввати қанча юкори бўлса, коэффициент  $\beta$  нинг қиймати шунча кичиклашади. Қувват  $N$  маълум бўлса, каталогдан насосга мос электр юриткич танланади; у  $N$  га тенг номинал  $N_{\text{ном}}$  қувватга эга бўлиши шарт. Агар, каталогда бундай қувватли электр юриткич бўлмаса, шу қувватга яқин, лекин ундан каттароқ қувватли электр юриткич танланади. Суюқликларни узатиш учун зарур энергияни ҳисоблашда шунинг назарда тутиш керакки, электр юриткичнинг тармоқдан истеъмол қиладиган  $N_{\text{эю}}$  қуввати номинал қувватдан кўпроқ, чунки электр юриткичнинг ўзида ҳам йўқотилишлар мавжуд:

$$N_{\text{эю}} = \frac{N_{\text{ном}}}{\eta_{\text{эю}}} \quad (1.38)$$

бу ерда  $\eta_{\text{эю}}$  – электр юриткич фойдали иш коэффициентини.

Насосни технологик схемага ўрнатиладиганда, шунинг инобатга олиш керакки, сўриш баъландлиги  $H_{\text{ср}}$  қуйидаги формулада ҳисоблаб топилган қийматдан катта бўлмаслиги керак (1.1-расм):

$$H_{\text{ср}} \leq \frac{p_1}{\rho g} - \left( \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_{\text{ср}}^2}{2g} + h_{\text{иук.ср.}} + h_{\text{зах}} \right), \quad (1.38)$$

бу ерда  $p_1$  – узатиладиган суюқлик тўйинган бугининг ишчи температурадаги босими;  $w_{\text{ср}}$  – насоснинг сўриш патрубкидаги суюқлик тезлиги;  $h_{\text{иук.ср.}}$  – насоснинг сўриш патрубкидаги суюқлик напорининг йўқотилиши;  $h_{\text{зах}}$  – кавитация бўлмаслиги учун зарур напор захираси (марказдан қочма насосларда).

Марказдан қочма насосларда унумдорлик маълум миқдорда ишчи ғилдирак каналларининг эркин кесим юзалари ёрдамида аниқланади.

Назарий унумдорлик ушбу тенглама ёрдамида ҳисобланади:

$$V = b_1 \cdot (\pi \cdot D_1 - \delta \cdot z) \cdot w_1 \cdot \sin \alpha_1 \quad \text{ёки} \quad V = b_2 \cdot (\pi \cdot D_2 - \delta \cdot z) \cdot w_2 \cdot \sin \alpha_2 \quad (1.39)$$

бу ерда  $w_1, w_2$  - ишчи гилдирагига кириш ва чиқишдаги нисбий тезликлари;  $\alpha_1, \alpha_2$  - куракларнинг кириш ва чиқишдаги эгрилик бурчаклари;  $D$  - гилдиракнинг ташқи диаметри;  $z$  - куракчалар сони;  $\delta$  - куракчалар каллиниги;  $b_1, b_2$  - гилдирак куракларининг кириш ва чиқишдаги эни.

Энг содда поршенли насоснинг сарфи ушбуга тенг:

Агар поршень сиқиб чиқараётган суюқлик ҳажми  $V = f \cdot S$  бўлса, унда бир йўлли насоснинг ўртача назарий унумдорлиги ( $\text{м}^3/\text{соат}$ ):

$$V_H = f \cdot S \cdot n$$

бу ерда  $f$  - цилиндрнинг кўндаланг кесими,  $\text{м}^2$ ;  $S$  - поршен йўли узунлиги, яъни бошланғич ва охириги ҳаракат нукталари орасидаги масофа;  $n$  - айланишлар частотаси,  $\text{с}^{-1}$ .

Икки йўлли бир поршенли насоснинг сарфи.:

$$V_H = (2f - f) \cdot S \cdot n \quad (1.40)$$

бу ерда  $f$  - шток кўндаланг кесимининг юзаси,  $\text{м}^2$ .

Шестерняли насос унумдорлиги  $V_{ш}$ :

$$V_{ш} = 2 \cdot S \cdot b \cdot z \cdot n \quad (1.41)$$

бу ерда  $S$  - шестерня тишининг кўндаланг кесими юзаси,  $\text{м}^2$ ;  $b$  - шестерня тишининг эни,  $\text{м}$ ;  $z$  - шестерня тишлари сони;  $n$  - айланишлар частотаси,  $\text{с}^{-1}$ .

Хайдаш режими учун 0-0 ва 2-2 кесимлари учун тузилган Бернулли тенгламаси (таққослаш текислиги деб насос ўқидан утган 0-0 текислиги олинади) қуйидагича ёзилади:

$$\frac{p_{y2}}{\rho g} + \frac{w_{y2}^2}{2g} = H_{y2} + \frac{w_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + h_{y2,y2} \quad (1.42)$$

бу ерда,  $p_{y2}$  - узатиш (хайдаш) босими;  $w_{y2}$  - хайдаш қувуридаги тезлик;  $H_{y2}$  - узатиш баландлиги;  $w_2$  - 2-2 - кесимдаги юқори идишдаги суюқлик тезлиги;  $p_2$  - хайдаш идишидаги босим;  $h_{y2,y2}$  - хайдаш қувуридаги йўқотилиш.

Сўриш ва хайдаш қувурларидаги тезликка нисбатан пастки ва юқоридаги идишлардаги суюқлик тезлигининг ўзгариши жуда кичик бўлгани учун, улар нолга тенг ( $w_1=0$ ;  $w_2=0$ ).

(1.41) ва (1.42) тенгламаларни ҳисобга олиб насоснинг напорини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$H = \frac{P_{y2} - P_{ср}}{\rho g} = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{w_{ср}^2 + w_{y2}^2}{2g} + H_{ср} + H_{y2} + h_{ср,y2} + h_{y2,y2} \quad (1.43)$$

Сўриш билан хайдаш қувури ўзаро тенг бўлганда, ушбу тенгликни соддалаштириш мумкин бўлади, яъни  $w_{ср} = w_{y2}$ . Суюқликни геометрик узатиш баландлиги эса,  $H_2 = H_{ср} + H_{y2}$ , бундан қуйидаги тенглама келиб чиқади:

$$H = \frac{P_1 - P_2}{\rho g} + H_{ср} + h_{y2} \quad (1.44)$$

бу ерда  $h_{y2} = h_{ср} + h_{y2,y2}$  - босимнинг умумий йўқотилиши.

Агарда юқоридаги ва пастки идишдаги босимлар тенг бўлса, яъни  $P_2 = P_1$ , у ҳолда:

$$H = H_2 + h_{y2} \quad (1.45)$$

(1.44) тенгламага биноан, насоснинг босими, суюқликни геометрик баландлик  $H_2$  кўтаришга, идишлардаги босимлар фарқини, сўриш ва хайдаш идишлардаги гидравлик қаршиликларни енгишга сарф бўлади.

Горизонтал жойлашган қувур орқали сув узатилганда ( $H_2=0$ ), насос босими фақат қаршиликларни енгиш учун сарфланади:

$$H = h_{y2} \quad (1.46)$$

Ишлаётган насоснинг босимини (напорини) вакуумметр  $H_6$  ва манометр  $H_m$  ларнинг

кўрсаткичлари асосида аниқлаш мумкин:

$$H = H_m + H_g + h \quad (1.46a)$$

бу ерда  $h$  – манометр ва вакуумметрлар орасидаги масофа.

(1.43) тенгламадан сўриш баландлигини кўриб чиқсак:

$$H_{ср} = \frac{p_1 - p_{ср}}{\rho g} - \frac{w_{ср}^2}{2g} - h_{ср.шк} \quad (1.47)$$

$w_1$  тезлик қиймати  $w_{ср}$  га нисбатан анча кичик бўлгани учун,  $w_1=0$  деб қабул қилсак бўлади.

(2.83) тенгламадан шу нарса кўриниб турибдики,  $p_{ср}$  камайиши билан сўриш баландлиги ортади. Суюқлик насос ичида қайнаб кетмаслиги учун,  $p_{ср}$  қиймати суюқлик узатилаётган температурадаги сув буғи тўйиниш босими  $P_g$  дан катта бўлиши керак, яъни  $p_{ср} > p_g$ .

Шундай қилиб, сўриш баландлигининг чегаравий қийматини куйидагича аниқлаймиз:

$$H_{ср} \leq \frac{p_{ат} - p_1}{\rho g} - \frac{w_{ср}^2}{2g} - h_{ср.шк} \quad (1.47a)$$

бу ерда  $p_{ат}$  – атмосфера босими;  $p_{ат}=p_1$ .

Акс ҳолда, суюқлик насос ичида қайнаб кетади, ва интенсив буғ ҳосил бўлишга олиб келади. Буғ пуфакчалари суюқлик билан юқори босимли соҳага кирса, томчига айланиб, бўшлиқлар ҳосил қилади, гидравлик зарба шовкин бўлишига олиб келади, яъни кавитация ходисаси содир бўлади.

Маълумки, суюқликларнинг қайнаши – бу унинг тўйинган буғлари босимининг ташки босим, яъни суюқлик устунни ёки ташки босимга тенг ёки катта ( $p > p_{ср}$ ) бўлгандаги шароитда содир бўлади. Қайнаш жараёнида ҳосил бўлган буғ босим ортиши билан конденсацияланади. Лекин, бир килограмм суюқлик эгаллаган ҳажм, буғ эгаллаб турган ҳажмга нисбатан бир неча юз ва минг баробар кам бўлади. Шунинг учун, конденсация рўй бераётган бўшлиқда вакуум ҳосил бўлади. Конденсацияда бўшаган бўшлиқни бир зумда суюқлик тўлдиради. Бунда гидравлик зарба ҳосил бўлади ва насос деталларининг емирилиши рўй беради ва натижада насоснинг ишчи органларида ўйилган чуқурчалар пайдо бўлади. Насос бундай режимда ишлаши унинг бузулишига олиб келади.

Юқорида қайд этилган ҳодиса, яъни паст босимли соҳаларда суюқликнинг қайнаш даврида газ пуфакча (ғовак) ларининг ҳосил бўлиши **кавитация** (инглизча – cavity, “бўшлиқ”, “ғоваклик”) деб номланади. Кавитация мавжуд режимларда насосларни эксплуатация қилиш унинг гидравлик ф.и.к. ва унумдорлигининг пасайишига олиб келади. Кавитация ходисаси эриган газлар десорбцияси ёки бирикмалар зичланиши йўқолган ҳолларда қурилмага ҳавонинг сўрилиши ( $p_{ср}$  атмосфера босимидан паст бўлганда) оқибатида ҳам рўй бериши мумкин. Шунинг учун ҳам, насос унумдорлигини сўриш йўлидаги задвижка орқали амалга ошириш катъиян маън этилади.

Кавитация бўлиши насос унумдорлигини пасайтиради, гидравлик зарба билан ишлаган насос, тез едирилади, коррозияга учрайди ва унинг тез бузилишига олиб келади.

**Пропорционаллик қонуни.** Марказдан қочма насосларнинг напори ва унумдорлиги насос ишчи қилдирагининг айланиш частотаси (сони)га боғлиқ бўлади. (1.43) тенгламага мувофиқ насос напори айланма тезлик квадратига боғлиқ, яъни  $H \sim c^2 u^2$ .

Агар айланишлар сони  $n_1$  да напор  $H_1$  бўлса,  $n_2 \sim H_2$  бўлади деб хулоса қилсак, унда:

$$\frac{H_1}{H_2} = \left( \frac{u'_2}{u''_2} \right)^2 = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^2, \quad \text{яъни} \quad \frac{H_1}{H_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^2 \quad (1.48)$$

(1.39) тенгламадан эса, насос унумдорлиги суюқлик ғилдирагидан ажралишдаги абсолют тезлигини радиал ташкил этувчисига пропорционал, яъни  $V \sim C r_2$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C'_{2r}}{C''_{2r}} = \frac{u'_2}{u''_2} = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_1}{\pi \cdot D_2 \cdot n_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (1.49)$$

Насос талаб этадиган қувват эса, унумдорлик ва напорнинг кўпайтмасига пропорционал ва (1.39) тенгламаларга биноан қуйидаги кўринишни ҳосил қиламиз:

$$\frac{N_1}{N_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^3 \quad (1.50)$$

(1.48) - (1.50) тенгламалар пропорционаллик конуни тенгламалари дейилади. Бирок бу тенгламаларни тахминий ҳисоблар учун ишлатиш мумкин. Аниқ ҳисоблар учун эса, насос ишчи қилдирагини айланишлар частотаси билан фойдали иш коэффициентини инобатга олиниши керак. Шуни қайд этиб ўтиш керакки, пропорционаллик конунини, насоснинг айланишлар сони бир-биридан 2 баробаргача фарк қилгандагина қўллаш мумкин.

Марказдан қочма насослар учун

$$h_{\text{max}} = 0,3 \cdot (Q \cdot n^2)^{2/3} \quad (1.51)$$

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

Поршенли насослар учун (сўриш йўлида ҳаволи қалпоқ бўлганда):

$$h_{\text{max}} = 1,2 \frac{l}{g} \cdot \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{u^2}{r} \quad (1.52)$$

бу ерда  $l$  - насоснинг сўриш патрубкисидagi суюклик устунинг баландлиги (қалпоқ ичидаги суюкликнинг эркин юзасидан ҳисобланади);  $f_1, f_2$  - поршен ва труба кўндаланг кесимларининг юзаси;  $u$  - айланма тезлик;  $r$  - кривошип радиуси.

Рухсат этилган сўриш баландлигини аниқлаш учун 1-8 жадвалда келтирилган маълумотлардан фойдаланиш мумкин.

1-8 жадвал

Поршенли насосларнинг рухсат этилган сўриш баландлиги

$n, 1/\text{с}$	Сув температураси, °С						
	0	20	30	40	50	60	70
0,834	7,0	6,5	6,0	5,5	4,0	2,5	0
1,00	6,5	6,0	5,5	5,0	3,5	2,0	0
1,50	5,5	5,0	4,5	4,0	2,5	1,0	0
2,00	4,5	4,0	3,5	3,0	1,5	0,5	0
2,50	3,5	3,0	2,5	2,0	0,5	0	0
3,00	2,5	2,0	1,5	1,0	0	0	0

**Вентиляторлар.** Газларни сиқиш даражаси 1,15 да узатиш учун мўлжалланган машина вентилятор деб аталади. Саноат микёсида марказдан қочма ва ўкли вентиляторлар энг кенг тарқалган машиналар қаторига киради. Ҳосил қиладиган босимига қараб вентиляторлар 3 гуруҳга бўлинади: паст босимли - <981 Па; ўртача босимли - 981-2943 Па; юқори босимли - 2943-11772 Па. Марказдан қочма вентиляторлар уччала гуруҳли, ўкли вентиляторлар эса – паст босимли, камдан-кам ҳолларда ўртача босимли бўлади.

Вентиляторларда босим кичик бўлгани учун газнинг термодинамик ҳолатини инобатга олмаслик ҳам мумкин. Шу сабабли, буларга сиқилмайдиган муҳитлар учун машиналар назариясини қўллаш мақсадга мувофиқ.

Вентиляторнинг зарур напори (м.газ уст.) ушбу формуладан топилади:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h_n \quad (1.53)$$

бу ерда  $p_1$  - сўриш патрубкисидagi босим;  $p_2$  - хайдаш патрубкисидagi босим;  $h_n$  - сўриш ва хайдаш патрубкисидagi жами напорнинг йўқотилиши.

Марказдан қочма вентиляторларнинг ф.и.к  $\eta_n=0,6-0,9$ , ўклиники эса  $\eta_n=0,7-0,9$ . Агар вентилятор ўқи ва электр юриткич бевосита бирлаштирилган бўлса  $\eta_{\text{вз}}=1$ , камарли узатмада эса  $\eta_{\text{вз}}=0,92$ .

## Марказдан қочма насосларнинг техник характеристикалари

Марка	$Q$ , м <sup>3</sup> /соат	$H$ , м.суюқ.уст	$n$ , 1/с	$\eta_n$	Электр юриткич		
					тип	$N$ , кВт	$\eta_{эл}$
X2/25 X8/18	4,2·10 <sup>-4</sup> 2,4·10 <sup>-3</sup>	25	50 48,3	-	АОЛ-12-2	1,1	-
		11,3			АО2-31-2	3	-
		18			ВАО-31-2	3	0,82
X8/30	2,4·10 <sup>-3</sup>	17,7	48,3	0,50	АО2-32-2	4	-
		24 30			ВАО-32-2	4	0,83
X20/18	5,5·10 <sup>-3</sup>	10,5	48,3	0,60	АО2-31-2	3	-
		13,8 18			ВАО-31-2	3	0,82
X20/31	5,5·10 <sup>-3</sup>	18	48,3	0,55	АО2-41-2	5,5	0,87
		25 31			ВАО-41-2	5,5	0,84
X20/53	5,5·10 <sup>-3</sup>	44	48,3	0,50	АО2-52-2	13	0,89
		53			ВАО-52-2	13	0,87
X45/21	1,25·10 <sup>-2</sup>	13,5	48,3	0,60	АО2-51-2	10	0,88
		17,3 21			ВАО-51-2	10	0,87
X45/31	1,25·10 <sup>-2</sup>	19,8	48,3	0,60	АО2-52-2	13	0,89
		25 31			ВАО-52-2	13	0,87
X45/54	1,25·10 <sup>-2</sup>	32,6	48,3	0,60	АО2-62-2	17	0,88
		42			АО2-71-2	22	0,88
		54			АО2-72-2	30	0,89
X90/19	2,5·10 <sup>-2</sup>	13	48,3	0,70	АО2-51-2	10	0,88
		16			АО2-52-2	13	0,89
		19			АО2-62-2	17	0,89
X90/33	2,5·10 <sup>-2</sup>	25	48,3	0,70	АО2-62-2	17	0,88
		29,2			АО2-71-2	22	0,90
		33			АО2-72-2	30	0,90
X90/49	2,5·10 <sup>-2</sup>	31,4	48,3	0,70	АО2-71-2	22	0,88
		40			АО2-72-2	30	0,89
		49			АО2-81-2	40	-
X90/85	2,5·10 <sup>-2</sup>	56	48,3	0,65	АО2-81-2	40	-
		70			АО2-82-2	55	-
		85			АО2-91-2	75	0,89
X160/29/2	4,5·10 <sup>-2</sup>	20	48,3	0,65	ВАО-72-2	30	0,89
		24			АО2-72-2	30	0,89
		29			АО2-81-2	40	-
X160/49/2	4,5·10 <sup>-2</sup>	33	48,3	0,75	АО2-81-2	40	-
		40,6			АО2-82-2	55	-
		49			АО2-91-2	75	0,89
X160/29	4,5·10 <sup>-2</sup>	29	24,15	0,60	АО2-81-4	40	-
X280/29	8·10 <sup>-2</sup>	21	24,15	0,78	АО2-81-4	40	-
		25			АО2-82-4	55	-
		29			АО2-91-4	75	0,92
X280/72	8·10 <sup>-2</sup>	51	24,15	0,70	АО-101-4	125	0,91
		62			АО-102-4	160	0,92
		72			АО-103-4	200	0,93
X500/25	1,5·10 <sup>-1</sup>	19	16	0,80	АО2-91-6	55	0,92
		25			АО2-92-6	75	-
X500/37	1,5·10 <sup>-1</sup>	25	16	0,70	АО-102-6	125	0,92
		31,2 37			АО-103-6	160	0,93

## Кўп босқичли марказдан қочма насосларнинг техник характеристикалари

Насос типи	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$H$ , м суюқ.уст.	$n$ , 1/с	$\eta_n$	$N_n$ , 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

## Ўқли насосларнинг техник характеристикалари

Насос типи	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$H$ , м суюқ.уст.	$n$ , 1/с	$\eta_n$
ОГ6-15	0,075	4,6	48,3	0,78
ОГ8-15	0,072	11,0	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
ОВ6-70	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

Эслатма 1. Ушбу насослар таркибида қаттиқ фаза миқдори 0,3% ва температураси 35°C дан ошмаган сув (ёки қовушиққлиги ва кимёвий фаоллиги бўйича сув га ўхшаши суюқликлар) ни узатиши учун мўлжалланган.  
2. ОГ - ўқи горизонтал жойлаштирилган; ОВ - вертикал ўқли.

1-9...1-16 жадвалларда кимё саноатида қўлланиладиган насосларнинг техник характеристикалари келтирилган. 1-9...1-12 жадвалларда берилган напор ва унумдорлик қийматлари оптимал ф.и.к га мос келади.

## Ўқли циркуляцион насосларнинг техник характеристикалари

Насос типи	Q, м <sup>3</sup> /с	H, м.суюк.уст	n, 1/с	Электр юриткич		
				тип	N <sub>н</sub> , кВт	η <sub>эю</sub>
ОХ2- 23Г	0,111	4,5	24,1	АО2-62-4	17	0,89
ОХ6-34ГА	0,278	4,5	24,5	АО2-81-4	40	-
ОХ6-34Г	0,444	4,5	24,5	АО2-82-4	55	-
ОХ6-46Г	0,693	4	16,4	МА-36-51 /6	100	0,91
ОХ6-54 Г	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) 13-55-10	320	-
ОХ6-87Г-2	2,78	3,5-4,0	9,8	АО (ДА 30) 13-55-10	320	-

Эслатма. Ушбу насослар температура 150°C ва зичлиги 1500 кг/м<sup>3</sup> гача бўлган агрессив суюқликларни циркуляция қилиш учун мўлжалланган (насос ОХ6-46Г - 106 °С гача, насос ОХ6-87Г 2 - 137 °С гача).

## Уюрмавий насослар (кичик унумдорлик) техник характеристикалари

Насос типи	Q, м <sup>3</sup> /с	H, м суюк.уст.	n, 1/с	η <sub>н</sub>
BC-0,5/18	0,00040	24	24,15	0,38
	0,00050	18		
	0,00058	12		
BK 1/16	0,00080	22	24,15	0,25
	0,00100	16		
	0,00106	14		
BK-1,25/25	0,00110	29	24,15	0,27
	0,00125	25		
	0,00140	21		

Эслатма. Таркибида қаттиқ заррача йўқ ва температураси 85°C юқори бўлмаган сув ва бошқа суюқликларни узатиш учун режаслаштирилган.

## Унумдорлиги ростланадиган плунжерли насослар характеристикалари

Насос тури	Q, м <sup>3</sup> /с	H, м.суюк.уст.	Электр юриткич			
			тип	n, 1/с	N, кВт	η <sub>эю</sub>
НД 630/10	1,75·10 <sup>-4</sup>	100	BAO-21-4	25	1,1	0,76
НД 1000/10	2,78·10 <sup>-4</sup>	100	АО2-31-4	25	2,2	-
НД 1600/10	4,45·10 <sup>-4</sup>	100	АО2-32-4	25	3,0	-
			BAO-32-4	-	3,0	0,82
НД 2500/10	6,95·10 <sup>-4</sup>	100	АО2-32-4	25	3,0	-
			BAO-32-4	-	3,0	0,82
ДК-64	1,75·10 <sup>-4</sup>	630	BAO-21-4	25	3,0	0,82
ХТр 10/100	2,78·10 <sup>-4</sup>	1000	BAO-82-2	-	55	-

Эслатма. 1. Ушбу насослар температураси 200°C гача бўлган нейтрал ва фаол суюқликларни қадоқлаб узатиш учун мўлжалланган. 2. Жадвалда максимал унумдорлик ва напорлар қийматлари келтирилган.



## Марказдан қочма вентиляторлар техник характеристикалари

Насос типи	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$\rho gH$ , Па	$n$ , 1/с	$\eta_n$	Электр юриткич		
					тип	$N_n$ , кВт	$\eta_{ю}$
В-Ц14-46-5К-02	3,67	2360	24,1	0,71	A02-61-4	13	0,88
	4,44	2450			A02-62-4	17	0,89
	5,55	2550			A02-71-4	22	-
В-Ц14-46-8К-02	5,28	1770	16,15	0,73	A02-62-6	13	0,88
	6,39	1820			A02-71-6	17	0,90
	7,78	1870			A02-72-6	22	0,90
	6,94	2450			A02-82-6	30	-
В-Ц14-46-8К-02	9,72	2600	16	0,70	A02-82-6	40	-
	11,95	2750			A02-91-6	55	0,92
	12,50	5500			4A280S4	110	-
В-Ц12-49 8-01	15,25	5600	24,15	0,68	4A280M4	132	-
	18,0	5700			4A315S4	160	-
	1,39-6,95	1470-3820			-	-	-
Кичик унумдорли вентиляторлар							
марка	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$\rho gH$ , Па	$n$ , 1/с	марка	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$\rho gH$ , Па	$n$ , 1/с
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	2,360	3280	46,7

## Газодувкалар техник характеристикалари

Марка	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$\rho gH$ , Па	$n$ , 1/с	Электр юриткич		
				тип	$N_n$ , кВт	$\eta_{ю}$
ТВ-25-1,1	0,833	10 000	48,3	A02-71-2	22	0,88
ТВ-100-1,12	1,67	12 000	48,3	A02-81-2	40	-
ТВ-150-1,12	2,50	12 000	48,3	A02-82-2	55	-
ТВ-200-1,12	3,33	12 000	48,3	A02-91-2	75	0,89
ТВ-250-1,12	4,16	12 000	49,3	A02-92-2	100	0,91
ТВ-350-1,06	5,86	6 000	48,3	A02-82-2	55	-
ТВ 450-1,08	7,50	8 000	49,5	A2-92-2	125	0,94
ТВ-500-1,08	8,33	8 000	50,0	BAO-315S-2	132	-
ТВ-600-1,1	10,0	10 000	49,4	A3-315M-2	200	-
РГН-1200А	0,167	30 000	16,7	A02-62-6	13	-
2А-34	0,630	80 000	25,0	4A250-S443	75	-
ТВ-42-1,4	1,0	40 000	48,3	A02-82-2	55	-
ТВ 50-1,6	1,0	60 000	49,3	A02-92-2	100	-
ТВ-80-1,2	1,67	20 000	48,3	A02-82-2	55	-
ТГ 170 1.1	2,86	28 000	49,3	A02-92-2	100	-
ТГ-300-1,18	5,0	18 000	50,0	BAO-315M-2	160	-

Эслатма.  $\rho gH \leq 1200$  Па бўлган газодувкалар юқори босимли вентилятор деб ҳисоблаш керак; газодувки с  $\rho gH \leq 1800$  Па бўлган газодувкаларни компрессорлар деб ҳисоблаш зарур.

**Мисол 1-1.** Ортиқча босими 0,1 МПа бўлган қурилмага усти очик идишдан температураси 20°C бўлган сувни узатиш учун насос ҳисоблансин ва танлансин. Сув сарфи  $1,2 \cdot 10^{-2}$  м<sup>3</sup>/с. Сувни кўтариш баландлиги 15 м. Сўриш линиясида труба қувурининг узунлиги 10 м, ҳайдаш линиясида 40 м. Ҳайдаш линиясида иккита 120° ли, ўнта 90° ли бурилишлар ва иккита кентиль ўрнатилган. Сўриш линиясида эса иккита вентиль, тўртта 90° ли бурилишлар мавжуд.

Сув тўлдирилган идиш устидан 4 м баландликка насос ўрнатиш мумкинлиги текширилсин.

а) Труба қувурини танлаш.

Сўриш ва ҳайдаш линияларида бир хил тезлик, яъни 2 м/с ни қабул қиламиз. Унда, (1.8) формуладан труба қувури диаметрини аниқлаймиз:

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

Труба қувурининг коррозия сезиларли эмас деб қабул қиламиз.

б) Ишқаланиш ва маҳаллий қаршиликлар туфайли йўқотилишларни топамиз. Бунинг учун Рейнольдс критерийсини ҳисоблаймиз:

$$Re = \frac{wd\rho}{\mu} = \frac{2 \cdot 0,088 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 174800$$

Ушбу сон қийматда суюқлик ҳаракати турбулент. Труба қувурининг абсолют ғадир-бўдурлигини  $\Delta = 2 \cdot 10^{-4}$  м деб қабул қиламиз. Унда,

$$e = \frac{\Delta}{d} = \frac{0,0002}{0,088} = 0,00227$$

Сўнг ушбу қийматларни оламиз:

$$\frac{1}{e} = 441; \quad 560 \frac{1}{e} = 247000; \quad 10 \cdot \frac{1}{e} = 4410; \quad 4410 < Re < 247000$$

Шундай қилиб, труба қувурида аралаш ишқаланиш режими мавжуд бўлгани учун, гидравлик қаршилик коэффициентини  $\lambda$  ни ушбу формуладан ҳисоблаб топамиз:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( e + \frac{68}{Re} \right) = 0,11 \cdot \left( 0,00227 + \frac{68}{174800} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot 0,00266^{0,25} = 0,025$$

Маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндисини топамиз.

Сўриш линиясида:

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

2) нормал вентиль учун:  $d = 0,076$  м да  $\xi = 0,6$ ;  $d = 0,1$  м да  $\xi = 0,5$ ; экстраполяция қилиб,  $d = 0,088$  м учун  $\xi = 0,55$ .

Тузатиш коэффициенти  $k = 0,925$  учун  $\xi = 0,51$ .

3) бурилишлар: коэффициент  $A = 1$  коэффициент  $B = 0,09$ ;  $\xi = 0,009$ .

Сўриш линиясидаги ҳамма маҳаллий қаршилик коэффициентларининг йиғиндиси:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + 2\xi_2 + 4\xi_3 = 0,5 + 1,02 + 0,36 = 1,88$$

Сўриш линиясида напорнинг йўқотилиши (1.2) формуладан топилади:

$$h_{н.с.} = \left( \lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) \cdot \frac{w^2}{2g} = \left( 0,025 \frac{10}{0,088} + 1,88 \right) \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} = 0,962 \text{ м}$$

Ҳайдаш линиясида:



- 1) 120° бурилиш:  $A = 1,17$ ;  $B = 0,09$ ;  $\xi = 0,105$ .
  - 2) 90° бурилиш:  $\xi_2 = 0,09$ ;
  - 3) нормал вентиляр:  $d = 0,088$  м учун  $\xi = 4,0$ ,  $d = 0,1$  м учун  $\xi = 4,1$ ,  $d = 0,088$  м учун  $\xi = 4,04$ .
  - 4) трубадан чиқиш:  $\xi_4 = 1$ ;
- Ҳайдаш йўлидаги ҳамма маҳаллий қаршилиқлар йиғиндиси:

$$\Sigma \xi = 2\xi_1 + 10\xi_2 + 2\xi_3 + \xi_4 = 2 \cdot 0,105 + 10 \cdot 0,09 + 2 \cdot 4,04 + 1 = 10,02$$

Ҳайдаш йўлида йўкотилган напор:

$$h_{n.наг.} = \left( 0,025 \frac{40}{0,088} + 10,02 \right) \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} = 4,396 \text{ м}$$

Напорнинг умумий йўқотилиши:

$$h_n = h_{n.вс.} + h_{n.наг.} = 0,962 + 4,396 = 5,358 \text{ м}$$

в) Насосни танлаш.

Насосга зарур напорни қуйидаги формуладан топамиз:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h + h_n = \frac{0,1 \cdot 10^6}{998 \cdot 9,81} + 15 + 5,358 = 30,6 \text{ м. сув. уст.}$$

Бундай напорни белгиланган иш унумдорликда бир босқичли марказдан қочма насос таъминлайди (1-9 жадвал). Ихчамлиги, ф.и.к. юқорилиги ва турли электр юриткичлар билан комбинациялаш қулайлиги, ҳамда саноат микёсида кенг тарқалгани учун ушбу насоснинг бошқа кўрсаткичларини кўриб чиқамиз.

Насоснинг фойдали қувватини (1.32) формуладан топамиз:

$$N_n = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,012 \cdot 30,6 = 3595 \text{ Вт} = 3,595 \text{ кВт}$$

$\eta_{пер} = 1$  ва  $\eta_n = 1$  (ўртача унумдорликка эга насос учун) деб қабул қилиб, (1.34) формула ёрдамида электр юриткич ўқидаги қувватни аниқлаймиз:

$$N = \frac{N_n}{\eta_n \cdot \eta_{уз}} = \frac{3,595}{0,6 \cdot 1} = 6 \text{ кВт}$$

1-9 жадвалдан берилган напор ва унумдорлик бўйича Х45/31 русумли марказдан қочма насосни танлаймиз. Оптимал ишлаш шароитида насоснинг кўрсаткичлари қуйидагича:

$$Q = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$H = 31 \text{ м};$$

$$\eta_n = 0,6$$

Насос қуввати  $N = 13$  кВт, электр юриткич ф.и.к.  $\eta_{ю} = 0,89$  ва айланиш частотаси  $n = 48 \text{ с}^{-1}$  ли номинал қувватга эга бўлган А02-52-2 русумли электр юриткич ўрнатилган.

г) Чегаравий сўриш баландлигини аниқлаш: (1.40) формула ёрдамида кавитацияга бўлган напор захирасини ҳисоблаймиз:

$$h_3 = 0,3 \cdot (0,012 \cdot 48,3^2)^{2/3} = 2,77 \text{ м}$$

Тўйинган сув буғи босимининг жадвалидан 20°C температурада унинг босими  $p_f=2,35 \cdot 10^3$  Па эканлигини топамиз [26]. Атмосфера босими  $p=10^5$  Па, сўриш патрубкисининг диаметри труба кувурининг диаметрига тенг деб қабул қиламиз.

Унда (1.38) формуладан қуйидагини аниқлаймиз:

$$H_{sc} \leq \frac{10^5}{998 \cdot 9,81} \cdot \left( \frac{2,35 \cdot 10^3}{998 \cdot 9,81} + \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} + 0,962 + 2,77 \right) = 6,04 \text{ м}$$

Шундай қилиб,  $6,04 > 4$  бўлгани учун насосни 4 м баяндликка ўрнатиш мумкин.

**Мисол 1-2.** Адсорбернинг остидан ҳавони узатиш учун вентилятор ҳисоблансин ва танлансин. Ҳаво сарфи  $V=0,825$  м<sup>3</sup>/с, температураси 20°C. Атроф муҳитдаги ҳаво ва адсорбент қатлами устидаги босим атмосфера босимига тенг. Сорбент заррачаларининг зичлиги  $\rho_m=800$  кг м<sup>3</sup>, ўртача ўлчами  $d_v=0,00205$  м, шакл омили  $\Phi = 0,8$ . Қўзғалмас сорбент қатламининг баяндлиги 0,95 м, ғоваклилиги  $\epsilon=0,4$ . Адсорбер ички диаметри  $D=1,34$  м. Ҳавони сўриб олиш штуцерида адсорберга 20 м. Труба кувурида 4 та 90° лч тирсак ва 1 та задвижка ўрнатилган.

Қатлам ҳолатини аниқлаймиз.

Қурилмада ҳавонинг сохта тезлиги:

$$w_0 = 4V / \pi D^2 = 4 \cdot 0,825 / (3,14 \cdot 1,34^2) = 0,584 \text{ м/с}$$

Архимед критерийсини (1.25) формула ёрдамида топамиз:

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

$Re_{mk}$  ни (1.26) формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$Re_{mk} = \frac{2,38 \cdot 10^5}{1400 + 5,22 \sqrt{2,38 \cdot 10^5}} = 126$$

Мавҳум қайнаш бошланиши тезлигини (1.27) формула ёрдамида ҳисобланади:

$$w_{mk} = \frac{126 \cdot 1,85 \cdot 10^{-5}}{0,00205 \cdot 1,206} = 0,943 \text{ м/с}$$

Шундай қилиб,  $w_0 < w_{mk}$  ва қатлам қўзғалмас ҳолатда бўлади. Қатламдаги Рейнольдс сонини (1.14) орқали топамиз:

$$Re = \frac{2 \cdot 0,8}{3(1 - 0,4)} \cdot \frac{0,584 \cdot 0,00205 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 69,4$$

Коэффициент  $\lambda$  қийматини (1.11) ёрдамида ҳисобланади:

$$\lambda = 133 / 69,4 + 2,34 = 4,26$$

Қатлам гидравлик қаршилиги (1.13) формуладан топилади:

$$\Delta p_c = \frac{3 \cdot 4,26 \cdot 0,95(1 - 0,4) \cdot 1,206 \cdot 0,584^2}{4 \cdot 0,8 \cdot 0,4^3 \cdot 0,00205} = 7137 \text{ Па}$$

Адсорбер газ тақсимлаш панжараси ва бошқа ёрдамчи мосламаларининг гидравлик қаршилиги қатлам қаршилигининг 10% ни ташкил этади. Унда, қурилма гидравлик қаршилиги куйидагига тенг бўлади:

$$\Delta p_a = 7137 \cdot 1,1 = 7850 \text{ Па}$$

Труба қувирида ҳавонинг тезлигини  $w=15$  м/с деб қабул қиламиз. Унда труба қувирунинг диаметри (1.8) формуладан аниқланади:

$$d = \sqrt{4 \cdot 0,825 / 3,14 \cdot 15} = 0,266 \text{ м}$$

Труба қувиридаги оқим учун Рейнольдс сони куйидагига тенг:

$$\text{Re} = \frac{15 \cdot 0,266 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 260100$$

Труба эксплуатацияда бўлган деб қабул қиламиз. Унда  $\Delta=0,15$  мм.

$$e = \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{0,266} = 5,64 \cdot 10^{-4} \qquad \frac{1}{e} = 1773$$

$$10 \frac{1}{e} = 17730 \qquad 560 \frac{1}{e} = 993000$$

$$17730 < \text{Re} = 260100 < 993000$$

Шундай қилиб, коэффициент  $\lambda$  ни аралаш ишқаланиш соҳаси учун ушбу формула ёрдамида қилиш мақсадга мувофиқ:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( e + \frac{68}{\text{Re}} \right) = 0,11 \cdot \left( 0,000564 + \frac{68}{260100} \right)^{0,25} = 0,0186$$

Маҳаллий қаршилик коэффициентлар қийматларини топамиз:

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

2) задвижка:  $d=0,266$  м ли учун  $\xi_2 = 0,18$

3) тирсак:  $\xi_3 = 1,1$

4) трубадан чиқиш:  $\xi_4 = 1$

Маҳаллий қаршилик коэффициентлар йиғиндиси:

$$\Sigma \xi = 0,5 + 0,18 + 4 \cdot 1,1 + 1 = 6,08$$

Труба қувирунинг гидравлик қаршилиги:

$$\Delta p_{II} = \left( 0,0186 \frac{20}{0,266} + 6,08 \right) \frac{1,206 \cdot 15^2}{2} = 1015 \text{ Па}$$

Вентилятор таъминлаши керак бўлган ортиқча босим:

$$\Delta p = \Delta p_a + \Delta p_{II} = 7850 + 1015 = 8865 \text{ Па}$$

Шундай қилиб, ўртача босимли вентилятор зарур. Фойдали қувват (1.32) формула орқали аниқланади:

$$N_{\phi} = \rho g V H = V \cdot \Delta p = 8865 \cdot 0,825 = 7313 \text{ Вт} = 7,313 \text{ кВт}$$

$\eta_{пер}=1$  ва  $\eta_n=0,6$  деб қабул қилиб, (1.34) формула ёрдамида қувватни ҳисоблаймиз:

$$N = \frac{7,313}{0,6} = 12,2 \text{ кВт}$$

Олинган натижалар асосида ТВ-25-1,1 русумли турбогазовулка танлаймиз (1-8 ва 1-9 жадваллар). Унинг характеристикалари қуйидагича:

- $Q = 0,833 \text{ м}^3 / \text{с}$ ;
- $\Delta p = \rho g H = 10000 \text{ Па}$ ;
- электр юриткич АО2-71-2;
- $N = 22 \text{ кВт}$ ;
- $\eta_{\text{ош}} = 0,88$ .

### 1.8. Икки фазали оқимлар гидродинамик параметрларини ҳисоблаш

Кимёвий технологиянинг кўпчилик жараёнларида - абсорбция, ректификация, экстракция ва бошқаларда икки фазали оқимлар, чунончи, барботаж, юпка қатламда суюқликлар ҳаракатланади [12].

**Мисол 1-3.** Эркин барботаж учун, яъни суюқлик қатлами орқали алоҳида пуфакчалар эркин сузиб чиқиш жараёнида пуфакча диаметри ушбу формуладан топилади:

$$d_n = \sqrt[3]{\frac{6d_0\sigma}{g(\rho_{ж} - \rho_г)}} \quad (1.54)$$

бу ерда  $d_0$ - пуфакча ҳосил бўлаётган тешик диаметри;

Вақт бирлигида тешикчада ҳосил бўлаётган пуфакчалар сони:

$$n = \frac{6V}{\pi d_n^3}$$

бу ерда  $V$  - газ ҳажмий сарфи.

Занжирли барботаж даврида пуфакча диаметри ушбу формулада ҳисобланади: ламинар режим учун:

$$d_n = \sqrt[4]{\frac{108 \cdot \mu_{ж} \cdot V}{\pi \cdot g(\rho_{ж} - \rho_г)}}$$

турбулент режим учун

$$d_n = \sqrt[5]{\frac{72 \cdot \rho_{ж} \cdot V^2}{\pi^2 \cdot g \cdot (\rho_{ж} - \rho_г)}}$$

Суюқликда пуфакча ҳаракатини, яъни ламинар ва турбулент режимни ажратиш турувчи Рейнольдс критерийсининг қиймати  $Re=9$  га тенг.

Рейнольдс критерийсининг сон қиймати қуйидагича аниқланади:

$$Re_n = \frac{w_n \cdot d_n \cdot \rho_{ж}}{\mu_{ж}}$$

бу ерда  $w_n$ - пуфакчанинг сузиб чиқиш тезлиги ушбу формуладан топилади:  
ламинар режим учун:

$$w_n = \frac{d_n^2 (\rho_{ж} - \rho_{г}) g}{18 \mu_{ж}}; \quad (1.55)$$

турбулент режим учун

$$w_n = 0,70 \sqrt{\frac{d_n (\rho_{ж} - \rho_{г}) g}{\rho_{ж}}}. \quad (1.56)$$

Пуфакчанинг эркин сузиб чиқишининг занжирли барботажга ўтишига оид газ сарфининг критик қийматлари ушбу формуладан аниқланади:

ламинар режим учун:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{0,03 \sigma^4 \cdot d_0^4}{\mu_{ж}^3 (\rho_{ж} - \rho_{г}) g}}; \quad (1.57)$$

турбулент режим учун

$$V_{кр} = \sqrt[6]{\frac{20 \sigma^5 d_0^5}{\rho_{ж}^3 (\rho_{ж} - \rho_{г})^2 g^2}} \quad (1.58)$$

Барботаж даврида босимнинг йўқотилиши  $\Delta p_б$  қуйидаги қийматлардан йиғилади:

$$\Delta p_б = \Delta p_{\sigma} + \Delta p_{cm} + \Delta p_n \quad (1.59)$$

бу ерда  $\Delta p_{\sigma} = 4\sigma / d_{0n}$  - сиртий таранглик кучларини енгиш учун зарур босим;  $\Delta p_{cm} = h\rho_{ж}g$  - қурилмадаги  $h$  баландликка эга суюқликнинг устунинг босими;  $\Delta p_n$  - тешик қаршилигини енгиш учун сарфланган босим йўқотилиши.

Барботаж даврида фазалараро юза суюқлик хажмидаги пуфакчалар юзаларининг йиғиндиси орқали топилади:

эркин барботаж учун

$$F = \frac{6V}{w_n \cdot d_n} \cdot h \quad (1.60)$$

занжирли барботаж учун

$$F = \pi d_n h \quad (1.61)$$

Юқорида келтирилган формулаларни фақат пуфакчалар диаметри  $\leq 1$  мм бўлганда қўллаш тавсия этилади. Йирик пуфакчалар сузиб чиқиш даврида деформацияланади ва эллипссимон ва ярим сферик шакли олиб, спиралсимон ҳаракат қилади. Катта тезликда пуфакчалар бир-бирига қўшилаб йириклашади ва тешик маълум бир масофада бузулади ва кўпикка айланади. Кўпикда пуфакчалар ўлчами турлича бўлади. Уларни ифодалаш учун ўртача хажмий-юзавий диаметр ишлатилади  $d_{cp} = 6\varepsilon/a$  (бу ерда  $\varepsilon$  - кўпикдаги газ микдори,  $a$  - солиштирма юза).

**Мисол 1-4.** Яқка тешикдан чиқаётган пуфакчаларнинг контакт юзасини қуйидаги маълумотлар асосида аниқлаш зарур: тешик диаметри  $d_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  м; қурилмада суюқлик қатламининг баландлиги  $h = 0,5$  м; газ сарфи  $V = 3 \cdot 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/с; газ зичлиги  $\rho_{г} = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>; суюқлик зичлиги  $\rho_{ж} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>; суюқлик ковшқоқлиги  $\mu_{ж} = 1 \cdot 10^{-3}$  Па·с; сиртий таранглик  $\sigma = 0,07$  Н/м. (1.57) ва (1.58) формулалар ёрдамида барботаж турини аниқлаймиз:

$$V_{кр} = \sqrt[3]{\frac{0,3(0,07)^4(2 \cdot 10^{-5})^4}{(1 \cdot 10^{-3})^3(1000-1,2) \cdot 9,81}} = 2,27 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$$

$$V_{кр} = \sqrt[6]{\frac{20(0,07)^5(2 \cdot 10^{-5})^5}{1000^3(1000-1,2)^2 \cdot 9,81^2}} = 3,21 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{с}$$

Белгиланган газ сарфи критик тезликдан кичик бўлгани учун эркин барботаж ҳолати мавжуд бўлади.

(1.54) формула ёрдамида пуфакча диаметрини аниқлаймиз:

$$d_{II} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,07}{9,81 \cdot (1000-1,2)}} = 9,27 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

пуфакча сузиб чиқиш тезлиги:

$$w_{II} = 0,7 \sqrt{\frac{9,27 \cdot 10^{-4}(1000-1,2) \cdot 9,81}{1000}} = 6,67 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

Критерий Рейнольдсн  $Re$  ҳисоблаймиз:

$$Re_{II} = \frac{6,67 \cdot 10^{-2} \cdot 9,27 \cdot 10^{-4} \cdot 1000}{10^{-3}} = 61,8$$

Шундай қилиб, пуфакчалар турбулент  $Re_{II} > Re_{н.кр.}$  сузиб чиқмоқда ва (1.56) формула тўғри танланган.

(1.60) формуладан контакт юзасини топамиз:

$$F = \frac{6 \cdot 3 \cdot 10^{-8}}{6,67 \cdot 10^{-2} \cdot 9,27 \cdot 10^{-4}} \approx 1,45 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

**Суюқликнинг юпка қатламли ҳаракати.** Вертикал деворда оғирлик кучи таъсири суюқликнинг юпка қатламда ҳаракатланганда 3 та режим мавжуд бўлиши мумкин [1]: текис ҳозили ламинар ҳаракат ( $Re_{ю.к.} < 30$ ), текистўлқинсимон юзали ламинар ҳаракат ( $Re_{ю.к.} \cong 30-160$ ), турбулент ҳаракат ( $Re_{ю.к.} > 160$ ). Суюқлик юпка қатлами учун Рейнольдс критерийси ушбу  $Re_{н.к.} = 4\Gamma/\mu_{ж}$  формуладан топилади (бу ерда  $\Gamma$  – суюқликни пуркашнинг чизикли зичлиги).

Ламинар режимда суюқлик юпка қатламининг ўртача тезлиги  $w_{ю.к.}$  ва унинг қалинлиги  $\delta_{ю.к.}$  қуйидаги тенгламалар орқали аниқланади:

$$w_{ю.к.} = \sqrt[3]{\Gamma^2 g / 3\mu_{ж}\rho_{ж}} \quad (1.62)$$

$$\delta_{ю.к.} = \sqrt[3]{3\Gamma\mu_{ж} / \rho_{ж}^2 g} \quad (1.63)$$

Турбулент режимда суюқлик юпка қатламининг ўртача тезлиги  $w_{ю.к.}$  ва унинг қалинлиги қуйидаги эмпирик тенгламалар орқали аниқланади [14, 15]:



$$w_{\text{юк}} = 2,3 \cdot \left( \frac{g}{\rho_{\text{ж}}} \right)^{1/3} \cdot \frac{\Gamma^{7/15}}{\mu_{\text{ж}}^{2/15}} \quad (1.64)$$

$$\delta_{\text{юк}} = 0,433 \cdot \frac{\mu_{\text{ж}}^{2,15} \cdot \Gamma^{8/15}}{g^{1/3} \cdot \rho_{\text{ж}}^{2/3}} \quad (1.65)$$

Ҳисоблаш формулаларини соддалашт ириш учун юпка қатлам қалинлиги ўрнига келтирилган қалинлик  $\delta_k$  ни қўллаш мумкин:

$$\delta_k = \left( \frac{\mu_{\text{ж}}^2}{g \cdot \rho_{\text{ж}}^2} \right)^{0,33} \quad (1.66)$$

(1.62)-(1.65) тенгламаларни юпка қатламли суюқлик ёнида газ ҳаракатланса ва унинг тезлиги  $< 3$  м/с бўлганда қўллаш мумкин.

Бу турдаги курилмарда гидравлик қаршилик ушбу формуладан топилади:

$$\Delta p = \xi \frac{\ell}{d_{\text{экв}}} \cdot \frac{\rho_{\Gamma} \cdot w_{0\Gamma}^2}{2} \quad (1.67)$$

бу ерда  $w_{0,г}$  - газнинг суюқликка нисбатан тезлиги;  $w_{0,г} = w_{г} \pm w_{\text{юк}}$ . (плюс ва минус ишоралар тегишли равишда қарама-қарши ва параллел ҳаракатларга оид).

Қаршилик коэффициенти  $\xi$  ушбу эмпирик тенгламалардан аниқланади.

Қарама-қарши ҳаракат:

$$Re_{0,г} < Re_{0,г,кр} \quad \text{да} \quad \xi = \frac{86}{Re_{0,г}} \quad (1.68)$$

$$Re_{0,г} < Re_{0,г,кр} \quad \text{да} \quad \xi = \frac{0,11 + 0,9(w_{\text{юк}} \mu_{\text{ж}} / \sigma)^{2/3}}{0,16} \quad (1.69)$$

Рейнольдс критерийси ушбу формуладан ҳисобланади:

$$Re_{0,г} = \frac{w_{0,г} \cdot d_{\text{экв}} \cdot \rho_{г}}{\mu_{г}}$$

$Re_{0,г,кр}$  нинг критик қиймати ушбу формуладан топилади:

$$Re_{0,г,кр} = \left[ \frac{86}{0,11 + 0,9(w_{\text{юк}} \cdot \mu_{\text{ж}} / \sigma)^{2/3}} \right]^{1,19} \quad (1.70)$$

Насадкали колонналарда ишчи тезлик, гидравлик қаршилик ва бошқа гидродинамик параметрлар қуйидаги ишларда келтирилган [5,8,28].

**Мисол 1-5.** Юпка қатламли трубади вертикал курилмада газ ва суюқлик қарама-қарши ҳаракатланганда гидравлик қаршилик аниқлансин. Бошланғич маълумотлар: труба узунлиги  $l=2$  м; ички диаметри  $d=0,02$  м; трубалар сони  $n=1000$ ; суюқлик сарфи  $L=0,3$  кг/с; зичлиги  $\rho_{\text{ж}}=1000$  кг/м<sup>3</sup>; ковушқоклиги  $\mu_{\text{ж}}=5 \cdot 10^{-4}$  Па·с; сиртий таранглик  $\sigma=0,067$  Н/м; газ сарфи  $G=0,05$  кг/с; зичлиги  $\rho_{\text{г}}=1$  кг/м<sup>3</sup>; динамик ковушқоклиги  $\mu_{г}=2 \cdot 10^{-4}$  Па·с.

(1.67) формуладаги ҳамма параметрларни топамиз. Газ тезлиги:

$$w_{\Gamma} = \frac{4G}{\rho_f n \pi d^2} = \frac{0,05 \cdot 4}{1 \cdot 1000 \cdot 3,14 \cdot 0,02^2} = 1,594 \text{ м/с}$$

Юпка қатлам учун  $Re_{ю.к}$  ни аниқлаймиз. Бунинг учун аввал параметр  $\Gamma$  ни ҳисоблаймиз:

$$\Gamma = L/100\pi d = 0,3/100 \cdot 3,14 \cdot 0,02 = 0,0477 \text{ кг/(с} \cdot \text{м)}$$

$$Re_{юк} = \frac{4 \cdot 0,0477}{5 \cdot 10^{-4}} = 382$$

Шундай қилиб, юпка қатламнинг ламинар режими учун (1.62) формулани қўллаш мумкин:

$$w_{юк} = \sqrt[3]{\frac{0,0477^2 \cdot 9,81}{3 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 1000}} = 0,246 \text{ м/с}$$

Газнинг нисбий тезлиги

$$w_{оз} = 1,594 + 0,246 = 1,84 \text{ м/с}$$

(1.63) формула ёрдамида оқиб тушаётган юпка қатлам қалинлигини аниқлаймиз:

$$\delta_{юк} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 0,0477^2 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{1000 \cdot 9,81}} = 1,96 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Эквивалент диаметри труба ички диаметрига тенг деб олсак бўлади, яъни  $d_s = 0,02$  м.

Гидравлик қаршилик коэффициенти  $\xi$  ни ҳисоблаш учун формула танлаш учун (1.70) формуладан  $Re_{о.г}$  ва  $Re_{о.г.кр}$  ларни ҳисоблаймиз:

$$Re_{о.г.кр} = \left[ \frac{86}{0,11 + 0,9(0,246 \cdot 5 \cdot 10^{-4} / 0,067)^{2/3}} \right]^{1,19} = 2414$$

$$Re_{оз} = \frac{1,84 \cdot 0,02}{2 \cdot 10^{-5}} = 1840$$

$Re_{о.г} < Re_{о.г.кр}$  бўлгани учун (1.68) формуладан фойдаланамиз. Унда  $\xi = 86 : 1840 = 0,0467$  Курилманинг гидравлик қаршилиги:

$$\Delta p = 0,0467 \frac{2}{0,02} \cdot \frac{1 \cdot 1,84^2}{2} = 7,7 \text{ Па}$$

Томчи учиб чиқишининг сабаби иккита: майда томчиларнинг учиб чиқиш тезлиги газниқига қараганда кичик. Учиб чиқиш тезлигини аниқлаш учун (1.28) ва (1.29) формулалардан фойдаланиш мумкин. Учиб чиқаётган зарчаларнинг (асосий) қисмини ҳосил бўлаётган даврда катта кинетик энергия олган йирик томчилар ташкил этади. Томчининг учиб чиқишининг қиймати тўкнашиш мосламаси, фазаларнинг ҳаракат тезлиги, газ (буғ) ва суюқликнинг физик-кимёвий хоссалари ва бошқа омилларга боғлиқ бўлиб, эмпирик формулалар ёрдамида топилади. Барботажли масса алмашиниш қурилмаларида томчининг

учиб чиқиш тезлигини ҳисоблаш формулалари қуйидаги ишларда келтирилган [3,8,9]. Буғлатиш қурилмаларида томчиларнинг учиб чиқиши ушбу монографияда берилган [12].

Юпка қатламли абсорбцион қурилмаларда газ фазасининг тезли жуда юкори бўлгани учун томчиларнинг учиб чиқиши фазаларнинг параллел ҳаракатида салмокли.

Фазаларнинг юкорига қараб параллел ҳаракатидаги томчиларнинг учиб чиқиши қуйидаги шарт бажарилганда бошланади:

$$\omega_r \mu_{ж} / \sigma \geq (164 / Re_{пт})^5 \quad (1.71)$$

Томчининг учиб чиқиши ушбу тенгламадан аниқланиши мумкин:

$$q / \Gamma = 0,039 Re_{пт}^{0,45} (\omega_r \mu_{ж} / \sigma)^{0,38} \quad (1.72)$$

**Мисол 1-6.** Қуйидаги маълумотлар асосида юкорига ҳаракатланаётган юпка қатламли абсорбердан учиб чиқаётган томчилар микдори аниқлансин: суюқликни пуркаш зичлиги  $\Gamma = 0,05$  кг/(м·с); суюқлик қовушқоклиги  $\mu_{жс} = 1 \cdot 10^{-3}$  Па·с; сиртий фаоллик  $\sigma = 0,05$  Н/м; газ тезлиги  $w_r = 20$  м/с.

(1.71) нисбатнинг тўғрилигини текшираамиз:

$$Re_{пт} = 4\Gamma / \mu_{ж} = 4 \cdot 0,05 / 1 \cdot 10^{-3} = 200.$$

$$\left( \frac{164}{Re_{пт}} \right)^5 = \left( \frac{164}{200} \right)^5 = 0,37 \quad \frac{\omega_r \mu_{ж}}{\sigma} = \frac{20 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0,05} = 0,4$$

Шундай қилиб, (1.71) нисбат тўғри ва қурилмадан томчиларнинг учиб чиқиши қузатилмоқда. Томчиларнинг нисбий учиб чиқиш тезлиги (1.72) формуладан аниқланади:

$$q / \Gamma = 0,039 \cdot 200^{0,45} \cdot 0,4^{0,38} = 0,299$$

## 1.9. Газларни сиқиш ва узатиш

Насослар асосан икки турга: динамик ва ҳажмий насосларга бўлинади. Динамик насосларда суюқлик ташқи куч таъсирида ҳаракатга келтирилади. Насос ичидаги суюқлик насосга кириш ва чиқиш трубалари билан узлуксиз боғланган бўлади. Суюқликка таъсир қиладиган кучнинг турига кўра, динамик насослар парракли ва ишқаланиш кучи ёрдамида ишлайдиган насосларга бўлинади. Саноатда суюқликларни сиқилган газ (ёки ҳаво) ёрдамида узатиш учун газлифтлар ва монтежюлар ҳам ишлатилади.

Газларни сиқиш ёрдамида уларни қувурларда ва қурилмаларда ҳаракати таъминланади ва вакуум ҳосил қилинади. Бундан ташқари, ҳаво ва газларни сиқиш, уларни аралаштириш, суюқликларни пуркаш учун ишлатилади. Кимё саноатида қўлланиладиган босим микдорлари  $10^3$  дан  $10^8$  Н/м<sup>2</sup> ( $10^{-8}$ ... $10^3$  атм) гача бўлади.

Газларни узатиш ва сиқиш учун мўлжалланган машиналар компрессор машиналари дейилади.

Компрессор машинаси ҳосил қиладиган охириги босим  $P_2$  нинг, газни сўрилиш пайтидаги босим  $P_1$  га нисбати сиқиш даражаси деб номланади.

Сиқиш кўрсаткичининг қиймати бўйича компрессор машиналари қуйидаги турларга бўлинади:

- 1) Вентиляторлар ( $P_2/P_1 < 1,1$  - катта миқдордаги газларни узатиш учун;
- 2) Газодувкалар  $1,1 < (P_2/P_1) < 3$  – нисбатан катта гидравлик қаршиликка эга қувурлардан газларни узатиш учун;

3) Компрессорлар ( $P_2/P_1 > 3$  юқори босим ҳосил қилиш учун ишлатилади;

4) Вакуум-насос атмосфера босимидан кичик бўлган босимда газларни сўриб олиш учун.

Компрессор машиналари ишлаш усули (принципи) бўйича поршенли, роторли, марказдан қочма, ўкли ва бошқа машиналарга бўлинади.

**Поршенли машиналарда** газларни сиқиш ҳажмининг камайиши ҳисобига амалга ошади. Бунда поршеннинг илгариллама-қайтма ҳаракати туфайли газнинг босими оширилади.

**Роторли машиналарда** газларни сиқиш эксцентрик жойлашган роторнинг айланиши туфайли ҳажмининг камайиши оқибатида ҳосил бўлади.

**Марказдан қочма** машиналарда ишчи ғилдиракнинг айланишида ҳосил бўладиган инерция кучлари ёрдамида газ сиқилади.

**Ўкли машиналарда** ишчи ғилдирак ва йўналтирувчи қурилма узунлиги бўйлаб, газ ҳаракатланганда унинг сиқилиши содир бўлади.

**Вакуум-насос** сифатида ҳар қандай компрессордан фойдаланиш мумкин. Фақат вакуум-насос билан компрессор орасида фарқ шундаки, вакуум-насосда сўриш босимнинг атмосфера босимидан сезиларли кам бўлса, узатиш эса атмосфера босимидан кўпроқ бўлади. Поршенли компрессорлар кам миқдордаги газларни катта босимларгача (0,5 ... 20 МПа ва ундан юқори) сиқишда ишлатилади. Турбокомпрессорлар эса, катта миқдордаги газларни нисбатан паст босимларда (0,15...1,5 МПа) узатиб беришга мўлжалланган.

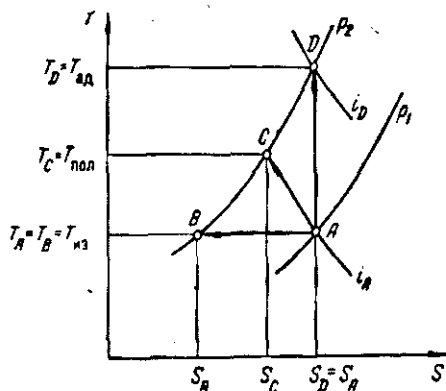
**Газларни сиқиш жараёни.** Газни сиқиш жараёнидаги охириги босими атроф-муҳит билан иссиқлик алмашилишига боғлиқ. Назарий жиҳатдан фақат иккита ҳолат бўлиши мумкин:

1) Изотермик жараён – газни сиқиш жараёнида ҳосил бўлаётган иссиқликнинг ҳаммаси атроф муҳитга ажратиб олинади ва газнинг температураси ўзгармас бўлиб туради;

2) Адиабатик жараён – бунда атроф муҳит билан иссиқлик алмашилиши умуман йўқ ва сиқиш жараёнида иссиқлик газнинг ички энергиясини оширишга сарфланади ва натижада унинг температураси кўтарилади.

Лекин, одатда газни сиқиш жараёнида ҳажм ва босим ўзгариши билан унинг температурасининг ўзгаришига олиб келади ва ҳосил бўлаётган иссиқликнинг бир қисми атроф муҳитга ўтади.

**Сиқиш жараёнидаги иш ва истеъмол қилинаётган қувват.** Газни  $p_1$  босимдан  $p_2$  гача изотермик сиқиш жараёни  $T-S$  диаграммада  $T_A = \text{const}$  чизиғи бўйлаб ўтказилган  $AB$  тўғри кесма билан ифодаланади (1.2-расм).



1.2-расм.  $T-S$  диаграммада газни сиқиш жараёнини тасвирлаш.

Адиабатик сиқиш жараёни газ ва атроф муҳит ўртасида умуман иссиқлик алмашмаслиги билан характерланади. Газни адиабатик сиқишда  $dQ=0$  ва  $dS=0$ . Шундай қилиб, адиабатик жараёнда энтропия ўзгармас ва у  $T-S$  диаграммада  $S_A = \text{const}$  чизиғи бўйлаб ўтказилган  $AD$  тўғри чизик билан тасвирланади.

Газни  $p_1$  босимдан  $p_2$  гача сиқиш даврида политропик жараён юз беради ва у  $AC$  қия чизиғи билан характерланади.

Агар, бошланғич босим  $p_1$  ва охиригиси  $p_2$  маълум бўлса газни сиқиш учун сарфланган солиштирма иш  $l$  аналитик усулда ҳам аниқланиши мумкин:

изотермик жараён учун

$$l_{из} = p_1 v_1 \ln \frac{p_2}{p_1} \quad (1.85)$$

1) Вентиляторлар ( $P_2/P_1 < 1,1$  - катта миқдордаги газларни узатиш учун;  
 2) Газодувкалар  $1,1 < (P_2/P_1) < 3$  – нисбатан катта гидравлик қаршиликка эга қувурлардаги газларни узатиш учун;

3) Компрессорлар ( $P_2/P_1 > 3$  юкори босим ҳосил қилиш учун ишлатилади);

4) Вакуум-насос атмосфера босимидан кичик бўлган босимда газларни сўриб олиш учун.

Компрессор машиналари ишлаш усули (принципи) бўйича поршенли, роторли, марказдан қочма, ўқли ва бошқа машиналарга бўлинади.

**Поршенли машиналарда** газларни сиқиш ҳажмининг камайиши ҳисобига амалга ошади. Бунда поршеннинг илгарилама-кайтма ҳаракати туфайли газнинг босими оширилади.

**Роторли машиналарда** газларни сиқиш эксцентрик жойлашган роторнинг айланиши туфайли ҳажмининг камайиши оқибатида ҳосил бўлади.

**Марказдан қочма** машиналарда ишчи ғилдиракнинг айланишида ҳосил бўладиган инерция кучлари ёрдамида газ сиқилади.

**Ўқли машиналарда** ишчи ғилдирак ва йўналтирувчи қурилма узунлиги бўйлаб, газ ҳаракатланганда унинг сиқилиши содир бўлади.

**Вакуум-насос** сифатида ҳар қандай компрессордан фойдаланиш мумкин. Фақат вакуум-насос билан компрессор орасида фарқ шундаки, вакуум-насосда сўриш босимнинг атмосфера босимидан сезиларли кам бўлса, узатиш эса атмосфера босимидан кўпроқ бўлади. Поршенли компрессорлар кам миқдордаги газларни катта босимларгача (0,5 ... 20 МПа ва ундан юкори) сиқишда ишлатилади. Турбокомпрессорлар эса, катта миқдордаги газларни нисбатан паст босимларда (0,15...1,5 МПа) узатиб беришга мўлжалланган.

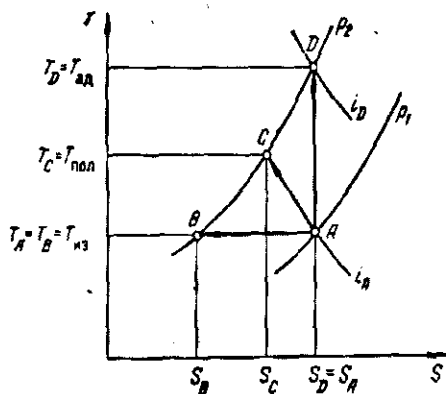
**Газларни сиқиш жараёни.** Газни сиқиш жараёнидаги охириги босими атроф-муҳит билан иссиқлик алмашилишига боғлиқ. Назарий жиҳатдан фақат иккита ҳолат бўлиши мумкин:

1) Изотермик жараён – газни сиқиш жараёнида ҳосил бўлаётган иссиқликнинг ҳаммаси атроф муҳитга ажратиб олинади ва газнинг температураси ўзгармас бўлиб туради;

2) Адиабатик жараён – бунда атроф муҳит билан иссиқлик алмашилиши умуман йўқ ва сиқиш жараёнида иссиқлик газнинг ички энергиясини оширишга сарфланади ва натижада унинг температураси кўтарилади.

Лекин, одатда газни сиқиш жараёнида ҳажм ва босим ўзгариши билан унинг температурасининг ўзгаришига олиб келади ва ҳосил бўлаётган иссиқликнинг бир қисми атроф муҳитга ўтади.

**Сиқиш жараёнидаги иш ва истеъмол қилинаётган қувват.** Газни  $p_1$  босимдан  $p_2$  гача изотермик сиқиш жараёни  $T-S$  диаграммада  $T_A = \text{const}$  чизиғи бўйлаб ўтказилган  $AB$  тўғри кесма билан ифодаланади (1.2-расм).



1.2-расм.  $T-S$  диаграммада газни сиқиш жараёнини тасвирлаш.

Адиабатик сиқиш жараёни газ ва атроф муҳит ўртасида умуман иссиқлик алмашмаслиги билан характерланади. Газни адиабатик сиқишда  $dQ=0$  ва  $dS=0$ . Шундай қилиб, адиабатик жараёнда энтропия ўзгармас ва у  $T-S$  диаграммада  $S_A = \text{const}$  чизиғи бўйлаб ўтказилган  $AD$  тўғри чизик билан тасвирланади.

Газни  $p_1$  босимдан  $p_2$  гача сиқиш даврида политропик жараён юз беради ва у  $AC$  қия чизиғи билан характерланади.

Агар, бошланғич босим  $p_1$  ва охиригиси  $p_2$  маълум бўлса газни сиқиш учун сарфланган солиштирма иш  $l$  аналитик усулда ҳам аниқланиши мумкин:

изотермик жараён учун

$$l_{из} = p_1 v_1 \ln \frac{p_2}{p_1} \quad (1.85)$$

адиабатик жараён учун

$$l_{ad} = \frac{k}{k-1} p_1 v_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (1.86)$$

политропик жараён учун

$$l_{non} = \frac{m}{m-1} p_1 \cdot v_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right] \quad (1.87)$$

бу ерда  $v_1$  – сўриш давридаги газнинг солиштирма ҳажми, м<sup>3</sup>/кг;  $k=c_p/c_v$ -адиабата кўрсаткичи (газнинг ўзгармас ҳажмдаги иссиқлик сиғимига нисбати);  $m$  - политропа кўрсаткичи.

Политропа кўрсаткичи  $m$  нинг қиймати газнинг табиати, хоссалари ва атроф муҳит билан иссиқлик алмашилиш шароитларига боғлиқ. Масалан, газни сув ёрдамида совутиладиган компрессорда ҳаво сиқилганда  $m = 1,35$  деб тахмин қилса бўлади.

Изотермик сиқишда энг кам иш сарфланади. Шунинг учун ҳам газларни сиқиш изотермик жараёнга яқин шароитда ташкил этишга ҳаракат қилинади. Демак, сиқиш жараёнида ҳосил бўлаётган иссиқликни газни совитиш йули билан ажратиб олинади.

Сиқиш жараёнидан сунг газнинг температураси  $T_2$  қуйидагича аниқланади:

изотермик жараён учун

$$T_2 = T_1 \quad (1.88)$$

адиабатик жараён учун

$$T_2 = T_1 \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (1.89)$$

политропик жараён учун

$$T_2 = T_1 \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \quad (1.90)$$

Газни сиқиш учун компрессор сарфлаётган назарий қувват  $N_n$  (Вт) ушбу формула ёрдамида топилади:

$$N_n = V \rho l \quad (1.91)$$

бу ерда  $V$  – компрессорнинг ҳажмий сарфи, м<sup>3</sup>/с;  $\rho$  - газ зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

Агар, компрессорнинг ҳажмий иш унумдорлиги ва газнинг зичлиги сўриш шароити, (яъни  $V=V_1$  ва  $\rho=\rho_1=l/v_1$ ) ҳамда (1.85)...(1.89) тенгламаларни ҳисобга олсак, газни компрессорда сиқиш жараёнида сарфланаётган қувватни аниқлаш мумкин:

изотермик жараён учун

$$N_{n,из} = p_1 V_1 \ln \frac{p_2}{p_1} \quad (1.92)$$

адиабатик жараён учун

$$N_{n,ад} = \frac{k}{k-1} p_1 V_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (1.93)$$

политропик жараён учун

$$N_{н.пол} = \frac{m}{m-1} p_1 V_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right] \quad (1.94)$$

Компрессор ўқидаги қувват  $N_e$  ни қуйидаги тенглама орқали ҳисоблаб топилади:

$$N_e = \frac{\rho \cdot V \cdot L}{\eta_v \cdot \eta_{мех}}$$

бу ерда  $\eta_v$  – ҳажмий коэффициент, суюкликни клапан, турли тиркишлардан оқиб чиқиб кетишини ҳисобга олади;  $\eta_{мех}$  – компрессорнинг механик фойдали иш коэффициенти, механик ишқаланишни енгиш учун сарфланадиган энергияни ҳисобга олади.

Электр юриткич қуввати  $N_{ю}$  компрессор ўқидаги қувват  $N_e$  дан катта, чунки юриткичнинг ўзида ва узатмада маълум миқдорда қувват йўқотилади:

$$N_{эю} = \frac{N_e}{\eta_{дв} \eta_{уз}}$$

бу ерда  $\eta_{эю}$  ва  $\eta_{уз}$  – электр юриткич ва узатманинг фойдали иш коэффициенти.

Юриткич керакли қуввати  $N_{ю}$  одатда 10...15% захира билан қабул қилинади, яъни

$$N_{ю} = (1,1 - 1,15) \cdot N_{дв}$$

Адиабатик фойдали иш коэффициентнинг  $\eta_{ад}$  киймати бирга яқин бўлиб, 0,93...0,97 га тенгдир. Изотермик фойдали иш коэффициенти  $\eta_{из}$  сиқилиш даражасига караб, 0,64...0,78 киймат оралиғида бўлади. Механик фойдали иш коэффициенти  $\eta_{мех}$  кўпинча 0,85...0,95 ораликдаги кийматга тенг.

Вентилятор ўқидаги  $N_e$  қувват ушбу тенгламадан аниқланади.

$$N_e = \rho Q H g / \eta_e \quad (1.95)$$

бу ерда  $\eta_e$  – вентилятор фойдали иш коэффициенти бўлиб, узатиш коэффициенти  $\eta_v$  ва механик фойдали иш коэффициенти  $\eta_{мех}$  ларнинг кўпайтмаси орқали аниқланади.

Поршенли компрессорлар сиқиш босқичи сонига караб бир, икки ва кўп босқичли, ишлаш принципи бўйича эса, оддий ва икки томонлама ҳаракатли бўлади. Компрессорнинг газни бирор оралик ёки охириги босимгача сиқувчи қисмига сиқиш босқичи дейилади.

Поршен цилиндрда ўнгга ва чапга кривошип-шатун механизми ёрдамида илгарилама - қайтма ҳаракат қилади. Компрессорларда поршен цилиндр деворига зич қилиб ўрнатилади ва уни икки қисмга бўлиб туради. Поршен чапдан унга илгарилама ҳаракат қилганда, сўриш клапани очилади ва цилиндр газга тўлади. Поршен орқага қайтганда эса, цилиндрдаги газнинг сиқилиши натижасида босим ортади ва ҳайдаш қувурига узатилади. Маълумки, газ сиқилганда унинг температураси ортади. Оддий поршенли компрессорларда поршеннинг бир марта тўлик, бориб-келишида бир марта сўриш ва узатиш бўлади. Икки томонлама поршенли компрессорларда иккита сўриш ва иккита узатиш бўлади (1.3-расм).

Бир босқичли компрессорлар горизонтал ва вертикал ҳолда тайёрланади. Горизонтал компрессорлар икки томонлама, вертикаллари эса - бир томонлама бўлади.

Бир босқичли, бир томонлама горизонтал компрессорда (1.3а-расм) поршен 2 цилиндр 1 да ҳаракатланади. Цилиндр бир томонидан сўриш 3 ва узатиш 4 клапанлари ўрнатилган копкак билан ёпилган. Поршен шатун 5 ва кривошип 6 билан бевосита уланган.

Ўқда эса, кривошипдан ташқари маховик 8 ўрнатилган. Поршен чапдан ўнгга ҳаракатланганда, цилиндр ичида, яъни копкақ билан поршен орасида, сийракланиш ҳосил бўлади. Сўриш линиясида босимлар фарқи ҳосил бўлгандан сўнг, цилиндрда клапан 3 очилади ва цилиндрга газ киради. Поршень ўнгга қараб ҳаракат қилганда эса, сўриш клапани ёпилади, цилиндр ичидаги газ поршень ёрдамида, маълум босим  $p_2$  гача сиқилади ва клапан 4 очилгандан сўнг газ узатиш қувурига берилади. Бундан сўнг цикл яна қайтарилади.

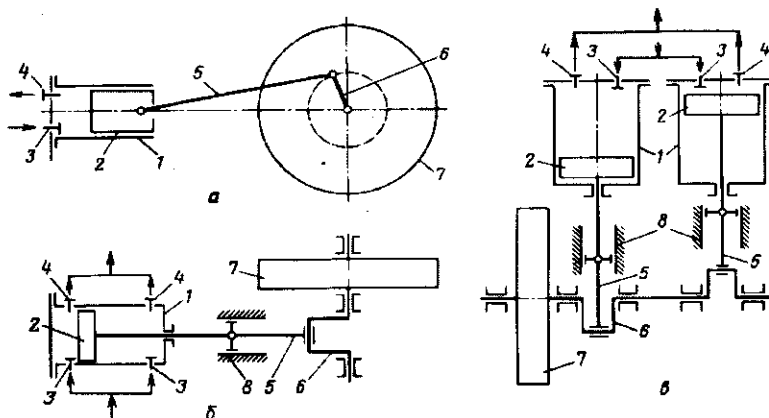
Бир босқичли икки томонламали компрессорда (1.3б-расм) иккита сўриш ва иккита узатиш клапанлари бор. Бу компрессорларнинг тузилиши мураккаб, лекин унумдорлиги оддий компрессорга нисбатан икки марта кўп.

Сиқилган газни совитиш учун цилиндр, баъзида эса копкақда ҳам сув учун ғилоф қилинади.

Юқорида кўриб чиқилган компрессорларнинг унумдорлигини ошириш учун улар кўп цилиндрли қилиб тайёрланади. 1.3в-расмда икки цилиндрли компрессор кўрсатилган. Бир томонлама, икки цилиндрли компрессор бир-бирига нисбатан  $90^\circ$  ёки  $180^\circ$  да жойлашган иккита цилиндр, битта тирсақли ўқ ва кривошип узаткичдан иборат. Бир босқичли вертикал компрессорлар, горизонтал машиналарга нисбатан тез юрар ва унумдорлиги кўпроқ бўлади. Ундан ташқари, улар кам жой эгаллайди, поршен ва цилиндрлари эса кам едирилади (горизонтал компрессорларда оғирлик кучи таъсирида поршен ва цилиндрнинг бир томони кўпроқ едирилади).

Икки босқичли горизонтал компрессорлар одатда бир цилиндрли дифференциал поршенли қилиб тайёрланади (1.3в-расм). Аввал газ поршен 2 нинг чап томонида цилиндр 1 да сиқилади, сўнг совуткич 9 орқали цилиндрнинг бошқа томонидан киради ва керакли  $p_2$  босимгача сиқилади.

Турбогазодувкалар. Бир босқичли турбогазодувкалар (1.4-расм) юқори босимли вентиляторга ўхшаш бўлиб, газларни  $3 \cdot 10^4$  Па босимгача сиқади. Спирал кўринишидаги қобик 1 да ғилдирак 2 айланади, ғилдиракнинг куракчаларида ичкарига йўналтирувчи мосламаси 3 жойлашган ва унда газнинг кинетик энергияси босимнинг потенциал энергияга айлантирилади. Сиқилган газ турбогазодувкалар патрубкиси 5 орқали чиқади.



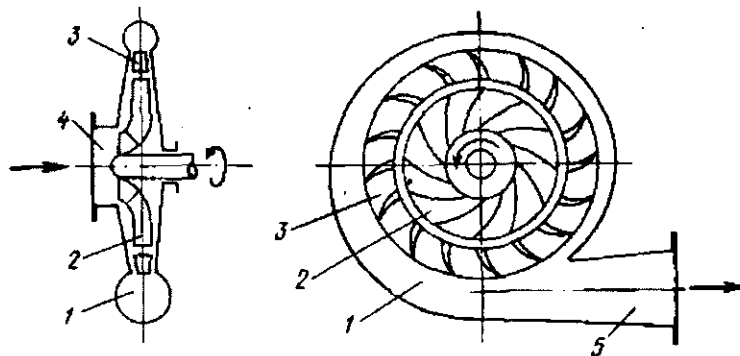
**1.3-расм. Оддий поршенли компрессор:**

- а-бир цилиндрли, бир томонлама ҳаракатланувчи;
- б-бир цилиндрли, икки томонлама ҳаракатланувчи;
- в-икки цилиндрли, бир томонлама ҳаракатланувчи.
- 1-цилиндр; 2-поршен; 3-сўриш клапани; 4-ҳайдаш клапани;
- 5-шатун; 6-кривошип; 7-маховик; 8-крейцкопф.

Кўп босқичли турбогазодувкаларда битта ўққа бир нечта куракчали ғилдираклар (3...4 та) ўрнатилади. Бунда газ босқичлар орасида совутилмайди. Кўп босқичли турбогазодувкаларда ғилдираклар диаметри ўзгармайди энига эса, биринчисидан охирига



караб, камайиб боради. Бу билан ҳар бир босқичда сиқиш даражаси ортиб боради. Ўқнинг айланишлар сони ва куракчалар тузилиши ўзгартирилмайди. Турбогазодувкаларда сиқиш даражаси 3...3,5 дан ортмайди.



1.4-расм. Турбогазодувка схемаси.

1 - қобик; 2 - ишчи ғилдирак; 3 - йўналтирувчи мослама;  
4 - сўриш патрубкиси; 5 - ҳайдаш патрубкиси.

Турбокомпрессорлар тузилиши бўйича худди турбогазодувка конструкцияси каби, фақат улар юқори сиқиш даражасини таъминлайди. Ундан ташқари, уларда ғилдираклар сони анча кўп бўлади. Ғилдираклар диаметри ва эни биринчи ғилдиракка нисбатан аста-секин камайиб боради. Кўп ҳолларда турбокомпрессор ғилдираклари секцияланиб, 2 ёки 3 қобикка жойлаштирилади. Ҳар бир қобикда ғилдираклар диаметри турлича бўлса, лекин қобик ичидаги ғилдираклар диаметри бир хил, эни эса ҳар хилдир. Одатда, бир қобикдан иккинчисига ўтаётган сиқилган газ махсус совуткичларда температураси пасайтирилади. Турбокомпрессорларда максимал эришиш мумкин бўлган босим 2,5...3,0 МПа.

## 2 – боб. ГИДРОМЕХАНИК ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАР



### Турли жинсли системаларни ажратиш

#### 2.1. Чўктириш

##### Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

а) Оғирлик кучи таъсирида чўктириш.

Тинч ҳолатдаги чегараланмаган муҳитда шарсимон заррачаларни чўктириш жараёнини критериал шаклда изохлаш учун қуйидаги ўхшашлик критерийлари қўлланилиши мумкин: Архимед  $Ar$ , Ляшченко  $Ly$  ва Рейнольдс  $Re$ .

Критериал боғлиқликниинг энг қулай ва тўғри кўриниши  $Ly=f(Ar)$  дир.

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

$$w_c = \frac{gd^2(\rho_k - \rho)}{18\mu} \quad (2.1)$$

Газли муҳитда  $\rho \ll \rho_k$  бўлгани учун зарраларни чўктириш учун (2.1) формула қуйидагича соддалашган кўринишга эга.

$$w_c = \frac{gd^2\rho_k}{18\mu} \quad (2.2)$$

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

Стокс формуласини  $Ar$  ва  $Ly$  критерийлар сон қийматлари катта бўлганда ҳам қўллаш мумкин.

Умумийлаштирилган ҳолатда тинч чегараланмаган муҳитда шарсимон заррачаларни чўктириш қуйидагича бўлади. Архимед критерийси қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Ar = \frac{gd^3}{\nu^2} \cdot \frac{\rho_k - \rho}{\rho} \quad (2.3)$$

Галилей критерийси:  $Ga = \frac{Re^3}{Fr}$

Газли муҳитда чўктириш учун:

$$Ar = \frac{gd^3 \cdot \rho \cdot \rho}{\mu^2}$$

Аниқланган  $Ar$  критерийси бўйича  $Re$  ва  $Ly$  критерийлари аниқланади (2.1-расм):

$$Ly = \frac{Re^2}{Ar} \quad (2.4)$$

ёки

$$Ly = \frac{Re^2}{Ar} = \frac{w_c^2 \cdot \rho}{g \cdot \rho_k \cdot \mu}$$

Кейин эса чўктириш тезлиги ҳисобланади

$$w = \frac{\text{Re} \cdot \mu}{\rho \cdot d} \quad (2.5)$$

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

$$w_u = \frac{w_k^2 \cdot \rho}{g\mu(\rho_k - \rho)} \quad (2.6)$$

Ундан сўнг Архимед критерийси 2.1-расмдан аниқланади.

Чанг ўтказиш камераси ёки суспензия (аралашма) учун тиндиргичнинг чўктириш юзаси  $F$  қуйидаги формуладан аниқланади:

$$F = \frac{V}{w_u} \quad (2.7)$$

бу ерда  $V$  - қурилма чўктириш юзасига параллел ҳолда ўтаётган суюқликнинг ҳажмий сарфи, м<sup>3</sup>/с;  $w_u$  - заррачанинг ўртача ҳисобий чўктириш тезлиги м/с.

7. Узлуксиз ишлайдиган тиндиргич учун (2.7) формула қуйидаги қўринишга эгадир:

$$F = \frac{G_0 \cdot \left(1 - \frac{c_0}{c_s}\right)}{w_u} \quad (2.8)$$

бу ерда  $F$  - тиндиргичнинг чўктириш юзаси, м<sup>2</sup>;  $G_0$  - бошланғич концентрацияли суспензиянинг массавий сарфи, кг/с;  $c_s$  - бошланғич суспензия таркибидаги қаттиқ фаза концентрацияси кг/кг;  $c_0$  - қуюқлаштирилган суспензия таркибидаги қаттиқ фазанинг массавий концентрацияси, кг/кг;  $\rho$  - тозаланган суюқлик зичлиги;  $W_u = 0,5 \cdot w_u$  - чўкиш тезлиги, м/с;

Чўктириш қурилмаларининг иш унумдорлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$\Pi = \frac{F \cdot h}{\tau} = F \cdot w \quad (2.9)$$

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

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

$$w_u = \varphi \cdot w_k \quad (2.10)$$

Нотўғри шаклли заррачалар одатда эквивалент диаметр орқали ифодаланади:

$$d_s = 1,24 \cdot \sqrt[3]{\frac{M}{\rho}} \quad (2.11)$$

бу ерда  $M$  - заррача массаси, кг;  $\rho$  - зичлик, кг/м<sup>3</sup>.

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

$$w_{cy} = w_c \cdot \left[ \sqrt{20,25 \cdot c_o \cdot (1 - c_o)^3} - 4,5 \cdot c_o \right] \quad (2.12)$$

бу ерда  $w_c$  - (2.1) формула оркали ҳисоблаб топилади;  $c_o$  - суспензия таркибидаги заррачаларнинг ҳажмий концентрацияси.

**Мисол 2-1. Нефть ва нефть маҳсулотлари тиндиргичини ҳисоблаш.** Иш унумдорлиги 3000 т/сутка нефтни тиндириш учун зарур қурилмалар сони ва ўлчамлари ҳисоблансин.

**Бошланғич маълумотлар:** қурилма енгил ( $\rho^{20}=0,875$ ) ва оғир ( $\rho^{20}=0,913$ ) нефтларни қайта ишлаши керак. Нефтларнинг қовушқоқлик коэффициентлари 2.1-расмдан олинади. Нефть маҳсулотларини дастлабки иситиш температуралари: енгил нефть учун  $160^\circ\text{C}$ ; оғир нефть учун -  $175^\circ\text{C}$ .

**Ечиш:** тиндиргичдаги температурани  $100^\circ\text{C}$  деб қабул қиламиз. Қурилма ҳам оғир, ҳам енгил нефтларда ишлагани учун, ҳисоблашларни энг катта ўлчам талаб қиладиган нефть учун бажарилади. Лекин, ҳозирча қайси бири учун ката ўлчамли қурилма кераклигини билмаганимиз учун, иккала учун ҳисоблашлар параллел олиб борилади.

Нефтнинг секундли сарфи. Нефтнинг  $100^\circ\text{C}$  температурадаги зичлиги 2.2-расмдан танланади. Енгил нефть учун  $\rho^{100}=0,82$  ( $\rho^{20}=0,875$ ) ва оғир  $\rho^{100}=0,86$  кг/м<sup>3</sup> ( $\rho^{20}=0,913$ ).

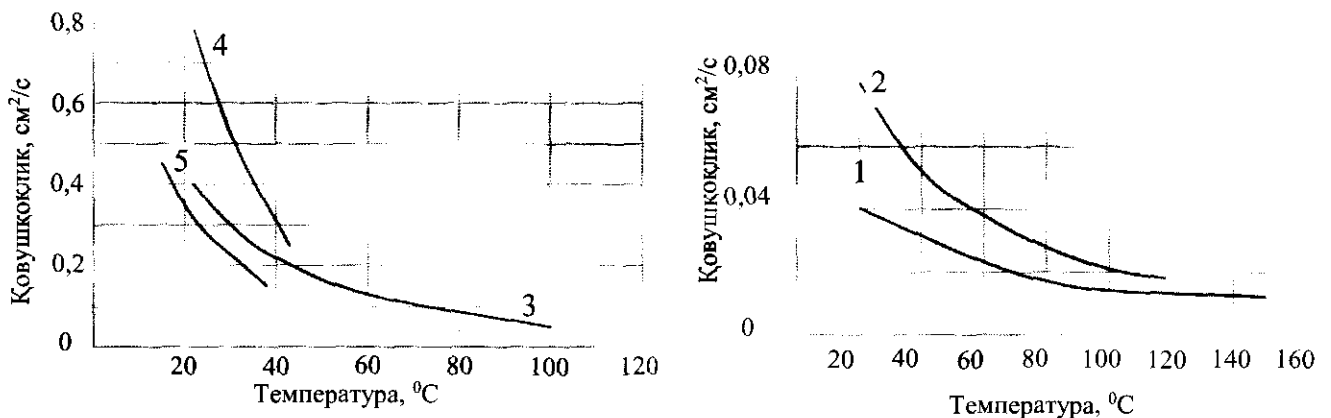
Нефтларнинг секундли сарфи: енгил фракция учун

$$V_e = \frac{3000000}{24 \cdot 3600 \cdot 820} = 0,0424 \text{ м}^3 / \text{с};$$

оғир фракция учун

$$V_o = \frac{3000000}{24 \cdot 3600 \cdot 860} = 0,0404 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$100^\circ\text{C}$  температурада нефтларнинг кинематик қовушқоқлик коэффициентлари:



2.1-расм. Нефть ва нефть маҳсулотлари кинематик қовушқоқлигининг

1-керосин дистилляти; 2 - дизель мойи дистилляти;

3 - нефть; 4 - оғир нефть; 5 - бибизйбат оғир нефти.

енгил фракция учун

$$\nu_{100} = 0,0264 \text{ см}^2 / \text{с} = 0,00000264 \text{ м}^2 / \text{с};$$

оғир фракция учун

$$\nu_{100} = 0,0652 \text{ см}^2 / \text{с} = 0,00000652 \text{ м}^2 / \text{с};$$

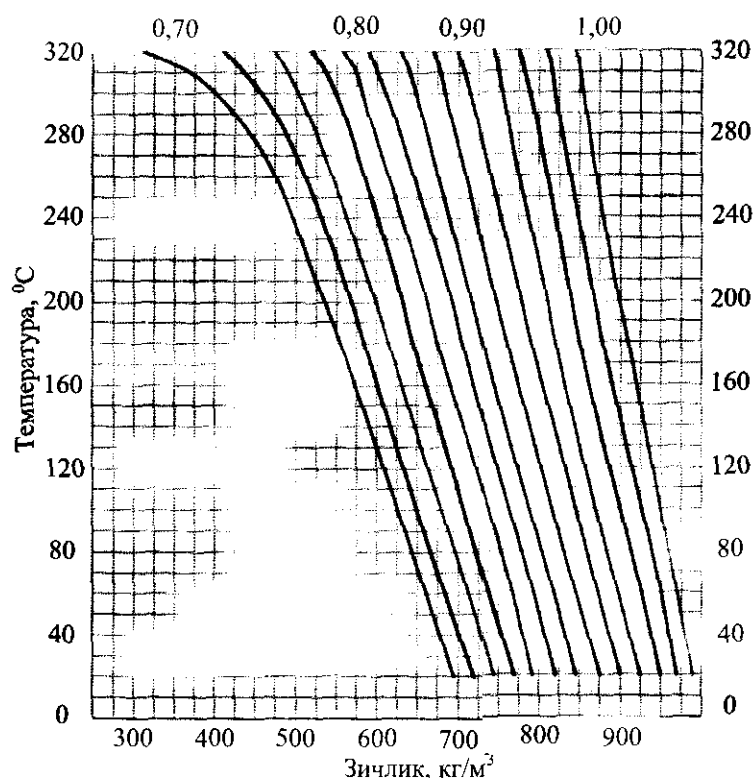
Тиндиргич диаметри:

енгил фракция учун

$$D = \frac{V}{1820 \cdot \nu} = \frac{0,0424}{1820 \cdot 0,00000264} = 8,83 \text{ м}$$

оғир фракция учун

$$D = \frac{V}{1820 \cdot \nu} = \frac{0,0424}{1820 \cdot 0,00000652} = 3,4 \text{ м}$$



2.2-расм. Нефть маҳсулотлари зичликларининг температурага боғлиқлиги.

Кўриниб турибдики, енгил фракция учун катта ўлчамли қурилма даркор. Шунинг учун, кейинги ҳисоблашлар фақат енгил нефть учун олиб борилади. Ундан ташқари, ҳисоблашлардан маълумки, битта қурилма ўрнатиладиган бўлса, унинг диаметри жуда катта бўлиши керак, яъни - 9 м.

Демак, қурилма диаметрини камайтириш мақсадида 4 та тиндиргич ўрнатамиз ва уларни параллел улаймиз. Бунда, тиндиргич диаметри қуйидагига тенг бўлади:

$$D = \frac{V}{1820 \cdot \nu} = \frac{0,0424}{1820 \cdot 0,00000264} = 2,2 \text{ м}$$

Тиндиргич узунлиги аниқлаймиз. Қурилмада нефтнинг тезлиги ушбу формуладан ҳисобланади:  $w = V/F$ .

$$\text{Битта тиндиргич учун } V = \frac{0,0424}{4} = 0,0106 \text{ м}^3 / \text{с}; \quad F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2,2^2}{4} = 3,8 \text{ м}^2$$

$$w = \frac{V}{F} = \frac{0,0106}{3,8} = 0,00279 \text{ м/с} = 2,8 \text{ мм/с}$$

Тиндиргич тиниш вақтини  $\tau = 60$  мин. деб қабул қилиб, қурилманинг узунлиги аниқлаймиз:

$$L = w \cdot \tau = 0,00279 \cdot 3600 = 10 \text{ м}$$

Шундай қилиб, диаметри 2,2 м ли 4 та тиндиргич зарур ва уларнинг ҳар бирининг узунлиги 10 м дан бўлиши керак.

## 2.2. Фильтрлаш

### Хисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

$\tau$  вақтида  $1 \text{ м}^2$  фильтрлаш юзаси орқали  $\Delta P = \text{const}$  бўлганда  $V$  фильтрлаш ҳажми ва фильтрлаш жараёнининг давомийлиги билан боғлиқлик тенглиги ушбу кўринишга эга:

$$V^2 + 2 \cdot V \cdot C = K \cdot \tau \quad (2.13)$$

бу ерда  $C$  - фильтр тўсикнинг гидравлик қаршилигини тавсиф қилувчи фильтрлаш доимийси,  $\text{м}^3/\text{м}^2$ ;  $K$  - чўкма ва суюқликни физик-кимёвий хоссаларни ва фильтрлаш жараёни режимини ҳисобга олувчи фильтрлаш доимийси,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\tau$  - фильтрлаш давомийлиги, с.

$K$  ва  $C$  доимийлар тажриба йўли билан аниқланади.

Берилган ҳолатдаги фильтрлаш тезлиги ушбу тенглама орқали аниқланади:

$$\frac{\Delta V}{\Delta \tau} = \frac{K}{2(V + C)} \quad (2.14)$$

ёки (2.14) тенгламани қуйидаги бошқа кўринишда ифода этса бўлади:

$$\frac{\Delta \tau}{\Delta V} = \frac{2V}{K} + \frac{2C}{K} \quad (2.15)$$

$d\tau/dV$  ва  $V$  катталиқлар орасидаги боғлиқлик тўғри чизиғи орқали  $K$  ва  $C$  доимийликлар тажриба йўли билан аниқланади. Ўлчанган  $V_1$ ,  $V_2$  катталиқларни абсцисса ўқига, ордината ўқига эса  $\Delta\tau_1/V_1$ ,  $\Delta\tau_2/V_2$  қийматлари қўйилади. Бу олинган нуқталар орқали ўтган тўғри чизик ёрдамида  $K$  ва  $C$  лар қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$\text{tg}\beta = \frac{2}{K}; \quad m = \frac{2C}{K}; \quad (2.16)$$

$\Delta P = \text{const}$  бўлганда  $1 \text{ м}^2$  фильтрлаш юзасига нисбатан олинган фильтрлаш доимийси  $K$  чўкма солиштирма қаршилиги қуйидагича боғлиқликда бўлади:

$$K = \frac{2\Delta P}{\mu \cdot c \cdot r} \quad (2.17)$$

бу ерда  $\Delta P$  - фильтрлаш жараёнидаги бссимлар фарқи, Па;  $\mu$  - фильтратнинг динамик қовушқоқлик коэффициентини, Па·с;  $r$  - чўкманинг солиштирма қаршилиги (чўкма таркибидаги 1 кг қаттиқ қуруқ моддалар ҳисобида), м/кг;  $c$  - фильтрлаш юзаси орқали  $1 \text{ м}^3$  фильтрат ўтганда ҳосил бўлан қуруқ қаттиқ модда массаси, кг/м<sup>3</sup>.

Формула (2.17) даги  $c$  параметр суспензиянинг концентрацияси  $x$  орқали ифодаланиши мумкин:

$$c = \frac{\rho \cdot x}{1 - m \cdot x} \quad (2.18)$$

бу ерда  $x$  - суспензиядаги қаттиқ фазанинг массавий концентрацияси, кг/кг;  $m$  - 1 кг қуруқ модда ҳисобида олинган чўкманинг намлиги, кг/кг.

Чўкмадаги қуруқ модда микдори  $G$  (кг) йиғиб олинган фильтрат микдори  $V$ , унинг зичлиги  $\rho$ , чўкманинг намлиги  $m$ , суспензиядаги қаттиқ заррачалар массавий қисми  $x$  боғлиқлик бўлиб, қуйидаги формула ёрдамида ифодаланади:

$$G = V_c = V \cdot \frac{\rho \cdot x}{1 - m \cdot x} \quad (2.19)$$

Суспензия таркибидаги қаттиқ фаза концентрация  $x$  унинг зичлиги  $\rho_c$  га боғлиқ бўлиб, ушбу формула орқали топилади

$$x = \frac{(\rho_c - \rho) \cdot \rho_k}{(\rho_k - \rho) \cdot \rho} \quad (2.20)$$

Суспензия зичлиги эса:

$$\rho = \frac{n+1}{\frac{1}{\rho_k} + \frac{1}{\rho}} = \frac{\rho(1+n) \cdot \rho_k}{\rho + \rho_k^2} \quad (2.21)$$

бу ерда  $x$  - суспензия таркибидаги қаттиқ фазанинг массавий концентрацияси, кг/кг;  $\rho_c$  - суспензия зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho$  - суюқ фаза зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_k$  - қаттиқ фаза зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $n$  - суспензиядаги бир қисм қаттиқ фаза оғирлигига тўғри келадиган суюқ фаза оғирлиги ( $K:C=1:n$ ).

Узлукли ишлайдиган фильтрларнинг иш унумдорлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$\Pi = \frac{V}{\sum \tau} \quad (2.22)$$

бу ерда  $V$  - фильтрат ҳажми, м<sup>3</sup>;  $\tau$  - фильтрлаш жараёни бир циклининг вақти, с.

$$\sum \tau = \tau_\phi + \tau_{\phi\phi} \quad (2.23)$$

бу ерда  $\tau_\phi$  - фильтрлаш вақти, с,  $\tau_{\phi\phi}$  - филтрни жараёнга тайёрлаш ва тўлдириш вақти, с.

Агарда, фильтрлаш тезлиги  $w$  маълум бўлса, фильтр қурилмасининг иш унумдорлиги

$$\Pi = F \cdot w \quad (2.24)$$

бу ерда  $F$  - фильтрлаш юзаси, м<sup>2</sup>;  $w$  - фильтрлаш тезлиги, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>с.

Керакли фильтрлаш пластиналар сони ушбу формуладан аниқланади:

$$n = \frac{F}{f_o} \quad (2.25)$$

бу ерда  $f_o$  - битта пластина юзаси, м<sup>2</sup>.

$$f_o = (a - 2b) \cdot 2 \quad (2.26)$$

бу ерда  $a$  - квадрат плита томони, м;  $b$  - плита эни, м.

Зарур фильтрлар сони  $z$  пастда келтирилган тенгликдан ҳисоблаб топилади:

$$z = \frac{n}{n_o} \quad (2.27)$$

бу ерда  $n_o$  - битта филтлдаги пластинкалар сони.

Суюқлик томонидан пластинкага тушаётган босим кучи  $p$  ушбу тенгликдан аниқланади:

$$p_n = h \cdot F_{\phi\phi} \quad (2.28)$$

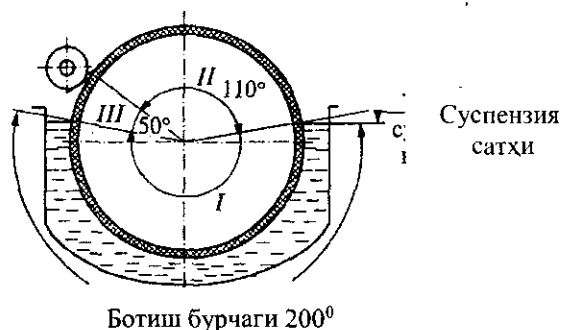
бу ерда  $p_n$  - фильтрлаш жараёнининг босими, Па;  $F_{\phi\phi}$  - пластиналарга суюқлик таъсир қилаётган юза, м<sup>2</sup>.

Фильтрловчи элемент ва конструктив-технологик белгилари бўйича фильтрларнинг асосий турлари:

- барабанли фильтрлар - ювилган қатлам орқали фильтрловчи, ячейкасиз, чўкмани механик сиқувчи, калта каналли ва юқори босимли фильтрлаш;

- диски - ювилган қатлам орқали филтрловчи, пакетли, динамик ва юкори босимли филтрлаш;
- тарелкали - чўмич типадаги;
- лентали - чўкмани механик сиқувчи ва дренажсиз;
- листли (копли) - горизонтал ва вертикал;
- патронли - канал ичида, тирқишли, матоли, керамик, металлокерамик, ювилувчи-регенерацион, айланувчи патронли ва куюклаштиргичлар;
- филтр-пресслар - очик, ёпиқ, ювилувчи ва ювилмас, қоғоз лента ўрамли, механик сиқувчи;
- сифимли - донадор қатламли, ўзгарувчан қатламли, ювилувчи-регенерацион, аралаштирли, ва юкори босимда ишловчи.

**Барабанли вакуум - филтр ҳисоби.** Ячейкасиз, чўкмани ювилган қатламли барабанли вакуум-филтрлар ёрдамчи филтр моддалар ювилган қатламлар билан ишлаш учун қўлланилади. Бу турдаги филтрлар техник характеристикалари 2-1 жадвалда, 2.3-расмда эса ишчи зоналар тақсимланишининг схемаси келтирилган.



2.3-расм. Барабанли вакуум-филтр ишчи зоналар тақсимланишининг схемаси:

- I - филтрлаш зонаси;
- II - қисман қуритиш зонаси;
- III - кесиб пичоғидан ўтгандан кейин қисман қуритиш зонаси.

Нам чўкма зичлиги  $\rho_n$  :

$$\rho_n = \frac{100\rho_{жн} \cdot \rho_{тн}}{100\rho_{жн} + (\rho_{тн} - \rho_{жн}) \cdot w_n}, \quad (2.29)$$

бу ерда  $\rho_{тн}$  - қаттик фаза зичлиги (кг/м<sup>3</sup>);  $\rho_{жн}$  - филтрлаш температурасида қаттик фаза зичлиги (кг/м<sup>3</sup>);  $w_n$  - қуритишгача бўлган филтрланган чўкмадаги суюқлик миқдори, % (масс.).

Филтрланган нам чўкма ҳажмининг олинган филтрат ҳажмига нисбати қуйидагича топилади:

$$u_n = \frac{c_n \rho_{жн}}{\rho_n [100 - (w_n + c_n)]}, \quad (2.30)$$

бу ерда  $c_n$  - суспензиядаги қаттик фаза концентрацияси, % масс.

Бирлик ҳажмдаги филтрат олишда филтр устида массаси  $q_{тн}$  (кг/м<sup>3</sup>) бўлган қаттик фаза ҳосил бўлади:

$$q_{тн} = \frac{c_n \rho_{жн} (100 - w_n)}{100 [100 - (w_n + c_n)]}. \quad (2.31)$$

Бирлик юзада ҳосил бўлган қаттик фаза массаси (кг/м<sup>3</sup>) ушбу формулада аниқланади:

$$j = \frac{q_{тн} \cdot K_{улл}}{u_n}, \quad (2.32)$$

бу ерда  $K_{улл}$  - ювилган чўкма қатламининг қалинлиги бўйича зичланишини ҳисобга олувчи коэффициент.



**Ячейкасиз, чўкмаси ювилган қатламли барабанли вакуум-фильтрлар  
техник характеристикалари**

Характеристика	ББНК1-1	ББНК3- 1,75	ББНК10 - 2,6	ББНР45-3,14
Фильтрлаш юзаси (м <sup>2</sup> )	1	3	10	45
Барабан диаметри (м)	1	1,75	2,6	3,14
Барабан айланиш частотаси (айл/мин)	0,1 - 2,05	0,1 - 2,05	0,1 - 2,05	0,22-1,33
Барабан айланишининг бурчак тезлиги (рад/с)	0,0104 - 0,215	0,0104 - 0,215	0,0104 - 0,215	0,023- 0,14
Барабанинг суспензияга ботиб туриш бурчаги (град.)	120	120	120	14-200
Барабан юзасида зоналарнинг тақсимланиши (град.)	120	120	120	14-200
Фильтрлаш зонаси				
Қисман куритиш зонаси	216	212°30'	27°30'	165-135
Кесиш пичоғидан ўтгандан кейин кўшимча куритиш зонаси	24	27°30'	12°30'	55-25
Ювилиш қатламининг максимал қалинлиги (мм)	40-50	40-50	40-50	70-80
Фильтрлаш жараёнида босимла фарқи <550 мм сим. уст. (кН/м <sup>2</sup> )	73	73	73	73

Ювилган қатлам ҳосил бўлиш вақтини ҳисоблаш фильтр барабанинг битта айланиш давомийлиги  $\tau_i$  (с) ни:

$$\tau_i = \frac{60}{n} \quad (2.33)$$

ва бир айланишда фильтрлаш вақти  $\tau$  (с) ни аниқлашдан бошланади:

$$\tau = \frac{\varphi \tau_i}{360}, \quad (2.34)$$

ерда  $n$  - фильтр барабанининг айланиш частотаси (айл/мин);  $\varphi$  - фильтрлаш зонаси секторининг бурчаги (град.).

Фильтр барабанинг битта айланишида олинган фильтратнинг ўртача ҳажми  $V'$  (м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>),  $\tau = const$  режими учун келтириб чиқарилган тенглама асосида ҳисоблаб топилади:

$$V' = \sqrt{(V'_0)^2 + \frac{\tau}{b_1}} - V'_0, \quad (2.35)$$

ерда  $b_1 = \frac{\mu \cdot q_T \cdot \alpha_{cp}}{2p}$  - босим ўзгармас бўлган режимда фильтрлаш константаси (с/м<sup>2</sup>);  $V'_0 = \frac{\beta}{\alpha_{cp} \cdot q_T}$  - фильтрат

ҳажми (м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>);  $p$  - ювилиб турувчи қатлам ҳосил бўлишидаги босимлар фарқи (Па);  $\alpha_{cp}$  - зичланмаган ювилувчи қатламнинг ўртача солиштирма қаршилиги (м/кг);  $\beta$  - бирлик ковушқоқликка нисбатан фильтр тўсик қаршилиги (Па·с);  $\mu$  - суюқ фазанинг фильтрлаш температурасидаги ковушқоқлиги (Па·с).

Суспензияга ботириш давридаги фильтр асоснинг қаршилиги:

$$R_0 = \beta + R_H = \beta + \frac{q_{TH} \cdot K_{yul}}{u_H} \cdot \delta_{yul} \cdot \bar{\alpha}_{yul}, \quad (2.36)$$

ерда  $R_0$  - бирлик ковушқоқликка нисбатан фильтр асос қаршилиги (1/м);  $R_H$  - бирлик ковушқоқликка нисбатан қатлам тўсикда ҳосил бўлган ювилган қатлам қаршилиги (1/м);  $\delta_{yul}$  - ювилган қатламнинг охириги зичланиш

калинлигининг кабул қилинган қиймати (м);  $\bar{a}_{y_{n1}}$  - белгиланган қалинликдаги ювилган катлам ўртача солиштирма қаршилигининг ўртача қиймати (м/кг).

Ювилувчи чўкма қатлами қалинлигининг нолдан белгиланган қиймат  $\delta_{y_{n1}}$  гача ортиши билан фильтрат ҳажми камаяди ва уни ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$V'_n = \int_0^{\delta_{y_{n1}}} \left[ \sqrt{\left( \frac{j \cdot \delta_{y_{n1}} \cdot \bar{a}_{y_{n1}} + \beta}{q_{Tn} \cdot \alpha_{cp,n}} \right)^2 + \frac{2\rho_n \cdot \tau_n}{\mu_n \cdot q_{Tn} \cdot \alpha_{cp,n}} - \frac{j \cdot \delta_{y_{n1}} \cdot \bar{a}_{y_{n1}} + \beta}{q_{Tn} \cdot \alpha_{cp,n}}} \right] \cdot d \cdot \delta_{y_{n1}} \quad (2.37)$$

Ўртача фильтрат ҳажми эса ушбу формуладан аниқланади:

$$V'_{cp,n} = \frac{V'_n}{\delta_{y_{n1}} - 0} \quad (2.38)$$

Сўнг, қуйидагиларни ҳисоблаймиз:

- барабаннинг бир маротаба айланишида фильтрлаш жараёнининг ўртача тезлиги,  $[m^3/(m^2 \cdot c)]$ :

$$v_{cp,n} = \frac{V'_{cp,n}}{\tau_i} \quad (2.39)$$

Ювилган катламнинг белгиланган қалинлигида бирлик юзадан олинган ўртача фильтрат ҳажми ( $m^3/m^2$ ):

$$V'_{n\Sigma} = \frac{\delta_{y_{n1}} K_{y_{n1}}}{u_n} \quad (2.40)$$

Бу эса, белгиланган қалинликдаги зичланган чўкма қатлами ҳосил қилиш учун керакли вақтни ҳисоблаш имконини беради:

$$\sum \tau_i = \frac{V'_{n\Sigma}}{v_{cp,n}} \quad (2.41)$$

Лойихаланаётган фильтр юзаси ва бошқа параметрларини ҳисоблаш даставвал қуйидагиларни аниқлашни талаб этади:

- нам чўкма зичлигини

$$\rho_0 = \frac{100 \cdot \rho_T \cdot \rho_{ж}}{100\rho_{ж} + (\rho_T - \rho_{ж}) \cdot w} \quad (2.42)$$

бу ерда  $\rho_T$  - қаттиқ фаза зичлиги,  $kg/m^3$ ;  $\rho_{ж}$  - суюқ фаза зичлиги,  $kg/m^3$ ;  $w$  - фильтрланган чўкмада суюқ фаза миқдори, % (масс.).

- фильтрланган чўкма ҳажмининг фильтрат ҳажмига нисбати:

$$u = \frac{c\rho_{жн}}{\rho_0[100 - (w + c)]} \quad (2.43)$$

бу ерда  $c$  - сусцензияда қаттиқ фазанинг миқдори.

- бирлик ҳажмда фильтрат олишда ҳосил бўладиган қаттиқ фаза массаси,  $kg/m^3$

$$q_T = \frac{c_n \rho_{ж} (100 - w)}{100[100 - (w + c)]} \quad (2.44)$$

- фильтрлаш тенгламасининг ҳисоблаш параметрлари:

$$b_1 = \frac{\mu \cdot q_T \cdot \alpha_{cp}}{2 \cdot p} \quad c / m^2 \quad (2.45)$$

$$V'_0 = \frac{\alpha_{\text{yml}} \cdot \frac{q_{\text{TH}}}{u_n} \cdot K_{\text{yml}} \cdot \delta_{\text{yml}} + \beta}{\alpha_{\text{cp}} q_T} \quad \text{м}^3 / \text{м}^2 \quad (2.46)$$

бу ерда  $\mu$  - фильтрлаш температурасида суюк фаза қовушқоқлиги, кПа·с;  $q_T$  - қаттик фаза массаси, кг/м<sup>3</sup>;  $\alpha_{\text{cp}}$  - чўкманинг ўртача солиштирма қаршилиги, м/кг;  $p$  - фильтрлаш жараёнида босимлар фарқи, кПа;  $\delta_{\text{yml}}$  - ювилган қатлам қалинлиги, м;  $\alpha_{\text{yml}}$  - аниқ қалинликдаги зичланган чўкманинг ўртача солиштирма қаршилиги, м/кг.

Фильтр давомийлиги  $\tau$  (с) ушбу тенгламадан топилади:

$$\tau = \frac{b_1 \cdot \delta_{oc} \cdot (\delta_{oc} + 2 \cdot u \cdot V'_0)}{u^2}, \quad (2.47)$$

бу ерда  $\delta_{oc}$  - асосий суспензияни фильтрлаш даврида ҳосил бўладиган қатламқалинлиги, м;  $u$  - асосий суспензияни ажратиш даврида ҳосил бўлган чўкма ва фильтрат ҳажмларининг нисбати.

Барабаннинг бурчак тезлиги:

$$\omega = \frac{\varphi}{\tau}, \quad (2.48)$$

Чўкмани қисман қуритиш вақти:

$$\tau_c = \frac{\varphi_c}{\omega} \quad (2.49)$$

Кесиш пичоғидан ўтгандан кейин қўшимча қуритиш вақти:

$$\tau'_c = \frac{\varphi'_c}{\omega}, \quad (2.50)$$

бу ерда  $\varphi_c$  - қисман қуритиш зонаси секторининг бурчаги, град.;  $\varphi'_c$  - кесиш пичоғидан ўтгандан кейин қўшимча қисман қуритиш зонаси секторининг бурчаги, град.

Фильтр барабанининг битта айланиши даврида эса

$$\tau_t = \frac{360}{\omega}, \quad (2.51)$$

Белгиланган қалинликдаги ювилувчи қатлам ҳосил бўлишида бирлик юзада олинган фильтрат микдори

$$V' = \int_{\delta_1}^{\delta_{\text{yml}}} \left[ \sqrt{\left( \frac{j \delta_{\text{yml}} \cdot \alpha_{\text{yml}} + \beta}{q_m \cdot \alpha_{\text{cp}}} \right)^2 + \frac{2 \cdot p \cdot \tau}{\mu_n \cdot q_m \cdot \alpha_{\text{cp}}} - \frac{j \cdot \delta_{\text{yml}} \cdot \alpha_{\text{yml}} + \beta}{q_m \cdot \alpha_{\text{cp}}} \right] \cdot d \cdot \delta_{\text{yml}}, \quad (2.52)$$

бу ерда  $j$  - бирлик зичланган ювилувчи қатлам қалинлигидаги қаттик фаза массаси, кг/м<sup>3</sup>.

Бундан кейин қуйидагилар ҳисобланади:

- фильтратнинг ўртача ҳажми, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>:

$$V'_{\text{cp}} = \frac{V'}{\delta_{\text{yml}} - \delta_1}, \quad (2.53)$$

бу ерда  $\delta_1$  - кесилганда ювилган қатламни нг охириги қалинлиги, м;  
фильтрлаш жараёнининг ўртача тезлиги, [м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с)]:

$$\tau_{\text{cp},t} = \frac{V'_{\text{cp}}}{\tau_t}; \quad (2.54)$$

$\delta_{\text{yml}}$  дан  $\delta_1$  қалинликдаги ювилувчи қатлам ҳосил бўлиши учун фильтр барабаннинг айланишлар сони:

$$N = \frac{\delta_{\text{мт}} - \delta_1}{\xi}, \quad (2.55)$$

бу ерда  $\xi$  - фильтр барабанининг битта айланишида кесиш пичоғининг узатилиши, м/айл.

Фильтрнинг фаол ишлашининг умумий вақти:

$$\tau_{\text{раб}} = \tau_1 N \quad (2.56)$$

Фильтр ишлашининг битта боскичининг умумий вақти:

$$\tau_{\text{обиц}} = \tau_{\text{раб}} + \tau_{\text{вст}} \quad (2.57)$$

бу ерда  $\tau_{\text{вст}}$  - ёрдамчи ишларни бажаришга кетган вақт, с.

Фильтрлаш жараёнининг ўртача тезлиги [ $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ] ни топиб,

$$v_{\text{ср.н}} = \frac{v_{\text{ср.л}} \tau_{\text{раб}}}{\tau_{\text{обиц}}}, \quad (2.58)$$

Зарур фильтрлаш юзасини ҳисоблаймиз,  $\text{м}^2$ :

$$S = \frac{Q}{v_{\text{ср.н}}}, \quad (2.59)$$

бу ерда  $Q$  - фильтр ишлашининг битта боскичида фильтрат бўйича унумдорлиги,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

(2.59) формула ёрдамида аниқланган  $S$  нинг миқдори каталогда келтирилган тўлиқ юза кўрсаткичли стандарт фильтр қурилма юзаси  $S_1$  га яхлитланади.

Барабанининг суспензияга чўкиш чуқурлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$H = r_b \left( 1 - \cos \frac{\psi}{2} \right) \quad (2.60)$$

бу ерда  $r_b$  - фильтр барабанининг радиуси, м.

Сўнг, фильтрат бўйича унумдорлигининг

$$Q_1 = S_1 v_{\text{ср.н}} \quad (2.61)$$

ва қуруқ чўкма бўйича аниқловчи ҳисоби бажарилади:

$$Q_{\text{с1}} = Q_1 \cdot q_T \quad (2.62)$$

Ёрдамчи фильтрловчи модда сарфининг ҳисоби қуйидагиларни аниқлашади:

- фильтрга жойланган ёрдамчи фильтрловчи модданинг ҳажми,  $\text{м}^3$ :

$$V_{\text{ос}} = \pi \cdot (r_c^2 - r_b^2) \cdot l, \quad (2.63)$$

бу ерда  $r_c = r_b + \delta_{\text{мт}}$  - чўкма қатламли барабан радиуси, м;  $l$  - барабан узунлиги, м;  $\delta_{\text{мт}}$  - ювилиб, зичланган қатлам калинлиги, м;

- фильтрда ўтириб қолган ёрдамчи фильтрловчи модда зичланган чўкмасининг массаси:

$$m_{\text{мт}} = \rho_{\text{мт}} \cdot V_{\text{ос}}, \quad (2.64)$$

бу ерда  $\rho_{\text{мт}}$  - фильтрда ўтириб қолган ёрдамчи фильтрловчи модда зичланган чўкмасининг зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

- ёрдамчи фильтрловчи модда чўкмасида қаттиқ фаза массаси, кг.

$$m_c = m_{\text{мт}} \cdot \frac{100 - w_n}{100}; \quad (2.65)$$

бу ерда  $w_n$  - ювилиб зичланган қатлам намлиги, %.

- фильтр бир боскич ишлаганда олинган фильтрат массаси, кг:

$$m = v_{\text{ср.н}} \cdot S \cdot \tau_{\text{обиц}} \cdot \rho_{\text{ж}} \quad (2.66)$$

бу ерда  $S$  - фильтрлаш юзаси,  $\text{м}^2$ ;  $\rho_{\text{ж}}$  - ажратиётган суспензия суюқ фазасининг зичлиги,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\tau_{\text{обиц}}$  - фильтр-

нинг бир босқич ишлашнинг умумий давомийлиги, с.

Унда, курук ёрдамчи фильтрловчи модданинг фильтрланган суюқ фаза бўйича солиштирма сарфи:

$$m' = \frac{m_c}{m}; \quad (2.67)$$

курук ёрдамчи фильтрловчи модданинг фильтрланган суспензия курук фазаси бўйича солиштирма сарфи:

$$m'' = \frac{m_c}{v_{cp.n} \cdot S \cdot \tau_{общ} \cdot q_T}. \quad (2.68)$$

**Мисол 2-2.** Ташқи фильтрловчи юзали барабанли-вакуум филтранинг филтрлаш юзаси ва бошқа асосий параметрлари ҳисоблаб лойихалансин.

Ажратилаётган муҳит - алюмосиликат суспензияси.

Даставвал қуйидагилар топилади:

- нам чўкма зичлиги:

$$\rho_0 = \frac{100\rho_T\rho_{ж}}{100\rho_{ж} + (\rho_T - \rho_{ж})w} = \frac{100 \cdot 2307 \cdot 990}{100 \cdot 990 + (2370 - 990) \cdot 80} = 1120 \text{ кг/м}^3$$

бу ерда  $\rho_m = 2370 \text{ кг/м}^3$  - қаттиқ фаза зичлиги;  $\rho_{ж} = 990 \text{ кг/м}^3$  - филтрлаш температурасида суюқ фаза зичлиги;  $w = 80\%$  - филтрлаб олинган чўкма таркибидаги суюқ фаза миқдори.

- чўкма ва филтрат ҳажмларининг нисбати:

$$u = \frac{c_m \rho_{жн}}{\rho_0 [100 - (w + c_m)]} = \frac{3,5 \cdot 990}{1120 \cdot [100 - (80 + 3,5)]} = 0,187$$

бу ерда  $c_T = 3,5\%$  - суспензиядаги қаттиқ фаза концентрацияси.

- қаттиқ фаза массаси:

$$q_T = \frac{c_m \rho_{ж} (100 - w)}{100 \cdot [100 - (w + c)]} = \frac{3,5 \cdot 990 \cdot (100 - 80)}{100 \cdot [100 - (80 + 3,5)]} = 42,0 \text{ кг/м}^3$$

**Бошланғич маълумотлар.** Филтрат бўйича унумдорлиги  $Q=0,0015 \text{ м}^3/\text{с}$ ; филтрлаш жараёнида босимлар фарқи  $p = 66,81 \text{ кПа}$ ; ювиш жараёнида босимлар фарқи  $p_{пр} = 66,81 \text{ кПа}$ ; чўкманинг ўртача солиштирма қаршилиги  $\alpha_{cp} = 542,35 \cdot 10^9 \text{ м/кг}$ ; филтрловчи тўсикнинг қаршилиги,  $\epsilon = 40,98 \cdot 10^9 \text{ 1/м}$ ; филтрланган чўкмадаги суюқ фаза миқдори (қисман қуритишгача)  $w = 80\%$ ; тажриба йўли билан топилган филтрланган чўкмадаги суюқ фаза миқдори (қисман қуритишгача),  $w' = 77\%$ ; филтрлаш температурасида суюқ фаза ковушқоклиги  $\mu = 61,89 \cdot 10^{-8} \text{ кПа} \cdot \text{с}$ ; филтратдаги чўкма қатламининг қалинлиги  $\delta_{oc} = 0,007 \text{ м}$ ; 1 кг нам чўкмани ювиш учун зарур сув ҳажми  $V_{пр.ж} = 0,0015 \text{ м}^3/\text{кг}$ ; ювиш филтратининг ўртача ковушқоклиги  $\mu_{пр} = 59,88 \cdot 10^{-8} \text{ кПа} \cdot \text{с}$ ; филтр тўсикнинг вақт ўтиши билан тикилиб қолишини инобатга олувчи коэффициент  $K_{из} = 0,8$ ; пуркагич билан ювилаётган юзанинг ювиш зонасининг керак бўлган назарий юзага нисбати  $\nu = 1,1$ ; филтр умумий ячейкалар сони  $n_n = 24$ ; қисман қуритиш зонасида бир вақтда бўлган ячейкалар сони  $n'_a = 2$ ;  $\varphi_1 = 50^\circ$  - чўкмани олиш сектори эгаллаб турган марказий бурчак;  $\varphi_m = 3^\circ$  - идишдаги суспензияси юзасидан сўриш бошланиш зонасигача бўлган сектор бурчаги;  $\gamma_{г.с} = 15^\circ$  - барабан горизонтал ўқидан қисман қуритиш зонасининг юқори чегараси орасидаги бурчак.

Дастлабки ҳисоблаш маълумотларидан фойдаланиб, қуйидагиларни аниқлаймиз:

- ҳисоблаш тенгламасининг параметри:

$$b_1 = \frac{\mu q_T \alpha_{cp}}{2p} = \frac{61,89 \cdot 10^{-8} \cdot 42 \cdot 542,35 \cdot 10^9}{2 \cdot 66,81} = 0,108 \cdot 10^6 \text{ с/м}^2$$

$$V_0' = \frac{\beta}{\alpha_{cp} q_T} = \frac{40,98 \cdot 10^9}{542,35 \cdot 10^9 \cdot 42} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

- фильтрлаш давомийлиги:

$$\tau = \frac{b_1 \delta_{oc} (\delta_{oc} + 2uV_0')}{u^2} = \frac{0,106 \cdot 10^6 \cdot 0,007 \cdot (0,007 + 2 \cdot 0,187 \cdot 1,8 \cdot 10^{-3})}{0,187^2} = 161,2 \text{ с}$$

- ювиш давомийлиги тенгламасидаги константа қуйидагича аниқланади:

$$N_{np} = \frac{V_{np.ж} \rho_{oc} \alpha_{cp} q_T \mu_{np}}{P_{np}} = \frac{0,0015 \cdot 1120 \cdot 542,35 \cdot 10^9 \cdot 42 \cdot 59,88 \cdot 10^{-8}}{66,81} = 0,343 \cdot 10^6 \text{ с} / \text{м}^2$$

- чўкмани ювиш вақти:

$$\tau'_{np} = \frac{N_{np} \delta_{oc} (\delta_{oc} + uV_0')}{u} = \frac{0,343 \cdot 10^6 \cdot 0,007 \cdot (0,007 + 0,187 \cdot 1,8 \cdot 10^{-3})}{0,187} = 94,04 \text{ с}$$

- пуркагичдан чўкмани ювиш учун сув узатилгандаги вақт ушбу формуладан топилади:

$$\tau_{np} = v \tau'_{np} = 1,1 \cdot 94,04 = 103,4 \text{ с}$$

Фильтрда зоналарнинг тақсимланишини аниқлаймиз:

- қисман қуритиш зонаси секторининг бурчаги:

$$\varphi_c = \frac{360n''_я}{n_я} = \frac{360 \cdot 2}{24} = 30^\circ;$$

- фильтр ости идишидаги суспензия сатҳидан сўриш бошланиши ўрта чизигича бўлган сектор бурчаги:

$$\varphi_2 = \varphi_u \frac{180}{n_я} = 3 + \frac{180}{24} = 10,5^\circ;$$

- фойдасиз ва чўкмани кесиб олиш зоналар секторининг бурчаги:

$$\varphi' = \varphi_1 + \varphi_2 = 50 + 10,5 = 60,5^\circ;$$

- фильтрлаш зонаси секторининг бурчаги :

$$\varphi = \omega \tau = 0,925 \cdot 161 = 148,9^\circ;$$

- ювиш зонаси секторининг бурчаги :

$$\varphi_{np} = \omega \tau_{np} = 0,925 \cdot 103 = 95,3^\circ;$$

- барабаннинг суспензияга ботиб туриш бурчаги:

$$\psi = \varphi + \varphi_2 = 148,9 + 10,5 = 159,4^\circ;$$

- дастлабки қисман қуритиш зонаси секторининг бурчаги :

$$\varphi'_c = \frac{180 - \psi}{2} + \gamma'_{г.с} = \frac{180 - 159,4}{2} + 15 = 25,3^\circ.$$

Сўнг, қуйидагиларни ҳисоблаймиз:

- чўкма қисман қуритиш вақти

$$\tau_c = \frac{\varphi_c}{\omega} = \frac{30}{0,925} = 32,4 \text{ с}$$

- чўкмани дастлабки қисман қуритиш

$$\tau'_c = \frac{\varphi'_c}{\omega} = \frac{25,3}{0,925} = 27,3 \text{ с}$$

- чўкмани кесиб олиш ва фойдасиз зоналарда фильтр ячейкасининг бўлиш вақти

$$\tau' = \frac{\varphi'}{\omega} = \frac{60,5}{0,925} = 65,4 \text{ с}$$

- фильтр тўлик циклда ишлаш вақти:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau + \tau'_c + \tau_{\text{пр}} + \tau_c + \tau' = 161 + 27 + 103 + 32 + 65 = 388 \text{ с}$$

2-2 жадвалда айрим зоналар бурчагининг қийматлари келтирилган.

2-2 жадвал

Ташқи фильтрлаш юзали барабанли вакуум-фильтрда зоналарнинг тақсимланиши

Зона	Марказий бурчак		
	белги	градус	%
Фильтрлаш	$\varphi$	148,9	41,4
Дастлабки қисман куритиш	$\varphi'_c$	25,3	7,0
Ювиш	$\varphi_{\text{пр}}$	95,3	26,4
Қисман куритиш	$\varphi_c$	30,0	8,3
Чўкмани кесиб олиш ва фойдасиз зоналар	$\varphi'$	60,5	16,9
Жами		360	100

Бу эса, фильтр барабани айланишлар сонини топиш имконини беради:

$$n = \frac{1}{\tau_{\text{ц}}} = \frac{1}{388} = 0,0026 \text{ айл/с}$$

фильтр барабани айланишларининг бурчак тезлиги

$$\omega = \frac{510 - \varphi'_2 - 2(\varphi'_1 + \varphi_c)}{\tau + 2\tau_{\text{пр}}} = \frac{510 - 10,5 - 2 \cdot (50 + 30)}{161 + 2 \cdot 103} = 0,925 \text{ град/с}$$

Фильтрлаш жараёнида юза бирлигида маълум вақт ичида олинган фильтрат ҳажми:

$$V' = \frac{\delta_{\text{ос}}}{u} = \frac{0,007}{0,187} = 0,037 \text{ м}^3/\text{м}^2$$

Фильтрлаш тезлигининг вақтга нисбатан ўртача тезлиги:

- фильтрлаш

$$v_{\varphi} = \frac{V'}{\tau} = \frac{0,037}{161} = 0,23 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

- фильтр тўлик циклда ишлаши:

$$v_{\text{ц}} = \frac{V'}{\tau_{\text{ц}}} = \frac{0,037}{388} = 0,096 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

Фильтрлашнинг умумий юзаси бўйича:

$$S_{\text{ос}} = \frac{Q\tau_{\text{ц}}}{K_{\text{ос}}V'} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 388}{0,8 \cdot 0,037} = 19,45 \text{ м}^2$$

Зарур фильтрлар сонини аниқлаймиз. ГОСТ 5748-63 га таяниб юзаси  $S = 20 \text{ м}^2$  ли стандарт фильтр танлаймиз. Унда

$$n_{\varphi} = \frac{S_{\text{ос}}}{S} = \frac{19,45}{20} \approx 1 \text{ та фильтр}$$

ГОСТ 5748-63 га биноан барабан радиуси 1,3 м га тенг бўлса, барабаннинг диаметрига ботиб туриш чуқурлиги ушбу формуладан топилади:

$$H = r_0 \left( 1 - \cos \frac{\psi}{2} \right) = 1,3 \cdot \left( 1 - \cos \frac{159,4}{2} \right) = 1,07 \text{ м}$$

Аниқловчи ҳисоб қиламиз:

- нам чўкма бўйича унумдорлик қуйидагига тенг:

$$Q_{oc} = \frac{Q \cdot u \cdot \rho_o \cdot (100 - w)}{100 - w'} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,187 \cdot 1120 \cdot (100 - 80)}{100 - 77} = 0,28 \text{ кг/с}$$

бу ерда  $w' = 77\%$  - филтрланган чўкмада суюқ фаза миқдори.

- курук чўкма бўйича унумдорлик куйидагига тенг

$$Q_c = Q_{oc} \frac{100 - w'}{100} = \frac{0,28 \cdot (100 - 77)}{100} = 0,064 \text{ кг/с}$$

**Мисол 2-3.** Магний гидроксиди рапасини ажратиш учун ДУ 102-2,5 русумли диски вакуум-филтр хисоблансин.

**Бошлангич маълумотлар.** ДУ 102-2,55 русумли диски вакуум-филтр курилманинг филтрлаш юзаси  $S = 102 \text{ м}^2$ ; дисклар сони  $n_d = 12$ ; филтрловчи диск радиуси  $r_d = 1,25 \text{ м}$ ; угол сектора зоны филтрования по внешней окружности дискнинг ташки диаметри бўйича филтрлаш зона секторининг бурчаги  $\varphi_d = 120^\circ$ ; қисман қуритиш зона секторининг бурчаги  $\varphi_{cd} = 137^\circ$ ; филтрловчи дискнинг суспензияга ботиб туриш бурчаги  $\psi_d = 166^\circ$ ; филтрлаш жараёнида босимла фарқи  $p = 66,7 \text{ кПа}$ ; қатламнинг ўртача солиштирма қаршилиги  $r_{cp} = 96,95 \cdot 10^9 \text{ м/кг}$ ; филтрловчи мато қаршилиги  $R_\phi = 60,4 \cdot 10^9 \text{ 1/м}$ ; филтрланган чўкмада суюқ фаза миқдори  $w = 62\%$  масс.; чўкмада суюқ фазанинг белгиланган миқдори  $w' = 57\%$  масс.; филтрлаш температурасида суюқ фаза зичлиги  $\rho_{ж} = 1020 \text{ кг/м}^3$ ; қаттик фаза зичлиги  $\rho_k = 2400 \text{ кг/м}^3$ ; филтрлаш температурасида суюқ фаза динамик ковушқоклиги  $\mu = 0,94 \cdot 10^{-6} \text{ кПа·с}$ ; чўкма қатлами қалинлиги  $\delta_{oc} = 0,005 \text{ м}$ ; суспензияда қаттик фаза миқдори  $c = 10\%$ ; нам чўкма зичлиги  $\rho_o = 1305,1 \text{ кг/м}^3$ ; чўкма қисман қуритиш вақти  $\tau_{cs} = 60 \text{ с}$ ;  $K_{36} = 0,8$  - филтр тўсиқнинг вақт ўтиши билан тикилиб қолишини инобатга олувчи коэффициент.

Юқорида келтирилган услубга биноан куйидагиларни аниқлаймиз:

Нам чўкма зичлиги:

$$\rho_o = \frac{100 \rho_T \rho_{ж}}{100 \rho_{ж} + (\rho_T - \rho_{ж}) \cdot w} = \frac{100 \cdot 2400 \cdot 1020}{100 \cdot 1020 + (2400 - 1020) \cdot 62} = 1305,1 \text{ кг/м}^3$$

Филтрланган чўкма ва олинган филтрат ҳажмларининг нисбати:

$$u = \frac{c \rho_{ж}}{\rho_o [100 - (w + c)]} = \frac{10 \cdot 1020}{1305,1 [100 - (62 + 10)]} = 0,279$$

Бирлик ҳажмда филтрат олишда ҳосил бўлган чўкма массаси:

$$q_T = \frac{c \rho_{ж} (100 - w)}{100 \cdot [100 - (w + c)]} = \frac{10 \cdot 1020 (100 - 62)}{100 \cdot [100 - (62 + 10)]} = 138,42 \text{ кг/м}^3;$$

Диск марказидан филтрлаш юзасининг ички чегарасигача бўлган масофа:

$$r_B = \sqrt{r_d^2 - \frac{S}{2\pi n_d}} = \sqrt{1,25^2 - \frac{102}{2\pi \cdot 12}} = 0,457 \text{ м};$$

Диск марказидан филтр ости идишидаги суюқлик сатҳигача бўлган масофа:

$$h = r_d \cos \frac{\psi_d}{2} = 1,25 \cos 85^\circ = 0,152 \text{ м};$$

Филтрлаш зонасининг ўрта чегарасигача диск ташки айланасидан филтр ости идишидаги суюқлик сатҳигача бўлган масофа:



$$\varphi_{\text{МД}} = \psi_{\text{Д}} - \varphi_{\text{Д}} = 166^\circ - 120^\circ = 46^\circ$$

Фильтрлаш юзаси ички чегараси бўйлаб фильтрлаш бурчаги:

$$\varphi_{\text{Д}} = \arccos \frac{h}{r_{\text{Д}}} + 0,5\psi_{\text{Д}} - \varphi_{\text{МД}} = \arccos \frac{0,152}{0,457} + 0,5 \cdot 166 - 46 = 107,57^\circ.$$

Фильтрлаш жараёнининг ушбу  $b_1$  ва  $V_0$  параметрларини аниқлаб:

$$b_1 = \frac{\mu q_{\text{T}} r_{\text{cp}}}{2p} = \frac{0,94 \cdot 10^{-6} \cdot 138,42 \cdot 96,95 \cdot 10^9}{2 \cdot 66,7} = 94,575 \cdot 10^3 \text{ c} / \text{M}^2;$$

$$V_0' = \frac{R_{\phi}}{r_{\text{cp}} q_{\text{T}}} = \frac{60,4 \cdot 10^9}{96,95 \cdot 10^9 \cdot 138,42} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}^3 / \text{M}^2$$

Фильтрлаш юзаси ички чегараси бўйлаб фильтрлаш вақти:

$$\tau_{\text{В}} = \frac{b_1 \delta_{\text{OCB}} (\delta + 2uV_0')}{u^2} = \frac{94,575 \cdot 10^3 \cdot 0,005 \cdot (0,005 + 2 \cdot 0,279 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3})}{0,279^2} = 45,6 \text{ c}$$

ва дискнинг айланиш тезлиги:

$$n = \frac{\varphi_{\text{В}}}{360\tau_{\text{В}}} = \frac{107,57}{360 \cdot 45,6} = 0,007 \text{ c}^{-1},$$

Фильтрлаш юзаси ташқи чегараси бўйлаб ҳақақий қисман қуриштиш вақтини топамиз:

$$\tau_{\text{CD}} = \frac{\varphi_{\text{CD}}}{360n} = \frac{137}{360 \cdot 0,007} = 54,4 \text{ c}.$$

Фильтр унумдорлиги ушбу формуладан аниқланади:

$$\begin{aligned} Q_{1\phi} &= 2\pi \int_{r_0}^{r_1} \left( \sqrt{V_0' + \frac{\arccos(h/r) + 0,5\psi_{\text{Д}} - \varphi_{\text{МД}}}{360mb_1} - V_0'} \right) r dr = \\ &= 2\pi 0,007 \int_{0,457}^{1,25} \left( \sqrt{(4,5 \cdot 10^{-3})^2 + \frac{\arccos \frac{0,152}{r} + 0,5 \cdot 166 - 46}{360 \cdot 0,007 \cdot 94,575 \cdot 10^3} - 0,0045} \right) \cdot r dr = 537,757 \cdot 10^{-6} \text{ M}^3 / \text{c}. \end{aligned}$$

Дискли вакуум-фильтрнинг тўлиқ унумдорлиги:

$$Q_{\phi} = 2 Q_{1\phi} n_{\text{Д}} = 2 \cdot 537,757 \cdot 10^{-6} \cdot 12 = 12,91 \cdot 10^{-3} \text{ M}^3 / \text{c};$$

Узоқ муддат ишлаганда фильтр матоларнинг чўкма билан тўлиб қолиши инобатга олинганда:

$$Q_{1\phi} = 2K_{\text{в}} Q_{1\phi} n_{\text{Д}} = 2 \cdot 0,8 \cdot 537,757 \cdot 10^{-6} \cdot 12 = 10,328 \cdot 10^{-3} \text{ M}^3 / \text{c};$$

Қурук чўкма бўйича:

$$Q_c = \frac{Q_{\phi} \rho_o (100 - w)}{100} = \frac{10,328 \cdot 10^{-3} \cdot 0,279 \cdot 1305,1(100 - 62)}{100} = 1,429 \text{ кг/с};$$

Фильтрдан кесиб олинаётган нам чўкма бўйича:

$$Q_o = \frac{Q_{\phi} \rho_o (100 - w)}{100 - w} = \frac{10,328 \cdot 10^{-3} \cdot 0,279 \cdot 1305,1(100 - 62)}{100 - 57} = 3,323 \text{ кг/с};$$

Суспензия бўйича:

$$Q_{сн} = Q_{\phi} \left[ 1 + \frac{u(100 - w)}{100 - w} \right] = 10,328 \cdot 10^{-3} \left[ 1 + \frac{0,279(100 - 62)}{100 - 57} \right] = 12,879 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

2-3 жадвал

Лентали вакуум-фильтрлар характеристикалари

Вакуум-фильтр русуми	Фильтр. юзаси, м <sup>2</sup>	Лента ишчи эни, мм	Вакуум-камера тўлиқ узунлиги, мм	Вакуум-камера бўлим. сони	Фильтр столи узунлиги, м	Лента тарнови чуқурлиги, мм	Лента тезлиги ўзгариш оралиги, м/мин	Электр юриткич куввати, кВт	Чўкма қатлами макс. бал андлиги, мм
Л1,6-0,5-3,2	1,6	500	3200	2	4100	65	0,8-4,8	3	50
Л2,5-0,5-4,8	2,4	500	4800	3	5700	65	0,8-4,8	3	50
Л3,2-0,5-6,4	3,2	500	6400	3	7333	65	1-6	5,5	50
Л4-0,6-8	4	500	8000	4	9800	65	1,5-9	5,5	50
Л10-1,25-8	10	1250	8000	4	10200	120	4-10	10	90

**Мисол 2-4.** Полиметилметакрилат суспензиясини ажратиш учун ЛУ 1,6-0,5-3,2 русумли лентали фильтр ҳисоблансин. Фильтр тўсик - капрон матоси.

**Бошланғич маълумотлар.** Вакуум-фильтр қурилманинг фильтрлаш юзаси  $S = 1,6 \text{ м}^2$ ; лентанинг ишчи эни  $B = 0,5 \text{ м}$ ; вакуум-камералар умумий узунлиги  $L = 3,2 \text{ м}$ ; ҳосил бўлаётган чўкма қатлами  $\delta_{ос} = 0,016 \text{ м}$ ; чўкмани ювишнинг босқичлар сони  $n_{пр} = 1$ ; ювиш мосламаси - лоток; бирлик масса чўкмага керакли ювиш суюқлигининг ҳажми  $U_{прж} = 0,002 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Саноат қурилмасини ҳисоблаш учун лаборатория қурилмасида олинган экспериментал натижалар: лаборатория филтрининг юзаси  $S_{л} = 0,01 \text{ м}^2$ ; суспензия ҳажми  $V_{сн.л} = 500 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ ; олинган фильтрат ҳажми  $V_{л} = 400 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ ; олинган нам чўкма массаси  $m_{ос.л} = 0,2378 \text{ кг}$ ; фильтрлаш вақти  $\tau = 20 \text{ с}$ ; чўкмани ювиш вақти  $\tau_{пр} = 63 \text{ с}$ ; чўкмани қисман қуриштириш вақти  $t_c = 30 \text{ с}$ ; фильтрлаш жараёнида босимлар фарқи  $p = 58 \text{ кПа}$ ; қисман қуриштиришда фильтрланган чўкмада суюқ фаза миқдори  $w = 32,5\%$  (масс.); ювиш ва қисман қуриштиришдан кейин фильтрланган чўкмада суюқ фаза миқдори  $w' = 14,4\%$  (масс.); саноат қурилмасига ўтишда унумдорлик пасайиши ва фильтр тўсикнинг аста-секин тикилиб боришини инобатга олувчи коэффициент  $K_{с.пр} = 0,7$ .

Фильтр ишчи цикли асосий босқичларининг давомийлиги:

$$\tau_{осн} = \tau + \tau_{пр} + t_c = 20 + 63 + 30 = 113 \text{ с}$$

Ушбу давомийликда фильтрлаш жараёни тезлигини ҳисоблаймиз:

$$\tau_{осн} = \frac{V_{л} K_{с.пр}}{S_{л} \tau_{осн}} = \frac{400 \cdot 10^{-6} \cdot 0,7}{0,01 \cdot 113} = 0,248 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Сўнг, фильтр тўлиқ унумдорликни аниқлаймиз:

- фильтрат бўйича

$$Q = v_{осн} S = 0,248 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 = 0,397 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

- қурук чўкма бўйича

$$Q_{т.ф} = \frac{m_{ос} (100-w) K_{с.пр} S}{S_{л} \tau_{осн} 100} = \frac{0,2378 \cdot (100-32,5) \cdot 0,7 \cdot 1,6}{0,01 \cdot 113 \cdot 100} = 0,159 \text{ кг/с}$$

- суспензия бўйича

$$Q_{СП} = \frac{V_{СП} K_{с.пр} S}{S_{л} \tau_{осн}} = \frac{500 \cdot 10^{-6} \cdot 0,7 \cdot 1,6}{0,01 \cdot 113} = 0,496 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Лента ҳаракат тезлиги:

$$V_{л} = \frac{L}{\tau_{осн}} = \frac{32}{113} = 0,283 \text{ м/с}$$

Кўриниб турибдики, ушбу тезлик ҳисобланаётган фильтр учун рухсат этилган ораликда. Юқорида олинган маълумотлар асосида лентали курилма зоналар узунлигини аниқлаймиз:

- фильтрлаш  $l_{ф} = v_{л} \tau = 0,283 \cdot 20 = 0,566 \text{ м}$

- чўкмани ювиш  $l_{пр} = v_{л} \tau_{пр} = 0,283 \cdot 63 = 1,783 \text{ м}$

- чўкмани қисман куришиш  $l_{с} = v_{л} \tau_{с} = 0,283 \cdot 30 = 0,851 \text{ м}$

**Мисол 2-5.** Белгиланган иш унумдорлигида лентали-вакуум филтрнинг филтрлаш юзаси ва бошқа параметрлари ҳисоблансин.

**Бошланғич маълумотлар.** Суспензия, филтрат ва курук чўкма бўйича иш унумдорлиги  $Q_{сп}$ ,  $Q$  ва  $Q_{т.ф}$ .

Филтрлаш юзаси  $S$ , лента эни  $B$  ва вакуум-камера узунлиги  $L$  лардан ташқари ҳамма маълумотлар мисол 2-4 дан олинади.

Керакли, умумий филтрлаш юзаси  $S_{общ}$ , бошланғич маълумотларга қараб қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$S_{общ} = \frac{Q_{сп} \cdot \tau_{осн} \cdot S_{л}}{V_{сп.л} \cdot K_{с.пр}}$$

$$S_{общ} = \frac{Q \cdot \tau_{осн} \cdot S_{л}}{V_{л} \cdot K_{с.пр}}$$

$$S_{общ} = \frac{Q_{т.ф} \cdot 100 \cdot \tau_{осн} \cdot S_{л}}{m_{ос.л} \cdot (100-w) \cdot K_{с.пр}}$$

Битта филтр юзаси ва ўрнатилиши зарур бўлган филтр курилмалар сони икки усулда аниқланиши мумкин:

1) Ҳисоблаб топилган юза ва битта курилманинг рационал юзаси, ҳамда техник-иктисодий кўрсаткичларни инобатга олиб, лентали вакуум-филтрлар сони қуйидаги формуладан аниқланиши мумкин:

$$n_{ф} = S_{общ} / S$$

Олинган натижа яхлитланади.

2)  $S_{общ}$  ва юзаси энг катта стандарт филтрни назарда тутиб, лента эни  $B$  ни танлаймиз:

Сўнг:

- лента ҳаракатининг максимал тезлиги  $V_{л.мах}$  ни топамиз;

- филтр курилма столи узунлигини ҳисоблаймиз:

$$L_{мах} = v_{л.мах} \tau_{осн}$$

- филтрлар сонини ушбу тенгламадан топамиз:

$$n_{\phi} = S_{\text{общ}} / S$$

**Мисол 2-6.** М40 рақамли сайкаллаш кукуни суспензиясини ажратиш учун ЛУ2,5-0,5-4,8 русумли филтрнинг иш унумдорлигини аниқлансин. Филтрловчи тўсик - брезент матоси.

Бошланғич маълумотларни шакллантириш учун даставвал қуйидагиларни топамиз:

- нам чўкма зичлиги:

$$\rho_o = \frac{100 \cdot \rho_T \cdot \rho_{ж}}{100\rho_{ж} + (\rho_T - \rho_{ж}) \cdot w} = \frac{100 \cdot 3960 \cdot 997,5}{100 \cdot 997,5 + (3960 - 997,5)22} = 2395 \text{ кг/м}^3$$

бу ерда  $\rho_m = 3960 \text{ кг/м}^3$  - каттик фаза зичлиги;  $\rho_{ж} = 997,5 \text{ кг/м}^3$  - суюк фаза зичлиги;  $w = 22\%$  - филтрланган чўкмада суюк фаза микдри;

- филтрланган чўкма ва олинган филтрат ҳажмларининг нисбати:

$$u = \frac{c_T \rho_{ж}}{\rho_o [100 - (w + c_T)]} = \frac{60 \cdot 997,5}{2395 \cdot [100 - (22 + 60)]} = 13,5$$

бу ерда  $C_m$  - суспензия концентрацияси, % масс;

- каттик фаза массаси:

$$q_T = \frac{c_T \rho_{ж} (100 - w)}{100 [100 - (w + c_T)]} = \frac{60 \cdot 997,5 \cdot (100 - 22)}{100 \cdot [100 - (22 + 60)]} = 2536 \text{ кг/м}^3$$

**Бошланғич маълумотлар.** Вакуум-филтр қурилманинг филтрлаш юзаси  $S = 2,4 \text{ м}^2$ ; лентанинг ишчи эни  $B = 0,5 \text{ м}$ ; вакуум-камералар умумий узунлиги  $L = 4,8 \text{ м}$ ; филтрлаш жараёнида босимлар фарқи  $p = 60 \text{ кПа}$ ; чўкманинг ўртача солиштирма қаршилиги  $\alpha_{ср} = 3,7069 \cdot 10^9 \text{ м/кг}$ ; бирлик ковшоққликка нисбатан филтр тўсик қаршилиги  $\beta = 158,92 \cdot 10^9 \text{ 1/м}$ ; ҳосил бўлаётган чўкма қатлами  $\delta_{oc} = 0,016 \text{ м}$ ; чўкмани қисман қуриштириш вақти  $\tau_c = 60 \text{ с}$ ; қисман қуриштиришга филтрланган чўкмада суюк фаза микдори  $w = 22\%$  (масс.); ювиш ва қисман қуриштиришдан кейин филтрланган чўкмада суюк фаза микдори  $w' = 10\%$  (масс.); суюк фаза динамик ковшоққлиги  $\mu = 0,9358 \cdot 10^{-6} \text{ кПа} \cdot \text{с}$ ; саноат қурилмасига ўтишда унумдорлик пасайиши ва филтр тўсикнинг аста-секин тикилиб боришини инобатга олувчи коэффициент  $K_{с.пр} = 0,7$ .

Юқорида келтирилган маълумотлар асосида

- ишчи цикл асосий босқичларининг умумий давомийлиги

$$\tau_{\text{очн}} = \tau + \tau_c = 50 + 60 = 110 \text{ с}$$

келтирилган услубга биноан қуйидагиларни аниқлаймиз:

- белгиланган қалинликдаги чўкма олиш учун филтрлаш вақти:

$$\tau = \frac{\mu \delta_{oc} (\alpha_{ср} q_T \delta_{oc} + \mu \beta)}{p u^2} = \frac{0,9358 \cdot 10^{-6} \cdot 0,016 \cdot (3,7069 \cdot 10^9 \cdot 2536 \cdot 0,016 + 1,35 \cdot 158,92 \cdot 10^9)}{60 \cdot 13,5^2} = 50 \text{ с}$$

- лента ҳаракатининг тезлиги:

$$v_x = \frac{L}{\tau_{\text{очн}}} = \frac{4,8}{110} = 0,0436 \text{ м/с}$$

- филтрлаш зонасининг узунлиги:

$$l_{\phi} = v_x \tau = 0,0436 \cdot 50 = 2,2 \text{ м}$$

- ва қисман қуритиш зонаси

$$l_c = v_s \tau_c = 0,0436 \cdot 60 = 2,6 \text{ м}$$

- фильтрлаш зонаси бирлик юзасидан  $\tau$  вақт ичида олинган филтрат ҳажми:

$$V' = \frac{\delta_{oc}}{u} = \frac{0,016}{1,35} = 11,85 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

- фильтрлаш жараёнининг ўртача тезлиги:

$$v_{\phi} = \frac{V'}{\tau} = \frac{11,85 \cdot 10^{-3}}{50} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

ва филтрат ишчи цикл асосий босқичларини бажариш вақтида

$$v_{ocn} = \frac{V'}{t_{ocn}} = \frac{11,85 \cdot 10^{-3}}{50} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

- филтрат бўйича иш унумдорлиги:

$$Q = v_{ocn} SK_{c.np} = 0,108 \cdot 10^{-3} \cdot 2,4 \cdot 0,7 = 0,19 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

- нам чўкма бўйича:

$$Q_{oc} = \frac{Q_{\phi} \rho_o (100 - w')}{100 - w'} = \frac{0,19 \cdot 10^{-3} \cdot 1,35 \cdot 2395 \cdot (100 - 22)}{100 - 10} = 0,532 \text{ кг/с}$$

- курук нам чўкма бўйича:

$$Q_{т.ф} = \frac{Q_{oc} (100 - w')}{100} = \frac{0,532 \cdot (100 - 10)}{100} = 0,479 \text{ кг/с}$$

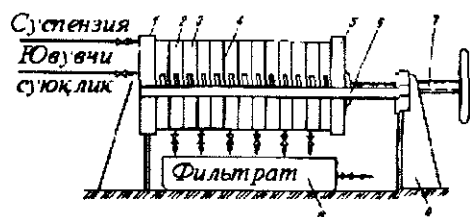
- ажратилаётган суспензия бўйича:

$$Q_{cn} = Q \left[ 1 + \frac{u(100 - w)}{100 - w'} \right] = 0,19 \cdot 10^{-3} \left[ 1 + \frac{1,35 \cdot (100 - 22)}{100 - 10} \right] = 0,41 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

**Ромли фильтр-пресс.** Ушбу турдаги фильтр-пресс кетма-кет ўрнатилган плита, ром ва улар орасида филтрловчи тўсиклардан иборат бўлиб, сиқувчи мосламалар ёрдамида зичланган ва сиқилган.

Бундай филтрлар суспензияларни тозалаш учун қўлланилади (2.4-расм). Филтрлаш жараёнида ажратилаётган суспензия коллектор орқали ромли бўшлиқ орасига узатилади. Босимлар фарқи остида суюқлик ҳосил бўлаётган чўкма, филтрат тўсик, плита каналлари орқали ўтиб филтрат чиқиш штуцеридан ташқарига чиқарилади. Чўкма қатлами ортиб бориши, филтрлаш жараёни қаршилиги ўсишига, унумдорлик пасайишига ва босим ортишига олиб келади. Чўкма қаршилиги жуда катта, жараёни давом эттириш иктисодий жиҳатдан самарасиз бўлиб қолганда суспензияни қурилмага узатиш тўхтатилади.

Сўнг, узатиш коллектори орқали сиқилган ҳаво юборилади ва филтр-пресс сиқувчи механизми бўшатилади. Сўнг, плита ва ромлар бир-биридан кетма-кет ажратилади, чўкма тўкилади, зарур бўлса филтрат тўсиклар алмаштирилади ва қайтадан жараёнга тайёрланади.



2.4-расм. Ромли фильтр-пресс.

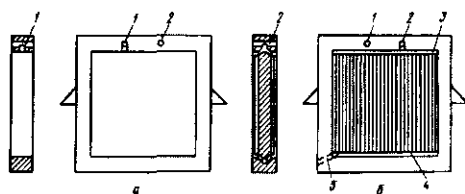
1 - таянч плита, 2 - ром; 3 -плита; 4 -  
 фильтр тўсик; 5 - ҳаракатчан плита;  
 6 - горизонтал йўналтирувчи; 7 - винт; 8  
 - станина; 9 - тарнов.

Фильтрловчи блок орасида фильтр тўкима ёки материал жойлашган алмашувчи ром ва плиталардан ташкил топган. Ром ва плиталар йўналтирувчи 6 да сиқувчи винт 7 ёрдамида қисиб қўйилади. Одатда фильтр металл станина 8 да ўрнатилади.

Ҳар бир ром ва плитада суспензияни киритиш ва ювиш суюқлигини чиқариш каналлари бор (2.5-расм).

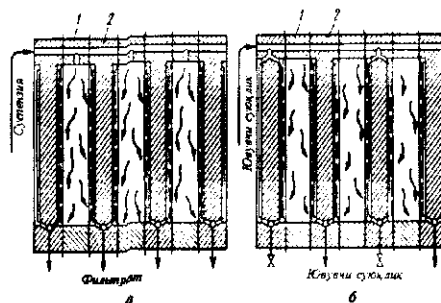
Плиталарнинг иккала томонида йиғувчи каналлар 4 бўлиб, юқори қисм дренаж ва пастки қисми эса, айланма каналлар билан уланган.

Суспензия босим остида канал орқали ромнинг ичкарасига фильтр материалдан ўтади



2.5-расм. Фильтр-пресс роми (а)  
 ва плитаси (б).

1, 2 - суспензия ва ювиш суюқлиги  
 кириш каналлари; 3 - дренаж канали;  
 4 - йиғиш канали; 5 - айланма канал.



2.6-расм. Ромли фильтр-пресс  
 ишлаш схемаси. а - фильтрлаш;  
 б - чўкма ювиш; 1 - ром; 2 - плита.

(2.6а-расм), кейин эса юзасидаги каналчалар орқали пастга тушади.

Фильтрат плитанинг пастки қисмида жойлашган каналча орқали чиқиб, умумий тарновга тушади. Ромнинг иккала томони чўкма билан тўлганда, фильтрлаш жараёни тўхтатилади ва тескари йўналишда юқори босимли суюқлик юборилиб, чўкма ювилади ва айланма каналлар орқали чиқарилади. Шундан кейин ювиш учун сув юборилади ва жараён тугагач плита чапга сурилиб, чўкма тўкилади. (2.6б-расм)

Фильтр - пресснинг иш цикли ушбу жараёнлардан иборат: ишга тайёрлаш; фильтрлаш; ювиш; чўкмани тўкиш. Даврий ишлайдиган фильтр қурилмаларда ёрдамчи жараёнларни бажариш учун иш циклининг 30% га яқин вақти сарфланади ва чўкмани тўкиш кўп меҳнат талаб қилади. Бу турдаги фильтрларда фильтр тўкималар сарфи катта ва уларни алмаштириш қийин. Узлуксиз ишлайдиган қурилмаларда ушбу камчиликлар бартараф этилган, чунки бу фильтрларда фильтрлаш, чўкмани қуритиш, ювиш, ажратиш жараёнлари бир вақтда содир бўлади.

Босимлар фарқини ҳосил қилиш усулига қараб, турли фильтрлаш режимларини амалга ошириш мумкин:

- босимлар фарқи ўзгармас бўлганда, фильтр ўзгармас вакуум ёки ортиқча босим ушлаб туриладиган идишга уланади;

- фильтрлаш тезлиги ўзгармас бўлганда, ажратиладиган суспензия фильтрга поршенли ёки шертнеряли насосда узатилади;
- босимлар фарки ва фильтрлаш тезлиги ўзгармас бўлганда, юкорида келтирилган насослар қўлланилади, аммо босимлар фарки максимал қийматга чиққанда суспензиянинг бир қисми байпас линия орқали чиқариб юборилади;
- босимлар фарки ва фильтрлаш тезлиги ўзгарувчан бўлганда, суспензия фильтрга марказдан қочма насосда узатилади.

**Мисол 2-7.** Фильтрлаш тезлиги ўзгармас бўлган РОМ80-IV-01 русумли ювиш ва чўкмани қисман қуритиш цикли ромли цинк ишлаб чиқариш технологиясидаги фильтр-пресс унумдорлигини аниқлаш керак.

**Бошланғич маълумотларни шакллантириш учун куйидагиларни аниқлаш лозим:**

- нам чўкма зичлиги:

$$\rho_{oc} = \frac{100\rho_T\rho_{ж}}{100\rho_{ж} + (\rho_T\rho_{ж}) \cdot w} = \frac{100 \cdot 3915 \cdot 1349}{100 \cdot 1349 + (3915 - 1349) \cdot 34} = 2377 \text{ кг/м}^3$$

бу ерда  $\rho_m = 3915 \text{ кг/м}^3$  - каттик фаза зичлиги;  $\rho_{ж} = 1349 \text{ кг/м}^3$  - суюк фаза зичлиги;  $w = 34\%$  - фильтрланган чўкмада суюк фаза микдори;

- фильтрланган чўкма ва олинган филтрат ҳажмларининг нисбати:

$$u = \frac{c_T\rho_{ж}}{\rho_{oc}[100 - (w + c_T)]} = \frac{4 \cdot 1349}{2377[100 - (34 + 4)]} = 0,037$$

бу ерда  $c_m = 4\%$  - каттик фазанинг суспензиядаги концентрацияси;

- каттик фаза массаси:

$$q_T = \frac{c_T\rho_{ж}(100 - w)}{100 \cdot [100 - (w + c_T)]} = \frac{4 \cdot 1349 \cdot (100 - 34)}{100 \cdot [100 - (34 + 4)]} = 57,441 \text{ кг/м}^3$$

### 2.3. Центрифугалаш

#### Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

1. Центрифугалаш пайгида ҳосил бўладиган марказдан қочма куч  $G$  (Н) куйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$C = \frac{M \cdot n^2}{R} = M \cdot w^2 \cdot R = 40 \cdot M \cdot n^2 \cdot R = 20M \cdot n^2 \cdot D \quad (2.69)$$

бу ерда  $M$  - центрифуга барабанидаги чўкма ва суюқлик массаси кг;  $w$  - бурчак тезлиги,  $c^{-1}$ ;  $D = 2 \cdot R$  - барабан диаметри, м;  $n$  - центрифуга айланиш частотаси,  $c^{-1}$ .

Центрифугалаш пайгида фильтрлаш босими куйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\Delta p_{\psi} = 20 \cdot \rho_c \cdot n^2 \cdot (R_2^2 - R_1^2) = 5 \cdot \rho_c \cdot n^2 \cdot (D_2^2 - D_1^2) \quad (2.70)$$

бу ерда  $\rho_c$  - суспензия зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;  $D_1 = 2R_1$  - суюқлик ички қатламининг диаметри, м;  $D_2 = 2R_2$  - барабаннинг ёнқи диаметри, м;  $n$  - центрифуганинг частотаси,  $c^{-1}$ .

Центрифугада ҳосил бўлаётган марказдан қочма кучлар микдорининг оғирлик кучи тезланишдан неча марта кўплигини кўрсатувчи каттлик ажратиш коэффициент дейилади:

$$k_a = \frac{w^2}{R \cdot g} \approx 20 \cdot Fr_{\psi} \quad (2.71)$$

бу ерда  $R$  - барабан радиуси, м;  $\omega$  - айланаётган барабаннинг бурчак тезлиги,  $c^{-1}$ .

Центрифуга барабанининг ва уни юрғизиш пайгида юклаш инерциясига сарф бўладиган қувват  $N$  (Вт), ушбу тенгламадан топилади:

$$N_1 = \frac{T_1 + T_2}{\tau} \quad (2.72)$$

бу ерда  $\tau$  - юрғизиш пайти давомийлиги, с;  $T_1$  ва  $T_2$  - барабан ва юклаш инерцияси енгиш учун сарф бўладиган иш, Ж.

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

$$N_2 = \lambda \cdot M \cdot w_6 \cdot g \quad (2.73)$$

бу ерда  $\lambda$  - ишқаланиш коэффициенти, 0,07-0,1 ораликда бўлади;  $M$  - айланишда иштрок этувчи материаллар оғирлиги, кг;  $w_6$  - вал цапфасининг айланиш тезлиги, м/с.

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

$$N_3 = 2,94 \cdot 10^{-3} \cdot \beta \cdot R_2^2 \cdot w_2^3 \cdot \rho_x \quad (2.74)$$

бу ерда  $\rho_x$  - ҳаво зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $\beta$  - каршилиқ коэффициенти, ўргача киймати 2,3 га тенг.

Центрифугани юрғизиш пайтидаги тўлиқ қуввати:

$$N_r = N_1 + N_2 + N_3 \quad (2.75)$$

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

$$N = \frac{N_r}{\eta_y} \quad (2.76)$$

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

Чўктирувчи центрифуга иш унумдорлиги қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$V_q = 25,3 \cdot \eta \cdot L \cdot n^2 \cdot R_o^2 \cdot w_q \cdot k \quad (2.77)$$

НОГШ типдаги центрифуганинг суспензия бўйича иш унумдорлиги  $V_q$  ушбу формуладан топилади:

$$V_q = \frac{3,5 \cdot [D_m^2 \cdot L_m \cdot (\rho_k - \rho) \cdot d^2 \cdot n^2]}{\mu} \quad (2.78)$$

бу ерда  $D_T > x$  ва  $L_T$  - фугатни чиқариш цилиндрининг диаметри ва узунлиги, м;  $d$  - чўкаётган энг кичик заррачалар диаметри, м;  $n$  - роторнинг айланиш частотаси, айл/мин;  $\mu$  - муҳит динамик ковушқоқлик коэффициенти, Па·с.

Трубасимон, юқори самарали центрифуга иш унумдорлиги қуйидаги кўринишдаги тенгламадан топилади:

$$V \leq \frac{w \cdot V_c}{h} \quad (2.79)$$

бу ерда  $w$  - заррачаларнинг марказдан қочма куч майдонида чўкиш тезлиги, м/с;  $V_c = 0,785 \cdot (D^2 - D_o^2) \cdot L$  - барабандаги суюқлик ҳажми, м;  $h$  - барабандаги оқим чуқурлиги, м;  $D$  - барабанинг ички диаметри, м;  $D_o$  - фугатни чиқариш трубасининг диаметри, м.

**Узлуксиз ишлайдиган центрифуга ҳисоби.** Чўкмани шнек ёрдамида тўқувчи центрифуга қуйидаги турларга бўлинади:

- фильтрловчи, вертикал (ФВШ);
- фильтрловчи, горизонтал (ФГШ);
- чўктирувчи (ОГШ);



ФВШ ва ФГШ центрифугалар заррачалар ўлчами 100 мкм дан ортик, концентрацияси 20% ва ундан кўп бўлган кристаллик заррачали суспензияларни қайта ишлаш учун қўлланилади. Қаттиқ фаза концентрацияси 40% дан ортик суспензияларни ажратишга энг юқори самара эришилади.

Чўкмани пульсацияли тўқувчи горизонтал центрифуга (ФГП) лар заррачалар ўлчами 100 мкм дан ортик, концентрацияси 25% дан кам бўлган кристаллик заррачали суспензияларни қайта ишлаш учун ишлатилади.

Ҳисоблаш учун асосий формулалар. Шнек тўқувчи мосламали центрифуганинг технологик ҳисоби 3 хил ҳолат учун бажарилади:

1) қаттиқ фазани фугат билан белгиланган нисбий учиб кетишини инобатга олиб суспензия бўйича центрифуга унумдорлиги аниқлаш;

2) белгиланган унумдорликда қаттиқ фазани фугат билан нисбий учиб кетишини аниқлаш;

3) қаттиқ фазани фугат билан белгиланган центрифуганинг суспензия бўйича чўктирувчи шнекли центрифуга унумдорлик инденсини аниқлаш;

Суспензия бўйича чўктирувчи центрифуга унумдорлиги ушбу формуладан аниқланади ( $\text{м}^3/\text{с}$ ):

$$Q_c = 0.087d^2 \cdot D_{cp}^2 \cdot \omega_p^2 \cdot l_0 \cdot (\rho_T - \rho_{ж}) / \mu, \quad (2.80)$$

бу ерда  $d$  - роторда чўктириладиган заррачаларнинг минималъий диаметри, м;  $D_{cp}$  - ротордаги суюқлик оқимининг ўртача диаметри, м;  $\omega_p$  - ротор бурчак тезлиги, рад/с;  $l_0$  - чўктириш зонасининг узунлиги, м;  $\rho_T$  ва  $\rho_{ж}$  - қаттиқ ва суюқ фазалар зичликлари, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  - суспензия динамик ковушқоклиги, Па·с.

Шнекли центрифугалар учун хос бўлган оқим тарқибининг қатламларга ажралаши учун  $d_k$  ушбу формуладан топилади:

$$d_k^2 = \frac{A}{\omega^2 L_{осж}} \left[ \frac{r_0^2 / r_1^2 + 2r_1 / r_0 - r_0 / r_1}{t_{шн} \delta_n (r_0 + r_1)} Q - v_{отн} \frac{\delta_{ш}^2}{r_0 r_1^2} \right], \quad (2.81)$$

бу ерда қатлам қалинлиги қуйидагидан топилади:

$$\delta_n = r_1 - r_0 = k_1 \left( \frac{Q}{\omega_{осж} \sqrt{Fr'}} \right)^{1/3}, \quad (2.82)$$

$$\omega_{отн} = |\omega - \omega_{шн}|$$

бу ерда  $Fr'$  - ротордан чиқишдан радиусида ажратиш омили;  $k_1$  - опытный коэффициент;  $k_2 = 0,5-1,0$  карама-қарши оқимли центрифуга учун;  $k_1 = 1,2-2,0$  қаттиқ фаза ва оқим параллел ҳаракатланганда;  $k_1$  - нинг кичик қиймати сувсизлантириш центрифугалари учун, қатта қиймати тиндирувчи центрифугала учун; агар  $r_1 > r_{пр}$ , бўлса,  $r_1 = r_{пр}$  деб қабул қилинади:

$$A = \frac{9\mu \cdot t_{шн}}{\pi(\rho_T - \rho_{ж})} \quad (2.83)$$

бу ерда  $L_{осж} \approx L_{ш} - 0,8r_0$  - чўктириш зонасининг узунлиги;  $L_{ш}$  - роторнинг конструктив параметри бўлиб, у унинг цилиндрик қисмига тенг, яъни  $v_{отн} = \omega_{шн}$ ;

Нисбий учиб кетиш ушбу формуладан аниқланади:

$$\varepsilon_{шн} = k_0 d_k^{n+1} \left( \frac{1}{n+1} - \frac{r_1 / r_0}{n+3} \right) \quad (2.84)$$

бу ерда  $k_0$ ,  $n$  - суспензияда қаттиқ фаза зичлигининг тақсимланиш функциясининг характеристикиси  $Fo(d) = k_0 d^n$ . Чўкма намлиги  $w_{вл}$  ушбу тенгламадан аниқланади:

$$w_{\text{вг}} = \frac{G_{\text{ж}}}{G_{\text{ос}} + G_{\text{ж}}} = \frac{G'_{\text{ос}} \frac{w'}{1-w'} + (G_{\text{ос}} - G'_{\text{ос}}) \frac{w}{1-w}}{G_{\text{ос}} \frac{w'}{1-w'} + (G_{\text{ос}} - G'_{\text{ос}}) \frac{w}{1-w}} \quad (2.85)$$

Шундай қилиб, центрифугалашдан кейин чўкма намлиги  $w_{\text{вг}}$  икки чекки қийматлар  $w'$  ва  $w$  орасида бўлади:

Агар, чўкма намлиги ковакларнинг чуқур тўлдирилиши ҳисобига бир неча баробар  $\alpha_n$  ортмоқда десак, унда  $w'$  ва  $w$  ларни ҳисоблаш учун ушбу формулаларни қўллаш тавсия этилади:

$$w' = \frac{\varepsilon_n \rho_{\text{ж}}}{(1 - \varepsilon_n) \rho_{\text{т}} + \varepsilon_n \rho_{\text{ж}}}; \quad w = \frac{\alpha_n \varepsilon_n \rho_{\text{ж}}}{(1 - \varepsilon_n) \rho_{\text{т}} + \alpha_n \varepsilon_n \rho_{\text{ж}}} \quad (2.86)$$

бу ерда  $\alpha_n \approx 2-3$  заррача шаклига боғлиқ.

Қаттик фаза бўйича иш унумдорлиги  $G'_{\text{ос}}$  чўкманинг бирор  $w_{\text{вл}}$  намлиги учун ўзгармас бўлиб ва  $G_{\text{ос}} > G'_{\text{ос}}$  ва  $w' < w_{\text{вг}} < w$  нукталар маълум бўлса, ушбу формуладан топилади:

$w_{\text{вл}}$  қиймати ошмайдиган ювиш суюқлиги сарфи куйидаги шарт  $G_{\text{ос}} < G'_{\text{ос}}$  дан аниқланади:

$$G_{\text{пр.ж}} \leq G'_{\text{ос}} \left( \frac{w}{1-w} - \frac{w'}{1-w'} \right) \left( 1 - \frac{G_{\text{ос}}}{G'_{\text{ос}}} \right) \quad (2.87)$$

**Фильтрловчи шнекли центрифуга технологик ҳисоби.** Умумий ҳолатда филтрат бўйича унумдорлиги ушбу тенгламадан топилади:

$$Q_{\text{н}} / Q_{\text{м}} = D_{\text{рт.н}}^3 / D_{\text{рт.м}}^3 \quad (2.88)$$

бу ерда индекс «н» - ҳисобланган параметр, индекс «м» - модель параметри.

Центрифуга ФВШ ва ФГШ ларнинг чўкма бўйича унумдорлиги  $Q_{\text{ос}}$  (кг/соат) ушбу формулада ҳисобланади:

$$Q_{\text{ос}} = \frac{3600 \cdot t_{\text{ш}} \cdot \rho_{\text{ос}} \cdot (\omega_{\text{ш}} - \omega_{\text{р}}) \cdot r_{\text{сп}} \cdot \sin \beta \cdot \sin \theta \cdot \cos \alpha \cdot (2\pi \cdot r_{\text{рт}} - z \cdot \delta)}{z \cdot b \cdot \sin(\beta + \theta)} \quad (2.89)$$

бу ерда  $t_{\text{ш}}$  - шнек қадами, м;  $\rho_{\text{ос}}$  - чўкма зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $\omega_{\text{ш}}$  ва  $\omega_{\text{р}}$  - шнек ва ротор бурчак тезлиги, рад/с;  $r_{\text{сп}}$  - шнек ўритача радиуси, м;  $\beta = 15-30^\circ$  - шнек спиралининг кўтарилмиш бурчаги;  $\theta$ ,  $\alpha$  ва  $\rho$  ларга ва чўкма хоссаларига боғлиқ бурчак;  $\alpha$  - конус ўқи ва уни ҳосил қилувчи орасидаги бурчак;  $z$  - шнек спиралининг кириш йўллари;  $\delta = (1-3) \cdot 10^{-3}$  м - шнек парраги қалинлиги;  $b = (2-5) \cdot 10^{-3}$  м - шнек қадами чўкма нормал кўндаланг кесими асосидаги узунлиги;  $\theta = \arccos(\text{tg} \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \varphi_2 / \text{tg} \varphi_1) + \varphi_2 + \beta$ ;  $\varphi_1$  - қатлам ички ишқаланиш бурчаги;  $\varphi_2$  - чўкмани шнекга ишқаланиш бурчаги.

Шнек ковуруғаларидаги чўкмани ювиш учун унда тирқишлар кесилади. Ювиш зонасида чўкма қалинлиги ушбу тенгламадан аниқланади:

$$\delta_{\text{пр}} = 0,5 \text{tg}^2(45^\circ - \varphi_{\text{сл}}) \cdot (1 + r'_2 / r'_1) \cdot (f_2 - \text{tg} \alpha_k) \cdot l_{\text{пр}} \quad (2.90)$$

бу ерда  $r'_2$  ва  $r'_1$  - шнекда кесилган тирқиш бошланиш ва охири радиуслари.

Ювиш вакти

$$\tau_{\text{пр}} = l_{\text{пр}} / v_{\text{ш}}; \quad \tau_{\text{пр}} = \frac{\pi \rho_{\text{н}} \cdot \delta_{\text{пр}} \cdot l_{\text{пр}} \cdot (r'_1 - r'_2)}{G_{\text{т}} \cdot \cos \alpha_k} \quad (2.91)$$

бу ерда  $l_{\text{пр}}$  - тирқиш узунлиги, м;  $v_{\text{ш}}$  - ротор бўйлаб қатлам илгарилана тезлиги.

Чўкма қатлами кўпириб кетмаслиги учун шнек қадами  $l'_{\text{сл}}$  дан кичик бўлиши керак.

$$l'_{\text{сг}} = \frac{2\delta_{\text{сг}}}{\text{tg}^2(45 - 0.5\varphi_{\text{сг}}) \cdot (1 + r_2 / r_1) \cdot (f_p - \text{tg}\alpha_k)} \quad (2.92)$$

бу ерда  $r_1$  ва  $r_2$ - тегишли шнек ковурагаларининг радиуси.

**Чўкмани пульсацияли тўқувчи центрифуга технологик ҳисоби.** Бу турдаги горизонтал центрифуга унумдорлиги ушбу тенгламадан топилади (кг/соат):

$$Q_{\text{oc}} = 1130 \cdot \psi_{\text{п}} \cdot d_1 \cdot h_0 \cdot l_T \cdot \rho_{\text{oc}} (1 - \varepsilon_{\text{oc}}) \cdot n_{\text{дк}} \quad (2.93)$$

бу ерда  $\psi_{\text{п}}$ - чўкмани прессланишга моййлиги (кристаллик чўкмалар учун  $\psi_{\text{п}} = 0,5-0,7$ , тояли фильтр учун  $\psi_{\text{п}} = 0,2-0,3$ );  $d_1$  - биринчи босқич диаметри, м;  $h_0 = (25-40) \cdot 10^{-3}$  м - ротордаги чўкма қатлами қалинлиги;  $l_T$ - турткич юришининг узунлиги, м;  $\rho_{\text{oc}}$  - чўкма зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $\varepsilon_{\text{oc}}$ - чўкма ғоваклилиги;  $n_{\text{дк}}$  - турткичнинг икки йўлли юришининг сони, 1/с.

Ротордаги чўкма қатлами қалинлиги ротор узунлиги  $L$  ва чўкма хоссаларига боғлиқ:

$$L/h \leq \alpha \cdot \text{tg}^2[\pi/4 + \varphi_1/2] \cdot f \quad (2.94)$$

бу ерда  $\alpha = 0,6-0,7$  - тажрибавий коэффициент;  $\varphi_1$  - қатлам ички ишқаланиш бурчаги;  $f$  - ротор элагига чўкмани ишқаланиш коэффициенти.

**Мисол 2-8.**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  кристалларини колдик (маточный) эритмадан ажратиш учун ФМБ-803К-03 русумли филтрловчи центрифуга ҳисоблансин.

**Бошланғич маълумотлар.** Маточный эритма зичлиги  $\rho_{\text{ж}} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>; кристаллар зичлиги  $\rho_{\text{т}} = 2700$  кг/м<sup>3</sup>; қаттик фаза концентрацияси  $c = 8\%$ ; филтрланган чўкмада суюқ фаза миқдори  $w = 50\%$ ; ротор айланишининг бурчак тезлиги  $\omega = 157,08$  с<sup>-1</sup>; ротор радиуси  $r_{\text{рт}} = 0,4$  м; филтрлаш юзаси  $S_{\text{рт}} = 1,005$  м<sup>2</sup>; роторнинг суюқлик бўйича хажми унинг ишчи хажмига тенг  $V_{\text{ж}} = 0,1$  м<sup>3</sup>; суюқлик динамик қовушқоқлиги  $\mu = 0,82 \cdot 10^{-6}$  кПа·с; бирлик қовушқоқликка нисбатан филтр тўсик қаршилиги,  $\beta = 2 \cdot 10^{12}$  м<sup>-1</sup>; чўкманинг ўрта массавий солиштирма қаршилиги  $\alpha_{\text{ср}} = 2 \cdot 10^{11}$  м/кг.

Чўкма зичлиги:

$$\rho_0 = \frac{100\rho_{\text{т}}\rho_{\text{ж}}}{100\rho_{\text{ж}} + (\rho_{\text{т}} - \rho_{\text{ж}})w} = \frac{100 \cdot 2700 \cdot 1000}{100 \cdot 1000 + (2700 - 1000)50} = 1459 \text{ кг/м}^3$$

филтрланган чўкма ва олинган филтрат хажмларининг нисбати:

$$u = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_0[100 - (w + c)]} = \frac{8 \cdot 1000}{1459 \cdot [100 - (50 + 8)]} = 0,131;$$

Бирлик хажмда филтрат олишда ҳосил бўлган чўкма массаси:

$$q_{\text{т}} = \frac{c\rho_{\text{ж}}(100 - w)}{100 \cdot [100 - (w + c)]} = \frac{8 \cdot 1000(100 - 50)}{1459 \cdot [100 - (50 + 8)]} = 95,238 \text{ кг/м}^3;$$

Чўкма қатламининг ўртача хажмий солиштирма қаршилиги:

$$\alpha_{\text{ср}} = \alpha_{\text{ср}} q = 2 \cdot 10^{11} \cdot 95,238 = 1,905 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-2}$$

Сўнг, центрифуга унумдорлиги аниқлаймиз:

- фильтрлаш тезлиги ўзгармас режимда филтрат бўйича:

$$Q_0 = \frac{\rho_{ж} \cdot \omega^2 \cdot r_{пр} \cdot V_{ж}}{\left( \alpha_{v_{cp}} \cdot \frac{V_{ж}}{S_{пр}} + \beta \right) \cdot \mu} = \frac{1000 \cdot 157,08^2 \cdot 0,4 \cdot 0,1}{\left( 1,905 \cdot 10^{13} \frac{0,1}{1,005} + 2 \cdot 10^{12} \right) 0,82 \cdot 10^{-6}} = 3,09 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с}$$

- суспензии бўйича:

$$Q_{сн} = Q_0 \left( 1 + \frac{Q_0 \mu \alpha_{v_{cp}} u}{\rho_{ж} \omega^2 r_{пр} S_{пр}} \right) = 3,09 \cdot 10^{-4} \left( 1 + \frac{3,09 \cdot 10^{-4} \cdot 0,82 \cdot 10^{-6} \cdot 1,905 \cdot 10^{13} \cdot 0,131}{1000 \cdot 157,08^2 \cdot 0,4 \cdot 1,005} \right) = 3,278 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с}$$

Филтрат бўйича ўргача унумдорлик:

$$Q_{cp} = Q_0 \frac{1 - \frac{Q_{сн} \tau_0}{V_{ж}}}{1 - \frac{Q_0 \tau_0}{V_{ж}}} = 3,09 \cdot 10^{-4} \frac{1 - \frac{3,278 \cdot 10^{-4} \cdot 20,392}{0,1}}{1 - \frac{3,09 \cdot 10^{-4} \cdot 20,392}{0,1}} = 3,0771 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с}$$

Фильтр тўсик қаршилигига тенг қаршиликли чўкма ҳосил бўлиш вақти:

$$\tau_0 = \frac{Q_0 \beta \mu}{Q_{сн} \rho_{ж} \omega^2 r_{пр}} = \frac{3,09 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{12} \cdot 0,82 \cdot 10^{-6}}{3,287 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 \cdot 157,08^2 \cdot 0,4} = 20,392 \text{ с}$$

Центрифугада ажратиладиган суюқликни узатиш вақти:

$$\tau_n = \tau_0 + \frac{S_{пр}}{\alpha_{v_{cp}} u Q_0} \left( \frac{\rho_{ж} \omega^2 r_{пр} V_{ж}}{Q_0 \mu} - \beta \right) = 20,392 + \frac{1005}{1,905 \cdot 10^{13} \cdot 0,131 \cdot 3,09 \cdot 10^{-4}}$$

$$\left( \frac{1000 \cdot 157,08^2 \cdot 0,4 \cdot 0,1}{3,09 \cdot 10^{-4} \cdot 0,82 \cdot 10^{-6}} \right) - 2 \cdot 10^{12} = 2500 \text{ с}$$

Фильтрланган чўкмадаги қаттиқ фаза массаси,

$$m_{т} = Q_{сн} \cdot c \cdot \rho_c \cdot \tau_{н} = 3,287 \cdot 10^{-4} \cdot 0,08 \cdot 1136 \cdot 2500 = 74,664 \text{ с}$$

чўкмани ювиш вақти:

$$\tau_{пр} = \frac{V_{пр} \cdot m_{т} \cdot \alpha_{v_{cp}} \cdot \mu_{пр}}{S_{пр} \cdot \rho_{ж} \cdot \omega^2 \cdot r_{пр}} = \frac{0,001 \cdot 74,644 \cdot 0,905 \cdot 10^{13} \cdot 10^{-6}}{1,005 \cdot 1000 \cdot 157,08^2 \cdot 1136 \cdot 2500} = 143,335 \text{ с}$$

Ювиш учун сув ишлатилмоқда ва унинг сарфи  $V_{пр} = 0,001 \text{ м}^3 / \text{кг}$ .

Центрифуга тўлик ишлаш циклининг вақти:

$$\tau_{ц} = \tau_n + \tau_{пр} + \tau_{отж} + \tau_{enc} = 2883 \text{ с}$$

Чўкмани сиқиш ва ёрдамчи босқичларга ажратилган вақт  $\tau_{отж} = \tau_{впс} = 120 \text{ с}$  деб қабул қилинган.

Центрифуга ўртача унумдорлигини аниқловчи ҳисоби:  
 - филтрат бўйича:

$$Q'_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{ф}} \tau_{\text{н}}}{\tau_{\text{ц}}} = \frac{3,077 \cdot 10^{-4} \cdot 143,335}{2883} = 1,53 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{с}$$

- каттик фаза бўйича:

$$Q'_{\text{ф}} = \frac{m_{\text{т}}}{\tau_{\text{ц}}} = \frac{74,664}{2883} = 0,026 \text{ кг/с}$$

**Мисол 2-9.**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  кристалларини эритмадан ажратиб олгандан кейин қолган қолдик суюқлик (маточный) учун УОВ-602К-2 русумли чўкмани пульсацияли тўқувчи марказдан қочма сепаратор унумдорлиги ҳисоблансин.

**Бошланғич маълумотлар.** Суспензияда каттик моддаларнинг ҳажмий концентрацияси  $C_v = 10\%$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  кристалларининг зичлиги  $\rho_1 = 2700 \text{ кг/м}^3$ ; эритмадан кристалларни ажратиб олгандан кейин қолган суюқлик зичлиги  $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$ ; эритма динамик қовушқоқлиги  $\mu = 0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ; ажратилаётган каттик заррачалар минимал ўлчами  $d = 1 \text{ мкм}$ .

Сепаратор техник характеристикалари: ротор айланиш частотаси  $n = 4700 \text{ об/мин}$ ; унумдорлик ва оғир компонент бўйича ажратувчи индекси  $\Sigma_m = 8000 \text{ м}^2$ ; ротор шлам бўшлигининг ҳажми  $V_{\text{шл}} = 0,007 \text{ м}^3$ ; сув сарфи  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Стокс чўқиш режимини белгиловчи заррача критик диаметр:

$$d = 2,62 \cdot \left( \frac{\mu^2}{\omega^2 r \Delta \rho \rho_2} \right)^{\frac{1}{3}} = 2,62 \cdot \left( \frac{0,0012}{491,183^2 \cdot 0,3 \cdot 1700 \cdot 1000} \right)^{\frac{1}{3}} =$$

$$= 5,26 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 5,26 \text{ мкм}$$

бу ерда  $\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi \cdot 4700}{30} = 491,183 \text{ рад/с}$  - сепаратор ротори айланишининг бурчак тезлиги;  $\Delta p = p_1 - p_2 = 2700 - 1000 = 1700 \text{ кг/м}^3$  - фазалар зичликларининг фарқи;  $r = 0,3 \text{ м}$  - роторнинг ўртача радиуси.

Сепаратор ажратаётган заррачаларнинг чегаравий қиймати:

$$r_{\text{пред}} = 2,6 \cdot 10^{-6} \sqrt[4]{\frac{T}{\Delta \rho \omega^2 r}} = 2,6 \cdot 10^{-6} \sqrt[4]{\frac{293}{1700 \cdot 491,183^2 \cdot 0,3}} =$$

$$= 0,102 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 0,102 \text{ мкм}$$

бу ерда  $T = 293 \text{ К}$  - жараён температураси.

Мисол шартидан кўриниб турибдики, ажратиладиган заррачалар минимал ўлчами  $1 \text{ мкм}$  бўлгани учун ушбу сепараторни қўллаш мақсадга мувофиқ, чунки  $d_{\text{пр}} < d < d_{\text{кр}}$ .

Сепаратор ҳажмий иш унумдорлиги:

$$Q_{\text{сн}} = \zeta_{\text{эф}} \frac{2}{3} \pi \omega^2 \cdot z_{\text{т}} \cdot \text{ctg} \alpha (r_{\text{макс}}^3 - r_{\text{мин}}^3) \frac{\Delta \rho}{18 \mu} \cdot d^2 = \zeta_{\text{эф}} \Sigma_{\text{т}} \frac{\Delta \rho g d^2}{18 \mu} =$$

$$= \zeta_{\text{эф}} \cdot \Sigma_{\text{т}} \cdot \frac{\Delta \rho g d^2}{18 \mu} = 0,6 \cdot 8000 \cdot \frac{1700 \cdot 9,81 \cdot 10^{-12}}{18 \cdot 0,001} = 4,446 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с} =$$

$$= 16,004 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Суспензия концентрацияси ўзгариши туфайли унумдорликнинг камайишини ушбу сиқилиш коэффициенти  $K_{ст}$  инобатга олади:

$$K_{ст} = \frac{(1 - C_v)^2}{10^{1,82C_v}} = \frac{(1 - 0,1)^2}{10^{1,82 \cdot 0,1}} = 0,533$$

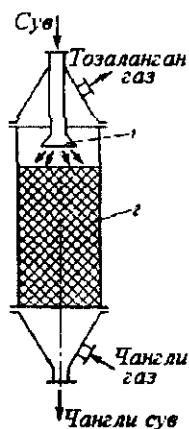
Натижада куйидагини оламиз:  $Q_{ст} = K_{ст} Q_{сн} = 0,533 \cdot 16,004 = 8,53 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Ушбу унумдорликда ротордан чўкмани тўкиш даврлари орасида сепараторнинг узлуксиз ишлаш вақти ушбу тенгламадан топилади:

$$\tau_3 = \frac{V_{шт}}{Q_{ст} C_v} = \frac{0,007}{2,37 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1} = 29,541 \text{ с}$$

## 2.4. Суюқлик билан ювиб тозалаш Ҳисоблаш формуллари ва асосий боғлиқликлар

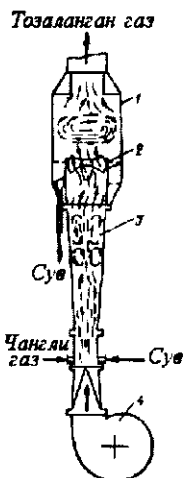
Чангли газларни тозалаш учун уларни сув ёки бошқа суюқликлар ёрдамида ювиб, қаттиқ заррачалардан тозаланади. Бу усул газларни совитиш ва намлаш рухсат этилган, ҳамда қаттиқ заррачалар қиммати бўлмаган ҳолларда қўлланилади. Маълумки, газлар совутилганда сув буғлари конденсацияланиб, заррачалар намланади ва уларнинг зичлиги ортади. Натижада қаттиқ заррачалар газдан осон ажралади. Бунда, заррачалар конденсацияланиш марказлари вазифасини бажаради. Агар, заррачалар суюқлик билан ҳўлланмаса, унда бу турдаги қурилмаларда газларни тозалаш самарасиздир. Бундай ҳолларда газларни тозалаш даражасини ошириш учун суюқлик таркибига спирт – сиртий фаол моддалар қўшилади, яъни суюқликнинг ҳўллаш қобилияти оширилади.



2.7-расм. Насадкали скруббер.  
1 - пуркагич; 2 - насадка.

Суюқлик билан ювиб тозаловчи қурилмаларда, уларнинг конструкциясига қараб, газларни тозалаш даражаси 60 дан 85% гача бўлади. Бу турдаги қурилмаларнинг асосий камчилиги шундаки, тозалаш жараёни ўтказилиши натижасида оқова сувлар ҳосил бўлишидир. Маълумки, оқова сувлар ҳам ўз навбатида тозаланиши керак.

**Скрубберлар** ичи бўш ёки насадкали, кўндаланг кесим юзасига қараб эса, цилиндрсимон ёки тўғри тўртбурчак шаклдаги колонналар кўринишида бўлади.



2.8-расм. Вентури скруббери.  
1 - ажратгич; 2 – окимни уюрмалан-  
тирувчи мослама; 3 - Вентури  
трубаси; 4-вентилятор.

Ичи бўш скрубберларга чангли газ қурилманинг пастки қисмидан 0,8...1,0 м/с тезликда киритилади. Газ ўз йўналишини ўзгартириб, юқорига қараб ҳаракат қилади. Скруббернинг тепа қисмидаги пуркагичдан сув ёки бошқа суюқлик сочилиб, оғирлик кучи таъсирида майда томчилар пастга қараб йўналади. Натижада газ ва сув томчилари қарама - қарши йўлли ҳаракатида бир - бирига кўп марта урилади. Бу ўзаро таъсир туфайли газ таркибидаги қаттиқ заррачалар суюқлик билан ювилади, оғирлашади ва оқова сув ҳосил қилиб, пастга тушади. Тозаланган газ скруббернинг тепа қисмидаги штуцердан чиқиб кетади. Оқова сув қурилманинг тубидаги штуцер орқали тозалашга чиқариб юборилади.

Ичи бўш скрубберда газларнинг тозаланиш даражаси 60...75% ни ташкил этади. Насадкали скрубберларда қобиғнинг ичига насадкалар маълум бир тартибда ёки тартибсиз ўрнатилади (2.7-расм).

Тозалаш жараёни интенсивлиги ва тезлигини ошириш учун скрубберларга албатта насадкалар жойлаштирилади. Насадкалар қўлланилиши натижасида газ ва суюқ фазалар ўртасида уринишлар

ортади, яъни тўқнашув юзаси ошади. Одатда скрубберларга ҳалқасимон ёки хордали насадкалар ўрнагилади. Айрим ҳолларда эса, кокс ёки кварц бўлақларидан ҳосил килинган қатлам, насадка сифатида ишлатилиши мумкин. Насадкали скрубберларда газларнинг тозаланиш даражаси 75...85%.

**Вентури скрубберлари.** Бу турдаги скруббер икки қисмдан (2.8-расм): Вентури трубаси 3 ва ажраткич 1 дан таркиб топган бўлади. Вентури трубаси 3 да газ тозаланса, ажраткич 1 да эса - сув томчилари газ оқимидан ажратилади.

Тозаланиши зарур бўлган газ, қурилманинг паски қисмидан патрубккага узатилади. Маълумки, Вентури трубасининг диффузор қисмида конуслик ортиб боради. Бу эса, диффузорда босим камайишига, яъни вакуум ҳосил бўлишига олиб келади. Ушбу вакуум ҳисобига идишдан коллектор орқали Вентури трубасига сув сўриб олинади. Суюқ фаза газ билан тўқнашиши натижасида майда томчиларга (~10 мкм) ажралиб кетади. Газ ва майда томчиларнинг ўзаро урилиши пайтида суюқлик томчилари қаттиқ заррачаларни ўзига тортиб олади ва йириклашади. Сўнг эса, ушбу томчилар газ оқими билан бирга диффузор орқали ўтади ва натижада тезлиги пасаяди. Газ оқимини суюқлик заррачаларидан ажратиш учун уюрмалантирувчи мослама хизмат қилади. Ажраткичда ажратиш олинган суюқлик йиғичга оқиб тушади. Тозаланган газ эса, скруббернинг тепа қисмидаги патрубкдан атмосферага чиқариб юборилади.

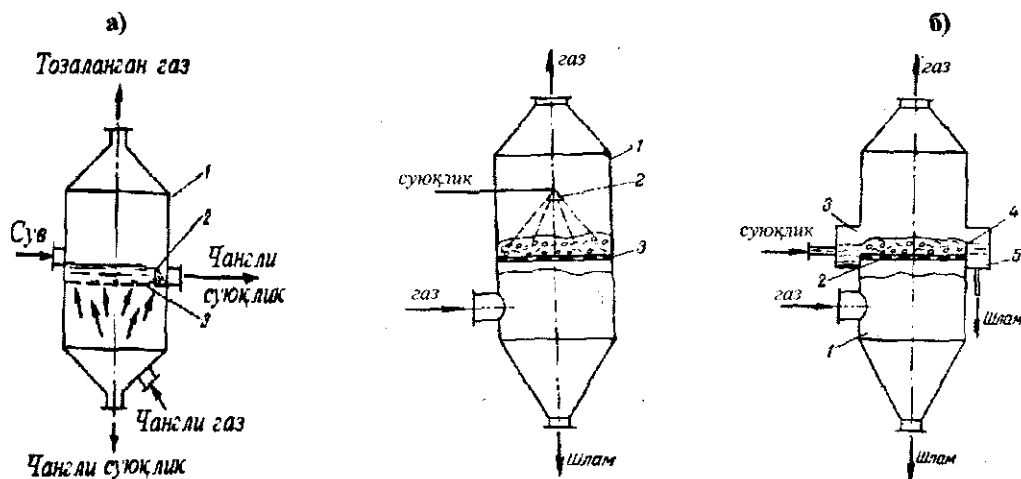
Вентури скрубберида газларнинг тозаланиш даражаси 98...99%, тузилиши содда ва механик ҳаракатланувчи қисмлари йўқ. Камчиликлари: гидравлик қаршиликлари катта (1500...7500 Па) ва қурилма қўшимча томчи ушлагич билан жиҳозланиши лозим.

**Кўпикли (барботажли) чанг ушлагичлар** таркибида, қаттиқ заррачалар кўп ва жуда катта ҳажмдаги чангли газларни тозалаш учун мўлжалланган (2.9-расм).

Кўпикли (барботажли) чанг ушлагичлар тарелкали скруббер кўринишида бўлади.

Газ оқимининг тезлиги ортиши билан суюқлик ва газ оқимларининг ўзаро таъсири интенсифлашади ва натижада юқори турбулентли кўпик қатлами ҳосил бўлади. Ушбу қатламда узлуксиз равишда янги кўпиклар ҳосил бўлади, бир-бирига қўшилади ва бузилади. Шунинг учун ҳам бу турдаги қурилмалар кўпикли деб номланади (2.9-расм, 2.9а-расм ва 2.9б-расм).

Чангли газ қурилманинг пастки қисмидаги штуцер орқали юборилади ва у тепага қараб ҳаракат қилади. Қурилма цилиндрик қобик 1 нинг ўртасида жойлашган штуцер орқали ювувчи сув (ёки суюқлик) тешикли тарелка устига юборилади. Пастдан келаётган чангли газ оқими суюқликни барботаж қилади ва натижада ҳаракатчан кўпикли қатлам ҳосил бўлади. «Газ – суюқлик» аралашмасидан иборат кўпикларда тўқнашув ёки урилиш юзаси катта ва заррачани илантириш имконияти юқори. Шунинг учун ҳам, кўпикли чанг ушлагичларда чангли газларнинг тозаланиш даражаси юқори. Газнинг тозаланиш даражасига қараб қурилмадаги тешикли тарелкалар сони аниқланади.



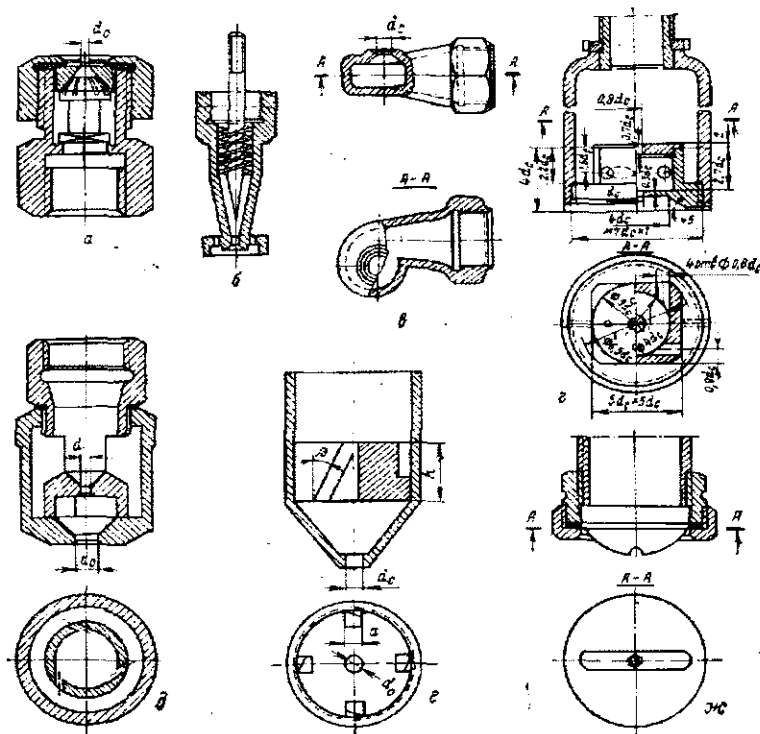
2.9-расм. Элаксимон (а) ва қуйилиш (б) тарелкали кўпикли скруббер.

а) 1-қобик; 2-пуркаш мосламаси; 3-тарелка.

б) 1-қобик; 2-тарелка; 3-кириш патрубкиси; 4-остона; 5-чиқиш патрубкиси.

Кўпikli катламда чангнинг асосий миқдори ( $\sim 80\%$ ) суюклик билан ушланади ва кўпик билан бирга ростловчи остона 2 орқали чиқарилади (2.9-расм). Суюкликнинг қолган қисми ( $\sim 20\%$ ) тарелка тешиклари орқали пастга оқиб тушади ва унинг остидаги бўшлиқда чангли газ таркибидаги йирик заррачаларни ушлаб, пастга олиб кетади. Ҳосил бўлган оқава сув конуссимон тубдаги штуцер орқали чиқарилади. Кўпikli қурилмаларда газларнинг тозаланиш даражаси  $95\dots 99\%$  ва ундан юқори бўлади. Қурилманинг тузилиши содда ва ихчам, ҳамда кам капитал ва эксплуатацион сарфлар талаб этади.

Ювилиб турувчи чанг ушлаш қурилмаларида кўпикча марказдан қочма ва оқимчали механик пуркагичлар қўлланилади (2.10-расм). Айрим ҳолларда пневматик пуркагичлар ҳам ишлатилади.



2.10-расм. Механик пуркагичлар.

*a-в* - марказдан қочма пуркагичлар; *в* - эвольвент пуркагич; *г-е* - оқимчали-марказдан қочма; [г - ВТИ; д - вкладиш (юпка деворли сирпанма подшипник алмашинувчи детали) цилиндрик ва горизонтал каналли; е - цилиндрик ясси вкладишли ва четиди винтсимон каналли]; ж - ясси фавворали, оқимчали пуркагич.

## 2.5. Электр майдон таъсирида тозалаш

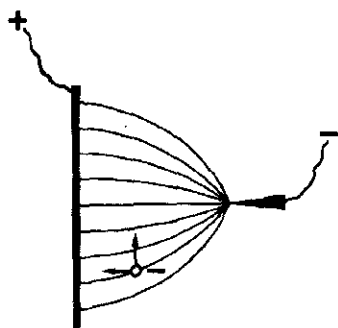
**Жараённинг физик асослари.** Электр майдон таъсирида газларни тозалаш электр разряди ёрдамида газ молекулаларининг ионизация қилинишига асосланган.

Агар, юқори кучлинишли ўзгармас токга уланган икки электрод орасида ҳосил бўлган электр майдонига газ юборилса, унинг молекулалари ионизацияга учрайди, яъни мусбат ва манфий зарядланган заррачаларга ажрайди. Натижада улар куч чизиклар йўналишида ҳаракат қилиб бошлайди. Зарядланган заррача тезлигининг вектор йўналиши, унинг мусбат ёки манфийлигига боғлиқ бўлса, ҳаракат тезлиги эса - электр майдони кучланганлиги билан белгиланади.



Агар электр майдон кучланганлигини 10000В дан оширсак, ион ва электронлар кинетик энергияси шунчалик катталашадики, ҳаракат йўлида учраган газнинг барча нейтрал молекулаларини **мусбат ион** ва эркин **электрон**ларга парчалайди. Янгидан ҳосил бўлган зарядлар ҳам ўз ҳаракат йўналишида газларни ионизацияга дучор қилади. Натижада тўхтовсиз равишда ион ҳосил бўлади ва ҳамма газ ионизацияланади. Бундай жараён **зарбали ионизация** деб номланади.

Газ тўлиқ ионизацияга учраганда, электродлар орасида электр разряди пайдо бўлиши учун шароитлар яратилади. Агар, электр майдон кучланганлиги янада оширилса, учкун сакраб ўтиши, кейин эса электр ўтиши ва электродлар киска туташуви бўлиши мумкин. Бундай ҳодисалар олдини олиш учун турли жинсли электр майдони ҳосил қилинади.



2.11-расм. Электр майдон куч чизиклари

Бунинг учун, труба ўқидан ёки икки параллел пластиналар орасида тортилган ингичка симлар кўринишида электрод ясалади.

Сим олдида электр майдон кучланганлиги жуда юкори бўлиб, труба ёки пластина томонга яқинлашган сари камайиб боради. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, труба ёки пластина олдидаги майдон кучланганлиги шундайки, учкун ва электр ўтиш

ҳодисалари рўй бермайди.

Тўлиқ ионизацияга оид майдон кучланганлигида электродлар орасида "тожли" разряд ҳосил бўлади. Бунда бутунлай ионизацияга учраган газ қатлами чўғланиб, нур ва чарсилланган овоз чиқаради. "Тож" ҳосил қиладиган электрод **"тожли" электрод** деб номланади. Труба ёки пластина кўринишидаги карама - қарши зарядланган электрод - **чўктирувчи электрод** деб аталади.

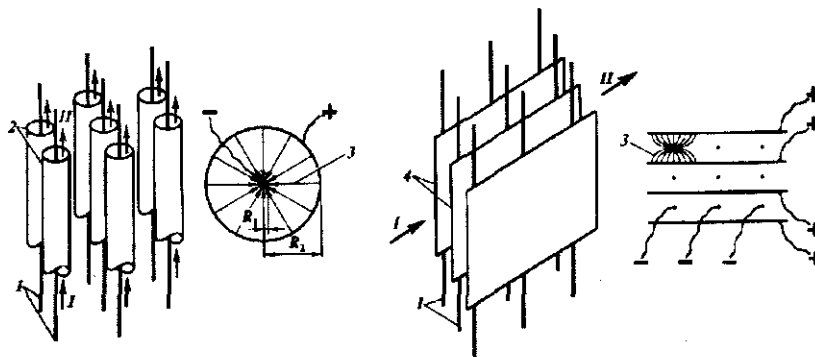
**"Тожли" электрод манфий, чўктирувчи эса - мусбат кутбга уланади.** Бундай ҳолатларда электродларга жуда юкори кучланиш бериш мумкин. "Тож" ҳосил бўлиши билан иккала ишорали ион ва эркин электронлар пайдо бўлади. Электр майдон кучланганлиги таъсирида ионлар "тожли" электрод томон ҳаракат қилади ва унда нейтралланади (2.12-расм).

Манфий ион ва эркин электронлар чўктирувчи электрод томон йўналади. Йўл-йўлакай чанг ва томчилар билан тўкнашиб, уларга ўз зарядини ўтказиши ва чўктирувчи электрод томон олиб кетади. Натижада чанг ёки туман заррачалари шу электродда чўқади. **Газдаги чанг заррачаларининг асосий қисми манфий зарядланади,** чунки мусбат ионларга қараганда ҳаракатчан манфий электрон ва ионлар чўктирувчи электродга етгунча катта масофани босиб ўтади. Шунинг учун ҳам, газдаги заррачалар билан уларнинг тўкнашиш эҳтимоли катта. Фақат "тожли" электрод атрофидаги мусбат зарядланган ионлар билан тўкнашганда, чанг ёки туман заррачаларининг кичик бир қисми "тожли" электродда чўқади. Манфий зарядланган ионлар, чанг ёки туман заррачалари чўктирувчи электродга етганда, унга ўз зарядини беради ва оғирлик кучи таъсирида чўқади. Бундай чўктириш жараёни электрофильтрда олиб борилади.

Электродларга ўтириб қолган чанг заррачаларининг зарарли таъсирини камайитириш мақсадида, вақти-вақти билан электродларга ўтириб қолган заррачалар силкитиб туширилади ёки электрофильтрга киритилишдан аввал чангли газ намланади (ўтказувчанлигини ошириш учун). Лекин, газнинг температураси шудринг нуктасидан пасайиб кетиши мумкин эмас.

Чангли газлар таркибидаги қаттиқ заррачаларни электр майдони таъсирида тозалаш, бошқа ҳисилларга қараганда кўпгина афзалликларга эга. Чўктириш қурилмаларида, яъни циклон, энгли фильтр, скрубберларда оғирлик ва марказдан қочма куч таъсирида майда заррачаларни ажратиш бўлмайди.

Турли жинсли газ аралашмаларини электр майдон таъсирида ажратиш электродларда амалга оширилади. Чанг ва тутунларни тозалаш учун курук, туманларни тозалаш учун эса - ҳўл электрофильтрлар қўлланилади.



**2.12. Трубали (а) ва пластинали (б) электродлар.**

1-«тожли» электрод; 2-чўктирувчи трубали электрод; 3-куч йўналишлари; 4-чўктирувчи, пластинали электрод.

I - чангли газ; II - тозаланган газ.

**Одий электрофилтър** - иккита электроддан иборат бўлиб, биттаси - анод- труба ёки пластина, иккинчиси эса - катод - сим кўринишида тайёрланади. Катод - сим труба ичига ёки пластина анодлар орасига тортилади. Анодлар ҳар доим ерга уланади.

Электродлар ўзгармас ток манбасига уланганда 4...6 кВ/см га тенг потенциаллар фарқи ҳосил бўлади. Бу қиймат катоднинг 1 м узунлигида 0,05...0,5 мА ток зичлигини таъминлайди. Газли аралашма трубали-электрод ичига ёки пластиналар орасига узатилади. Электродлардаги юқори потенциаллар фарқи ва электр майдонининг турли жинслилиги туфайли манфий электрод-катод атрофидаги газ қатламида анодга қараб йўналган электронлар оқими ҳосил бўлади. Натижада газ нейтрал молекулаларининг электронлар билан тўқнашуви туфайли газ ионизацияга учрайди. Ионизация ўз навбатида газни мусбат ва манфий ионлар ажралишига олиб келади. Мусбат ионлар катод, манфийлари эса катта тезликда анод томон ҳаракат қилади. Одатда, чанг ва туман заррачалари анодга чўкади ва уни чўкма қатлами билан қоплайди. Электр майдони таъсирида чўктириш тезлиги секундига бир неча сантиметрдан бир неча ўнлаб сантиметргача оралиқда бўлади. Чўктириш тезлиги заррача ўлчами ва газнинг гидравлик қаршилигига боғлиқ.

Электр майдонида заррачаларнинг чўкиш тезлигини аниқлаш учун жараён ламинар режимда амалга ошади деб қабул қиламиз.

Электр майдони зарядланган заррачага  $F = ne_0E_x$  (бу ерда  $n$  - заррача олган заряд;  $e_0$  - элементар заряд катталиги;  $E_x$  - катод ўқидан  $x$  масофадаги электр майдон потенциали градиенти) куч билан таъсир этади.

Электр майдон таъсирида заррачанинг чўкиш тезлиги ушбу тенгламадан аниқланади:

$$w_v = \frac{n \cdot e_0 \cdot E_x}{3\pi \cdot d \cdot \mu} \quad (2.95)$$

Ундан ташқари, заррача чўкиш тезлиги (2.95) тенгламадан аниқланиш мумкин:

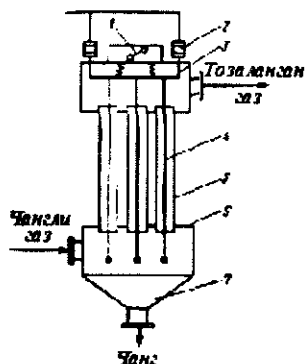
$$w_v = \frac{dx}{d\tau}$$

Заррачанинг чўкиш давомийлиги:

$$\tau_v = \int_r^R \frac{dx}{w_v}$$

бу ерда:  $R$  - катод ўқидан анод ўқигача бўлган масофа;  $r$  - катод радиуси.

Электр майдон потенциали градиенти  $E_x$  катодгача бўлган масофа  $x$  га боғлиқ. Шунинг учун, заррачаларнинг чўкиш вақти (2.97) тенгламани график интеграллаш усули билан аниқланади.



2.13-расм. Трубали электрофилтр.  
 1 - силкитувчи мослама;  
 2 - изолятор; 3 - ром; 4 - "тож"  
 ҳосил қилувчи электрод; 5 -  
 трубали электрод - анод; 6 -  
 тешикли панжара; 7 - чанг йиғгич.

**Трубали электрофилтрлар.** Чанг ва тутун газлари қурилманинг пастки қисми бўлмиш электродлар маҳкамланган тешикли панжара (6) тагига узатилади ва трубали электрод (анод)лар ичига тақсимланади (2.13-расм).

Трубали электродлар ичига "тож" ҳосил қилувчи электродлар-катодлар ўрнатилган. Электродлар изоляторга таяниб турувчи умумий ромда маҳкамланади. Электр майдони таъсирида газ таркибидаги заррачалар чўкади. Анодга чўкиб, қатлам ҳосил қилган заррачалар вақти-вақти билан силкитиб турилади ва қурилманинг пастки қисмидаги конуссимон тубда йиғилади. Йиғилган чанг заррачалардан иборат чўкма пастки штуцердан

гўкилади, тозаланган газ эса - филтрнинг тепа қисмидаги штуцердан атроф муҳитга чиқариб юборилади.

Ҳозирги кунда, бир нечта кетма - кет уланган секциялардан газ ўтадиган секцияли электрофилтрлар яратилган.

Одатда, трубалар диаметри 150...300 мм ва узунлиги 3...4 м қилиб ясалади. Трубалар ичида тортилган симлар диаметри 1,5...2,0 мм.

Газларнинг тозаланиш даражаси 99%, айрим ҳолларда 99,9% ни ташкил этади.

**Пластинали электрофилтрларда** анод вазифасини пластиналар, катодни эса - пластиналар орасига тортилган симлар бажаради. Электрофилтрларда газларни тозаланиш даражаси, чангларнинг электр ўтказувчанлигига боғлиқ.

Агар, заррачалар электр токини яхши ўтказса, унда заррачалар зарядини бир зумда беради ва электрон зарядини эгаллайди. Бунда, бир - биридан қочиш Кулон кучи ҳосил бўлиб, филтрдан газ билан заррачалар учиб кетишга олиб келади ва тозаланиш даражасини камаяди.

Агар, заррачалар электр токини ёмон ўтказса, унда электродда манфий зарядланган заррачалардан иборат зич қатлам ҳосил бўлиб, асосий электр майдонга қарши таъсир қилади.

Газ таркибидаги заррачалар концентрацияси юқори бўлганда ҳам, газнинг тозаланиш даражаси паст бўлади. Чунки, ионларнинг заррачаларда чўкиши, олиб ўтилган зарядлар сонини камайишига сабабчи бўлади. Демак, ток кучи ҳам пасаяди.

Газ таркибидаги заррачалар концентрациясини пасайтириш учун электрофилтрдан олдин кўшимча газ филтрлар ўрнатилади.

Пластинали электрофилтр электродларига чўкган чанглар трубали филтрниқидан осонроқ тозаланади ва сим узунлиги бирлигига камроқ энергия ишлатади. Ундан ташқари, бу филтрлар **кўчма**, кам металл сарфлайди ва йиғилиши осон.

Агар, электродлар сони ва қурилманинг кўндаланг қисми маълум бўлса, электрофилтрларни ҳисоблаш унинг "тожли" электродининг узунлигини аниқлашдан иборат бўлади.

Электрофилтрдаги ток миқдори  $I = iL$  га тенг бўлиб, бу ерда  $i$  - ток зичлиги;  $L$  - электрод узунлиги.

Қуйида келтирилган тенгламадан потенциалнинг критик градиенти топилади:

$$E_{кр} = 31 + 9,54 \sqrt{\frac{\sigma}{r}} \quad (2.96)$$

бу ерда:  $\sigma$  - босим 0,1 МПа да ушбу шароитдаги ҳаво зичлигининг 25°C температура ва босими 10<sup>5</sup> Па даги зичлигига нисбат.

Агар, электродлар орасидаги масофани билсак, электродлардаги потенциаллар фарқини

топиш мумкин.

Газларни тозаланиш даражаси ушбу умумий формула ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$\eta_3 = 1 - \frac{x_2}{x_1} = 1 - e^{-w_3 f} \quad (2.97)$$

бу ерда:  $x_1$  ва  $x_2$  - электрофилтрларга кираётган ва ундан чиқаётган газларда қаттиқ заррачалар концентрацияси, кг/м<sup>3</sup>;  $w_3$  - электрод юзасига қараб ҳаракат қилаётган зарядланган заррача тезлиги, м/с;  $f$  - солиштирма чўкиш юзаси, м<sup>2</sup>/(м<sup>3</sup>/с).

Трубали электрофилтрлар учун:

$$f = \frac{2l}{rw}$$

Пластинали электрофилтрлар учун:

$$f = \frac{l}{hw}$$

бу ерда:  $l$  - труба ёки пластина узунлиги, м;  $r$  - чўкгириш электроди трубагининг радиуси, м;  $h$  - чўктирувчи ва «тожли» электродлар орасидаги масофа, м;  $w$  - электрофилтрларда газнинг тезлиги, м/с.

Электрофилтрларда ток билан таъминловчи кўтариб-тўғриловчи агрегат қуввати  $N$  (кВт) ушбу формуладан топилади:

$$N = \frac{0,707 \cdot 10^{-5} V \cdot I \cdot m + 0,5}{\eta}$$

бу ерда  $V$  - электродларда ишчи потенциаллар фарқи, кВ;  $m=1,5...2,2$  - тўғриланган ток эгри чизигининг шакл коэффициенти;  $\eta=0,7...0,8$  - агрегат ф.и.к.

## 2.6. Газларни тозалаш жараёнини интенсивлаш

Турли хил қурилмаларда газларни тозалаш даражасини ошириш мумкин. Бунинг учун тозалаш жараёнидан аввал газ таркибидаги қаттиқ заррачалар ўлчами катталаштирилиши керак.

Бу мақсадга эришиш учун акустик коагуляция қўлланиши мумкин, яъни газ аралашмасига акустик тебранма товуш ва ультра товуш частоталарини таъсир эттириш керак. Товуш ва ультра товушларнинг кескин ўзгариши ўта майда заррачаларни интенсив тебранишига сабабчи бўлади. Натижада, заррачаларнинг ўзаро тўқнашуви ва ўлчами кескин ортади.

Газларга товуш баландлиги 145...150 дБ ва тебраниш частотаси 2...50 кГц бўлган акустик таъсир берилади.

Заррачалар ўлчамини катталаштиришнинг бошқа усуллари ҳам бор. Масалан, қаттиқ заррачаларда сув буғларини конденсациялаш. Бунинг учун, иссиқ газ оқимига ўта майда совуқ сув томчиларини пуркаш, совуқ газ оқимига совуқ сув пуркаш каби йўллар билан эришиш мумкин.

**Газ тозалаш қурилмаларини танлашда** уларнинг техник – иқтисодий кўрсаткичларини инобатга олиш зарур. Асосий кўрсаткичлар қаторига қуйидагилар киради: газнинг тозаланиш даражаси; қурилманинг гидравлик қаршилиги; тозалаш учун электр энергия, буғ ва сув сарфлари; қурилма ва газнинг тозалаш нархлари. Булардан ташқари, тозалаш самарадорлигига таъсир этувчи омилларни ҳам инобатга олиш керак, яъни газнинг намлиги ва концентрацияси, температураси ва кимёвий агрессивлиги, чангнинг хоссалари (гигроскопиклиги, толалиги, ёпишқоклиги, қуруклиги), заррача ўлчамлари, унинг фракция таркиби ва ҳоказо.

Қуйидаги 2-4 жадвалда газ тозалаш қурилмаларининг айрим ўртача характеристикалари келтирилган.

Жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, циклон ва инерцион чанг ушлагичлар газларни фақат ўлчамлари катта заррачалардан дағал ажратиш учун қўлланиши мумкин. Албатта,

бу газлар курук ва таркибидаги заррачалар ёпишқоқ ва толали бўлмаслиги зарур. Шу билан бирга, бу курилмалар катта капитал ва эксплуатацион сарфлар талаб этмайди.

Шунинг учун, бу турдаги курилмалар газсимон турли жинсли системаларни дағал, дастлабки тозалаш учун, сўнг эса электрофильтр ва энгли фильтрларда тўлиқ тозалаш мақсадида ишлатилади. Ундан ташқари, бундай дағал тозалаш вентилятор парраklarини емирилишдан сақлайди.

Циклон ва батареяли циклонларни юкори концентрацияли газларни тозалаш учун, батареяли циклонларни газсимон турли жинсли системаларнинг сарфи катта бўлганда қўллаш тавсия этилади.

2-4 жадвал

Курилма	Газдаги чангнинг максимал миқдори, кг/м <sup>3</sup>	Айрим заррачалар ўлчами, мкм	Тозаланиш даражаси, %	Гидравлик қаршилиқ, Н/м <sup>2</sup>
Чанг чўктириш камераси	чегараланмаган	> 100	30... 40	-
Циклон	0,4	> 10	70... 95	400... 700
Батареяли циклон	0,1	> 10	85... 90	500... 800
Марказдан кочма скруббер	0,05	> 2	90... 95	400... 800
Энгли фильтр	0,02	> 1	98... 99	500... 2500
Кўпикли чанг ушлагич	0,3	> 0,5	95... 99	300... 900
Вентури скруббери	0,05	> 1	95... 99	1500... 7000
Электрофильтр	0,01... 0,05	> 0,005	99... 99,9	100... 200

Заррача ўлчамлари 1 мкм дан ортик, курук ва кийин хўлланадиган чангларни майин тозалаш учун энгли фильтрлардан фойдаланилади. Лекин, бу турдаги фильтрларни ёпишқоқ ва нам чангларни тозалаш учун ишлатиб бўлмайди.

Майда дисперс чангли газларни тўлиқ тозалаш учун скруббер, кўпикли чанг ушлагич ва электрофильтрлар қўлланилади. Тозаланаётган газ совитилиши ва намланиши рухсат этилган, ҳамда ажратилаётган заррачалар кимматбаҳо маҳсулот бўлган ҳолларда, скруббер ва кўпикли чанг ушлагичлар қўлланиши мақсадга мувофиқдир. Бу курилмалар содда, нархи ва эксплуатацион сарфлари электрофильтрникидан анча кам.

Лекин, ушбу усулда чангли газларни ажратиш жараёнида жуда кўп сув сарф бўлади. Шу сабабли, курилма коррозиясининг тезлиги юкоридир. Агар, дисперс заррачалар атроф муҳитни ифлослантириш ҳавфи бўлган ҳолларда, уларни суюқ фазадан ажратиш олиш учун қўшимча курилма талаб этилади.

Электр майдон таъсирида чангли газларни тозалаш юкори кўрсаткичларга эришиш имконини беради. Электрофильтрларнинг гидравлик қаршилиги кичик ва энергия сарфи кам бўлади. Соатига 1000 м<sup>3</sup> газни тозалаш учун 0,2...0,3 кВт-соат электр энергия сарфланади. Курук газларни тозалаш учун кўпинча пластиналар, туман ва кийин ушланадиган чангларни тозалаш учун эса - трубади электрофильтрлар ишлатилади. Бу турдаги курилмалар киммат туради ва эксплуатация килиш анча мураккабдир. Ундан ташқари, газ таркибидаги заррачалар солиштирма электр қаршилиги кичик бўлса, электрофильтрларни қўллаш етарли самара бермайди.

Газсимон турли жинсли системаларни тозалаш курилмаларининг тахлили шунини кўрсатадики, улар самарадорлигининг ортиши, одатда энергетик сарф ва курилма ўлчамларининг ўсиши билан боғлиқ. Масалан, энгли ва электр фильтрлар чангли газларнинг тезликлари кичик бўлганда юкори самара беради, яъни катта ўлчамли курилмаларда жараён ташкил этилганда.

Циклонлар ва Вентури скрубберларнинг гидравлик қаршиликлари қанчалик юкори бўлса, улар чангли газларни шунчалик самарали фазаларга ажратади, лекин чангли газни узатиш учун энергия сарфи ҳам шунчалик кўп бўлади.

Шунинг учун, ҳар бир аниқ ҳолатда курилмани танлаш кўпгина кўрсаткичларни ҳисобга олишни тақозо этади.

## 2.7. Мавҳум қайнаш қатламининг гидродинамикаси Ҳисоблаш формулалари ва асосий боғлиқликлар

Қаттик жисмлардан иборат кўзгалмас қатлам ғоваклиги қаттик жисмлар эгалламаган бўш ҳажм улушига тенгдир:

$$\varepsilon_o = \frac{V_k - V}{V_k} \quad (2.98)$$

Агарда қаттик заррачалар орасидаги бўшлиқни тўлдириб турган мухитнинг зичлиги қаттик жисмдан жуда кам бўлса, (2.98) тенглама қуйидаги кўриниш олади.

$$\varepsilon_o = 1 - \frac{\rho_k}{\rho}$$

бу ерда  $V$ ,  $V_k$  - заррачалар ва қатлам ҳажмлари, м<sup>3</sup>;  $\rho$ ,  $\rho_k$  - заррача ва қатлам зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

Бир хил диаметрли шарсимон заррачалардан иборат кўзгалмас қатламнинг амалий ғоваклиги 0,38-0,42 ораликда бўлади. Ҳисоблашлар учун ўртача қийматини 0,4 га тенг деб қабул қилиш мумкин.

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

$$\varepsilon = \frac{V_{кат} - V}{V_{кат}}$$

бу ерда  $V_{кат}$  - мавҳум қайнаш қатламининг ҳажми, м<sup>3</sup>.

Мавҳум қайнаш қатлами гидродинамикасининг асосий характеристикаси -  $\Delta P_{кат}$  ўзгармаслигидир:

$$\Delta P_{кат} = \frac{G_{кат}}{F} = const$$

бу ерда  $G_{кат}$  - қатламдаги материал оғирлиги, кг;  $F$  - кўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>.

Мавҳум қайнаш қатламининг гидравлик қаршилиги қуйидагича аниқланади:

$$\Delta P = g \cdot (\rho_m - \rho) \cdot (1 - \varepsilon) \cdot h = g \cdot (\rho_m - \rho) \cdot (1 - \varepsilon_o) \cdot h \quad (2.99)$$

бу ерда  $h$  ва  $h_o$  - мавҳум қайнаш ва кўзгалмас қатлам баландликлари, м;  $\rho_m$  ва  $\rho$  - материал ва мухит зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

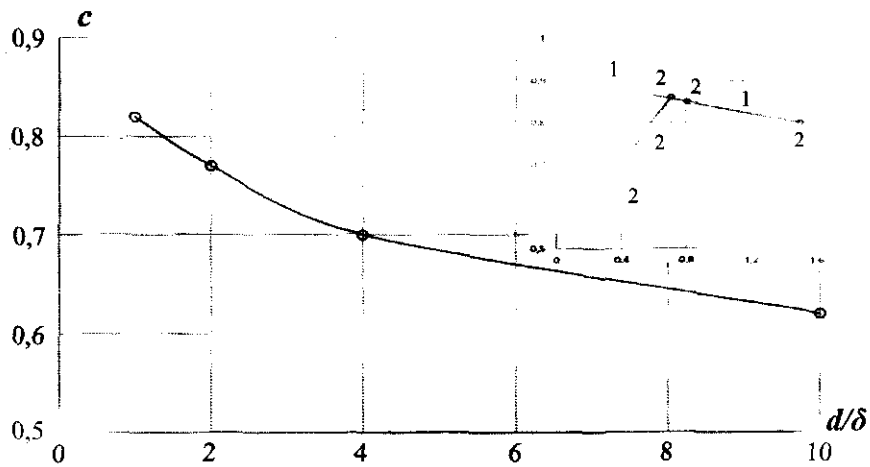
Газ тарқатувчи, турли гидравлик қаршилиги қуйидаги тенглама орқали топилади:

$$\Delta P_\varepsilon = \frac{0,503 \cdot w_o^2 \cdot \rho \cdot (1 - \varphi^2)}{C^2} \quad (2.100)$$

бу ерда -  $\varphi = 0,01 \div 0,05$  - газ тарқатувчи тўр тешиқларининг улуши;  $w_o = w / \varphi$  - тешиқлар орқали ўтаётган газнинг тезлиги;  $w$  - қурилма кўндаланг кесим юзасига нисбатан ҳисобланган оқим тезлиги, м/с;  $C$  - тўрнинг қаршилик коэффициенти,  $d_o / \delta$  нисбатга боғлиқ (2.14 - расмдан топилади);  $d_o$  - тўр тешиги диаметри, м;  $\delta$  - тўр қалинлиги, м.

Шарсимои, бир жинсли заррачалар учун биринчи критик тезлик (мавҳум қайнаш бошланиш тезлиги) проф. О.М.Тодес формуласидан топилади.

$$Re_{.к} = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} \quad (2.101)$$



2.14-расм. Тўр пардаларнинг қаршилик коэффиценти [7]  
 1- Г.Хьюмарк ва Х.О. Коннел маълумотлари;  
 2-Д.И.Орочко ва бошқалар маълумотлари.

Ушбу тенглама кўзгалмас қатламнинг ғоваклиги  $\varepsilon_0=0,4$  учун чиқарилган ва  $\pm 20\%$  хатоликка эга.

Мавҳум қайнаш бошланиш тезлиги:

$$\text{Re}_{\text{МК}} = \frac{w_{\text{МК}} \cdot d \cdot \rho}{\mu} \qquad w_{\text{МК}} = \frac{\text{Re}_{\text{МК}} \cdot \mu}{d\rho} \qquad (2.102)$$

(2.102) формуладаги Архимед ( $Ar$ ) критерийси ушбу формуладан топилади:

$$Ar = \frac{gd_s^3 \cdot \rho_k - \rho}{\nu^2 \cdot \rho}$$

бу ерда:  $d_s$  - заррача эквивалент диаметри, м;  $\nu$  - муҳит кинематик ковушоклиги, м<sup>2</sup>/с;  $\rho$  ва  $\rho_k$  - муҳит ва заррача зичликлари, кг/м<sup>3</sup>.  $w_0 > w_{\text{МК}}$  бўлган ҳолатда тезлик ортиши билан қатлам кенгайди ва ғоваклилиги (бўш ҳажми) кўпаяди.

Мавҳум қатлам мувозанати бузилиши ва заррачаларнинг ёппасиг а учиб чиқиш тезлигини ифодаловчи иккинчи критик тезлик ҳам проф. О.М.Тодес томонидан келтириб чиқарилган формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$\text{Re}_{\text{УЧ}} = \frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}} \qquad (2.103)$$

Унда учиб чиқиш тезлиги эса:

$$\text{Re}_{\text{УЧ}} = \frac{w_{\text{УЧ}} d \rho}{\mu}; \qquad w_{\text{УЧ}} = \frac{\text{Re}_{\text{УЧ}} \cdot \mu}{d\rho}$$

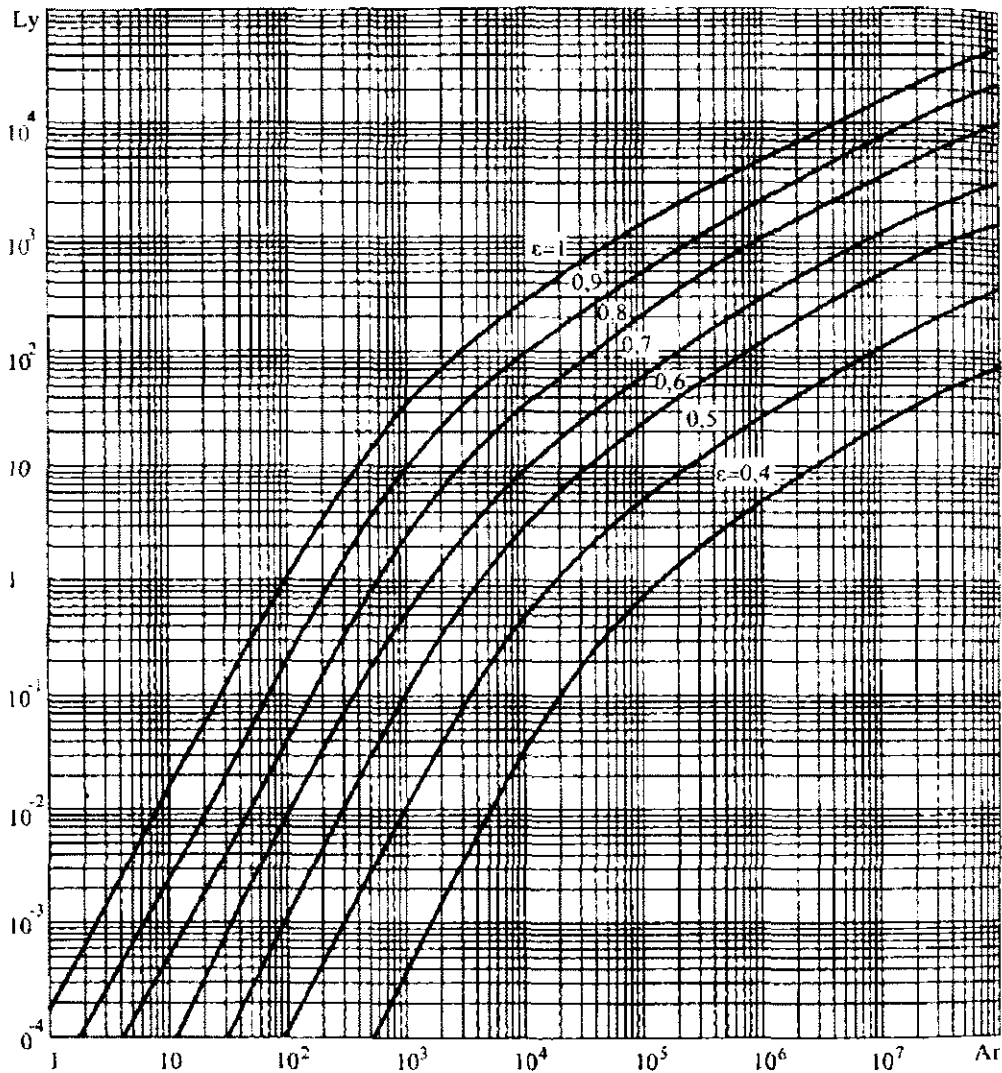
Агар,  $w$  маълум бўлса  $\varepsilon$  ни (2.103) формулада топиш мумкин:

$$\varepsilon = \left( \frac{18\text{Re}_0 + 0,36\text{Re}_0^2}{Ar} \right)^{0,21} \qquad (2.104)$$

Кўзгалмас қатлам ғоваклилиги эса:

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{\rho_T}{\rho_3}$$

бу ерда  $\rho_T$  - материалнинг «тўкма» зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.



2.15-расм. Бир жинсли мавҳум қайнаш қатламининг эгри чизиклари.

Ғоваклилик  $\varepsilon$  ва Рейнольдс сони  $Re$  орасидаги боғлиқлик (2.102) формула билан ифодалангани ва унинг график тасвири 2.15-расмда келтирилган. (2.102) формула заррачанинг аниқ ўлчами ва бошқа хоссалари маълум бўлганда, унинг учиб тезлиги  $w_{уч}$  ни юқори аниқликда ҳисоблаш имконини беради. Аммо, заррача диаметри  $d$  ни аниқлашда маълум қийинчиликлар мавжуд, чунки ушбу ўлчам ҳам Рейнольдс сони  $Re$ , ҳам Архимед сони  $Ar$  ларга киради. Бундай ҳолларда ўлчамсиз критерий Ляшченко сони  $Ly$  дан фойдаланиш анча қулай ва тўғри:

$$Ly = \frac{Re^3}{Ar} = \frac{w^3 \cdot \rho}{g \cdot v(\rho_k - \rho)} \quad (2.105)$$

чунки, ушбу критерийда  $w$  бор, аммо  $d$  қирмайди.

Умумий ҳолларда  $Ly$  ва  $Re$  сонларининг ғоваклилик  $\varepsilon$  билан боғлиқликдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ: шунда қаттиқ заррача ўлчами ( $Ar$ ) ва  $\varepsilon$  маълум бўлса,  $Ly$  критерийсини ва учиб чиқиш тезлиги  $w_{уч}$  осон аниқлаш мумкин. Худди шундай ғоваклилик  $\varepsilon$  ва  $w_{уч}$  ( $Ly$ ) маълум бўлса,  $Ar$  критерийси ва заррача диаметри  $d$  ни осон аниқлаш мумкин.



### 3 боб. МЕХАНИК ЖАРАЁН ВА ҚУРИЛМАЛАР



#### 3.1. Қаттиқ жисмларни майдалаш

Механик жараёнларга материалларни майдалаш, узатиш, аралаштириш, пресшлаш грануллаш ва классификациялашлар киради. Бу жараёнда материалнинг физик кимёвий характеристикалари ўзгармайди, аммо уларнинг шакли ўзгаради.

Бу жараёнларнинг тезлиги қаттиқ жисмларнинг механика қонуниятлари билан ифодаланади ва уларнинг ҳаракатга келтирувчи кучи механик кучлар таъсиридир.

**Майдалаш** - бу қаттиқ жисм бўлақларини керакли ўлчамларга келтириш, парчалаш ва юзасини оширишдир. Майдалаш жараёни қаттиқ жисмнинг майда заррачалар (атом ва молекулалар) ўзаро тортишиш кучларини енгадиган ташки кучлар таъсирида ўтади. Майдалаш натижасида ишлов берилган жисм юзаси сезиларли даражада кўпаяди, кўп жараёнлар, шу жумладан эритиш, қуйдириш каби катта юза талаб қиладиган жараёнлар тезлиги ортади. Майдалаш кон-металлургия, кимё, озиқ-овқат, қурилиш ва саноатнинг бошқа тармоқларида кенг қўлланилади.

Ҳозирги пайтда қаттиқ жисмларни майдалаш учун ҳар хил турдаги машиналар қўлланилади. Катта ҳажмли (<2 м<sup>3</sup>) палахсаларни майдалайдиган жағли майдалагичлардан бошлаб, то заррача ўлчамини 0,1 мкм гача майдалайдиган коллоид тегирмонлар технологик жараёнларда ишлатилади.

Майдалаш жараёни қаттиқ жисмнинг бошланғич ва охириги ўлчамига қараб янчиш ва тортишга бўлинади. Янчиш ва тортиш жараёнлари майдалаш даражаси билан ҳарактерланади.

$$i = \frac{D}{d} \quad (3.1)$$

Майдалаш даражаси жисмнинг бошланғич ўртача диаметри  $D$  нинг майдаланган заррачалар ўртача диаметри  $d$  га нисбати билан ифодаланади. Ҳажмий майдалаш даражаси эса, уларнинг ҳажмлари нисбати билан аниқланади:

$$i = \frac{V_{ox}}{V_{\delta}} \quad \text{ёки} \quad i = \frac{F_{ox}}{F_{\delta}} \quad (3.2)$$

Берилган модда бўлақлари ва янчилган заррачалар тўғри шаклга эга бўлмайди. Шунинг учун, амалда уларнинг ўлчамлари элакли таҳлил орқали аниқланади, яъни заррача ўлчами у ўтган элак тешиклари ўлчамига тенг деб олинади.

Майдалаш жараёни бир ёки бир неча босқичда олиб борилади. Ҳар бир майдалагич, унинг ишчи органи шаклига кўра, чекланган майдалаш даражасини таъминлайди. Майдалаш даражаси 1-3...5 дан (жағли майдалагичда) 1...100 - тегирмонларда ўзгариши мумкин.

Нотўғри геометрик шаклли жисмнинг чизиқли ўлчами ўртача геометрик қиймат сифатида ҳисобланиши мумкин:

$$d = \sqrt[3]{l \cdot b \cdot h} \quad (3.3)$$

бу ерда  $l$ ,  $b$ ,  $h$  - жисмнинг уч перпендикуляр йўналиши бўйича максимал ўлчамлари.

Материал бўлақларининг ўртача ўлчамларини ҳисоблаш учун элақлар ёрдамида бир неча фракцияга ажратилади. Ҳар бир фракцияда бўлақлар максимал  $d_{max}$  ва минимал  $d_{min}$  ўлчамлар ярим йиғиндисининг ўртача миқдори топилади:

$$d_{yp} = \frac{d_{max} + d_{min}}{2} \quad (3.4)$$

Максимал бўлақлар ўлчами, улар ўтган тешиқ диаметрига, минимал бўлақларни эса - элак ушлаб қолган тешиқларининг диаметрига тенг деб ҳисобланади.

Сочилувчан материал аралашмасининг ўртача ўлчами ушбу тенглама ёрдамида аниқланади:

$$d = \frac{d_{yp1}a_1 + d_{yp2}a_2 + \dots + d_{ypn}a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} \quad (3.5)$$

бу ерда  $a_1, a_2, a \dots a_n$  - ҳар бир фракция миқдори, %;  $d_{yp1}, d_{yp2}, \dots, d_{ypn}$  - ҳар бир фракция бўлақчаларининг ўртача ўлчами.

Одатда саноатда юкори майдалаш даражаси талаб этилади. Кўпинча қайта ишланадиган хом-ашё бўлақларининг ўлчамлари 1,5...2,0 м гача бўлади, аммо технологик жараёнларда қўлланиладиган материал заррачалари микрометрнинг бир неча улушини ташкил этади. Бундай ўта майин майдалаш бир неча босқичда эришилади, чунки битта майдалагичда юкорида айтилган натижага эришиб бўлмайди.

Хом-ашёнинг энг йирик бўлақлари ва майдаланган заррача ўлчамларига қараб майдалаш қуйидаги турларга бўлинади (3-1 жадвал):

3-1 жадвал

Қаттиқ жисмларни майдалаш усуллари

Майдалаш тури	Материал дастлабки ўлчамлари, $D$ , мм	Материал майдалашдан кейинги ўлчамлари, $d$ , мм	Майдалаш даражаси, $i$
Йирик майдалаш	1500...300	300...100	2...6
Ўртача майдалаш	300...100	50...10	5...10
Майда янчиш	50...10	10...2	10...50
Майин янчиш	10...2	2...0,075	~...100
Ўта майин янчиш	10...0,075	0,075...0,001	-

### 3.2. Майдалаш жараёнининг физик-механик асослари

Дисперсион таркиб-сочилувчан материал полидисперс система бўлиб, унинг дисперслигини баҳолаш учун заррачаларнинг қуйидаги характеристикаларидан фойдаланилади:

$\delta_{max}$  – максимал ўлчам;  $\delta_{min}$  - минимал ўлчам;  $\delta_{yp}$  - ўртача ўлчам.

Юзанинг солишгирма майдони -  $F_c$  ( $m^2/m^3$ ):

$$F_c = \frac{G \cdot n}{\rho \cdot L} \quad (3.6)$$

бу ерда  $L$  - чизикли ўлчам;  $\rho$  - заррача зичлиги; шар шакли учун  $n=1$ .

Майдаланган материалнинг дисперсион таркибини Розин-Роммлер формуласи ёрдамида аниқлаш мумкин.

$$R = \exp(-b \cdot \delta^n) \quad (3.7)$$

бу ерда  $b, n$ -константалар.

Агар, заррачалар ўлчами турлича бўлса, материал бир неча фракцияларга элаб ажратилади. Сўнг, ҳар бир фракция учун заррача ўлчами  $L_i$ , фракцияларнинг массавий улушлари  $x_i$  ларни аниқлаб,  $F_c$  ни ҳисоблаш мумкин:

$$F_c = \frac{G}{\rho} \sum \frac{n_i x_i}{L_i} \quad (3.8)$$

Сочилувчан материалларнинг "тўкма" зичлиги  $\rho_T$  - жисм массасининг у эгаллаб турган ҳажм нисбатига айтилади. "Тўкма"  $\rho_T$  ва материал зичликлари  $\rho$  орасида қуйидаги боғлиқлик бор:

$$\rho_T = \rho_m(1 - \varepsilon) \quad (3.9)$$

бу ерда  $\varepsilon$  - материал қатламининг ғовақлилиги.

Нам материалнинг "тўкма" зичлиги эса ушбу ифода ёрдамида топилади:

$$\rho_T = \rho_m(1 - \varepsilon) \cdot (1 + u)$$

бу ерда  $u = M_{нам} / M_{абс.қуруқ}$

**Табиий қиялик бурчаги  $\varphi_e$**  - сочилувчан материал текис юзага тўкилиши натижасида ҳосил бўлган конус чизиғи ва унинг асоси орасидаги бурчак. Одатда,  $\varphi_e$  нинг сон қиймати 30...40° оралигида бўлади.

Қатлам ғовақлилиги  $\varepsilon$  - бу қатлам заррачалари орасидаги бўш ҳажмни ифодаловчи параметр:

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{кж}}{\rho_k} \quad (3.10)$$

бу ерда  $\rho_{кж}$  - қаттиқ жисм зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

Эквивалент диаметр -  $d_s$ :

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot m}{\pi \cdot \rho}} \quad (3.11)$$

Сиқиш ва синиш пайтидаги мустаҳкамлик - кучланиш ( $\text{Па} \cdot 10^{-5}$ ) орқали топилади.

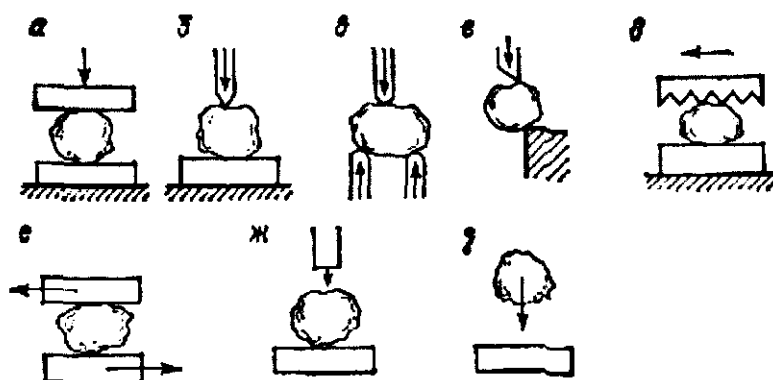
1. Паст механик мустаҳкамлик	> 100
2. Жуда юмшок	- 100...500
3. Юмшок	- 500...1000
4. Ўртача	- 1000...1500
5. Мустаҳкам	-1500...1800
6. Ўта мустаҳкам	>1800

Қаттиқлик - на фақат майдаланиш даражаси  $i$  га, балки майдалаш машиналар ишчи деталларининг едирилишига таъсир кўрсатади. Едирилиш 10 балли Моор шкаласи ёрдамида баҳоланади.

**Мўртлик.** Жисм мўртлиги пластик деформациясиз, механик куч таъсири остида бузилиш қобилияти орқали аниқланади. Одатда мўртлик температурага боғлиқ. Жисм бўлагининг ўлчами қанчалик кичик бўлса, унинг мустаҳкамлиги шунчалик юқори бўлади.

**Майдалаш усуллари.** Турли саноат корхоналарида қўлланиладиган майдалаш усуллари 3.1-расмда келтирилган. Одатда, қаттиқ жисмларни майдалаш учун кўпинча эзиш, ёриш, сиқик ва эркин зарба бериш усуллари кенг қўламда фойдаланилади. Лекин, соф ҳолда ҳеч қайси усул саноатда учрамайди. Масалан, эзиш, ёриш, зарба билан майдалаш кетидан келадиган жараён бу ейилиш ёки едирилишдир. Ейилиш жараёнида кўпинча чанг ҳосил бўлади ва материалнинг ўта майдаланиш каби зарарли ҳоллар ҳам учрайди.

Шунинг учун, майдалаш усулини танлаш материал бўлақларининг катталиги ва мустаҳкамлигига боғлиқ.



3.1-расм. Майдалаш усуллари.

а - эзиш; б - ёриш; в - синдириш; г - киркчш;  
д - арралаш; е - ейилиш; ж - сиқик зарба; з - эркин зарба.

Мустаҳкам ва мўрт материаллар эзиш ва зарба, мустаҳкам ва эгилувчанлари - эзиш, ўртача мустаҳкам, эгилувчан материаллар - зарба, ейилиш ёки ёриш усулида майдаланади.

Майдалаш бир ёки бир неча усулларда, очик ва ёпик циклларда амалга оширилади. Ундан ташқари, майдалаш жараёнини курук ёки нам усулларда ҳам ўтказса бўлади.

Айрим ҳолларда, материал хусусиятларига қараб: ультратовуш, гидравлик зарба тўлкини, юқори ва паст температураларни тез алмаштириш, электрогидравлик зарба, босимни тезда ўзгартириш, юқори температурада киздириш усулларини ҳам қўлласа бўлади.

Майдалаш жараёниларида катта миқдорда энергия сарфланади. Энергия сарфи мавжуд майдалаш назариялари асосида топилиши мумкин.

**Юза назариясига** биноан, майдалаш жараёнидаги иш, материални парчаланиш юзаси бўйича молекулалар тортишиш кучини енгишга сарфланади. Ушбу назарияга кўра, майдалаш учун зарур иш, майдаланиш натижасида янги ҳосил бўлаётган юзаларга пропорционалдир.

**Ҳажмий назарияга** биноан, майдалаш жараёнидаги иш материал деформациясига, яъни энг юксак парчаланиш деформациясига етказиш учун сарф бўлади.

Майдалаш жараёнида ташқи кучлар таъсирида бажарилган ҳамма иш  $A$  Риттингер тенгламаси орқали аниқланади:

$$A = A_d + A_{ю} = K_1 \Delta V + K_2 \cdot \Delta F \quad (3.12)$$

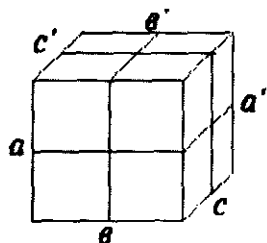
бу ерда  $A_d$  - парчаланаётган бўлак ҳажмининг деформациясига сарфланаётган иш,  $A_{ю}$  - янги юза ҳосил килиш учун сарфланаган иш,  $K_1$  - жисмнинг ҳажм бирлигини деформация қилиш учун сарф бўлган ишга тенг пропорционаллик коэффициент;  $K_2$  - янги юза ҳосил килиш учун сарфланган ишга тенг пропорционаллик коэффициент;  $\Delta V$  - парчаланаётган жисм ҳажмининг ўзгариши;  $\Delta F$  - янги ҳосил бўлган юза.

Риттингер майдалаш гипотезасига биноан, иш майдалаш пайтидаги ҳосил бўлган юза кийматида тўғри пропорционалдир.

Майдалаш даражаси катта майдалаш жараёнида жисм бўлаги деформациясига сарфланаётган ишни ҳисобга олмаса бўлади. Унда  $\Delta F \sim D^2$  эканлигини назарда тутиб, ушбу формулани оламиз:

$$A = K_2 \cdot \Delta F = K_2^1 \cdot D^2 \quad (3.13)$$

бу ерда  $D$  - жисм бўлагининг ўлчами;  $K_2^1$  - пропорционаллик коэффициент.



3.2-расм. Кубни майдалашга оид.

Риттингер назарияси куйидаги ҳолатлардан келиб чиқади: масалан, куб киррасининг узунлиги  $n$ , майдалангандан сўнг эса  $1/n$  бўлади.

Майдалаш жараёнини ташқи кучлар таъсирида жисм кирраларга параллел текисликлар бўйлаб парчаланани деб қараш мумкин.

Агар парчалананиш  $aa'$ ,  $bb'$  ва  $cc'$  текисликлар бўйича парчаланса, унда 8 та  $n/2$  узунликка эга киррали янги кублар ҳосил бўлади (3.2-расм).

Агар,  $n/3$  бўлса 27 та,  $n/4$  да эса 64 янги майда кублар олиш мумкин.

Демак, майдалаш учун сарфланаётган иш, майдалаш даражасига пропорционал:

$$\frac{A}{A_1} = \frac{i}{i_1} \quad (3.14)$$

бу ерда  $i = \frac{1}{a}$ ,  $i_1 = \frac{1}{b}$

Унда, майдалаш учун сарфланаётган иш, майдалаш натижасида ҳосил бўлаётган бўлақларнинг чизикли ўлчамларига тесқари пропорционал:

$$\frac{A}{A_1} = \frac{b}{a} \quad (3.15)$$

Майдалаш даражаси кичик, лекин йирик майдалаш жараёнида янги юза ҳосил қилиш учун сарфланаётган ишни ҳисобга олмася бўлади. Унда,  $\Delta V \sim D^3$  эканлигини инобатга олсак, куйидаги формулани оламиз:

$$A = K_1 \cdot \Delta V = K_1 \cdot D^3 \quad (3.16)$$

(3.16) тенглама Кик-Кирпичев гипотезасини ифодалайди, яъни майдалаш жараёнидаги иш, майдаланаётган бўлақ ҳажмига тўғри пропорционал.

(3.13) формуладаги кўшилувчиларни ҳисобга олмасликнинг иложи бўлмася, куйидаги тенгламани келтириб чиқариш мумкин:

$$A = K_3 \sqrt{D^3 \cdot D^2} = K_3 \cdot D^{2.5} \quad (3.17)$$

Ушбу тенглама Бонд тенграмаси деб номланади, яъни майдалаш жараёнидаги иш, ҳажм ва юзаларнинг ўртача геометрик қийматиға тўғри пропорционал.

Маҳсулотларни кесиб майдалашдан мақсад, унга зарур шакл, ўлчам ва юзаларини сифатли қилишдир. Материалларни кесиш жараёнида чегаравий қатлам бузилади ва натижасида бўлақларға ажралади. Материал парчалананишдан авўк эластик ва қайишқоқ деформацияларға дучор бўлади. Ушбу деформациялар кесувчи асбобға кўрсатилаётган маълум куч таъсирида ҳосил бўлади. Таъсир этаётган кучланиш материалнинг вақтинча қаршилигиға тенг бўлган ҳолдагина материалнинг парчалананиши бошланади. Кесиш учун сарфланган иш эластик ва қайишқоқ деформациялар, ҳамда кесиш асбобининг материалға ишқаланишини енгишға сарфланади.

Жисмларни кесиш учун сарфланган иш  $A$  акад.Горячкин В.П. формуласи орқали ифодаланиши мумкин:

$$A = A_c + A_\phi \quad (3.18)$$

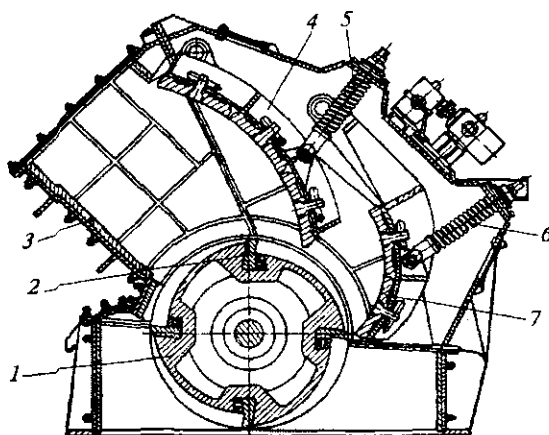
бу ерда  $A_c$ -маҳсулотни сиқиш учун сарфланган иш, Ж;  $A_\phi$ -кесиш фойдали иши, Ж. Сиқиш учун сарфланган иш  $A_c = \int \mathbf{h} \cdot \mathbf{h}$ , бу ерда  $\mathbf{h}$  - кесувчи пичок билан материални сиқиш шартли модули, Ж;  $h_c$  - сиқилган қатлам баландлиги, м;  $h$  - қатламнинг бошланғич баландлиги, м; Фойдали иш  $A_\phi = F_{кес}(\mathbf{h} - \mathbf{h}_c)$ , бу ерда  $F_{кес}$ -кесиш кучланиши.

Кесиш асбоблари кўзғалмас, тебранма, айланма, илгарилама-қайтма ҳаракатли бўлиши мумкин.

### 3.3. Майдалагичлар конструкциялари

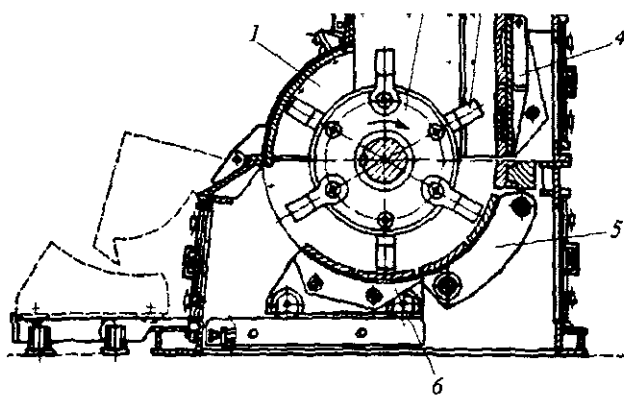
Зарбали майдалагичлар охактош, гипслар, калий рудалари, баритлар, тошкўмир ва бошқа юмшок ва ўрта мустаҳкамликдаги паст абразивли материалларни майдалаш учун ишлатилади. Ушбу майдалагичлар юкори майдалаш даражаси  $i = 15 \dots 20$  ни олиш имконини беради, хусусий холларда  $i = 50$  гача олиш мумкин, ва натижада майдалаш босқичлари камаяди. Улар конструкциясининг оддийлиги, металл сарфи камлиги, хизмат кўрсатиш қулайлиги билан ажралиб туради. Материални майдалаш механик зарбалар остида кечади, бунда ҳаракатланаётган жисм кинетик энергиясининг бир қисми ёки ҳаммаси майдалаш энергиясига ўтади. Майдалагичлар конструктив тузилишига караб роторли ва болғали майдалагичларга бўлинади.

**Роторли майдалагичлар** охактош, мармар, доломит ва бошқа шунга ўхшаш кичик шакли материалларни майдалаш учун қўлланилади. Улар 2 турда ишлаб чиқарилади: майдалашнинг биринчи босқичида йирик, охири босқичида эса ўртача ва майин ҳолатгача майдаланади. Ушбу турдаги майдалагичларнинг ишлаши зарба юкчаси таъсирига асосланган. Роторли майдалагич қутисимон қобик 3 да юкори тезликда айланувчи ташки юзасига каттик маҳкамланган болға 2 билан ротор 1 жойлашган (3.3-расм). Роторнинг айланиши понасимон шаклдаги камар орқали электр юриткичдан узатилади. Қобик ичига 4 ва 7 плиталар осилган, пастки қисмида пружина-ростлагич қурилма 5 ва 6 га таянган. Материални майдалаш жисмга таъсир қилувчи куч ва юкори майдалаш даражасини берувчи плиталар зарбаси натижасида амалга оширади.



3.3-расм. Роторли майдалагич.

**Болғали майдалагичлар** ўртача мустаҳкамликдаги жисмларни, шунингдек юмшок материаллар, яъни шлак, гипс, бўр, тупрок ва шу қабиларни майдалаш учун ишлатилади. Болғали майдалагичда пайвандланган қобик 1 га ротор 2, ғовакли плита 4, айланувчи 5 ва тортиб олинадиган панжара 6 лар ўрнатилган (3.4-расм). Ротор етакловчи ўқга маҳкамланган бир ёки бир қанча дисклардан иборат. Материални майдалаш учун массаси  $15 \dots 20$  кг ли болға ва болғалар айланувчи диск роторга шарнир орқали маҳкамланган. Қаттик жисм бўлақларининг плита ва панжаралар билан тўқнашиши натижасида майдалаш жараёни амалга оширилади. Колосникли пайжара ва плиталарнинг жойлашиши зарур ўлчамларгача ростланади. Роторнинг айланишида болғалар марказдан қочма куч таъсирида роторнинг билан болғанинг айланиш ўқини боғловчи чизик бўйича йўналишда олади. Зарба вақтида болғалар ўз ўқи атрофида роторга тескари йўналишда айланади. Ушбу майдалагичда болғаларни шарнирли маҳкамлаш билан каттик маҳкамланган ротордан сезиларли даражада фарқ қилади. Болғали майдалагичларнинг камчилиги уларда колосникли панжараларнинг тез-тез ишдан чиқишидир. Бу турдаги қурилмалар жуда қовушқоқ (лойқасимон), нам колосникли панжараларни емирувчи материалларни майдалаш учун тавсия қилинмайди.



3.4-расм. Болғали майдалагич.

Роторли ва болғали майдалагич ўлчамлари сифатида роторнинг диаметри ва узунлиги аниқланади. 3.1...3.3 жадвалларда зарба таъсирида ишловчи майдалагичларнинг техник характеристикалари келтирилган.

3-2 жадвал

Бир роторли болғали майдалагич техник характеристикаси

Майдалагичлар параметри	Майдалагич турлари								
	М3×2	М4×3	М6×4	М8×6	М10×8	М13×11	М13×16	М20×20	М20×30
Ротор ўлчами, мм: диаметр	300	400	600	800	1000	1300	1300	2000	2000
узунлик	200	300	400	600	800	1100	1600	2000	3000
Энг катта бўлак ўлчами (мм)	75	100	150	250	300	400	400	600	600
Энг катта айланиш частотаси, айл/мин:									
Б	2500	1900	1250	1000	750	600	600	—	—
В	3000	2400	1500	1300	1000	750	750	500	500
Г	4000	3000	2000	1500	1200	1000	1000	600	600
Юриткич қуввати, кВт									
Б	7	14	20	55	100	130	210	—	—
В	10	20	28	75	125	170	260	630	1000
Г	14	28	40	100	170	260	350	800	1250

3-3 жадвал

Йирик майдаловчи роторли майдалагичнинг техник характеристикаси

Майдалагичлар параметри	Майдалагич тури							
	ДРК 5×4	ДРК 6×5	ДРК 8×6 СМД-85	ДРК 10×8	ДРК 12×10 СМД-86	ДРК 16×12 СМД-95	ДРК 20×16 СМД-87	ДРК 25×20
Ротор ўлчами, мм: диаметр	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
узунлиги	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	13	25	50	70	125	200	370	560
Материал бўлаги максимал ўлчами, мм	250	300	400	500	600	800	1100	1500
Роторнинг айланиш тезлиги, м/с	20; 26,5; 35							
Юриткич қуввати, кВт	10	22	40	55	100	160	250	400

**Ўрта ва майда майдаловчи роторли майдалагич техник характеристикаси.**

Майдалагич параметри	Майдалагич тури						
	ДРС 5×5	ДРС 6×6	ДРС 8×8	ДРС 10×10 СМД-75	ДРС 12×12 СМД-94	ДРС 16×16	ДРС 20×20
Ротор ўлчами, мм: диаметр	500	630	800	1000	1250	1600	2000
узунлиги	500	630	800	1000	1250	1600	2000
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	25	35	65	125	200	310	500
Материал бўлаги максимал ўлчами, мм	150	190	240	300	375	480	600
Ротор айланиш тезлиги, м/с	20; 24; 28,8; 34,6; 41,5; 50						
Юриткич қуввати, кВт	30	40	75	125	200	320	400

**Майдалагичларни ҳисоблаш формуллари.** Майдаланаётган материал бўлагининг критик ўлчами, яъни шундай чегаравий ўлчамки, ушбу белгиланган шароитда бундан кичик майдаланмайдиган материал ўлчами қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$d_{кр} = \frac{230 \cdot 10^{-5} \sigma_p}{\rho_o v_p^{1.5}}, \quad (3.19)$$

бу ерда  $\sigma_p$  – материал мустаҳкамлиги, Па;  $\rho_o$  – майдаланадиган материалнинг ҳажмий тўқма зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  $v_p$  – роторнинг айланма тезлигига тенг бўлган зарба тезлиги, м/с.

Талаб этилган бўлак ўлчамини таъминловчи болға ёки билан зарбасининг критик қиймати критик тезлик  $v_{кр}$  деб аталади ва бошланғич материал  $\sigma_p$  ва  $\rho_o$  ларининг маълум қийматларида ва майдаланган маҳсулотнинг белгиланган йириклиги  $d$  да критик тезлиги (3.19) формуладан аниқланади:

$$v_{кр} = 1,75 \cdot 10^{-2} \sqrt[3]{\left(\frac{\sigma_p}{\rho_o d}\right)^2}. \quad (3.20)$$

(3.19) ва (3.20) тенгламаларни роторли ва болғали майдалагичларга ҳам қўллаш мумкин.

**Унумдорликни аниқлаш.** Ротор тепасидаги майдалаш камерасида (3.5-расм) ҳар доим бошланғич материал бўлади ва гравитацион куч таъсири остида материал бирор тезлик  $v_b$  билан роторга юкланади.

Ротор ҳар бир айланишда фрезага ўхшаб била қуйидаги ҳажм миқдорида қиринди кесиб олади:

$$V = A \cdot L_p \cdot h \quad (3.21)$$

бу ерда  $A$  – ёйнинг горизонтал проекцияси (3.5-расмга қара);  $L_p$  – роторнинг узунлиги (м);  $h$  – роторнинг бир биладан кейингисигача бўлган айланиш вақтида бўлақларнинг эркин тушишида вертикал бўйича аниқланадиган қиринди қалинлиги (м).

3.5-расмда кўрсатилган схема бўйича ишлайдиган майдалагичнинг унумдорлиги  $Q$  (м<sup>3</sup>/с) қуйидаги формула билан аниқланади.

$$Q = A \cdot L_p \cdot h \cdot n \cdot z \quad (3.22)$$

бу ерда  $n$  – роторнинг айланиш частотаси, айл/с;  $z$  – биланинг қаторлар сони.

Тажриба натижаларини умумлаштириш натижасида серияли ротор майдалагичнинг унумдорлигини ҳисоблаш формуласи келтириб чиқарилди.



$$Q = 480 \cdot \frac{L_p \cdot D_p^{1.5}}{v_p^{0.35} \cdot z^{0.5}} \cdot k_p, \quad (3.23)$$

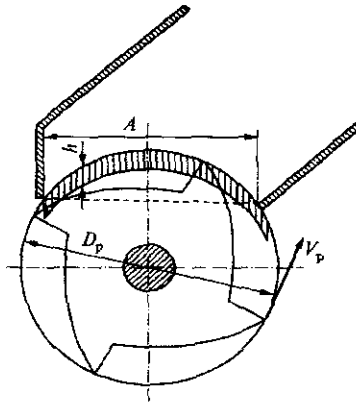
бу ерда  $k_p$  – қайтариш плиталарининг жойлашишига боғлиқ бўлган коэффициент, ( биринчи туширилган плита учун  $k_p = 1,3 \dots 2$ ; биринчи плитанинг тўлик кўтарилган ҳолати учун  $k_p = 4,5 \dots 5,2$ );  $v_p$  – роторнинг айланма тезлиги м/с, критик тезлик сифатида (3.20) тенглама бўйича ёки айланиш частотаси ва ротор диаметри орқали ушбу формуладан  $v_p = \pi \cdot D_p \cdot n$  аниқланади.

Болғали майдалагичларнинг тахминий унумдорлигини аниқлашда В.П.Барабашкин формуласини қўллаш мумкин:

Оҳактошни майдалашда  $Q$ , т/с:

$$D_p > L_p; \text{ да} \quad Q = 1,66 \cdot D_p^2 \cdot L_p \cdot n \quad (3.24)$$

$$D_p < L_p, \text{ да} \quad Q = 1,66 \cdot D_p \cdot L_p^2 \cdot n \quad (3.25)$$



3.5-расм. Роторли майдалагич унумдорлигини аниқлаш схемаси.

Кўмирни майдалашда

$$Q = \frac{k \cdot L_p \cdot D_p^2 \cdot n^2}{216 \cdot 10^3 \cdot (i-1)}, \quad (3.26)$$

бу ерда  $k = 0,12 \dots 0,22$  – майдалагич конструкцияси ва майдаланадиган материал мустаҳкамлигига боғлиқ бўлган коэффициент;  $i = d_{иср} / d_{ксп}$  – майдалаш даражаси;  $d_{иср}$ ,  $d_{ксп}$  – майдалагичга кириш ва чиқишда материалнинг ўртача ўлчами.

**Майдалагич электр юриткичининг қуввати.** Болғали ва роторли майдалагичлар юкори кийматли майдалаш даражасини ва ўта майда маҳсулот олишни таъминловчи электр юриткич нсьетемол қувватини юзалар қонунин асосида яратилган формула бўйича ҳисоблаш мумкин:

$$N = \frac{W_{op} \cdot Q \cdot (i-1)}{D_{ос} \cdot \eta_{op} \cdot \eta_n \cdot 1000} \quad (3.27)$$

бу ерда  $W_{op}$  – энергетик кўрсаткич, Вт·соат/м<sup>2</sup> (3-5 жадвал);  $Q$  – унумдорлик, м<sup>3</sup>/соат;  $D_{ос}$  – ўрта оғирликдаги бошланғич материал ўлчами, м;  $\eta_{op} = 0,75 \dots 0,95$  – майдалагич ф.и.к.;  $\eta_n$  – юриткич ф.и.к.; понасимон камарли майдалагич юриткичи ф.и.к.  $\eta_n = 0,92 \dots 0,96$ .

3-5 жадвал

Хар хил материаллар учун энергетик кўрсаткич  $W_{op}$

Материал	Тўлик тўкма масса (т/м <sup>3</sup> )	Чўзилишдаги мустаҳкамлик (кН/м <sup>2</sup> )	Энергетик кўрсаткич (Вт·соат/м <sup>2</sup> )
Антрацит	0,9	2750	2,53
Силикат ғишт	1,2	1000	4,5
Оҳактош олиш жойи:			

Шуров	1,48	1850	8,6
Ковров	1,52	7000	21,0
Турдейск	1,54	12000	19,0
Гранит Клесовск кони	1,52	12750	15,0
Диорит Клесовск кони	1,76	16400	40,0

Агар (3.27) формула бўйича ҳисоблаш учун маълумотлар етарли бўлмаса, майдалагич электр юриткичининг қуввати  $N$  (кВт) В.А.Олевский формуласи ёрдамида ҳисоблаш мумкин.

$$N = 9D_p^2 \cdot L_p \cdot n \quad (3.28)$$

**Чиқиш тирқиши ўлчамини танлаш.** Тайёр маҳсулотнинг йириклиги чиқиш тирқиши кенглиги  $b$  билан белгиланади ва ўрта ва майин майдалаш учун қуйидагига тенгликдан топилади:

$$b = 2d_{\max} - d_{кр} \quad (3.29)$$

бу ерда  $d_{\max}$  – тайёр маҳсулот максимал йириклиги (м).

**Колосникли панжаралар орасидаги тирқиш ўлчамларини танлаш.** Колосник панжарали майдалагичларда маҳсулотнинг бир қисми колосниклар орасидаги тирқишдан тушиб кетади. Ушбу маҳсулотнинг йириклиги чиқиш тирқишидан ўтган маҳсулот йириклигига мос келади.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, колосникли панжаралардан ўтаётган заррачалар ўлчами, колосниклар орасидаги тирқиш ўлчамининг 1,5...1,7 сига тенг. Чиқиш маҳсулотининг йириклиги  $d_{\max}$  гача бўлган режимда ишлаганда, колосник тирқишининг ўлчами  $S_k$ , қуйидаги шартни қаноатлантириши шарт:

$$S = \frac{d_{\max}}{1,5 \dots 1,7}$$

**Роторли майдалагичнинг конструктив параметрларини танлаш.** Роторнинг тезлиги  $v_p$  майдалаш жараёнидан талаб этилган максимал йириклик  $d_{\max}$ , материалнинг хоссалари, яъни чўзилишда мустаҳкамлик чегараси  $\sigma_p$  ва ҳажмий масса  $\rho_o$  га боғлиқ бўлиб, (3.20) бўйича танланади.

Майдалагич асосий ўлчами сифатида роторнинг диаметри  $D_p$  (м) ва узунлиги ҳисобланади. Диаметр  $D$  бошланғич материалнинг йириклигига боғлиқ ва қуйидагича аниқланади:

Бир роторли йирик майдаловчи майдалагич учун  $D_p = (1,5 \dots 3,0) \cdot D$ ;

Икки роторли учун  $D_p = 1,2 \cdot D$ ;

Ўртача майдаловчи майдалагич учун  $D_p = (3 \dots 10) \cdot D$ ;

Майин майдаловчи майдалагич учун  $D_p \geq 10 \cdot D$ .

Ротор узунлиги унинг диаметрига боғлиқ бўлиб, қуйидагидан аниқланади:

$$L_p = (0,5 \dots 1,5) \cdot D_p$$

**Болғали майдалагичнинг конструктив параметрларини танлаш.** Асосий конструктив параметрлар қуйидагилар:

Ротор диаметри  $D_p$  (мм). Вертикал юкланадиган болғали майдалагичлар учун

$$D_p = 3D + 550 \quad (3.30)$$

бу ерда  $D$  – майдаланаётган материалнинг энг катта бўлагининг ўлчами, мм; оғма плита бўйлаб, ён томонидан материал юкланадиган майдалагич учун

$$D_p = 1,65D + 520 \quad (3.31)$$

Унумдорликка караб ротор диаметрини узайтириш мумкин. Ротор узунлиги  $L_p$  (м):

$$L_p = (0,8...1,2) \cdot D_p \quad (3.32)$$

Колосник панжаралар орасидаги тиркиш кенглиги, майдаланган махсулот бўлаklarининг талаб этилган ўлчамларидан 1,5...2 маротаба катта бўлиши шарт.

Болга ва колосниклар орасидаги радиал масофа одатда тажриба йўли билан аниқланади. Биринчи колосник  $(2...4) \cdot d_{\max}$  бўлган катта, иккинчи колосникда эса  $(1,5...2) \cdot d_{\max}$  масофада ўрнатилади.

Болғали майдалагичнинг асосий техник – эксплуатацион параметрлари (унумдорлик, кувват сарфи, майдаланган махсулот сифати) болга конструкциясига боғлиқ.

Болғанинг ўқидан тепкичгача бўлган узунлик  $l_m = (0,20...0,25) \cdot D_p$ .

Юкланаётган материал бўлаklarининг максимал ўлчами 1000 мм дан ошмаганда, бойка узунлиги бўлак ўлчамларига нисбатан 1.4...1.8 маротаба катта ва одатда болга узунлигининг 0.5 қисмини ташкил этади.

**Мисол 2-1.** Роторли майдалагич роторининг айланиш тезлиги 50 м/с бўлган режим учун Турдейск кони оҳактоши бўлагининг критик ўлчами аниқлансин.

**Бошланғич маълумотлар.** Оҳактошнинг чўзилишда мустаҳкамлик чегараси  $\sigma_p = 120 \cdot 10^5$  Па; ҳажмий зичлиги  $\rho_o = 2690$  кг/м<sup>3</sup>; зарба тезлиги  $v_p = 50$  м/с.

Майдаланаётган материал бўлагининг критик ўлчами (3.19) формула бўйича топилади:

$$d_{kp} = \frac{230 \cdot 10^{-5} \sigma_p}{\rho_o v_p^{1,5}} = \frac{230 \cdot 10^{-5} \cdot 120 \cdot 10^5}{2690 \cdot 50^{1,5}} = 0,029 \text{ м}$$

**Мисол 2-2.** Йириклиги  $d = 40$  мм бўлган Турдейск кони оҳактошини майдалаш учун роторли майдалагич ДРС 12×12 нинг иш режими, унумдорлиги ва истеъмол куввати аниқлансин.

**Бошланғич маълумотлар.** Материалнинг мустаҳкамлик ҳарактеристикалари мисол 2-1 да келтирилган.

(3.20) формула бўйича роторнинг айланма тезлиги:

$$v_{kp} = 1,75 \cdot 10^{-2} \sqrt[3]{\left(\frac{\sigma_p}{\rho_o d}\right)^2} = 1,75 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{120 \cdot 10^5}{2690 \cdot 0,04}\right)^2} = 40,5 \text{ м/с}$$

Ротор биласининг ҳақиқий айланма тезлигини 34,6 м/с деб қабул қиламиз (3-4 жадвалга қаранг). Ротор параметрлари:  $D_p = 1250$  мм;  $L_p = 1250$  мм. Билнинг қаторлар сонини  $z = 6$  деб қабул қиламиз. Майдалагич туширилган плита билан ишлайди, яъни  $k_p = 1,3$ . Унда, (3.23) формуладан фойдаланган ҳолда унумдорликни ҳисоблаймиз

$$Q = 480 \frac{L_p D_p^{1,5}}{v_p^{0,35} z^{0,5}} k_p = 480 \cdot \frac{1,25 \cdot 1,25^{1,5}}{34,6^{0,35} \cdot 6^{0,5}} \cdot 1,3 = 129 \text{ м}^3/\text{соат}$$

Майдалагич электр юритмаси роторининг айланиш частотаси  $n = v_p/(\pi D_p)$  бўлганда, ўрнатиш куввати (3.28) бўйича топилади:

$$N = 9D_p^2 L_p n = 9 \cdot 1,25^2 \cdot 1,25 \cdot 8,81 = 154,86 \text{ кВт}$$

**Мисол 2-3.** Мисол 2-2 дан иш режимини қабул қилган ҳолда, болғали майдалагич биласининг маҳкамланиш мустаҳкамлигини текшириш зарур.

**Бошланғич маълумотлар.** Майдалагичда П-симон шаклли битта тешикли 36 била ўрнатилган ва қуйидаги конструктив параметрларга эга: узунлиги  $a = 0,2$  м; кенглиги  $b = 0,12$

м; қалинлиги  $\delta = 0,07$  м; осилган била охиридан ўқи бошигача бўлган масофа  $l = 0,15$  м; била массаси  $m = 9,35$  кг. Ротор диски элементлари ва била материали – пўлат Ст 5 ( $[\sigma_n] = 100$  МПа,  $[\sigma_{cm}] = 65$  МПа,  $[\tau] = 60$  МПа).

Бошланғич маълумотларга асосан: била массаси марказидан тешик ўқиғача бўлган масофа

$$l_1 = \frac{a^2 + b^2}{6a} = \frac{0,2^2 + 0,12^2}{6 \cdot 0,2} = 0,045 \text{ м}$$

Роторнинг айланишидаги бурчак тезлик

$$\omega = \frac{2v}{D_p} = \frac{2 \cdot 34,6}{1,25} = 55,36 \text{ рад/с}$$

Била масса маркази жойлашган айлана радиуси

$$R_c = R_o + l_1 = 0,62 + 0,045 = 0,665 \text{ м,}$$

бу ерда  $R_o = 0,62$  м – била осилган ўқдан ротор ўқиғача бўлган масофа.

Била инерциясининг марказдан қочма кучи

$$P_u = m \omega^2 R_c = 9,36 \cdot 55,36^2 \cdot 0,665 = 19\,076 \text{ Н}$$

Била осилган ўқ диаметри конструктив  $d = 0,035$  м га тенг деб қабул қиламиз, ўқ остидаги тешик диаметрини эса  $0,037$  м га тенг деб қабул қиламиз. Унда ўқдаги эгувчи кучланиш қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_u = \frac{1,36^3 P_u \delta}{d^3} = \frac{1,36^3 \cdot 19\,076 \cdot 0,07}{0,035^3} = 78,342 \text{ МПа}$$

Мустақкамлик шarti бажарилди, яъни  $\sigma_n < [\sigma_n]$ .

Диск қалинлиги  $\delta_o = 0,04$  м бўлганда, ундаги эгилиш кучланишига тенг бўлади.

$$\sigma_{cv} = \frac{P_u}{\delta_o d} = \frac{19\,076}{0,04 \cdot 0,035} = 13,626 \text{ МПа}$$

Бу ҳам диск учун мустақкамлик шартини қаноатлантиради.

Тешиклар орасидаги ўқ остига осилган била ва биланинг ташқи кирраси орасидаги минимал ўлчам қуйидаги шартни қаноатлантиради.

$$h_{\min} \geq \frac{0,5 P_u}{\delta_o [\tau]} = \frac{0,5 \cdot 19\,076 \cdot 10^{-6}}{0,04 \cdot 60} = 0,003974 \text{ м}$$

Шунингдек, юкорида қабул қилинган қийматнинг параметри  $0,005$  м га тенг ва мустақкамлик шартини тўлиқ қаноатлантиради.

Шкивдаги ҳавфли кесимдаги ўқ диаметри қабул қилинган электр юриткич қуввати  $N = 154$  кВт дан келиб чиққан ҳолда аниқлаш мумкин:

$$d_o = 0,052 \sqrt{\frac{N}{\omega}} = 0,052 \cdot \sqrt{\frac{154}{55,36}} = 0,087 \text{ м}$$

Шпонқали пазда ўқнинг кучсизланишини ҳисобга олган ҳолда ўқ диаметрини  $0,1$  м деб қабул қиламиз.

Марказий тешик ҳосил қилувчи дискда максимал айланма кучланиш қуйидагига тенг:

$$\sigma_{r_{\max}} = \rho \omega^2 \left[ 0,0825 \cdot \left( \frac{D_p}{2} \right)^2 + 0,175 r_o^2 \right] = 7850 \cdot 55,36^2 \cdot \left[ 0,0825 \cdot \left( \frac{1,25}{2} \right)^2 + 0,175 \cdot 0,05^2 \right] = 0,786 \text{ МПа}$$

бу ерда  $\rho = 7850$  кг/м<sup>3</sup> – диск материалнинг зичлиги;  $r_o = 0,05$  м – дискдаги марказий тешикнинг радиуси.

Била инерция кучидан марказий диск ҳосил қилувчи айланма кучланиш қуйидаги формула орқали топилади:

$$\sigma_t = \frac{P_u R_o z}{\pi \delta_o (R_o^2 - r_o^2)} = \frac{19076 \cdot 0,62 \cdot 6}{\pi \cdot 0,04 \cdot (0,62^2 - 0,05^2)} = 1,479 \text{ МПа}$$

бу ерда  $z = 6$  – биланинг олти қаторли жойлашишида ўк остига осилган дискдаги тешиқлар сони (мисол 2-2 га қаранг).

Марказий тешиқ ҳосил қилувчи дискда кучланишларнинг ҳисобланган қиймати рухсат этилган чегараларда катта заҳира билан топилади.

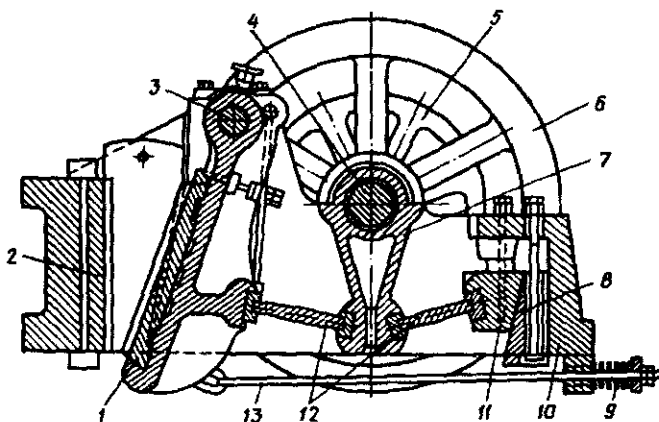
$$\sigma = \sigma_{t \max} + \sigma_t = 0,786 + 1,479 = 2,265 \text{ МПа}$$

### 3.3.1. Жағли майдалагич

Саноат жағли майдалагичлари қаттиқ ва ўртача қаттиқ жисмларни йирик ва ўртача майдалаш учун хизмат қилади. Бу турдаги майдалагичлар жисмни майлашнинг дастлабки ва иккиламчи босқичларида қўлланилади. Майдалаш даражаси одатда  $i=3...5$ . Ҳаракатчан жағининг ишчи траекториясига қараб оддий (ШДП) ва муракааб (ШДС) тебранишли бўлади.

Жағи оддий тебранишли жағли майдалагичларда кўзғалмас ва ҳаракатчан плиталарнинг узлукли яқинлашишидан ҳосил бўлган конусли камерада материални эзиш ва ёриш усуллари билан амалга оширилади (3.6-расм).

Майдаланган материал ҳаракатчан плита орқага юриши пайтида майдалагичдан тўкилади.



3.6-расм. Оддий ҳаракатли жағли майдалагич.

1-ҳаракатчан плита; 2-кўзғалмас плита; 3-ҳаракатчан плита ўқи; 4-эксцентрик ўк; 5-шків; 6-маховик; 7-шатун; 8,11-ростловчи поналар; 9-пружина; 10-станина; 12-дастаклар; 13-тортқич.

Майдалагич жағлари осон ечиладиган, едирилишга чидамли, киррали плиталар билан копланган бўлиши керак. Ҳаракатчан плита кўзғалмас ўкга маҳкамланади ва эксцентрик ўк орқали шатун ёрдамида тебранма ҳаракатга келтирилади. Ўз навбатида шатун шарнир дастак 12 орқали ҳаракатчан плита ва ростловчи поналар 8 ва 11 лар билан боғланган. Ушбу поналарни сурилиши ростловчи болтлар ёрдамида амалга оширилади ва чиқиш йўли энини керакли ўлчамда ўрнатилишига олиб келади. Бу эса тўғридан-тўғри материални майдалаш даражасига таъсир этади. Тортқич 13 ва пружина 9 лар ёрдамида плита 1 нинг қайтар ҳаракатига эришилади. Шатун 7 ва йириб турувчи плиталар тирсакли дастакни ташкил қилади. Майдалагич конструкциясининг асоси бўлиб тирсакли дастак ҳисобланади ва юқори босимлар ҳосил қилади.

Жағли майдалагичлар тузилиши содда ва иш жараёнида ишончли. Аммо, унинг таркибида тебранувчи массалар (яъни ҳаракатланувчи плита, тирсакли дастак ва ҳоказо) бўлгани учун уни оғир пойдеворларга ўрнатиш зарур.

Жағли майдалагыч ишининг асосий параметрлари: илинтириш бурчаги; ўкнинг айланиш частотаси; иш унумдорлиги ва энергия сарфи.

Материалнинг майдаланиш даражасига илинтириш бурчаги  $\alpha$  катта таъсир кўрсатади. Агар,  $\alpha$  катта бўлса, майдаланиш даражаси  $i$  ортади.

Одатда, ушбу бурчак қиймати  $\alpha=15..22^\circ$  оралигида бўлади.

Харакатчан плитанинг бир ҳолатдан иккинчисига ўтиш даври  $\tau=30/n$ . Бу вақт ичида материал  $S=g\tau^2/2=(g/2)(30/n)^2=450g/n^2$  масофани босиб ўтади.

Агар, ҳаракатчан плита тебраниш йўли  $l$  (см) бўлса, майдалагыч камерасидаги материал баландлиги  $h=l\text{tg}\alpha$  га тенг бўлади.

Оғирлик кучи таъсири остида материалнинг тўкилиши  $l\text{tg}\alpha \leq 450g/n^2$  бўлган шарт бажарилса амалга ошади.

Харакатчан плитанинг жуфт тебраниш сони  $n$  (мин<sup>-1</sup>) ушбу формуладан топилади:

$$n \leq \sqrt{\frac{450 \cdot g \cdot \text{tg}\alpha}{l}} \quad (3.33)$$

$\alpha = 22^\circ$  бўлган ҳолда майдалагычнинг иш унумдорлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

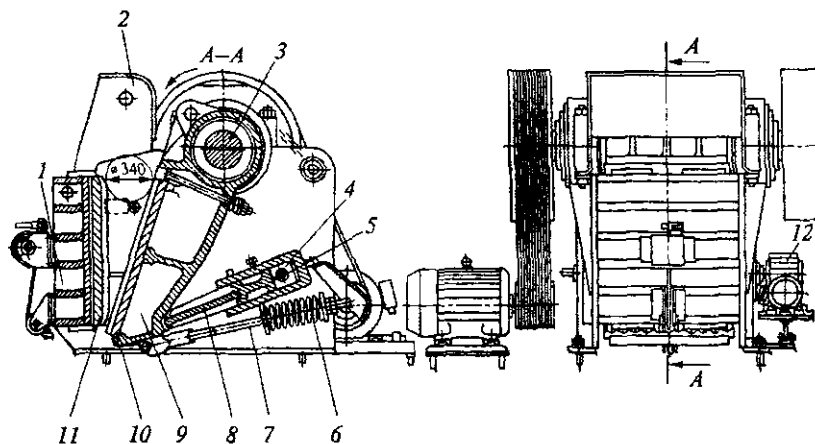
$$Q = 0,15\mu \cdot d_{\text{yp}} \cdot l \cdot b \cdot n \cdot \rho_k \quad (3.34)$$

бу ерда  $\mu$  - майдаланган материалнинг юмшаш коэффициенти ( $\mu=0,2..0,65$ );  $d_{\text{yp}}$  - майдаланган материал бўлақларининг ўртача ўлчами, см;  $l$  - плита юриш йўлининг узунлиги, см;  $b$  - тўкиш тиркишининг узунлиги, см;  $n$  - 1 минут ичида жуфт тебранишлар сони;  $\rho$  - материал зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

Майдалагычнинг 1 т/соат иш унумдорлигида учун 400...1500 Вт энергия сарфи тўғри келади.

Ушбу майдалагыч афзалликлари: оддий ва ихчам, унча катта жой эгалламайди; ишлатиш осон ва турли соҳаларда кенг тарқалган.

Камчиликлари: оғир пойдевор талаб қилади; бинони тебратади; зарба ва шовқин билан ишлайди.



3.7-расм. Жағи мураккаб ҳаракатланувчи майдалагыч:

1—олд девор; 2—ҳимоя кобиғи; 3—етақчи эксцентрик ўк; 4—орт балка; 5—ростлаш мосламаси винти; 6—пружина; 7—асос; 8—йириб турувчи плита; 9—ҳаракатланувчи жағ; 10—майдаловчи плита; 11—кўзгалмас плита; 12—электр юриткич.

**Жағлари мураккаб ҳаракатланувчи майдалагыч** (3.7-расм) конструктив жиҳатдан чайқалувчи майдалагычга нисбатан содда ва массага камроқ.

Ушбу машинада шатун йўқ бўлиб, ҳаракатланувчи жағ бевосита эксцентрик ўкга 3 ўрнатилган. Бундай конструктив тузилиш ҳаракатланувчи жағ нукталари эллиптик траектория бўйлаб эллипс ўқининг минимал фаркида юқорига ва пастга ҳаракатланади.

Материални майдалаш уни эзиш, ёриш ва едирилиш усулларида амалга оширилади. ШДС русумли майдалагичлар ўрта ва паст мустаҳкамликдаги тоғ жинсларини майдалаш учун мўлжалланган.

Жағли майдалагичларнинг асосий ўлчамлари: кенглиги  $B$  ва узунлиги  $L$  орқали аниқланади.  $B$  майдалагичга тушаётган бўлақларнинг максимал катталигини характерлайди ( $D_{\max}=0,85B$ ),  $L$  катталик эса унинг асосий унумдорлигини белгилайди.

Саноат миқёсида ишлаб чиқарилувчи бир қатор жағли майдалагичларнинг асосий параметрлари ва ўлчамлари 3-6 жадвалда келтирилган.

**Жағли майдалагичларни ҳисоблаш учун асосий формулалар.** Жағли майдалагичларни ҳисоблашда бошланғич маълумотлар материалдаги бўлақларнинг максимал йириклиги  $D_{\max}$ , тайёр маҳсулотдаги максимал йириклиги  $d_{\max}$ , материал мустаҳкамлиги ва унумдорлиги  $Q$  лар зарур.

3-6 жадвал

Жағли майдалагичларнинг асосий параметрлари

Параметр	Қабул қилувчи тешиқларнинг ўлчамлари $B \times L$ , мм									
	ШДП				ШДС					
	600×900	90×1200	1200×1500	1500×2100	160×250	250×400	250×900	400×600	400×900	600×900
Бошланғич материалнинг йириклиги (мм)	510	700	1000	1300	140	210	210	340	340	510
Илашиш бурчаги (°)	19	20	20	20	15	15	15	17	17	19
Чиқиш тиркишининг номинал кенглиги (мм)	100	130	150	180	30	40	40	60	60	80
Чиқиш тиркишининг ўзгариш диапазони (%) кам эмас	±25	±25	±25	±25	±50	±50	±50	-30 +50	-30 +50	±25
Чиқиш тиркишининг номинал кенглигида унумдорлик ( $m^3/соат$ )	50	160	280	550	2,8	7,0	14	15	25	55
Асосий ўқнинг айланиш частотаси (айл/мин)	–	170	150	125	–	275	275	–	290	250
Электр юриткичнинг қуввати. (кВт)	75	100	160	250	10	17	40	30	55	75
Габарит ўлчамлари (м):										
узунлиги	3,9	5,0	6,4	7,5	1,0	1,4	1,7	1,7	2,2	2,7
кенглиги	2,5	6,0	6,8	7,0	1,0	1,3	1,7	1,8	2,2	2,6
баландлиги	3,0	4,0	5,0	6,0	1,1	1,5	2,3	1,6	2,6	2,5

**Майдаланаётган материалнинг йириклиги.** Тайёр маҳсулотнинг максимал йириклиги қуйидаги формула орқали ҳисобланади

$$d_{\max} = K_p K_r \sqrt{\left(\frac{t}{2}\right)^2 + (b+h)^2}, \quad (3.35)$$

бу ерда  $K_p$  – майдалаш плита юзалари ғадир-будурликлари конфигурациясини ҳисобга олувчи коэффициент (учбурчак шакллар учун  $K_p = 0,8$ ; трапециясимон учун  $K_p = 0,7$ );  $K_r$  – тоғ жинси шаклини ҳисобга олувчи (юқори мустаҳкамликка эга базальт ва кварцит учун  $K_r = 1,1$ ; ўрта мустаҳкамликдаги гранит учун  $K_r = 1,0$ ; мустаҳкамлиги паст булган охактош учун  $K_r = 0,8$ );  $t$  – ғадир-будурликлари қадами (мм) (тахминий ҳисоб учун  $t=b$ );  $b$  – чиқариш тиркишининг кенглиги (мм);  $h$  – ғадир-будурлик баландлиги (мм) ( $h \approx t/2 \approx b/2$ ).

Майдаланган маҳсулотнинг ўртача ўлчами  $d_{св}$  (мм):

$d_{св}=0,65b$  қабул қилинган тешиқ кенглиги  $\leq 600$  мм майдалагич учун;

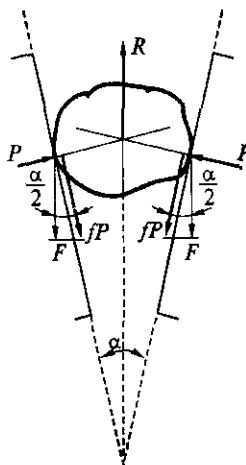
$d_{св} = 0,8b$  қабул қилинган тешиқ кенглиги  $\leq 900$  мм майдалагич учун.

**Илиш бурчаги  $\alpha$**  ни ҳисоблаш, яъни ҳаракатланувчи ва кўзгалмас жағлар орасидаги бурчак (3.8 расм). Илиш бурчаги шундай бўлиши керакки, жағлар орасида жойлашган материал босиш натижасида парчаланари, аммо тепага чиқмайди.

Жағлар орасидаги бўлакка кучланишлар  $P$  ва уларнинг бир хилда таъсир этувчиси  $R$  босиб туради:

$$R = 2P \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Агар (3.35а) формуладан топиладиган ишқаланиш кучлари  $F$  сиқиб чиқариш кучи  $R$  га тенг ёки катта бўлса, майдаланаётган материал бўлаги сиқиш даврида юқорига чиқиб кетмайди:



3.8-расм. Жағли майдалагични ҳисоблаш схемаси

$$F = fP \cos \frac{\alpha}{2} \tag{3.35a}$$

Ва машинанинг нормал ишлаши учун қуйидаги шартни бажарилиши шарт:

$$2fP \cos \frac{\alpha}{2} \geq R;$$

$$2fP \cos \frac{\alpha}{2} \geq 2P \sin \frac{\alpha}{2}; \tag{3.36}$$

$$f \cos \frac{\alpha}{2} \geq \sin \frac{\alpha}{2} \text{ или } f \geq \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

бу ерда  $f$  – ишқаланиш коэффициенти.

Ишқаланиш коэффициенти ўрнига  $\operatorname{tg} \varphi$  киритиб (бу ерда  $\varphi$  – ишқаланиш бурчаги), нормал ишлаш шартини оламиз:

$$\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad \text{ёки} \quad 2\varphi \geq \alpha. \tag{3.37}$$

Пўлат плиталар учун майдаланадиган материал билан ишқаланиш коэффициенти  $f = 0,25 \dots 0,35$  га,  $\varphi = 14 \dots 19^\circ$  ишқаланиш бурчаги мос келади. Бу ердан илашиш бурчаги  $\alpha = 28 \dots 38^\circ$  қийматигача чиқиши мумкин, лекин амалиётда кафолатли илашишни ва унумдорликни ошириш учун илашиш бурчаги  $17 \dots 20^\circ$  оралиғида қабул қилинади.

**Майдалаш камераси ўлчамларини ҳисоблаш** – юклаш штуцерининг кенглиги  $B$ , чиқиш тирқишининг кенглиги  $b$ , ҳаракатланувчи жағ қадами  $S$ .

Юклаш тешигининг кенглиги  $B$  максимал йирикликдаги бўлақларнинг эркин тушишини таъминлаши керак. Шунинг учун қуйидаги шартга амал қилиш шарт:



$$B \geq D_{\max}/0,85 \quad (3.38)$$

Автоматик линияларда оператор назоратсиз ишлайдиган майдалагичлар учун, юклаш тешигининг кенглиги ва юкладиган материал бўлақларининг максимал ўлчами қуйидаги шартни қаноатлантириши шарт:

$$B \geq D_{\max}/0,5 \quad (3.39)$$

Стандарт майдалаш плиталарини ишлатишда чиқиш тиркишининг кенглиги  $b$  тайёр маҳсулотдаги бўлақларнинг максимал йириклигига боғлиқ

$$d_{\max} = 0,5b \quad (3.40)$$

(3.40) тенгламадан керак пайтда материалнинг майдалаш даражасини аниқлаш мумкин

$$i = D_{\max}/d_{\max} \quad (3.41)$$

Ҳаракатланувчи жағнинг қадами  $S$ , яъни жағли майдалагичнинг асосий техник-эксплуатацион кўрсаткичи майдалаш камерасида материалнинг сиқиш қадамига боғлиқ параметр бўлиб ҳисобланади.

Материални бўлагини майдалаш учун унинг майдаловчи плиталар орасидаги қадами майдалашгача бўлган юриш қадамидан кам бўлмаслиги керак.

$$S > e \cdot D, \quad (3.42)$$

бу ерда  $e = \sigma_{сж}/E$  – майдаланадиган материал нисбий сиқиши;  $\sigma_{сж}$  – сиқиш кучланиши (Па);  $E$  – Юнг модели (Па);  $D$  – бўлақ ўлчами (мм).

Кўпчилик майдаланадиган материал бўлақлари ноаниқ шаклга эга бўлгани учун ва майдаловчи плиталар билан тўқнашиш даврида юза бўйлаб эмас, балки нуктада таъсирлашгани учун жағнинг юриш қадами каттарок бўлиши талаб этилади.

Жағли майдалагичлар учун сиқиш қадамини оптимал қиймати  $S$  (мм) тажриба йўли билан аниқланди:

ШДС учун

$$S_B = (0,06-0,03)B, \quad S_H = 7 + 0,10b; \quad (3.43)$$

ШДП учун

$$S_B = (0,01-0,03)B, \quad S_H = 8 + 0,26b,$$

бу ерда  $S_B, S_H$  – майдалаш камерасида юқори ва пастки нукталарига мос келадиган сиқиш қадами (мм).

Сиқиш қадами давомида ушбу берилган нуктанинг траекторияси ҳаракатланувчи жағни кўзгалмас жағга перпендикуляр қилиб олинади.

**Майдалагич эксцентрик ўқ айланиш частотасининг ҳисоби  $n$**  (айл/с) қуйидаги формула бўйича олиб борилади:

$$n = 0,5 \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2S_H}} \quad (3.44)$$

(3.44) формулада машинанинг конструктив қулайлиги ва бир қанча, майдалаш жараёнига тегишли омиллар ҳисобга олинмаган, масалан, материал бўлақларининг машинага қўйилганда уларнинг ўзаро ва плиталарга ишқаланиш кучи инobatга олинмаган. Шунинг учун таъқаб ва оддий ҳаракатли жағли майдалагич ҳаракатланувчи жағи ўқининг айланиш частотаси олинган қийматини

- тешиқ кенглиги 600 мм ва  $n = 17b^{-0,3}$ ;

- тешик кенглиги 900 мм ва  $n = 13b^{-0,3}$

кўп бўлмаган корреляцион коэффициентга кўпайтириш керак:

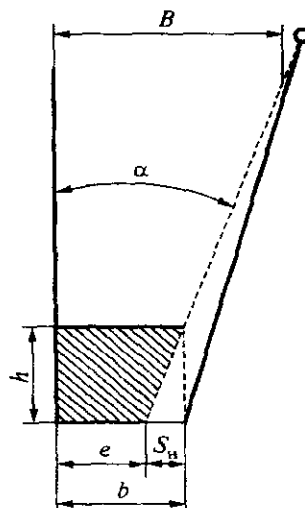
**Жагли майдалагичларнинг унумдорлиги  $Q$**  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) кўлланма бўйича ҳисобланади, майдалагич тўкиш штуцеридан олинаётган материал факатгина ҳаракатланувчи жағнинг қайтишида содир бўлади ва бунда ўкнинг бир маротаба айланишида майдалагичдан бир қисм материал тўкилади  $V$  (призмадаги охириги  $h$  баландлик (3.9 расмда штрихланган майдон)).

Майдалагич унумдорлиги

$$Q = \frac{\mu \cdot n \cdot S_H \cdot L(e+b)}{2 \cdot \text{tg}\alpha}, \quad (3.45)$$

бу ерда  $\mu$  – призма ҳажмида материалнинг ғоваклилигини ҳисобга олувчи коэффициент ва тажриба натижаларига биноан 0,4...0,75 қийматга тенг;  $e$  катталиқ  $b = e + S_H$  формуладан топилади;  $L$ –қабул қилувчи тешик узунлиги (м).

Ушбу формула орқали ҳисобланган унумдорлик кўп ҳолларда ҳақиқийсидан фарқ қилади, чунки бошланғич маълумотлар майдалаш камерасидаги кечаётган жараёнларни тўлиқ камраб ололмайди.



3.9-расм. Жагли майдалагичнинг тўкиш схемаси.

Б.В.Клушанцев жагли майдалагичлар унумдорлигини аниқлашни (3.45) билан таққослаганда кўшимча параметрларини ҳисобга олувчи формула келтириб чиқарилди:

$$Q = \frac{c S_{cp} L b n (B+b)}{2 D_{св} \text{tg}\alpha}, \quad (3.46)$$

бу ерда  $c$  – кинематика коэффициенти (ЩДП учун  $c = 0,84$ , ЩДС учун  $c = 1$ );  $S_{cp} = 0,5 (S_H + S_B)$  – жағнинг ўртача эквивалент қадами (м);  $D_{св}$  – бошланғич материалдаги ўртача оғирликдаги бўлақларнинг ўлчами (м) тешик кенглиги 600 мм ли ва  $D_{св}$  дан кам майдалагичлар учун юклаш тешик кенлигига тенг деб қабул қилинади  $B$ . Юклаш тешик кенлиги 900 мм ва ундан катталари учун  $D_{св} = (0,3...0,4) \cdot B$ .

**Электр юриткич қувватини  $N$**  (кВт) В. А. Олевским формуласи бўйича ҳисоблаш мумкин:

ЩДП учун

$$N = 700 \cdot m \cdot L \cdot H \cdot S \cdot n; \quad (3.47)$$

ЩДС учун

$$N = 720 \cdot L \cdot H \cdot n \cdot r, \quad (3.48)$$

бу ерда  $m = 0,56...0,60$  – конструктив коэффициент;  $L$  – майдалаш камераси узунлиги (м);  $H$  – кўзғалмас плиталар баландлиги, м;  $S_H$  – пастки зонада сиқиш қадами, м;  $r$  – ўк эксцентриситети, м;  $n$  – ўкнинг айланиш частотаси, айл/с.

Шунингдек машинани ишга тушириш пайтида максимал юкламаларни енгиб ўтади, электр юриткичнинг охирги қуввати бир қанча захира билан хусусий ҳолларда (3.47), (3.48) биноан олинган қийматни 1.5 коэффицентга кўпайтириб қабул қилинади.

**Асосий элементлардаги юкламалар ҳисоби.** Майдалагич деталларидаги юкланишни ҳисоблаш учун майдалашга тенг таъсир этувчи кучни  $P$  аниқлаш керак ва график тасвирлаш орқали майдалагич механизмларига таъсир қилувчи кучлар топилади. Майдалашда ҳар хил турга эга, аммо тажрибаларни кўрсатишича, майдалашнинг асосий кўриниши бу чўзиш кучланиши ҳисобланади. Бунга сабаб, майдаланаётган бўлак коворқалар орасида сикилади ва бунақа юкланиш таъсирида сикишга перпендикуляр бўлган ва уни майдалайдиган чўзиш кучланиши ҳосил бўлади. Шартли равишда майдалаш бўшлиғини шар шаклидаги бўлақлар тўлдирилган деб қабул қилиб, майдаловчи плитага таъсир қилувчи умумий юкланишни  $P_{\text{дроб}}$  (Н) оламиз:

$$P_{\text{дроб}} = K\pi^2\sigma_p F_{\text{дроб}} / 8,$$

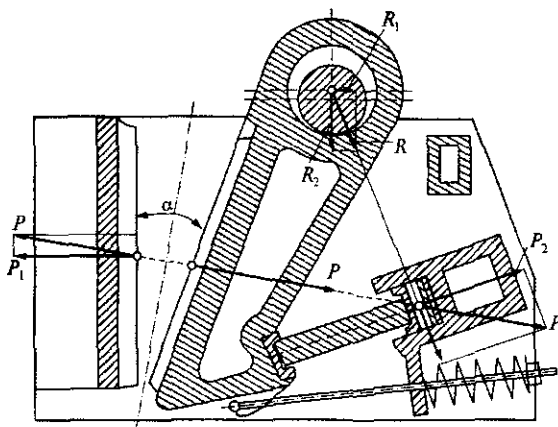
бу ерда  $K$  – жағнинг бир маротаба тебраниш оралиғида бир вақтнинг ўзида майдаланиш ва эзилинишни ҳисобга олувчи коэффицент;  $F_{\text{дроб}}$  – майдаловчи плитанинг фаол юзаси (майдалашда қатнашувчи) ( $\text{м}^2$ );  $\sigma_p$  – майдаланувчи материалдаги чўзилиш кучланиши (МПа).

Асосий майдалагичларда мустақкамлик чегараси 300 МПа дан катта бўлмаган жисмларни майдалаш учун қўлланилгани учун, уларни ҳисоблаш максимал юклама 2,7 МПа га тенг деб қабул қилинади.

Майдалагичларни эксплуатация қилиш тажрибасидан маълум бўлдики, майдалагичларнинг нормал ишлаши учун ҳимояловчи мосламаларнинг сохта ишга тушиб кетмаслиги учун номинал юкламдан ортиб кетиш коэффицентини 1,5 га тенг деб қабул қилинади. Шунинг учун, ҳисобланган юклама  $P_{\text{расч}}$  (МН) 1,5 маротаба оширилиши керак, яъни

$$P_{\text{расч}} = 1,5P_{\text{дроб}} = 1,5K\frac{\pi^2\sigma_p}{8} F_{\text{дроб}} \approx 1,5 \cdot 2,7 F_{\text{дроб}}. \quad (3.49)$$

3.10-расмда мураккаб ҳаракат қилувчи жағли майдалагич қисмларига таъсир қилувчи кучланишни аниқлаш схемаси тасвирланган. Кетма-кет яқинлашиш усули ёрдамида майдалашдаги тенг таъсир этувчи кучланишлар  $P$  майдаловчи плита марказига тушиш бурчаги  $\alpha$  биссектрисасига перпендикуляр йўналган. Кўриниб турибтики, станинанинг олд деворига таъсир қилувчи  $P_1$  куч,  $P\cos\alpha/2$  га тенг. Тенг таъсир қилувчи кучлар чизигини кесишиш нуктасигача давом эттириб ва эксцентрик ўқи билан туташтириб майдалагич асосий қисмларига таъсир қилувчи кучнинг йўналиши ва қийматини топамиз:  $R$  – эксцентрик ўқ ва қисмдаги подшипник қабул қилувчи кучланиш,  $P_2$  – ростловчи қурилма ва плита қабул қилувчи кучланиш.



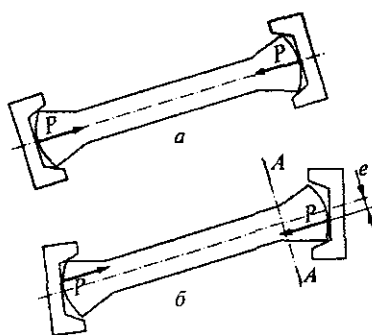
3.10-расм. Жағли майдалагичда кучланишларни аниқлаш схемаси.

Жағли майдалагич эксцентрик ўқи эгилиш ва буралиш кучланишига дучор бўлади. Ўқга тушаётган юклама симметрик равишда тақсимланади деб мос равишда подшипникка таъсир қилувчи кучланиш бир хил ва  $R/2$  га тенг бўлади қабул қилиш мумкин. Ушбу маълумотлар бўйича эгувчи ва буровчи моментлар эюраларини куриш мумкин, кейин ҳавфли соҳада эгилиш кучланишини аниқлаймиз  $\sigma_{\max} = -M_{изг}/(0,1d^3)$ , шунингдек буралиш кучланиши  $\tau = M_{кр}/(0,2d^3)$ , бу ерда  $M_{изг}$  – эгувчи момент,  $M_{кр}$  – буровчи момент;  $d$  – ўқнинг кўндаланг кесим диаметри.

Жағ ва шатунлар ҳисоби, бир томондан шарнирли маҳкамланиш (ўқ остига осилган, эксцентрик ўқ), иккинчи томондан – йириб турувчи плитага таянган балкага ўхшаб ҳисобланади. Жағ эгилишга, шатун эса чўзилишга ҳисобланади.

Жағли майдалагичлар вақти-вақти билан тушадиган кучланишлар шароитида ва бир зумда ошиб кетадиган юкламалар остида ишлайди. Шунинг учун йириб турувчи плита чегаравий мустаҳкамлик ва чидамлилиққа ҳисоблаш даркор.

3.11-расмда йириб турувчи плитага таъсир қилувчи куч схемаси келтирилган. Ушбу ҳолатда плита фақат сиқиш кучланишига дучор бўлади.



3.11-расм. Жағли майдалагичларнинг таянч плитасига таъсир қилувчи куч схемаси:  $a$  – плита ўқи бўйича;  $b$  – кучнинг ҳаракат чизиғи плита ўқи билан мос тушмайди.

Йириб турувчи плитадаги кучланиш

$$\sigma = \frac{P}{F} \pm \frac{P \cdot e}{W}, \quad (3.50)$$

бу ерда  $P$  – йириб турувчи плитани сиқувчи кучланиш;  $F$  – ҳисоб юзасининг қиймати ( $A-A$  кесим бўйича);  $e$  – юкланишдаги эксцентриситет;  $W$  – кесимнинг қаршилиқ моменти,  $m^3$ .

Одатда ушбу плиталар маркаси СЧ 18-36 ёки СЧ 24-44 бўлган кулранг чўяндан тайёрланади. Чегаравий мустаҳкамлик  $n = \sigma_0/\sigma$  формула бўйича ҳисобланади, чидамлилиқ  $n = \sigma_0/\sigma$  ( $\sigma_0$  – эгилишда плита материалнинг мустаҳкамлик чегараси;  $\sigma_0$  – юкланиш пульсли циклида чидамлилиқ чегараси) формула бўйича ҳисобланади.

**Мисол 2-4.** Гранит бўлақларининг максимал ўлчами  $D_{\max} = 1250$  мм ва йириклиги  $d_{\max} = 180$  мм майдалаш учун мўлжалланган жағли майдалагич маркасини танлансин.

**Бошланғич маълумотлар.** Майдаланаётган материалнинг мустаҳкамлик характеристикалари:  $\rho = 2630$   $kg/m^3$ ;  $\sigma_{сж} = 140$  МПа;  $E = 7,5 \cdot 10^4$  МПа;  $f = 0,25$ .

Максимал йирикликдаги бўлақларнинг эркин тушишини таъминловчи юклаш штуцерининг кенглигини (3.38) бўйича:

$$B = \frac{1250}{0,85} = 1470 \text{ мм.}$$

Ушбу қийматдан келиб чиққан ҳолда 3-6 жадвал бўйича ШДП15×21 типдаги жағи оддий ҳаракатланувчи қуйидаги техник характеристикага эга майдалагич танлаймиз:  $B = 1500$  мм;

$L = 2100$  мм;  $D_{\max} = 1300$  мм;  $\alpha = 20^\circ$ ;  $b = 180$  мм;  $S = 44$  мм;  $n = 125$  айл/мин;  $Q = 550$  м<sup>3</sup>/ч;  $N = 250$  кВт.

Иккита шартнинг бажарилишини текшираимиз:

Майдаланадиган материалнинг илиниш шарти  $\varphi = \arctg(f) = \arctg 0,25 = 14,036$ . Шунингдек, майдалагичнинг илиш бурчаги  $\alpha$  материал ишқаланиш бурчагидан 2 мартаба кам. Шунга эътиборан, (3.37) асосан материал майдалаш камерасидан сиқиб чикмайди; (3.42) шартга биноан материал камерадан сиқиб чикарилмайди.

Материал бўлагини сиқиш даврида майдаланиш шарти (3.42 формула). Нисбий сиқиш катталиги

$$e = \sigma_{сж}/E = 140/(7,5 \cdot 10^4) = 1,867 \cdot 10^{-3}$$

га тенг.

Шундан жағнинг керакли минимал қадами  $eD_{\max} = 1,867 \cdot 10^{-3} \cdot 1250 = 2,33$  мм ни ташкил этди. Жағнинг номинал қадами табиий равишда кам  $S=44$  мм. Майдаланадиган материалларнинг бир хил шаклга эга эмаслиги ва бўлақларнинг ўлчамлари ҳар хиллигини ҳисобга олиб (3.43) формула бўйича сиқишнинг оптимал қадамини аниқлаймиз:

Майдалаш камерасининг юқори нуктаси

$$S_B = 0,02 \cdot B = 0,02 \cdot 1500 = 30 \text{ мм};$$

Майдалаш камерасининг пастки нуктаси

$$S_H = 8 + 0,26 \cdot b = 8 + 0,26 \cdot 180 = 55 \text{ мм}.$$

бу ҳолатда (3.42) шарт бажариляпти, мос равишда берилган йирикликдаги материални ишончли майдаланишини таъминланаяпти.

**Мисол 2-5.** Мисол 2-4 да танланган майдалагичнинг асосий кинематик ва технологик параметрлари ҳисоблансин: юритувчи эксцентрик ўқнинг айланиш частотаси, унумдорлик ва электр юриткичининг қуввати.

Майдалагич ўқининг оптимал айланиш частотасини (3.44) бўйича аниқлаймиз:

$$n = 13b^{-0,3} = 13 \cdot 180^{-0,3} = 2,74 \text{ айл/с}.$$

Ўқнинг ишчи айланиш частотаси 2,08 айл/с дан ошиб кетади. Бу шундан дарак берадики, майдалагич тўлдирилмаган ҳолатда ишлайди.

Бошланғич материалдаги бўлақларнинг ўлчами

$$D_{св} = 0,35B = 0,35 \cdot 1,5 = 0,525 \text{ м}$$

Майдаланган материалда эса

$$d_{св} = 0,8b = 0,8 \cdot 0,18 = 0,144 \text{ м}$$

майдалаш даражаси

$$i = D_{св}/d_{св} = 0,525/0,144 = 3,65$$

Унумдорлик (3.46) бўйича

$$Q = \frac{c S_{\varphi} L b n (B + b)}{2 D_{св} \operatorname{tg} \alpha} = \frac{0,84 \cdot 0,04 \cdot 2,1 \cdot 0,18 \cdot 2,08 \cdot (1,5 + 0,18)}{2 \cdot 0,525 \operatorname{tg} 20^\circ} = 0,116 \text{ м}^3/\text{с} (417,6 \text{ м}^3/\text{соат})$$

Бундаги керакли энергия сарфини (3.47) бўйича ҳисоблаймиз

$$N = 700mLHsn = 700 \cdot 0,56 \cdot 1,2 \cdot 0,48 \cdot 0,055 \cdot 2,08 = 25,8 \text{ кВт}$$

бу ерда  $S = 0,055 \text{ м}$  – майдалаш камерасидаги пастки нуқтада сиқиш қадами (2.4 мисолга қаранг).

Кўзғалмас плита баландлиги:

$$H = \frac{B-b}{\operatorname{tg}(90^\circ - \alpha)} = \frac{1,5 - 0,18}{\operatorname{tg}(90^\circ - 20^\circ)} = 0,48 \text{ м}$$

### 3.3.2. Конусли майдалагич

**Конусли майдалагич** материалларни йирик, ўрта ва майда янчиш учун ишлатилади. Жараён асосан эзиш ва синдириш усулларида олиб борилади.

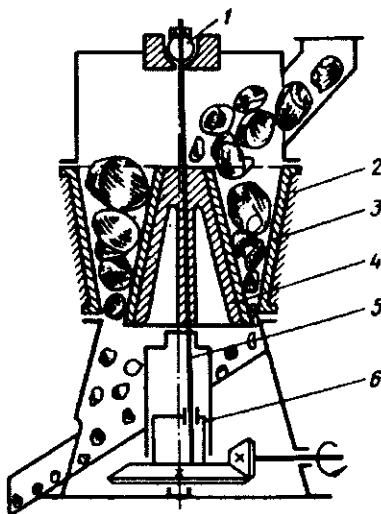
Технологик жихатдан ушбу машиналар қуйидаги синфларга бўлинади:

- 1) йирик майдалаш конусли майдалагич (ККД) лари  $i = 2 \dots 6$  майдалаш даражасини таъминлайди;
- 2) ўртача майдалаш конусли майдалагич (КДС) лари  $i = 5 \dots 10$  майдалаш даражасини таъминлайди;
- 3) майда янчиш конусли майдалагич (КМД) лари  $i = 20 \dots 50$  майдалаш даражасини таъминлайди;

Конусли майдалагичлар юқори абразив ва мустаҳкамлиги  $\sigma_{сж} \leq 300 \text{ МПа}$  гача бўлган материалларни майдалаш учун ишлатилади. Ушбу машиналар катта иш унумдорлиги билан ажралиб туради. Кимё саноатида асосан КСД ва КМД русумли майдалагичлар қўлланилади.

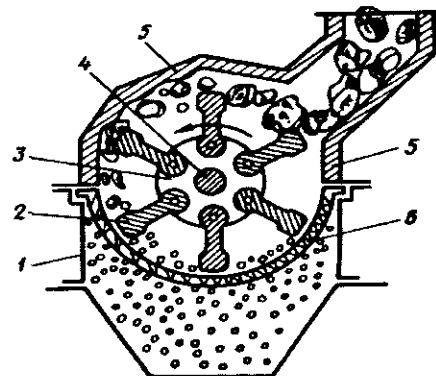
Майдалаш қурилма қобиғи ва конуссимон шаклдаги айланувчи каллак орасида амалга оширилади (3.12-расм).

Конуссимон, айланувчи конус қурилма ўртасидан маълум масофада четга ўрнатилган, эксцентрик айланма ҳаракат қилади. Айланувчи конус қобиғининг бир томониغا яқинлашса, иккинчи томонида қобиқ ва конус каллак орасидаги масофа кўпаяди ва у ердан майдаланган материаллар тўкилади.



3.12-расм. Конусли майдалагич.

1-шарсимон таянч; 2-қобиқ;  
3-зирхли плита; 4-каллак;  
5-вертикал ўқ; 6-эксцентрик.



3.13-расм. Болғали майдалагич.

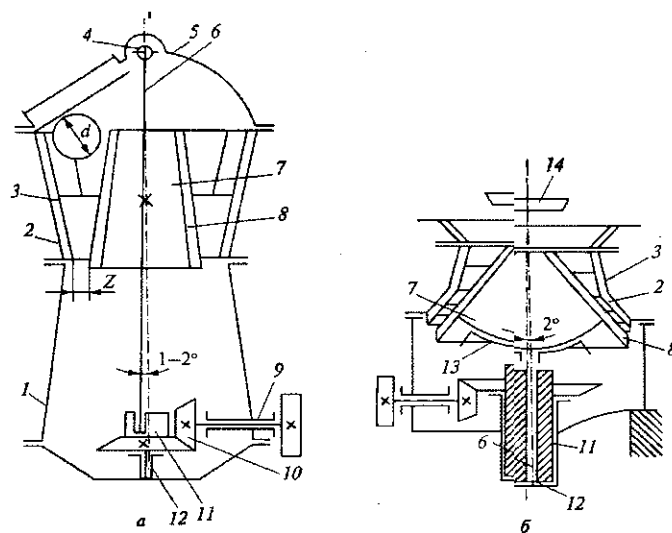
1-қобиқ; 2-майдаловчи болға; 3-диск; 4-ўқ;  
5- зирхли плита; 6-колосникли тўр парда.

Афзалликлари - унумдорлиги катта, материал узлуксиз эзиш ва буқиш натижасида майдаланилади, бир меъёрда, шовқинсиз ишлайди (маховик керак эмас) ва майдалаш даражаси

юкори. Камчиликлари - курилма мураккаб, нархи киммат, тикка конусли курилманинг баландлиги катта.

Ушбу турдаги майдалагичларда материал бўлаклар майдалаш камерасидаги ишчи конус ёрдамида амалга оширилади. Ҳар бир онда конус ҳосил қилаётганлардан бири ички деворга энг яқин масофада бўлади. Шунингдек майдалаш конуслари юзасида ҳар қандай вазиятда материални майдалаш содир бўлади ва олдин майдаланган материал ўз оғирлик кучи таъсирида халқасимон тўкиш тиркиши орқали чиқиб кетади.

**Йирик майдаловчи конусли майдалагичларда** (3.14а-расм) материални майдалаш 2 та конус ҳосил қилган халқасимон ишчи соҳада кечади, кўзғалмас 2, майдалагич асосига маҳкамланган 1 ва кўзғалувчан (майдаловчи) 7. Охириги ўк 6 га кўзғалмас қилиб ўрнатилган. Ўkning юкори қисми шарнирли осма подшипник 4 билан траверсага 5 маҳкамланади, пасткиси эса эксцентрик стаканга 11 эркин киради, қайсики майдалагич станинасидаги вертикал подшипникда 12 айланиши мумкин. Эксцентрик стаканнинг айланиши горизонтал ўк 9 ва конуссимон узатма 10 орқали электр юриткичдан узатилади. Майдаловчи конус плиталар 3 ва едирилишга чидамли пўлатлар билан зирхланган. Кўзғалувчи ва кўзғалмас конусларнинг геометрик ўклари  $2...3^\circ$  гача бурчак ҳосил қилади. Эксцентрик стаканнинг айланишида кўзғалувчи конуснинг геометрик ўки осилган нуқтада конуссимон юза, конуснинг ўзи эса айланма тебраниш ҳосил қилади. Материални майдалаш конус юзасига яқинлашган соҳада содир бўлади, уни тўкиб олиш эса юза узоклашган пайтда содир бўлади.



3.14-расм. Конусли майдалагич:

а – ККД; б – КСД, КМД; d – тўлдирилаётган материал бўлагининг ўлчами.

**Ўрта ва кичик майдалаш учун конусли майдалагичлар** (3.14б-расм) йирик майдаловчи машиналардан сезиларли даражада фарқ қилади. Энг асосий фарқ ишчи соҳанинг тузилишида. Ҳаракатчан конус 7 чўккисида  $80...100^\circ$  бурчакка эга бўлиб, унда майдалагичдаги ушбу бурчак  $20...30^\circ$  ни ташкил этади. Ушбу майдалагичларда майдаловчи конусга ўрнатилган ўк 6, консоль типда, тепа таянчсиз қилиб тайёрланади.

ККД типдаги майдалагичлар ўлчамлари юклаш тешиги кенглиги (500-1500 мм) билан аниқланади. КСД ва КМД майдалагичлар – асосининг ҳаракатчан конус диаметри (600-2200 мм) билан аниқланади. Саноат корхоналарида ишлаб чиқариладиган бир қатор майдалагичларнинг асосий параметрлари ва ўлчамлари 3-7, 3-8 жадвалда келтирилган.

3-7 жадвал

## ККД ва КРД типидаги йирик майдаловчи конусли майдалагичнинг техник характеристикалари

Параметр	ККД-500/75	ККД-900/140	ККД-1200/150	ККД-1500/180
Қабул қилувчи тешик кенглиги, мм	500	900	1200	1500
Тушаётган бўлак максимал ўлчами, мм	400	750	1000	1200
Чиқиш тиркишининг кенглиги, мм	75	140	150	180
Чиқиш тиркиш энини ростлаш диапазон, мм	±11	±20	±22	±27
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	150	428	680	1300
Электр юриткич қуввати, кВт	132	250	315	400
Параметр	ККД-1500/300	КРД-500/60	КРД-700/75	КРД-900/100
Қабул қилувчи тешик кенглиги, мм	1500	500	700	900
Тушаётган бўлак максимал ўлчами, мм	1200	400	550	750
Чиқиш тиркишининг кенглиги, мм	300	60	75	100
Чиқиш тиркиши кенглигини ростловчи диапазон, мм	±45	±9	±11	±15
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	2600	200	400	680
Электр юриткич қуввати, кВт	400	200	250	400

Изох. КРД – конусли редукцион майдалагич (дробилка конусная редукционного дробления).

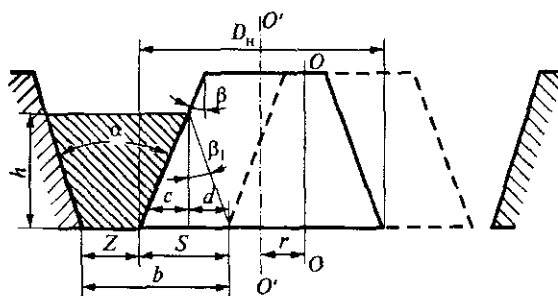
3-8 жадвал

## КСД ва КМД типидаги ва бажарилиши Гр ва (Т) бўлган конусли майдалагич характеристикалари

Параметр	КСД-600	КСД-900	КСД-1200	КСД-1750	КСД-2200
Майдаловчи конус асоси диаметр, мм	600	900	1200	1750	2200
Қабул қилувчи тешик эни, мм	75	130	185 (125)	250 (200)	350 (275)
Чиқиш тиркиш ростлаш диапазон, мм	12...35	15...40	20...25 (10...25)	25...60 (15...30)	30...60 (15...30)
Бошланғич материалдаги энг катта бўлак ўлчами, мм	60	105	150 (100)	200 (160)	300 (250)
Ўрта мустаҳкамликдаги материал унумдорлиги, м <sup>3</sup> /соат	12...40	30...70	77...115 (42...95)	170...320 (100...190)	360...610 (180...360)
Эксцентрик айланиш частотаси, с <sup>-1</sup>	6,1	5,5	4,3	4,3	4,0
Электр юриткич қуввати, кВт	30	55	75	160	250
Параметр	КСД-3000	КМД-1200	КМД-1750	КМД-2200	КМД-3000
Майдаловчи конус асоси диаметр, мм	3000	1200	1750	2200	3000
Қабул қилувчи тешик эни, мм	600 (475)	100 (50)	130 (80)	140 (100)	220 (120)
Чиқиш тиркиш ростлаш диапазон, мм	50...80 (25...50)	5...15 (3...12)	9...20 (5...15)	10...20 (5...15)	15...25 (6...20)
Бошланғич материалдаги энг катта бўлак ўлчами, мм	500 (380)	80 (40)	100 (70)	100 (85)	180 (100)
Ўрта мустаҳкамликдаги материал унумдорлиги, м <sup>3</sup> /соат	700...1100 (425...850)	45 (27)	95...130 (85...110)	220...260 (170...200)	360...520 (320...440)
Эксцентрик айланиш частотаси, с <sup>-1</sup>	4,0	4,3	4,3	4,0	4,0
Электр юриткич қуввати, кВт	500	75	160	250	500



**Конусли майдалагични ҳисоблаш учун асосий формулалар.** Конусли майдалагичларда материал бўлагини майдалаш шarti жағли майдалагич шartига ўхшаш ва кўп холларда ушбу машиналарнинг технологик параметрларини ҳисоблаш усули кўриб чиқилган. Конусли майдалагич ҳисоблаш схемаси 3.15-расмда кўрсатилган.



3.15-расм. ККД конусли майдалагични ҳисоблаш схемаси.

Конусли майдалагичларда тушиш бурчаги  $\alpha$ , яъни ҳаракатчан ва кўзгалмас конуслар юзалар орасидаги бурчак, жағли майдалагичларга ўхшаб икки карра ишқаланиш бурчагидан ортмаслиги керак:

$$\alpha = \beta + \beta_1 \leq 2\varphi. \quad (3.51)$$

Йирик майдаловчи конусли майдалагичларда илашиш бурчаги едирилишга қарши коплама турига боғлиқ бўлиб,  $21...23^\circ$  ни, ўрта ва майда майдалагичларда эса  $12...18^\circ$  ни ташкил қилади.

**Эксцентрик втулканинг айланиш частотаси  $n$**  (айл/с), ККД майдалагичлар учун жағли майдалагичларга ўхшаб аниқланади, яъни эксцентрик втулка ярим айланишида  $t$  ичида майдаланадиган материал бўлагининг эркин тушиш йўлини таъминловчи шartидан аниқланади:

$$h = gt^2 / 2; \quad t = \sqrt{2h/g}; \quad t = 1/(2n); \quad n = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{2h}}. \quad (3.52)$$

3.15-расмдан

$$c = htg\beta; \quad b = htg\beta_1; \quad c + d = S = 2r = h(tg\beta + tg\beta_1),$$

бу ерда  $r$  – эксцентриситет (майдалаш ўқи  $OO$  дан конус ўқи  $O'O'$  гача бўлган масофа);

$$h = \frac{S}{tg\beta + tg\beta_1} = \frac{2r}{tg\beta + tg\beta_1}.$$

$h$  ни (3.52) га қўйиш куйидагини беради

$$n = 0,25 \sqrt{\frac{g(tg\beta + tg\beta_1)}{r}} \approx 0,78 \sqrt{\frac{tg\beta + tg\beta_1}{r}}. \quad (3.53)$$

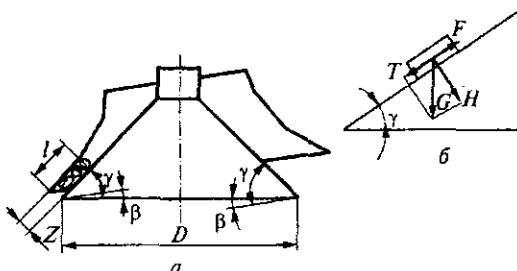
Ҳақиқий материал конуслар деворида кўп маротаба урилиши оқибатида ҳаракати секинлашади ва унинг ҳаракат тезлиги пасаяди. (3.53) бўйича олинган айланиш частотасини тахминан 10% га камайтириш тавсия этилади. Ушбу корреляцияни қабул қилиб, ККД майдалагич учун эксцентрик втулканинг охириги айланиш частотасини топамиз.

$$n = 0,71 \sqrt{\frac{tg\beta + tg\beta_1}{r}}. \quad (3.54)$$

КСД майдалагич учун эксцентрик втулканинг айланиш частотаси қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$n \geq 7,5 \sqrt{\frac{\sin \gamma + f \cos \gamma}{D}}, \quad (3.55)$$

бу ерда  $f$  – конус юзларига материал бўлақларининг ишқаланиш коэффициент (одатда 0,25 дан 0,45 гача қабул қилинади);  $\gamma$ ,  $D$  параметрлар 3.16-расмда келтирилган.



3.16-расм. КСД конусли майдалагични ҳисоблаш схемасига оид  
 а – ҳаракатчан конусдаги ва майдалаш камерасидаги кучларнинг таъсир схемаси;  
 б – қия юзада бўйича бўлақнинг ҳаракат схемаси.

Майда бўлақловчи конусли майдалагич учун эксцентрик ўқнинг айланиш частотаси ўрта майдалагичга ўхшаш деб қабул қилинади. Аммо, КМД майдалагичдаги параллел зоналар узунлиги КСД га қараганда анча узун ва чиқиш тирқишига узатилишида майдаловчи конус билан бир неча маротаба сиқилади.

**Йирик майдаловчи конусли майдалагич унумдорлиги** (3.15-расм) ўқнинг бир маротаба айланишида майдалагичдан  $F$  бўлган халқа кўндаланг кесимли материал тўкилиш шартидан аниқланади:

$$F = \frac{(z + S) + z}{2} h,$$

бу ерда  $h = 2r / (\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \beta_1)$  – халқа баландлиги, м.

Ушбу олинган формула асосида конусли майдалагич унумдорлиги  $Q$  :

$$Q = \frac{2\pi D \mu n r (b + r)}{\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \beta_1}. \quad (3.56)$$

Ўрта ва майда майдалагичларни унумдорлигини ҳисоблашда эксцентрик втулканинг бир маротаба айланишида материал бўлаги параллел зона узунлиги бўйича ўтади деб қабул қиламиз. Ушбу ҳолатда майдалагичнинг унумдорлиги  $Q$  ушбу формуладан топилади

$$Q = \mu \cdot \pi \cdot n \cdot z \cdot l \cdot D, \quad (3.57)$$

бу ерда  $\mu$  – материал ғовақланиш коэффициенти (КСД ва КМД майдалагичлар учун  $\mu = 0,4 \dots 0,5$ , яъни ККД га қараганда бир қанча паст);  $z$  – чиқиш тирқишининг кенлиги (м);  $l$  – параллел зоналар узунлиги, м;  $D$  – ҳаракатчан конус асосининг диаметри, м.

**Электр юриткич қуввати.** ККД русумли майдалагичлари учун юриткич қувватини  $N$  В.А.Олевский формуласи бўйича топиш мумкин.

$$N_0 = 60 \cdot K \cdot D^2 \cdot r \cdot n, \quad (3.58)$$

бу ерда  $K$  – майдаланаётган материал мустаҳкамлигини ҳисобга олувчи коэффициент, (мустаҳкам жисмлар учун  $K = 24$ );  $r$  – чиқиш тирқиши кўндаланг кесим юзасидаги эксцентриситет, м.

Электр юриткичнинг ўрнатиш қувватини аниқлашда  $N_{дв}$  максимал юкламаларни ҳисобга олиш керак ва шунинг учун электр юриткич қувватини 50% га ошириш керак.

$$N_{ос} = 1,5 \cdot N_0 = 2160 \cdot D^2 \cdot r \cdot n \quad (3.59)$$

КСД ва КМД майдалагичлар учун

$$N_{ос} = 12,6 \cdot D^2 \cdot n \quad (3.60)$$

**Майдалаш кучланишидаги тенг таъсир этувчиси.** Майдалаш кучланишидаги тенг таъсир этувчи кучланиш  $P_d$  ни аниқлаш 3.17 – расмда кўрсатилган.

Жағли майдалагичларда ҳам, тенг таъсир этувчи майдалаш зонаси ўртасидаги нуқтага қўйилган. Шартга кўра майдалагичнинг юқори қисми барча ташқи кучларнинг таъсири остида мувозанат ҳолатида бўлади.

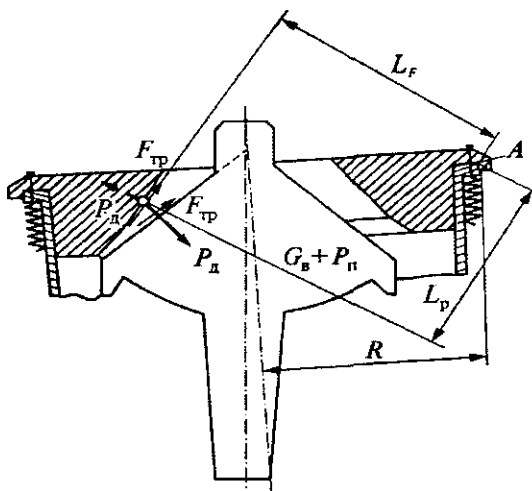
$A$  нуқтага нисбатан момент кучларининг тенгламаси

$$P_d L_p + F_{mp} L_F - (G_B + P_{II} n) R = 0 \quad \text{ёки} \quad P_d L_p + f P_d L_F - (G_B + P_{II} n) R = 0,$$

Бу ердан майдалашда кучланишнинг тенг таъсир қилувчининг  $P_d$  (Н) максимал қийматини топамиз.

$$P_d = \frac{(G_B + P_{II} n) R}{L_p + f L_F} \quad (3.61)$$

бу ерда  $G_B$  – майдалагич юқори қисмининг о-ирлик кучи, Н;  $P_{II}$  – битта пружинадаги кучланиш, Н;  $n$  – пружиналар сони;  $R$  – майдалагич ўқидан  $A$  нуқтагача бўлган масофа, м;  $L_p$  ва  $L_F$  –  $A$  нуқтага нисбатан куч елкалари, м;  $f$  – майдаланувчи материалдаги ҳаракатчан конуснинг ишқаланиш коэффициентини.



3.17-расм. Конусли майдалагичда майдалаш кучланишини аниқлаш учун схема.

КСД майдалагичдаги ўртача кучланишни аниқлаш учун В.А.Олевский эмпирик формуласини қўллаш мумкин.

$$P_d = 46 \cdot F \cdot 10^4 \quad (3.62)$$

бу ерда  $F$  – майдаловчи конус ён томонининг юзаси, м<sup>2</sup>.

**Мисол 2-6.** Аксай кони фосфоритини кайта ишловчи КСД-1200 конусли майдалагич унумдорлиги аниқлансин (маъдан тури – карбонат охактоши). Бошланғич маъдан бўлақларнинг ўрта йириклиги 70 мм; чиқишдаги бўлақларни 5...20 мм деб қабул қиламиз.

**Бошланғич маълумотлар.** Майдалагичнинг техник ҳарактеристикаси (3-8 жадвал): майдаловчи конус асосининг диаметри  $D = 1200$  мм; эксцентрик втулканинг айланиш частотаси  $n = 4,3$  айл/с; чиқиш тирқишининг кенглиги  $z = 20...25$  мм; унумдорлик 77...115 м<sup>3</sup>/соат; юриткич қуввати 160 кВт.

Унумдорликни ҳисоблаш учун (3.57) ни қўлаймиз:

$$Q = \mu \cdot \pi \cdot n \cdot z \cdot l \cdot D = 0,45 \cdot \pi \cdot 4,3 \cdot 0,02 \cdot 0,1 \cdot 1,2 \cdot 3600 = 52,522 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

бу ерда  $\mu = 0,45$  – материалнинг ғовақлилик коэффиценти;  $l = D/12 = 1,2/12 = 0,1$  м – параллел зоналар узунлиги.

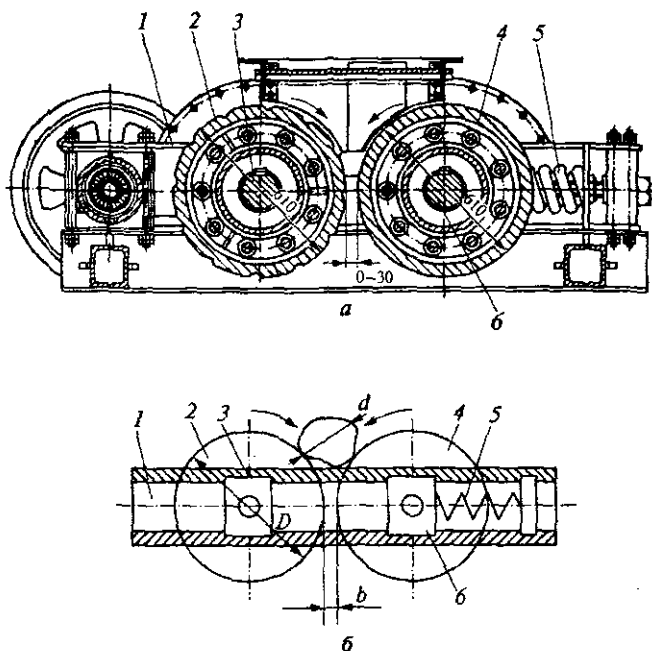
### 3.3.3. Жували майдалагич

Ушбу майдалагичлар юқори ва ўрта мустаҳкамликдаги ўрта ва майда майдалаш учун, шунингдек пластинали ва мўрт материалларни майдалаш учун қўлланилади.

Жували майдалагичларни асосий органи 2 та параллел цилиндрик ўк 2 ва 4 ҳисобланади ва улар карама – қарши айланади.

Ишчи зонага тушаётган материал бўлағи ўк юзаларига илашади ва тортилиши натижасида ишчи соҳада майдаланади, синади. Ўк юзаси юмшоқ ва ғадир-будур бўлиши мумкин. Жувалар подшипник 3 ва 6 лар ёрдамида станинада 1 монтаж қилинади. Битта ёки 2 та ўкдаги подшипниклар жувалар пружинали таянчлар 5 эга бўлиши мумкин. Жуванинг айланиши электр юриткичдан тасмали узатма орқали 75...90 мин<sup>-1</sup> частота билан айлантирилади.

Бўлақларнинг максимал ўлчами ўкларнинг диаметрига ва чиқиш штуцерига боғлиқ. Юмшоқ ўкнинг диаметри тошнинг ўлчамидан 20 маротаба, ўк юзалари ғадир-будур бўлганда эса 12 маротаба ортиқ бўлиши керак. Шунинг учун майдалаш даражаси 4...12 ни ташкил қилади.



3.18-расм. Жували майдалагич:  
а – конструкция; б – схема.

Жували майдалагичларнинг асосий ўлчамларини диаметри ва ўқларнинг узунлиги билан белгиланади. Саноат жували майдалагичларнинг техник характеристикаси 3-9, 3-10 жадвалда келтирилган.

3-9 жадвал

Ўқлари юмшоқ ва рифлли бўлган майдалагичларнинг техник характеристикаси (ГОСТ 18266–72)

Параметр	ДГ 400×250	ДГ 600×400	ДГ 800×500	ДГ 1000×500	ДГ 1500×600	ДР 400×250	ДР 600×400
Ўқ диаметри, мм	400	600	800	1000	1500	400	600
Ўқ узунлиги, мм	250	400	500	550	600	250	400
Бўлакнинг максимал ўлчами, мм	20	30	40	50	75	40	60
Ўқларнинг орасидаги масофа, мм	2...12	2...14	4...16	4...18	4...20	5...20	10...30
Айланиш частотаси, с <sup>-1</sup>	2,38	2,00	1,20	0,95	0,63	2,00	1,66
	3,33	2,50	1,66	1,50	1,00	3,00	2,16
	4,75	3,16	2,42	1,92	1,26	4,00	2,66
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	3...12	4...24	6...35	10...45,6	15...75	3...12	8...25
Электр юриткичнинг куввати, кВт	8	22	30	40	55	8	22

Жували майдалагичларнинг асосий параметрлари: илашиш бурчаги, унумдорлик, жуваларнинг айланиш частотаси, деталлардаги кучланиш.

**Жували майдалагичларда илашиш бурчаги** – бу майдаланувчи материал билан тўқнашувчи нуқтада юзага теғувчи 2 та уринма орасидаги  $\beta$  бурчак (3.19-расм). Агар  $\beta \leq 2\varphi$  ёки  $\alpha \leq \varphi$  бўлса, материал бўлаги ушлаб қолинади.

3-10 жадвал

Тишли жувалили майдалагичнинг техник характеристикаси (ГОСТ 12237–77)

Параметр	ДДЗ-4	ДДЗ-6	ДДЗ-10	ДДЗ-16
Ўқ диаметри, мм	400	630	1000	1600
Ўқ узунлиги, мм	500	800	1250	2000
Бўлакнинг максимал ўлчами, мм	100	400	400	1200
Ўқлар орасидаги масофа, мм	15...65	30...80	65...130	130...200
Айланиш частотаси, с <sup>-1</sup>	1,06	0,83	0,60	0,50
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат (кўмир учун)	20...50	60...150	125...525	650...1000
Электр юриткич куввати, кВт	10	20	55	315

Жағли ва конусли майдалагичлар каби жували майдалагичларда ҳам нормал майдалаш учун илашиш бурчаги икки карра ишқаланиш бурчагидан ортмаслиги керак. Реал ҳолатлар учун ишқаланиш коэффициенти  $f = 0,30...0,45$ , ишқаланиш бурчаги  $\varphi = 16^\circ 40'...24^\circ 20'$  ни ташкил қилади. Амалиётда юмшоқ жувалар учун  $\alpha = 16...24^\circ$  деб қабул қилинади. Бунга сабаб, ишчи зонадан майдаланаётган материалнинг чиқиб кетмаслиги таъминлашдир. Тишли ва ғадир-будур юзали жувалар яхши илашишни таъминлайди, шунинг учун  $\alpha = 20...30^\circ$ .

Жувалар ушлаган бўлакларнинг максимал ўлчамини ушбу формула орқали ҳисоблаш мумкин

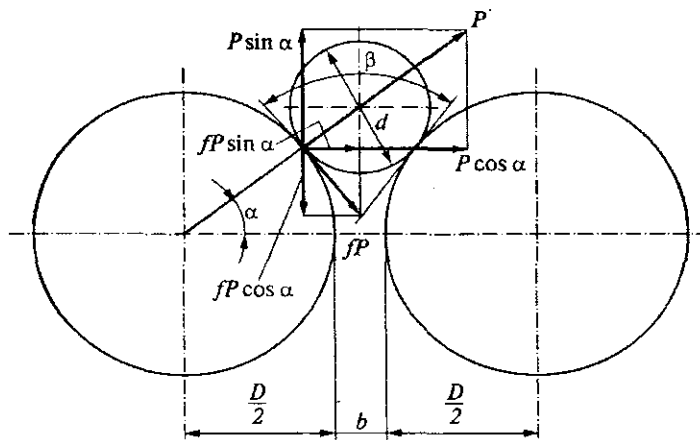
$$d_{\max} = [D(1 - k) + b] / k, \quad (3.63)$$

бу ерда  $k$  – илашиш коэффициенти (юмшоқ жувалилар учун  $k = 0,954$ , ғадир-будурлар учун  $k = 0,92$ );  $b$  – тўқиш тиркишининг кенлиги, м.

**Жували майдалагичларнинг унумдорлигини  $Q$**  аниқлаш учун майдалаш жараёнини материал ҳаракатини худди лента устидаги ҳаракат деб тасаввур қилиб ҳисоблаш мумкин. Жуванинг бир маротаба айланишидаги материал ҳажми  $V$ :

$$V = \pi \cdot D \cdot L \cdot b,$$

бу ерда  $D$  – жува диаметри, м;  $L$  – жува узунлиги, м.



3.19-расм. Жували майдалагич ҳисоблаш схемаси.

Жуванинг айланиш частотаси  $n$  бўлганда майдалагичнинг унумдорлиги:

$$Q = 1,25 \cdot \pi \cdot D \cdot L \cdot b \cdot n \cdot \mu, \quad (3.64)$$

бу ерда 1,25 – иш жараёнида жуваларнинг материал таъсирида йирилиб кетишини ҳисобга олувчи коэффициент;  $\mu$  – ғовакликни ҳисобга олувчи коэффициент, (мустаҳкам материаллар учун  $\mu = 0,2 \dots 0,3$ , нам материал учун  $\mu = 0,4 \dots 0,6$ ).

**Жуваларнинг айланиш частотаси  $n$**  маълум бир қийматдан ошмаслиги керак, яъни материални илашиши учун ноқулай шароит ва юкламанинг машинага заррали тебраниши ҳосил бўлади.

Энг ишончли режим жуваларнинг айлана бўйлаб тезлиги  $w_{\text{опт}} = 3 \dots 6$  м/с ортмаганда содир бўлади. Бундан жуваларнинг айланиш частотаси топилади

$$n_{\text{опт}} = w_{\text{опт}} / (\pi D), \quad (3.65)$$

Жуваларнинг максимал рухсат этилган айланишлар частотасини проф. Л.Б. Левенсон томонидан таклиф этилган формула ёрдамида аниқланади:

$$n_{\text{max}} = 102,5 \sqrt{\frac{f}{\rho d D}}, \quad (3.66)$$

бу ерда  $f$  – жувага материални ишқаланиш коэффициенти (қаттик жинслар учун  $f \geq 0,3$ , лой учун  $f \leq 0,45$ );  $d$  – бошланғич материалдаги бўлак диаметри, м;  $\rho$  – майдаланаётган материал зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

**Жували майдалагич деталларидаги кучланиш** сақловчи мосламада пружина ҳосил қилаётган юклама орқали аниқланади. Бу юклама кўп омилларга боғлиқ ва фақат кетма-кет яқинлашиш усули орқали ҳисобланади.

Майдалашнинг умумий кучланиши  $P$  (Н):

$$P = \sigma_{\text{сжк}} L l \mu, \quad (3.67)$$

бу ерда  $\sigma_{\text{сжк}}$  – сиқишда материалнинг мустаҳкамлик чегараси, Па;  $l = D - a/2$  – материални майдалаш участкасидаги ёй узунлиги, м.

Харакатчан жува пружинаси босим кучи  $P$  нинг умумий қийматини таъминлайди.

**Жували майдалагич электр юриткичининг ўрнатиш қуввати** куйидаги формула орқали ҳисобланади

$$N_{\text{эю}} = \frac{\pi \cdot n \cdot (\sigma_{\text{сжк}} L \cdot l \cdot \mu \cdot f \cdot D + 2d_u f_1 G)}{1000 \eta}, \quad (3.68)$$

бу ерда  $d_{ш}$  – подшипник остидаги жуванинг диаметри, м;  $f_1 = 0,001...0,015$  – тебранишда ишқаланиш коэффициенти;  $G = \sqrt{G_B^2 + P_{\phi}^2}$  – подшипникка тушаётган юклама, Н;  $G_B$  – жуванинг оғирлик кучи, Н;  $P_{\phi}$  – майдаланишнинг ўртача кучланиши, Н;  $\eta$  – юриткич ф.и.к., 0,85 дан 0,95 гача ораликда олинади;  $f = 0,30...0,45$ .

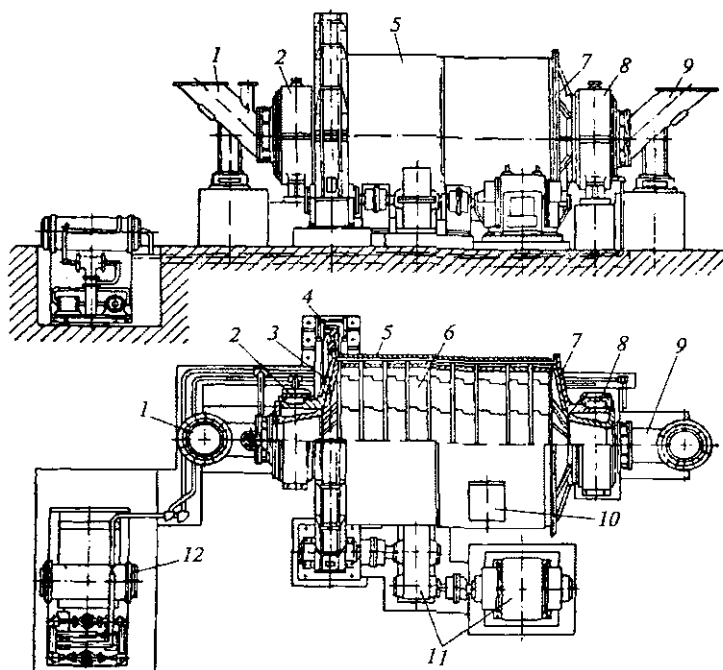
Жували майдалагич кувватини ҳисоблаш учун эмпирик формула тавсия қилиш мумкин. Ўрта мустаҳкамликдаги жинсни қайта ишлашда  $N$  (Вт) ни ҳисоблаш учун Аргаль формуласи қўлланади (мергель, охактош, кўмир)

$$N = 47,6 \cdot K \cdot L \cdot w \quad (3.69)$$

бу ерда  $K = 0,6(D/d) + 0,15$  – коэффициент;  $w = \pi \cdot D \cdot n$  – жуванинг айлана бўйлаб тезлиги, м/с.

### 3.3.4. Шарли тегирмон

Барабанли майдалагичлар (тегирмонлар) турли хил кимёвий маҳсулотларни майдалаш учун кенг қўлланилади. Тегирмоннинг асосий таркибий элементи горизонтал ҳолатда жойлашган барабан 5 бўлиб, унинг ичи бўш, пўлатдан ясалган, иккала учи 3, 7 копкалари билан ёпилган. Ушбу копкалар ичи бўш цапфалар билан сирпаниш подшипниклар 2, 8 ларга таянади (3.20-расм). Барабаннинг ички юзаси ва иккита копкалари коплама билан ҳимояланган. Бундай коплама тегирмонни едирилишдан ҳимоя қилади ва унинг ишлаш даврида шовқинни камайтиради. Барабан қобиғига люк 10 ўрнатилган. Юклаш копкаси 3 да, тегирмонга материални узатиш учун мослама 1 ўрнатилган. Бундай мослама сифатида таъминлагич хизмат қилиши мумкин. Майдаланган материал барабандан тўкиш мосламаси 9 орқали чиқарилади. Тегирмон мойлаш тизими 12 билан жиҳозланган.



3.20-расм. Барабанли тегирмон схемаси.

Тегирмонда материални янчиш, пўлатдан ясалган диаметри 30 дан 125 мм гача бўлган шарлар ёки барабаннинг ички ҳажмининг 35 ... 45% ни ташкил этган стерженлар ёрдамида амалга оширилади. Барабан маълум бир бурчак тезлиги билан айланганда, янчиш жисملари

барабан қобиғи билан бирга ҳаракатланади. Айланиш даврида маълум бир баландликка кўтарилади ва кейин материал бўлақларига тушади. Натижада сикик зарба ҳосил бўлади. Материал зарба таъсири остида майдаланади, шунингдек шарлар пастга думалаши даврида янчиш жараёнига эзиш ва едирилиш ҳам ўз хиссасини қўшади. Тегирмонда материалнинг бўлиш вақтини ошириб, юқори даражада майдалашга эришиш мумкин, аммо бунда энергия истеъмоли ва харажатлар кескин ошади. Барабан редуктор орқали электр юриткичдан узатма орқали айлантрилади. Айланма момент муфта орқали барабан цапфасига ёки тожли шестерня орқали қобиқда маҳкамланган қопқоғига бевосита узатилади.

Барабанли майдалагич асосий ўлчамини барабаннинг ички диаметри  $D$  (копламасиз) ва унинг цилиндрик қисмининг узунлиги  $L$  аниқлайди. Бир канча саноат шарли тегирмонларининг техник характеристикалари 3-12 жадвалда келтирилган.

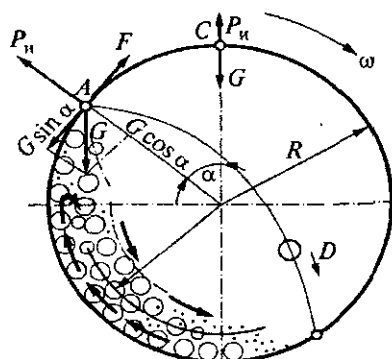
3-12 жадвал

Шарли тегирмоннинг техник характеристикаси (намлаб янчиш)

Параметр	Марказий бўшатишли				Марказий бўшатишли панжаралар орқали			
	МШЦ-900×1800	МШЦ-1500×3100	МШЦ-2100×3000	МШЦ-3200×4500	МШР-900×900	МШР-1500×1500	МШР-2100×3000	МШР-3600×4000
Барабан ўлчамлари, мм узунлик кенглик	900 1800	1500 3100	2100 3000	3200 4500	900 900	1500 1500	2100 3000	3600 4000
Ишчи ҳажм, м <sup>3</sup>	0,9	4,2	8,5	32,0	0,45	2,2	8,5	36
Барабан айланиш частотаси, айл/мин	41	30	24,6	19,72	41	30	24,6	18,1
Асосий юриткич қуввати, кВт	22	100	200	900	14	55	200	1000

Барабанли тегирмоннинг қуйидаги параметрлари: барабаннинг айланиш бурчак тезлиги, электр юриткич қуввати, унумдорлик, болтларнинг ўлчамлари аниқланади.

**Барабаннинг айланишида бурчак тезлиги** тегирмондаги янчиш самарадорлигига боғлиқ бўлган майдаланувчи жисм ҳаракат траекториясини характерлайди. Барабаннинг кичик бурчак тезлигида материал пастки чап квадратида циркуляция қилади. Шар ва майдаланувчи материал барабан билан бирга айланиб бирмунча баландликка кўтарилади, кейин зарба ҳосил қилмасдан қатлам устидан думалаб ўтади. Бурчак тезлигининг катта қийматида марказдан қочма куч инерцияси  $P_n$  тортишиш кучидан  $G_n$  ортади ва майдаланувчи жисм энг юқори нуқтада  $C$  да ҳам девордан узоқлашмайди (3.21-расм).



3.21-расм. Тегирмон барабани айланишининг бурчак тезлигини ҳисоблашга оид.

Барабаннинг оптимал бурчак тезлиги шарнинг максимал тушиш баландлиги шартидан аниқланади. Назарий жиҳатдан шарларнинг энг қулай бурчак оғиши  $\alpha = 54^\circ 40'$ .

$\alpha = 54^\circ 40'$  да барабаннинг оптимал бурчак тезлиги  $\omega_{\text{опт}}$  :



$$\omega_{\text{онм}} = \sqrt{g \cos 54^\circ 40' / R} = 2,38 / \sqrt{R} \text{ рад/с}, \quad (3.70)$$

бу ерда  $R$  – тегирмоннинг ички радиуси, м.

**Шарли тегирмоннинг электр юриткичи** юкланган материални кўтаришга сарфланади ва унга кинетик энергия узатишга сарфланади, чунки материал тепадан цастга думалагандан кейин бўлакларнинг айланма тезлиги нолга тенг ва уларни қайтадан циркуляцияга жалб этиш даркор.

Электр юриткичнинг қуввати  $N$  ни ҳисоблаш учун формула куйидаги кўринишга эга

$$N = \frac{0,39m \cdot R \cdot \omega \cdot g}{1000\eta}, \quad (3.71)$$

бу ерда  $\eta$  – юриткич ф.и.к..

Юкланган масса шарларнинг массаси  $m_{\text{ш}}$  ва материалнинг массаси  $m_{\text{м}}$  ларнинг йиғиндисига тенг.

$$m = m_{\text{ш}} + m_{\text{м}}$$

одатда материал массаси шарларнинг 14 % ни ташкил қилади, шунинг учун

$$m = 1,14 \cdot m_{\text{ш}} = \pi \cdot R^2 L \cdot \rho \cdot \mu \cdot \varphi, \quad (3.72)$$

бу ерда  $L$  – тегирмоннинг янчиш камерасининг узунлиги, м;  $\rho$  – майдаловчи жисм зичлиги (пўлат шарлар учун  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ );  $\mu = 0,57$  – юкланган материал ғоваклилик коэффициентини;  $\varphi = 0,3$  – барабанны тўлдириш коэффициентини.

**Шарли тегирмоннинг унумдорлиги** материал хоссаларига, майин янчишга, ишлаш режимига ва янчиш турига – қурук ёки намлигига (нам янчишда тегирмоннинг унумдорлиги қурукликка қараганда 20...25% га юқори), таъминлашнинг бир меъёрлигига ва бошқа омилларга боғлиқ.

Қурук янчишда шарли тегирмоннинг унумдорлигини  $Q$  ҳисоблаш эмпирик формула бўйича аниқланади:

$$Q = 6,45 \cdot V \cdot \sqrt{D} \cdot \left( \frac{m_{\text{ш}}}{V} \right)^{0,8} \cdot q \cdot k \quad (3.73)$$

бу ерда  $V$  – тегирмоннинг ишчи ҳажми, м<sup>3</sup>;  $q$  – материалга ва янчиш усулига боғлиқ тегирмоннинг солиштирма унумдорлиги, (клинкер, шлаклар учун  $q = 0,03...0,04 \text{ т/(кВт} \cdot \text{соат)}$ ; бўр ва лойлар учун  $q = 0,04...0,06 \text{ т/(кВт} \cdot \text{соат)}$ ;  $k$  – янчишнинг майинлигига боғлиқ коэффициент (3-13 жадвал).

3-13 жадвал

Коэффициент  $k$  нинг янчиш майинлигига боғлиқлиги

Қолдик № 008, %	2	3	4	5	6	7	10	12	15
$k$	0,6	0,65	0,71	0,77	0,82	0,86	1,0	1,1	1,2

**Тегирмон қобигига маҳкамланувчи фланец ва болтларнинг мустаҳкамлик ҳисоби.** Эҳтимоли бирикмаларни кесувчи умумий куч

$$P_{\Sigma} = P_0 + Q, \quad (3.74)$$

бу ерда  $P_0 = M_{кр}/r_6$  – айлана бўйлама бўйича кучланиш, Н;  $M_{кр}$  – айланиш momenti, Н·м;  $r_6$  – болтлар айланасининг радиуси, м;  $Q$  – бирорта кўндаланг кесимда кесувчи куч (Н).

Болтларни чўзувчи куч,

$$S_p = k_y S_u, \quad (3.75)$$

бу ерда  $k_y = 0,2 \dots 0,3$  – болтли бирикмалар эластиклигини ҳисобга олувчи коэффициент;  $S_u = \frac{R_6 l}{E r_\phi}$  – таянч

реакциялари  $R_6$ , Н;  $\epsilon = 0,8$  – болтларни тортиш кучи нотекислигини ҳисобга олувчи коэффициент;  $r_\phi$  – фланец радиуси, м.

Болтлар тортувчи ва кесувчи кучларнинг биргаликдаги таъсири остида бўлиб, уларнинг мустаҳкамлик шарти қуйидаги кўринишга эга:

$$\sigma_{\text{сжк}} = \frac{1}{z_6 F_6} \sqrt{S_p^2 + 3P_\Sigma^2} \leq [\sigma]_6, \quad (3.76)$$

бу ерда  $z_6$  – болтлар сони;  $F_6$  – болтнинг кўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>;  $[\sigma]_6$  – болт материалига рухсат этилган кучланиш, Па.

**Мисол 3-9.** Лойни курук янчиётган МШЦ-900×1800 шарли тегирмон унумдорлиги ва юриткигининг қуввати аниқлансин. Махсулот сифати № 008 рақамли элакдаги 10% ли колдик бўйича аниқланади.

**Бошланғич маълумотлар.** Марказий тўқишли шарли тегирмон техник характеристикаларини 3-12 жадвалдан танлаймиз:  $D = 0,9$  м;  $L = 1,8$  м;  $V = 0,9$  м<sup>3</sup>;  $n = 41$  айл/мин;  $N = 22$  кВт; янчиш майинлигини ҳисобга олувчи коэффициент,  $k = 1,0$ ; ишланаётган материални ҳисобга олган ҳолда тегирмоннинг солиштирма унумдорлиги  $q = 0,05$  т/(кВт·соат) ни ташкил қилади; юкланган материалнинг ғоваклилик коэффициенти  $\mu = 0,57$ ; барабани тўлдириш коэффициенти  $\phi = 0,3$  га тенг деб оламиз; майдалаётган жисм материалнинг зичлиги  $\rho = 7800$  кг/м<sup>3</sup>.

Юклама массасини (3.72) формула орқали топамиз:

$$m = 1,14\pi \cdot R^2 L \cdot \rho \cdot \mu \cdot \phi = 1,14 \cdot \pi \cdot 0,45^2 \cdot 1,8 \cdot 7800 \cdot 0,57 \cdot 0,3 = 1741 \text{ кг}$$

Электр юриткичининг талаб этилаётган қуввати  $\eta = 0,75$  бўлганда (3.71) формуладан аниқланади:

$$N = \frac{0,39 \cdot m \cdot R \cdot \omega \cdot g}{1000\eta} = \frac{0,39 \cdot 1741 \cdot 0,45 \cdot 4,29 \cdot 9,81}{1000 \cdot 0,75} = 17,2 \text{ кВт}$$

Шарли тегирмон унумдорлиги майдаланадиган жисм массаси  $m_{ш} = 1741$  кг тенг деган шартда (3.73) формуладан ҳисобланади:

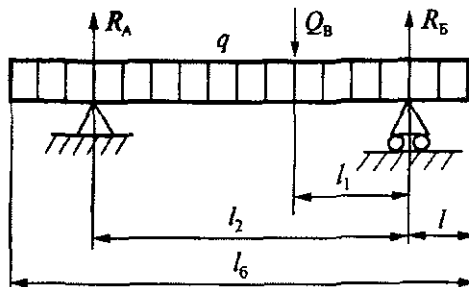
$$Q = 6,45 \cdot V \sqrt{D} (m_{ш}/V)^{0,8} q \cdot k = 6,45 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{0,9} \cdot \left(\frac{1,741}{0,9}\right)^{0,8} \cdot 0,05 \cdot 1,0 = 0,467 \text{ м/соат}$$

**Мисол 3-10.** МШЦ 2100×3000 тегирмони барабан қобиғининг мустаҳкамлик шарти текширилсин.

**Бошланғич маълумотлар.** Тегирмоннинг асосий конструктив ва техник параметрлари 3-12 жадвалдан танлаймиз:  $N = 200$  кВт;  $\omega = 0,41$  рад/с;  $D_b = 2100$  мм;  $L = 5950$  мм;  $l = 790$  мм;  $l_1 = 700$  мм;  $l_2 = 4400$  мм; шарларнинг массаси  $m_{ш} = 16500$  кг; шар билан қурилма айланувчи

кисмининг максимал массаси  $m_k = 50400$  кг. Қобиқнинг конструктив элементлари ВСт3; болт материали – пўлат 35.

Тегирмон барабани учун ҳисобий юклама схемаси 3.21а-расмда келтирилган. Бунда айланувчи бўлақларнинг массаси ва ишланаётган материал машинанинг бутун узунлиги  $L = l_6$  бўйича тенг тақсимланган.



3.21а-расм. Барабанда юкларнинг тақсимланиши.

Биринчи яқинлашишда барабан деворининг қалинлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$S_{\sigma} = 0,0085D_{\sigma} = 0,0085 \cdot 2,1 = 0,018 \text{ м}$$

Қобиқнинг ташқи диаметри

$$D_n = D_b + 2 S_{\sigma} = 2,1 + 2 \cdot 0,018 = 2,136 \text{ м}$$

Фланецли бирикманинг конструктив ўлчамларини топамиз:

Болтлар айланасининг диаметри қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$D_{\sigma} = D_b + 2(2S_{\sigma} + d_{\sigma} + 0,006) = 2,1 + 2 \cdot (2 \cdot 0,018 + 0,03 + 0,006) = 2,244 \text{ м}$$

5 га каррали қийматни қабул қиламиз, яъни  $D_{\sigma} = 2,245$  м;

Фланец диаметри қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$D_{\phi} = D_{\sigma} + a = 2,245 + 0,058 = 2,303 \text{ м}$$

5 га каррали қийматни қабул қиламиз, яъни  $D_{\phi} = 2,305$  м.

М30 болтларни қўллаймиз

$$F_{\phi} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2; \quad a = 0,058 \text{ м}; \quad [\sigma]_{\sigma} = 130 \text{ МПа}; \quad t_{\sigma} = 4 \cdot d_{\sigma} = 4 \cdot 0,03 = 0,12 \text{ м}$$

Болтларнинг тахминий сонини қуйидаги формуладан фойдаланиб топамиз:

$$z_{\sigma} = \frac{\pi D_{\sigma}}{t_{\sigma}} = \frac{\pi \cdot 2,245}{0,12} = 58,774,$$

ва 60 та болт деб қабул қиламиз.

Қайта ишланаётган материал массасини шар билан тўлдирилишини 14% га тенг деб оламиз:

$$m_{ш} = 0,14 m_{ш} = 0,14 \cdot 16500 = 2310 \text{ кг}$$

$$\sigma = \frac{M_{mp}}{W} = \frac{5,406 \cdot 10^5}{0,063} = 8,58 \text{ МПа} < [\sigma] = 20 \text{ МПа}$$

Шунингдек, қурилма учун мустаҳкамлик шарти бажарилади.

**Мисол 3-11.** Мисол 3-10 даги шарт бўйича барабанни қаттиқликка текшириш. Тенглама орқали таъсир қилувчи юкламадан максимал эгилишни аниқлаймиз:

$$y_{\max} = \frac{D_{cp}^3}{8EI_x} (0,04q_1 + 0,002q_2) = \frac{2,118^3}{8 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 4,86 \cdot 10^{-7}} (0,04 \cdot 0,3807 + 0,002 \cdot 8,307) \cdot 10^4 = 3,705 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

бу ерда  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа – ишчи температурада қобик материалнинг Юнг модули;

$$q_1 = \frac{m_M g}{l_b} = \frac{2310 \cdot 9,81}{5,95} = 3,809 \cdot 10^3 \text{ Н / м}$$

Ишланаётган материал массасидан чизикли юклама;

$$q_2 = \frac{m_K g}{l_b} = \frac{50400 \cdot 9,81}{5,95} = 8,31 \cdot 10^4 \text{ Н / м}$$

Айланаётган массада чизикли юкланиш;

Барабаннинг халқали участкасида инерция моменти:

$$I_x = \frac{s_b^3}{12} = \frac{0,018^3}{12} = 4,86 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

Мустаҳкамлик шарти бажарилганини текшираемиз:

$$\varepsilon = \frac{y_{\max}}{D_{cp}} = \frac{3,705 \cdot 10^{-3}}{2,118} = 1,75 \cdot 10^{-3} \leq [\varepsilon] = \frac{1}{300} = 3,333 \cdot 10^{-3}.$$

Қобикнинг мустаҳкамлик шарти бажарилди. Шунинг учун деворинг бажарувчи қалинлиги сифатида 0,018 м қабул қилинади.

**Мисол 3-12.** Мисол 3-10 да қўрилган тегирмон қобиғига маҳкамланган барабан қопқоғининг болтлари мустаҳкамликка текширилсин.

Болтларга таъсир қилувчи юкламаларни топамиз:

Айланма кучланиш

$$P_o = \frac{M_{kp}}{0,5D_b} = \frac{4,878 \cdot 10^5}{0,5 \cdot 2,245} = 4,346 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$Q = Q_b$  да умумий кесувчи куч (2.53) бўйича

$$P_{\Sigma} = P_o + Q = 4,346 \cdot 10^5 + 0,8314 \cdot 10^5 = 5,177 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

тортишиш кучланиши (2.54) бўйича

$$S_p = k_y \frac{R_b I_1}{0,5 \varepsilon D_{\phi}} = 0,25 \frac{3,283 \cdot 10^5 \cdot 0,7}{0,5 \cdot 0,8 \cdot 2,305} = 6,232 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

Болтларнинг мустаҳкамлик шarti (3.74) кўринишга эга.

$$\sigma_{np} = \frac{1}{z_6 F_6} \sqrt{S_p^2 + 3P_z^2} = \frac{1}{60 \cdot 5,4 \cdot 10^{-4}} \sqrt{0,6232^2 + 3 \cdot 5,177 \cdot 10^5} = 27,741 \text{ МПа} \leq [\sigma]_6 = 130 \text{ МПа}.$$

Болтларнинг мустаҳкамлиги таъминланди.

### 3.4. Донадор, сочилувчан материалларни классификациялаш

Донадор материал аралашмасини фракцияларга, бир-бирига яқин бўлган ўлчамли заррачаларни, ажратиш учун уч хил классификациялаш қўлланилади:

- механик усул, бунда сочилувчан материалларни элак, тўр ва шунга ўхшаш мосламаларда элаб олинади. Механик классификациялашда ўлчами элак тешигидан кичик бўлганлари ундан ўтиб кетади. Ўлчами катта бўлган бўлақлар ёки доначалар эса, яна қайта майдалашга жўнатилади;

- гидравлик классификациялаш қаттиқ заррачалар аралашмаларини суюқликда чўкиш тезлиги асосида фракцияларга ажратади;

- ҳаво ёрдамида ажратиш - каттиқ заррачалар аралашмасини ҳавода чўктириш ёрдамида амалга оширилади.

Классификациялаш ёрдамчи жараён сифатида қўлланилади, яъни материални майдалашдан олдин майда фракцияси ажратиб олинади. Ушбу жараён, йирик бўлақларни элаб олиб, қайта майдалашга жўнатиш учун, яна керакли ўлчамдаги тайёр маҳсулотни ажратиб олиш учун ҳам қўлланиши мумкин. Механик классификациялаш яна ажратиш (ёки элаш) деб ҳам номланади. Бу усулда заррачалар ўлчами миллиметрнинг бир неча улушидан токи бир неча сантиметр ўлчамли материалларни ажратиш учун қўлланилади. Классификациялаш жараёни элаш (грохот) ёки ажратиш (сепаратор) мосламаларида амалга оширилади.

#### 3.4.1. Элаклаш

Материалларни элаш учун металл ёки бошқа материал листларида тешиқлар ҳосил қилинган тўрлар, металл стерженлари параллел жойлаштирилган колосниклардан фойдаланилади. Элак тешиги кўриниши квадрат ёки тўғри тўртбурчак шаклида бўлиши мумкин. Ўлчами эса 0,04 дан 100 мм гача бўлади. Элак рақами, шу элак тешиги ўлчамининг қиймати билан бир хил бўлади.

Тўрлар 2...12 мм қалинликдаги металл листлардан 2...10 мм диаметрлардаги тешиқли қилиб ясалади. Тешиқлар тикилиб қолмаслиги учун, тешиқ пастга қараб кенгайиб борувчи шаклда қилинади.

Колосникларни стерженлардан трапециадал кўринишда қилиб йиғилади. Мосламанинг кўринишдаги бу йиғиш заррачалар ўтишини осонлаштиради.

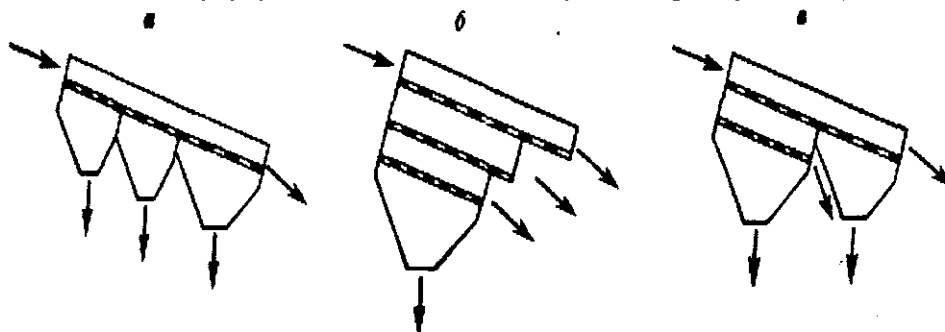
Сочилувчан материаллар перфорацияли юзага нисбатан ҳаракати даврида классификациялаш жараёни содир бўлади. Бунда, перфорация қилинган юза кўзғалмас ёки тебранма ҳаракатда бўлиши мумкин. Агар, перфорацияли юза кўзғалмас қилиб ўрнатилса, унинг уфқга нисбатан қиялик бурчаги, материал ишқаланиш бурчагидан катта бурчак остида бўлиши керак.

Классификациялаш натижасида икки хил маҳсулот, яъни эланган ва эланмаган маҳсулотга ажралади. Эланган маҳсулот - тешиқлардан ўтгани бўлса, эланмагани бу элақдан ўтмаган қисми бўлади.

Классификациялаш бир ва кўп маротабали бўлади. Оддий классификациялашда материал бир маротаба эланса, кўп маротабали классификацияда эса тешиклари турли ўлчамли бир неча элаклардан ўтказилади.

**Элаклар.** Маълум бир қатор фракцияларни классификациялаб ажратиш учун куйидаги кўп маротабали элаш усули қўлланилади (3.22-расм):

- майдадан йирикка. Ушбу усулда материал тешик ўлчамлари ортиб борувчи бир неча



3.22-расм. Элаш усуллари.

а-майдадан йирикка; б-йирикдан майдага;  
в-комбинацияланган.

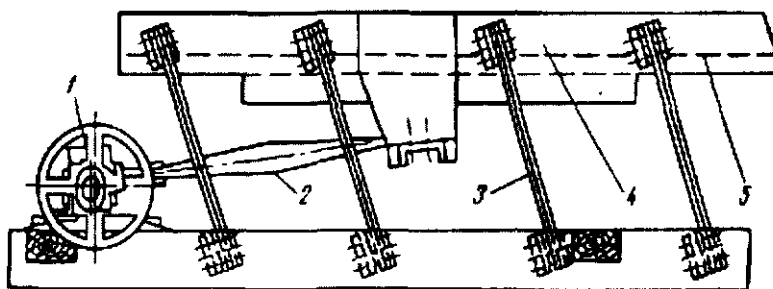
элакдан кетма-кет ўтказиш йўли билан амалга оширилади;

- йирикдан майдага. Тешик ўлчамлари камайиб борувчи элаклар бири-бирини устига ўрнатилади;

- комбинацияланган.

Саноатда ҳаракатчан ва кўзгалмас турдаги элаклар ишлатилади. Элакларнинг кўп қўлланиладиган тури-кўзгалмас элаклардир. Элаклар тебранувчан, барабанли, силталанувчан, дискли, филдиракли, колосникли ва занжирли бўлиши мумкин. 3.23-расмда тебранувчан элак схемаси тасвирланган.

Элак кривошип механизми ёрдамида тебранма ҳаракат қилади. Эланган маҳсулот пастга тешикдан тўкилади, эланмагани эса элак бўйлаб ҳаракатланиб, қайта майдалашга жўнатилади. Қанча фракцияларга ажратиш учун тебранувчи элаклар кўп қаватли қилинади. Материал мурилманинг энг юқорисига тўкилади. Катта ўлчамли материал юқори қаватда қолади, майдалари эса пастки қаватда тўпланади. Катта ўлчамли бўлаклари яна қайтадан майдалашга жўнатилади.



3.23-расм. Тебранувчи элак.

1-эксцентрик; 2-шатун; 3- пружина; 4-қобик; 5-элак.

Тешикли тебранувчан ғалвир-машинанинг афзалликлари: ғалвирлаш самарадорлиги юқори; осон ва қулай таъмирлаш қулай.

Ғалвир машинанинг камчиликлари: конструкцияси мукамал эмас; саралаш пайтида тешикнинг тебраниб ишлайди.

Роликли элаклар ҳаракатчан колосникли машиналар қаторига киради. Бу турдаги машиналарда элаш юзасини параллел ўрнатилган. Айланувчи ўқларга маҳкамланган диск ёки роликлар бажаради. Ажратиладиган материал диск ёки филдирак устида ҳаракатланади ва улар пастки қаватдаги тирқишдан пастга тушади. Эланган материал элакнинг охиридан ташқарига тўкилади.

Материални узлуксиз силкиниши туфайли унинг ғилдирак ёки дисklar бўйлаб ҳаракатлангани учун фракцияларга ажралиш самарадорлиги ортали.

Барабанли ғалвир-машина эса, горизонтга нисбатан 4...7° бурчак остида жойлашган барабан бўлиб, тўрдан ёки тарам-тарам қилиб темир листдан ясалган бўлиб, ўкга ёки тиргакли ғилдиракга ўрнатилган бўлади. Барабаннинг очик томонидан материал юкланади. Барабан девори орқали майда материал эланади, элакдан ўтмагани эса барабаннинг паст томонидан тўкиб олинади. Барабанли ғалвир-машина энг майда заррачаларни йирик бўлақлардан классификациялаш учун ишлатилади.

Ғалвир тешиklarини материал ҳаракатланиш йўли бўйича ўзгартириш, яъни катталаштириш ҳам мумкин бўлади.

Барабанли ғалвир машинанинг камчиликлари: ажратиш самадорлиги ва унумдорлиги кичик.

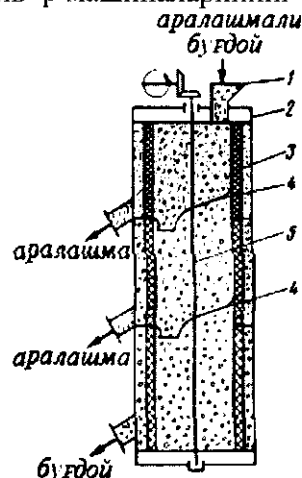
Дон ва бошоқли дон маҳсулотларини тозалаш учун горизонтал ва вертикал цилиндрик дон тозалаш ажратгичлардан фойдаланилади. Ажратиш жараёни металл тўрли ажратгичларда амалга оширилади.

Элак (тўр) тешиklари дон аралашмаси ҳаракати йўналиши бўйича катталашиб боради. Аралашмани ажратиш эса вертикал ажратгичда марказдан қочма куч ёрдамида амалга ошса, горизонтал ажратгичда эса тебранма ҳаракат туфайли амалга оширилади.

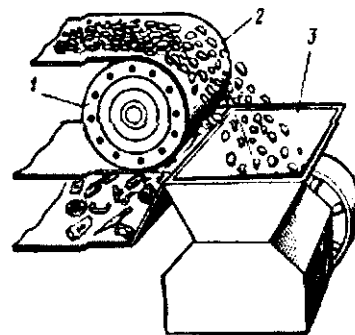
Барабан бир неча қисм (секция) дан ташкил топган. Тозаланмаган дон юкори секцияга келиб тушади. Марказдан қочма куч таъсирида бошоқли материал барабанли ажратгичнинг ғалвирсимон девор четига урилади. Материал таркибидаги, дондан кичик аралашмалар ғалвир орқали ўтиб кетади ва ажратгичдан чиқариб ташланади. Дон эса, қурилманинг пастки қисмига тушади. Бу секция деворининг тешиklари маҳсулот ўлчамидан катта бўлгани учун, дон ғалвирсимон девордан ўтиб, қурилмадан чиқариб юборилади.

3.24-расмда барабанли марказдан қочма ажратгич (сепаратор) нинг схематик кўриниши тасвирланган.

Вибрацион ғалвир машиналарининг элаги текис ётик бўлиб, тебраткич ёрдамида ҳаракатга



3.24-расм. Барабанли ғалвир. 1-юклаш штуцери; 2-қобик; 3-барабан; 4-каналли тўсик; 5-ўк.



3.25-расм. Электромагнит барабанли ғалвир. 1-ажратгич; 2-конвейер; 3-бункер.

келтирилади. Материалнинг элак устида доим тебраниб (силкиниб) туриши туфайли, элак тешиklари тўлиб қолмайди ва заррачалар тешикдан ўтиб кетади. Ушбу жараёни тебраниш частотаси ва амплитудасини ўзгартириш йўли билан ростлаш осон. Ғалвирда деталарни алмаштириш қийин эмас.

Сочилувчан материаллар таркибидаги темир ва чўян аралашмаларни тозалаш электромагнит ажратгич ёрдамида амалга оширилади (3.25-расм).

Электромагнит барабанли ажраткичда ўқга мос равишда кўзгалмас магнит жойлаштирилади. Бу магнит ўзгармас электр токида ишлайди. Барабан айланганда унинг юзаси электромагнит кутблари яқинида жойлашган бўлади. Металл аралашмалар кучли магнит майдон таъсирига дуч келиб, барабан юзасига ёпишиб қолади. Магнит майдон таъсирига тушмайдиган бошқоқли материаллар бункерга тўкилаверади. Кейин эса, металл заррачалар ҳам майдон таъсиридан узоклашгандан сўнг, улар ҳам бункердан ташқарига йиғилади. Шу усулда донларни металлдан ажратиш мумкин бўлади.

Магнитли ажраткичлар металлларни машиналарга юклаш жараёнида ҳам ишлатиш мумкин бўлади.

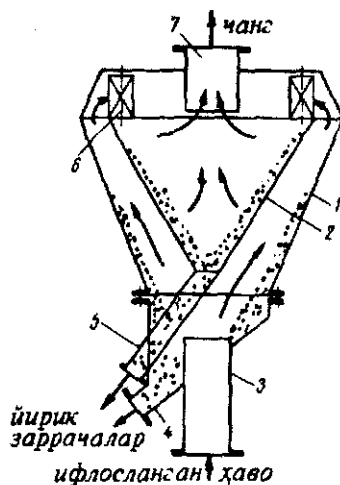
### 3.4.2. Классификациялаш

Қаттиқ жисмлар аралашмасини фракцияларга гидравлик классификациялаш, қаттиқ заррачаларни суёкликда чўкишининг умумий қонунига бўйсунди.

Гидравлик классификациялаш сув оқимининг горизонтал ёки кўтарилиш ҳаракатида амалга оширилади.

Оқим тезлиги шундай танланадики, бунда классификатордан кичик ўлчамли маълум заррачалар оқим билан чиқиб кетса - бу заррачалар юқори маҳсулот деб номланади, классификаторнинг ўзида қоладиган заррачалар ўлчами катта бўлади ва у остки маҳсулот деб номланади.

Марказдан қочма куч таъсирида классификациялаш эса гидроциклонларда амалга оширилади.



3.26-расм. Марказдан қочма сепаратор схемаси.

1-қобик; 2-ички конус; 3- материални юклаш патрубкиси; 4,5-йирик заррачаларни юклаш патрубкиси; 6-йўналтирувчи куракча; 7- чангни чиқариш патрубкиси.

Ҳаво ёрдамида ажратиш гидравлик классификациялашдан фарқи шундаки, заррачаларни ҳавода чўктириш тезлиги суёкликда чўкиш тезлигидан тезроқ боради. Ҳаво ёрдамида ажратиш, циклонли қурилмаларда ҳавонинг юқорига кўтарилувчи оқимида амалга оширилади.

3.26-расмда марказдан қочма ажраткич схемаси кўрсатилган. Бундай ажраткичлар тегирмондан чиқадиган ҳаво оқимида уланади. Йирик заррачалар марказдан қочма куч таъсирида халқа (айланма) оралик ва конус деворларига урилиб ажратилади. Йиғилган йирик заррачалар конус деворидан сирпаниб-думалаб қурилманинг пастки қисмидан ажратиб олинади. Ажралмаган майда заррачалар ҳаво оқими билан биргаликда циклонга чиқиб кетади.

### 3.5. Грануллаш ва гранулятор конструкциялари

Сочилувчан материалларнинг физик-механик хоссалари, таркиби, шакли ва маълум вақтдаги материалларни олишга йўналтирилган физик-механик ва физик-кимёвий жараёнларнинг таъсирида **грануллаш** жараёни деб аталади. Табиатда грануллаш жараёни турли муҳитларда бўлади: ер остида вулқон отилиб чиқиши, ер устида муз ва тупроқ силжишида, шағал ва тоғларда дўл ҳосил бўлишлардир.

Инсоният қадим замонлардан ерга ишлов беришда, яъни унинг унумдорлигини ошириш



учун унга юмалок-юмалок таркиб ёки қурилишда минерал хом-ашёни шакллантиришда грануллаш жараёндан фойдаланиб келган.

Бу жараён натижасида физик-механик хоссалари яхшиланган гранулалар олиш мумкин. Чунончи, грануланган маҳсулотларнинг ташқи кўриниши яхши, сочилувчан ва зичлиги юкори бўлган ҳолда мустаҳкам таркибга эга. Ундан ташқари, уларнинг ўлчамлари бир хил, юклаш ва узок масофага узатиш пайтида чангимади.

Грануллаш жараёни қуйидаги технологик босқичлардан иборат:

- хом-ашёни қайта ишлашга тайёрлаш компонентларни қадоқлаш ва аралаштириш;
- гранула ҳосил қилиш (агломерация, кристаллаш, зичлаш ва х.);
- гранула таркибини мўтадиллаш (қуриштириш, совитиш, полимеризация усулларида заррачалар орасидаги боғларни мустаҳкамлаш);
- классификациялаш, йирик фракцияларни парчалаш (янчиш);

Ҳозирги кунда, саноатда қўлланиладиган ва маълум грануллаш усуллари қуйидагилардир:

1) қаттиқ моддаларни юмалатиб грануллаш; 2) эритмани пуркаш ва грануляция минораларда совитиш; 3) курук кукунларни пресшлаш; 4) эритмани мавҳум қайнаш қатламида пуркаш; 5) турбопарракли қурилмада тезкор грануллаш; 6) тангасимон пластиналар ҳосил қилиш (эритмани бошқа юзаларда совитиш йўли билан); 7) экструзия.

**Қаттиқ моддаларни юмалатиб грануллаш** барабанли ёки тарелкали қу-рилмаларда олиб борилади. Грануллаш албатта суюқлик иштирокида олиб борилади. Суюқлик қаттиқ фаза билан бирга ёки эритма сифатида қурилмага юборилади.

Гранула ҳосил бўлиш ва унинг диаметри ўсишига, қаттиқ ва суюқ фазалар орасидаги нисбат катта таъсир кўрсатади.

Бу грануллаш жараёни 4 босқичдан иборат:

- боғловчи ва ретурни аралаштириш;
- майда заррачалар ва майдаланган бўлақлардан гранула ҳосил қилиш;
- юмалатиш ва зичлаш;
- мўтадиллаш (стабиллаш).

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, жараённинг ҳар бир босқичида ўлчам бўйича заррачаларнинг тақсимланиши ўзгариб боради.

Кукун ва ретурни аралаштириш пайтида боғловчи модда сифатида турли хил суюқликлар ишлатилади, чунончи, сув, маҳсулот эритмаси, бирорта компонентнинг эритмаси (плав) ва бошқалар. Суюқлик ва материалларнинг ўзаро таъсир схемаси қуйидагича:

агарда фракцияда майда заррачалар улуши кўп бўлса, улар орасидаги масофа бўш қолиб кетади. Шунинг учун, заррачалар орасидаги тортишиш кучи кичик бўлади ва гранула мустаҳкамлиги паст бўлишига олиб келади;

агарда фракцияда майда заррачалар улуши кўпайса, гранула зичлиги ортади ва уларнинг мустаҳкамлиги ортади.

Лекин, шуни алоҳида таъкидлаш керакки, йирик заррачаларнинг гранула ҳосил қилишда ижобий роли ҳам бор, чунки улар бўлажак грануланинг скелети бўлиб хизмат қилади. Бунда, майда заррачалар катта заррачалар орасидаги бўшлиқни тўлдиради ва натижада улар орасидаги масофа камаяди. Фақат нам аралашма таркибидаги йирик ва майда заррачаларнинг маълум бир оптимал кийматларидагина зичлиги юкори ва катта тортишиш кучига эга гранулалар ҳосил қилиш мумкин.

**Юмалатиб грануллаш босқичи** - бунда заррачаларнинг нисбатан кўзгалмас қатламга кўп маротаба урилиши натижасида гранулалар ҳосил қилиш ва уларни зичлаш мумкин.

Грануланинг зичланиши кўп маротаба урилишлар ва юкоридан пастга қараб тўкилишлари оқибатида рўй беради. Натижада материал таркибидаги ортикча намлик сиқиб чиқарилади. Бунинг оқибатида курук материаллардан ҳосил бўлган гранула ёпишишига идеал шароит яратилади. Заррачаларнинг бир-бирига яқинлашиши билан, сув қатламининг қалинлиги тобора камайиб боради, лекин гранулаларнинг тортишиш кучи эса, ортиб боради. Ҳосил бўлаётган гранулага янги заррачаларнинг ёпишиш механизмининг асосий шарти шундаким, бу ходиса фақат гранула ва заррача ўлчамларининг маълум бир нисбатида рўй беради.

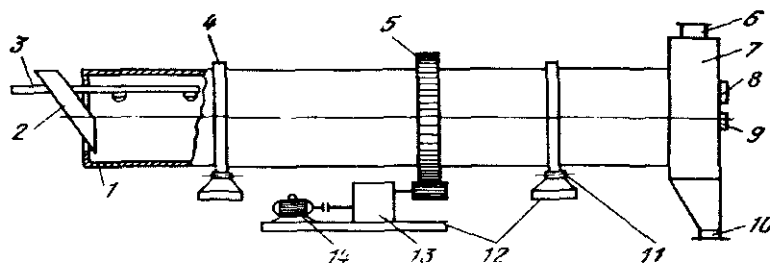
Гранула таркибининг зичланиши ҳар томонидан кўп урилишлар натижасида аста-секин борадиган жараёнدير.

**Гранула таркибини мўтадиллаш босқичи.** Тайёр маҳсулот олиш учун грануланинг мустаҳкамлигини ошириш зарур. Бунинг учун гранула таркибидаги намлик йўқотилади ёки қаттиқ агрегат ҳолатига ўтказилади. Лекин, гранула таркибидаги намликни йўқотишнинг энг кенг тарқалган усули - бу қуриштиришдир. Гранула намсизлантирилганда қаттиқ фаза кристалланади. Баъзи ҳолларда бу жараён гранула парчаланишига олиб келади, шунинг учун ҳар доим ҳам гранулалар таркибига жуда юқори талаб қўйиб бўлмайди.

3.27 ва 3.28 - расмларда юмалатиб грануллаш қурилмаларининг схематик тасвирлари келтирилган.

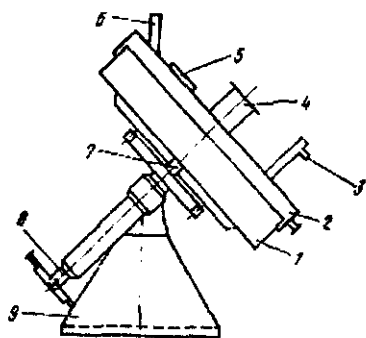
Барабанли гранулятор одатда уфқга нисбатан  $1...30^\circ$  оғиш бурчагида ўрнатилади. 8.7-расмда барабанли гранулятор-қуриткич қурилмаси кўрсатилган. Бу қурилма эритмаларни грануллаш ва қуриштириш, ҳамда конструкциясига қараб, ҳосил қилинган маҳсулотни классификациялаш ва совитиш учун қўлланилади.

Цилиндрик обечайка 1 нинг ташқарисига бандаж 4 ва тожли шестерня 5 лар ўрнатилади. Электр юриткич 14 дан айланма ҳаракат редуктор 13 ёрдамида 5 га узатилади ва натижада цилиндр обечайка 1 материал билан бирга айланади. Барабаннинг бир четида юқловчи, иккинчи четида тўқувчи камералар жойланган бўлиб, улар грануляторнинг ишчи ҳажмини зичлаш функциясини ҳам бажарадилар. Юқловчи тарнов 2 орқали шихта ёки курук кукун юқланади. Агар қурилмага курук кукун берилса, унда қатлам устига боғловчи тақсимлагич 3 дан керакли микдорда суюқ фаза юборилади.



3.27-расм. Барабанли гранулятор.

1-обечайка; 2-кукунни юқлаш тарнови; 3-боғловчи тақсимлагич; 4-бандаж; 5- шестерня; 6-буғларни сўриш патрубкеси; 7-тўқиш камераси; 8-эритиш дарчаси; 9-кўриш ойнаси; 10-гранула тўқиш штуцери; 11-таянч гилдиракча; 12-пойдевор; 13-редуктор; 14-электр юриткич.



3.28-расм. Тарелкали гранулятор.

1-айланувчи тарелка; 2-зичловчи қобик; 3-суюқлик узатувчи пуркагич; 4-буғларни сўриб олиш патрубкеси; 5-кузатиш ойнаси; 6-кукун юқлаш патрубкеси; 7-ўк; 8-тарелка қиялик бурчагини ўзгартирувчи механизм; 9-таянч.

Ушбу грануляторнинг асосий қисми ўз ўқи атрофида айланувчи тарелка 1 бўлади. Махсус механизм 8 ёрдамида унинг қиялик бурчагини ҳам ўзгартириш мумкин. Боғловчи моддани узатиш учун тарелка 1 устида пуркагич 3 ўрнатилади. Бу турдаги қурилмалар таҳлили шунини кўрсатадики, бу қурилмада юқори сифатли маҳсулот олиш билан бирга, жуда кўп иссиқлик ва масса алмашинишга эришса бўлади. Олинган маҳсулотнинг гранулометриқ таркиби 80...90% товар фракциясини ташкил этади. Ундан ташқари, жараённи автоматлаштириш қийин эмас. Грануллаш пайтида тарелкага ёпишиб қолган массани тозалаш учун махсус қирғич ўрнатилади.

Камчиликлари: ўлчами катта, кўпол; металл кўп сарфланади; суюқликни пуркаш

учун кўп энергия сарф бўлади; маҳсулот қурилма деворларига ёпишиши мумкин.

Бу усулда ишлайдиган қурилмаларни оптималлашдан мақсад, керакли гранулометриқ таркибдаги маҳсулот олиш ва максимал иш унумдорликка эришишдан иборатдир.

Мавҳум қайнаш қатламида грануллаш учун турли конструкцияли грануляторлар ишлатилади. Одатда бундай гранулятор қобиғи шаклига қараб цилиндрик (3.29б-расм), 30...60° конуслик бурчаги кичик бўлган (20° гача) (3.30-расм) бўлади. Қурилманинг шакли унинг гидродинамикасини белгилайди.

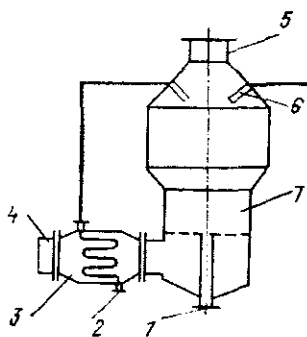
Конуслик бурчаги 20° гача бўлган қурилмаларда ҳамма кўндаланг кесимларида бир текисда мавҳум қайнаш содир бўлади (3.30-расм).

Цилиндр-конуссимон мавҳум қайнаш қатламли қурилмаларнинг цилиндрик қисмида қатламнинг заррачалари умуман бўлмайди (3.30-расм).

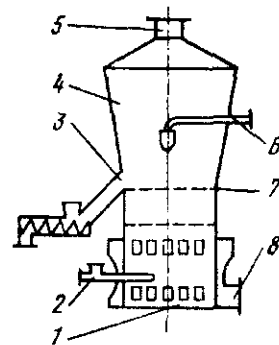
**Барабанли гранулятор-қуриткич (БГК)** грануллаш ва қуритиш учун мўлжалланган, ҳамда конструкциясига қараб, маҳсулотларни классификациялаш ва совитиши мумкин.

БГК нинг асосий қисми барабан бўлиб, гранула тўкилиш томонига қараб қия ўрнатилади. Барабан, ташқарисида 2 та бандаж таянч 10 ларга таяниб туради. Ундан ташқари, тожли шестерня 12 ҳам ўрнатилади ва унинг ёрдамида электр юриткичдан редуктор орқали келаётган айланма ҳаракат барабанга узатилади. Саноат қурилмалари 3-5 айл/мин тезликда ҳаракат қилади.

Эритмаларни пурқаб грануллаш. Бу усулда грануллаш механизми қуйидагича: эритма, грануляция минорада пурқабгичлар ёрдамида майда томчилар ҳолатига қараб пастга қараб йўналтирилади. Пастдан юқорига қараб эса, вентилятор ёрдамида берилаётган совуқ ҳаво ёрдамида томчилар совитилади, яъни ўз иссиқлигини ҳавога беради ва гранула шаклига келтирилади. Чунончи, томчи иссиқликни бериши билан гранула ҳосил бўла бошлайди ва томчининг ташқи юзаси кристалланиб, жараён охирида ички қатламлари ҳам кристалланади. Шундай қилиб, кристалланиш жараёни томчининг ташқи юзасидан ичкарига қараб, йўналган бўлади.



**3.29-расм. Марказий тўкиш ва иситилган эритмани қатламга узатувчи цилиндрик қурилма.**  
1-маҳсулотни тўкиш патрубкиси; 2-суюқликни юклаш патрубкиси; 3 - калорифер; 4-иссиқлик элткич кириш патрубкиси; 5 - ишлатиб бўлинган элткични чиқариш патрубкиси; 6-суюқлик пурқабгич; 7-қурилма қобиғи.



**3.30-расм. Конуссимон қурилма.**  
1-ўтхона; 2-газ ёндиргичи; 3-гранула тўкиш патрубкиси; 4-қобиқ; 5-ишлатиб бўлинган иссиқлик элткични чиқариш патрубкиси; 6-механик пурқабгич; 7-газ таксимловчи тўр парда; 8-иссиқлик элткич кириш патрубкиси.

Одатда томчилардан гранула ҳосил қилиш, грануляция минораларда ёки мавҳум қайнаш қатламида амалга оширилади. Ушбу қурилмаларнинг асосий элементларидан бири пурқабгичдир. Пурқабгичлар конструкциясига қараб, марказдан қочма, статик ва вибрацион бўлади.

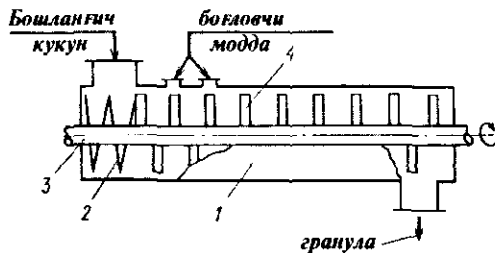
Агарда ушбу маҳсулотлар мавҳум қайнаш қатламида совутилса, селитра учун ёз фаслида грануляция минора баландлиги  $h = 30$  м ва диаметри  $d = 10...20$  м бўлиши керак.

Карбамид учун ёз фаслида грануляция минора баландлиги  $h = 55...50$  м ва диаметри  $d = 15...20$  м бўлиши зарур.

Нитроаммофоска грануляция қилиш учун, ёз фаслида, грануляция минора баландлиги

$h=50...55$  м ва диаметри  $d=10...20$  м бўлиши керак.

**Турбопарракли грануляторда грануллаш.** Кукунсимон материалларни турбопарракли тезкор грануляторларда грануллаш механизми барабанли ёки тарелкали қурилмаларда



3.31-расм. Турбопарракли тезкор гранулятор.

1-кобик; 2-шнек; 3-ротор ўқи; 4-ротор стерженлари.

материалларни юмалатиб грануллаш жараёнига ўхшашдир. Тезкор грануляторларда гранула ҳосил бўлиши, аралаштирувчи парраklarнинг материалга таъсири, яъни  $170 \text{ с}^{-1}$  частота билан айланаётган элементлар аралаштириши асосий сабабдир (3.31-расм). Материални турбопарраklarда қурилмада қайта ишлаш вақти бир неча секунддан 2...3 мин гача бўлади. Бу турдаги қурилмаларда гранула ҳосил бўлиши бир неча босқичда боради, яъни жараён даврларининг алмашилиш кетма-кетлиги қуйидагича: аралаштириш, агломерация, дезинтеграллаш, гранула ҳосил қилиш, гранулаларни зичлаш ва шарсимон шакл бериш.

Тезкор усулда грануллаш жараёнида кимёвий реакциялар самарадор ўтиши мумкин. Боғловчи модда вазифасини реакциянинг суяк маҳсулотлари ўтайди.

Ундан ташқари, материални интенсив аралаштирилиши, унинг температурасини ортишига ва термопластификацияга олиб келиши мумкин. Турбопарракли тезкор грануляторда қайта ишланаётган материал оқими ҳаракатининг таҳлили, бу жараённинг асосий параметрларини аниқлаш имконини беради.

Материал қатламини узатишнинг чизикли тезлиги:

$$v_c = \frac{Q_0}{\pi \cdot \rho_{\text{тук}} \cdot \varphi \cdot R_k^2} \quad (3.77)$$

бу ерда  $Q_0$  - грануллаанаётган аралашма сарфи;  $\rho_{\text{тук}}$  - грануллаанаётган аралашма зичлиги;  $\varphi$  - гранулятор ишчи камерасини тўлдирилиш коэффициенти;  $R_k$  - ишчи камера радиуси.

Грануллаш жараёнида гранула босиб ўтган масофа узунлиги  $l$ :

$$l = \frac{L \cdot \pi \cdot \rho_{\text{тук}} \cdot \varphi \cdot \omega \cdot R_k^3}{Q_0} \quad (3.78)$$

бу ерда  $L$  - гранулятор ишчи камераси узунлиги;  $\omega$  - гранулятор ўқининг айланиш частотаси.

Ҳосил қилинган грануланинг ўртача диаметри ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$d = d_0 \cdot \exp m \cdot (W - W_p) \quad (3.79)$$

бу ерда  $d_0$  - гранула ҳосил бўлиш пайтидаги гранула диаметри;  $m$  - материал хоссалари ва Фруд критерийсига боғлиқ коэффициент;  $W$  - гранула ҳосил бўлиш пайтида аралашма таркибидаги боғловчи модда миқдори.

Боғловчи модда сарфи қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Q_{\text{боғ}} = Q_0 (W_{\text{боғ}} + 1/m \ln(d/d_0)) \quad (3.80)$$

Турбопарракли тезкор грануляторда олинган гранулалар ўлчамлари логарифмик нормал тарқатилиш қонунига бўйсинади.

Қурилма хом-ашёни юклаш, майдалаш, грануллаш, гранулаларни зичлаш ва шакл бериш амалларидан иборатдир. Кунжарани турбопарракли, тезкор грануляторда майдалаш даражаси ушбу формулада ҳисобланади:

$$i = 0,74 \cdot \omega^{0,2} \left( \frac{t}{d} \right)^{-0,35} \quad (3.81)$$

## 4-боб. ГИДРОМЕХАНИК ҚУРИЛМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ



### 4.1. Тиндиргич ҳисоби

**Бошланғич маълумотлар.** Сувли суспензиянинг ( $\rho_2=1000 \text{ кг/м}^3$ ) каттик зарраларини чўктириш учун узлуксиз ишловчи қурилма ҳисоблансин. Чўкаётган зарраларнинг энг кичик диаметри  $d=36 \text{ мкм}$ . Каттик зарраларнинг массавий концентрацияси  $B=5\%$  бўлганда чўктиргичнинг унумдорлиги суспензия бўйича  $V=30000 \text{ кг/соат}$ ни ташкил этади. Каттик фазанинг нисбий массаси  $\Delta_{к.ф.}=3,2$ . Қуюклашиш зонасидаги ўртача аралаштириш нисбати  $К:С=1:3$ . Суспензия температураси  $30^\circ\text{C}$ . Шламнинг намлиги  $70\%$ , яъни чўкмадаги каттик зарраларнинг концентрацияси  $B=30\%$  (масс).  $t=30^\circ\text{C}$  температурада сувнинг кинематик коэффициенти  $\nu_2=0,805 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Чўкувчи каттик зарраларнинг минимал ўлчами  $d<100 \text{ мкм}$  бўлгани учун, уларнинг чўқиши Стокс қонунига бўйсинади. Шунинг учун чўқишнинг назарий тезлигини қуйидагича аниқлаймиз:

$$w_{\text{ч}} = \frac{gd^2(\rho_1 - \rho_2)}{18\nu_2\rho_2} = \frac{9,81(36 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (3200 - 1000)}{18 \cdot 0,805 \cdot 10^{-6} \cdot 1000} = 0,002 \text{ м/с}$$

Юқоридаги формуладан  $Re \leq 0,2$  бўлганида фойдаланиш мумкин.

$$Re = \frac{w_{\text{ч}} \cdot d}{\nu_2} = \frac{0,002 \cdot 36 \cdot 10^{-6}}{0,805 \cdot 10^{-6}} = 0,08 < 0,2$$

Демак, тезликни аниқлашда юқоридаги формуладан ўринли фойдаланганмиз.

Каттик зарралар чўқишининг ҳақиқий тезлиги:

$$w_{\text{кз}} = 0,5w_{\text{ч}} = 0,5 \cdot 0,002 = 0,001 \text{ м/с}$$

Суспензияни дастлабки ҳолидаги суюқ фаза миқдори:

$$V_c = 30000 \cdot \left( \frac{100 - 5}{100} \right) = 28500 \text{ кг/соат} = 28,5 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Каттик фаза миқдори:

$$V_k = 30000 - 28500 = 1500 \text{ кг/соат} = 1,5 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Тиндиргичга қираётган суспензиядаги каттик зарралар концентрацияси:

$$x_{\delta} = \frac{B}{100 - B} = \frac{5}{100 - 5} = 0,053$$

Қуюклашган суспензиядаги каттик зарралар концентрацияси:

$$x_{\text{к.с}} = \frac{5}{100 - 15} = 0,177$$

Тиндиргичнинг майдони:

$$F = 1,33 \cdot V_c \cdot \frac{x_{\text{к.с}} - x_{\delta}}{3600 \omega_{\text{чк}} x_{\text{к.с}}} = 1,33 \cdot 28,5 \cdot \frac{0,177 - 0,053}{3600 \cdot 0,001 \cdot 0,177} = 7,4 \text{ м}^2$$

Тиндиргичнинг диаметри:

$$D = \sqrt{1,27 \cdot F} = \sqrt{1,27 \cdot 7,4} = 3,06 \text{ м} \approx 3,0 \text{ м}$$

Куюқланиш зонасидаги суспензиянинг нисбий массаси:

$$\Delta_{k.c} = \frac{\Delta_{k.\phi}(n+1)}{\Delta_{k.\phi}(n+1)} = \frac{3,2 \cdot (3+1)}{3,2 \cdot 3+1} = 1,2$$

бу ерда  $n=C/K=3,0$  – суспензияни суюқланиш зонасида ўртача аралашмиш катталиги;  $C, K$  – мос равишда суюқ, каттик фазаларнинг куюқланиш зонасидаги нисбий миқдори.

Куюқланиш зонасидаги суспензия концентрацияси:

$$x_{k.c} = \frac{1}{1+n} = \frac{1}{1+3,0} = 0,25$$

1 м<sup>3</sup> куюқлашган суспензиядаги каттик фаза миқдори:

$$g_{k.\phi} = g\rho\Delta_c x_{k.c} = 9,81 \cdot 100 \cdot 1,2 \cdot 0,25 = 300 \text{ кг/м}^3$$

Тиндиргичнинг 1 м<sup>2</sup> эркин юзасида  $\tau=1$  соат вақт давомида ҳосил бўлувчи каттик фаза миқдори:

$$G_{k.\phi} = \frac{4G_k\tau}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 1500 \cdot 1}{3,14 \cdot 3,0^2} = 212 \text{ кг/м}^2$$

Чўкма узлуксиз чиқарилиб турилгани учун куюқланиш зонасининг баландлигини куйидагича аниқлаш мумкин.

$$h_2 = \frac{G_{k.\phi}}{g_{k.\phi}} = \frac{212}{300} = 0,71 \text{ м}$$

Тиндиргичда ажратилган суспензияни суюқлишини ( $K:C=1:10$ ) эътиборга олиб эркин чўкиш зонасининг баландлигини  $h_1=0,5$  м деб қабул қиламиз.

Аралаштиргич паррақларининг жойлашиш зонасини баландлиги:

$$h_3 = 0,146 \frac{D}{2} = 0,146 \frac{3}{2} = 0,22 \text{ м}$$

Шундай қилиб, тиндиргичнинг умумий баландлиги:

$$H = 0,5 + 0,71 + 0,22 = 1,43 \text{ м}$$

## 4.2. Центрифуга ҳисоби

**Мисол 4-1. Тиндирувчи центрифугани ҳисоблаш.** Соатига 15 м<sup>3</sup> суспензияни узлукли ишлайдиган тиндирувчи центрифуга ҳисоблансин. Солиштирма оғирлиги  $\gamma_1=2700 \text{ кг/м}^3$  ва таркибида каттик фаза миқдори  $C_c=25\%$ . Суспензия солиштирма оғирлиги  $\gamma_2=1000 \text{ кг/м}^3$ , ковшоқлик коэффициенти  $\mu=1 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{с/м}^2$ , каттик кристаллар ўлчами  $d=10 \text{ мкм}$ . Каталог-справочникдан чўкмани пичоқ билан кесиб оладиган АОГ-800 русумли автоматик центрифугани танлаймиз.

АОГ -800 центрифуга техник характеристикаси:

Ротор ички диаметри  $D$ ..... 800 мм

Ротор узунлиги  $L$ ..... 400 мм  
 Ротор айланишлар сони ..... 1700 айл/мин.

$$V_o = \pi R^2 \cdot L = 3,14 \cdot 0,4^2 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ м}^3$$

Ротор 50% га тўлдирилган ҳолатда суспензия катламининг ички диаметри куйидагига тенг:

$$r_1 = 0,71 \cdot R = 0,71 \cdot 0,4 = 0,285 \text{ м}$$

Суспензиянинг ўртача радиуси :

$$r_{cp} = 0,85 \cdot R = 0,85 \cdot 0,4 = 0,34 \text{ м}$$

Ротордаги суспензиянинг ҳажми:

$$V_o = \pi(R^2 - r_1^2) = 3,14 \cdot (0,4^2 - 0,2^2) \cdot 0,4 = 0,1 \text{ м}^3$$

Центрифуганинг ажратиш омили :

$$\Phi_p = \frac{0,85 \cdot n^2 \cdot R}{900} = \frac{0,85 \cdot 1700^2 \cdot 0,4}{900} = 1100$$

Марказдан қочма майдонда каттик заррачаларнинг чўкиши Стокс қонунига бўйсунди деб ҳисобласак, унда чўкиш тезлиги ушбу формуладан топилади:

$$w_o = \frac{d^2 \cdot (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot \Phi_p}{18\mu} = \frac{(10 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (2700 - 1000)}{18 \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 10,4 \text{ м/с}$$

Унда, чўкиш жараёнинг давомийлиги куйидагидан аниқланади:

$$\tau_{oc} = \frac{R - r_1}{w_o} = \frac{0,4 - 0,285}{10,4} = 0,11 \text{ с}$$

Тажриба маълумотларига таяниб, центрифугани ишга тушириш даври  $\tau_n = 1,5 \text{ мин} = 90 \text{ с}$ , тўхтатиш давомийлигини  $\tau_m = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$  ва чўкмани машинадан тўкиш вақтини  $\tau_p = 0,5 \text{ мин} = 30 \text{ с}$  деб қабул қиламиз. Унда, тўлиқ цикли центрифугалаш жараёнининг умумий давомийлигининг

$$\sum \tau = \tau_{oc} + \tau_n + \tau_m + \tau_p = 0,011 + 90 + 60 + 30 = 180,011 \text{ с}$$

Центрифуга унумдорлиги:

$$V = \frac{1800 \cdot V_o}{\sum \tau} = \frac{1800 \cdot 0,2}{180,011} = 2 \text{ м}^3/\text{соат}$$

Шундай қилиб, соатига  $15 \text{ м}^3$  суспензияни ажратиш учун АОГ-800 русумли центрифугадан 8 дона ўрнатиш зарур.

Барабан массасининг инерциясини енгитиш учун сарфланадиган қувват ушбу формуладан аниқланади:

$$N_1 = \frac{G_o \omega^2}{2g \cdot 102 \cdot \tau_n} = \frac{500 \cdot 71^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 102 \cdot 90} = 14,1 \text{ кВт}$$

бу ерда  $G_6=500$  - юкланмаган барабан оғирлиги;  $\omega$  - барабаннынг айланиш тезлиги:

$$w = \omega \cdot R = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30} = \frac{3,14 \cdot 1700 \cdot 0,4}{30} = 71 \text{ м/с}$$

Материал массасининг инерциясини енгиш учун сарфланадиган қувват ушбу формуладан аниқланади:

$$N_2 = \frac{0,19V_6\gamma_c w^2}{g \cdot 102 \cdot \tau_{II}} = \frac{0,19 \cdot 0,2 \cdot 1190 \cdot 71^2}{9,81 \cdot 102 \cdot 90} = 2,53 \text{ кВт}$$

бу ерда  $V_6$ -суспензиянинг ҳажмий оғирлиги:

$$\gamma_c = \frac{100\gamma_1 \cdot \gamma_2}{100\gamma_1 - (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot C_c} = \frac{100 \cdot 2700 \cdot 1000}{100 \cdot 2700 - (2700 - 1000) \cdot 25} = 1190 \text{ кг/м}^3$$

Ўқни подшипникларда ишқаланишини енгишга сарфланадиган қувват қуйидаги формуладан топилади:

$$N_3 = \frac{f \cdot G_6 \cdot w_6}{102} = \frac{0,1 \cdot 700 \cdot 5,35}{102} = 36,6 \text{ кВт}$$

бу ерда  $G=700$  кг - юкланган материал ва центрифуганинг ҳамма айланувчи қисмларининг умумий оғирлиги;  $w_6$  - ўқ цапфасининг айланма тезлиги.

$$w_6 = \omega \cdot R = \frac{\pi d_6}{30} = \frac{3,14 \cdot 1700 \cdot 0,06}{30} = 5,35 \text{ м/с}$$

Барабанны ҳавога ишқаланишини енгишга сарфланадиган қувват ушбу тенгламадан топилади:

$$N_4 = 10^{-8} \cdot R^5 \cdot n^3 = 10^{-8} \cdot 0,4^5 \cdot 1700^3 = 0,5031 \text{ кВт}$$

Центрифугани ишга тушириш пайтида истеъмол қилаётган қуввати:

$$N_n = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 14,1 + 2,53 + 3,66 + 0,5031 = 20,793 \text{ кВт}$$

Унда, центрифуга электр юриткичининг қуввати:

$$N_{\text{де}} = \frac{N_n}{0,9} = \frac{20,793}{0,9} = 23,1 \text{ кВт}$$

**Мисол 4-2. Узлуксиз ишлайдиган центрифугани ҳисоблаш.** Кристалларни аниқ оғирлиги  $\gamma = 2700$  кг/м<sup>3</sup> билан  $C_c=25\%$  таркибида каттик модалли 15 м<sup>3</sup>/соат суспензияни ажратиш учун даврий ҳаракатдаги чўкмали центрифуганинг ҳисоблаш. Суспензияни қовушқлиги  $\mu = 1 \cdot 10^{-6}$  кг·с/м<sup>2</sup> бошланғич суспензиянинг аниқ оғирлиги  $\gamma_2 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, ушлаб қолинадиган кристаллар минимал ўлчами  $d = 10$  мкм. Главхиммашнинг каталоги бўйича чўкмани пичоқли усули билан олинадиган АОГ-800 русумли автоматик центрифугани танлаймиз.

АОГ-800 русумли центрифугани техник тавсифи:

Роторнинг ички диаметри  $D$  ..... 800 мм  
 Роторнинг ички узунлиги  $L$  ..... 400 мм  
 Роторнинг 1 минутда айланишлар сони ..... 1700 мм



$$V_o = \pi \cdot R^2 L = 3,14 \cdot 0,4^2 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ м}^3$$

Роторни 50% ли юкланишида ундаги суспензия катламининг ички радиуси

$$r_1 = 0,71R = 0,71 \cdot 0,4 = 0,285 \text{ м}$$

Суспензияни ўртача радиуси

$$r_{\text{ўр}} = 0,85R = 0,85 \cdot 0,4 = 0,34 \text{ м}$$

Суспензияни ротордаги ҳажми

$$V_o = \pi(R^2 - r_1^2) \cdot L = 3,14 \cdot (0,4^2 - 0,285^2) \cdot 0,4 = 0,1 \text{ м}^3$$

Центрифуга ажратиш омили

$$\Phi_{\text{ажр}} = \frac{0,85n^2 R}{900} = \frac{0,85 \cdot 1700^2 \cdot 0,4}{900} = 1100$$

Марказдан қочма кучлари майдонида қаттиқ заррачаларни чўкиши Стокс қонунига бўйсинишини қабул қилсак, чўкиш тезлигини қуйидаги тенглама билан ҳисобланади:

$$w_{\text{чўк}} = \frac{d^2 \cdot (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot \Phi_p}{18\mu} = \frac{(10 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (2700 - 1000)}{18 \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 10,4 \text{ м/с}$$

У ҳолда чўкиш жараёни давомийлиги бўлади:

$$\tau_{\text{чўк}} = \frac{R - r_1}{\omega_o} = \frac{0,4 - 0,285}{10,4} = 0,11 \text{ с}$$

Синов кўрсаткичлари бўйича центрифугани ишга тушиши давомийлигини  $\tau_n = 1,5$  мин = 90 сек, тормоз қилиш давомийлиги  $\tau_m = 1$  мин = 60 с ва чўкмадан машинани бўшатиш давомийлиги  $\tau_b = 0,5$  мин = 30 с. У ҳолда центрифугалаш бутун циклининг умумий давомийлиги

$$\sum \tau = \tau_{\text{чўк}} + \tau_m + \tau_b = 0,11 + 90 + 60 + 30 = 180,11 \text{ с}$$

Центрифуга унумдорлиги:

$$V = \frac{1800V_G}{\sum \tau} = \frac{1800 \cdot 0,2}{180} = 2 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Шундай қилиб, 15 м<sup>3</sup>/соат суспензияни олиш (ажратиш) учун АОГ-800 русумли 8 та центрифуга ўрнатиш керак.

Барабан массасининг инерциясини енгиб ўтиш қуввати:

$$N_1 = \frac{G_o \omega^2}{2g103\tau_n} = \frac{500 \cdot 71^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 108 \cdot 90} = 14,1 \text{ кВт}$$

бу ерда  $G_o = 500$  - юкланманган барабаннинг оғирлиги;  $\tau$  - барабаннинг айланиш атроф тезлиги.

$$w = \omega \cdot R = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30} = \frac{3,14 \cdot 1700 \cdot 0,4}{30} = 71 \text{ м/с}$$

Материалнинг массаси инерциясини енгиб ўтиш қуввати:

$$N_2 = \frac{0,19 \cdot V_{\sigma} \cdot \gamma_c \cdot \omega^2}{102 \cdot g \cdot \tau_n} = \frac{0,19 \cdot 0,2 \cdot 1190 \cdot 71^2}{9,81 \cdot 102 \cdot 90} = 2,53 \text{ кВт}$$

Бу ерда ажратиладиган суспензиянинг оғирлиги

$$\gamma_c = \frac{100 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2}{100 \cdot \gamma_1 + (\gamma_1 + \gamma_2) \cdot C} = \frac{100 \cdot 2700 \cdot 1000}{100 \cdot 2700 + (2700 + 1000) \cdot 25} = 1190 \text{ кг/м}^3$$

Подшипниклардаги ўқнинг ишқаланишни енгиб ўтишга сарфи қуввати

$$N_3 = \frac{f \cdot G \cdot \omega_{\text{айл}}}{102} = \frac{0,1 \cdot 700 \cdot 5,35}{102} = 3,66 \text{ кВт}$$

бу ерда  $G=700$  кг - центрифугани барча айланадиган қисмларнинг умумий оғирлиги, унга юкланган материали билан биргаликда.

Ўқ цапфаси айланишининг айланма тезлиги  $w_{\text{айл}}$ :

$$w = \omega \cdot R = \frac{\pi \cdot n \cdot d_{\text{айл}}}{30} = \frac{3,141700006}{30} = 5,35 \text{ м/с}$$

Ҳавога барабан ишқаланишини енгиб ўтиш учун қувват:

$$N = 10^{-8} \cdot R^5 \cdot n^3 = 10^{-8} \cdot 0,4^5 \cdot 1700^3 \text{ кВт}$$

Центрифугани ишга тушириш учун қувват:

$$N_n = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 14,1 + 2,53 + 3,66 + 3,95 = 20,685 \text{ кВт}$$

Бу ҳолда центрифугани электр юриткичи қуввати:

$$N_{\text{эп}} = \frac{N_n}{0,9} = \frac{20,685}{0,9} = 22,983 \text{ кВт}$$

**Мисол 4-2а.** Қуйидаги маълумотлар билан асосий эритмасидан  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  кристалларини ажратиш учун узлуксиз ҳаракатдаги шнекли центрифугани ҳисоблаш: суспензияда қаттиқ модданинг концентрацияси  $C_c = 35\%$  масс;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  кристалларининг зичлиги  $\rho_1 = 2700 \text{ кг/м}^3$ ; асосий эритмани зичлиги  $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$ ; эритманинг динамик ковушқоклиги  $\mu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{к/м}^2$ ; ажратиладиган қаттиқ зарраларнинг минимал ўлчами  $d = 13 \text{ мкм}$ ; чўкмани охириги намлиги  $w = 50\%$  масс; фугатдаги қаттиқ фаза мавжудлиги  $C_{\phi} = 5\%$ .

Ускунани ишлаш шароити оғир бўлганлиги (ажратиладиган суспензиясида қаттиқ фаза шнекли (кўп) сабабли, Механобр Инститuti конструкциясидаги №4 узлуксиз ҳаракатдаги шнекли центрифугасини танлаймиз. Ускунанинг тавсифи:

- Барабан максимал диаметри -  $D_{\text{max}} = 600 \text{ мм}$
- Барабан минимал диаметри -  $D_{\text{min}} = 280 \text{ мм}$
- Барабан узунлиги -  $L = 1000 \text{ мм}$
- Барабан конуслиги бурчаги -  $\beta = 18^\circ$
- Максимал тезлигида ажратиш омили -  $\Phi_p = 500$
- Шнекли ўрамалар сони -  $z = 6$
- “Оқув цилиндр”ни диаметри -  $D_{\text{ок}} = 420 \text{ мм}$
- “Оқув цилиндр”ни узунлиги -  $L_I = 600 \text{ мм}$
- Центрифуга барабанидан чўкмани чиқариш ойналарини жойлашиш радиуси -  $R = 190 \text{ мм}$
- Центрифугани айланадиган қисмларининг оғирлиги -  $G = 500 \text{ кг}$

Кўрсатилган ажратиш омили бўйича центрифуга роторининг айланиш сонини аниқлаймиз:

$$n = \sqrt{\frac{1800\Phi_p}{D_{\max}}} = \sqrt{\frac{1800 \cdot 500}{0,6}} = 1225 \text{ айл/мин}$$

Цетрифугани қувват манбаи бўйича самарадорлиги:

$$Q = 3,5 \cdot 10^{-4} \frac{D_{ck}^2 \cdot L_1 \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot d^2}{\mu} n^2 = 3,5 \cdot 10^{-4} \frac{0,42^2 \cdot 0,6 \cdot (2700 - 1000) \cdot (13 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 1225^2}{1 \cdot 10^{-6}} = 15,4$$

Цетрифугани қувват манбаи бўйича самарадорлиги:

$$Q_n = Q \cdot \rho_c = 15,4 \cdot 1595 = 24563 \text{ кг/соат}$$

$$\rho_c = \frac{C_c}{100} \rho_1 + \frac{(1-C)}{100} \rho_2 = \frac{35}{100} 2700 + \frac{(65)}{100} 1000 = 1595 \text{ кг/м}^3$$

Курук қаттиқ модда бўйича центрифуга самарадорлиги:

$$Q_m = Q_n \frac{C_c}{100} = 24563 \frac{35}{100} = 8597 \text{ кг/соат}$$

Фугат бўйича центрифуга самарадорлиги:

$$Q_{ок}^B = Q_n \cdot \frac{(100 - \omega) - C_c}{(100 - \omega) - C_\phi} = 24563 \cdot \frac{(100 - 50) - 35}{(100 - 50) - 5} = 8188 \text{ кг/соат}$$

$\rho_\phi \approx \rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$  деб қабул қилинса, оламиз:

$$Q_{ок} = \frac{Q_{ок}^B}{\rho_2} = \frac{8188}{1000} = 8,2 \text{ м}^3/\text{соат}$$

Стокс қонунига мувофиқ ҳаракатдаги қаттиқ зарраларни ўлчам чегараси:

$$d_{np} = 11,75 \cdot 10^2 \cdot \sqrt[3]{\frac{\mu^2}{\rho_2 \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot R_{ок} \cdot n^2}} = 11,75 \cdot 10^2 \cdot \sqrt[3]{\frac{(1 \cdot 10^{-6})^2}{1000(2700 - 1000)0,21 \cdot 1235^2}} = 14,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

Чўкмани минимал намлиги:

$$b = \frac{(\rho_1 - \rho_h)\rho}{(\rho_1 - \rho_h)\rho_2 + \rho_h\rho_1} 100$$

$$\rho_h = 0,3\rho_1 = 0,3 \cdot 2700 = 810 \text{ кг/м}^3$$

$$b = \frac{(2700 - 810) \cdot 1000}{(2700 - 810) \cdot 1000 + 810 \cdot 2700} 100 = 46\%$$

Барабандан ташлаб чиқариладиган пастдан кинетик энергияси ҳамда чўкмани юбориш учун қувват:

$$N_1 = n^2 \left[ Q_m \left( 1 + \frac{b}{100} \right) R_k^2 + Q_{ок}^B R_{ок}^2 \right] \cdot 10^{-9} = 1225^2 \left[ 8597 \left( 1 + \frac{46}{100} \right) 0,19^2 + 8188 \cdot 0,21^2 \right] \cdot 10^{-9} = 1,22 \text{ кВт}$$

ускуна ичидаги чўкмани транспортировка қилиш даврида ишқаланиш кучларини енгиб ўтиш қуввати:

$$N_2 = n^2 R_{\text{ш}} Q_m \left( 1 + \frac{b}{100} \right) \cdot (L \cdot \operatorname{tg} \beta + LK_1 + \pi R_{\text{ш}} \cdot K_2 \cdot z \cdot \sin 2\beta + 2\pi \cdot R_{\text{ш}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot z \cdot \cos^2 \beta) \cdot 10^{-9}$$

$$R_{\text{ш}} = \frac{R_{\text{max}} + R_{\text{min}}}{2} = \frac{0,3 + 0,14}{2} = 0,22 \text{ м}$$

бу ерда  $\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} 18^\circ = 0,325$ ;  $\sin 2\beta = \sin 36^\circ = 0,59$ ;  $\cos 2\beta = \cos 2 \cdot 18^\circ = 0,9$ ;  $K_1$  - ускуна деворига чўкмани ишқалаш коэффициенти ( $K_1 = 0,3-0,8$ ),  $K_1 = 0,5$  деб қабул қиламиз;  $K_2$  - шнекни бурмалар юзасига чўкмани ишқалаш коэффициенти ( $K_2 = 0,15-0,4$ ),  $K_2 = 0,25$  деб қабул қиламиз.

$$N_2 = 1225^2 \cdot 0,22 \cdot 8597 \cdot \left( 1 + \frac{46}{100} \right) \cdot (1 \cdot 0,325 + 1 \cdot 0,5 + 3,14 \cdot 0,22 \cdot 0,25 \cdot 6 \cdot 0,59 + 2 \cdot 3,14 \cdot 0,22 \cdot 0,5 \cdot 0,25 \cdot 6 \cdot 0,9) \cdot 10^{-9} = 9,76 \text{ кВт}$$

Центрифуга махсус планетар редуктори билан таъминланган. У ҳолда редукторнинг ичида ишқалаш кучларини енгиб олиш учун қувват қуйидагича бўлади:

$$N_3' = (1 - \eta_1) \cdot N_2$$

бу ерда  $\eta$  - планетар редукторнинг ишлаш коэффициенти. ( $\eta_1 = 0,8-0,85$ ),  $\eta_1 = 0,8$  деб қабул қиламиз.

$$N_3' = (1 - 0,8) \cdot 9,76 = 1,95 \text{ кВт}$$

Цапфаларда ва муҳрлардаги ишқалаш кучларини енгиб ўтиш қуввати:

$$N_3'' = 1,29 \cdot 10^{-4} C \cdot D_{\text{max}} \cdot n \cdot K_3 \cdot K_4$$

$K_3$  - ускуна бўш ҳаракатининг йўқотилишларини ҳисобга олувчи коэффициент ( $K_3 = 3-6$ ),  $K_3 = 5$  деб қабул қиламиз.

$K_4$  - цапфалардаги ишқалаш коэффициенти (шарикли ва роликли подшипникларга  $K_4 = 0,005-0,02$ , сирпаниш подшипникларга  $K_4 = (0,05-0,1)$ )  $K_4 = 0,01$  деб қабул қиламиз.

$$N_3'' = 1,29 \cdot 10^{-4} \cdot 500 \cdot 0,6 \cdot 1225 \cdot 5 \cdot 0,01 = 2,37 \text{ кВт}$$

Ускуна барабанининг ҳавога ишқаланишни енгиб ўтиш қуввати:

$$N_3''' = 10^{-8} \cdot R_{\text{ш}}^5 \cdot n^3 = 10^{-8} \cdot 0,22^5 \cdot 1225^3 = 0,01 \text{ кВт}$$

Узлуксиз харкатдаги шнекли чўкма центрифуга томонидан истеъмол қилинаётган тўлиқ қувват:

$$N = N_1 + N_2 + N_3' + N_3'' + N_3''' = 1,22 + 9,76 + 1,95 + 2,37 + 0,01 = 15,31 \text{ кВт}$$

Бабарабани бошқа айланиш тезлигида, масалан  $n_x = 1400$  айл/мин, центрифуга қувватини аниқлаш учун:

$$N_x = (N_1 + N_2 + N_3') \frac{n_x^2}{n_o^2} + N_3'' \frac{n_x}{n_o} + N_3''' \frac{n_x^3}{n_o^3}$$

$$N_x = (1,22 + 9,76 + 1,95) \frac{1400^2}{1225^2} + 2,37 \frac{1400}{1225} + 0,01 \frac{1400^3}{1225^3} = 19,52 \text{ кВт}$$

**Мисол 4-3. Фильтрловчи центрифугани ҳисоблаш.** Соатига  $70 \text{ м}^3$  суспензияни узлукли ишлайдиган фильтрловчи центрифуга ҳисоблансин. Солиштирма оғирлиги  $\gamma_1 = 2700 \text{ кг/м}^3$  ва таркибида қаттиқ фаза миқдори  $C_c = 30\%$ . Суспензия солиштирма оғирлиги  $\gamma_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$ , қовушқоклик коэффициентини  $\mu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{к/м}^2$ . Ушланаётган қаттиқ кристалларнинг минимал ўлчами  $d = 10 \text{ мкм}$ . Чўкманинг охири намлиги  $W = 10\%$ , фугатдаги қаттиқ фаза миқдори  $C_\phi = 5\%$ . Каталогдан чўкмани пичоқ билан кесиб оладиган АГ-1800 русумли горизонтал автоматик центрифугани танлаймиз.

АГ-1800 русумли центрифуганинг техник характеристикалари:

Ротор ички диаметри .....	$D = 1800 \text{ мм}$
Ротор ташқи диаметри .....	$D_I = 1848 \text{ мм}$
Ҳалқасимон днишче ички диаметри.....	$d_o = 1300 \text{ мм}$
Роторнинг ички узунлиги.....	$L = 700 \text{ мм}$
Роторнинг ташқи узунлиги .....	$L_I = 780 \text{ мм}$
Роторнинг ишчи ҳажми.....	$V_n = 1050 \text{ м}^3$
Ротор ҳажмини чўкма б-н тўлдирилиш коэффициентини...	$\psi_I = 0,8$
Ротор айланишлар сони.....	$n = 720 \text{ об/мин}$
Юклаш давомийлиги .....	$\tau_n = 2 \text{ мин}$
Кесиш давомийлиги .....	$\tau_n = 2 \text{ мин}$
Пичоқнинг кесиш учининг узунлиги.....	$b = 680 \text{ мм}$

Лаборатория центрифугасида олинган тажриба маълумотлари :

Ротор диаметри .....	$D_d = 200 \text{ мм}$
Ротор узунлиги.....	$l = 75 \text{ мм}$
Роторнинг фойдали ҳажми .....	$V_n = 1,2 \text{ л}$
Ажратиш омили .....	$\Phi_p = 425$

шуни кўрсатдики, 9% ли чўкма ҳосил қилиш учун уни 5 дақиқа давомида сиқиш керак. Шу билан бирга, чўкма қатламнинг қалинлиги сезиларли равишда центрифугалаш жараёнига таъсир этмади.

Чўкмани тўқиш давомийлиги  $\tau_c = 1$  мин. бўлгани учун саноат қурилмасининг центрифугалаш жараёнининг тўлиқ цикли ушбу тенгламадан ҳисоблаб топилади:

$$\tau_1 = \tau + \tau_n = 5 + 1 = 6 \text{ мин.}$$

$\tau_{cp} = \tau_I = 6$  мин. бўлганда центрифугалаш циклининг тўлиқ давомийлиги қуйидагича аниқланади:

$$\tau_0 = \tau_1 + \tau_{cp} = 6 + 6 = 12 \text{ мин.}$$

Фильтрлаш босими ўзгармас қилиб ушлаб турилганда ва  $\tau_1 = 10$  мин. бўлганда 8 л фугат олинган.

Роторнинг бурчак тезлиги:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 720}{30} = 75,4 \text{ с}^{-1}$$

Ажратиш омили эса,

$$\Phi_p = \frac{\omega^2 \cdot D}{2g} = \frac{75,4 \cdot 1,8}{2 \cdot 9,81} = 522$$

Унда, роторнинг фойдали ҳажми  $V_n = 1050$  л ва ажратиш омили  $\Phi_p = 700$  бўлган АГ-1800 русумли центрифуганинг ўртача унумдорлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$V_{cp} = V_n \cdot \sqrt{\frac{D \cdot L \cdot \Phi_p \cdot V_n \cdot \tau_1}{D_s \cdot l \cdot \Phi_n \cdot V_n \cdot \tau_1'}} = \frac{8 \cdot 60}{10 \cdot 10^3} \cdot \sqrt{\frac{1,8 \cdot 0,7 \cdot 700 \cdot 1050 \cdot 6}{0,2 \cdot 0,075 \cdot 425 \cdot 1,2 \cdot 10}} = 12,9 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Шундай қилиб, соатига 70 м<sup>3</sup> суспензияни ажратиш учун АГ-1800 русумли 7 та центрифуга ўрнатилиши зарур.

Суспензиянинг ҳажмий оғирлиги

$$\gamma_c = \frac{100\gamma_1 \cdot \gamma_2}{100\gamma_1 - (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot C_c} = \frac{100 \cdot 2700 \cdot 1000}{100 \cdot 1000 - (2700 - 1000) \cdot 30} = 1230 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Чўкманинг ҳажмий оғирлиги

$$\gamma_{oc} = \frac{100\gamma_1 \cdot \gamma_2}{100\gamma_2 + (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot W} = \frac{100 \cdot 2700 \cdot 1000}{100 \cdot 1000 + (2700 - 1000) \cdot 10} = 2308 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Суспензиядаги суюқ фазанинг ҳажмий улуши:

$$\alpha = \frac{\gamma_1 - \gamma_c}{\gamma_1 - \gamma_2} = \frac{2700 - 1230}{2700 - 1000} = 0,865$$

Нам чўкмадаги суюқ фаза улуши:

$$\beta = \frac{\gamma_1 - \gamma_{oc}}{\gamma_1 - \gamma_2} = \frac{2700 - 2308}{2700 - 1000} = 0,230$$

Ишчи ҳажмнинг тўлик ҳажмга нисбати:

$$\psi = 1 - \frac{d_o^2}{D^2} = 1 - \frac{1,3^2}{1,8^2} = 0,48$$

Ажратилаётган суспензияга кинетик энергия бериш учун сарфланадиган қувват:

$$\begin{aligned}
N_1 &= \frac{\psi_1 \cdot \Phi_p \cdot V_n \cdot D}{300 \cdot \tau} \cdot \left[ \left( 1 - \frac{\psi_1 \cdot \psi}{2} \right) \cdot \gamma_{oc} + (\alpha - \beta) \cdot \gamma_2 \right] = \\
&= \frac{0,8 \cdot 700 \cdot 1050 \cdot 1,8}{300 \cdot 2 \cdot 60} \cdot \left[ \left( 1 - \frac{0,8 \cdot 0,48}{2} \right) \cdot 2308 + (0,865 - 0,230) \cdot 1000 \right] = \\
&= 75,33 \text{ о.к.} = 55405,1 \text{ Вт}
\end{aligned}$$

бу ерда  $\tau = \tau_n \cdot 60$ , секунд.

Юкланмаган ротор оғирлиги  $G_p = 3200$  кг,

Чўкма оғирлиги

$$G_{oc} = V_n \cdot \psi_1 \cdot \gamma_{oc} = 1,05 \cdot 0,8 \cdot 2300 = 1932 \text{ кг}$$

Юкланаётган хом-ашё ва ротор оғирлиги :

$$G = G_p + G_{oc} = 3200 + 1932 = 5132 \text{ кг}$$

Подшипникка таъсир этаётган динамик юклама ушбу усулда ҳисобланади:

$$P = Q \cdot (1 + 0,002 \cdot \Phi_p) = 12317 \text{ кг}$$

Подшипникдаги ишқаланишни энгиш учун сарфланадиган қувват ушбу тенгламадан топилади:

$$N_2 = \frac{Pd\omega}{150} = \frac{0,01 \cdot 9750 \cdot 0,16 \cdot 75,4}{150} = 7,8 \text{ о.к.} = 5736,9 \text{ Вт}$$

бу ерда  $d = d_1 = d_2 = 0,16$  м.

Ротор ва суспензиядаги ишқаланишни энгиш учун сарфланадиган қувват қуйидаги тенгликдан аниқланади:

$$\begin{aligned}
N_3 &= 15,4 \cdot 10^{-6} \cdot \gamma \cdot L^1 \cdot \omega^3 \cdot (r^4 + R^4) = 15,4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \cdot 0,78 \cdot 75,4^3 (0,65^4 + 0,924^4) = \\
&= 6,15 \text{ о.к.} = 4743,9 \text{ Вт}
\end{aligned}$$

Агар чўкма калинлиги қуйидагига тенг бўлса,

$$\Delta = R - r_q = R - \sqrt{R^2 - \frac{V_q}{\pi L}} = 0,9 - \sqrt{0,9^2 - \frac{0,84}{3,14 \cdot 0,7}} = 0,244 \text{ м}$$

$$V_q = V_n \cdot \psi_1 \cdot 10^{-3} = 1,05 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,84 \text{ м}^3$$

Уни қирқиш учун сарфланадиган қувват ушбу формуладан топилади:

$$\begin{aligned}
N_4 &= \frac{\pi \cdot b \cdot \Delta \cdot \left( R - \frac{\Delta}{2} \right) \cdot k \cdot 10^5}{225 \tau_{cp}} = \frac{3,14 \cdot 0,68 \cdot 0,244 \left( 0,9 - \frac{0,244}{2} \right) \cdot 0,4 \cdot 10^5}{225 \cdot 2} = \\
&= 36 \text{ о.к.} = 26477,9 \text{ Вт}
\end{aligned}$$

Шундай қилиб, центрифугани нормал ишлаши учун зарур бўлган қувват қуйидагига тенг:

а) хом-ашёни юклаш даврида

$$N_{\text{юклаш}} = N_1 + N_2 + N_3 = 75,33 + 9,9 + 6,15 = 91,40 \text{ к.к.} = 67316 \text{ Вт}$$

б) маҳсулотни қирқиш вақтида

$$N_{\text{қирқиш}} = N_2 + N_3 + N_4 = 9,9 + 6,15 + 36 = 52,05 \text{ к.к.} = 38282,7 \text{ Вт}$$

4-1 жадвалдаги маълумотларга таянган ҳолда ФГН-125 центрифугасини танлаймиз.

Мухитда портлашга мойиллик йўқлиги, захарли эмаслиги ва нейтраллиги центрифуга қурилмасининг Б категориясини танлаш имконини беради, унга кўра якуний хулоса сифатида каталогдан ФГН-125 центрифугасини танлаймиз [27].

4-1 жадвал

Унумдорлик		Центрифуга индекси
суспензия бўйича, м <sup>3</sup> /соат	чўкма бўйича, т/соат	
1-5	0,15-0,5	ОМД-80; ОГШ - 35; ФГН-63; ФГН-90; ФМД-80; ФМБ-80; ФМБ-120; ФМД-120; ФПН-100; ФПД-120;
5-15	0,15-3,0	ОГШ-55; ОГШ - 50; ОГН-180; ФГН-90; ОГН-90; ФГН-125; ФВШ-35; ½ ФГП-40; ½ ФГП-63;
15-25	3,0-6,0	ОГШ-5; 20ГН -220; ФГШ-35; ФГШ-40; ФГН-180; ½ ФГП-80;
>25	>6	ОГШ-63; ОГШ -80; ФГН-220; ½ ФГП-120;

ФГН-125 центрифугаси қуйидаги техник кўрсаткичларга эга (4-2 жадвал): барабан диаметри  $D_6=1250$  мм; барабан узунлиги  $L=600$  мм; ротор сигими  $v_p=0,320$  м<sup>3</sup>; филтрлаш юзаси  $F_\phi=2,35$  м<sup>2</sup>; ротор айланиш частотаси  $n=1,66$  с<sup>-1</sup>; ажратиш омили  $Fr=710$ .

Центрифуганинг кейинги ҳисоблашлари масштабни моделлаштириш асосида олиб борилади. Бунда суспензияни ФГН-125 центрифуга моделида олинган натижалар асос қилиб олинади, ажратиш омили  $Fr_m=700$  бўлганда чўкма қатлами баландлиги  $h_{ос.6}=28$  мм бўлади.

4-2 жадвал

Параметр	ФГН-63	ФГН-90	ФГН-125	ФГН-180	ФГН-200	2ФГН-220
Ички диаметр, мм	630	900	1250	1800	2000	2200
Барабан узунлиги, мм	300	400	600	750	910	1740
Барабан ишчи сигими, м <sup>3</sup>	0,04	0,125	0,32	0,85	1,25	2,75
Чегаравий юклама, кг	40	140	400	1000	1600	3500
Максимал айланиш частотаси, с <sup>-1</sup>	39,8	25	16,7	12	10	10
Ажратиш омили	2000	1130	710	520	400	445
Филтрлаш юзаси, м <sup>2</sup>	0,59	1,12	2,35	4,24	5,72	12,0

Модель тадқиқотлари натижалари қуйида келтирилган:

$$\begin{aligned} \tau_{ф.м.}, \text{ с} & \dots\dots\dots 30 \\ \tau_{пр.м.}, \text{ с} & \dots\dots\dots 30 \\ \tau_{с.м.}, \text{ с} & \dots\dots\dots 30 \\ \chi_I, \text{ с} & \dots\dots\dots 30 \end{aligned}$$

Центрифуганинг самарадорлигини ҳисоблаш саноат центрифугасида олинган чўкма қатламининг қалинлигини аниқлашдан бошланади.

Саноат барабанининг тўлиш коэффициентини  $\phi=0,75$  деб қабул қиламиз. У ҳолда чўкма қатламининг баландлиги қуйидагича бўлади:

$$h_{ос.н} = \frac{v_p \cdot \phi}{\pi \cdot D_6 \cdot L} = \frac{0,32 \cdot 0,75}{3,14 \cdot 1,25 \cdot 0,6} = 0,102 \text{ м}$$



Саноат ва модел центрифугаларидаги ажратиш факторлари бир хил эканлигидан келиб чикиб, фильтрлаш вақтини куйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$\tau_{\phi,n} = \frac{\tau_{\phi,m} \cdot h_{oc,n} \cdot k_1}{h_{oc,m}} = \frac{30 \cdot 102 \cdot 1,8}{28} = 197 \text{ c}$$

Чўкмани ювиш ва қуритиш учун талаб этиладиган вақтни куйидагича ҳисоблаймиз:

$$\tau_{np,n} = \frac{\tau_{np,m} \cdot h_{oc,n} \cdot k_2}{h_{oc,m}} = \frac{25 \cdot 102 \cdot 1,3}{28} = 118 \text{ c}$$

$$\tau_{c,n} = \tau_{c,m} \cdot k_3 = 60 \cdot 1,4 = 84 \text{ c}$$

Суспензияни қайта ишлаш учун талаб этиладиган умумий вақти куйидагича аниқланади:

$$\tau_{u,n} = \tau_{\phi,n} + \tau_{np,n} + \tau_{c,n} + \tau_{a,n} = 197 + 118 + 84 + 120 = 519 \text{ c}$$

бу ерда  $\tau_{a,n}=120$  – саноат центрифугасининг кўшимча вақти.

Центрифуганинг суспензия бўйича ўртача самарадорлиги куйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$V_{c,sp} = \frac{v_p \cdot \varphi \cdot K_n}{x_1 \cdot \tau_u} = \frac{0,32 \cdot 0,75}{0,71 \cdot 519} \cdot 0,8 = 0,00065 \text{ м}^3 / \text{c} = 2,34 \text{ м}^3 / \text{coam}$$

Центрифугаларнинг умумий сонини ҳисоблаймиз

$$z = \frac{V_{об}}{V_{c,sp}} = \frac{3,9}{2,34} = 1,67$$

Регенерация даври ва фильтр ўтказгичларини алмаштирилиши, кичик ва ўртача ремонт ишларини ҳисобга олиб, қуриш учун 2 та центрифуга танлаймиз.

**Мисол 4-4.** Суспензияни ажратиш жараёнида ФМД-80 центрифугасининг ўртача самарадорлигини ҳисобланг, бунда кристалл қаттиқ фаза заррачаларинининг ўлчами 140 мкм.

Қаттиқ фазанинг зичлиги  $\rho_m=1470 \text{ кг/м}^3$ ; суюқ фазанинг зичлиги  $\rho_{жс}=995 \text{ кг/м}^3$ ; суюқ фазанинг қовушқоклиги  $\mu=0,76 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

Лаборатория шароитида центрифугасини ажратиш омили бўйича синаш натижаларига кўра ҳисоблашлар учун куйидаги маълумотлар аниқланган: чўкма ҳажмининг юкланган суспензияга нисбати  $x_f=0,28$ ; чўкманинг нисбий ҳажмий қаршилиги  $r_o=1,1 \cdot 10^{11} \text{ 1/м}^2$ ; фильтр ўтказгичининг қаршилиги  $r_{\phi,m}=8,2 \cdot 10^9 \text{ 1/м}$ ; суюқликнинг нисбий ҳажми  $v_{np,жс}=1,2 \text{ м}^3/\text{кг}$ ; ювувчи суюқлик зичлиги  $\rho_{жс}=998 \text{ кг/м}^3$ ; ювувчи суюқлик қовушқоклиги  $\mu_n=0,96 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ; чўкманинг оқувчанлиги  $\epsilon_{oc}=0,46$ ; лаборатория центрифугасида қуритиш вақти  $\tau_{c,m}=210 \text{ с}$ ; саноат центрифугасида талаб этиладиган кўшимча вақт  $\tau_{a,n}=240 \text{ с}$ . ФМД-80 центрифугасининг техник параметрлари 4-1 жадвалда берилган.

Куйида центрифуганинг ўртача самарадорлигини ҳисоблаймиз.

Барабаннинг айланиш тезлигини куйидаги ифода орқали ҳисоблаймиз

$$\omega = 2\pi n = 2 \cdot 3,14 \cdot 20,9 \approx 131 \text{ с}^{-1}$$

Центрифуганинг фильтрат бўйича бир хил тезликда фильтрангандаги самарадорлигини йидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз, бунда барабанининг тўлиш коэффициентини  $\varphi=0,8$  б танлаб оламиз:

$$V_{\phi} = \frac{\rho_{ж} \cdot \omega^2 \cdot D_s \cdot v_p \cdot \varphi \cdot F_{\phi}}{2\mu \cdot (r_o \cdot v_p \cdot \varphi + r_{\phi n} \cdot F_{\phi})} = \frac{995 \cdot 131^2 \cdot 0,8 \cdot 0,08 \cdot 0,8 \cdot 1}{2 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot (1,11 \cdot 10^{11} \cdot 0,08 \cdot 0,8 + 8,2 \cdot 10^9 \cdot 1)} = 7,3 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

суспензияни юклаш давридаги самарадорлигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$V_{\phi} = \frac{\rho_{ж} \cdot \omega^2 \cdot D_s \cdot v_p \cdot \varphi \cdot F_{\phi}}{2\mu(r_o \cdot v_p \cdot \varphi(1-x_1) + r_{\phi n} \cdot F_{\phi}(1-x_2))} =$$

$$= \frac{995 \cdot 131^2 \cdot 0,8 \cdot 0,08 \cdot 0,8 \cdot 1}{2 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot [1,11 \cdot 10^{11} \cdot 0,08 \cdot 0,8(1-0,28) + 8,2 \cdot 10^9 \cdot 1(1-0,28)]} = 9,75 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

фильтрлаш вақтини ушбу формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$\tau_{\phi} = \frac{2r_{\phi n}\mu}{\rho_{ж} \cdot \omega^2 \cdot D_s} + \frac{\rho_{ж} \cdot \omega^2 \cdot D_s \cdot v_p \cdot \varphi \cdot F_{\phi} - 2\mu \cdot r_{\phi n} \cdot F_{\phi} \cdot V}{2\mu \cdot r_o \cdot x_1 \cdot V_{\phi} \cdot V_c} =$$

$$= \frac{2 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot 8,2 \cdot 10^9}{995 \cdot 131^2 \cdot 0,8} + \frac{995 \cdot 131^2 \cdot 0,8 \cdot 0,08 \cdot 1 - 2 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot 8,2 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 9,75 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot 1,1 \cdot 10^{11} \cdot 0,28 \cdot 7,3 \cdot 10^{-3} \cdot 9,75 \cdot 10^{-3}} = 227 \text{ с}$$

чўкмани ювиш вақтини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$\tau_{\phi} = \frac{2v_{np,ж} \cdot v_p \cdot \varphi \cdot \rho_m \cdot (1-\varepsilon_{oc}) \cdot \mu_{np} \cdot r_o}{\rho_{ж} \cdot \omega^2 \cdot D_s \cdot F_{\phi}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 0,08 \cdot 0,8 \cdot 1470(1-0,46) \cdot 0,96 \cdot 10^{-3} \cdot 1,1 \cdot 10^{11}}{998 \cdot 131^2 \cdot 0,8 \cdot 1} = 739 \text{ с}$$

Саноат центрифугасининг қуритиш вақти лаборатория тажрибаларига нисбатан фаркли бўлгани учун қуритиш вақтини ҳисоблаймиз

$$\tau_{c,n} = \tau_{c,m} \cdot k_3 = 210 \cdot 1,4 = 294 \text{ с}$$

Суспензияни центрифугада қайта ишлаш умумий вақтини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$\tau_n = \tau_{\phi} + \tau_{np} + \tau_c + \tau_{\sigma} = 227 + 739 + 294 + 240 = 1500 \text{ с}$$

Суспензия бўйича центрифуганинг ўртача самарадорлиги:

$$V_{c,sp} = \frac{975 \cdot 10^{-3} \cdot 227}{1500} = 1,47 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}$$

**Мисол 4-5.** Куйидаги берилган маълумотлар асосида ажратиш бўйича центрифугани танланг ва унинг самарадорлигини ҳисобланг:

Асосий маҳсулот – каттик фаза. Фугат ювишга берилади. Суспензия бўйича талаб этиладиган самарадорлик  $V_{об}=2,24$  м<sup>3</sup>/соат; каттик чўкма бўйича  $G_m=560$  кг/соат. Каттик фазанинг масса улуши  $x_l=25\%$ , ҳажмий улуши –  $x_v=19,3\%$ . Суюк фазанинг қовушқоклиги  $\mu=0,9 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Каттик фазанинг зичлиги  $\rho_m=1390$  кг/м<sup>3</sup>; суюк фазанинг зичлиги  $\rho_{ж}=1000$  кг/м<sup>3</sup>.

Каттик фазанинг гранулаланган таркиби куйидагича: 0,2 мм – 5 %; 0,2 дан 0,1 мм гача – 90%; 0,1 дан 0,04 мм гача – 9 %; 0,04 мм – 6%. Каттик фаза эрувчан эмас, ўртача каттикликда. Мухит кучсиз кислотали. Суспензия температураси 35°С. Чўкмани ювиш шарт эмас, чўкманинг намлилиги минимал даражада. Ажралиш катталиги  $\delta_k=0,01$  мм. Чўкма майда, каттик фазани майдаланиши чекланган. Суспензия заҳарли эмас, олов ва портлашга бардошли. Корхонанинг категориялиги СНИП-ПМ2—72—Б бўйича; ПУЭ-В—Па бўйича. Бир суткалик иш вақти 24 соат.

Центрифугани танлаш 5.1-5.3 жадвалдаги маълумотлар асосида танлаб олинади. Суспензиянинг хоссаларини таҳлил қилиш давомида технологик талаблар келиб чиқади (4-1 жадвалга қаранг), бу бўйича куйидаги хулосаларга келиш мумкин, каттик фазанинг паст концентрацияси ва унинг гранулометриқ таркиби суспензияни узлуксиз равишда центрифугада филтрлаш ёрдамида ажратишга имкон бермайди.

Юқори самарадорлик, иш режимининг кун давомида узлуксизлиги, олинadиган чўкманинг хоссаларига кўра ФГН ёки ОГШ туридаги центрифуга ёрдамида ажратиш мумкин эканлигини кўрсатади.

Чўкмани ювиш эҳтиёжи бўлмаганлиги сабабли, каттик фазанинг эрувчан эмаслиги сабабли, каттик фаза заррачаларининг майдаланиши чекланганлиги сабабли ва унинг конструкциясидаги кўп ўзгаришларига кўра ОГШ туридаги центрифугаларни танлаш мақсадга мувофиқ. ОГШ туридаги центрифугаларга қўйиладиган ягона талаб чўкманинг намлик даражаси минимал даражада бўлиши керак.

Таҳлил натижаларига кўра ОГШ туридаги центрифугани танлаймиз. Барабаннинг тахминий ўлчамини берилган самарадорликдан келиб чиққан ҳолда 350 мм этиб танлаймиз (4-1 жадвалга қаранг).

ОГШ-35 центрифугасининг конструктив вариантини кирувчи маълумотларга кўра танлаймиз, унга кўра портлашдан химояланган электр қурилмали, пўлати кислотага бардошли, қурилма корпуси ва шнеклари абразив чўкмалардан химояланган бўлиши керак.

Берилган шароитлардан келиб чиқиб, яқуний хулоса сифатида чўктирувчи универсал ОГШ-352К-6 центрифугасини танлаймиз.

Центрифуганинг самарадорлигини ҳисоблаш учун асосий параметрларни 4-1 жадвалдан танлаймиз. Кўшимча маълумотлар: яхлит бортнинг диаметри  $D_{\delta}=260$  мм; барабаннинг цилиндрик қисмининг узунлиги  $L_{ц}=375$  мм.

Диаметри  $\delta_k=0,01$  мм ўлчамдаги чўкма заррачаларининг чўкиш тезлигига кўра Архимед критерийсини ҳисоблаймиз:

$$Ar = \frac{0,013 \cdot 10^{-9} \cdot (1390 - 1000) \cdot 1000 \cdot 9,8}{0,9 \cdot 10^{-3}} = 4,3 \cdot 10^{-6}$$

Чўкма тушиш режими (мароми) ламинар ( $Ar < 3,6$ ), шунинг учун чўкма тушиш тезлиги куйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$w_0 = \frac{g \cdot \delta_k^2 \cdot (\rho_m - \rho_{ж})}{18\mu} = \frac{0,01^2 \cdot 10^{-6} \cdot (1390 - 1000) \cdot 9,8}{18 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3}} = 0,236 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$$

Барабандаги суюқлик окимининг ўртача диаметри

$$D_{cp} = \frac{D_a + D_b}{2} = 305 \text{ мм}$$

Ўртача диаметра ажралиш омилини аниқлаймиз

$$Fr_{cp} = \frac{2\pi^2 \cdot n^2 \cdot D_{cp}}{g} = \frac{2 \cdot 3,14^2 \cdot 66,6^2 \cdot 0,035}{9,8} = 2710$$

Суспензия бўйича центрифуганинг самарадорлигини қуйидаги тенгламадан ҳисоблаймиз, бунда  $\eta_s=0,2$  деб қабул қиламиз:

$$V_c = \pi \cdot D_{cp} \cdot l \cdot w_o \cdot Fr_{cp} \cdot \eta_s = 3,14 \cdot 0,305 \cdot 0,375 \cdot 0,236 \cdot 10^{-4} \cdot 2710 \cdot 0,2 = 0,0046 \text{ м}^3 / \text{с} = 16,5 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Суспензиянинг зичлигини қуйидаги формула ёрдамида топамиз:

$$\rho_c = \frac{\rho_m \cdot \rho_{ж}}{\rho_m - (\rho_m - \rho_{ж}) \cdot x_m} = \frac{1390 \cdot 1000}{1390 - (1390 - 1000) \cdot 0,25} = 1075 \text{ кг/м}^3$$

Центрифуганинг каттик чўкма бўйича  $V_c=16,5 \text{ м}^3/\text{соат}$  бўлгандаги самарадорлиги :

$$G_T = V_c \cdot \rho_c \cdot x_m = 16,5 \cdot 1075 \cdot 0,25 = 4430 \text{ кг/соат}$$

Аниқланган катталиқ – чўкма бўйича самарадорлик  $G_m=4430 \text{ кг/соат} > G_{m, \max}=1000 \text{ кг/соат}$ . Чўкма бўйича ишчи самарадорлик

$$G_{TP} = 0,6 \cdot G_{T, \max} = 0,6 \cdot 1000 = 600 \text{ кг/соат}$$

У ҳолда суспензия бўйича максимал самарадорлик қуйидагига тенг:

$$V_c = \frac{G_{TP}}{\rho_c \cdot x_m} = \frac{600}{1075 \cdot 0,25} = 2,24 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Керакли центрифугалар сони

$$z = \frac{2,24}{2,24} = 1 \text{ дона}$$

Шунинг учун, 1 дона ОГШ-352К-6 типидagi центрифугани танлаймиз.

#### 4.3. Барабанли-вакуум филтър ҳисоби

**Мисол 4-6.** Олдинги мисолда берилган суспензия ва  $c_1, c_2, S_{\phi}, S_c, x, Q, R_o, r'_m, s, c, V$  катталиқлар қийматларида ҳисоблашни бажарамиз. Қўшимча катталиқлар:  $\rho = \rho_{\text{юв}} = 5500 \text{ кг/см}^3$ ;  $h=0,008 \text{ м}$ ,  $\mu_{\text{юв}} = 0,685 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{к} \cdot \text{мин}/\text{м}^2$ ;  $v=1,05$ ;  $\varphi_o = 0,0005 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Секцияларнинг умумий сони  $n_c=20$ , қуритиш, чиқариш, чўктириш секцияларининг ва «Фойдасиз» зоналарнинг сони:  $n'_c=5$ ;  $\varphi'_l = 45^\circ$ ;  $\varphi_m = 3^\circ$ .

Чўкманинг ўртача нисбий қаршилиги:

$$r_m = r'_m p^s = 8,44 \cdot 10^7 \cdot 5500^{0,887} = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ м/кг}$$

Нам чўкма зичлиги:

$$\rho_o = \frac{1}{\frac{c_2}{\rho_c} + \frac{1-C_2}{\rho_\phi}} = \frac{1}{\frac{0,65}{2,8 \cdot 10^3} + \frac{1-0,65}{1,3 \cdot 10^3}} = 2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Фильтрлаш тенгламасининг константалари:

$$b_1 = \frac{\mu \cdot r_m \cdot C}{2p} = \frac{0,915 \cdot 10^{-6} \cdot 1,76 \cdot 10^{11} \cdot 0,726 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 5500} = 1,060 \cdot 10^4 \text{ мин/м}^2$$

$$V'_o = \frac{R_o}{r_m \cdot C} = \frac{1,065 \cdot 10^{10}}{1,76 \cdot 10^{11} \cdot 0,726 \cdot 10^3} = 0,834 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

$$V^1 = \frac{h_2}{V} = \frac{0,008}{0,557} = 0,0144 \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

Фильтрлаш вақти

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{b_1 h_2 (h_2 + 2UV'_o)}{U^2} = \\ &= \frac{1,06 \cdot 10^4 \cdot 0,008 (0,008 + 2 \cdot 0,557 \cdot 0,834 \cdot 10^{-4})}{0,557^2} = 2,2 \text{ мин} \end{aligned}$$

Ювиш тенгламасининг константаси

$$\begin{aligned} b'_2 &= \frac{\alpha_o \rho_o \mu_{юв} C \cdot r_m}{P_{юв}} = \\ &= \frac{0,005 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 0,685 \cdot 10^{-6} \cdot 0,726 \cdot 10^3 \cdot 1,76 \cdot 10^{11}}{5500} = 1,59 \cdot 10^4 \text{ мин/м}^2 \end{aligned}$$

Ювиш вақти

$$\begin{aligned} \tau_{юв} &= \frac{b'_2 h_2 (h_2 + UV'_o)}{U} = \\ &= \frac{1,59 \cdot 10^4 \cdot 0,008 (0,008 + 0,557 \cdot 0,834 \cdot 10^{-4})}{0,557} = 1,84 \text{ мин} \end{aligned}$$

Ҳақиқий ювилиш майдонининг назарийга нисбатини эътиборга олиб,

$$\tau'_{юв} = \nu \cdot \tau_{юв} = 1,05 \cdot 1,84 = 1,93 \text{ мин}$$

Қуритиш, чўкмани чиқариш ва «фойдасиз» зонада бўлиш вақти

$$\tau' = \frac{(\tau + \tau'_{юв}) n'_c}{n_c - n'_c} = \frac{(2,2 + 1,93) 5}{20 - 5} = 1,37 \text{ мин}$$

Иш циклининг умумий давомийлиги

$$\tau_{ци} = \tau + \tau'_{юв} + \tau' = 2,2 + 1,93 + 1,37 = 5,5 \text{ мин}$$

Пуркаш ва чўкмани чиқариш секторларининг бурчагини  $\phi_1$  ҳамда «фойдасиз» зона секторининг бурчагини  $\phi_m$  қабул қилиб:

$$\varphi' = \varphi'_1 + \varphi_m + \frac{360}{2n_c} = 45 + 3 + \frac{360}{2 \cdot 20} = 57^\circ$$

Чўкмани қуритиш вақти

$$\tau_\kappa = \tau' - \frac{\varphi'}{360} \tau_{\text{ум}} = 1,37 - \frac{57}{360} \cdot 5,5 = 0,5 \text{ мин}$$

Фильтрлашнинг умумий юзаси

$$F_{\text{ум}} = \frac{\tau_{\text{ум}} \cdot Q \cdot U}{h_2} = \frac{5,5 \cdot 0,147 \cdot 0,557}{0,008} = 56,2 \text{ м}^2$$

Фильтр барабанининг айланиш частотаси

$$n = \frac{1}{\tau_{\text{ум}}} = \frac{1}{5,5} = 0,182 \text{ айл/мин}$$

Фильтр барабанининг бурчак тезлиги

$$\omega = 360 \cdot n = 360 \cdot 0,182 = 65,5^\circ / \text{мин}$$

Фильтрлаш секторининг бурчаги

$$\varphi = \omega \cdot \tau = 65,5 \cdot 2,2 = 144^\circ$$

Ювиш секторининг бурчаги

$$\varphi'_{\text{юв}} = \omega \cdot \tau'_{\text{юв}} = 65,5 \cdot 1,93 = 126,5^\circ$$

Қуритиш зонаси секторининг бурчаги

$$\varphi_\kappa = \omega \cdot \tau_\kappa = 65,5 \cdot 0,5 = 33^\circ$$

«Фойдасиз» зоналар секторининг бурчаги

$$\varphi'_2 = \varphi_m + \frac{360}{2n_c} = 3 + \frac{360}{2 \cdot 20} = 12^\circ$$

Барабани суюкликка ботиш секторининг бурчаги

$$\varphi = \varphi'_2 + \varphi = 12 + 144 = 156^\circ$$

Қурилмадаги фильтрлар сонини аниқлаш учун барабан диаметрини  $D=3$  м ва узунлигини  $l=4,4$  м деб қабул қиламиз. Бу барабан юзасининг майдони  $F_l=40$  м<sup>2</sup> бўлган стандарт фильтрди; берилган унумдорлик учун бундай фильтрдан 2 та ўрнатиш зарур.

Барабани суспензияга ботиш чуқурлиги

$$H = \frac{D_0}{2} [1 - \cos(\varphi'_2 + \varphi)] = \frac{3}{2} \left( 1 - \cos \frac{156}{2} \right) = 1,19 \text{ м}$$

Суспензия зичлиги

$$\rho_{\text{св}} = \frac{1}{\frac{c_1}{\rho_c} + \frac{1-c_1}{\rho_\phi}} = \frac{1}{\frac{0,30}{2,8 \cdot 10^3} + \frac{1-0,3}{1,3 \cdot 10^3}} = 1,55 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Фильтрга берилаётган суспензия миқдори

$$G = \frac{Qc}{c_1} = \frac{0,147 \cdot 0,726 \cdot 10^3}{0,3} = 0,356 \cdot 10^3 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

Ваннага кираётган суспензия миқдори

$$Q_{\text{св}} = \frac{G}{\rho_{\text{св}}} = \frac{0,356 \cdot 10^3}{1,55 \cdot 10^3} \approx 0,230 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

Фильтр ваннасининг фойдали ҳажми

$$V_B = Q_{\text{св}} \cdot \tau_0 = 0,23 \cdot 5,5 = 1,26 \text{ м}^3$$

Фильтр бирлик юзасига тўғри келувчи ҳаво сарфи

$$Q_x = \frac{k' \mu \cdot V'}{2b_1 (V' + V'_0) \mu_x} = \frac{5 \cdot 0,915 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 1,06 \cdot 10^4 (0,0144 + 0,834 \cdot 10^{-4}) 3,05 \cdot 10^{-8}} = 0,5 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{мин})$$

**Мисол 4-7.** Қуввати  $V_{\text{об}} = 3,28 \text{ м}^3/\text{ч}$  бўлган ташқи фильтрловчи юзага эга бўлган барабанли вакуум-фильтр учун талаб этиладиган филтрлаш юзасини ҳисобланг. Стандарт филтрни танланг ва унинг миқдорини аниқланг.

Ҳисоблашлар учун берилган маълумотлар: ювишда ва филтрлашда босимнинг пасайиши  $\Delta p = 64 \cdot 10^3$ ; чўкма қатламининг баландлиги  $W = 72 \%$ ; чўкманинг нисбий қаршилиги  $r_n = 27 \cdot 10^{10} \text{ м/кг}$ ; филтр ўтказгичининг қаршилиги  $r_{\text{ф.п.}} = 42 \cdot 10^9 \text{ 1/м}$ ; каттик фазанинг зичлиги  $\rho_T = 2540 \text{ кг/м}^3$ ; суюқ фазанинг зичлиги  $\rho_{\text{ж}} = 1080 \text{ кг/м}^3$ ; филтратнинг динамик ковшқоклиги  $\mu = 1,05 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ; каттик фазанинг масса концентрацияси  $x_T = 10,6 \%$ ; юувчи суюқликнинг нисбий сарфи  $\nu_{\text{пр.ф}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{кг}$ ;  $50^\circ\text{C}$  температурадаги юувчи суюқликнинг (сув) ковшқоклиги  $\mu_{\text{пр}} = 0,58 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ; чўкмаи қуритиш учун талаб этиладиган минимал вақт  $\tau_{\text{с2}} = 30 \text{ с}$ ; суспензиянинг суюқ фазаси агрессив ва портловчи эмас.

Ёрдамчи катталикларни ҳисоблаб оламиз. Нам чўкманинг зичлигини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаймиз:

$$\rho_{\text{ос}} = \frac{\rho_m / \rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}} + (\rho_m - \rho_{\text{ж}}) \cdot W} = \frac{1080 \cdot 2540}{1080 + (2540 - 1080) \cdot 0,72} = 1290 \text{ кг/м}^3$$

Фильтрланган чўкманинг олинган филтрат ҳажмига нисбатини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$x_0 = \frac{x_m \cdot \rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ос}} \cdot [1 - (W + x_m)]} = \frac{0,106 \cdot 1080}{1290 \cdot [1 - (0,106 + 0,72)]} = 0,51$$

1 м<sup>3</sup> филтрат юзасида тўпланган каттик фазанинг массасини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$x_b = \frac{x_m \cdot \rho_{ж} \cdot (1-W)}{1-(W+x_m)} = \frac{0,106 \cdot 1080(1-0,72)}{1-(0,106+0,72)} = 184 \text{ кг/м}^3$$

Талаб этиладиган фильрлаш юзасини ҳисоблаш барабан фильтрнинг конструкциясини танлашдан бошланади. Суспензия агрессив ва портловчи хусусиятга эга бўлмагани туфайли, умумий турдаги фильтр танланади.  $h_{oc}=9$  мм баландликдаги чўкма қатламини олиш учун талаб этиладиган фильрлаш вақтини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз, шу билан бир қаторда  $b_1$  ва  $v_o$  комплексларни ҳам қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$b_1 = \frac{\mu \cdot r_e \cdot x_e}{2\Delta p} = \frac{1,105 \cdot 10^{-3} \cdot 184 \cdot 27 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 64 \cdot 10^3} = 4,1 \cdot 10^5 \text{ с/м}^2;$$

$$v_o = \frac{r_{\phi n}}{r_e \cdot x_e} = \frac{42 \cdot 10^9}{27 \cdot 10^{10} \cdot 184} = 0,845 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

У ҳолда

$$\tau_{\phi} = \frac{4,1 \cdot 10^5 \cdot 9 \cdot 10^{-3} (9 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 0,51 \cdot 0,845 \cdot 10^{-3})}{0,51^2} = 140 \text{ с}$$

Формула ёрдамида ушбу комплекс қийматини ҳисоблаймиз:

$$N_{np} = \frac{v_{np,ж} \cdot \rho_{oc} \cdot r_e \cdot x_e \cdot \mu_{np}}{\Delta p_{np}} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1290 \cdot 27 \cdot 10^{10} \cdot 184 \cdot 0,58 \cdot 10^{-3}}{64 \cdot 10^3} = 5,8 \cdot 10^5 \text{ с/м}$$

Чўкмани ювиш учун талаб этиладиган вақтни ушбу формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$\tau_{np} = \frac{N_{np} \cdot h_{oc} \cdot (h_{oc} - x_o \cdot v_o)}{x_o} = \frac{5,8 \cdot 10^5 \cdot 9 \cdot 10^{-3} (9 \cdot 10^{-3} + 0,51 \cdot 0,845 \cdot 10^{-3})}{0,51} = 96 \text{ с}$$

Чўкмани ювиш учун талаб этиладиган вақтни қуйидагича қабул қиламиз:

$$\tau'_{np} = k \cdot \tau_{np} = 1,05 \cdot 96 = 100 \text{ с}$$

Барабаннинг бурчак айланиш тезлигини ҳисоблаш учун 4-4 жадвалдаги маълумотлардан фойдаланамиз. Углеродли пўлатдан тайёрланган умумий турдаги фильтрлар технологик зонадаги барабандаги тарқатиш бурчаги қуйидагича (4.5-расмга қаранг) [8]:  $\varphi_{c1}=59,5^\circ$ ;  $\varphi_o=20$ ;  $\varphi_p=20^\circ$ ;  $\varphi_{m2}=\varphi_{m4}=5^\circ$ ;  $\varphi_{m3}=13,5^\circ$ . Барабандаги катакчалар сони  $z_{я}=24$  (4-5 жадвалга қаранг) бўлганда бурчак (4.5-расмга қаранг) эса қуйидагича бўлади [8]:

$$\gamma_a = \frac{360}{2z_{я}} = \frac{360}{2 \cdot 24} = 7,5^\circ$$

У ҳолда чўкмани ажратиш ва чиқиш зонасида умумий бурчак:

$$\varphi'_1 + \varphi'_2 = 5 + 20 + 13,5 + 20 + 7,5 = 66^\circ$$

Барабаннинг айланиш тезлигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$\omega = \left[ \frac{360 - (\varphi_{c1} + \varphi'_1 + \varphi'_2)}{\tau_{\phi} + \tau'_{np} + \tau'_{c2}} \right] \cdot \frac{\pi}{180} = \left[ \frac{360 - (59,5 + 66)}{140 + 100 + 30} \right] \cdot \frac{3,14}{180} = 1,52 \cdot 10^{-2} \text{ рад/с}$$

Фильтрлаш зонаси учун талаб этиладиган бурчак



$$\varphi_{\phi} = \frac{\omega \cdot \tau_{\phi} \cdot 180}{\pi} = \frac{1,52 \cdot 10^{-2} \cdot 140 \cdot 180}{3,14} = 121^{\circ}$$

Айланиш цикли вақтини куйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$\tau_{\omega} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2 \cdot 3,14}{1,52 \cdot 10^{-2}} = 415 \text{ c}$$

Барабаннинг айланиш частотасини ушбу тенгламадан топамиз:

$$n = \frac{1}{\tau_{\omega}} = \frac{1 \cdot 60}{415} = 0,145 \text{ мин}^{-1}$$

Олинган айланишлар сонини барабан айланиш тезлиги оралиғини аниқлаймиз. Фильтратнинг нисбий ҳажмини куйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$v_{\phi, \gamma \theta} = \frac{h_{oc}}{x_o} = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{0,51} = 17,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^2$$

Фильтрлашнинг умумий юзаси аввалги ҳисоблашлардан олинган  $\omega_{\Pi}$  асосида ҳисобланади:

$$F_{об} = \frac{V_{oc} \cdot \tau_{\omega}}{v_{\phi, \gamma \theta} \cdot K_{\Pi}} = \frac{3,28 \cdot 4,15}{3600 \cdot 17,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8} = 26,9 \text{ м}^2$$

Учта Б010-2,6У фильтрида ушбу юзани таъминлаш учун фильтрлаш юзасини  $F_{\Phi} = 10 \text{ м}^2$  деб қабул қиламиз (4-4 жадвалга қаранг).

Фильтрнинг самарадорлигининг аниқлангандан сўнг технологик зонадаги мавжуд тенг тақсимлаб бериш бурчагидан келиб чиққан ҳолда тақсимлаб бериш зонасидаги шайба фильтри Б010-2,6У танланади.

Б010-2,6У фильтри технологик зонада куйидаги асосий бурчак катталикларига эга:

$$\varphi_{\phi} = 132^{\circ}; \quad \varphi_{np} + \varphi_{c2} = 103^{\circ}, \quad \psi = 149^{\circ}$$

Барабаннинг айланиш тезлигини фильтрлаш соҳасининг мавжуд бурчак сектори ва ҳисобланган фильтрлаш вақтидан келиб чиққан ҳолда куйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$\omega_1 = -\frac{132 \cdot 3,14}{140 \cdot 180} = 1,66 \cdot 10^{-2} \text{ рад/с}$$

Айланиш тезлигини чўкмани ювиш ва қуриштиш учун талаб этиладиган вақтдан келиб чиқиб куйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$\omega_2 = \left( \frac{\varphi_{np} + \varphi_{c2}}{\tau_{np} + \tau_{c2}} \right) \cdot \frac{\pi}{180} = \frac{103 \cdot 3,14}{130 \cdot 180} = 1,39 \cdot 10^{-2} \text{ рад/с}$$

$\omega_2 < \omega_1$  бўлгани учун барабаннинг айланиш тезлиги учун охириги қиймат  $\omega = \omega_2 = 1,39 \cdot 10^{-2}$  рад/с деб қабул қиламиз.

У ҳолда минимал фильтрлаш учун талаб этиладиган бурчак

$$\varphi'_\phi = \frac{\omega \cdot \tau_\phi \cdot 180}{\pi} = \frac{1,39 \cdot 10^{-2} \cdot 132 \cdot 180}{3,14} = 110^\circ$$

Тенг тақсимловчи шайбадаги чўкмани нормал шароитларда ювиш ва куритилишини таъминлаш учун фильтрлаш соҳасидаги бурчакни пасайтириш мақсадга мувофик

$$\Delta\varphi = \varphi_\phi - \varphi'_\phi = 132 - 110 = 22^\circ$$

Чиқиш жойидаги бурчак янада  $\varphi_{\text{м4}}$  катталашади

$$\varphi_{\text{м4}} = 5 + 22 = 27^\circ$$

Тўлиқ цикл вақтини қуйидаги ифода ёрдамида ҳисоблаймиз

$$\tau_u = \frac{360 \cdot (\tau_{np} + \tau_{c2})}{\varphi_{np} + \varphi_c} = \frac{360(100 + 30)}{103} = 457 \text{ с}$$

Фильтр самарадорлигини формулалар ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$V_\phi = \frac{v_{\phi, \text{ш}}}{\tau_u} \cdot F_\phi \cdot K_{II} = \frac{17,6 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 0,8}{457} = 0,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}$$

Барабаннинг айланишлар сонини ҳисоблаймиз:

$$n = \frac{1 \cdot 60}{\tau_u} = \frac{1 \cdot 60}{415} = 0,145 \text{ мин}^{-1}$$

Учта фильтрнинг умумий самарадорлиги

$$V_{\text{об}} = 3V_\phi = 3 \cdot 0,31 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 3,35 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

мисолда берилган талабга тўла жавоб беради.

Қаттиқ фазанинг паст концентрацияси ва чўкманинг юкори дисперслиги фильтрлашни узлуксиз равишда ишловчи центрифугаларда олиб боришни талаб этади. Олинаётган чўкманинг ҳолати ва парчалаш мумкинлиги суспензияни центрифугада ажратиш имконини беради.

#### 4.4. Ромли вакуум фильтр-пресс ҳисоби

**Мисол 4-8.** Фильтрланадиган суспензия: кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш технологиясига оид.

Берилган катталиклар:  $c_1=0,300$  кг/кг;  $\rho_\phi=1,3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $c_2=0,650$  кг/кг,  $\rho_\phi=2,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $p=p_{\text{юв}}=3,5 \cdot 10^4$  кг·к/м<sup>2</sup>;  $\mu=\mu_{\text{юв}}=0,915 \cdot 10^{-6}$  кгк·мин/м<sup>2</sup>;  $Q=0,147$  м<sup>3</sup>/мин;  $R_o=1,065 \cdot 10^{10}$  1/м;  $s=0,887$ ;  $r'_m=8,44 \cdot 10^7$ ;  $\kappa=3,0$ ;  $\sigma_1=10\%$ ;  $\sigma_2=2,5\%$ ;  $\tau_s=10$  мин;  $a=0,050$  сўм/соат;  $x=2000$  сўм;  $i=10$  йил;  $z=345$  сутка;  $n_I=23$  соат/сутка;  $d=0,275$  сўм/соат;  $F_I=50$  м<sup>2</sup>.

Чўкманинг нисбий қаршилиги:

$$r_m = r'_m \cdot p^3 = 8,44 \cdot 10^7 \cdot 35000^{0,887} = 0,9 \cdot 10^{12} \text{ м} / \text{кг}$$

1 м<sup>3</sup> фильтратга тўғри келувчи фильтрда ажралувчи каттик фаза миқдори:

$$C = \frac{\rho_{\phi}}{\frac{1}{c_1} - \frac{1}{c_2}} = \frac{1,3 \cdot 10^3}{\frac{1}{0,3} - \frac{1}{0,65}} = 0,726 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

1 м<sup>3</sup> фильтратга тўғри келувчи нам чўкма ҳажми:

$$U = \frac{C}{\rho_o \cdot c_2} = \frac{1 - c_2 \cdot \left(1 - \frac{\rho_{\phi}}{\rho_c}\right)}{\frac{c_2}{c_1} - 1} = \frac{1 - 0,650 \cdot \left(1 - \frac{1,3 \cdot 10^3}{2,8 \cdot 10^3}\right)}{\frac{0,650}{0,300} - 1} = 0,557 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Фильтрлаш ва ювиш тенгламаларининг константалари:

$$b_1 = \frac{\mu \cdot r_m \cdot c}{2p} = \frac{0,915 \cdot 10^{-6} \cdot 0,90 \cdot 10^{12} \cdot 0,726 \cdot 10^3}{2 \cdot 3,5 \cdot 10^4} = 0,85 \cdot 10^4 \text{ мин/м}^2;$$

$$b_2 = \frac{\mu_{\text{юв}} \cdot r_m \cdot c \cdot U \cdot n^2}{A \cdot p_{\text{юв}}} = \frac{0,195 \cdot 10^{-6} \cdot 0,90 \cdot 10^{12} \cdot 0,726 \cdot 10^3 \cdot 0,557 \cdot \ln \frac{10}{2,5} \cdot 2^2}{3,0 \cdot 3,5 \cdot 10^4} = 1,76 \cdot 10^4 \text{ мин/м}^2$$

$$k'_1 = b_1 + b_2 = 0,85 \cdot 10^4 + 1,76 \cdot 10^4 = 2,61 \cdot 10^4 \text{ мин/м}^2;$$

$$k'_2 = 2b_1 + b_2 = 2 \cdot 0,85 \cdot 10^4 + 1,76 \cdot 10^4 = 3,46 \cdot 10^4 \text{ мин/м}^2;$$

$$V'_o = \frac{R_o}{r_m \cdot c} = \frac{1,065 \cdot 10^{10}}{0,9 \cdot 10^{12} \cdot 0,726 \cdot 10^3} = 1,63 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

Фильтр-пресснинг фильтрат бўйича максимал унумдорлиги:

$$Q_{\max} = \frac{F_1}{2\sqrt{k'_1 \tau_b + k'_2 V'_o}} = \frac{50}{2\sqrt{2,61 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 3,46 \cdot 10^4 \cdot 1,63 \cdot 10^{-5}}} = 4,9 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 / \text{мин} = 2,94 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Фильтр-пресс иш циклининг минимал давомийлиги:

$$\tau_{\text{и, мин}} = 2\tau_b + k'_2 V'_o \sqrt{\frac{\tau_b}{k'_1}} = 2 \cdot 10 + 3,46 \cdot 10^4 \cdot 1,63 \cdot 10^{-5} \sqrt{\frac{10}{2,61 \cdot 10^4}} \approx 20 \text{ мин.}$$

Фильтрлаш вақтида олинган фильтратнинг минимал нисбий ҳажми:

$$V'_{\min} = \sqrt{\frac{\tau_b}{k'_1}} = \sqrt{\frac{10}{2,61 \cdot 10^4}} = 1,95 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

Фильтрлаш давомийлиги:

$$\tau = \frac{\tau_b b_1}{k'_1} = \frac{10 \cdot 0,85 \cdot 10^4}{2,61 \cdot 10^4} = 3,26 \text{ мин}$$

Ювиш давомийлиги:

$$\tau_{юв} = \frac{\tau_b b_2}{k'_1} = \frac{10 \cdot 1,76 \cdot 10^4}{2,61 \cdot 10^4} = 6,74 \text{ мин}$$

Фильтр рамасидаги чўкмани қалинлиги:

$$\delta = 2UV'_{\min} = 2 \cdot 0,557 \cdot 1,95 \cdot 10^{-2} = 2,18 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 22 \text{ мм}$$

Фильтр рамасининг қалинлиги унинг максимал унумдорлигида 25 мм дан ошмаслиги шарт.

Фильтр-прессларнинг зарурий шарт:

$$n_{\min} = \frac{Q}{Q_{\max}} = \frac{0,147}{4,9 \cdot 10^{-2}} = 3$$

Фильтр-пресснинг оптимал ишлаш режимида куйидаги катталиклар аниқланади. Фильтр-прессни ишлатишдаги ҳаражатлар

$$v = \frac{x}{i \cdot z \cdot n_1} = \frac{2000}{10 \cdot 345 \cdot 23} = 0,025 \text{ сум/соат}$$

Иш жараёнларининг нархи

$$A = a + v = 0,050 + 0,025 = 0,075 \text{ сум/соат}$$

Ёрдамчи жараёнларнинг нархи

$$B = v + d = 0,025 + 0,275 = 0,30 \text{ сум/соат}$$

Циклнинг оптимал давомийлиги

$$\tau_{ц.опт} = \tau_s \left(1 + \frac{B}{A}\right) + k'_2 V'_o \cdot \sqrt{\frac{\tau_B}{k'_1} \cdot \frac{B}{A}} = 10 \cdot \left(1 + \frac{0,30}{0,075}\right) + 3,46 \cdot 10^4 \cdot 1,63 \cdot 10^{-5} \sqrt{\frac{10 \cdot 0,30}{2,61 \cdot 10^4 \cdot 0,75}} = 50 \text{ мин.}$$

Фильтрлашнинг оптимал давомийлиги

$$\tau_{опт} = \frac{B \cdot v_1 \cdot \tau_B}{k'_1 \cdot A} = \frac{0,30 \cdot 0,85 \cdot 10^4 \cdot 10}{2,61 \cdot 10^4 \cdot 0,075} = 13 \text{ мин.}$$

Ювишнинг оптимал давомийлиги

$$\tau_{\text{юс}} = \frac{B \cdot \epsilon_2 \cdot \tau_B}{\kappa'_1 \cdot A} = \frac{0,30 \cdot 1,76 \cdot 10^4 \cdot 10}{2,61 \cdot 10^4 \cdot 0,075} = 27 \text{ мин.}$$

Бир иш циклига тўғри келувчи минимал харажатлар

$$\begin{aligned} T_{\text{min}} &= 2 \cdot \tau_B B + A \cdot k'_2 \cdot V'_0 \sqrt{\frac{\tau_B B}{k'_1 A}} = \\ &= \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,3 + 0,075 \cdot 3,46 \cdot 10^4 \cdot 1,63 \cdot 10^{-5} \sqrt{\frac{10 \cdot 0,3}{2,61 \cdot 10^4 \cdot 0,075}}}{60} = 0,1 \text{ сум} \end{aligned}$$

Фильтрнинг оптимал унумдорлиги

$$\begin{aligned} Q_{\text{opt}} &= \frac{F_1}{(A+B) \sqrt{\frac{k'_1 \tau_B}{AB} + k'_2 V'_0}} = \\ &= \frac{50 \cdot 60}{(0,075 + 0,3) \sqrt{\frac{2,61 \cdot 10^4 \cdot 10}{0,075 \cdot 0,3} + 3,46 \cdot 10^4 \cdot 1,63 \cdot 10^{-5}}} = 2,36 \text{ м}^3 / \text{соат} \end{aligned}$$

Унумдорликлар нисбати

$$\frac{Q_{\text{opt}}}{Q_{\text{max}}} = \frac{2,36}{2,94} = 0,8$$

Фильтрларни оптимал сони

$$\begin{aligned} m_{\text{opt}} &= \frac{Q}{F_1} \left[ (A+B) \sqrt{\frac{k'_1 \cdot \tau_b}{AB} + k'_2 V'_0} \right] = \\ &= \frac{0,147}{50} \left[ (0,075 + 0,30) \cdot \sqrt{\frac{2,61 \cdot 10^4 \cdot 10}{0,75 \cdot 0,3} + 3,46 \cdot 10^4 \cdot 1,63 \cdot 10^{-5}} \right] = 3,8 \approx 4 \end{aligned}$$

Фильтр-пресс қурилмасининг ишлаш вақтидаги минимал харажатлар

$$\begin{aligned} D_{\text{min}} &= \frac{Q}{F_1} \left[ 2 \sqrt{ABk'_1 \cdot \tau_b} + Ak'_2 V'_0 \right] = \\ &= \frac{0,147}{50} \cdot \left[ 2 \cdot \sqrt{2,61 \cdot 10^4 \cdot 0,075 \cdot 0,3 \cdot 10} + 0,075 \cdot 3,46 \cdot 10^4 \cdot 1,63 \cdot 10^{-5} \right] = 0,45 \text{ сум / соат} \end{aligned}$$

Олинаётган филтратнинг оптимал нисбий ҳажми

$$V'_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{\tau_B B}{Ak'_1}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 0,30}{0,075 \cdot 2,61 \cdot 10^4}} = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

Пресс ромдаги чўкманинг оптимал қалинлиги

$$\delta'_{omm} = 2V \sqrt{\frac{\tau_b B}{Ak'_1}} = 2 \cdot 0,557 \sqrt{\frac{10 \cdot 0,30}{0,075 \cdot 2,61 \cdot 10^4}} = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 44 \text{ мм}$$

Қурилманинг максимал унумдорлигида унинг ишлаш учун сарфланадиган харажатлар

$$D_{\max} = \frac{Q}{F_1} [(A+B) \sqrt{k'_1 \cdot \tau_b} + Ak'_2 V'_0] =$$

$$= \frac{0,147}{50} [(0,075+0,3) \cdot \sqrt{2,61 \cdot 10^4 \cdot 10} + 0,075 \cdot 3,46 \cdot 10^4 \cdot 1,63 \cdot 10^{-5}] = 0,565 \text{ сум/соат}$$

Фильтр-прессларнинг максимал унумдорликдаги сони

$$m_{\min} = \frac{Q}{F_1} [2 \sqrt{k'_1 \cdot \tau_b} + k'_2 V'_0] =$$

$$= \frac{0,147}{50} [2 \cdot \sqrt{2,61 \cdot 10^4 \cdot 10} + 3,46 \cdot 10^4 \cdot 1,63 \cdot 10^{-5}] = 3$$

У ҳолда

$$D_{Q_{\max}} = \frac{(A+B)m_{\min}}{2} = \frac{0,075+0,3}{2} \cdot 3 = 0,565 \text{ сум/соат}$$

#### 4.5. Дискли вакуум-фильтр ҳисоби

**Мисол 4-9.** Магний гидроксиди рапа (суспензия) сени ажратиш учун дискли вакуум-фильтр ҳисоблансин ва лойиҳалансин. Стандарт дискли фильтр танлансин ва зарур сони топилсин.

**Бошланғич маълумотлар:**

- |  |   |
|--|---|
| - унумдорлиги                          | - $V_{об} = 46,5 \text{ м}^2$ ;                           |
| - суспензия коррозия фаол эмас;        |   |
| - фильтрлаш жараёнидаги босимлар фарқи | - $\Delta p = 66500 \text{ Па}$ ;                         |
| - чўкманинг солиштирма қаршилиги       | - $r_s = 61 \cdot 10^9 \text{ м/кг}$ ;                    |
| - фильтрловчи панжаранинг қаршилиги    | - $r_{\phi n} = 47 \cdot 10^9 \text{ л/м}$ ;              |
| - фильтрланган чўкмада намлик миқдори  | - $W = 62\% \text{ масс.}$ ;                              |
| - суюқ фазанинг зичлиги                | - $\rho_{ж} = 1020 \text{ кг/м}^3$ ;                      |
| - қаттиқ фазанинг зичлиги              | - $\rho_m = 2400 \text{ кг/м}^3$ ;                        |
| - суюқ фазанинг динамик қовушқоқлиги   | - $\mu = 0,94 \cdot 10^{-6} \text{ кПа} \cdot \text{с}$ ; |
| - чўкма қатламининг қалинлиги          | - $h_{oc} = 8 \text{ мм}$ ;                               |
| - суспензияда қаттиқ фазанинг миқдори  | - $x_m = 10\%$ ;  |
| - чўкмани қуриштириш минимал вақти     | - $\tau_{св} = 60 \text{ с}$ ;                            |

Фильтрлашда ҳосил бўлган чўкманинг филтрат ҳажмига нисбати  $x_o$  қуйидаги формуладан топилади:

$$x_o = \frac{v_{oc}}{v_{\phi}} = \frac{x_m \cdot \rho_{ж}}{\rho_{oc} \cdot [1 - (W + x_m)]} = 0,279$$

Бирлик ҳажмдаги филтрат ўтганда чўкиб қолган масса миқдори  $x_s$  ушбу тенгликдан аниқланади:

$$x_s = \frac{m_m}{v_{\phi}} = \frac{x_m \cdot \rho_{ж} \cdot (1 - W)}{[1 - (W + x_m)]} = 138 \text{ кг/м}^3$$

Нам чўкманинг зичлиги:

$$\rho_o = \frac{\rho_m / \rho_{ж}}{\rho_{ж} + (\rho_m + \rho_{ж}) \cdot W} = \frac{2400/1020}{1020 + (2400 - 1020) \cdot 62} = 1305,1 \text{ кг/м}^3$$

Фильтрлаш юзасининг умумий майдонини аниқлаймиз:

$$b_1 = \frac{\mu \cdot q_T \cdot r_{cp}}{2 \cdot p} = \frac{0,94 \cdot 10^{-3} \cdot 138 \cdot 61 \cdot 10^9}{2 \cdot 65 \cdot 10^3} = 61 \cdot 10^3 \text{ с/м}^2$$

$$v_o = \frac{R_\phi}{r_{ip} \cdot q_T} = \frac{47 \cdot 10^9}{61 \cdot 10^9 \cdot 138} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

Унда, диск фильтрлаш юзасининг ички чегарасида фильтрлаш давомийлигини топамиз:

$$\tau_B = \frac{b_1 \cdot \delta_{осв} \cdot (\delta + 2u \cdot V_o)}{u^2} = \frac{61 \cdot 10^3 \cdot 0,008 \cdot (0,008 + 2 \cdot 0,279 \cdot 5,6 \cdot 10^{-3})}{0,279^2} = 695 \text{ с}$$

Саноатда ишлаб чиқариладиган диски фильтрлар техник характеристикалари асосида ўргача фильтрлаш бурчаги  $\varphi_\phi = 118^\circ$  ни танлаймиз (4-3 жадвал). Ички фильтрлаш бурчагини инобатга олган ҳолда дискнинг айланиш частотасини ҳисоблаймиз:

$$n = \frac{\varphi_B}{360 \cdot \tau_B} = \frac{118}{360 \cdot 69,5} = 0,0047 \text{ с}^{-1}$$

4-3 жадвал

Фильтр	Юза $F_\phi$ , м <sup>2</sup>	Дисклар сони $Z_d$ , дона	Диск параметри		Айланиш частотаси $n$ , с <sup>-1</sup>	Чўкиб туриш бурчаги $\psi_n$ , ...°	Дискда зоналарнинг таксимланиш бурчаклари, ...°			
			D, мм	m, дона			$\varphi_{фн}$	$\varphi_{сн}$	$\varphi_o$	$\varphi_p$
Д9-1,8У	9	2	1800	12	0,0025...0,015	160	117	139	35	35
Д9-1,8К										
Д18-1,8У	18	4								
Д18-1,8К										
Д27-1,8У	27	6								
Д27-1,8К										
Д34-2,5У	34	4	2500	12	0,0017...0,01	160	117	139	35	35
Д34-2,5К										
Д51-2,5У	51	6								
Д51-2,5К										
Д68-2,5У	68	8								
Д68-2,5К										
Д100-2,5К	102	12								

Дискнинг ички радиуси бўйича битта циклдаги фильтрлаш тезлиги ушбу тенгламадан аниқланади:

$$w_{нв} = n_1 \cdot \left[ \sqrt{v_o^2 + \frac{\tau_\phi}{b_1}} - v_o \right] = 0,0047 \cdot \left[ \sqrt{5,6^2 \cdot 10^{-6} + \frac{69,5}{61 \cdot 10^3}} - 5,6 \cdot 10^{-3} \right] = 13,5 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$$

Фильтр тўқиманинг тиқилиб қолишини инобатга олган ҳолда фильтрлаш юзасининг тахминий киймати:

$$F = \frac{V_{об}}{w_{ув} \cdot K_n} = \frac{46,5}{3600 \cdot 13,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,8} = 120 \text{ м}^2$$

Суспензия коррозия фаол бўлмагани учун 2 та Д68-2,5У русумли юзаси  $F_{об}=136 \text{ м}^2$  ли фильтрларни танлаймиз.

4-3 жадвалдан кўришиб турибдики, Д68-2,5У русумли диски фильтр куйидаги техник характеристикаларга эга:

- дискнинг ташқи диаметри  $D_n=2500 \text{ мм}$ ;

- дисклар сони  $Z_d=8$ ;

- дискда секторлар сони  $m=12$ ;

- зоналарнинг технологик бурчаклари:

фильтрлаш  $\varphi_{фн}=120^\circ$ ;

қуриштиш  $\varphi_{сн}=137^\circ$ ;

чўкмани кесиб олиш  $\varphi_o=35^\circ$ ;

регенерация қилиш  $\varphi_p=35^\circ$ ;

- дискнинг ташқи радиуси бўйича суспензияга чўқиши  $\psi_n=166^\circ$ .

Танланган фильтр унумдорлигини аниқловчи ҳисоби дискнинг ички радиусини ҳисоблашдан бошланади:

$$R_B = \sqrt{R_D^2 - \frac{S}{2\pi \cdot n_D}} = \sqrt{1,25^2 - \frac{102}{2\pi \cdot 12}} = 0,458 \text{ м};$$

Диск марказидан фильтр тоғорасидаги суюқлик сатҳигача бўлган масофа:

$$h = R_D \cdot \cos \frac{\psi_D}{2} = 1,25 \cdot \cos 83^\circ = 0,152 \text{ м}$$

Фильтрда зоналарнинг тақсимланиши дискнинг ташқи айланаси бўйича куйидаги бурчаклар билан аниқланади:

Қурилма остида жойлашган тоғорадаги суюқлик сатҳидан дискнинг ташқи айланаси бўйича фильтрлаш бошланишининг ўргача чизигигача бўлган «фойдасиз» ёки «зарарли» зона секторининг бурчаги куйидагига тенг:

$$\varphi_{мц} = \psi_D - \varphi_D = 166^\circ - 120^\circ = 46^\circ$$

Дискнинг ички радиуси бўйича фильтрлаш бурчаги ушбу формуладан топилади:

$$\varphi_{фс} = \arccos \frac{h}{r_s} + 0,5 \cdot \psi_n - \varphi_{мц} = \arccos \frac{0,152}{0,457} + 0,5 \cdot 166 - 46 = 107,57^\circ$$

Ички фильтрлаш бурчагини инобатга олган ҳолда дискнинг айланиш частотасини ҳисоблаймиз:

$$n = \frac{\varphi_B}{360 \cdot \tau_B} = \frac{107,57}{360 \cdot 69,5} = 0,0043 \text{ с}^{-1}$$



Ҳисоблаб топилган бурчак тезлиги бу турдаги дисклар учун рухсат этилган айланиш тезликлар оралиғига тўғри келади.

Дискнинг ташқи диаметридан келиб чиққан ҳолда филтрлаш давомийлигини ушбу формуладан топамиз:

$$\tau_{\phi n} = \frac{\varphi_{\phi n}}{360n} = \frac{120}{360 \cdot 0,0043} = 77,5 \text{ c}$$

Битта циклда дискнинг ташқи радиусида филтрлаш тезлиги ушбу формуладан топилади:

$$w_{\phi n} = n \cdot \left( \sqrt{v_o^2 + \frac{\tau_{\phi n}}{b_1}} - v_o \right) = 0,0043 \cdot \left( \sqrt{5,6 \cdot 10^{-6} + \frac{77,5}{61 \cdot 10^{-3}}} - 5,6 \cdot 10^{-3} \right) = 13,5 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$$

Битта циклда дискнинг ички радиусида филтрлаш тезлиги қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$w_{\phi i} = n \cdot \left( \sqrt{v_o^2 + \frac{\tau_{\phi i}}{b_1}} - v_o \right) = 0,0043 \cdot \left( \sqrt{5,6^2 \cdot 10^{-6} + \frac{69,5}{61 \cdot 10^{-3}}} - 5,6 \cdot 10^{-3} \right) = 12,3 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$$

Битта дискнинг филтрат бўйича иш унумдорлиги ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\begin{aligned} V_{\phi d} &= (R_n - R_o) \cdot [2\pi \cdot (R_n \cdot w_{\phi n} + R_o \cdot w_{\phi i})] = \\ &= (1,25 - 0,458) \cdot [2 \cdot 3,14 \cdot (1,25 \cdot 13,5 \cdot 10^{-5} + 0,458 \cdot 12,3 \cdot 10^{-5})] = 11 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} \end{aligned}$$

Дискли вакуум-филтрнинг тўлик иш унумдорлигини ҳисоблаймиз:

$$V_{\phi d} = V_{\phi d} \cdot z_d \cdot K_n = 11 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 0,8 = 7,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Дискнинг ташқи радиуси бўйича қуритиш давомийлигини текшираемиз:

$$\tau_{\phi n} = \frac{\varphi_{\phi n}}{360 \cdot n} = \frac{137}{360 \cdot 0,0043} = 88,5 \text{ c}$$

Ҳақиқий қуритиш давомийлиги белгилангандан ортиқ. Зарур филтрлар сони қуйидагига тенг:

$$z_{\phi} = \frac{V_{об}}{V_{\phi}} = \frac{46,5}{3600 \cdot 7,05 \cdot 10^{-3}} = 1,84$$

Зарур филтрлар сонини  $z_{\phi}=2$  деб қабул қиламиз.

#### 4.6. Лентали вакуум-филтр ҳисоби

**Мисол 4-10.** ЛУ 2,5-0,5-4,8 русумли филтр унумдорлиги аниқлансин. Суспензия юклаш зонасида тўлик қатламларга ажралишини инобатга олиб, филтрлашнинг асосий тенгламаси қўллаш керак. Ушбу филтр М40 рақамли сайқаллаш қуқунини ажратиш учун ишлатилади. Филтрлаш тўсиғи – брезент матоси, арт. 610.

Бошланғич маълумотларни шакллантириш учун давтаввал қуйидагиларни топамиз:

- нам чўкма зичлиги (курутишдан аввал):

$$\rho_o = \frac{100 \cdot \rho_T \cdot \rho_{ж}}{100 \rho_{ж} + (\rho_T - \rho_{ж}) \cdot w} = \frac{100 \cdot 3960 \cdot 997,5}{100 \cdot 997,5 + (3960 - 997,5) \cdot 22} = 2395 \text{ кг/м}^3$$

бу ерда  $\rho_m = 3960 \text{ кг/м}^3$  – каттик фаза зичлиги;  $\rho_{ж} = 997,5 \text{ кг/м}^3$  - суюк фаза зичлиги;  $w = 22\%$  - филтрланган чўкмада суюк фаза микдори;

- филтрлашда олинган чўкма ҳажмининг филтрат ҳажмига нисбати:

$$u = \frac{c_T \rho_{ж}}{\rho_o [100 - (w + c_T)]} = \frac{60 \cdot 997,5}{2395 [100 - (22 + 60)]} = 13,5$$

бу ерда  $C_m$  – суспензия концентрацияси, % масс;

- бирлик ҳажмда филтрат олиш учун филтр матода йиғиладиган чўкма массаси:

$$q_T = \frac{c_T \cdot \rho_{ж} \cdot (100 - w)}{100 \cdot [100 - (w + c_T)]} = \frac{60 \cdot 997,5 \cdot (100 - 22)}{100 \cdot [100 - (22 + 60)]} = 2536 \text{ кг/м}^3$$

**Бошланғич маълумотлар.** Филтрлаш юзаси  $S = 2,4 \text{ м}^2$ ; лента ишчи эни  $B = 0,5 \text{ м}$ ; вакуум-камералар умумий узунлиги  $L = 4,8 \text{ м}$ ; филтрлашда босимлар фарқи  $p = 60 \text{ кПа}$ ; чўкманинг ўрта солиштирма қаршилиги  $\alpha_{ср} = 3,7069 \cdot 10^9 \text{ м/кг}$ ; филтр тўсик қаршилиги,  $\beta = 158,92 \cdot 10^9 \text{ 1/м}$ ; ҳосил бўлаётган чўкма қатламининг қаршилиги  $\delta_{oc} = 0,016 \text{ м}$ ; чўкма қатламини қисман куриштиш вақти  $\tau_c = 60 \text{ с}$ ; қисман куриштишгача филтрланган чўкмада суюк фаза микдори  $w = 22\%$  масс.; қисман куриштишдан кейин филтрланган чўкмада суюк фаза микдори  $w' = 10\%$  масс.; суюк фаза динамик қовушқоклиги  $\mu = 0,935810^{-6} \text{ кПа-с}$ ; филтр тўсикнинг аста-секин тўлиб қолиши ва моделдан саноат курилмасига ўтишда унумдорликнинг пасайишини инобатга олувчи коэффициент,  $K_{с.лр} = 0,7$ .

Кўриб чиқилган услубга кўра, қуйидагиларни аниқлаймиз:

- белгиланган қалинликдаги чўкма олиш учун филтрлаш вақти:

$$\tau = \frac{\mu \cdot \delta_{oc} \cdot (\alpha_{ср} \cdot q_T \cdot \delta_{oc} + \mu \cdot \beta)}{p \cdot u^2} = \frac{0,9358 \cdot 10^{-6} \cdot 0,016 (3,7069 \cdot 10^9 \cdot 2536 \cdot 0,016 + 1,35 \cdot 158,92 \cdot 10^9)}{60 \cdot 1,35^2} = 50 \text{ с}$$

- Ишчи цикл асосий босқичларининг умумий давомийлиги:

$$\tau_{осн} = \tau + \tau_c = 50 + 60 = 110 \text{ с}$$

- лента ҳаракат тезлиги:

$$v_{л} = \frac{L}{\tau_{осн}} = \frac{4,8}{110} = 0,0436 \text{ м/с}$$

- филтрлаш зонасининг узунлиги:

$$l_{\phi} = v_{л} \tau = 0,0436 \cdot 50 = 2,2 \text{ м}$$

ва қисман куриштиш зонасининг узунлиги:

$$l_c = v_{л} \tau_c = 0,0436 \cdot 60 = 2,6 \text{ м}$$

- филтрлаш зонаси бирлик юзасидан  $\tau$  вақт ичида олинган филтрат ҳажми,

$$V' = \frac{\delta_{oc}}{u} = \frac{0,016}{1,35} = 11,85 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

- фильтрлаш жараёнида ўртача тезлик :

$$v_{\phi} = \frac{V'}{\tau} = \frac{11,85 \cdot 10^{-3}}{50} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

ва ишчи цикл асосий босқичларини кечиши давридаги ўртача тезлик:

$$v_{ocn} = \frac{V'}{\tau_{ocn}} = \frac{11,85 \cdot 10^{-3}}{50} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

- фильтрат бўйича унумдорлиги:

$$Q = v_{ocn} SK_{c.np} = 0,108 \cdot 10^{-3} \cdot 2,4 \cdot 0,7 = 0,19 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

- фильтрат бўйича аниқланган унумдорликдаги нам чўкма бўйича:

$$Q_{oc} = \frac{Q \cdot u \cdot \rho_o \cdot (100 - w')}{100 - w'} = \frac{0,19 \cdot 10^{-3} \cdot 1,35 \cdot 2395 \cdot (100 - 22)}{100 - 10} = 0,532 \text{ кг/с}$$

курук чўкма бўйича:

$$Q_{т.ф} = \frac{Q_{oc} \cdot (100 - w')}{100} = \frac{0,532 \cdot (100 - 10)}{100} = 0,479 \text{ кг/с}$$

ажратилаётган суспензия бўйича

$$Q_{cn} = Q \left[ 1 + \frac{u \cdot (100 - w)}{100 - w'} \right] = 0,19 \cdot 10^{-3} \left[ 1 + \frac{1,35 \cdot (100 - 22)}{100 - 10} \right] = 0,41 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

#### 4.7. Каруселли вакуум-фильтр ҳисоби

**Мисол 4-11.** Лаборатория тажриба маълумотлари бўйича фильтрация константасини аниқлашдан фильтр унумдорлиги топилсин. Қора-Тоғ фосфорити суспензиясини ажратиш учун К100-15К русумли каруселли фильтр қўлланилмоқда. Фильтр тўсик – перхлорвинил матоси. Суспензия концентрацияси  $c_m = 33\%$  масс.

**Бошланғич маълумотлар.** Фильтрлаш юзаси  $S = 108 \text{ м}^2$ ; асосий зона (фильтрлаш, ювиш ва қисман қуритиш)лар эгаллаган сектор бурчаги,  $\varphi_{ocn} = 286^\circ$ ; чўмичлар сони  $n_k = 24$ ; йиғилаётган чўкма қатлами қалинлиги  $\delta_{oc} = 0,040 \text{ м}$ ; чўкмани ювиш босқичларининг сони  $n_{np} = 3$ ; 1 кг нам чўкмани ювиш учун зарур сув миқдори: 1-босқичда  $V_{np.ж1} = 0,3310^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$ ; 2-босқичда  $V_{np.ж2} = 0,3310^{-3} \text{ м}^3$ .

Саноат фильтр қурилмасини ҳисоблаш учун олинган тажриба маълумотлари: лаборатория фильтр юзаси  $S_l = 0,01 \text{ м}^2$ ; белгиланган қалинликда чўкма қатлами олиш учун зарур суспензия ҳажми,  $V_{cn.l} = 0,5510^{-3} \text{ м}^3$ ; олинган фильтрат ҳажми  $V_l = 0,1510^{-3} \text{ м}^3$ ; олинган нам чўкма массаси  $m_{oc.l} = 0,628 \text{ кг}$ ; фильтрлаш давомийлиги  $\tau = 25 \text{ с}$ ; чўкмани ювиш давомийлиги: 1-босқичда  $\tau_{np1} = 24 \text{ с}$ ; 2-босқичда  $\tau_{np2} = 21 \text{ с}$ ; 3-босқичда  $\tau_{np3} = 21 \text{ с}$ ; чўкма қисман қуритиш вақти  $\tau_c = 20 \text{ с}$ ; ажратиш, ювиш ва қисман қуритиш даврида босимлар фарқи

$\Delta p - p_{np} = p_c = 60$  кПа; қисман қуриштигача фильтрланган чўкмада суюқ фаза миқдори  $w = 57$  % масс.; қисман қуриштидан кейин фильтрланган чўкмада суюқ фаза миқдори  $w' = 37$  % масс.; фильтр тўсикнинг аста-секин тўлиб қолиши ва моделдан саноат қурилмасига ўтишда унумдорликнинг пасайишини инобатга олувчи коэффициент,  $\kappa_{с.нр} = 0,8$ ; ювиш жараёнида саноат фильтр чўмичларида ҳосил бўлаётган чўкма қатлами қалинлигининг ҳар хиллигини инобатга олувчи коэффициент,  $\kappa_{шт} = 1,1$ .

Кўриб чиқилган услубга кўра, қуйидагиларни аниқлаймиз:

- асосий жараёнларнинг фильтрда кечиш вақти:

$$\tau_{осн} = \tau + \kappa_{шт}(\tau_{нр1} + \tau_{нр2} + \tau_{нр3}) + \tau_c = 25 + 1,1(24 + 21 + 20) + 20 = 116,5 \text{ с}$$

- фильтр каруселининг айланиш частотаси:

$$n_{об} = \frac{\varphi_{осн}}{6\tau_{осн}} = \frac{286}{6 \cdot 116,5} = 0,409 \text{ ай/с}$$

(ушбу фильтр учун рухсат этилган чегарасига тўғри келади);

- секторлар бурчаги:

фильтрлаш зонаси

$$\varphi = 6\pi n_{об} = 6 \cdot 25 \cdot 0,409 = 61^\circ 23'$$

чўкмани 1- ювиш зонаси

$$\varphi_{нр1} = 6\kappa_{шт}\tau_{нр1}n_{об} = 6 \cdot 1,1 \cdot 24 \cdot 0,409 = 64^\circ 49'$$

чўкмани 2- ювиш зонаси

$$\varphi_{нр2} = 6\kappa_{шт}\tau_{нр2}n_{об} = 6 \cdot 1,1 \cdot 21 \cdot 0,409 = 56^\circ 43'$$

чўкмани 3- ювиш зонаси

$$\varphi_{нр3} = 6\kappa_{шт}\tau_{нр3}n_{об} = 6 \cdot 1,1 \cdot 20 \cdot 0,409 = 54^\circ$$

қисман қуриштиш зонаси

$$\varphi_c = 6\tau_c n_{об} = 6 \cdot 20 \cdot 0,409 = 49^\circ 05'$$

- фильтр унумдорлиги:

қурук чўкма бўйича

$$Q_{г.ф} = \frac{m_{ос.л} \cdot (100 - w) \cdot n_{об} \cdot \kappa_{с.нр} \cdot S}{60 \cdot 100 \cdot S_{г}} = \frac{0,628 \cdot (100 - 57) \cdot 0,409 \cdot 0,8 \cdot 108}{60 \cdot 100 \cdot 0,01} = 15,9 \text{ кг/с}$$

фильтрат бўйича

$$Q = \frac{V_{г}\kappa_{с.нр}n_{об}S}{60S_{г}} = \frac{0,15 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 0,409 \cdot 108}{60 \cdot 0,01} = 8,83 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

суспензия бўйича

$$Q_{сн} = \frac{V_{сн}\kappa_{с.нр}n_{об}S}{60S_{г}} = \frac{0,55 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 0,409 \cdot 108}{60 \cdot 0,01} = 32,39 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

#### 4.8. Токчали чўктириш камерасининг ҳисоби

**Мисол 4-12.** Майда чанг зарралари билан ифлосланган 4000 м<sup>3</sup>/соат газни дастлабки тозалаш учун мўлжалланган токчали чўктириш камераси ҳисоблансин. Камерадан ўтувчи газни ўртача температураси  $t_c=300^\circ\text{C}$ . Тутиб олинаётган зарраларнинг энг кичик ўлчами  $d=12\cdot 10^{-6}$  м, зичлиги  $\rho_1=380$  кг/м<sup>3</sup>. Газнинг зичлиги  $\rho_2=0,0617$  кг/м<sup>3</sup>, кинематик қовушқоқлиги  $\nu=45,81\cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

Берилган температурада чангни чўктириш камерасига кираётган газнинг ҳажмий сарфи

$$V_{cek} = \frac{V \cdot (t_c + 273)}{3600 \cdot 273} = \frac{4000 \cdot (3000 + 273)}{3600 \cdot 273} = 2,35 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Газнинг рухсат этилган максимал тезлиги

$$w_{max} = 3,6 \sqrt{\frac{d(\rho_1 - \rho_2)}{\rho_2}} = 3,6 \sqrt{\frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 380}{0,0617 \cdot 3,6}} = 0,98 \text{ м/с}$$

Газнинг ҳақиқий тезлиги

$$w = 0,25 w_{max} = 0,25 \cdot 0,98 = 0,245 \text{ м/с}$$

Чангни чўктириш камерасининг узунлиги  $L=4$  м деб қабул қиламиз.

У ҳолда газни камерада бўлиш вақти

$$\tau = \frac{L}{w} = \frac{4}{0,245} = 16,4 \text{ с}$$

Тутиб қолинаётган зарраларнинг энг кичик ўлчами  $d < 100$  мкм бўлгани учун, уларни ўқиш жараёни Стокс қонунига бўйсинади.

Шунинг учун,  $\rho_2$  катталиқ  $\rho_1$  га нисбатан жуда кичик бўлгани сабабли уни каср суратида ётиборга олмай чўқишнинг назарий тезлигини қуйидагича аниқлаймиз:

$$w_q = \frac{gd^2(\rho_1 - \rho_2)}{18\nu^2 \cdot \rho_2} = \frac{9,81(12 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 380}{18 \cdot 45,81 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0617} = 0,0089 \text{ м/с}$$

$w_q$  ни аниқлашда формула тўғри танланганлигини текшираамиз

$$\text{Re} = \frac{w_q \cdot d}{\nu_2} = \frac{0,0089 \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{45,81 \cdot 10^{-6}} = 0,0023 < 0,2$$

Демак,  $w_q$  ни ҳисоблаш учун формула тўғри танланган.

Зарраларни токчаларга чўқиш хақиқий тезлигини қуйидагига тенг деб оламиз

$$w_{чк} = 0,5 \cdot w_q = 0,5 \cdot 0,0089 = 0,0044 \text{ м/с}$$

У ҳолда, токчалар орасидаги масофа қуйидагига тенг бўлади.

$$h = w_{чк} \cdot \tau = 0,0044 \cdot 16,4 = 0,072 \approx 0,08 \text{ м}$$

Чўктириш юзасининг зарурий майдони.

$$F_q = \frac{V_{cek}}{w_{чк}} = \frac{2,35}{0,0044} = 530 \text{ м}^2$$

Камеранинг энини  $B=3$  м деб оламиз. У ҳолда токчаларнинг зарурий сони:

$$n = \frac{F}{B \cdot L} = \frac{530}{3 \cdot 4} = 44$$

Чангни чўктириш камерасининг баландлиги

$$H = n(h + h_{II}) = 44(0,08 + 0,01) \approx 4,0 \text{ м}$$

бу ерда  $h_{II}=10$  мм – токчанинг калинлиги.

**Мисол 4-13.** Пирит (колчедан) чангининг майда заррачалари билан ифлосланган  $V=5400$   $\text{нм}^3/\text{соат}$  ҳажмли газни дағал тозалаш учун токчали чанг чўктириш камерасини ҳисоблаш. Камерада ўтадиган газни ўртача температураси  $t_2 = 400^\circ\text{C}$ , тутиладиган заррачаларнинг минимал ўлчами  $d=10 \cdot 10^{-6}$  м, уларни аниқ оғирлиги  $\gamma_1 = 4000$   $\text{кг}/\text{м}^3$ , газни аниқ оғирлиги  $\gamma_2 = 0,508$   $\text{кг}/\text{м}^3$ , кинематик ковушқоклик коэффициенти бўлса  $\nu_2 = 60,38 \cdot 10^{-6}$   $\text{м}^2/\text{с}$  га тенг.

Берилган температурада чанг чўкадиган камерасига тушаётган газни ҳақиқий секундли ҳажмий сарфи:

$$V = \frac{V \cdot (273 + t_2)}{3600 \cdot 273} = \frac{5400 \cdot (273 + 400)}{3600 + 273} = 3,7 \text{ м}^3/\text{с}$$

Токчалардан ўтадиган газнинг максимал тезлиги:

$$w_{\max} = 3,6 \sqrt{\frac{d\gamma_1}{\gamma_2}} = 3,6 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 4000}{0,508}} = 1,01 \text{ м}/\text{с}$$

Газни ҳақиқий тезлиги  $w$  қуйидагига тенг деб қабул қиламиз:

$$w = 0,25w_{\max} = 0,25 \cdot 1,01 = 0,25 \text{ м}/\text{с}$$

Чанг чўкадиган камерани узунлиги:  $L = 4$  м

Шу ҳолда газни камерада мавжудлиги:

$$\tau = L/w = 4/0,25 = 16 \text{ с}$$

Тутиладиган заррачаларнинг минимал ўлчами  $d < 100$  мкм бўлганда, уларни чўкиши Стокс қонунига бўйсинади. Шунинг учун заррача чўкишининг назарий тезлигини қуйидаги тенглама билан аниқлаймиз:

$$w_0 = \frac{gd^2\gamma_1}{18\nu_2\gamma_1} = \frac{9,81 \cdot (10 \cdot 10^{-6}) \cdot 4000}{18 \cdot 60,38 \cdot 10^{-6} \cdot 0,508} = 0,00715 \text{ м}/\text{с}$$

Ушбу тенгламани қўллаш тўғрилигини текшираамиз:

$$\text{Re} = w_0 d / \nu_2 = \frac{0,00715 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{60,38 \cdot 10^{-6}} = 0,0018 < 0,2$$

Демак тенглама қўлланилади.

Токчаларга заррачаларни чўкиш ҳақиқий тезлигини қуйидагига тенг деб қабул қиламиз:

$$w_{0c} = 0,5 \cdot w_0 = 0,5 \cdot 0,00715 = 0,00357 \text{ м}/\text{с}$$

У ҳолда токчалар оралиғи масофаси:

Камеранинг энини  $B=3$  м деб оламиз. У ҳолда токчаларнинг зарурий сони:

$$n = \frac{F}{B \cdot L} = \frac{530}{3 \cdot 4} = 44$$

Чангни чўктириш камерасининг баландлиги

$$H = n(h + h_{II}) = 44(0,08 + 0,01) \approx 4,0\text{ м}$$

бу ерда  $h_{II}=10$  мм – токчанинг қалинлиги.

**Мисол 4-13.** Пирит (колчедан) чангининг майда заррачалари билан ифлосланган  $V=5400$   $\text{м}^3/\text{соат}$  ҳажмли газни дағал тозалаш учун токчали чанг чўктириш камерасини ҳисоблаш. Камерада ўтадиган газни ўртача температураси  $t_2 = 400^\circ\text{C}$ , тутиладиган заррачаларнинг минимал ўлчами  $d=10 \cdot 10^{-6}$  м, уларни аниқ оғирлиги  $\gamma_1 = 4000$   $\text{кг}/\text{м}^3$ , газни аниқ оғирлиги  $\gamma_2 = 0,508$   $\text{кг}/\text{м}^3$ , кинематик қовушқоклик коэффициенти бўлса  $\nu_2 = 60,38 \cdot 10^{-6}$   $\text{м}^2/\text{с}$  га тенг.

Берилган температурада чанг чўкадиган камерасига тушаётган газни ҳақиқий секундли ҳажмий сарфи:

$$V = \frac{V \cdot (273 + t_2)}{3600 \cdot 273} = \frac{5400 \cdot (273 + 400)}{3600 + 273} = 3,7 \text{ м}^3/\text{с}$$

Токчалардан ўтадиган газнинг максимал тезлиги:

$$w_{\max} = 3,6 \sqrt{\frac{d\gamma_1}{\gamma_2}} = 3,6 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 4000}{0,508}} = 1,01 \text{ м}/\text{с}$$

Газни ҳақиқий тезлиги  $w$  қуйидагига тенг деб қабул қиламиз:

$$w = 0,25w_{\max} = 0,25 \cdot 1,01 = 0,25 \text{ м}/\text{с}$$

Чанг чўкадиган камерани узунлиги:  $L = 4$  м

Шу ҳолда газни камерада мавжудлиги:

$$\tau = L/w = 4/0,25 = 16 \text{ с}$$

Тутиладиган заррачаларнинг минимал ўлчами  $d < 100$  мкм бўлганда, уларни чўкиши Стокс қонунига бўйсинади. Шунинг учун заррача чўкишининг назарий тезлигини қуйидаги тенглама билан аниқлаймиз:

$$w_0 = \frac{gd^2\gamma_1}{18\nu_2\gamma_2} = \frac{9,81 \cdot (10 \cdot 10^{-6}) \cdot 4000}{18 \cdot 60 \cdot 38 \cdot 10 \cdot 0,508} = 0,00715 \text{ м}/\text{с}$$

Ушбу тенгламани қўллаш тўғрилигини текшираамиз:

$$\text{Re} = w_0 d / \nu_2 = \frac{0,00715 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{60,38 \cdot 10^{-6}} = 0,0018 < 0,2$$

Демак тенглама қўлланилади.

Токчаларга заррачаларни чўкиш ҳақиқий тезлигини қуйидагига тенг деб қабул қиламиз:

$$w_{0c} = 0,5 \cdot w_0 = 0,5 \cdot 0,00715 = 0,00357 \text{ м}/\text{с}$$

У ҳолда токчалар оралиғи масофаси:

$$h = w_{0c} \tau = 0,00357 \cdot 16 = 0,057 \text{ м} \approx 0,06 \text{ м} = 60 \text{ мм}$$

Чўкишнинг керакли йиғинди юзасини аниқлаймиз:

$$F_0 = V / w_{0c} = 3,7 / 0,00357 = 690 \text{ м}^2$$

Камера кенглигини  $B=3$  м деб қабул қиламиз. Унда токчаларни керакли микдори  $n$  ушбу тенг бўлади:

$$n = F_0 / BL = 690 / 3 \cdot 4 = 57,5 = 58$$

Чанг чўкадиган камеранинг баландлиги:

$$H = n(h + h_n) = 58(0,06 + 0,01) = 4,05 \text{ м}$$

бу ерда  $h_n = 10$  мм – токча қалинлиги.

#### 4.9. Циклон ҳисоби

**Мисол 4-14.** Ҳаводаги майда, зичлиги  $\rho_1 = 300$  кг/м<sup>3</sup> бўлган, қаттиқ чанг зарраларини тутиш учун циклон ҳисоблансин. Қаттиқ зарраларнинг энг кичик диаметри  $d=5$  мкм. Циклонга кираётган ҳавонинг температураси  $t_1=20^\circ\text{C}$ , сарфи  $V=3600$  м<sup>3</sup>/соат. Ҳавонинг берилган температурадаги зичлиги  $\rho_2=0,1205$  кг/м<sup>3</sup>, кинематик ковушқоклиги  $\nu=15,06 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

НИИОГаз циклонини ҳисоблаймиз.

Ҳавонинг циклонга кириш тезлиги  $w_{\text{кир}}=20$  м/с да қурилма кириш штуцерининг кўндаланг кесим юзаси:

$$f = 3,14b^2 = \frac{V_{\text{сек}}}{w_{\text{кир}}};$$

$$f = bh = \frac{V_{\text{сек}}}{w_{\text{кир}}} = \frac{3600}{3600 \cdot 20} = 0,05 \text{ м}^2$$

Танлаб олинган циклон учун  $h=3,14b$ ; у ҳолда,

$$b = 0,565 \sqrt{\frac{V_{\text{сек}}}{w_{\text{кир}}}} = 0,565 \sqrt{f} = 0,565 \sqrt{0,05} = 0,126 \text{ м}$$

Циклоннинг тахминий диаметри:

$$D = 4,75 \cdot b = 4,75 \cdot 0,126 = 0,6 \text{ м}$$

Газнинг бурчак тезлиги  $w_u=12$  м/с деб қабул қиламиз ва ажралиш катталигининг тахминий қийматини ҳисоблаймиз

$$\Phi_{\text{аж}} = \frac{2 \cdot w_u^2}{gD} = \frac{2 \cdot 12^2}{9,81 \cdot 0,6} = 49$$

Берилган ўлчамдаги чангнинг қаттиқ заррачаларини чўкиши Стокс қонунига бўйсунди деб, зарраларнинг чўкиш тезлигини ҳисоблаймиз.

$$w_u = \frac{d^2(\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot \Phi_{\text{аж}}}{18\nu_{2\rho_2}} = \frac{(5 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (300 - 0,1205) \cdot 9,81 \cdot 49}{18 \cdot 15,06 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1205} = 0,113 \text{ м/с}$$

Бу формула Рейнольдс критерийсининг маълум қийматларида ўринлидир.



$$Re = \frac{w_v d}{\nu_2} = \frac{0,113 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{15,06 \cdot 10^{-6}} = 0,038 < 0,2$$

Демак, формула тўғри ишлатилган. Газнинг отилиб чиқиш трубасидаги тезлигини  $w_m=5$  м/с деб қабул қилиб, унинг ички диаметрини аниқлаймиз

$$d_T = 1,13 \sqrt{\frac{V_{сек}}{w_T}} = 1,13 \sqrt{\frac{3600}{3600 \cdot 5}} = 0,5 м$$

Ташки диаметри эса

$$D_1 = 0,5 + 2 \cdot 0,005 = 0,51 м$$

бу ерда  $\delta=0,005$  м.

Циклоннинг диаметри

$$D = \frac{D_1}{1 - 10 \frac{w_{чжк}}{w_c}} = \frac{0,51}{1 - 10 \frac{0,113}{12}} = 0,57 м$$

Циклоннинг олдинроқ қабул қилинган қийматини қабул қилса  $D=0,6$  м бўлади.

Тавсияларга асосан циклоннинг цилиндрик ва конус қисмлари баландликларини ҳисоблаймиз:

$$h_1 = 7,6 \cdot b = 7,6 \cdot 0,126 = 0,96 м$$

$$h_2 = 9,5 \cdot b = 9,5 \cdot 0,126 = 1,2 м$$

Циклоннинг гидравлик қаршилиги

$$\Delta p = \xi_u \frac{w_{куп}^2 \cdot \rho_2}{2} = 7 \cdot 0,1205 \frac{20^2}{2 \cdot 9,81} = 172 \text{ к} \cdot \text{к} / \text{м}^2$$

#### 4.10. Батарейли циклон ҳисоби

**Мисол 4-15.** Ҳаводаги майда зарралар зичлиги  $\rho_1=300$  кг/м<sup>3</sup> бўлган, қаттиқ чанг зарраларини тутиш учун батареяли циклон ҳисоблансин. Қаттиқ зарраларнинг энг кичик диаметри  $d=5$  мкм. Циклонга кираётган ҳавонинг температураси  $t_i=20^\circ\text{C}$ , сарфи  $V=7400$  м<sup>3</sup>/соат. Ҳавонинг берилган температурадаги зичлиги  $\rho_2=0,1205$  кг/м<sup>3</sup>, кинематик ковушқоқлиги  $\nu=15,06 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

Батарейли циклон кўп ҳолларда нормал юкламада ишлайди деб,  $d_{эл}=200$  мм да дастлабига  $\Delta p=53$  мм.с.ув. уст. деб қабул қиламиз.

Батарейли циклоннинг зарурий элементларининг сони

$$n = 28,75 \cdot 10^{-2} \frac{V}{d_{эл}^2 \cdot \sqrt{\Sigma \xi \rho_2 g}} = 28,75 \cdot 10^{-2} \frac{7400}{3600 \cdot 0,2^2 \sqrt{85 \cdot 0,1205 \cdot 9,81}} = 20,1$$

Элементлар сонини  $n=20$  ( $n_1=4$  та ва  $n_2=5$  та) деб қабул қиламиз.

У ҳолда қурилманинг эни

$$B = d_{эл} \cdot n_1 + 0,04 \cdot (n_1 + 1) = 0,2 \cdot 4 + 0,04 \cdot (4 + 1) = 1,0 м$$

Қурилма узунлиги

$$L = d_{\text{эл}} \cdot n_2 + 0,04(n_2 + 1) = 0,2 \cdot 5 + 0,04(5 + 1) = 1,24 \text{ м}$$

Элемент кўндаланг кесимининг майдони

$$f_{\text{эл}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{эл}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} = 0,0314 \text{ м}^2$$

Циклон элементидаги газнинг шартли тезлиги

$$w_{\text{шарт}} = \frac{V_{\text{сек}}}{f_{\text{эл}} \cdot n} = \frac{7400}{3600 \cdot 0,0314 \cdot 20} = 3,25 \text{ м/с}$$

Батарейли циклоннинг ҳақиқий гидравлик қаршилиги

$$\Delta p = \sum \xi \cdot \frac{w_{\text{шарт}}^2 \cdot \rho_2}{2} = 85 \cdot \frac{3,25^2 \cdot 0,1205}{2} = 55 \text{ мм.с.у.в.уст.}$$

Циклон элементи отилиб чиқиш трубасидаги газ тезлигини  $w_T = 16 \text{ м/с}$  деб қабул қиламиз. Трубанинг ички диаметри

$$d_T = 1,13 \sqrt{\frac{V_{\text{сек}}}{w_T^n}} = 1,13 \sqrt{\frac{7400}{3600 \cdot 16 \cdot 20}} = 0,09 \text{ м}$$

Трубанинг ташқи диаметри

$$d_{\text{таш}} = d_T + 2\delta = 0,09 + 2 \cdot 0,0025 \approx 0,1 \text{ м}$$

Циклоннинг биринчи катор элементларидаги газ ўргача тезлиги  $w_{\text{кур}} = 14 \text{ м/с}$  деб қабул қилиб, тақсимлаш камерасига киритиш каналининг баландлигини аниқлаймиз:

$$h = \frac{V_{\text{сек}}}{w_{\text{кур}} (B - n_1 \cdot d_{\text{таш}})} = \frac{7400}{3600 \cdot 14(1,0 - 4 \cdot 0,1)} = 0,245 \text{ м}$$

#### 4.11. Енгли фильтрни ҳисоблаш

**Мисол 4-16.** Диаммонитрофоска ишлаб чиқариш корхоналари учун чанг тутиб қолишга енгли фильтр ҳисоблансин ва танлансин.

Ҳисоблаш учун куйидаги бошланғич маълумотлар берилган:

- газ сарфи  $V_{a,z} = 3,33 \text{ м}^3/\text{с};$
- газ температураси  $t_z = 260^\circ\text{C};$
- газдаги диаммонитрофоска концентрацияси  $x_n = 70 \text{ г/м}^3.$
- заррачалар дисперсе таркиби:

$\delta_n, \text{ мкм}$	0-5	5-15	15-50
$R(\delta), \%$	40	25	35

- тозалаш даражаси  $\eta = 0,99;$
- системадаги вакуум  $p = 500 \text{ Па};$
- чангли газ курук ва коррозия фаол эмас.

**Ечиш:** Заррачалар дисперслиги юқори, газдаги концентрацияси ва тозалаш даражаси катталигини инобатга олиб кўп босқичли енгли фильтрни қўллаш мақсадга мувофиқ (4-4 жавдал).

Газларни дастлабки, дағал тозалаш учун юкори самарадор НИИОГаз циклонидан фойдаланиш мумкин. Ўтказилган ҳисоблашлар шуни кўрсатдики, юкоридаги жадвалда кайд этилган ўлчамли заррачалар учун диаметри 3,4 м ли СК-ЦН-34 русумли циклонни танлаш мумкин. Ушбу циклонда газни тозалаш даражаси  $\eta_I=0,8$ .

Тозаланаётган газ коррозия фаол бўлмагани учун  $t_0=130^\circ\text{C}$  температурага чидамли фильтр мато (лавсан) ни 4-5 жаввалдан танлаб оламиз.

Фильтрга кираётган газнинг температураси (хаво билан аралаштирилган) ни  $t_{cm}=120^\circ\text{C}$  деб қабул қиламиз.

4-4 жадвал

Чанг ушлагич	Газдаги чангнинг максимал микдори $x_n, \text{кг/м}^2$	Ушланаётган заррачалар ўлчамлари $\delta_n, \text{мкм}$	Тозалаш даражаси $\eta, \%$	Гидравлик қаршилик $\Delta p, \text{Па}$	Газнинг қурилмага қиришдаги максимал температураси $t_z, ^\circ\text{C}$
Чанг чўктириш камера	-	100	30-40	-	чегараланмаган
Жалюзли чанг ушлагич	0,02	25	60	500	400-500
Циклонлар	0,40	10	70-95	400-700	400
Батарейли циклон	0,10	10	85-90	500-800	400
Матоли фильтрлар	0,02	1	98-99	500-2500	100* 130** 250***
Марказдан қочма скрубберлар	0,05	2	85-95	400-800	чегараланмаган
Кўпikli скрубберлар	0,30	0,5	95-99	300-900	чегараланмаган
Электрофильтр	0,01-0,05	0,005	>99	100-200	425

\* - жун; \*\* - лавсан; \*\*\* - шишали мато

Фильтрга кираётган газнинг сарфи (қурилмадаги вакуум  $p=500 \text{ Па}$ ):

$$V_z = V_{o.z.} \cdot \frac{T \cdot p_o}{T_o \cdot p} = 3,33 \cdot \frac{(273 + 260) \cdot 10^5}{273 \cdot (10^5 - 500)} = 6,53 \text{ м}^3 / \text{с}$$

4-5 жадвал

Фильтр матоларнинг эксплуатацион хоссалари

Мато	Турли муҳитларда қимёвий чидамлилиги				Рухсат этилган температура $t_z, ^\circ\text{C}$
	кислота	ишқор	Оксидловчи моддалар	эритувчи	
Мато №2, саржа 2x2, жун+пахта	ОП	XX	У	ОХ	80
Байка ЧШ, саржа 2x2	У	ОП	У	Х	95
Нитрон, саржа 2x2	У	У	Х	Х	120
Нитрон НЦМ, саржа 2x2	У	У	Х	Х	120
ЦМ мато (жун+30% капрон), саржа 2x2	ОП	ОХ	У	Х	85
Лавсан	Х	У-П	Х	Х	130
Лавсан №5386а	Х	У-П	Х	Х	130
Хлорин №5231	ОХ	ОХ	ОХ	У-Х	70
Шишали мато ТССНФ (О) (аппрет 1,5%-ли ГКЖ-94 эритмаси)	Х	У-П	ОХ	ОХ	240

Эслатма: Жадвалда қуйидаги шартли белгилар қабул қилинган: ОХ - жуда яхши; Х - яхши; У - коникарли; П - ёмон; ОП - жуда ёмон.

Агар чангли газ фильтрга юкори температура  $t_z$  да узатилаётган бўлса, уни совуқ хаво билан аралаштирилиб рухсат этилган температура  $t_0$  дан пастроқ аралашма температураси  $t_{cm}$  гача пасайтириш керак. Бунинг учун талаб этилган совуқ хаво микдори ушбу формуладан аниқланади:

$$V_{n.a.} = V_c \cdot \frac{\rho_c \cdot (t_c - t_{cu})}{\rho_a \cdot (t_{cu} - t_a)} = 6,53 \cdot 0,55 \cdot \frac{260 - 120}{120 - 20} = 5,12 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Бу ерда иссик ва совук газлар зичликларининг нисбати:

$$\frac{\rho_c}{\rho_a} = \frac{\rho_o T_a}{\rho_o T_c} = \frac{273 + 20}{273 + 260} = \frac{293}{533} = 0,55$$

Пуфлаш учун узатилаётган ҳаво сарфи куйидагига тенг:

$$V_{np} = (0,1 - 0,2) \cdot V_c = 0,2 \cdot 6,53 = 1,306 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Фильтрлаш юзаси ушбу формуладан топилади:

$$F_\phi = \frac{V_c + V_{np} + V_{n.a.}}{w_2} = \frac{6,53 + 5,12 + 1,306}{0,009} = 1439,55 \text{ м}^2$$

бу ерда,  $w_2$  – газ бўйича матоли филтрга рухсат этилган солиштирма юклама  $w_2 = 0,008 \dots 0,01 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

4-6 жавдал

**Энгли филтрларнинг асосий кўрсаткичлари**

Фильтр маркаси	Фильтрнинг умумий юзаси $F, \text{ м}^2$	Секциялар сони $n$ , дона	Энглр сони $z$ , дона	Энг диаметри $d, \text{ м}$	Энг узунлиги $L, \text{ м}$	Қўлланиш соҳаси
ФРО-1250-1	1266	6	252	200	8	Рангли ва кора-металлургия, курилиш материалларини ишлаб чиқариш корхоналарининг курук газларини каттик фазасини ажратиш учун
ФРО-1650-1	1688	8	336			
ФРО-2500-1	2530	12	504			
ФРО-4100-2	4104	8	432	300	10	
ФРО-5100-2	5130	10	540			
ФРО-6000-2	6156	12	648			
ФРО-7000-2	7182	14	756			
ФРО-8000-2	8208	16	864			
ФРО-20000-3	20520	10	2160			
ФРО-24000-3	24624	12	2592	135	6	
ФРКДИ-550	550	1	216			
ФРКДИ-720	720		288			
ФРКДИ-1100	1100		432			
ФРКИ-30	30	1	36	135	2	Кимё ва бошка саноатларнинг захарли эмас, порглавчан ёки ёнувчан газларини тозалаш учун
ФРКИ-60	60	2	72			
ФРКИ-90	90	3	108			
ФРКИ-180	180	4	114			
ФРКИ-360	360	8	228			
ФРУ II-15	15	2	28	130	1,5	Кимё ва бошка саноатларнинг турли газлардан тозалаш учун
ФРУ II-20	20				2	
ФРУ II-25	25				2,5	
ФРУ III-37,5	37,5				3	
ФРУ IV-50	50	4	56			

4-6 жадвалдан куйидаги кўрсаткичларга эга ФРО-1650-1 русумли фильтр танлаймиз:

– фильтрнинг умумий юзаси -  $F=1688 \text{ м}^2$ ;

– филтрлар сони -  $n=8$  дона;

– енгларнинг умумий сони -  $z=336$  дона;

– енг диаметри -  $d=200$  мм;

– енг узунлиги -  $L=8$  м.

Бир вақтда пуфлаб тозалашда иштирок этаётган енглар:

$$z_{np} = \frac{z}{n} = \frac{336}{8} = 42 \text{ дона}$$

Битта секцияли фильтр учун  $z_{np}=(0,15\dots0,20) \cdot z$  деб қабул қилиш мумкин.

Фильтрнинг умумий тозалаш юзаси:

$$F = \frac{F_{\phi} \cdot z}{z - z_{np}} = \frac{1439,55 \cdot 336}{336 - 42} = 1645,2 \text{ м}^2$$

Демак, танланган фильтрнинг умумий юзаси етарли. 1-поғонада чангнинг сарфи куйидагича ҳисобланади:

$$G_{n1} = x_n \cdot V_{o.z.} = 70 \cdot 3,33 = 233,1 \text{ г/с}$$

1-поғонада чангни тозалаш даражаси  $\eta_1=0,8$  бўлганда газ билан узатилаётган каттик фазанинг сарфи ушбу формуладан аниқланади:

$$G_{n2} = G_{n1} \cdot (1 - \eta_1) = 233,1 \cdot (1 - 0,8) = 46,62 \text{ г/с}$$

Матонинг рухсат этилган солиштирма филтрлаш юзаси ушбу тенгламадан топилади:

$$F_{\phi} = \frac{G_{n2}}{G_{\delta}} = \frac{46,62}{0,2} = 233,1 \text{ м}^2$$

бу ерда,  $G_{\delta}$  – матонинг рухсат этилган солиштирма чангланганлиги,  $G_{\delta}=(0,2-0,3) \text{ г/(м}^2 \cdot \text{с)}$ .

Филтрлаш юзаси  $F_{\phi}$  бўйича ҳисоблаб топилган маълумотлар танланган қурилма юзасидан кичик. Шунинг учун, ФРО-1650-1 русумли фильтр берилган чангли газни тозалаш учун тўғри келади.

#### 4.12. Скруббер ҳисоби

**Мисол 4-17.** Пиролиз газини қорақуядан тозалаш учун кўпикли скруббер ҳисоблансин.

ҳажмий сарф -  $V=15000 \text{ м}^3/\text{соат}$ ,

температура -  $t=36^{\circ}\text{C}$ ,

концентрацияси -  $c=0,07 \text{ кг/м}^3$ ,

фойдали иш коэффициенти -  $\eta=0,975$

Фойдали иш коэффициенти формуласидан  $c_1$  ни топамиз:

$$\eta = \frac{c_1 - c_2}{c_2} = \frac{c_1 - 70}{70} = 0,975$$

бу ерда

$$c_1 = 0,975 \cdot 70 + 70 = 138,25 \text{ кг/м}^3$$

Кўчиришлар сони қуйидаги формуладан аниқланади:

$$N_v = \ln \frac{1}{1-\eta}$$

$$N_v = \ln \frac{1}{1-0,975} = 3,69$$

Қуйидаги формула орқали солиштирма энергия  $K_T$  қийматини топамиз.

$$K_T \cdot N_v = AK_T^B$$

бу ерда,  $A$  ва  $B$  – чагги ушлаб қолишнинг тажрибавий қийматлари,  $A = 6,61 \cdot 10^{-3}$ ,  $B = 0,891$

$$3,69 = 6,61 \cdot 10^{-3} \cdot K_T^{0,891}$$

бундан  $K_T = 5558$  кЖ/м<sup>3</sup>.

Ишчи ҳолатида трубадан ҳаракатланаётган газ ҳажмини ҳисоблаймиз:

$$V_1 = V_{\text{срх}} \cdot \left[ \frac{101325 \cdot (273+t)}{273 \cdot (p_{\text{бар}} - p)} \cdot \left( 1 + \frac{f}{0,804} \right) \right]$$

$$V_1 = \frac{15000}{3600} \cdot \left[ \frac{101325 \cdot (273+250)}{273 \cdot (101325-3000)} \cdot \left( 1 + \frac{0,050}{0,804} \right) \right] = 9,24 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Сувнинг солиштирма сарфи

$$m = \frac{V_B}{V_1} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{м}^3 \quad \text{ёки} \quad 1 \text{ л} / \text{м}^3$$

Кўпикли трубадаги сувнинг умумий сарфини топамиз:

$$V_B = m \cdot V_1 = 1 \cdot 9,24 = 9,24 \text{ л} / \text{с}$$

Скруббернинг гидравлик қаршилигини ҳисоблаймиз, сув босими  $P_a = 300$  Па:

$$\Delta p_0 = K_T - P_a \cdot m = 5558 - 300000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 5258 \text{ Па}$$

Нормал шароитда скрубберга киришдаги газ зичлигини топамиз:

$$\rho_{0\text{см}} = \frac{1}{100 \cdot (\rho_{01} a_1 + \rho_{02} a_2 + \dots + \rho_{0n} a_n)},$$

бу ерда,  $\rho_{01}, \rho_{02}, \dots, \rho_{0n}$  – нормал шароитдаги газ компонентларининг зичликлари, махсус адабиётлардаги жадваллардан олинади.

$$\rho_0 = \frac{1}{100 \cdot (1,963 \cdot 18 + 0,0985 \cdot 8 + 1,2507 \cdot 51 + 1,250 \cdot 23)} = 1,44 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Скруббер трубадан чиқадиган газ температурасини ушбу формуладан ҳисоблаймиз:

$$t = (0,133 - 0,041 \cdot m) \cdot t_1 + t_2$$

бу ерда,  $m$  – сувнинг солиштирма сарфи, л/м<sup>3</sup>.

$$t = (0,133 - 0,041 \cdot 1) \cdot 250 + 36 = 59^\circ \text{C}$$

Скруббер трубасидан чиқаётган газнинг намлигини ҳисоблаймиз:

$$x_1 = \frac{f_1}{\rho_0} = \frac{0,05}{1,44} = 0,034$$

Нормал шароитда скруббердан чиқаётган газ зичлигини аниқлаймиз:

$$\rho_2 = \frac{(\rho_0 + f_1) \cdot 273 \cdot (p_{\text{бар}} - p - \Delta p)}{\left(1 + \frac{f_1}{0,804}\right) \cdot 101325 \cdot (273 + t_2)} =$$

$$= \frac{(1,44 + 0,05) \cdot 273 \cdot (101325 - 3000 - 5258)}{\left(1 + \frac{0,05}{0,804}\right) \cdot 101325 \cdot (273 + 59)} = \frac{1,49 \cdot 273 \cdot 93067}{1,06 \cdot 101325 \cdot 332} = 1,029 \text{ кг/м}^3$$

Скруббердан чиқаётган газ миқдорини топамиз:

$$V_2 = \left(\frac{V_0}{3600}\right) \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho_2}\right) = \left(\frac{100000}{3600}\right) \cdot \left(\frac{1,44}{1,029}\right) = 27,78 \cdot 1,41 = 39,28 \text{ м}^3/\text{с}$$

**Скруббер диаметрини ҳисоблаймиз.** Скруббер цилиндрик қисмидаги газ тезлигини  $w = 4,5$  м/с деб қабул қиламиз:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{V_2}{w_2}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{39,28}{4,5}} = 3,3 \text{ м}$$

Диаметр 4000 мм бўлган стандарт скрубберни танлаймиз ва унда газнинг ҳақиқий тезлигини ҳисоблаймиз:

$$w = \frac{4 \cdot V_2}{\pi \cdot D^2}; \quad w = \frac{4 \cdot 39,28}{3,14 \cdot 4^2} = \frac{163,16}{50,24} = 4,6 \text{ м/с}$$

Шу диаметри скруббернинг баландлиги

$$H = 4,6 \cdot D = 4,6 \cdot 4 = 18,4 \text{ м}$$

Скруббернинг гидравлик қаршилиги куйидаги формуладан аниқланади:

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}, \quad \xi = \frac{\xi_{\text{ж}}}{0,63} \cdot \left(\frac{M_{\text{ж}} \cdot \rho_z}{M_z \cdot \rho_{\text{ж}}}\right)^{0,3}$$

бу ерда,  $\rho$  – иш ҳолатидаги газнинг зичлиги, Н с/м<sup>4</sup>;  $w$ , кириш патрубкисидаги газнинг тезлиги, м/с;  $\xi=34$  – қурилманинг гидравлик қаршилик коэффициентини;  $M_{\text{ж}}$  – суюкликнинг массавий сарфи;  $M_z$  – газнинг массавий сарфи;  $\xi_{\text{ж}}$  – скруббер трубасининг гидравлик қаршилик коэффициентини.

$$\Delta p = 34 \cdot \frac{4,63^2}{2} \cdot 1,029 = 34 \cdot 10,72 \cdot 1,029 = 375 \text{ Па}$$

Скруббер трубасининг гидравлик қаршилиги:

$$\Delta p_{\text{мс}} = \Delta p_0 - \Delta p = 5258 - 375 = 4883 \text{ Па}$$

Скруббер трубасининг учидаги газ тезлиги куйидаги формуладан аниқланади:

$$w_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p_{TB}}{\xi_c \cdot \rho_2 + \xi_{жк} \cdot \rho_{жк} \cdot m}},$$

бу ерда,  $\xi_c$  – скруббер курук трубасининг гидравлик каршилик коэффициенти;  $\rho_{жк}$  – суюклик зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\xi_{жк}$  – скруббер трубасининг гидравлик каршилик коэффициенти, трубага суюклик кирганда ҳисобга олинади;  $m$  – сувнинг солиштирма сарфи,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ;  $\rho_2$  – иш ҳолатида буғ қозонининг трубасидаги газ зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\Delta p_{TB}$  – скруббер трубасининг гидравлик каршилиги, Па.

$$w_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 4883}{0,15 \cdot 1,029 + 0,75 \cdot 996 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{\frac{9766}{0,1543 + 0,747}} = 104 \text{ м/с},$$

Скруббер иккинчи трубасининг диаметрини ҳисоблаймиз:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{39,28}{104 \cdot 3}} = 0,14 \text{ м}$$

Конфузорга киришдаги штуцер диаметри (газ тезлиги  $w_3 = 20 \text{ м/с}$ ):

$$D_1 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{V_1}{v_1 \cdot n}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{58,24}{20 \cdot 3}} = 1,11 \text{ м}$$

Конфузордан чиқишдаги штуцернинг диаметри (газ тезлиги  $w_3 = 20 \text{ м/с}$ ):

$$D_3 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{V_2}{v_3 \cdot n}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{39,28}{20 \cdot 3}} = 0,914 \text{ м}.$$

Скруббер трубаларини алоҳида ҳисоблаймиз:

– конфузор узунлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$L_1 = \frac{D_1 - D_2}{2 \cdot \lg \frac{\alpha_1}{2}}, \quad \alpha_1 = 45^\circ$$

$$L_1 = 2,7 \cdot (D_1 - D_2) = 2,7 \cdot (1,11 - 0,14) = 0,97 \text{ м}$$

Скруббер бўйинчасининг узунлиги:

$$L_2 = 0,15 \cdot D_2 = 0,15 \cdot 0,14 = 0,02 \text{ м}; \quad L_3 = \frac{D_3 - D_2}{2 \cdot \lg \frac{\alpha_2}{2}}$$

$\alpha_2 = 6^\circ$  бўлганда конфузор узунлиги,

$$L_3 = \frac{9,14 - 1,4}{2 \cdot \lg \frac{6}{2}} = \frac{77}{0,954} = 8 \text{ м}$$

Трубаларнинг умумий узунлиги трубалар узунликларининг йиғиндисига тенг:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 0,97 + 0,02 + 8 = 8,99 \text{ м}$$

**Мисол 4-18.** Чангни қуйида келтирилган маълумотлар асосида ажратиш учун кўпikli скруббер ҳисоблансин.

**Берилган:**  $L = 7500 \text{ м}^3/\text{соат}$



$$\begin{aligned}
 t &= 80^{\circ}\text{C} \\
 C_{\text{кир}} &= 0,01 \text{ кг/м}^3 \\
 \eta &= 0,99 \\
 \omega &= 2,3 \text{ м/с}
 \end{aligned}$$

**Ечиш:** Курилма кўндаланг кесимининг майдонини аниқлаймиз:

$$f = \frac{G}{3600 \cdot \omega} = \frac{7500}{3600 \cdot 2} = 1 \text{ м}^2$$

$C_{\text{чик}}$  ни аниқлаймиз:

$$C_{\text{чик}} = C_{\text{кир}}(1 - \eta) = 0,01(1 - 0,99) = 0,0001 \text{ кг/м}^3$$

Тутиладиган чангни миқдори:

$$G_{\text{мут}} = V_0(C_{\text{кир}} - C_{\text{чик}}) = 7500 \frac{273}{273 + 80} (0,01 - 0,0001) = 7500 \cdot 0,773 \cdot 0,0099 = 57 \text{ кг/соат}$$

$L_{\text{мут}}$  – оким, сув хажми аниқланади:

$$L_{\text{оким}} = \frac{K \cdot G_{\text{мут}}}{1000 \cdot C}$$

бу ерда  $K$  – оким ва оқава сув оралигида чангни тақсимланиш коэффициенти.  $K=0,6-0,8$ .  
Суспензиялар концентрациясини оламиз:

$$C = 1 : 8 = 0,125 \text{ кг/кг}$$

Бу холда:

$$L_{\text{оким}} = \frac{KG_{\text{мут}}}{1000 \cdot C} = \frac{0,7 \cdot 57}{1000 \cdot 0,125} = 0,31 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Бутун панжарага  $0,31 : 6 = 0,052 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \text{соат})$

Захира коэффициенти билан:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{оким}} &= i \cdot b \\
 L_{\text{оким}} &= 0,31 \cdot 1,5 = 0,46 \text{ м}^3 / \text{соат}
 \end{aligned}$$

бу ерда  $i$  – панжара окишида оким интенсивлиги;  $b$  – панжара кенглиги.

Сувни умумий сарфи:

$$L_{\text{ум}} = L_{\text{мут}} + L_{\text{оким}} = 0,46 + 4 = 4,46 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Сувни аниқ сарфи:

$$L_{\text{мут}} = L_{\text{ум}} : L = 460 : 7500 = 0,061 \text{ м}^3 / \text{м}^3 \text{газ}$$

Сувни умумий сарфида йўқотилиш (утечка) куйидагича бўлади:

$$L_{\text{оким}} = (0,46 : 4,46) \cdot 100 = 11\%$$

Панжаранинг эркин кесими майдонини  $f_0$  ускунани кесим майдонига  $f$  нисбати:

$$f_0 / f = \omega / (\omega_0 \cdot z) = 2,3 / (12 \cdot 0,95) = 0,2$$

$$S = t_x = t \cdot \sqrt[2]{t^2 - (t^2 - (t^2 / 4))} = 1,73t^2$$

$$S_0 = 2 \cdot 0,785d_0^2 = 1,57d_0^2$$

$S_0/S$  нисбати 0,2 бўлиши керак, бундан:

$$1,57d_0^2 / (1,73t^2) = 0,2$$

$$t = \sqrt{1,57d_0^2 / (1,73 \cdot 0,2)}$$

Тешикларни  $d_0 = 5$  мм диаметрида

$$t = \sqrt{0,91 \cdot 25 / 0,2} = 10,7 \approx 11 \text{ мм}$$

Чангни тутиш тезлиги коэффициенти:

$$K_{\text{ч.мун}} = 2\eta\omega / (2 - \eta) = 2 \cdot 0,99 \cdot 2,3 / (2 - 0,99) = 4,5 \text{ м/с}$$

кўпик баландлиги

$$H = K_{\text{ч.мун}} \cdot 1,95\omega + 0,09 = 4,5 \cdot 1,95 \cdot 2,3 + 0,09 = 0,1 \text{ м}$$

Панжарада сувни бошланғич кавати баландлиги  $h_0$ , м:

$$H = 0,806 \cdot \omega^{0,5} \cdot h_0^{0,6}$$

Бундан

$$h_0 = \left( \frac{H}{0,806\omega^{0,5}} \right)^{1/0,6} = \left( \frac{0,1}{0,806 \cdot 2,3^{0,5}} \right)^{1/0,6} = 0,013 \text{ м}$$

$$h_0 = \phi^3 \sqrt[3]{i^2 + \Psi h_n}$$

бу ерда  $\phi$  – сув оқовасининг тавсифлайдиган коэффициент  $\phi=3$ , газ ювгични иш шароитларига  $\phi=4$  деб қабул қилишимиз мумкин:

$$h_n = 2,5h_0 - 7,5\sqrt[3]{i^2} = 2,5 \cdot 13 - 7,5 \cdot \sqrt[3]{1^2} = 25 \text{ мм}$$

Ускуна иш тартиби ўзгарувчанлик ҳолатида, уни ишини таъминлаш учун остонани баландлиги  $h_{\text{ост}} = 30$  мм деб қабул қиламиз.

#### 4.13. Электр фильтр ҳисоби

**Мисол 4-19.** Нурланувчи электрод диаметри  $D_I = 2,5 \cdot 10^{-3}$  м, улар орасидаги масофа  $d = 0,24$  м ва уларнинг фаол узунлиги  $l = 924$  м бўлганида кесим юзаси  $F = 7,5$  м<sup>2</sup> ли горизонтал пластинада электр филтргадаги газнинг тозаланиш даражасини ҳисобланг. Электр фильтр

ишчи юзасининг умумий майдони  $S=242 \text{ м}^2$ , чўктирувчи электродлар сони  $n=16$ , чўктирувчи ва нурланувчи электродлар текисликлари орасидаги масофа  $H=0,15 \text{ м}$ . Электр майдоннинг умумий узунлиги  $L=4,8 \text{ м}$ , ўртача кучланиши  $U_{\text{ср}}=46 \text{ кВ}$ .

Электр филтрга таркибида  $z_I=40 \text{ г/м}^3$  миқдор (стандарт шароитларда) каттик зарралар бўлган газ кирмоқда. Газ таркибида куйидаги компонентлар мавжуд: 13%  $\text{CO}_2$ , 6,5%  $\text{O}_2$ , 8,5%  $\text{H}_2\text{O}$  ва 72%  $\text{N}_2$ .

Системадаги босим  $p_c=200 \text{ кг·к/м}^2$  бўлганида газнинг температураси  $t_c=150^\circ\text{C}$ .

Каттик зарраларнинг таркиби ( $r$  радиусли  $\Phi_i$  зарралар) куйида келтирилган:

4-7 жадвал

$r, \text{ мм}$	0,5	2,5	5,0	10	15	20	25
$\Phi_i, \%$	5,0	10,0	10,0	15,0	20	20	20

Газ оқимининг нисбий зичлиги

$$\beta = \frac{B \pm P_r}{1,03 \cdot 10^4} \cdot \frac{293}{(t_r + 273)} = \frac{1,03 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^2}{1,03 \cdot 10^4} \cdot \frac{293}{(150 + 273)} = 0,68$$

Электр майдонининг критик кучланиши

$$E_o = 3,04 \left( \beta + 0,0311 \sqrt{\frac{2\beta}{D_1}} \right) 10^6 = 3,04 \left( 0,68 + 0,0311 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,68}{25 \cdot 10^{-3}}} \right) 10^6 =$$

$$= 4,26 \cdot 10^6 \text{ В/м}$$

Нурланувчи электроднинг критик кучланиши

$$U_o = E_o \frac{D_1}{2} \cdot \left( \frac{\pi H}{d} - \ln \frac{\pi D_1}{d} \right) = 4,26 \cdot 10^6 \cdot \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot$$

$$\cdot \left( \frac{3,14 \cdot 0,15}{0,24} - \ln \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{0,24} \right) = 28,5 \cdot 10^3 \text{ В}$$

$$\frac{H}{d} = \frac{0,15}{0,24} = 0,625$$

$R_o=2,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В·с})$  ва  $\nu=7,7 \cdot 10^{-2}$  бўлганида нурланиш тоқининг чизиқли зичлигини куйидагича аниқлаймиз.

$$i_o = \frac{4\pi^2 \cdot R \cdot \nu \cdot U}{d^2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \left( \frac{\pi H}{d} - \ln \frac{\pi D_1}{d} \right)} \cdot (U - U_o) =$$

$$= \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{-4} \cdot 7,7 \cdot 10^{-2} \cdot 46 \cdot 10^3}{0,24^2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 0,15}{0,24} - \ln \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{0,24} \right)} \cdot (46 \cdot 10^3 - 28,5 \cdot 10^3) =$$

$$= 0,185 \cdot 10^{-3} \text{ А/м}$$

Газ оқимининг динамик ковушқоклиги унинг компонентлари учун куйидагича аниқланувчи ковушқокликлар йиғиндисига тенг

$$\mu = \mu_o \frac{273 + C}{t_r + C} \left( \frac{t_r}{273} \right)^3$$

Айрим газлар учун динамик ковушқокликнинг стандарт шароитдаги кийматлари ва  $C$  константа 4-8 жадвалда берилган.

У холда

$$\mu_{CO_2} = 13,7 \cdot 10^{-6} \frac{273+254}{423+254} \left( \frac{423}{273} \right)^{\frac{3}{2}} = 0,22 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м} \cdot \text{с});$$

$$\mu_{O_2} = 20,3 \cdot 10^{-6} \frac{273+131}{423+131} \left( \frac{423}{273} \right)^{\frac{3}{2}} = 0,27 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м} \cdot \text{с});$$

$$\mu_{H_2O} = 9,0 \cdot 10^{-6} \frac{273+673}{423+673} \left( \frac{423}{273} \right)^{\frac{3}{2}} = 0,149 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м} \cdot \text{с});$$

$$\mu_{N_2} = 17,0 \cdot 10^{-6} \frac{273+114}{423+114} \left( \frac{423}{273} \right)^{\frac{3}{2}} = 0,231 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м} \cdot \text{с});$$

Газ оқимининг нисбий молекуляр массасини  $a$  миқдори ва компонентларнинг молекуляр массаси

$$M = a_{CO_2} \cdot M_{CO_2} + a_{O_2} \cdot M_{O_2} + a_{H_2O} \cdot M_{H_2O} + a_{N_2} \cdot M_{N_2} =$$

$$= 0,13 \cdot 44 + 0,065 \cdot 32 + 0,085 \cdot 18 + 0,72 \cdot 28 = 29,35$$

4-8 жадвал

Газ	$\mu \cdot 10^7$ кг·к/м <sup>2</sup>	$C$
Азот	17,0	114
Ҳаво	17,5	124
Сув буғи	9,0	673
Олтингугурт икки оксиди	11,7	396
Углерод икки оксиди	13,7	254
Кислород	20,3	131
Углерод оксиди	16,6	100

бўйича ҳисоблаймиз.

$$\frac{M}{\mu} = \frac{a_{CO_2} M_{CO_2}}{\mu_{CO_2}} + \frac{a_{O_2} M_{O_2}}{\mu_{O_2}} + \frac{a_{H_2O} M_{H_2O}}{\mu_{H_2O}} + \frac{a_{N_2} M_{N_2}}{\mu_{N_2}} =$$

$$\frac{0,13 \cdot 44}{0,22 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,065 \cdot 32}{0,27 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,085 \cdot 18}{0,149 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,72 \cdot 28}{0,231 \cdot 10^{-4}} = 130,9 \cdot 10^4 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$$

Газ оқимининг динамик ковушқоклиги

$$\mu = \frac{M}{130,4 \cdot 10^4} = \frac{29,35}{130,9 \cdot 10^4} = 0,225 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$$

Турли диаметрдаги зарраларнинг чўктириш электродига сочилиш тезлигини қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

агар  $0,1 \leq r \leq 25$  мкм,

$$w_{II} = \frac{0,118 \cdot 10^{-11} E^2 g}{\mu} r$$

агар  $0,05 \leq r \leq 1,0$  мкм,

$$w_{II} = \frac{0,118 \cdot 10^{-11} E^2 g}{\mu} r \left( 1 + \frac{A_s}{r} \right)$$

$$w_{n1} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_{n5} = 31,2 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_{n2} = 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_{n6} = 41,6 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_{n3} = 10,4 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_{n7} = 52,0 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_{n4} = 20,8 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

Чўкишнинг нисбий юзаси

$$f = \frac{S}{F \cdot w_f} = \frac{242}{0,8 \cdot 7,5} = 40,5 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^3 / \text{с}}$$

Электрофильтрнинг электр майдонида зарралар сочилишининг ҳақиқий тезлиги назарий ҳисобланганидан 2 баробар кичик бўлади, шунинг учун газлар тозалик даражасини ҳисоблаш формуласининг даражасини 2 марта камайтирамиз:

$$\frac{f \cdot w_{n1}}{2} = \frac{40,5 \cdot 1,25 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,253$$

Катта заррачалар учун бу катталик мос равишда 1,055; 2,100; 4,220; 6,320; 8,430; 10,540 га тенг. Бу ҳолда газнинг тозалик даражаси қуйидагича

$$\eta_{\phi 1} = 1 - e^{-wf} = 1 - e^{-0,253} = 22\%;$$

Бошқа ўлчамли заррачалар учун бу катталик мос равишда 65; 87,8; 98,6; 99,8; 99,98; 99,99%. Электр филтлда газнинг умумий тозаланиш даражаси:

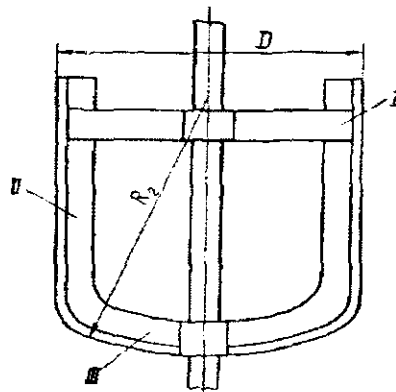
$$\eta = \frac{\eta_{\phi 1} \Phi_1}{100} + \frac{\eta_{\phi 2} \Phi_2}{100} + \frac{\eta_{\phi 3} \Phi_3}{100} + \frac{\eta_{\phi 4} \Phi_4}{100} + \frac{\eta_{\phi 5} \Phi_5}{100} + \frac{\eta_{\phi 6} \Phi_6}{100} + \frac{\eta_{\phi 7} \Phi_7}{100} =$$

$$\frac{22 \cdot 5}{100} + \frac{65 \cdot 10}{100} + \frac{87,8 \cdot 10}{100} + \frac{98,6 \cdot 15}{100} + \frac{99,8 \cdot 20}{100} + \frac{99,98 \cdot 20}{100} + \frac{99,99 \cdot 20}{100} \approx 93,1\%$$

#### 4.14. Аралаштиргич ҳисоби

**Мисол 4-20.** Аралаштирилаётган суспензия зичлиги  $\rho = 1184 \text{ кг/м}^3$ , айланиш частотаси  $n = 30$  айл/мин бўлганда, ромли аралаштиргич қуввати аниқлансин (4.1-расм).

Аралаштиргич парраклари бурчак ва ясси пўлатдан ясалган. Аралаштириш қурилмаси симметрик қисмлардан иборат: 1000x50x5 мм ўлчамли горизонтал бурчак I дан; 1200x50x50 мм ўлчамли иккита вертикал паррақлар II дан; 50x50 мм ўлчамли бурчак пўлатдан ясалган  $R_2 = 1000$  мм радиусли сфера (таянч) қисм III дан.



4.1 - расм. Ромли аралаштиргич схемаси.

I- горизонтал паррақ; II- вертикал паррақлар; III- сфера (таянч) қисм.

Горизонтал парракларни I айлантеришга сарфланаётган қувват.  
Паррак олд юзасининг майдони:

$$F_{\text{олд}} = b \cdot h = (0,5 \cdot 0,5) \cdot 0,5 = 0,0225 \text{ м}^2$$

Тўғри тўртбурчакли парраклар учун  $b/h$  нисбатга боғлиқ:

4-9 жадвал

$b/h$	1	2	4	10	18	>18
$\Phi$	1,10	1,15	1,19	1,29	1,40	2,00

$b/h=450/50=9$  бўлганида  $\Phi$  коэффициентини  $\Phi=1,28$ .

У ҳолда қувват

$$N_r = 60 \cdot 10^{-8} \frac{\Phi \cdot z}{\eta} F_{\text{олд}} D^3 n^3 \rho = 60 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1,28 \cdot 1}{0,75} \cdot 0,0225 \cdot 1^3 \cdot 30^3 \cdot 1084 = 0,117 \text{ кВт}$$

Вертикал парракларни II айлантеришга сарфланаётган қувват.

Парраклар бевосита валга туташмаган ва вертикал ҳолатдаги ҳисоблашни қуйидаги формула билан амалга оширамиз.

$$\begin{aligned} N_B &= 18 \cdot 10^{-8} \frac{\Phi \cdot z \cdot h}{\eta} (D_2^4 - D_1^4) n^3 \cdot \rho = \\ &= 18 \cdot 10^{-8} \frac{1,1 \cdot 1 \cdot 1,2}{0,75} (2,5^4 - 2,4^4) \cdot 30^3 \cdot 1184 = 0,596 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Бунда масала шартидан қуйидагилар маълум:

$$D_2 = 2,5 \text{ м}; \quad D_1 = D_2 - 2 \cdot 0,05 = 2,5 - 0,1 = 2,4 \text{ м};$$

$b/h=0,05/1,2 < 1$ , шунинг учун  $\Phi=1,1$ ;  $z=1$ .

Аралашманинг сферик (лангарли) қисмини III айлантеришга сарфланувчи қувват.

Масала шартидан:  $b/h=450/50=9$  ва  $\Phi=1,28$  бўлганида

$$R_2 = 1,25 \text{ м}; \quad R_1 = R_2 - 0,05 = 1,25 - 0,05 = 1,2$$

ҳолда,

$$\begin{aligned} N_r &= 15,3 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{\Phi \cdot z}{\eta} (R_2^5 - R_1^5) n^3 \cdot \rho = \\ &= 15,3 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1,28 \cdot 1}{0,75} (1,25^5 - 1,2^5) \cdot 30^3 \cdot 1140 = 4,7 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Бутун аралаштиргич учун сарфланувчи қувват

$$N = N_r + N_B + N_{\text{я}} = 0,117 + 0,596 + 4,7 = 5,4 \text{ кВт}$$

#### 4.15. Сепаратор ҳисоби

**Мисол 4-21.** УОВ-602К-2 русумли чўкмани марказдан қочма, тебранма тўқиш мосламали сепаратор унумдорлиги ҳисоблансин. Эриган модда кристалларини эритмадан ажратиш олингандан кейин қолган қолдиқ суспензия таркибидаги  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  кристалларини ажратиш даркор.

**Бошланғич маълумотлар.** Суспензияда қаттиқ модданинг ҳажмий концентрацияси  $C_v = 10 \%$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  кристаллар зичлиги  $\rho_1 = 2700 \text{ кг/м}^3$ ; қолдиқ эритма зичлиги  $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$ ; эритма динамик қовушқоклиги  $\mu = 0,001 \text{ Па} \cdot \text{с}$ ; ажратиш олинаётган қаттиқ заррачалар минимал ўлчами  $d = 1 \text{ мкм}$ .

Сепаратор қуйидаги техник характеристикаларга эга: ротор айланиш частотаси  $n = 4700 \text{ айл/мин}$ ; унумдорлик индекси (тарелкалар орасидаги тирқиш  $0,4 \text{ мм}$ ) ва оғир

компонент бўйича ажратиш иш индекси  $\Sigma_m = 8000 \text{ м}^2$ ; ротор шламли бўшлиғи  $V_{шл} = 0,007 \text{ м}^3$ ; сув бўйича ўтказиш қобилияти  $10 \text{ м}^3/\text{соатгача}$ .

Сток чўкиш режимини белгиловчи заррача критик диаметри ушбу формуладан топилади:

$$d = 2,62 \left( \frac{\mu^2}{\omega^2 r \Delta \rho \rho_2} \right)^{\frac{1}{3}} = 2,62 \left( \frac{0,0012}{491,183^2 \cdot 0,3 \cdot 1700 \cdot 1000} \right)^{\frac{1}{3}} =$$

$$= 5,26 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 5,26 \text{ мкм}$$

бу ерда  $\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi \cdot 4700}{30} = 491,183 \text{ рад/с}$  - сепаратор роторининг айланиш частотаси;  $\Delta p = p_1 - p_2 = 2700 - 1000 = 1700 \text{ кг/м}^3$  - фазалар зичликларининг фарқи;  $r = 0,3 \text{ м}$  - роторнинг ўртача радиуси.

Сепараторда ажратилаётган заррачанинг чегаравий ўлчами:

$$r_{пред} = 2,6 \cdot 10^{-6} \sqrt[4]{\frac{T}{\Delta \rho \omega^2 r}} = 2,6 \cdot 10^{-6} \sqrt[4]{\frac{293}{1700 \cdot 491,183^2 \cdot 0,3}} =$$

$$= 0,102 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 0,102 \text{ мкм}$$

бу ерда  $T = 293 \text{ К}$  - жараён температураси.

Ажратилаётган заррача минимал ўлчами  $1 \text{ мкм}$  бўлгани учун ушбу сепараторни қўллаш мақсадга мувофиқ, чунки  $d_{пред} < d < d_{кр}$ .

Бунда, сепараторнинг ҳажмий унумдорлиги қуйидагича аниқланади:

$$Q_{сн} = \zeta_{эф} \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot \omega^2 \cdot z_T \cdot ctg \alpha \cdot (r^3_{\max} - r^3_{\min}) \cdot \frac{\Delta \rho}{18\mu} \cdot d^2 = \zeta_{эф} \cdot \Sigma_T \cdot \frac{\Delta \rho g d^2}{18\mu} =$$

$$= \zeta_{эф} \cdot \Sigma_T \cdot \frac{\Delta \rho g d^2}{18\mu} = 0,6 \cdot 8000 \cdot \frac{1700 \cdot 9,81 \cdot 10^{-12}}{18 \cdot 0,001} = 4,446 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с} =$$

$$= 16,004 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Суспензия концентрацияси ўзгариши сабабли унумдорликнинг камайиши сиқик чўкиш коэффициентини  $K_{сн}$  ни ҳисоблашда инобатга олинади:

$$K_{сн} = \frac{(1 - C_v)^2}{10^{1,82 C_v}} = \frac{(1 - 0,1)^2}{10^{1,82 \cdot 0,1}} = 0,533$$

Натижада ушбу унумдорлини оламиз:

$$Q_{сн} = K_{сн} \cdot Q_{сн} = 0,533 \cdot 16,004 = 8,53 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Ушбу унумдорликда, чўкмани ротордан вақти-вақти билан тўкиш оралиғида, сепараторнинг узлуксиз ишлаш вақти қуйидаги формуладан топилади:

$$\tau_3 = \frac{V_{шл}}{Q_{сн} \cdot C_v} = \frac{0,007}{2,37 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1} = 29,541 \text{ с}$$

**Мисол 4-22.** Ички сиқувчи халқали сепаратор роторининг мустаҳкамлик ҳисоби бажарилсин.

**Бошланғич маълумотлар.** Ротор айланиш частотаси  $n = 75$  айл/с; ротор деталининг материали — 07X16H6 русумли пўлат; оқувчанлик чегараси  $\sigma_{0,2} = 882$  МПа; материал зичлиги  $\rho = 7850$  кг/м<sup>3</sup>; материал эластиклик модули  $E = 0,196 \cdot 10^6$  МПа; сепарация қилинаётган материал зичлиги  $\rho_{жк} = 1100$  кг/м<sup>3</sup>; рухсат этилган кучланиш  $[\sigma] = 441$  МПа; кучланиш йиғиладиган маҳаллий зоналар учун рухсат этилган кучланиш  $[\sigma]^m = 588$  МПа; ротор асосининг ички диаметри  $R = 0,346$  м; конуссимон қопқоқ кенг энининг ички радиуси  $R_k = 0,320$  м; конуссимон қопқоқ ингичка энининг ички радиуси  $r_k = 0,110$  м; таянч халқа юзасининг ички радиуси  $R_3 = 0,316$  м; сепарация қилинаётган маҳсулот эркин юзасининг радиуси  $R_0 = 0,110$  м; сиқувчи халқа ташқи ва ички радиуслари  $R_1 = 0,342$  м,  $R_2 = 0,305$  м; конуссимон қопқоқ баландлиги бўйича  $\alpha = 40^\circ$  бурчагининг ярми; сепарация қилинаётган маҳсулот босими билан юкланган ротор асоси участкасининг узунлиги,  $b = 0,077$  м; ротор асоси цилиндрик элементининг узунлиги  $l = 0,186$  м; цилиндрик элемент тепа қисмидан S куч таъсир этиш чизиғига бўлган масофа  $l_I = 0,1475$  м; резьба қадами  $h = 0,012$  м; резьбада айланалар сони,  $z = 1$ ;  $d_n = 0,69$  м ва  $d_{вн} = 0,677$  м халқа резьбасининг ташқи ва ички диаметрлари.

Мустаҳкамлик ҳисоблаш учун зарур коэффициентларни аниқлаймиз:

$$\lambda = \frac{\rho_{жк}}{\rho} = \frac{1100}{7850} = 0,140; \quad \psi = \frac{R^2 - R_0^2}{R^2} = \frac{0,346^2 - 0,11^2}{0,346^2} = 0,8989,$$

$$\psi_k = \frac{R_k^2 - r_k^2}{R_k^2} = \frac{0,32^2 - 0,11^2}{0,32^2} = 0,8818$$

Сўниш коэффициенти:

$$\beta_n = \frac{1,285}{\sqrt{R_{\varphi} S}} = \frac{1,285}{\sqrt{0,3605 \cdot 0,029}} = 12,567 \text{ м}^{-1}$$

Ротор асосининг цилиндрик элементининг қаттиқлиги:

$$D = \frac{E \cdot S^3}{10,92} = \frac{1,96 \cdot 10^5 \cdot 0,029^3}{10,92} = 0,4378 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

$X_I$  куч таъсири чизиғидан халқа кўндаланг кесими марказига бўлган масофа -  $a$ .  
Механик ўхшашлик критерийсини ҳисоблаб

$$Ne = 25,36 \cdot 10^3 \cdot \frac{[\sigma]}{\rho n^2 R^2} = 25,36 \cdot 10^3 \cdot \frac{441}{7850 \cdot 75^2 \cdot 0,346^2} = 2,12$$

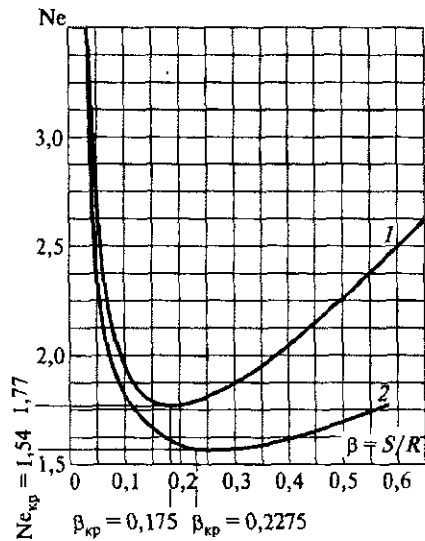
графикдан (4.3-расм, чизик 1) параметр  $\beta = 0,08$  топамиз.

Унда, ротор асосидаги талаб этиладиган девор қалинлиги ушбу формуладан топамиз:

$$S = \beta \cdot R = 0,08 \cdot 0,346 = 0,0277 \text{ м}$$

$S = 0,029$  м деб қабул қиламиз.





4.3-расм. Ne критерийси асосида ротор пастки қисми деворининг қалинлигини аниқлаш.

- 1-рухсат этилган кучланиш бўйича элементни ҳисоблаш;
- 2-рухсат этилган юклама бўйича ҳисоблаш.

Роторнинг конуссимон қопқоғининг қалинлигини ушбу формулада ҳисоблаймиз:

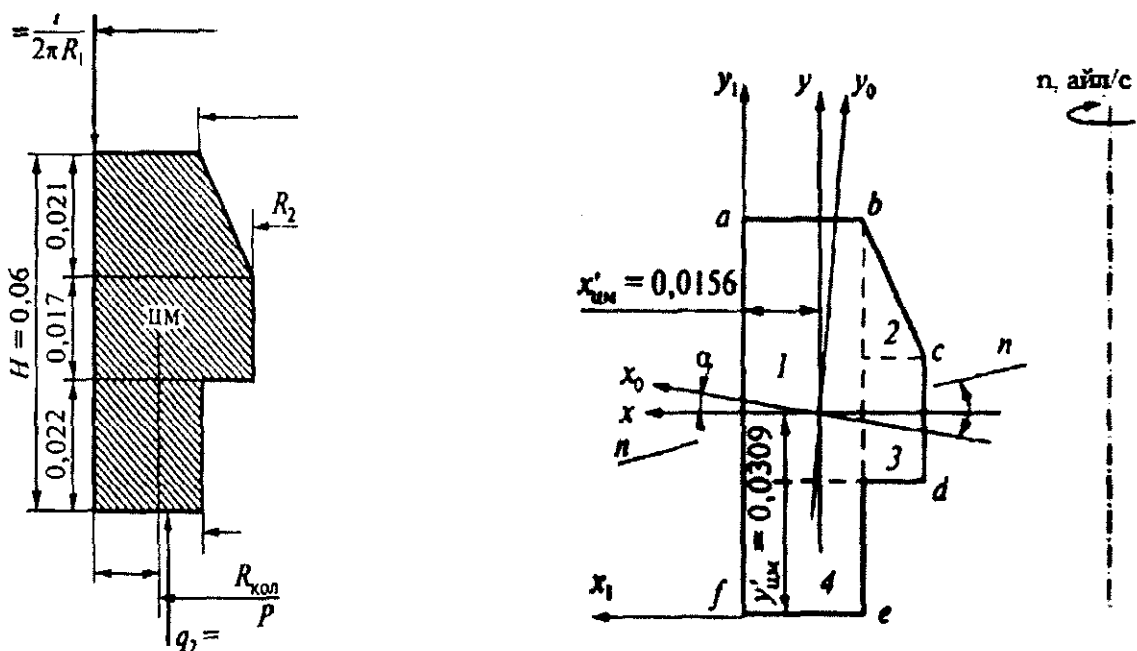
$$S_k = \frac{\sigma_0 \cdot \lambda \cdot \psi_k \cdot R_k}{2 \cdot ([\sigma] - \sigma_0) \cdot \cos \alpha} = \frac{178,33 \cdot 0,14 \cdot 0,8818 \cdot 0,32}{2 \cdot (441 - 178,33) \cdot 0,766} = 0,0175 \text{ м}$$

бу ерда  $\sigma_0 = 39,44 \cdot 10^{-6} \rho n^2 R_k^2 = 39,44 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 75^2 \cdot 0,322 = 178,33 \text{ МПа}$ .

$S_k = 0,02$  м деб қабул қиламиз.

Сиқувчи халқанинг баландлигини қуйидаги формуладан аниқлаймиз (4.4-расм).

$$H = \sqrt{\frac{P \cdot C}{(R_1 - R_2) \cdot ([\sigma] - \sigma_0)}} = \sqrt{\frac{1,562 \cdot 0,01733}{(0,342 - 0,306) \cdot (441 - 203,69)}} = 0,0555 \text{ м}$$



4.4-расм. Ички сиқувчи халқани ҳисоблаш схемаси.

бу ерда  $P = 30,96 \cdot 10^{-6} \rho_{ж} n^2 (R_k^2 - R_0^2) = 30,96 \cdot 10^{-6} \cdot 1100 \cdot 75^2 \cdot (0,32^2 - 0,11^2) = 1,562 \text{ МН}$ .

$$C = \frac{2}{3}(R_1 - R_3) = \frac{2}{3}(0,342 - 0,316) = 0,01733$$

$$\sigma_0 = 39,44 \cdot 10^{-6} \rho n^2 R_1^2 = 39,44 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 75^2 \cdot 0,342^2 = 203,69 \text{ МПа}$$

$H=0,06$  м деб кабул киламиз.

Кейинги ҳисоблашларни қуйидаги кетма-кетликда давом эттирамиз:

Тўғри тўртбурчак кўндаланг кесимлига эквивалент сиқувчи халқадаги кучланиш қуйидагича ҳисобланади:

$$R^{\circ 2} = R_1 - \frac{F_k}{H} = 0,342 - \frac{18,5 \cdot 10^{-4}}{0,06} = 0,3111 \text{ м}$$

Сиқувчи халқанинг ротор асоси билан биргаликда ишлашидаги кучланишни аниқлаш учун, аввал сиқувчи халқа кўндаланг кесимининг геометрик характеристикаларини топамиз:

$$F_k = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$\sigma = 0,955 \cdot \frac{P \cdot C}{F_k \cdot H} + 32,54 \cdot 10^{-6} \rho \cdot n^2 \cdot R_1^2 \cdot \left[ 1 + 0,212 \cdot \left( \frac{R^{\circ 2}}{R_1} \right)^2 \right] =$$

$$= 0,955 \cdot \frac{1,562 \cdot 0,01733}{18,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,06} + 32,54 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 75^2 \cdot 0,342^2 \cdot$$

$$\cdot \left[ 1 + 0,212 \cdot \left( \frac{0,3111}{0,342} \right)^2 \right] = 431 \text{ МПа} < [\sigma]$$

бу ерда  $F_1 = 0,0248 \cdot 0,038 = 9,424 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$        $F_3 = 0,0122 \cdot 0,017 = 2,074 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$   
 $F_2 = \frac{1}{2} \cdot 0,0122 \cdot 0,021 = 1,281 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$        $F_4 = 0,0260 \cdot 0,022 = 5,720 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

Юқоридагиларни ўрнига қўйсак, ушбу умумий натижани оламиз:

$$F_k = (9,424 + 1,281 + 2,074 + 5,720) \cdot 10^{-4} = 18,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Халқа кўндаланг кесими массаси марказининг координатларини аниқлаймиз:

$$Y_{цм} = \frac{\sum S_x}{\sum F} = \frac{F_1 y'_1 + F_2 y'_2 + F_3 y'_3 + F_4 y'_4}{F_k}$$

$$X_{цм} = \frac{\sum S_y}{\sum F} = \frac{F_1 x'_1 + F_2 x'_2 + F_3 x'_3 + F_4 x'_4}{F_k}$$

бу ерда

$$y'_1 = 0,022 + 0,5 \cdot 0,038 = 0,041 \text{ м}$$

$$x'_1 = -0,0248 / 2 = 0,0124 \text{ м}$$

$$y'_2 = 0,022 + 0,017 + \frac{1}{3} + 0,021 = 0,046 \text{ м}$$

$$x'_2 = -\left(0,0248 + \frac{1}{3} \cdot 0,0122\right) = -0,0289 \text{ м}$$

$$y'_3 = 0,022 + 0,5 \cdot 0,017 = 0,0305 \text{ м}$$

$$x'_3 = -(0,0218 + 0,5 \cdot 0,0122) = -0,0309 \text{ м}$$

$$y'_4 = 0,5 \cdot 0,022 = 0,01 \text{ м}$$

$$x'_4 = -(0,5 \cdot 0,026) = -0,013 \text{ м}$$

$$Y_{\text{цм}} = \frac{9,424 \cdot 10^{-4} \cdot 0,041 + 1,281 \cdot 10^{-4} \cdot 0,046 + 2,074 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0305 + \dots}{18,5 \cdot 10^{-4}} =$$

$$\frac{\dots + 5,720 \cdot 10^{-4} \cdot 0,01}{18,5 \cdot 10^{-4}} = 0,0309 \text{ м}$$

$$X_{\text{цм}} = \frac{9,424 \cdot 10^{-4}(-0,0124) + 1,281 \cdot 10^{-4}(-0,0289) + 2,074 \cdot 10^{-4} \cdot \dots}{18,5 \cdot 10^{-4}} =$$

$$\frac{\dots(-0,0309) + 5,720 \cdot 10^{-4}(-0,013)}{18,5 \cdot 10^{-4}} = 0,0156 \text{ м}$$

$X$  ва  $Y$  марказий ўқларга нисбатан халқа кўндаланг кесимининг инерция моменти ушбу формуладан аниқланади:

$$J_X = J_{X1} + J_{X2} + J_{X3} + J_{X4} \quad J_Y = J_{Y1} + J_{Y2} + J_{Y3} + J_{Y4}$$

Ушбу йиғиндига кирувчи қўшилувчиларини кетма-кет топамиз:

$$J_{X1} = \frac{bh^3}{12} + b^2 F_1 = \frac{0,0248 \cdot 0,038^3}{12} + 0,0101^2 \cdot 9,424 \cdot 10^{-4} =$$

$$= 20,954 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$b_1 = 0,041 - 0,0309 = 0,0101 \text{ м да}$$

$$J_{X2} = \frac{bh^3}{36} + b^2 F_2 = \frac{0,0122 \cdot 0,021^3}{36} + 0,0151^2 \cdot 1,281 \cdot 10^{-4} =$$

$$= 3,235 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$b_2 = 0,046 - 0,0309 = 0,0151 \text{ м да}$$

$$J_{x3} = \frac{bh^3}{12} + b^2_3F_3 = \frac{0,0122 \cdot 0,017^3}{12} + (-0,0004)^2 \cdot 2,074 \cdot 10^{-4} =$$

$$= 0,503 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$b_3 = 0,0305 - 0,0309 = -0,0004 \text{ м да}$$

$$J_{x4} = \frac{bh^3}{12} + b^2_4F_4 = \frac{0,0260 \cdot 0,022^3}{12} + (-0,0199)^2 \cdot 5,72 \cdot 10^{-4} =$$

$$= 24,959 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$b_4 = 0,011 - 0,0309 = -0,0199 \text{ м да}$$

$$J_{y1} = \frac{b^3h}{12} + a^2_1F_1 = \frac{0,0248^3 \cdot 0,038}{12} + 0,0032^2 \cdot 9,424 \cdot 10^{-4} =$$

$$= 5,795 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$a_1 = (-0,0124) - (-0,0156) = 0,0032 \text{ м да}$$

$$J_{y2} = \frac{b^3h}{12} + a^2_2F_2 = \frac{0,0122^3 \cdot 0,0122}{12} + (-0,00133)^2 \cdot 1,281 \cdot 10^{-4} =$$

$$= 2,372 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$a_2 = (-0,0289) - (-0,0156) = -0,0133 \text{ м да}$$

$$J_{y3} = \frac{b^3h}{12} + a^2_3F_3 = \frac{0,0122^3 \cdot 0,017}{12} + (-0,0153)^2 \cdot 2,074 \cdot 10^{-4} =$$

$$= 5,112 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$a_3 = (-0,0309) - (-0,0156) = -0,0153 \text{ м да}$$

$$J_{y4} = \frac{b^3h}{12} + a^2_4F_4 = \frac{0,026^3 \cdot 0,022}{12} + 0,0026^2 \cdot 5,72 \cdot 10^{-4} =$$

$$= 3,609 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$a_4 = (-0,013) - (-0,0156) = 0,0026 \text{ м да}$$

куйидагини оламыз

$$J_x = (20,954 + 3,235 + 0,503 + 24,959)10^{-8} = 49,651 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_y = (5,795 + 2,372 + 5,112 + 3,609)10^{-8} = 16,888 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

Марказий ўқ  $X_u$ ,  $Y_u$  ларга нисбатан халқа кўндаланг кесими инерциясининг марказдан қочма моменти куйидагича аниқланади:

$$\text{тўртбурчак кўндаланг кесим учун } J_{X_u Y_u(1)} = 0$$

$$\text{учбурчак кўндаланг кесим учун } J_{X_u Y_u(2)} = b^2 h^2 / 72$$

Унда

$$J_{XY(1)} = J_{x_u y_u(1)} + a_1 \cdot b_1 \cdot F_1 = 0 + 0,0032 \cdot 0,0101 \cdot 9,424 \cdot 10^{-4} = 3,046 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_{XY(2)} = \frac{b^2 h^2}{72} + a_2 \cdot b_2 \cdot F_2 = \frac{0,0122^2 \cdot 0,021^2}{72} + (-0,0133) \cdot 0,01281 \cdot 1,51 \cdot 10^{-4} = -2,481 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_{XY(3)} = 0 + a_3 \cdot b_3 \cdot F_3 = 0 + (-0,01534) \cdot (-0,0004) \cdot 2,074 \cdot 10^{-4} = 0,127 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_{XY(4)} = 0 + a_4 \cdot b_4 \cdot F_4 = 0 + 0,0026 \cdot (-0,0199) \cdot 5,72 \cdot 10^{-4} = -2,96 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_{XY} = (3,046 - 2,481 + 0,127 - 2,96) \cdot 10^{-8} = -2,268 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

Инерциянинг асосий моментлари:

$$J_{\frac{\max}{\min}} = \frac{J_X + J_Y}{2} \pm 0,5 \sqrt{(J_X - J_Y)^2 + 4(J_{XY})^2} = \frac{(49,651 + 16,888) \cdot 10^{-8}}{2} \pm 0,5 \sqrt{[(49,651 - 16,888)^2 + 4 \cdot 2,268^2]} \cdot 10^{-16} = (33,27 \pm 16,538) \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_{X0} = J_{\max} = 49,808 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_{Y0} = J_{\min} = 16,732 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

Келгуси ҳисоблашлар қуйидагилар керак:

- нейтрал чизиқнинг қиялик бурчаги (4.4-расм):

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{J_{X0} \cdot \sin \alpha}{J_{Y0} \cdot \cos \alpha} = \frac{49,808 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0686}{16,732 \cdot 10^{-8} \cdot 0,9977} = 0,2047, \quad \beta = 11^\circ 34'$$

- асосий ўқларнинг қиялик бурчаги

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2J_{XY}}{J_Y - J_X} = \frac{2 \cdot (-2,268) \cdot 10^{-8}}{(16,888 - 49,651) \cdot 10^{-8}} = 0,1394$$

$$2\alpha = 7^\circ 53'; \quad \alpha = 3^\circ 56'$$

Тегишли нукталар (4.4-расм) учун эгилиш кучланишининг максимал қиймати ушбу формуладан топилади:

$$\sigma_u = 0,16P \cdot C \cdot \left[ \frac{\cos\alpha \cdot y_0}{J_{x_0}} + \frac{\sin\alpha \cdot x_0}{J_{y_0}} \right] = 0,16 \cdot 1,562 \cdot 0,1733 \times$$

$$\times \left[ \frac{0,9977y_0}{49,808 \cdot 10^{-8}} + \frac{0,0686x_0}{16,732 \cdot 10^{-8}} \right] =$$

$$= 0,00433 [0,02 \cdot 10^8 y_0 + 0,0041 \cdot 10^8 x_0]$$

$$\sigma_u^a = 0,0043 \cdot 10^8 [0,02 \cdot 0,028 + 0,0041 \cdot 0,0175] = 274 \text{ МПа}$$

$$\sigma_u^b = 0,0043 \cdot 10^8 [0,02 \cdot 0,03 + 0,0041 \cdot (-0,0075)] = 246 \text{ МПа}$$

$$\sigma_u^c = 0,0043 \cdot 10^8 [0,02 \cdot 0,01 + 0,0041 \cdot (-0,0215)] = 48 \text{ МПа}$$

$$\sigma_u^d = 0,0043 \cdot 10^8 [0,02(-0,007) + 0,0041 \cdot (-0,0227)] = -101 \text{ МПа}$$

$$\sigma_u^e = 0,0043 \cdot 10^8 [0,02(-0,03) + 0,0041 \cdot (-0,013)] = -283 \text{ МПа}$$

$$\sigma_u^f = 0,0043 \cdot 10^8 [0,02(-0,032) + 0,0041 \cdot 0,013] = -254 \text{ МПа}$$

Юкорида қайд этилган нукталар массаси марказдан қочма юкламадан ҳосил бўлаётган халқасимон кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma_0^a = 16,27 \cdot 10^{-6} \rho n_2 R_1^2 \left[ 1 + \left( \frac{R_2}{R_1} \right)^2 - 0,576 \left( \frac{r}{R_1} \right)^2 + \left( \frac{R_2}{r} \right)^2 \right] =$$

$$= 16,27 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 75^2 \cdot 0,342^2 \times$$

$$\times \left[ 1 + \left( \frac{0,305}{0,342} \right)^2 - 0,576 \left( \frac{0,342}{0,342} \right)^2 + \left( \frac{0,305}{0,342} \right)^2 \right] = 169 \text{ МПа}$$

$$\sigma_0^b = 84,03 \left[ 1,795 - 0,576 \left( \frac{0,3172}{0,342} \right)^2 + \left( \frac{0,305}{0,3172} \right)^2 \right] = 187 \text{ МПа}$$

$$\sigma_0^c = 84,03 \left[ 1,795 - 0,576 \left( \frac{0,305}{0,342} \right)^2 + \left( \frac{0,305}{0,305} \right)^2 \right] = 196 \text{ МПа}$$

$$\sigma_0^d = 84,03 \left[ 1,795 - 0,576 \left( \frac{0,305}{0,342} \right)^2 + \left( \frac{0,305}{0,305} \right)^2 \right] = 196 \text{ МПа}$$

$$\sigma_0^e = 84,03 \left[ 1,795 - 0,576 \left( \frac{0,316}{0,342} \right)^2 + \left( \frac{0,305}{0,316} \right)^2 \right] = 188 \text{ МПа}$$

$$\sigma_0^f = 84,03 \left[ 1,795 - 0,576 \left( \frac{0,342}{0,342} \right)^2 + \left( \frac{0,305}{0,342} \right)^2 \right] = 169 \text{ МПа}$$

$\sigma = \sigma_0 + \sigma_{uz}$  бўйича энг катта кучланишни аниқлаймиз:

$$\begin{aligned}\sigma_a &= 274 + 169 = 443 \text{ МПа}; & \sigma_d &= -101 + 196 = 95 \text{ МПа} \\ \sigma_b &= 246 + 187 = 443 \text{ МПа}; & \sigma_e &= -283 + 188 = -95 \text{ МПа} \\ \sigma_c &= 48 + 196 = 244 \text{ МПа}; & \sigma_f &= 254 + 169 = -85 \text{ МПа}\end{aligned}$$

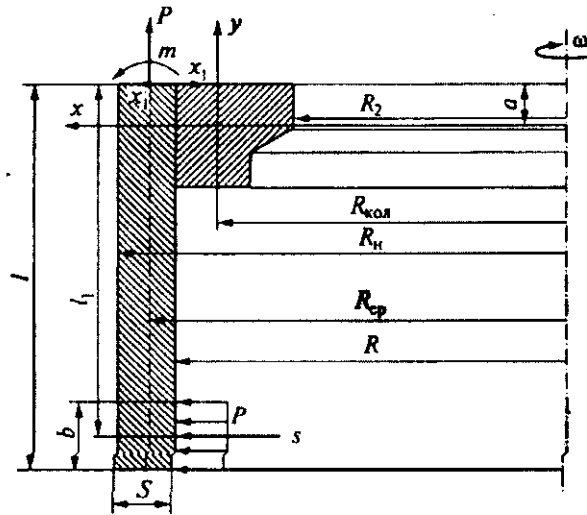
Узунлиги  $b$  бўлган цилиндрик элемент бўлагидаги босим пастки четидаги юклама билан алмаштирилади ва унда:

$$\begin{aligned}s &= 19,72 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot \rho_{ж} \cdot n^2 \cdot (R_2 - R_0^2) = \\ &= 19,72 \cdot 10^{-6} \cdot 0,077 \cdot 1100 \cdot 75^2 (0,346^2 - 0,11^2) = 1,01 \text{ МН / м}\end{aligned}$$

Цилиндрик элементнинг тепа четидаги кўндаланг куч:

$$Q = s \cdot \chi$$

бу ерда  $\chi = e^{-\beta_u l_1} (\cos \beta_u l_1 - \sin \beta_u l_1)$ .



4.5-расм. Ички сиқувчи халқа ва ротор асоси орасидаги ўзаро таъсирни ҳисоблаш схемаси.

$\beta_u l_1 = 12,567 \cdot 0,1475 = 1,8536$  ни ҳисоблаб ва  $\chi = -0,1942$  аниқлаб, қуйидагини оламиз

$$Q = 1,01 (-0,1942) = -0,196 \text{ МН/м}$$

Сепарацияланаётган маҳсулотнинг бир хилда таъсир этувчи босимдан цилиндрик элемент тепа қисмида момент ушбу тенгламадан топилади:

$$m = 7,96 \cdot 10^{-2} \frac{PC}{R_1} = 7,96 \cdot 10^{-2} \frac{1,562 \cdot 0,029}{0,342} = 0,0105 \frac{\text{МН} \cdot \text{м}}{\text{м}}$$

Сиқувчи халқа ва ротор асосидаги цилиндрик элементлар орасидаги реакция  $X_1$  қуйидаги формуладан аниқланади:

$$X_1 = \frac{\Delta_{1p}^k + \Delta_{1c}^k - \Delta_{1c}^u - m \cdot \delta_{12}^u - Q \cdot \delta_{11}^u}{\delta_{11}^k + \delta_{11}^u}$$

Халқа силжишини таъминловчи кучларни топамиз:

- бирлик  $X_I$  куч таъсиридан

$$\delta_{11}^k = \frac{R_{кол} R_1}{E} \left( \frac{1}{F_k} + \frac{Ha}{2J_x} \right) = \frac{0,3264 \cdot 0,342}{0,196 \cdot 106} \left( \frac{1}{18,5 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,06 \cdot 0,0291}{2 \cdot 49,651 \cdot 10^{-8}} \right) =$$

$$= 0,1309 \cdot 10^{-2} \frac{M}{MH / m}$$

- сепарация қилинаётган маҳсулот босимининг ўқли кучи таъсиридан

$$\Delta_{1p}^k = 7,96 \cdot 10^{-2} \frac{PCR_{кол} H}{EJ_x} = 7,96 \cdot 10^{-2} \frac{1,562 \cdot 0,01733 \cdot 0,3264 \cdot 0,06}{0,196 \cdot 106 \cdot 49,651 \cdot 10^{-8}} =$$

$$= 0,04336 \cdot 10^{-2} M$$

- ўз массалари инерция кучлари таъсиридан

$$\Delta_{1c}^k = \frac{9,86 \cdot 10^{-6} \rho f^2 R_1}{E} (0,7R_1^2 + 3,3R_2^2) = \frac{9,86 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 75^2 \cdot 0,342}{0,196 \cdot 10^6} \times$$

$$\times (0,7 \cdot 0,342^2 + 3,3 \cdot 0,305^2) = 0,0295 \cdot 10^{-2} M$$

Сўнг, цилиндрлик элемент тепа қисми силжишини топамиз:

- бирлик  $X_I$  куч таъсиридан

$$\delta_{11}^y = \frac{1}{2\beta_y^3 D} = \frac{1}{2 \cdot 12,567^3 \cdot 0,4378} = 0,0575 \cdot 10^{-2} \frac{M^2}{MH}$$

- ўз массалари инерция кучлари таъсиридан

$$\Delta_{11}^y = \frac{39,44 \cdot 10^{-6} \rho n^2 R_{cp}^3}{E} = \frac{39,44 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 75^2 \cdot 0,3605^3}{0,196 \cdot 10^6} =$$

$$= 0,0416 \cdot 10^{-2} M$$

- тепа четига таъсир этувчи бирлик момент  $m = 1$  таъсиридан ҳисоблаймиз:

$$\delta_{12}^y = \frac{1}{2\beta_y^2 D} = \frac{1}{2 \cdot 12,567^2 \cdot 0,4378} = 0,723 \cdot 10^{-2} \frac{M^2}{MH}$$

$X_I$  га тегишли формулага силжиш қийматларини қўйсак, қуйидагини оламиз:

$$X_I = \frac{0,04336 + 0,0295 - 0,0416 - 0,0105 \cdot 0,723 - (-0,196) \cdot 0,0575}{0,1309 + 0,0575} =$$

$$= 185 \frac{MH}{M}$$

$X_I$  кучидан ҳосил бўладиган тартиб сиқиш халқасидаги нормал кучланиш тегишли ҳисоблаш нуқталари учун қуйидаги топилди (4.4-расм):

$$\sigma_x = -X_I R_1 \left( \frac{1}{F_k} + \frac{a \cos \alpha y_0}{J_{x0}} + \frac{a \sin \alpha x_0}{J_{y0}} \right) =$$

$$= -185 \cdot 0,342 \left( \frac{1}{18,5 \cdot 10^{-4}} + \frac{2,91 \cdot 10^{-2} \cdot 0,9977}{49,808 \cdot 10^{-8}} y_0 + \frac{2,91 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0686}{16,732 \cdot 10^{-8}} x_0 \right) =$$

$$= -0,063 [540,54 + 5,83 \cdot 10^4 y_0 + 1,19 \cdot 10^4 x_0]$$



$$\sigma_x^a = -0,0633 \cdot [540,54 + 5,83 \cdot 10^4 \cdot 0,028 + 1,19 \cdot 10^4 \cdot 0,0175] = -151 \text{ МПа}$$

$$\sigma_x^b = -0,0633 \cdot [540,54 + 5,83 \cdot 10^4 \cdot 0,03 + 1,19 \cdot 10^4 \cdot (-0,0075)] = -139 \text{ МПа}$$

$$\sigma_x^c = -0,0633 \cdot [540,54 + 5,83 \cdot 10^4 \cdot 0,010 + 1,19 \cdot 10^4 \cdot (-0,0215)] = -55 \text{ МПа}$$

$$\sigma_x^d = -0,0633 \cdot [540,54 + 5,83 \cdot 10^4 \cdot (-0,007) + 1,19 \cdot 10^4 \cdot (-0,0227)] = 9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_x^e = -0,0633 \cdot [540,54 + 5,83 \cdot 10^4 \cdot (-0,030) + 1,19 \cdot 10^4 \cdot (0,0130)] = 86 \text{ МПа}$$

$$\sigma_x^f = -0,0633 \cdot [540,54 + 5,83 \cdot 10^4 \cdot (-0,032) + 1,19 \cdot 10^4 \cdot 0,0130] = 74 \text{ МПа}$$

Халқадаги жами кучланишлар ушбу тенгликдан аниқланади:

$$\sigma_\Sigma = \sigma + \sigma_x \leq [\sigma]$$

яъни,

$$\sigma_\Sigma^a = 443 - 151 = 292 \text{ МПа}; \quad \sigma_\Sigma^d = 95 + 9 = 104 \text{ МПа}$$

$$\sigma_\Sigma^b = 433 - 139 = 294 \text{ МПа}; \quad \sigma_\Sigma^e = -95 + 86 = -9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_\Sigma^c = 244 - 55 = 189 \text{ МПа}; \quad \sigma_\Sigma^f = -85 + 74 = -11 \text{ МПа}$$

Энг катта кучланиш халқа кўндаланг кесимининг **b** нуктасида кузатилади:

$$\sigma_\Sigma^b = 294 \text{ МПа} < [\sigma]$$

Сикиш мосламаси учун фрезерланган арикча контури бўйича кучланиш концентрациясини инобатга олсак, унда тортиб сикиш халқасида максимал кучланиш қуйидагича ҳисобланади:

$$\sigma_{\max} = \alpha_\sigma \sigma_\Sigma^b = 2,0 \cdot 294 = 588 \text{ МПа} < [\sigma]^*$$

Сикиш халқасининг резъбасида кучланиш қиймати эзиш, кесиш ва эгилишга кетган иш шароитидан аниқланади, яъни қуйидагиларни ҳисоблашдан иборат:

- эзиш кучланиши

$$\sigma_{\text{эи}} = 1,274 \frac{P}{d_n^2 - d_{\text{вн}}^2} = 1,274 \frac{1,562}{0,69^2 - 0,677^2} = 112 \text{ МПа} \leq 2[\sigma]$$

- кесиш кучланиши

$$\tau_{\text{кп}} = \frac{0,32P}{d_{\text{вн}} h z} = \frac{0,32 \cdot 1,562}{0,677 - 0,012 \cdot 1} = 61,5 \text{ МПа} \leq 0,75[\sigma]$$

- эгилиш кучланиши

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{0,48 \cdot (d_n - d_{\text{вн}}) P}{d_{\text{вн}} h^2 z} = \frac{0,48 \cdot (0,69^2 - 0,677^2) \cdot 1,562}{0,677 \cdot 0,012^2 \cdot 1} = 100 \text{ МПа} < [\sigma]$$

#### 4.16. Жагли майдалагич ҳисоби

**Мисол 4-23.** Оҳактошни дастлабки майдалаш учун машина танлаш ва уни ҳисоблаш. Бошланғич заррачанинг катталиги  $\delta_{нmax} = 75 \cdot 10^{-3}$  м, босим кучи  $\sigma_{сж} = 75 \cdot 10^6$  Па, мослашувчанлик модули  $E = 3 \cdot 10^{10}$  Па; модда зичлиги  $\rho_n = 1200$  кг/м<sup>3</sup> ва заррача зичлиги  $\rho_m = 2600$  кг/м<sup>3</sup>. Заррачанинг тарқалиш характери 4.6а-расмда келтирилган. Майдаланган материал бўйича унумдорлиги  $G = 100$  т/ч. Заррачанинг охириги ўлчами  $\delta_o < 0,025$  м бўлиши керак.

**Ечиш:** 4-10 жадвалдаги маълумотларга асосланиб жували майдалагични танлаймиз ва 4-11 жадвалдан фойдаланиб майдалагич турини аниқлаймиз, бу – ДДЗ-16 русумли майдалагич.

4-10 жадвал

Эзувчи ва зарбали майдалагичларни танлаш учун тахминий маълумотлар

Машина характеристикаси	Машина тури					жагли
	болғали	конусли	жували			
			тишли жува	гофриланган жува	текис жува	
$\sigma_{max}$ , МПа	80	350	80	250	400	350
$\delta_{нmax}$ , М	0,6	1,2	1,2	0,06	0,075	1,3
$i$	10-30	4-8	6-10	3-5	3-5	4-6

Жувалар орасидаги тиркиш кийматини  $a = 0,12$  м ва жува айланма тезлигини  $n = 0,5$  с<sup>-1</sup> деб қабул қилиб, майдалагич унумдорлигини ҳисоблаймиз.

$$w = \pi \cdot D \cdot n = 3,14 \cdot 1,6 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ м/с} \quad (4.1)$$

Унда  $G = a \cdot L \cdot w \cdot \rho_n \cdot (0,5 - 1,12 \cdot a) = 0,12 \cdot 2 \cdot 2,5 \cdot (0,5 - 1,12 \cdot 0,12) = 272 \text{ кг/с}$  (4.2)

ёки

$$G = \frac{272 \cdot 3600}{1000} = 982 \text{ т/ч} \quad (4.3)$$

Ҳисобланган унумдорлик берилганга нисбатан жуда катта бўлгани учун керакли машинани жагли майдалагичлар орасидан танлаймиз (4-7 жадвалга қаранг).

Берилган ҳажмий унумдорлик бўйича:

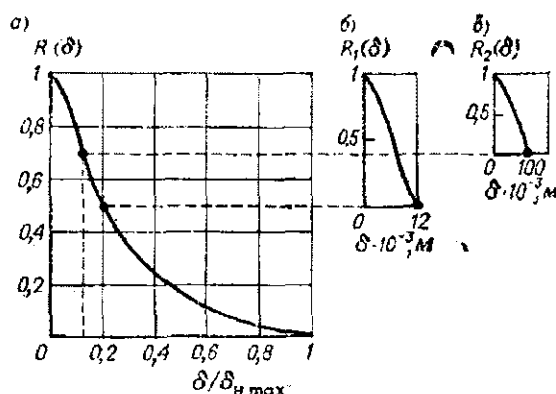
$$V = \frac{G}{\rho_n} = \frac{100 \cdot 1000}{3600 \cdot 1200} = 0,023 \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.4)$$

4-11 жадвал

Текис, тишли ва гофриланган жували майдалагичларнинг асосий параметрлари

Майдалагич тури	Жува ўлчами		Юқланаётган бўлак ўлчами, $\delta_{нmax}$ , мм	Жувалар орасидаги тиркиш $a$ , мм	Жува айланиш сони $n$ , с <sup>-1</sup>	Электр юриткич қуввати $N_{дв}$ , кВт
	$D$ , мм	$L$ , мм				
ДГ-400x250	400	250	20	2-12	2,38	8
					3,33	
					4,76	
ДГ-600x400	600	400	30	2-14	2,00	22
					2,50	
					3,16	
ДГ-800x500	800	500	40	4-16	1,20	30
					1,66	
					2,42	
ДГ-1000x550	1000	550	50	4-18	0,95	40
					1,50	
					1,92	

ДГ-1500x600	1500	600	75	4-20	0,63	55
					1,00	
					1,26	
ДР-400x250	400	250	40	5-20	2,00	8
					3,00	
					4,00	
ДР-600x400	600	400	60	10-30	1,66	8
					2,16	
					2,66	
ДДЗ-4	400	500	100	15-65	1,06	10
ДДЗ-6	630	800	400	30-80	0,83	20
ДДЗ-10	1000	1250	400	65-130	0,60	55
ДДЗ-16	1600	2000	1200	130-200	0,50	315



4.6-расм. Таксимланиш функцияси.

4-12 жадвал маълумотлари асосида ШДС-9x12 русумли майдалагич танлаймиз.

Тўкиш тиркишининг минимал энини ва майдалаш қобилияти коэффициентини  $K_p=1,2$  ни инобатга олиб иш унумдорлигини аниқлаймиз:

$$V_a = V \cdot K_p \left( 1 + \frac{\Delta a}{a} \right) = 0,044 \cdot 1,2 \cdot \left( 1 + \frac{0,03}{0,13} \right) = 0,04 \text{ м}^3 / \text{с} \quad (4.5)$$

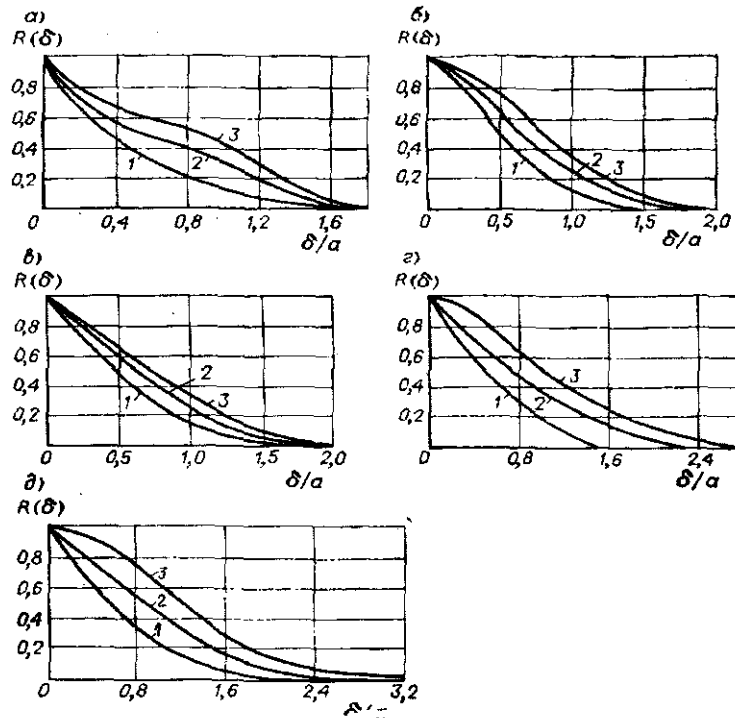
4-12 жадвал

#### Жағли майдалагич асосий параметрлари

Майдалагич тури	Юкланаётган бўлак ўлчами, $\delta_{\text{max}}$ , мм	Тўкиш тиркишининг эни $a$ , мм	Тўкиш тиркишини ростлаш оралиғи $\Delta a$ , мм	Унумдорлиги $V$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Электр юриткич қуввати $N_{\text{эл}}$ , кВт
ШДС-1,6x2,5	130	30	$\pm 15$	0,0007	7
ШДС-2,5x4	210	40	$\pm 20$	0,0019	17
ШДС-2,5x9	210	40	$\pm 20$	0,0039	40
ШДС-4x6	340	60	$\pm 30$	0,0042	40
ШДС-4x9	340	60	$\pm 30$	0,0064	55
ШДС-6x9	500	100	$\pm 25$	0,0153	75
ШДС-9x12	700	130	$\pm 30$	0,0444	100
ШДС-12x15	1000	150	$\pm 40$	0,0778	160
ШДС-15x21	1300	180	$\pm 50$	0,1528	250

Майдалагичдан чиқишда материал дисперсион таркиби 2 та таркалиш функцияларининг йиғиндиси сифатида топилади. 4.6а-расмдан кўришиб турибдики, 0,1 м дан кичик ўлчамли

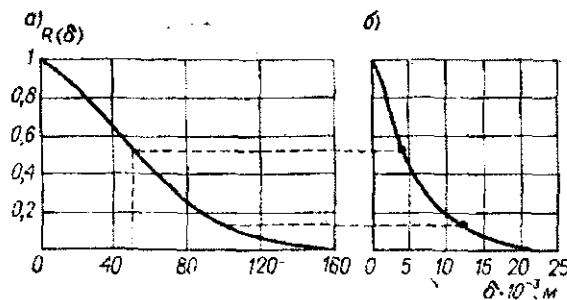
(4.6а-расмда абсциссадаги  $0,1/0,75=0,13$  киймат) бўлган заррачалар массаси 30% ни ташкил этади ва унинг дисперсион таркиби  $R_2(\delta)$  функция билан ифодаланади (4.6в-расм).  $R(\delta_i)$  эгри чизик  $R(0,13)=0,7$  да тепа кисмини кесиш орқали олинган. Унда, майдалагичдан чиқаётган 70% материал массаси 4.7б-расмда (1 чизик) кўрсатилган дисперсион характеристикага эга бўлади.



4.7-расм. Жували (а), жағли (б), йирик майдаловчи конусли (в), ўртача майдаловчи конусли (г), майин майдаловчи конусли (д) машиналарда турли материалларни майдалашдан сўнг маҳсулотлар дисперсион таркиб характеристикалари:

1-юмшок; 2-ўртача мустаҳкам; 3- мустаҳкам.

Майдаланган маҳсулотнинг  $R(\delta_k)$  дисперсион характеристикаси 4.8а-расмда келтирилган. (4.6) ва (4.7) тенгламалардан материални майдалаш қуввати ва электр юриткич қувватини аниқлаймиз:



4.8-расм. Болғали машинада майдаланган маҳсулот  $R(\delta)$  функциясини аниқлашга оид. а – бошланғич материал; б – майдаланган маҳсулот.

$$N = \frac{3 \cdot (K_\sigma \cdot \sigma_{сжс})^2 \cdot G}{2E\rho_m} \cdot (i-1) \quad (4.6)$$

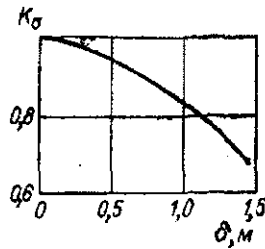
$$N_{об} = \frac{N}{\eta_\delta \cdot \eta_n} \quad (4.7)$$

4.6a и 4.8a-расмлардаги графиклардан  $\delta_{н.ср.}=0,205$  мкм ва  $\delta_{к.ср.}=0,06$  мкм эканлиги топамиз. Унда, ушбу тенгламадан майдалаш даражасини аниқлаймиз:

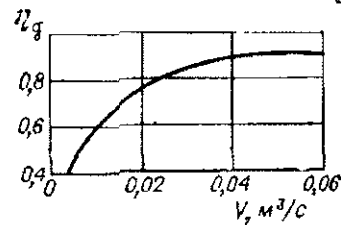
$$i = \frac{\delta_{н.ср.}}{\delta_{к.ср.}} = \frac{0,205}{0,06} = 3,42$$

Демак,  $K_{\sigma}=0,97$  да (4.9-расм),  $G=100 \cdot 1000/3600=28$  кг/с ва  $\eta_{\sigma}=0,7$  (4.10-расм) майдалагич электр юриткичининг қуввати:

$$N = \frac{3 \cdot (K_{\sigma} \cdot \sigma_{сж})^2 \cdot G}{2E\rho_{м}} \cdot (i-1) = \frac{3 \cdot (0,97 \cdot 75 \cdot 10^6)^2 \cdot 28}{2 \cdot 3 \cdot 10^{10} \cdot 2600} \cdot (3,42-1) \cdot \frac{1}{0,7 \cdot 0,9} = 10947 \text{ Вт}$$



4.9-расм. Коэффициент  $K_{\sigma}$  нинг бўлак ўлчамлари  $\delta$  га боғлиқлиги.



4.10-расм. Конусли ва жағли майдалагичлар ф.и.к нинг ҳажмий сарф  $V$  га боғлиқлиги.

Майдалашнинг иккинчи босқичда майдалагич танлашда 4.10-расмдаги эгри чизик бошланғич, яъни  $\delta_{нmax}=150 \cdot 10^{-3}$  м деб ҳисобланади.

Майдалашнинг иккинчи босқичида 4-13 жадвалга биноан болғали майдалагич танлаймиз.

#### 4.17. Болғали майдалагич ҳисоби

**Мисол 4-24.** Қуйидаги хоссаларга эга бўлган ғоваксимон охактошни биринчи босқичда майдалаш учун машина ҳисоблансин ва лойиҳалансин: каттиқ жисм ўлчамлари  $\delta_{нmax}=150 \cdot 10^{-3}$  м, сиқишга мустаҳкамлик чегараси  $\sigma_{сж}=75 \cdot 10^6$  Па, эластиклик модули  $E=3 \cdot 10^{10}$  Па, тўқма зичлиги  $\rho_{н}=1200$  кг/м<sup>3</sup> и заррачалар зичлиги  $\rho_{м}=2600$  кг/м<sup>3</sup>. Материалнинг дисперс характеристикаси  $R(\delta_{н})$  4.8-расмда келтирилган. Майдаланган материал бўйича унумдорлиги  $G=600$  т/соат=28 кг/с.

**Ечиш:** Бошланғич маълумотлар асосида 4-13 жадвалдан болғали майдалагични танлаймиз. 4-10 жадвалга биноан бошланғич маълумотларга эса М-13-11 русумли майдалагич тўғри келади.

4-13 жадвал

Болғали майдалагич асосий параметрлари

Майдалагич тури	Ротор ўлчами		Бўлак ўлчами $\delta_{нmax}$ , мм	Ротор айланиш частотаси $n^{-1}$	Электр юриткич қуввати $N_{эл.}$ , кВт	Болғача каторларининг сони $z_p$	Болғача тури	Унумдорлиги $G$ , кг/с
	$D$ , мм	$L$ , мм						
М-6-4	600	400	150	20,8	20	6	I	2,8-4,2
М-8-6	800	600	250	16,6	55			2,8-6,7
М-13-11	1300	1100	400	12,5	130	6	II	28-36
М-13-16		1600			210			42-56
М-20-20	2000	2000	600	10,0	800	6	III	158-183
М-20-30		3000			1250			250-333

Майдалагичдан чиқаётган материал дисперсион таркиб эгри чизиғини топамиз. Бунинг учун қуйидаги тенгламага кирадиган ҳамма параметрларни ҳисоблаб чиқамиз:

$$i = \frac{\omega^2 \cdot z \cdot M \cdot \rho_m \cdot E}{3 \cdot \sigma_{\text{сжк}}^2 \cdot (z \cdot M + m)} + 1 \quad (4.8)$$

бу ерда  $\omega$  – болғачалар учи бўйлаб роторнинг айланма бўйлаб тезлиги, м/с;  $M$  – идеал болғача массаси, кг;  $z$  - бўлакка бир вақтда зарба берадиган болғачалар сони;  $m = \rho_m \cdot \delta^3$  – бўлак массаси.

Болғачалар учи бўйлаб роторнинг айланма бўйлаб тезлиги:

$$\omega = \pi \cdot D \cdot n = 3,14 \cdot 1,3 \cdot 12,5 = 50 \text{ м/с} \quad (4.9)$$

Идеал болғача массаси:

$$M = \frac{J_p}{r^2} = \frac{0,38}{0,27^2} = 5,2 \text{ кг} \quad (4.10)$$

Бўлакка бир вақтда зарба берадиган болғачалар сони:

$$z = \frac{\delta_x}{0,08} \quad (4.11)$$

бу ерда 0,08 – болғача каллагининг эни.

Заррача охириги ўлчами ушбу формуладан топилади:

$$\delta_k = \frac{\delta_n}{l} \quad (4.12)$$

Заррачалар учта  $\delta_n$  киймати учун охириги ўлчамларини ҳисоблашни бажарамиз:

$$1) 150 \cdot 10^{-3} \text{ м}; \quad 2) 100 \cdot 10^{-3} \text{ м}; \quad 3) 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Биринчи ҳолатда  $m = 0,15^3 \cdot 2600 = 8,8 \text{ кг}; \quad z = 0,15 / 0,08 \approx 2.$

$$i = \frac{\omega^2 \cdot z \cdot M \cdot \rho_m \cdot E}{3 \cdot \sigma_{\text{сжк}}^2 \cdot (z \cdot M + m)} + 1 = \frac{50^2 \cdot 2 \cdot 5,2 \cdot 2600 \cdot 3 \cdot 10^{10}}{3 \cdot (75 \cdot 10^6)^2 \cdot (2 \cdot 5,2 + 8,8)} + 1 = 7,25$$

$$\delta_k = \frac{\delta_n}{l} = \frac{0,15}{7,25} = 0,021 \text{ м}$$

Иккинчи ҳолатда  $m = 0,1^3 \cdot 2600 = 2,6 \text{ кг}; \quad z = 0,1 / 0,08 \approx 1$

$$i = \frac{\omega^2 \cdot z \cdot M \cdot \rho_m \cdot E}{3 \cdot \sigma_{\text{сжк}}^2 \cdot (z \cdot M + m)} + 1 = \frac{50^2 \cdot 1 \cdot 5,2 \cdot 2600 \cdot 3 \cdot 10^{10}}{3 \cdot (75 \cdot 10^6)^2 \cdot (5,2 + 2,6)} + 1 = 7,7$$

$$\delta_k \approx \frac{\delta_n}{l} = \frac{0,10}{7,7} = 0,013 \text{ м}$$

Учинчи ҳолатда  $m = 0,05^3 \cdot 2600 = 0,32 \text{ кг}; \quad z = 0,1 / 0,08 \approx 1$

$$i = \frac{\omega^2 \cdot z \cdot M \cdot \rho_m \cdot E}{3 \cdot \sigma_{\text{сжк}}^2 \cdot (z \cdot M + m)} + 1 = \frac{50^2 \cdot 1 \cdot 5,2 \cdot 2600 \cdot 3 \cdot 10^{10}}{3 \cdot (75 \cdot 10^6)^2 \cdot (5,2 + 0,32)} + 1 = 12,5$$

$$\delta_k = \frac{\delta_n}{l} = \frac{0,05}{12,5} = 0,004 \text{ м}$$

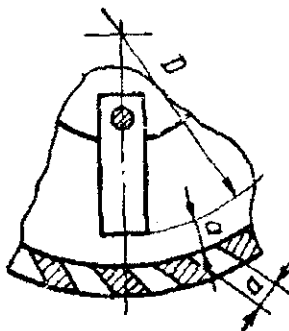
4.8-расмда майдалагичдан чиқаётган материал дисперсион таркибининг эгри чизигини куриш келтирилган.  $\delta_{\text{max}}=21$  мм да  $a$  катталиқ куйидагига тенг бўлади (4.11-расм):

$$a = 2\delta_{\text{max}} = 2 \cdot 21 = 42 \text{ мм}$$

$a=50$  мм деб қабул қиламиз.

Кувват қийматини ушбу формуладан топамиз:

$$N_{\text{об}} = \frac{G \cdot \omega^2}{2 \cdot \eta_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{н}}} = \frac{28 \cdot 50^2}{2 \cdot 0,5 \cdot 0,9} = 77800 \text{ кВт}$$



4.11-расм. Колосниклар, колосникли панжара ва болгачалар орасидаги тирқишлар.

Танланган машина бошланғич маълумотлар ва талаб этилган майдалаш шартларига тўғри келади. Материални майдалагичга тушириш баландлиги ушбу тенглама бўйича ҳисобланади:

$$H = 0,018 \cdot (\delta_{\text{нmax}} \cdot n \cdot z_p)^2 = 0,018 \cdot (0,15 \cdot 12,5 \cdot 6)^2 = 2,3 \text{ м}$$

#### 4.18. Жували майдалагич ҳисоби

**Мисол 4-25.** Соатига  $24 \text{ м}^3$  юмшоқ охактошни қайта ишлаш учун жували майдалагич танлансин. Майдаланган материал ўртача ўлчами  $15$  мм гача бўлсин. Қурилманинг асосий эксплуатацион кўрсаткичлари, яъни: жувалар айланиш частотаси, материални майдалаш учун зарур кучланиш, электр юриткич қувватлари аниқлансин.

**Бошланғич маълумотлар.** Қайта ишланаётган материал учун  $\sigma_{\text{сж}} = 50$  МПа куйида келтирилган 4-16 жадвалдан танлаймиз. Жували майдалагич танлашда майдаланган маҳсулот бўлагининг ўртача ўлчами жувалар орасидаги масофадан кичик бўлиши даркор. Бошланғич маълумотлар ва бўлак ўлчамидан келиб чиққан ҳолда 4-15 жадвалдан ДГ  $1500 \times 600$  русумли майдалагични танлаймиз. Унинг техник характеристикалари куйидагича:

$$D = 1,5 \text{ м};$$

$$L = 0,6 \text{ м};$$

$$d_{\text{max}} = 0,075 \text{ м};$$

$$b = 4 \dots 20 \text{ мм};$$

$$Q = 15 \dots 75 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$N = 55 \text{ кВт}.$$

## Текис ва гофриланган жувалар техник характеристикалари

Параметр	ДГ	ДГ	ДГ	ДГ	ДГ	ДР	ДР
	400×250	600×400	800×500	1000×500	1500×600	400×250	600×400
Жува диаметри, мм	400	600	800	1000	1500	400	600
Жува узунлиги, мм	250	400	500	550	600	250	400
Бўлакни максимал ўлчами, мм	20	30	40	50	75	40	60
Жувалар орасидаги тиркиш, мм	2...12	2...14	4...16	4...18	4...20	5...20	10...30
Айланиш частотаси, с <sup>-1</sup>	2,38	2,00	1,20	0,95	0,63	2,00	1,66
	3,33	2,50	1,66	1,50	1,00	3,00	2,16
	4,75	3,16	2,42	1,92	1,26	4,00	2,66
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	3...12	4...24	6...35	10...45,6	15...75	3...12	8...25
Электр юриткич қуввати, кВт	8	22	30	40	55	8	22

4-15 жадвал

## Тишли жувалар техник характеристикалари

Параметр	ДДЗ-4	ДДЗ-6	ДДЗ-10	ДДЗ-16
Жува диаметри, мм	400	630	1000	1600
Жува узунлиги, мм	500	800	1250	2000
Бўлакнинг максимал ўлчами, мм	100	400	400	1200
Жувалар орасидаги тиркиш, мм	15...65	30...80	65...130	130...200
Айланиш частотаси, с <sup>-1</sup>	1,06	0,83	0,60	0,50
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	20...50	60...150	125...525	650...1000
Электр юриткич қуввати, кВт	10	20	55	315

Жува айлана бўйлаб тезлигини белгилаб  $w = 4$  м/с, жуванинг оптимал айланиш частотасини ҳисоблаймиз  $n_{\text{опт}} = 4/(\pi \cdot 1,5) = 0,849$  айл/с.

4-16 жадвал

## Тоғ жинслар механик хоссалари

Тоғ жинси	Зичлиги $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Сиқишдаги мустаҳкамлик чегараси $\sigma_{\text{сж}}$ , МПа	Эластиклик модули $E \cdot 10^{-4}$ , МПа
Охактош (юмшоқ)	1400	40...60	3,5...5,0
Охактош (ўртача каттиқликка эга)	2630	40...100	3,6
Охактош (мустаҳкам)	2700	100...120	3,5...5,0
Гранит	2630	120...160	5...6
Кварц	2640	80...145	3...4,5
Қум	2280	50...100	3,4...5
Диабаз	3080	150...260	6...6,9

$$n_{\text{опт}} = w_{\text{опт}} / (\pi D), \quad (4.13)$$

Жувалар айланиш частотаси ишчи қийматини  $n = 1,0$  айл/с деб қабул қиламиз. Унда, жуванинг ҳақиқий айлана бўйлаб тезлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$w = \pi \cdot 1,5 \cdot 1 = 4,712 \text{ м/с}$$

Материални майдалаш бўлимидаги ёй узунлиги  $l = \frac{D\alpha}{2} = \frac{1,5 \cdot 0,279}{2} = 0,209$  м бўлганда (бу ерда  $\alpha = 16^\circ$  ёки  $0,279$  рад), майдалаш учун зарур қучланиш ушбу формуладан аниқланади:

$$P = \sigma_{\text{сж}} l l \mu, \quad (4.14)$$



бу ерда  $\sigma_{сж}$  – материални сиқишдаги мустаҳкамлик чегараси; Па;  $l = D\alpha/2$  – материални майдалаш бўлимидаги ёй узунлиги, м.

$$P = \sigma_{сж} \cdot L \cdot l \cdot \mu = 50 \cdot 10^6 \cdot 0,6 \cdot 0,209 \cdot 0,5 = 3,135 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

Электр юриткич қуввати ушбу формуладан топилади:

$$N = 47,6 \cdot K \cdot L \cdot w = 47,6 \cdot 12,479 \cdot 0,6 \cdot 4,712 = 1679 \text{ Вт}$$

бу ерда  $K = 0,6 \left( \frac{1,5}{0,073} \right) + 0,15 = 12,479$ .

#### 4.19. Конусли майдалагич

**Мисол 4-26.** Қуйидаги физик хоссаларга эга бўлган охактошни майдалаш талаб этилади:

- бошланғич ўлчамлари -  $\delta_{нmax} = 0,04$  м;
- заррачанинг охирги ўлчамлари -  $\delta_{нmax} = 0,00015$  м;
- сиқишда мустаҳкамлик чегараси -  $\sigma_{сж} = 200 \cdot 10^6$  Па;
- эластиклик модули -  $E = 5 \cdot 10^{10}$  Па;
- тўкма зичлик -  $\rho_n = 1800$  кг/м<sup>3</sup>;
- заррача зичлиги -  $\rho_m = 2900$  кг/м<sup>3</sup>;
- янчилишга мойиллик коэффициенти -  $K_p = 0,85$ ;
- дисперстик характеристикаси -  $R(\delta_n)$  4.6-расмда келтирилган;
- унумдорлиги -  $G = 30$  т/соат.

**Ечиш:** 4-10 жадвалга биноан бошланғич маълумотларга конусли, жували ва жағли майдалагичлар тўғри келади. Даставвал конусли майдалагични текшираемиз.

4-16а жадвалдан КМД-1200Т русумли майдалагични танлаймиз. Унинг унумдорлиги ушбу формуладан топилади:

$$V_a = VK_p \cdot \left( 1 + \frac{\Delta a}{a} \right) = 0,0067 \cdot 0,85 \cdot \left( 1 + \frac{0}{3} \right) = 0,0056 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Бошланғич унумдорлик:

$$V_a = \frac{30 \cdot 1000}{3600 \cdot 1800} = 0,0046 \text{ м}^3 / \text{с}$$

4.6-расмдан кўриниб турибдики 0,003 м ли заррачалар улуши 10% дан ортмайди. Ушбу ҳолатни инобатга олмай, 4.7-расмдаги  $R(\delta_n)$  функцияни ифода этаётган 3 эгри чизиқ тегишли дисперс таркибни қабул қиламиз.

Масала шартига кўра, майдаланган заррача охирги ўлчами 0,00015 м дан ошмаслиги керак. Шунинг учун яқунловчи босқичга шарли тегирмонни танлаймиз. Унга ўлчами  $\delta_{нmax} < 0,04$  м дан кичик бўлган материал юкланиши тавсия этилади. Графикдан кўриниб турибдики (4.7-расм), майдалагичдан чиқаётган заррачаларнинг 15% нинг ўлчами 0,006 м дан катта. Ушбу улушдаги материалларни яна қайтадан  $\delta < 0,006$  м гача янчиш зарур. Қайтадан янчишнинг 2 та варианты мавжуд: бунинг учун материални жували майдалагичга, ёки КМД-1200Т майдалагичига йўналтириш мумкин. Бу турдаги майдалагичлар унумдорлиги юкори бўлгани учун, иккинчи вариантни амалиётда қўллаш мақсадга мувофиқ. Бунда, майдалагичнинг унумдорлиги ушбу формуладан ҳисобланади:

$$V_{II} = V' + 0,15V' + 0,15^2V' + 0,15^3V' + \dots,$$

бу ерда  $0,15V'$  - бошланғич унумдорликдаги 6 мм дан катта заррачаларнинг улуши,  $0,15^2V'$  - материалдаги 6 мм дан катта заррачаларнинг улуши ( $0,15V'$  дан), ва шу тариқа давом этади.

Қаторнинг  $n$  чи хади йиғидиси камаювчи геометрик прогрессияни ташкил қилади.

## ККД ва КРД русумли конусли майдалагичлар техник характеристикалари (ГОСТ 6937–69)

Параметр	ККД-500/75	ККД-900/140	ККД-1200/150	ККД-1500/180
Юклаш штуцерининг эни, мм	500	900	1200	1500
Юкланаётган бўлак максимал ўлчами, мм	400	750	1000	1200
Тўкиш штуцерининг эни, мм	75	140	150	180
Тўкиш штуцери энини ростлаш оралиги, мм	±11	±20	±22	±27
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	150	428	680	1300
Электр юриткич куввати, кВт	132	250	315	400
Параметр	ККД-1500/300	КРД-500/60	КРД-700/75	КРД-900/100
Юклаш штуцерининг эни, мм	1500	500	700	900
Юкланаётган бўлак максимал ўлчами, мм	1200	400	550	750
Тўкиш штуцерининг эни, мм	300	60	75	100
Тўкиш штуцери энини ростлаш оралиги, мм	±45	±9	±11	±15
Унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	2600	200	400	680
Электр юриткич куввати, кВт	400	200	250	400

Эслатма. КРД – редукцион майдалайдиган конусли курилма.

## ККД ва КРД (Гр ва Т ижро) русумли конусли майдалагичлар техник характеристикалари

Параметр	КСД-600	КСД-900	КСД-1200	КСД-1750	КСД-2200
Майдалайдиган конус асосининг диаметри, мм	600	900	1200	1750	2200
Юклаш штуцерининг эни, мм	75	130	185 (125)	250 (200)	350 (275)
Тўкиш штуцери энини ростлаш оралиги, мм	12...35	15...40	20...25 (10...25)	25...60 (15...30)	30...60 (15...30)
Бўлак максимал ўлчами, мм	60	105	150 (100)	200 (160)	300 (250)
Ўртача мустаҳкам материал буйича унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	12...40	30...70	77...115 (42...95)	170...320 (100...190)	360...610 (180...360)
Эксцентрикнинг айланиш частотаси, с <sup>-1</sup>	6,1	5,5	4,3	4,3	4,0
Электр юриткич куввати, кВт	30	55	75	160	250
Параметр	КСД-3000	КМД-1200	КМД-1750	КМД-2200	КМД-3000
Майдалайдиган конус асосининг диаметри, мм	3000	1200	1750	2200	3000
Юклаш штуцерининг эни, мм	600 (475)	100 (50)	130 (80)	140 (100)	220 (120)
Тўкиш штуцери энини ростлаш оралиги, мм	50...80 (25...50)	5...15 (3...12)	9...20 (5...15)	10...20 (5...15)	15...25 (6...20)
Бўлак максимал ўлчами, мм	500 (380)	80 (40)	100 (70)	100 (85)	180 (100)
Ўртача мустаҳкамлик материал буйича унумдорлик, м <sup>3</sup> /соат	700...1100 (425...850)	45 (27)	95...130 (85...110)	220...260 (170...200)	360...520 (320...440)
Эксцентрикнинг айланиш частотаси, с <sup>-1</sup>	4,0	4,3	4,3	4,0	4,0
Электр юриткич куввати, кВт	500	75	160	250	500

$$V_{II}(n) = \frac{V' - 0.15^n V'}{1 - 0.15}$$

$n \rightarrow \infty$  интилганда катор якинлашади ва максимумга эришади.

$$V_{II} = \frac{\lim_{n \rightarrow \infty} V' - 0.15^n V'}{1 - 0.15} = \frac{V'}{1 - 0.15} = \frac{0.0046}{1 - 0.15} = 0.0054 \text{ м}^3/\text{с}$$

Олинган унумдорлик қиймати 4-16а жадвалда кўрсатилган катталикдан ошмайди, мос равишда элакдан сўнг материални майдалагичга қайтариш вариантыга тўхтаймиз. Майдалагичгача бўлган массани бошланғич материалнинг дисперс таркибига таъсирни ҳисобга олмасдан майдалагичнинг двигателининг қувватини аниқлаймиз.

(4.6а ва 4.7д-расм 3 эгри чизик) графиклардан  $\delta_{н.ср} = 11 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ,  $\delta_{к.ср} = 4.16 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  эканлигини топамиз. Ушбу тенгламага асосан майдалаш даражасини топамиз:

$$i = \frac{\delta_{н.ср}}{\delta_{к.ср}} = \frac{0,011}{0,00416} = 2,64$$

Унда  $K_\sigma = 1$  (4.9-расм) бўлганда  $G = V_{II} \cdot \rho_H = 0,0054 \cdot 1800 = 9,72 \text{ кг/с}$ ,  $\eta_D = 0,4$  (4.10-расм) ва  $\eta_{II} = 0,9$  электр юриткич қуввати

$$N_{\text{дв}} = \frac{3 \cdot (200 \cdot 10^6)^2 \cdot 9,72}{2 \cdot 5 \cdot 10^{10} \cdot 2900} \cdot (2,64 - 1) \cdot \frac{1}{0,4 \cdot 0,9} = 18232 \text{ Вт}$$

Танланган майдалагич тўлалигича бошланғич маълумотни қаноатлантиради ва майдалаш шартларига жавоб беради.

## 4.20. Шарли тегирмон ҳисоби

**Мисол 4-27.** Ўртача зичликка эга бўлган мураккаб ўғит йирик гранулаларини майдалаш учун қурилма ҳисоблансин ва танлансин.

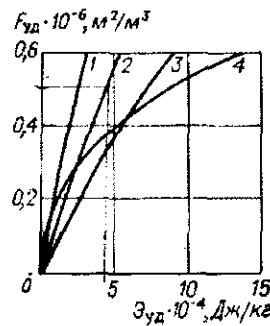
Қаттиқ жисм ўлчамлари  $\delta_{\text{max}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ , сикишга мустаҳкамлик чегараси  $\sigma_{\text{сж}} = 180 \cdot 10^6 \text{ Па}$ , эластиклик модули  $E = 5 \cdot 10^{10} \text{ Па}$ , тўкма зичлиги  $\rho_m = 1200 \text{ кг/м}^3$ . Майдаланган материал бўйича унумдорлиги  $G = 40 \text{ т/соат}$  ва у кейин "хўл" усулда цемент ишлаб чиқариш учун ишлатилади. Заррачалар ўлчами майдалаш жараёнидан сўнг  $\delta_0 < 0,0001 \text{ м}$  бўлиши керак.

**Ечиш:** Бошланғич маълумотлар асосида барабанли тегирмон конструкциясини танлаймиз. Тегирмонга зарур қувватни (4.15) формула ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$N_{\text{ш.з.}} = G \cdot \mathcal{E}_{\text{ш}} \quad (4.15)$$

бу ерда  $G$  – иш унумдорлиги, кг/с;  $\mathcal{E}_{\text{ш}}$  – материални майдалаш солиштирма энергияси, Ж/кг.

Ушбу қиймат 4.12-расмдан топилади.



4.12-расм. Солиштирма юза  $F_{уд}$  ўсишининг материал солиштирма энергияси  $E_{уд}$  сарфига боғлиқлиги. 1-апатит, гипс, охактош; 2-охактош, мергель; 3-гранит; 4-тошкўмир.

Бунинг учун  $F_{уд.к}$  ни (4.16) тенгламадан аниқлаймиз

$$F_{уд.к} = \frac{41,4}{\delta_{ном}} \cdot \lg\left(\frac{\delta_{ном} \cdot 10^6}{5,47}\right) = \frac{41,4}{100 \cdot 10^{-6}} \cdot \lg\left(\frac{100 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6}{5,47}\right) = 0,522 \cdot 10^6 \frac{M^2}{M^3} \quad (4.16)$$

Унга,  $F_{уд.к}=0$  деб қабул қилиб,  $E_{уд}=33 \cdot 10^3$  Ж/кг эканлигини топамиз.  $G$  ва  $E_{уд}$  ларни (4.15) тенгламага қўйиб, қуйидагини оламиз:

$$N_{ш.з.} = 40 \cdot \frac{1000}{3600} \cdot 45 \cdot 10^3 = 500 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 500 \text{ кВт}$$

Қувватига қараб

$$(1,3 - 1,5) \cdot N_{ш.з.} = 650 - 750 \text{ кВт}$$

4-13 жадвалдан МШР-3600x4000 русумли шарли тегирмонни танлаймиз.

**Аниқловчи ҳисоб.** Бунинг учун  $K_N$  коэффициентни қуйидаги тенгламадан топамиз:

$$K_N = \frac{60 \cdot N_{ш.з.}}{\rho_{р.ш.} \cdot R^{2,5} \cdot L \cdot g} = \frac{60 \cdot 500 \cdot 10^3}{4100 \cdot 1,74^{2,5} \cdot 3,88 \cdot 9,8} = \frac{30000000}{6226081} = 48,2$$

4-17 жадвалдан  $n=0,33 \text{ с}^{-1}$  танлаб  $n\sqrt{2R}$  ни ҳисоблаймиз.

4-17 жадвал

Янчиш усули	Тегирмон русуми	Майдалаш камераси ўлчамлари, мм		Барабан айланиш частотаси $n$ , $\text{с}^{-1}$	Юклана диган шарлар массаси $m_{ш}$ , т	Электр юриткич қуввати $N_{дв}$ , кВт
		$D$	$L$			
к у р у к	ШБМ-207/265	2070	2650	0,38	10	105
	ШБМ-220/330	2200	3300	0,36	14	150
	ШБМ-250/390	2500	3900	0,33	25	265
	ШБМ-287/410	2870	4100	0,31	30	350
	ШБМ-320/510	3200	5100	0,30	-	-
	ШБМ-320/570	3200	5700	0,30	54	700
	ШБМ-340/650	3400	6500	0,28	-	-
	ШБМ-370/850	3700	8500	0,29	100	1400
	МШР-900x900	830	830	0,56-0,66	1,0	15

x ў л	МШП-1210x1200	1100	1100	0,50-0,58	2,2	30
	МШП-1500x1600	1400	1500	0,43-0,52	4,8	55
	МШП-2100x1500	2000	1400	0,36-0,43	10,0	132
	МШП-2100x2200	2000	2100	0,36-0,43	15,0	160
	МШП-2100x3000	2000	3900	0,36-0,43	20,0	200
	МШП-2700x3600	2580	3480	0,32-0,38	42,0	400
	МШП-3200x3100	3080	2980	0,30-0,35	52,0	630
	МШП-3600x4000	3480	3880	0,28-0,33	82,0	1000
	МШП-3600x5000	3480	4880	0,28-0,33	100,0	1250
	МШП-4000x5000	3860	4860	0,26-0,32	120,0	2000
	МШП-4500x5000	4360	4860	0,25-0,30	150,0	2500

$$n\sqrt{2R} = 0,33\sqrt{3,48} = 0,62$$

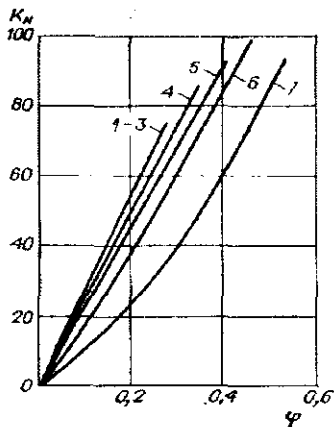
Унда 4.13-расмдан барабаннынг тўлдирилиш коэффициентини  $\varphi=0,35$  топамиз. Юкланадиган шарлар массаси ушбу тенгламадан аниқланади:

$$m_{ш} = \varphi \cdot \pi \cdot R^2 \cdot L \cdot \rho_{ш.ш.} = 0,35 \cdot 3,14 \cdot 1,74^2 \cdot 3,88 \cdot 4100 = 52931 \text{ кг}$$

Ҳисобланган катталиқ  $m_{ш}$  4-17 жадвалда келтирилган катталиқдан кичик, яъни . 52,931 т < 82,0 т.

Шар диаметрини топиш учун аввал унинг тушиш тезлигини ҳисоблаш керак. 4.14-расмдан  $\varphi=0,35$  ва  $n\sqrt{2R} = 0,62$  топамиз:

$$R_n = 0,75 \cdot 1,74 = 1,305 \text{ м}$$

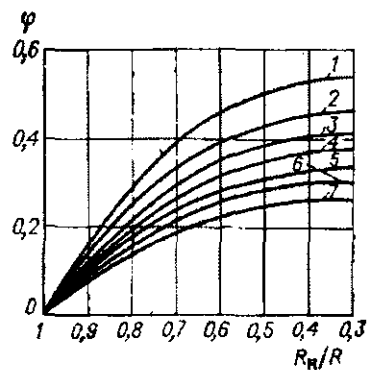


4.13-расм. Шарлар юкланиш қувват коэффициентининг  $n\sqrt{2R}$  турли қийматларида барабаннынг тўлдириш коэффициентига боғлиқлиги. 1-0,42; 2-0,45; 3-0,47; 4-0,5; 5-0,53; 6-0,57; 7-0,62.

Унда

$$w_{ш}^2 = 16 \cdot g \cdot [R_n(2n) - R_n^3(2n)^5]^2 = 16 \cdot 9,81 \cdot [1,305 \cdot (2 \cdot 0,33) - 1,305^3(2 \cdot 0,33)^5]^2 = 52,8 \text{ м}^2 / \text{с}^2$$

Шар диаметри қуйидаги тенгламадан ҳисобланади:



4.14-расм. Тўлдирилиш коэффициентининг  $n\sqrt{2R}$  турли қийматларида шарларнинг энг кичик радиусига боғлиқлиги. 1-0,62; 2-0,57; 3-0,53; 4-0,5; 5-0,47; 6-0,45; 7-0,42.

$$d_{ш} = \sqrt[3]{\frac{18 \cdot \sigma_{сж}^2}{\rho_{ш} \cdot \pi \cdot E \cdot W_{ш}^2}} \cdot \delta_{ш \max} = \sqrt[3]{\frac{18 \cdot (180 \cdot 10^6)^2}{7800 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^{10} \cdot 52,8}} \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 8,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Олинган натижага таяниб  $d_{ш}=10$  мм ли шар танлаймиз.  
 $\rho_{ш.з.}$  ни ушбу формуладан аниқлаймиз:

$$\rho_{ш.з.} = \rho_{ш.ш.} + 1,15 \cdot \left(1 - \frac{\rho_{ш.ш.}}{\rho_{ш}}\right) \cdot \rho_{ш} = 4100 + 1,15 \cdot \left(1 - \frac{4100}{7800}\right) \cdot 1950 = 3036,25 \text{ кг/м}^3$$

Тегирмон электр юриткичининг кувватини аниқлаш ушбу формуладан ҳисоблаймиз

$$N_{\text{дв}} = \frac{K_N \cdot \rho_{ш.з.} \cdot R^{2,5} \cdot L \cdot g}{60 \cdot \eta_{\text{пер}}} = \frac{48,2 \cdot 3036,25 \cdot 1,74^{2,5} \cdot 4,88 \cdot 9,81}{60 \cdot 0,92} =$$

$$= \frac{21211525}{55,2} = 384266,8 \text{ Вт}$$

Ушбу электр юриткич кувватининг қиймати 4-17жадвалда келтирилган катталикдан кичик, яъни  $384,266 \text{ кВт} < 1000 \text{ кВт}$ .

#### 4.21. Барабанли гранулятор-қуриткич ҳисоби

**Мисол 4-28.** Карбамид гранулаларини олиш учун қуйидаги маълумотлар асосида барабанли гранулятор-қуриткич (БГК) ҳисоблансин.

$$G = 30 \text{ м/соат};$$

$$t_1 = 450^\circ \text{C};$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C};$$

$$W_1 = 24\%;$$

$$W_2 = 1,2\%;$$

$$W_{кр} = 4\%;$$

$$\mathcal{E} = m = 0,65;$$

$$D = 0,7 \text{ мм};$$

$$Z = 40;$$

$$V_1 = 2,4 \text{ м/с};$$

$$V_{с} = 0,21 \text{ м/с};$$

$$t_n = 85^\circ \text{C};$$

$$t_{шт} = 80^\circ \text{C};$$

Иссиклик элткич температура напорини аниқлаш:

$$\Delta T = t_1 - t_2 = 450 - 100 = 350^\circ \text{C}$$

Қурилма кўндаланг кесимига намлик бўйича кучланишни ҳисоблаймиз:

$$A_F = 0,49 \Delta T + 200 = 0,49 \cdot 350 + 200 = 371 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$$

Тайёр маҳсулот унумдорлиги бўйича қурилмада буғлатилган намликнинг умумий миқдорини аниқлаймиз:

$$Q_0 = G_{np} \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1} = 30 \cdot \frac{24 - 1,2}{100 - 24} = 9 \text{ м/соат}$$

Курилма диаметрини топамиз:

$$D = \sqrt{\frac{Q_0}{0,785A_F}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^3}{0,785 \cdot 371}} = 5,5 \text{ м}$$

Модификациялашган Фруд критерийси қийматини  $Fr_{opt}=0,022$  деб қабул қилиб курилма айланиш частотасини ҳисоблаймиз:

$$n = \frac{60}{\pi} \sqrt{Fr_{opt} \frac{g}{D}} = \frac{60}{3,14} \sqrt{\frac{0,022 \cdot 9,8}{5,5}} = 3,8 \text{ айл/мин}$$

Пульпани пуркаш фаввораси узунлигини топамиз:

$$\frac{L_\phi}{D} = 0,44 \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^{0,9} \cdot \left(\frac{V_m}{V_e}\right)^{0,29} \cdot \left(\frac{G_m}{G_n}\right)^{-0,1}$$

$$\frac{L_\phi}{D} = 0,44 \cdot \left(\frac{2}{1}\right)^{0,9} \cdot \left(\frac{2,4}{0,21}\right)^{0,29} \cdot \left(\frac{66,7}{31,7}\right)^{-0,1}$$

$$\frac{L_\phi}{D} = 0,44 \cdot 1,86 \cdot 2,02 \cdot 0,93 = 1,54$$

$$L_\phi = 1,54 \cdot D = 1,54 \cdot 5,5 = 8,47 \text{ м}$$

Пульпани пуркаш зонасининг узунлигини  $L_p=1$  м деб қабул қилиб кукун учиш зонасининг узунлигини аниқлаймиз:

$$L_s = L_\phi - L_p = 8,47 - 1 = 7,47 \text{ м}$$

Қисман қуритиш зонасида намликнинг камайиши:

$$W_c = G_{np} \frac{W_{kp} - W_2}{100 - W_{kp}} = 30 \frac{4 - 1,2}{100 - 4} = 0,875 \text{ м/сoат}$$

Қисман қуритиш зонасида иссиқликнинг сарфи:

$$Q_c = W_c (595 + 0,47t_2 - t_n)$$

$$Q_c = 0,875 \cdot 10^3 (595 + 0,47 \cdot 100 - 85) = 487,375 \cdot 10^3 \text{ ккал/с}$$

$$Q_c = 567 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

Қисман қуритиш зонасининг узунлиги бўйича ўртача температура напори ушбу тенгламадан топилади:

$$\Delta t_D = \frac{(t_2' - t_n) - (t_2 - t_m)}{2,3 \lg \frac{t_2 - t_n}{t_2 - t_m}}$$

$$\Delta t_d = \frac{(120 - 85) - (100 - 80)}{2,31g \left( \frac{120 - 85}{100 - 80} \right)} = 26,8^\circ\text{C}$$

Қисман куритиш зонасида ҳажмий иссиқлик бериш коэффициентни ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\alpha_v = 1130a \cdot \lambda_m \cdot n \cdot B(1-m) \cdot \sqrt{\frac{(V_m^2 + V_s^2)D}{v}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\delta_0^3}}$$

$$\alpha_v = 1130 \cdot 0,007 \cdot 35 \cdot 10^3 \cdot 3,8 \cdot 0,27(1-0,65) \cdot \sqrt{\frac{(2,4^2 + 7,77^2) \cdot 5,5}{23 \cdot 10^{-6}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1 \cdot 10^{-3})^3}}$$

$$\alpha_v = 97,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Куракчадан заррачанинг ўртача тушиш баландлиги:

$$H_{\text{cp}} = 0,56D = 0,56 \cdot 5,5 = 3,08 \text{ м}$$

Куракчадан заррачанинг тушиш тезлиги:

$$V_s = \sqrt{2gH_{\text{cp}}} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 3,08} = 7,77 \text{ м/с}$$

Куракчаларнинг маҳсулот қатлаидан чиқишда куракчадаги материал эгаллаб турган барабан кўндаланг кесимидаги юзаси:

$$F_s^{\text{н}} = \frac{\varepsilon \cdot F}{Z} = \frac{0,45 \cdot 24}{40} = 0,27 \text{ м}^2$$

$$\varepsilon = 0,45$$

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 5,5^2}{4} = 24 \text{ м}^2$$

Заррачаларнинг қурилма ишчи куракчаларидан тушиш жараёнида иссиқлик бериш инобатга олувчи коэффициентни ҳисоблаймиз:

$$\alpha = \frac{1}{1 + 0,31 \cdot \left( 100F_s^{\text{н}} + 0,55 \cdot (100F_s^{\text{н}})^2 \right)}$$

$$\alpha = \frac{1}{1 + 0,31 \cdot \left( 100 \cdot 0,27 + 0,55 \cdot (100 \cdot 0,27)^2 \right)} = \frac{1}{133,7} = 0,007$$

$$B = \frac{F_s^{\text{н}}}{D^2} \cdot Z \cdot \sqrt{\frac{H_{\text{cp}}}{D}}$$

$$B = \frac{0,27}{5,5^2} \cdot 40 \cdot \sqrt{\frac{3,08}{5,5}} = 0,009 \cdot 40 \cdot 0,75 = 0,27$$

Қисман куритиш зонасининг ҳажми:



$$V_c = \frac{Q_c}{\alpha_v \cdot \Delta t_d} = \frac{567 \cdot 10^3}{97,5 \cdot 26,8} = 217 \text{ м}^3$$

Унда, қисман қуритиш зонасининг узунлиги:

$$L_c = \frac{V_c}{F_6} = \frac{V_c}{0,785D^2} = \frac{217}{0,785 \cdot 5,5^2} = 9,14 \text{ м}$$

Қурилманинг умумий узунлиги:

$$L_{\text{оби}} = L_p + L_s + L_c = 1 + 7,47 + 9,14 = 17,61 \text{ м}$$

Қурилма узунлигини  $L_{ym}=18$  м деб қабул қиламиз.

Қуритишга кетадиган иссиқлик элткичнинг тўлиқ сарфи:

$$Q_m = v_m \cdot F_6 = 2,4 \cdot 0,785 \cdot 5,5^2 = 57 \text{ м}^3 / \text{с}$$

#### 4.22. Мавҳум қайнаш қатламли гранулятор ҳисоби

**Мисол 4-29.** Мавҳум қайнаш қатламли қурилмада икки қатламли карбоаммофоска гранулаларини ишлаб чиқаришнинг асосий кўрсаткичларини ҳисоблаш. Мочевина гранула, аммофос ва хлорли калий аралашмаси пульпа кўринишида узатилади.

Бошланғич маълумотлар: маҳсулот - аммофос.

- |  |   |
|--|---|
| - иш унумдорлик                              | - $G=10$ т/соат;                              |
| - мочевина гранулалари сарфи                 | - $G_p=3,5$ т/соат;                           |
| - мочевина гранула ўртача диаметри           | - $d_{yp}=1,2$ мм;                            |
| - нам сақлаши:                               |   |
| пульпаники                                   | - $W_n=0,3$ кг/кг;                            |
| маҳсулотники                                 | - $W_{np}=0,005$ кг/кг;                       |
| атмосфера ҳавоники                           | - $X_I=10$ г/(кг к.х.);                       |
| - температура                                |   |
| мавҳум қайнаш қатламники                     | - $t_{cl}=75^\circ\text{C};;$                 |
| пульпаники                                   | - $t_{II}=95^\circ\text{C};$                  |
| - ишлатиб бўлинган иссиқ ҳаво нисбий намлиги | - $\varphi_2=15\%;$                           |
| - маҳсулот иссиқлик сиғими                   | - $c_{np}=1,26$ кЖ/кг;                        |
| - эришнинг солиштирма иссиқлиги              | - $q=147$ Ж/кг;                               |
| - зичлик:                                    |   |
| гранула ядросиники                           | - $\rho_n=1300$ кг/м <sup>3</sup> ;           |
| қобикники                                    | - $\rho_{об}=1800$ кг/м <sup>3</sup> ;        |
| «тўкма» маҳсулотники                         | - $\rho_n=850$ кг/м <sup>3</sup> ;            |
| - пульпа температура ўтказувчанлиги          | - $a.=14 \cdot 10^{-4}$ м <sup>2</sup> /соат. |

Рамзиннинг  $I$ -х диаграммасидан қатлам температураси  $t_k$  ва  $\varphi_2$  лар бўйича ишлатиб бўлинган иссиқлик элткичнинг нам сақлаши  $X_2 = 40$  кг/кг қурук ҳаво топилади.

Иссиқлик элткичнинг сарфи:

$$G_B = \frac{(G_{np} - G_p) \cdot W_{II}}{(x_2 - x_1) \cdot 10^{-3}} = \frac{(10000 - 3500) \cdot 0,3}{30 \cdot 10^{-3}} = 65000 \text{ кг} / \text{соат}$$

Иссиқлик балансини ҳисоблаймиз

**Иссиқлик кириши:**

- иссиқлик элткич билан

$$I_1 = G_{\text{соз}} \cdot \left[ (0,24 + 0,47X_1 \cdot 10^{-3}) \cdot t_{c.a.} + 595X_1 \cdot 10^{-3} \right] \cdot 4,19$$

$$= 65000 \cdot \left[ (0,24 + 0,47 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) \cdot t_{c.a.} + 595 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \right] \cdot 4,19$$

бу ерда  $t_{c.a.}$ -иссиқлик элткич температураси.

- пульпа билан

$$I_2 = (G_{np} - G_p) \cdot (c_{np} + c_{\text{сод}} \cdot W) \cdot t_n = 4,19 \cdot (10000 - 3500) \cdot (0,3 + 0,3) \cdot 95 = 370000 \cdot 4,19 = 1550000 \text{ Ж / кг}$$

- мочевина гранулалари билан

$$I_3 = G_p \cdot c_p \cdot t_p = 4,19 \cdot 3500 \cdot 0,3 \cdot 20 = 21000 \cdot 4,19 = 88000 \text{ Ж / кг}$$

- эриш иссиқлиги билан

$$I_4 = G_{np} \cdot q = 4,19 \cdot 65000 \cdot 35 = 228000 \cdot 4,19 = 956000 \text{ Ж / кг}$$

**Иссиқлик сарфи:**

- ишлаб бўлинган иссиқлик элткич билан

$$I_5 = G_{\text{соз}} \cdot \left[ (0,24 + 0,47X_2 \cdot 10^{-3}) \cdot t_{c.a.} + 595X_2 \cdot 10^{-3} \right] \cdot 4,19 =$$

$$= 65000 \cdot \left[ (0,24 + 0,47 \cdot 40 \cdot 10^{-3}) \cdot 75 + 595 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \right] \cdot 4,19 = 11770000 \text{ Ж / кг}$$

- маҳсулот билан

$$I_6 = G_{np} \cdot c_{np} \cdot t_{ca} = 4,19 \cdot 10000 \cdot 0,3 \cdot 75 = 225000 \cdot 4,19 = 945000 \text{ Ж / кг}$$

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I_5 + I_6$$

Иссиқлик элткич температурасини иссиқлик баланسدан аниқлаймиз, яъни  $t_{c.a.} = 128^\circ\text{C}$ . Икки қатламли минерал ўғитлар учун гранула ҳосил қилиш коэффициентини ушбу формуладан топамиз:

$$k = 10T^{1,52} \cdot W_n^{0,26} \cdot R^{-0,25} = 10 \cdot 0,275^{1,52} \cdot 0,3^{0,26} \cdot 1,2^{-0,52} = 0,98$$

Маҳсулот гранулометриқ таркиби:

$$F(d_i) = 1 - \exp \left[ - \frac{3G_{np}}{k(G_{np} - G_p)} \cdot \frac{\ln \frac{d_i(1+2A) - 2A \cdot d_p}{d_p}}{\left(\frac{d_p}{d}\right)^2 \cdot \left(\frac{\rho_a}{\rho_{\text{сод}}}\right) + 1} \right]$$

Карбоаммофоска учун  $A=0,52$ .

$$F(4) = 1 - \exp \left[ - \frac{6,9 \cdot 10000}{0,98 \cdot (10000 - 3500)} \cdot \frac{\ln \frac{4 \cdot (1 + 2 \cdot 0,52) - 2 \cdot 0,52 \cdot 1,2}{d_p}}{\left(\frac{1,2}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{1,3}{1,8} - 1\right) + 1} \right]$$

$F(4)=1$ , яъни маҳсулотда ўлчами 4 мм дан кичик бўлган фракция миқдори 100% ни ташкил этади. Мавҳум қайнаш бошланиши тезлиги проф. О.М.Тодес формуласи ёрдамида аниқланади:

$$Re = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}}$$

$$\frac{w_{no} \cdot 0,002}{20 \cdot 10^{-6}} = \frac{2,35 \cdot 10^5}{1400 + 5,22\sqrt{2,35 \cdot 10^5}}$$

$$w_{no} = 0,63 \text{ м/с}$$

бу ерда  $w_u=2,5$  м/с - ишчи тезлик.

Газ тақсимлаш тўр пардасининг юзаси:

$$S = \frac{G_{\text{гоз}}}{w_u}$$

Грануланинг мавҳум қайнаш қатламида ҳаракат вақти  $\tau_{\text{гр}}$  нинг ўртача қиймати ушбу тенгламадан топилади:

$$\frac{W_{\text{гр}}}{W_n} = 0,1 \cdot Gu^{-0,60} \cdot Fo^{-0,65}; \quad \frac{0,05}{0,3} = 0,1 \cdot \left(\frac{75-37}{273+75}\right)^{-0,60} \cdot (3,63 \cdot 10^2 \cdot \tau)^{0,65}; \quad \tau_{\text{гр}} = 0,32 \text{ с}$$

Мавҳум қайнаш қатламининг массаси:

$$G_{\text{сл}} = G_{\text{гр}} \cdot \tau_{\text{гр}} = 10000 \cdot 0,32 = 3200 \text{ кг}$$

Мавҳум қайнаш қатламининг баландлиги:

$$H_0 = \frac{G_{\text{сл}}}{\rho_u \cdot S} = \frac{3200}{850 \cdot 7,6} = 0,5$$

Қурилма ишчи қисмининг баландлиги:

$$H_p = 5,6 \cdot H_0 \cdot Re^{0,7} \cdot Ar^{-0,375} = 5,6 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{2,5 \cdot 0,002}{20 \cdot 10^{-6}}\right)^{0,7} (2,35 \cdot 10^5)^{-0,375} = 1,3 \text{ м}$$

Учиб чиқиш тезлиги ушбу формуладан топилади:

$$w_y = 0,09 \cdot Ar^{0,25} \cdot \lg \frac{w_u}{w_{no}} = 0,09 (2,35 \cdot 10^5)^{0,25} \cdot \lg 4; \quad w_y = 1,18 \text{ м/с}$$

Қатлам заррачасининг максимал учиб чиқиш тезлиги қуйидагича аниқланади:

$$w_{y,\text{max}} \cong 3 \cdot w_y = 3 \cdot 1,18 = 3,54 \text{ м/с}$$

Қурилма ажратиш бўлимининг минимал баландлиги:

$$H_{\text{сеп}} = \frac{w_y^2}{2g} = \frac{1,18^2}{2 \cdot 9,8} = 0,07 \text{ м}$$

#### 4.23. Парракли аралаштиргич хисоби

**Мисол 4-30.** Парракли аралаштиргичнинг айланиш частотаси ва қуввати аниқлансин. Шартли сифими  $V=0,33 \text{ м}^3$  бўлган қурилмага зичлиги  $\rho=180 \text{ кг/м}^3$  бўлган аралашма қуйилган. Паррак диаметри  $D_1=650 \text{ мм}$ . Аралаштириш жадаллиги шундай бўлиши лозимки, суюқлик диффузордан 1 дақиқада 12 мартаба ўтсин, яъни аралаштириш қарралиги  $\kappa=12$ .

Парракли аралаштиргичнинг ювувчи юза майдони

$$F_{\text{юв}} = 0,8 \frac{\pi D_1^2}{4} = 0,8 \frac{3,14 \cdot 0,65^2}{4} = 0,265 \text{ м}^2$$

Суюқликнинг ўк бўйича йўналишдаги тезлиги

$$w_y = \frac{\kappa V}{60 F_{\text{юв}}} = \frac{12 \cdot 3,33}{60 \cdot 0,265} = 2,5 \text{ м/с}$$

Винт чизиғининг кўтарилиш бурчагини  $\theta=30^\circ$  деб қабул қилиб, аралаштиргичнинг айланиш частотасини ҳисоблаймиз:

$$n = \frac{19,1 w_y}{D_1 a_1} = \frac{19,1 \cdot 2,5}{0,65 \sin 30^\circ \cos 30^\circ} = 170 \text{ айл/мин} = 2,9 \text{ айл/с}$$

Парракли аралаштиргични айлантириш учун сарфланувчи қувват:

$$N = 0,2 \cdot a \cdot D_1^5 \cdot n_c^3 \cdot \rho = 0,2 \cdot 0,108 \cdot 0,65^5 \cdot 2,9^3 \cdot 180 = 11,0 \text{ кВт}$$

## 5 боб. ҚУРИЛМА АСОСИЙ ҚИСМ ВА ДЕТАЛЛАРИНИНГ МЕХАНИК ҲИСОБИ



Механик ҳисоблашдан мақсад ишчи шароитда қурилманинг мустаҳкамлигини таъминлашдир. Ушбу ҳисоблаш стандарт, норма ва тасдиқланган ҳужжатлар асосида бажарилади.

Қобик труба қурилмаларнинг асосий техник параметрлари бўлиб қобик девори ва днишченинг қалинлиги ҳисобланади. Ундан ташқари ушбу босқичда таянчнинг конструктив параметрлари аниқланади.

### 5.1. Технологик трубалар

Технологик труба қувурлар кимё саноати корхоналаридаги технологик қурилмаларнинг ажралмас қисми ҳисобланади.

Кимё ва нефтни қайта ишлаш корхоналари труба қувурларининг узунлиги ва уларга металл сарфи жуда катта. Шунинг учун монтаж ишлари мураккаб ва кўп меҳнат талаб қилади. Труба қувурларини ишчи ҳолатда ушлаб туриш кўп ишчиларни жалб қилишни тақозо этади. Замонавий нефтни қайта ишлаш корхонасида труба қувурларини монтаж қилиш ишлари умумий монтаж ишларининг 50...60% ни ташкил қилади.

Труба қувурларининг вазифаси турлича: у унинг номланиши ва конструктив жиҳозланишини белгилайди. Труба қувурлари технологик қурилмаларни ягона системага бирлаштиради, ҳамда қурилмалар ва корхона цехлари орасидаги боғланишни таъминлайди. Хом-ашё, ярим маҳсулот ва тайёр маҳсулотларни транспортировка қилиш учун мўлжалланган узун труба қувурлари, магистрал қувурлар деб номланади.

Труба қувурлари орқали суюқлик, газ ёки таркибида каттик заррачалар бор аралаш оқимлар ҳаракатланади. Труба қувурларини тўғри эксплуатация қилиш учун улардаги босим, ҳамда узатилаётган муҳитнинг температураси, коррозион ва эррозион фаоллигини билиш зарур. Одатда, труба қувурининг ташқи томонини ювиб турувчи муҳитнинг хоссалари аниқловчи омил бўлади. Трубани тайёрлаш усули ва материални, ҳажми ва монтаж қилишни, уни таъмирлашни эксплуатацион параметрларга қараб белгиланади.

Ҳар бир труба қувурининг асосий элементи - трубалар. Труба қувурларининг кўпчилигини пўлат трубалар ташкил этади. Трубалар чоксиз ва чокли (пайвандланган) бўлиб, турли маркали пўлатлардан ясаллади. Коррозион фаол муҳитлар учун биметалл трубалар қўлланилади. Худди шу муҳитлар учун ички юзаси полимер материал, резина ва эмаллар билан копланган чоксиз трубаларни ишлатиш мумкин.

Айрим ҳолларда, 0°С дан паст температураларда эксплуатация қилинадиган труба қувурлари рангли ёки уларнинг қотишмалардан тайёрланади.

Коррозион фаол муҳитларни узатиш учун нометалл материаллар (фаолит, винипласт, шиша, керамика ва х. ) лар дан ясалган труба қувурлари кимё саноатида кенг қўлланилади.

Труба қувурларини монтаж қилиш ва таъмирлаш усуллари труба қувурларининг материалига, ҳамда унинг ўлчамлари ва ерга нисбатан жойлашишига боғлиқ.

Ҳамма труба қувурлари ишчи чизмалар ва тасдиқланган лойиха асосида қурилади. Мунтазам равишда кузатиладиган, тез-тез таъмирланадиган труба қувурлари, одатда факат таянчларга ўрнатилади. Агарда, эстакадага бир неча қатор труба қувурлари жойлаштириладиган бўлса, агрессивлиги юқори, захарли ва ёнувчан муҳитли труба қувури энг пастки қаторга ўрнатилиши зарур. Чунки, бундай жойлаш таъмирлаш ва кузатиш ишларини осонлаштиради. Ундан ташқари, авариялар бўлганда бошқа труба қувурларига ушбу моддалар ўтиб ёки оқиб тушмайди ва зарар етказмайди. Иссиклик элткич ва конденсатлар учун труба ва

буғ қувурлари таянч ва эстакадаларда, ҳамда ишончли канал типигаги очик лотокларда ўрнатилади.

Фланецли, иссиқлик қопламали бир текисликда ётган қўшни труба қувурларининг ўқлари орасидаги масофа  $L$  ни қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$L = \frac{D_1 + D_2}{2} + a \quad (5.1)$$

бу ерда  $D_1$  ва  $D_2$  – қўшни труба фланецларининг ташки диаметри, м;  $a$  – фланецлар орасидаги масофа, м; трубалар диаметри 200 мм дан кам бўлганда  $a=80\text{...}100$  мм; трубалар диаметри 250...700 мм бўлса  $a=105\text{...}150$  мм.

Энг четки труба қувири ўқидан қўшни конструктив элементгача бўлган масофа  $c$  ушбу формула орқали топилади:

$$c = \frac{D}{2} + a \quad (5.2)$$

бу ерда  $D$  – труба қувири фланецининг ташки диаметри.

Кўпчилик ишлатилаётган труба қувурлари статик электр майдони таъсирига дучор бўлади. Шунинг учун, труба қувурларини ерга улаб қўйиш керак.

Қўрилаётган труба қувурлари хизматчилар, машина ва юк қўтарувчи транспорт юриш ва ўтиш йўлларини ёпиб қўймаслиги керак. Эстакада ёки ер устидаги энг пастки труба қувири белгиланган баландликда бўлиши зарур: темир йўллари устидан 5,5 м; автомобил йўли устидан 4,5 м; йўловчилар йўлидан 2 м; шуни алоҳида таъкидлаш керакки, юқорида қайд этилган участкалар устидан фақат пайвандланган (фланец, арматура, компенсатор ёки бошка мосламасиз) труба қувурлари ўтказилади.

Жойлашишига қараб, ер ости ва ер устидаги труба қувурлари бўлади. Ер устида жойлашган труба қувурлари кенг тарқалган, чунки уларни техник назорат қилиш осон.

Труба қувурлари, айниқса ер остидагилари, кўндаланг кучлар таъсиридан химояланган бўлиши даркор. Шунинг учун, йўллар остидаги труба қувурлари туннель ёки гильзаларга жойланади. Ундан ташқари, девор ва бетон шиплар орқали труба қувурлари ўтказилганда ҳам гильзалардан фойдаланилади. Ушбу усул, қурилиш конструкциясидан қатъий назар, температура деформациялари труба қувирига шикаст етказмайди. Одатда, гильзалар мустаҳкам ва кўзгалмас қилиб ўрнатилади. Ҳар доим, пайванд чоклари гильза ичига тўғри келмаслигига ҳаракат қилиш керак.

Ер ости труба қувурлари энг камида 0,5 м чуқурликда ўтказилиши керак. Музлайдиган ерлар учун труба қувири ўрнатиш чуқурлиги, музлаш чуқурлигидан 0,1 м кўп бўлиши зарур. Темир ва трамвай йўллари билан кесишадиган жойларда гильзали труба қувурлари шпал остидан энг камида 1 м чуқурликда ўтиши керак. Автомобил йўллари остидаги труба қувурларини ўтказиш чуқурлиги 0,8 м дан кам бўлмаслиги керак.

Труба қувурларини саноат иншоотларининг девори орқали ўтказиш ман қилинади. Айрим ҳолларда, кичик диаметрли труба қувурларини деворга маҳкамланган таянчларда ўтказиш мумкин, лекин улар ойна ва эшикларга тўсқинлик қилмаслиги керак.

Бинолар, қурилмалар фундаменти ва саноат иншоотлари остидан труба қувурларини ўтказиб бўлмайди. Ер ости труба қувурлари коррозиядан мукамал химояланган бўлиши керак. Технологик труба қувурлари маълум қияликда ўрнатилиши керак, чунки муҳит узатилиши тўхтатилганда уни бўшатиш осонлашади.

## 5.2. Технологик трубалар шартли диаметри ва уларнинг стандарт қатори

Технологик қувурлар цех ичидаги ва цехлараро қувурларга бўлинади. Цех ичидаги айрим қурилмаларни, машина ва ускуналарни бирлаштирувчи труба қувурлари, цехларарога эса – турли цехлардаги қурилмаларни бирлаштирувчи трубалар киради.

Технологик труба қувурлари бир қатор элементлар ўзаро ажралмас ва ажралувчан бирикмалар билан бирлаштирилган труба, труба деталлари ва арматуралардан таркиб топган.

Труба қувурларини лойиҳалаш, стандарт ва нормаллар асосида труба қувурлари элементларини танлашдан иборат. Танлашда асосан труба қувурининг иккита характеристикаси катта аҳамиятга эга: шартли ўтиш диаметри ва шартли босим.

Труба ёки арматурадаги муҳит ўтиши учун мўлжалланган тешикнинг номинал диаметри – шартли ўтиш диаметри ёки шартли диаметр дейилади ва у  $D_y$  деб белгиланади. Агар, труба қувурининг исталган иккита элементи бир хил  $D_y$  га эга бўлса, унда уларнинг кўндаланг кесим юзалари ва бирлаштирувчи ўлчамлари ҳам бир хил бўлади. Шартли диаметр қатори Давлат Стандарти томонидан белгиланган. Технологик қувурларда кенг қўлланиладиган труба ва арматуралар учун куйидаги труба **шартли диаметрлари** (мм) тавсия этилган: 3; 5; 10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 500; 600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 2000; 2400; 3000; 3400; 4000.

20°C температурали муҳитнинг максимал муҳитнинг ортиқча босимида труба ва труба қувурлари элементларини ҳавфсиз ва узоқ муддатли эксплуатациясини таъминловчи босим – бу шартли босим  $P_y$ .

200°C температурагача муҳитнинг шартли босими ва ишчи босими бир-бирига мос тушади. Ундан юқори температурада шартли босим қиймати ишчи босим қийматидан катта бўлиши керак.

Давлат стандарти куйидаги **шартли босимлар** қаторини белгилаган (МПа): 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,4; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 64; 80; 100.

Ишлаш шароитига қараб гуруҳларга бирлаштириш учун куйидаги 3 асосий параметр бўйича классификация қилинган: ишчи босим; ишчи температура; муҳит хоссалари ва параметрлари.

Узатилаётган муҳит хоссаларига қараб труба қувурлари 5 гуруҳга ажратилган (А, Б, В, Г, Д), муҳит параметрлари (босим ва температура)га қараб 5 та категорияга бўлинади (I, II, III, IV, V).

- А – Д гуруҳ труба қувурлари: суюқ ва газсимон заҳарли маҳсулотлар учун;
- Б – ёнувчан ва фаол газлар, ёнувчан ва енгил аланга олувчан суюқликлар учун;
- В – ўта қизиган сув буғи учун;
- Д – ёнмайдиган газ, суюқлик ва буғлар учун.

Ҳар бир гуруҳ ичида, труба қувурлари яна категорияларга ажратилган. Чунончи, Б гуруҳида 350-700°C да енгил аланга олувчи суюқликлар учун I категорияли труба қувури зарур, - 150 дан +120°C температурагача IV категорияли труба қувури керак. Ҳар бир категория труба қувурлари учун лойиҳалаш, монтаж, эксплуатация ва таъмирлаш нормалари ўрнатилган.

### 5.3. Трубаларни танлаш

Технологик труба қувурларида ишлатиладиган труба, фланец, бирлаштирувчи ва маҳкамловчи деталлар ГОСТ, техник шарт ва нормалар талабларига мос келиши керак.

Тайёрлаш усулига қараб чоксиз ва пайвандланган трубалар бўлади. Чоксиз трубалар совуқ тортилган, жуваланган, иссик жуваланган ва крекингли бўлиши мумкин. Пайвандланган трубалар электр пайвандлаб ясалади ва чоклар кўндаланг ва бўйлама қилиб бажарилади.

5-4 жадвалда энг кўп қўлланиладиган трубалар тури ва улар ясаладиган пўлатлар маркалари келтирилган.

Пўлат трубалардан ташқари, винипласт, полиэтилен, эмаль, резина ва шиша билан копланган трубалар кенг қўламда қўлланилмоқда (5-2 жадвал).

Ушбу трубалар пўлат трубалар мустаҳкамлигига ва коплама материалнинг коррозия бардошлигига эга. Ундан ташқари, бу трубаларга бирлаштирувчи деталлар ҳам

мос равишда ишлаб чиқарилади. Трубалар ўлчамлари ва қўллаш чегаралари ГОСТ ва техник шартлар билан белгиланади.

Рангли металлдан, асосан мис ва алюминий трубалари саноат миқёсида кенг қўлланилади.

Диаметри 219 мм гача ўлчамли биметалл (ташки қатлам углеродли пўлат – ички қатлам легирланган пўлат (ёки тескари), ташки қатлам мис – ички қатлам углеродли пўлат ёки тескари) трубалар ҳам ишлаб чиқарилади.

Ҳозирги кунда пластмасс трубалар кенг қўламда қўлланилмоқда. Улар пўлат трубалардан коррозия бардошлиги, кичик массаси ва бошқа афзалликлари билан пўлат трубалардан фарқланади. Лекин юқори температураларда мустаҳкамлиги жуда паст. Масалан, 50°С дан юқори температураларда полиэтилен трубаларни қўллаб бўлмайди. Саноат миқёсида винилпласт трубалар 60°С ва 0,6 МПа босимгача фаолит, 160°С ва 0,6 МПа босимгача босимгача полиэтилен, полипропилен, графитопласт АТМ-1, фторопласт-4 трубалар чиқарилади.

Фторопласт трубалар юқори коррозияга қарши диэлектрик хоссалари ҳамда паст ва юқори температуралар (қўллаш соҳаси -100 дан +250°С) гача ва юқори (бошқа металмас трубаларга нисбатан) мустаҳкам. Янада катта мустаҳкамликка шишапластик (боғловчи смолалар шимдирилган шиша толалар) трубалар эга. Бу трубалар коррозия бардош ва кичик массага эга, лекин газ ютиш хоссага эга бўлгани учун саноатда қўлланиши чекланган.

Коррозия – фаол маҳсулотларни узатиш, ҳамда шлам чиқариш ва канализация трубалари учун юқори кремнийли чўян трубалар қўлланилади.

Трубалар деворининг қалинлиги ва диаметри қувурнинг узунлиги билан белгиланади.

Труба қувурининг ички диаметри гидравлик ҳисоблашлар асосида аниқланади. Бунинг учун муҳит сарфи, хоссалари ва ҳолати берилган бўлиши керак. Одатда, труба қувурининг шартли ички диаметри деганда, трубанинг номинал ички диаметри тушунилади. Трубанинг ҳақиқий диаметри унинг девори қалинлигига боғлиқ. Кўпинча ҳақиқий ва шартли ўтиш диаметрлари бир бирига тенг.

Шартли ўтиш диаметрлари унификацияланган. Бу труба деталлари ва арматураларни ўзаро осон алмаштиришни таъминлайди.

ГОСТ бўйича қуйидаги шартли диаметрлар бўлади (мм): 10, 15, 20, 25, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600.

Диаметри 175, 450, 700, 900, 1100 мм ли трубаларни умумий труба қувурлари учун қўллаш тавсия этилади.

Труба ўлчами иккита рақам билан белгиланиши қабул қилинган, яъни ташки диаметри ва деворининг қалинлиги. Масалан, 76х6 (ташки диаметр 76 мм, деворининг қалинлиги 6мм). Трубалар тўғрисидаги тўлиқ маълумот улар учун қаср кўринишида ўрнатилган шартли белгилаш берилган бўлади. Қаср суратида труба ташки диаметри (мм), деворининг қалинлиги, тўлиқ узунлиги ёки қаррали узунлиги (яъни, қолдиқсиз бўлинадиган труба узунлиги) ва труба учун ГОСТ келтирилган; махражда эса – труба материалининг жўнатиш гуруҳи ва материал ГОСТи.

ГОСТ да турли материаллардан тайёрланган катта қаторда трубалар типик ўлчамлари назарда тутилган.

ГОСТ да труба қувурлари ва арматуралар учун ўрнатилган шартли, синов ва ишчи босимлар келтирилган.

Шартли босим деганда, “муҳит температураси 200°С дан ошмаган” температурада труба қувурининг ҳисобланган шартли босими тушунилади.

Труба қувури эксплуатация жараёнидаги номинал босим ишчи босим деб ҳисобланади. Муҳит температураси 200°С гача бўлган ҳолларда ишчи ва шартли босимларни бир хил деб қабул қилса бўлади. Бундан юқори температураларда руҳсат этилган ишчи босим ҳар бир



холат учун жадвалларда берилган маълумотлардан танланади. 5-3 жадвалда 2МХ маркали (хром-молибденли) труба ва арматура учун ишчи босимлар келтирилган.

### 5.3.1. Труба қувурларининг ҳисоби

Труба қувурларининг диаметрини тўғри аниқлаш, уларни қуриш ва монтажига, ҳамда энергетик ва эксплуатацион сарфлар қанча бўлишини белгилайди. Труба диаметрини аниқлашда асос бўлиб, иш унумдорлиги ва узатилаётган мухитнинг тезлиги хизмат қилади. Труба диаметри секундли сарф тенгламасидан аниқланади:

5-1 жадвал

Технологик труба қувурлари классификацияси

Гуруҳ	Труба қувуридаги мухит	Труба қувур категорияси									
		I		II		III		IV		V	
		P <sub>p</sub> , МПа	t, °C	P <sub>p</sub> , МПа	t, °C	P <sub>p</sub>	t, °C	P <sub>p</sub>	t, °C	P <sub>p</sub>	t, °C
A	Заҳарли маҳсулотлар:										
	а) каттик, заҳарли моддалар: аммиак угле-род оксиди, олтингугурт-ли водород ва угле-род, тетраэтил кўрғошин, хлор, дихлорэтан, хлор-метил, синиль кислота, ароматик ва амин бирик.	Боғлиқ бўлма-ган	>-70; <+700	-	-	-	-	-	-	-	-
	б) буттовчи кислоталар: олеум; азот, хлорид ва сульфат кислоталар		>-70; <+700	-	-	-	-	-	-	-	-
	в) токсик маҳсулотлар: ацетальдегид, бензол, метанол, этилен оксид, хлорбензол, фенол, крезол, толуол, моно-хлор олтингугурт, рух оксиди, диэтил ва изо-пропилбензол, пиридин	>1,6; <0,08	>-70; <+700	>-0,08; <+1,6	>-70; <+350	-	-	-	-	-	-
B	Ёнувчи ва фаол газлар, осон ёнувчи ва ёнувчан суюқликлар										
	а) портловчи, суюл-тирилган газлар 20°C даги буғлар босими 0,6 МПа дан юкори: пропан, пропилен, этан, этилен	>2,5	>250	<2,5	>-70; <+250	-	-	-	-	-	-
	б) портловчи суюқ газлар ва уларнинг 20°C даги буғлар босими ≤,6 МПа: бутан, бутилен, дивинил, изобутан, изобутилен	>2,5	>250; <-70	>1,6 <2,5	>-120 <250 ва>0 <-70	<1,6	> -70 <+120	-	-	-	-
	в) портловчи газлар: бутан, бутилен, водород, изобутан, изобутилен, крекинг-газ;	Боғлиқ бўлма-ган	> 350 <700	>2,5 < 6,4	>250 <350 ва>0 <-70	>1,6 <2,5	>120 <250 ва >0 <-70	<1,6	> -70 <+120	-	-
	метан, пирогаз, пропан, пропилен, ёқилги гази, факел газ, этан, этилен	<0,08	Боғлиқ бўлма-ган	< 0,095	Боғлиқ бўлма-ган	-	-	-	-	-	-

	г) Қайнаш температура 45°C дан юкори осон ёнувчан суюкликлар: ацетон, бензин, керосин;	Боғлик бўлмаган	>350 <700	>2,5 <6,4	>250 <35 ва >0 <-70	>1,6 <2,5	>120 <250 ва>0 <-70	<1,6	>-70 <+120	-	-
	Этил, бутил спирт ва эфири, гексан, гептан, изопропил спирти, бутилацетат, нефть	< 0,08	Боғлик бўлмаган	< 0,095	Боғлик бўлмаган	-	-	-	-	-	-
	д) ёнуви суюкликлар: мазут, мойлар, дизел ёкилғиси, гудрон, соляр мойи, асфальт, этаноламин	Боғлик бўлмаган	>350 <700	>2,5<6,4	>250 <350 ва >0 <-70	>1,6 <2,5	>120 <250 ва>0 <-70	<1,6	>-70 <+120	-	-
	битум, мой дистилляти, диэтиленгликоль, диэтилкетон	<0,003	Боғлик бўлмаган	< 0,08	-"-	<0,095	-"-	-	-	-	-
В	Сув буғи, ўта киздирилган	Боғлик бўлмаган	>450 <660	<3,9	>350 <450	<2,2	>250 <350	<1,6	>120 <250	-	-
Г	Сув буғи тўйинган, иссиқ сув, буғ конденсати	>184	>120	>8,0 <18,4	>120	>1,6 <8,0	>120	>1 <1,6	>120	-	-
Д	Ёнмайдиған газлар, суюқлик ва газлар	Боғлик бўлмаган	>450 <700	>6,4 <10	>350 <450 ва>0 <-70	>2,5 <6,4	>250 <350 ва>0 <-70	<2,5	>120 <250 ва>0 <-70	<1,6	>0 <120
	азот, сув, ҳаво, инерт газлар, намоқоб, ишқор	<0,003	Боғлик бўлмаган	<0,08	-"-	<0,095	-"-	-	-	-	-

5-2 жадвал

## Узатилаётган муҳит хоссаларига қараб пўлат трубаларни танлаш

Чегаравий ўлчамлар			Шартли ўтиш, мм	Трубалар тури	Труба материали	
$P_{ш}$ , МПа, дан кам	Температура, °С				Пўлат маркаси	ГОСТ
	дан	гача				
6,4	-70	-40	50...200	Чоксиз крекинг учун	10Г2	4543-61
10	-196	+600	6...50	Чоксиз совук юмалатиш	318Н10Т	5632-61
10	-196	+600	70...200	Чоксиз иссиқ юмалатиш	X18Н10Т	5632-61
10	-40	+450	10...40	Чоксиз совук юмалатиш	20	1050-60
10	-40	+450	50...400	Чоксиз иссиқ юмалатиш	20	1030-60
10	-196	+700	10...50	Чоксиз совук юмалатиш	X17Н13М2Т	5632-61
10	-196	+700	70...400	Чоксиз иссиқ юмалатиш	X17Н13М2Т	5632-61
1,6	-30	+300	10...400	Электр пайвандланган	20	1050-60
1,6	-30	+300	400...1400	- " -	20	1050-60
2,5	-196	-70	10...80	- " -	X18Н10Т	5632-61
2,5	-40	+400	500...1000	- " -	17ГС, 16ГН	5058-65
6,4	-70	-40	50...200	Чоксиз крекинг учун	10Г2	4543-61
10	-40	+450	10...40	Чоксиз совук юмалатиш	20	1050-60
10	-40	+450	50...400	Чоксиз иссиқ юмалатиш	20	1050-60
10	-450	+570	10...400	Чоксиз	12Х1МФ	10801-64
10	-196	+700	10...50	Чоксиз совук юмалатиш	X17Н13М2Т	5632-61
10	-196	+700	70...200	Чоксиз иссиқ юмалатиш	X17Ш3М2Т	5632-61
Вакуум	-40	+450	10...40	Чоксиз совук юмалатиш	20	1050-60
<	-40	+450	50...40	Чоксиз иссиқ юмалатиш	20	1050-60
<	-30	+300	450...140	Электр пайвандланган	20	1050-60
1,0		+200	10...50	Сув ва газ учун	Талабга биноан	380-60
1,6		+300	10...400	Электр пайвандланган	ВМСтЗсп	380-60
1,6		+300	10...400	- " -	10; 20	1050-60
1,6		+300	500...140	- " -	СтЗсп	380-60
2,5		+300	500...140	- " -	ВМСтЗсп	380-60

10		+450	50...400	Чоксиз иссиқ юмалатиш	20	1050-60
1,0	0	+200	10-50	Сув ва газ учун	Буюртмачи галабига биноан	380-60
1,6	-30	+300	500-140	Электр пайвандланган	20	1050-60
2,5	-30	+300	10-400	- " -	10;20	1050-60
2,5	-40	+300	500-100	- " -	17УС; 16ГН	5058-65
6,4	-70	-40	50-200	Чоксиз крекинг учун	10Г2	4543-61
10	-196	+600	10-200	Чоксиз иссиқ юмалатиш	X18H10T	5632-61
10	-40	+450	50-400	- " -	20	1050-60

5-3 жадвал

## Арматура ва 2МХ пўлатли трубалар учун ишчи босимлар

Босим, МПа		Мухитнинг энг юкори температураси, °С								
Шаргли	Синов	200	320	450	490	500	510	515	520	530
0,6	0,9	0,6	0,56	0,50	0,45	0,40	0,36	0,32	0,28	0,25
1,6	2,4	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,64
2,5	3,8	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,25	1,1	1,0
4,0	6,0	4,0	3,6	3,2	2,8	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6
10,0	15,0	10,0	9,0	8,0	7,1	6,4	5,6	5,0	4,5	4,0

$$V_c = w \cdot \frac{\pi D_s^2}{4} \quad \text{дан} \quad D_s = \sqrt{\frac{4V_c}{\pi w}} \quad (5.3)$$

бу ерда  $D_s$ - труба ички диаметри;  $V_c$  – хажмий сарф;  $w$  – суюкликнинг ўртача тезлиги.

Шундай қилиб, труба диаметри унда ҳаракатланаётган суюклик тезлиги билан белгиланади. Лекин, суюклик тезлиги канча катта бўлса, напор йўқотилиши шунча кўп бўлади. Бу эса, ўз навбатида суюкликни узатиш учун кетаётган энергетик сарфларни эртишига олиб келади. Шунинг учун, берилган эксплуатация шароитлари учун труба диаметрини ҳисоблашдан аввал, суюкликнинг оптимал тезлигини аниқлаш керак. Бунинг учун труба қувури гидравлик қаршилигини, яъни ишқаланиш ва маҳаллий қаршилиқларни билиш керак.

Труба қувурларида ишқаланиш қаршилиги ушбу формуладан топилади:

$$h_{u.k} = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2}{2g} \quad (5.4)$$

бу ерда  $l$ - труба қувури узунлиги;  $\lambda$  - ишқаланиш коэффициенти.

Суюклик ламинар ҳаракат режимида ишқаланиш коэффициенти ушбу формуладан аниқланади:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Турбулент режим ( $Re=4 \cdot 10^3 \dots 10^5$ )да эса

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

Маҳаллий қаршилиқлар туфайли напор йўқотилиши қуйидаги формуладан топилади:

$$h_{u.k} = \sum \xi_{u.k} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (5.5)$$

Труба қувурларининг турли конструкциядаги элементлари маҳаллий қаршилиқ коэффициентиларининг қийматлари адабиётларда келтирилган [5,26,28,49].

Юкорида келтирилган формулалардан кўриниб турибдики, трубаинг оптимал диаметрини аниқлаш учун суюклик тезлигини белгилаб олишимиз керак. Албатта, бу тезлик

техник-иктисодий ҳисоблашлар асосида бажарилиши лозим. 5-4 жадвалда газ, буғ ва суюқликларнинг тавсия этилган тезликларининг ўзгариш чегаралари келтирилган.

5-4 жадвал

Суюқликлар		Газлар	
Мухит	$w$ , м/с	Мухит	$w$ , м/с
Ковушоклиги паст	<3	0,1 МПа дан паст босимда	8...15
Ковушок	<1	0,1 МПа дан юкори босимда	20...30
Эркин ҳаракатланувчи	0,2...1	Ўта кизиган сув буғи	30...50
Мажбурий ҳаракатланувчи	1...3		

Труба қувурларига эксплуатация даврида мухит босими, ўз массаси, температура деформацияси, ҳаракатчан таянч ва сальникли компенсаторларда ишқаланиш, шамол юкламаси таъсир этади. Ушбу юкламаларни ҳисобга олган ҳолда труба қувури мустаҳкамлигини таъминловчи ҳисоблаш ўтказилади. Труба диаметри  $D$  ва ундаги босим  $P$  лар маълум бўлса, труба деворининг қалинлигини куйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$s = \frac{P \cdot D_b}{(2,3 \cdot [\sigma] - P) \cdot \varphi} + C \quad \text{ёки} \quad s = \frac{P \cdot D_b}{2,3 \cdot [\sigma] \cdot \varphi + P} + C \quad (5.6)$$

бу ерда  $[\sigma]$  – рухсат этилган кучланиш;  $\varphi$  – бўйлама пайванд чокининг мустаҳкамлик коэффициентини;  $C$  – коррозияга қўшимча, одатда 0,5...5 мм ораликда қабул қилинади.

Труба девори қалинлиги аниқлангандан сўнг, эгилмаслик шартидан келиб чиққан ҳолда, таянчлар орасидаги энг максимал оралик  $l$  ушбу формуладан топилади:

$$l = \sqrt{\frac{12 \cdot [\sigma] \cdot w}{100 \cdot q_o}} \quad (5.7)$$

бу ерда  $[\sigma]$  – труба материали эгилишига рухсат этилган кучланиш,  $[\sigma] = 45...40$  МПа;  $w$  – труба кўндаланг кесимининг қаршилик моменти;  $q_p$  – эгишга олиб келувчи ҳисоб юкламаси.

$$q_p = n_1 q_{mp} + n_2 q_{np} + n_3 q_{uz} + n_4 q_o \quad (5.8)$$

бу ерда  $q_{mp}$ – бир метр труба массаси;  $q_{np}$ – бир метр трубадаги маҳсулот массаси;  $q_{uz}$ – бир метр иссиқлик коплама массаси;  $q_o$ – бир метр трубага тушаётган шамол юкламаси;  $n$  – юклама коэффициентини ( одатда  $n_1=n_2=1,1$ ;  $n_3=n_4=1,2$ ).

Ички босимни ҳисобга олган таянчлар орасидаги энг максимал масофанинг аниқ қиймати  $l$  ушбу формуладан ҳисобланади:

$$l = \sqrt{\frac{\left( R^2 - \frac{P \cdot D_n}{4 \cdot s_o} \right) \cdot w_m}{8,33 \cdot q_p}} \quad (5.9)$$

бу ерда  $s_o$  – коррозияни ҳисобга олмаган ҳолатдаги труба деворининг қалинлиги;  $m$  – иш шароити коэффициентини, одатда  $m = 0,8$ .

#### 5.4. Трубаларни бирлаштирувчи деталлар

Технологик қувурларда пайвандланган ва чоксиз пўлат трубалар кўп миқдорда ишлатилади. Пайвандланган трубалар бўйлама ёки спиралсимон чокли бўлади ва улар пухталиги чоксиз трубаларникидан анча паст. Чоксиз трубалар асосан заҳарли, портловчи ва коррозия фаол моддаларни, қолган ҳолларда эса – пайвандланган трубалар қўлланилади.

Пўлат трубалар турли маркали пўлатлардан ясалади. Кенг қўламда қўлланиладиган трубалар Ст.10 ва Ст.20 маркали пўлатдан, махсус трубалар эса – легирланган, юкори легирланган, кислотага бардошли ва иссиқликка бардошли пўлатлардан ясалади. Ундан ташқари, чўян, мис, латун, кўрғошин, керамика, алюминий, титан, стеклопластик, шиша, фарфор, пластмасса ва бошқа материаллардан тайёрланиши мумкин. Ҳозирги кунда рангли металл ва кўрғошиндан ясалган трубалар пластмассадан қилинган трубаларга алмаштирилган. Охириги пайтда винипласт, фаолит, полиэтилендан ясалган трубалар кенг миқёсда ишлатилмоқда. Бу трубалар агрессив муҳитларга ўта бардошли, лекин муҳит температураси ортиши билан қўллаш чегараси камаяди. Масалан, винипласт трубаларни 40, полипропилен трубаларни 100°C гача ва фаолитдан ясалган трубаларни 110°C гача қўллаш мумкин.

Ҳозирги кунда кимё ва бошқа саноатларда титан трубалар кенг қўламда ишлатилмоқда. Худди шундай, труба ички қисм полиэтилен, винипласт, эмаль, шиша ёки резина билан қопланган трубаларни ишлаб чиқариш яхши йўлга қўйилган.

Коррозия фаол муҳитларга нисбатан кимёвий бардошлигига, кичик солиштирма оғирлиги, тайёрланиши енгил бўлишига қарамадан, полимер материаллардан ясалган труба қувурлари мустаҳкамлиги пастлиги учун чегараланган қўламда қўлланилмоқда. Полимер труба муҳитнинг температураси ошишига жуда сезгир, чунки мустаҳкамлиги кескин равишда камаяди. Ҳозирги кунда винипласт трубалар кенг қўламда қўлланилмоқда. Улар диаметри 10...250 мм ва узунлиги 300...1500 мм ли қилиб ишлаб чиқарилмоқда ва 0,25 МПа босимга бардош беради. Винипласт трубаларни буқиш учун ичи қум билан тўлдирилади ва 130...145°C да ишлов берилади. Бундай трубаларни пайвандлаш 200...210°C ли иссиқ ҳаво оқимчаси ёки газ алангасида амалга оширилади. Полиэтилен труба юкори эластикликка эга ва қурилиш ва монтаж майдончаларига катта ўрамларда келтирилади.

Полипропилен трубалар юкори температурага бардош бера олади ва температураси 150°C ва босими 1,6 МПа ли муҳитларни транспортировка қилиш учун қўлланилади.

Охириги йилларда фторопласт-4, шиша пластик, шиша толали анизотроп материалларни қўллаш оммавий тус олмоқда. Муҳит босими 0,4 МПа да шиша трубалар яхши эксплуатацион хоссаларга эга. Шиша труба қувурлар деталлари пайвандлаш ёки махсус резина ҳалқали фланецлар ёрдамида бирлаштирилади.

Бирлаштирувчи деталларга турли конструкцияли тирсаклар, бир диаметрдан иккинчисига ўтувчи мосламалар, тройниклар ва бошқалар қиради. Одатда, труба қувурларининг элементлари (тирсаклар, трубалар) бир-бирига пайвандлаб бирлаштирилади.

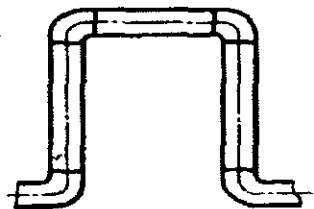
Агарда, трубаларни пайвандлаш мақсадга мувофиқ бўлмаса, унда трубалар фланецли бирикмалар ёрдамида бирлаштирилади. Кўпинча, пайвандланган фланецлар қўлланилади. Резьбали фланецлар асосан юкори босимли труба қувурларида ишлатилади.

Маълумки, атроф муҳит ва труба орқали узатилаётган муҳит температуралари ўртасидаги фарқ катта бўлса, труба қувурлари температура деформациясига дуч келади. Одатда труба қувурлари узун бўлади ва ишлаб чиқаришда умумий температура деформациясининг миқдори катта бўлиши мумкин. Натижада, труба узилиши ёки шишиб қолиш ҳоллари рўй беради. Шу сабабли, ушбу деформацияларни компенсация қилиш зарур.

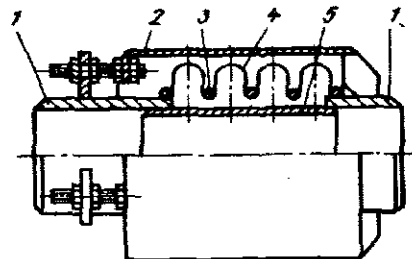
Технологик труба қувурларидаги температура деформацияларини бартараф қилиш учун П-симон, линзали, тўлқинсимон ва сальникли компенсаторлар ишлатилади.

Труба қувурларининг диаметрдан катъий назар ер устидаги конструкцияларда П-симон компенсаторлар жуда кўп ҳолларда қўлланилади (5.1 - расм).

Бу турдаги мосламалар компенсация қилиш қобилияти катта, исталган босимларда ишлатиш мумкин. Лекин, улар қўпол ва махсус таянчлар ўрнатилишини талаб қилади. Одатда, улар горизонтал ҳолатда жойлаштирилади ва дренаж мосламаси билан таъминланади.



5.1-расм П-симон компенсатор.



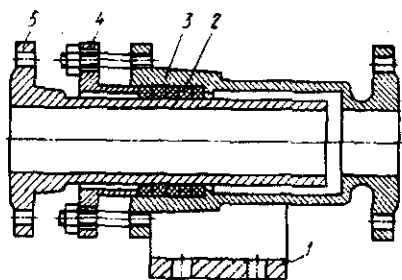
5.2-расм. Тўлқинсимон компенсатор.  
1-патрубка; 2--қобик; 3-ҳалқа;  
4- гофриланган элемент; 5-стакан.

Ишчи босим 1,6 МПа бўлган газ қувурларида линзали компенсаторлар ўрнатилади.

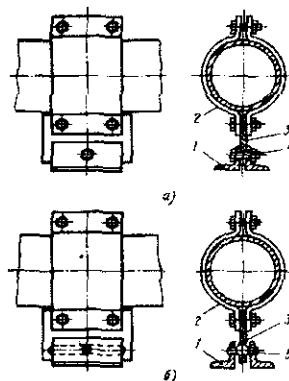
Тўлқинсимон компенсаторлар босими 6,4 МПа гача бўлган ноагрессив ва ўртача агрессив муҳитлар узатиладиган труба қувурларида ишлатилади (5.2-расм).

Бундай компенсатор патрубкка 1 га пайвандланган гофриланган элемент 2 дан таркиб топган. Чегараловчи ҳалқа 3 элемент шишиб кетиш ва элемент деворининг эгилиш олдини олади. Элемент ташқи томони-қобик 2 ёрдамида химояланган. Компенсатор гидравлик қаршилигини камайтириш учун ички томонида стакан 5 ўрнатилади.

Чўян ва металлмас материаллардан ясалган труба қувурларида сальникли компенсаторлар ўрнатилади (5.3-расм). Ушбу компенсатор таянч 1 маҳкамланган-қобик 3,



5.3 - расм. Сальникли компенсатор  
1-таянч; 2-зичловчи қистирма;  
3-қобик; 4-грундбукса; 5-труба



5.4 - расм. Труба учун таянчлар.  
1-угольник; 2-хомут; 3-ясси  
пластина; 4-болт; 5-ғилдирак.

зичловчи қистирма 2 ва грундбукса 4 дан таркиб топган. Температура деформациясини компенсация қилиш-қобик 3 ва труба 5 ларнинг силжиши туфайли амалга ошади.

Бу турдаги компенсаторлар жуда катта температура деформацияларини компенсация қила олади. Лекин, зичлаш қийин бўлгани учун ёнувчан, захарли ва суюқ газларни узатишда ишлатиб бўлмайди. Труба қувурлари таянчларга ўрнатилади. Улар орасидаги масофа труба диаметри 250 мм бўлса, таянчлар орасидаги масофа 3...6 м га тенг қилиб ўрнатилади.

Таянчлар қўзғалмас (5.4а-расм) ва ҳаракатчан (5.4б-расм) бўлиши мумкин. Ҳаракатчан таянчлар температура деформациясини яхши компенсация қилади. Қўзғалмас таянчларда уголник 1, хомут 2 ва ясси пластина 3 ўзаро мустаҳкам бириктирилган. Ҳаракатчан таянчларда болт 4 ўрнига ғилдирак 5 ўрнатилган. Ушбу ролик таянч пластина тешигида эркин ҳаракат қилади. Бундай таянчларни вақти-вақти билан мойлаб туриш керак.

## 5.5. Арматура конструкциялари

Труба қувурлари, қурилма, идишларда ўрнатиладиган ва ишчи мухит оқимларини бошқаришни тامينлайдиган мосламалар арматура деб номланади.

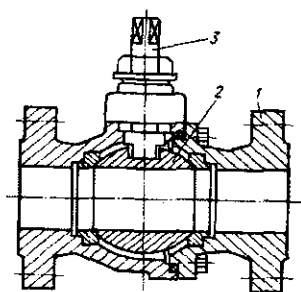
Функционал иш бажаришга қараб арматура қуйидаги классларга бўлинади: (ёпувчи) арматура, мухит оқимини тўхтатувчи; ростловчи арматура, мухит параметрларини ўзгартирувчи; сакловчи арматура, системада босим ортишини тўхтатувчи; химояловчи арматура, тўсатдан мухит параметрларини ўзгариши туфайли қурилмаларни бузилишини олдини олувчи; фаза ажратувчи арматура – буғ ва газ қувурларидан конденсатни чиқариб турувчи.

Исталган класс арматураси 3 та асосий элементдан таркиб топган: қобик, узатма ва ишчи орган. Ишчи орган эгарсимон асос ва унга нисбатан айланувчи золотникдан тузилган.

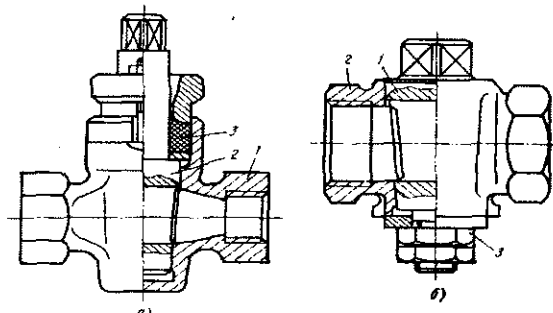
Арматура трубага фланец, муфта ёрдамида ёки пайвандлаб маҳкамланиши мумкин. Кимё саноатида асосан фланецли арматура кенг тарқалган. Труба қувурлари диаметри 80 мм дан кам бўлганда муфтали арматура ишлатилади. Бундай қувурларда нейтрал ва ёнмайдиган мухитлар узатилади. Бирлаштириш усулига қатъий талаб қўйилганда пайвандланувчи арматурани қўллаш мақсадга мувофиқ.

Қобикнинг конструкциясига қараб ўтиш арматураси ва бурчакли арматураларига бўлинади. Ўтиш арматурасида мухит ўз йўналишини ўзгартирмасдан ҳаракатланса, бурчакли арматурада эса - ҳаракат йўналиши  $90^\circ$  га ўзгаради.

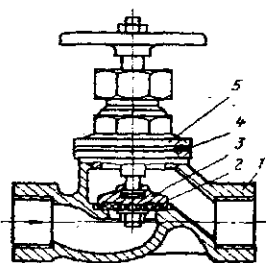
**Тикинли арматура.** Кўп серияли қилиб қуйидаги тикинли арматуралар ишлаб чиқарилади. Затворлар шарсимон ва пробкасимон кранларга бўлинади. Шарсимон кран - қобик 1, шарсимон тикин 2 ва шпиндел 3 лардан иборат (5.5 - расм). Тикинли кранлар зичлаш усулига қараб сальникли ёки тортилувчан бўлади. Сальникли кранда пробка 2 ва қобик 1 лар конуссимон юзасида зарур зичлаш босимини сальник 3 ни сиқиб ҳосил қилинади.



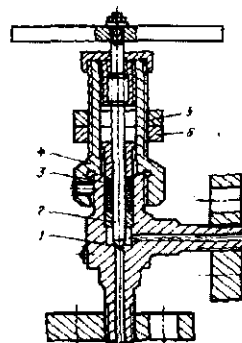
5.5-расм. Шарсимон кран.  
1-қобик; 2-шарсимон; 3-шпиндель.



5.6-расм. Пробкали кранлар.  
1-қобик; 2-конуссимон пробка; 3- сальник.



5.7-расм. Ўтказувчи вентиль.  
1-қобик; 2-зичловчи ҳалка; 3-золотник;  
4-қистирма; 5-копқоқ.



5.8-расм. Тикинли, бурчакли вентиль.  
1-қобик; 2-игна; 3-сальникнинг зичловчи  
материали; 4-устун; 5-контр гайка;  
6-сиқувчи гайка.

Тортилувчан кранларда пробка 1 ни кобиқ 2 да зичлаш гайка 3 ни бураш йўли билан амалга оширилади (5.6б-расм). Ушбу кранлар мегапаскалнинг юздан бир улушларидан юқори бўлганда зарур зичлашни таъминлай олмайди. Шунинг учун, кимё саноатида бундай кранлар камдан кам ишлатилади.

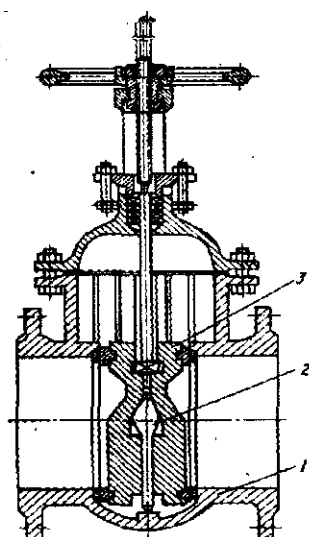
Кранлар кичик ўлчамли, ихчам ва гидравлик қаршилиги кам бўлади. Уларни, труба қувурларида исталган ҳолатда ўрнатиш мумкин. Лекин, вақти-вақти билан уларни мойлаб туриш керак, бўлмаса -кобиққа «ёпишиб» қолиши мумкин.

Кранни тезда ёпиш мумкин. Шу сабабли, труба қувурларида гидравлик зарба ҳосил бўлади. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, буғ ва иссиқ суюқлик узатувчи труба қувурларида қўллаш мумкин эмас, чунки кобиқ деформацияланади ва тиқин унга ёпишиб қолиши мумкин.

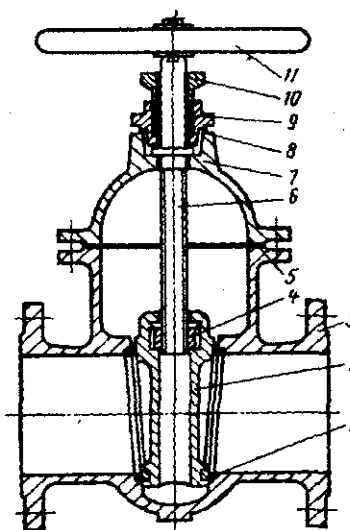
Кранлар чўян, пўлат ва латундан тайёрланади. 5.7-расмда золотникда ўрнатилган фторопласт (чарм ёки резина) зичловчи ҳалқали 2 ўтказувчи вентил конструкцияси келтирилган. Қобик 1 ва копкик 5 лар ўзаро паронит қистирма 4 ёрдамида зичланади. Сальник остига эса асбест арқондан қилинган қистирма қўйилади.

Тиқинли, бурчакли вентиллар ўлчаш системасида тиқинли элемент ва юқори босимли синтез қурилмаларида модда олувчи системаларда ишлатилади (5.8-расм).

Ушбу вентилларни исталган ҳолатда ўрнатиш мумкин, фақат муҳит золотник остидан кириши керак. Бунда, «ёпик» ҳолатида шпиндель сальники босим остида бўлмайди. Шунда, сальник таъмирлашни труба қувуридаги суюқликни тўқмасдан олиб борса бўлади.



5.9-расм. Ҳаракатчан шпинделли параллел задвижка.  
1-кобиқ; 2-пона; 3-шибер.



5.10-расм. Қўзғалмас шпинделли понасимон задвижка.  
1-эгар; 2-пона; 3-кобиқ; 4-ҳаракатчан гайка; 5,8-қистирма; 6-шпиндель; 7-копкик; 9-сальник; 10-сиқувчи гайка; 11-маховик.

Вентилларни қўллаш соҳаси жуда кенг. Уларни буғ ва сув қувурларида, қаттиқ заррачалари йўқ суюқликларни узатиш линияларида ўрнатилади. Агарда, суюқлик таркибида қаттиқ заррачалар бўлса, унинг зичланишига ёки ёпилишига ҳалақит беради.

Задвижкаларда диск ёки пона шаклидаги затвор зичланувчи юза бўйлаб ҳаракатланади. Муҳит оқими затворга нисбатан перпендикуляр йўналишда бўлади. Трубада муҳит босими паст бўлса, параллел задвижкалар, босим юқори бўлса – понасимон задвижкалар ўрнатилади.

Параллел задвижкаларда ёнувчи орган бўлиб, 2 бўлакдан иборат шибер хизмат қилади. Иккала шибер орасида пона 2 ўрнатилган. Агар, пона пастга тушса, шибер иккала бўлагини йиғади ва зичловчи юзага сикади (5.9-расм).

Понасимон задвижкаларда пона 2 пастга туширилса ёки юқорига кўтарилса, эгар 1 нинг зичловчи ҳалқалари бўйлаб ҳаракатланади ва задвижкани ёпади ёки очади. Шпиндель 6



айлантирилганда понани илгариланма ҳаракатлантиради. Шпиндель сальник ёрдамида зичланади (5.10 - расм).

Задвижкалар очиш ёки ёпиш учун шпиндел жуда кўп айлантирилиши керак. Шунинг учун, катта диаметрли задвижкалар электр узатма ёрдамида очилади ёки ёпилади. Параллел задвижкалар, одатда сув узатиш қувурларида ўрнатилади ва улар пневмо ёки гидроузатмали килиб тайёрланади.

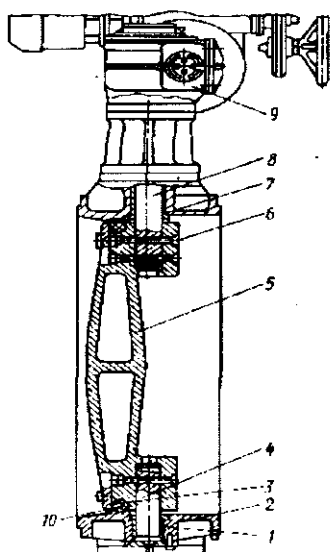
Суюқлик оқимиға перпендикуляр ўқда айланувчи диск кўринишидаги затворли задвижка – заслонка дейилади. Бу турдаги мосламалар муҳитнинг босими паст ва тикинли органнинг зичланишиға талаблар юкори бўлмаганда, ҳамда катта диаметрли труба қувурларида ишлатилади.

Заслонкалар қўл ёрдамида, гидро-, пневмо- ёки электр узатмалар ёрдамида бошқарилади.

5.11-расмда сув қувурларида ўрнатиладиган пўлат диски заслонка (тўсиқ) келтирилган. Ушбу мослама вертикал ва горизонтал труба қувурларида ўрнатиш мумкин. Унда ишчи орган бўлмиш диск 5 ўқ 4 атрофида айланади.

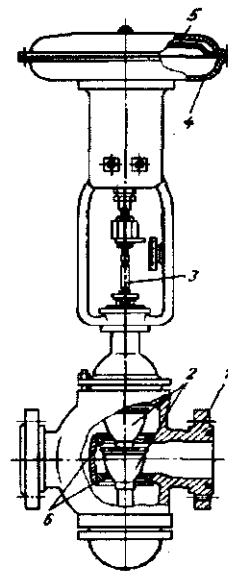
Сиқувчи халқа 3 диск арикчасига қўйилган резина қистирма 10 ни маҳкамлайди ва унинг ёрдамида зичланади.

Ўқ 8 нинг ҳаракатчан бирлашмаси - қобик 2 билан сальник орқали зичланади.



5.11-расм. Дискли заслонка (тўсиқ).

1,7-подшипниклар; 2-қобик; 3-сиқувчи халқа; 4-ўқ; 5-диск; 6-штифт; 8-ўқ; 9-электрузатма; 10-резинали халқа.



5.12-расм. Мембранали ижрочи механизмли ростловчи клапан.

1-қобик; 2-затворлар; 3-штоқ; 4-ижрочи механизм; 5- мембрана; 6-эгар.

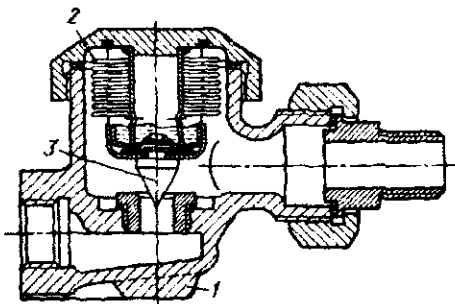
**Ростловчи арматура**-бу авваламбор, ростловчи клапан ва вентил, аралаштирувчи клапан, редукцияли клапан ва сатх ростлагичлардир. Автоматик ростлаш системаларида ростловчи клапан муҳит сарфини бошқаради. 5.12-расмда мембранали ижрочи механизмли ростловчи клапан келтирилган. Клапани бошқариш масофавий: импульс бевосита ижрочи механизм 4 нинг мембранаси 5 га узатилади ва маълум куч натижасида штоқ 3 затвор 2 билан ни ҳаракатга келтиради.

Турли муҳитларни маълум пропорцияларда аралаштириш учун аралаштирувчи клапанлар ишлатилади. Ростловчи ва аралаштирувчи клапанлар электрик ёки пневматик механизмларга эга.

**Фаза ажратувчи арматура** асосан конденсат ажратгичдан иборат бўлиб, труба қувурларидан конденсатни чиқариб олиш учун ишлатилади. Ушбу мосламалар автоном ҳолда ишлайди, яъни труба қувурларида йиғилиб қолган конденсатни вақти-вақти билан чиқариб

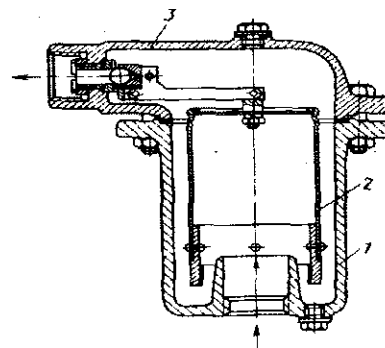
туради. Ишлаш принципи конденсат ва буғнинг температура ёки зичликлари фаркига асосланган (5.13 - расм).

Ҳозирги кунда асосан термостатик ва қалқовичли конденсат ажратгичлар қўлланилади (5.13, 5.14 - расм). Мослама қобиғи 1 да тикинли орган 3 золотники билан боғланган суюқлик тўлдирилган сиффонли термостат 2 жойлаштирилган.



5.13-расм. Термостатик конденсат ажратгич.

1 - қобик; 2 - сиффонли термостат;  
3 - золотник.



5.14-расм. Қалқовичли конденсат ажратгич.

1-қобик; 2-қалқович; 3-қопқок.

Мослама ичига конденсат тўлиши билан унинг температураси пасаяди. Натижада, сиффон ичидаги босим камаяди, золотник қўтарилади ва системадан конденсат тўкила бошлайди. Конденсат тўлик чиқиб бўлгандан сўнг, мосламага буғ кира бошлайди. Сўнг, температура қўтарилди бошлайди ва оқибатда босим ортади. Босим ортиши золотник тушишига сабабчи бўлади ва конденсат чиқиш тешигини ёпади.

**Сақловчи ва химояловчи арматура.** Сақловчи арматура труба қувурлари ва қурилмаларда руҳсат этилмаган юқори босим ҳосил бўлиши олдини олади. Кўпинча сақловчи клапан ва йиртилувчи мембраналар қўлланилади.

**Арматураларни танлаш.** Труба қувурларининг диаметри 50 мм ва ундан юқори бўлганда асосан задвижка ишлатилади. Бунга сабаб, унинг минимал гидравлик қаршилиги, затворнинг мукамал зичланиши ва муҳит йўналиши ўзгаришига мойиллигидир.

Труба қувурлари диаметри 50 мм дан кам бўлганда венти́ллар қўлланилади. Венти́лларнинг асосий афзалликлари – бу зичловчи юзалар ишқаланиш йўқлиги, муҳит таркибидаги қаттиқ заррачалар билан шикастланмаслиги кафолати; юқори босимларда ҳам қўллаш мумкинлиги.

Дискли заслонка(тўсиқ)лар температураси  $\leq 80^{\circ}\text{C}$ , шартли диаметр  $\leq 2000$  мм ва шартли босим 1,6 МПа гача бўлган суюқ ва газсимон, нейтрал муҳитни узатувчи трубада ўрнатилади.

Арматурани танлашда узатилаётган муҳитнинг коррозия фаоллиги, ёнувчанлиги ва захарлигига аҳамият бериш зарур. Ёнувчан, захарли, портлаш хавфи бор муҳитлар, суюлтирилган газларни узатувчи труба қувурларида фақат пўлат задвижкалар қўлланилади.

Чўяндан ясалган арматурани ёнувчан газ ишчи температураси  $-30$  дан  $+150^{\circ}\text{C}$  гача, босими  $\leq 1,6$  МПа, кул ранг чўяндан ясалгани эса – температураси  $-10$  дан  $+100^{\circ}\text{C}$  гача, босими  $\leq 0,6$  МПа бўлган газ қувурларида ишлатиш тавсия этилади.

Норматив талабларга биноан, муҳит ишчи босими ва температурасидан қатъий назар, чўян арматураларни куйидаги ҳолларда ишлатиш тавсия этилмайди:

- А гуруҳидаги захарли моддалар учун;
- қайнаш температураси  $45^{\circ}\text{C}$  дан паст енгил ёнувчан ва суюлтирилган углеводородлар учун;
- труба қувурларида тебраниш уйғотадиган газлар учун;
- труба девори  $0^{\circ}\text{C}$  дан паст бўлганда музлайдиган сув буғи ва бошқа суюқликларни узатиш учун;
- атроф-муҳит температураси  $-30^{\circ}\text{C}$  дан температураларда.

Агар, труба қувурлари атроф-муҳит  $-40^{\circ}\text{C}$  дан паст температураларда ишлатилаётган бўлса, легирилган пўлат ва маҳсус қотишмалардан ясалган арматура қўлланиши зарур.

Юқори коррозион фаол суюқликлар узатилганда, коррозион бардош материаллардан жасалган арматура ишлатилиши мақсадга мувофиқ.

Захарли, олов ва портлаш хавфи бор мухитларни труба қувурлари оркали ҳайдалганда, сиффонли арматурани ўрнатиш керак.

Арматура камдан-кам очиб-ёпилганда, қўл ёрдамида бошқариш мумкин. Агарда, арматура тез-тез очиб-ёпилса электр-, пневмо- ва гидроузатмали арматура қўлланилади. Очик майдон, намлиги юқори кудукларда ва атроф-мухит температураси  $-40^{\circ}\text{C}$  дан паст бўлган ҳолларда электр узатмали арматурани ишлатиб бўлмайди.

Труба диаметри 80 мм дан кам бўлса, арматура резьбали бирикма ёрдамида бирлаштирилади, чунки резьбали бирикмаларда элементлар сони минимал ва конструкцияси содда бўлади. Агар, труба қувурлари тез-тез тозалашни талаб этса, кичик диаметрли қувурларда фланец бирикмалар қўлланилади. Лекин арматурани трубага маҳкамлашнинг энг пухта усули – бу пайвандлашдир. Шунинг учун, ёнувчан, захарли, портловчи мухитлар узатиладиган қувурларда имкони борича пайвандлаш усулида бирлаштирилади.

Босими ва температурасидан қатъий назар, кучли таъсир этувчи захарли моддалар ва гувовчи кислоталар труба қувурлари оркали узатилганда ҳамма фланецли бирикмаларнинг зичловчи конструкцияси «шип-паз» қилиб тайёрланади.

### 5.6. Фланецли бирикма конструкциялари

Ўрнатилган жойида қўлланишига қараб фланецлар қуйидаги турларга бўлинади:

- труба қувурларининг бирлаштирувчи қисмлари, насос ва қурилмалар штуцерлари, ростловчи-беркитувчи ва бошқалар учун;

- қурилма, сиғимли идишларнинг айрим қисмларини бирлаштириш учун хизмат қиладиган енгиллаштирилган фланецлар.

Труба, қурилма қобиғи, жиҳоз билан бирлаштириш усулига қараб фланецлар ясси ва учма-уч пайвандланган бўлади. Зичлаш юзасининг конструкциясига қараб фланецлар 3 турга бўлинади: ясси зичлаш юзали; “ботик-бўртик” типдаги; “шип-паз” типдаги.

Труба қувурлари ва бирлашувчи қисмларини, ҳамда қурилма ва резервуар патрубкालари, арматура, машина, жиҳозларни бирлаштирувчи фланецлар 6 хил бўлиши мумкин (5-5 жадвал).

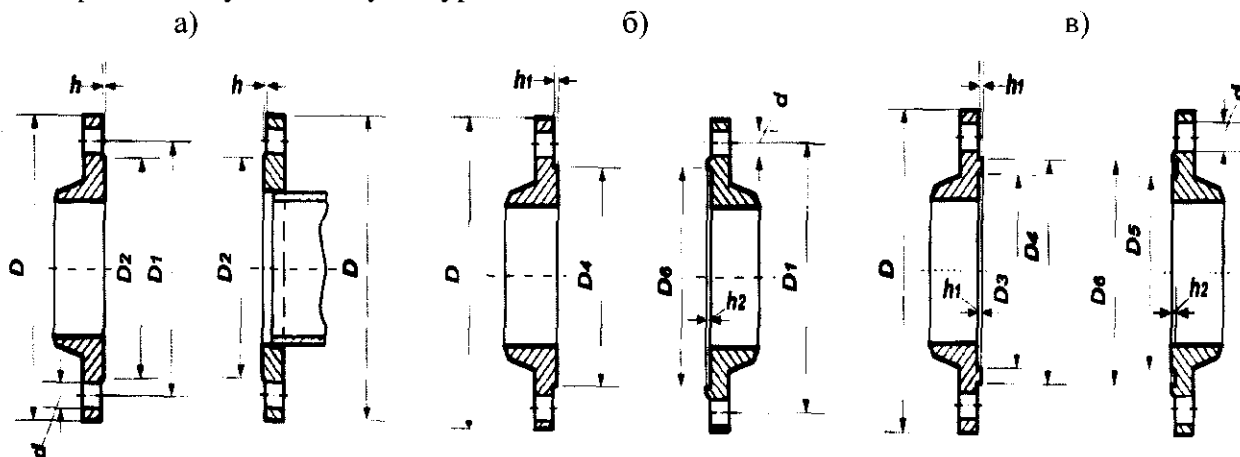
5-5 жадвал

Фланец турлари ва асосий параметрлари

т/р	Фланец тип	Шартли босим $P_f$ , МПа	Шартли диаметр $D_f$ , мм
1.	Кул ранг чўяндан қуйилган	0,1; 0,25	15...3000
		1,0	15...2000
		1,6	15...1000
2.	Болғаланувчан чўяндан қуйилган	1,6...4,0	15...80
3.	Қуйма, пўлатдан	1,6	15...1600
		10	15...400
		20	15...250
4.	Ясси пўлатдан, пайвандланган	0,1; 0,25	10...2400
		1,6	10...1200
		2,5	10...800
5.	Пўлатдан, учма-уч пайвандланган	0,1; 4,0	10...1600
		10	10...400
		20	15...250
6.	Пўлатдан, эркин айланувчан	0,1...2,5	10...500

Фланецнинг зичлаш юзаси 9 хил қилиб бажарилиши мумкин (5.15-расм). Зичлаш юзаси туридан қатъий назар фланецлар учма-уч ва ясси пайвандланган бўлади (5.15а-расм). Ясси бўртикли (а тип) фланецли бирикмаларда кистирмани алмаштириш осон ва

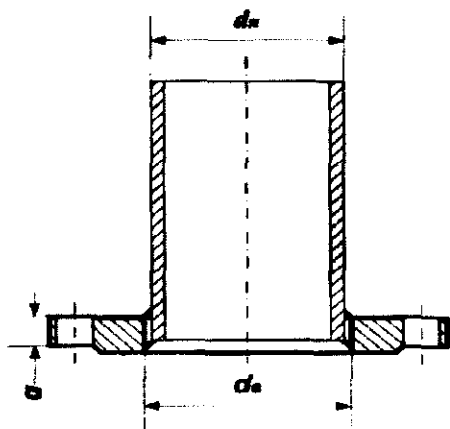
қулай.Бирлаштирувчи бўртикли ва ботикли (б тип) фланецли бирикмаларда кистирма ботикли фланецда кўзгалмас бўлиб ўрнашади.



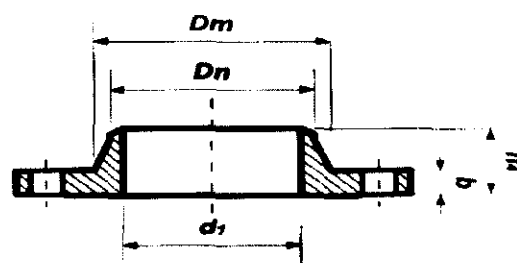
5.15-расм. Бирлаштирувчи фланец юзларининг конструкциялари ва ўлчамлари.  
а – ясси бўртикли; б – бирлаштирувчи бўртикли ва бирлаштирувчи ботикли;  
в – бирлаштирувчи шип ва бирлаштирувчи пазли.

Чуқур вакуум остида ишлайдиган қурилмаларда зичлаш юзаси “шип-паз” типдаги  $P_j \geq 1,6$  МПа фланецлар қўлланилади. Бу типдаги бирикмаларда кистирма халқасимон ариқча (паз)га ётқизилади ва натижада унинг радиал йўналишда силжиши бартаф қилинади.

Пўлатдан ясалган ясси фланец ички диаметри трубининг ташки диаметри орқали аниқланади (5.16-расм, 5-6 жадвал).



5.16-расм. Пўлат ясси фланец конструкцияси ва ўлчамлари.



5.17-расм. Учма-уч пайвандланган фланец конструкцияси ва ўлчамлари.

5-6 жадвал

Ясси фланец параметрлари

Шартли диаметр, $D_j$	$P_j=0,1$ ва $0,25$ МПа			$P_j=0,1$ МПа		
	$d_n$	$d_e$	$b$	$d_n$	$d_e$	$b$
20	25	26	10	25	26	12
25	32	33	10	32	33	12
32	38	39	10	38	39	14
40	45	46	10	45	46	15
50	57	59	10	57	59	15
65	76	78	11	76	78	17
80	89	91	11	89	91	17
100	108	110	11	108	110	19
	114	116	11	114	116	19
125	133	135	13	133	135	21
	140	142	13	140	142	21
	152	154	13	152	154	21

150	159	161	13	159	161	21
	168	170	13	168	170	21
200	219	222	15	219	222	21
250	273	273	18	273	273	23
300	325	325	18	325	325	24
350	377	377	18	377	377	24
400	426	426	18	426	426	26

Пўлатдан ясалган учма-уч пайвандланган фланец ички диаметри ҳар доим труба шартли диаметри орқали топилади (5.17-расм, 5-7 жадвал).

5-7 жадвал

Учма-уч пайвандланган фланец параметрлари

Шартли диаметр, $D_y$	$P_y=0,1$ ва $0,25$ МПа					$P_y=0,1$ МПа				
	$d_1$	$b$	$h_1$	$D_m$	$D_n$	$d_1$	$b$	$h_1$	$D_m$	$D_n$
20	18	8	2	36	26	18	12	36	38	26
25	25	8	28	42	33	25	12	38	45	33
32	31	8	28	50	39	31	13	40	55	39
40	38	9	33	60	46	38	13	42	62	46
50	49	9	33	70	58	49	13	42	76	58
65	66	9	33	88	77	66	15	45	94	77
80	78	11	35	102	90	78	15	47	105	90
100	96	11	37	122	110	96	17	48	128	110
125	121	11	17	148	135	121	19	57	156	135
150	146	11	38	172	161	146	19	57	180	161
200	202	13	45	235	222	202	19	58	240	222
250	254	16	45	288	278	254	21	60	290	278
300	303	16	45	340	330	303	22	60	345	330
350	351	16	45	390	382	351	22	60	400	382
400	398	16	45	440	432	398	22	60	445	432
500	501	19	50	545	535	501	24	65	550	535
600	602	19	55	650	636	602	24	65	650	636
800	792	19	60	844	826	792	27	75	850	826
1000	992	21	60	1044	1028	992	29	80	1050	1028

Қурилма ва сигимли идишлар фланецлари шартли равишда 3 гуруҳга ажратилган (4-8 жадвал).

Қолдиқ босим 665 Па дан кам бўлмаган вакуум остида ишлайдиган қурилма, резервуар ва идишларда 1...5 типдаги (ГОСТ 28759.2-90) фланецларни  $P_y=0,3$  МПа ва 1...4 типдаги (ГОСТ 28759.3-90) фланецларни  $P_y=1,3$  МПа босимларда қўллаш мумкин. Фланецларга қўйилган талаблар ГОСТ 28759.5-90 белгиланган.

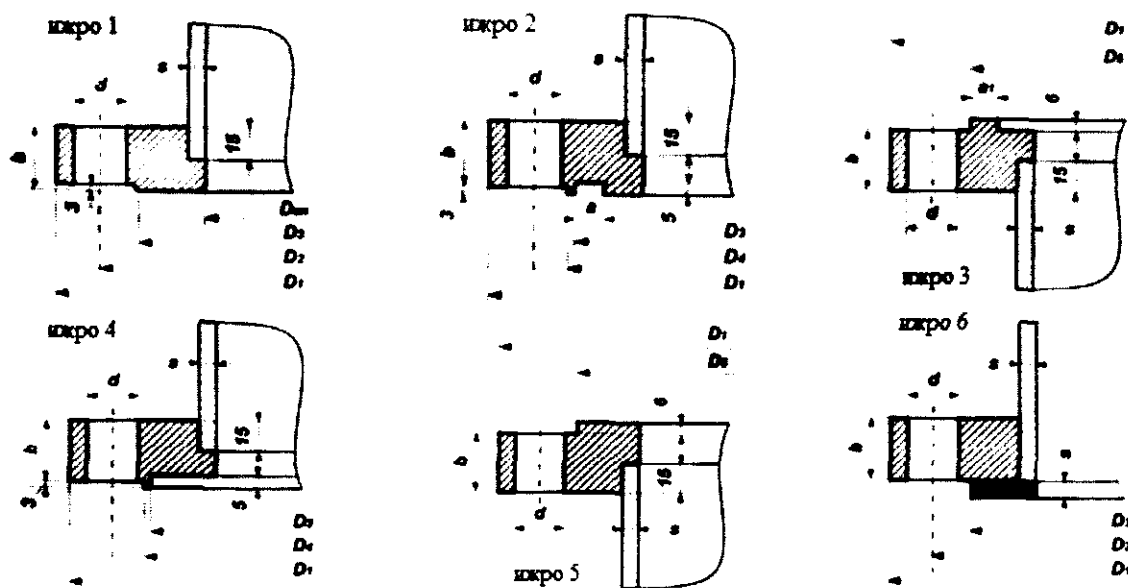
5-8 жадвал

Қурилма ва сигимли идиш фланецларининг типлари ва асосий параметрлари

т/р	Фланец тип	Қурилма ички диаметри $D$ , мм	Шартли босим $P_y$ , МПа	Температура °С
1.	Пўлатдан, ясси пайвандланган	400...4000	0,3	-70...+300
		400...3200	0,6...1,0	
		400...2400	1,6	
2.	Пўлатдан, учма-уч пайвандланган	400...4000	0,6...1,0	-70...+600
		400...3200	1,6	
		400...2400	2,5	
		400...1600	4,0...6,3	
3.	Пўлатдан, учма-уч пайвандланган, саккиз бурчакли кўндаланг кесимли кистирма учун	400...1600	6,3...8,0	-70...+600
		400...1500	10	
		400...1200	16	

Қурилма, резервуар ва идишларнинг пўлатдан ясалган ясси пайвандланган фланецлар (ГОСТ 28759.2-90) конструкциялари 5.18-расмда ва ўлчамлари 5-9 жадвалда келтирилган. Ушбу фланецлар қуйидаги ижрода бўлиши мумкин: 1 – ясси зичлаш юзали; 2 –

“паз” юзали; 3 – “шип” юзали (ижро 2 нинг жуфти); 4 – ботиқ юзали; 5 – бўртиқ юзали (ижро 4 нинг жуфти).



5.18-расм. Қурилма, резервуар ва идишлар учун пўлатдан ясалган яси пайвандланган фланецлар конструкциялари ва ўлчамлари.

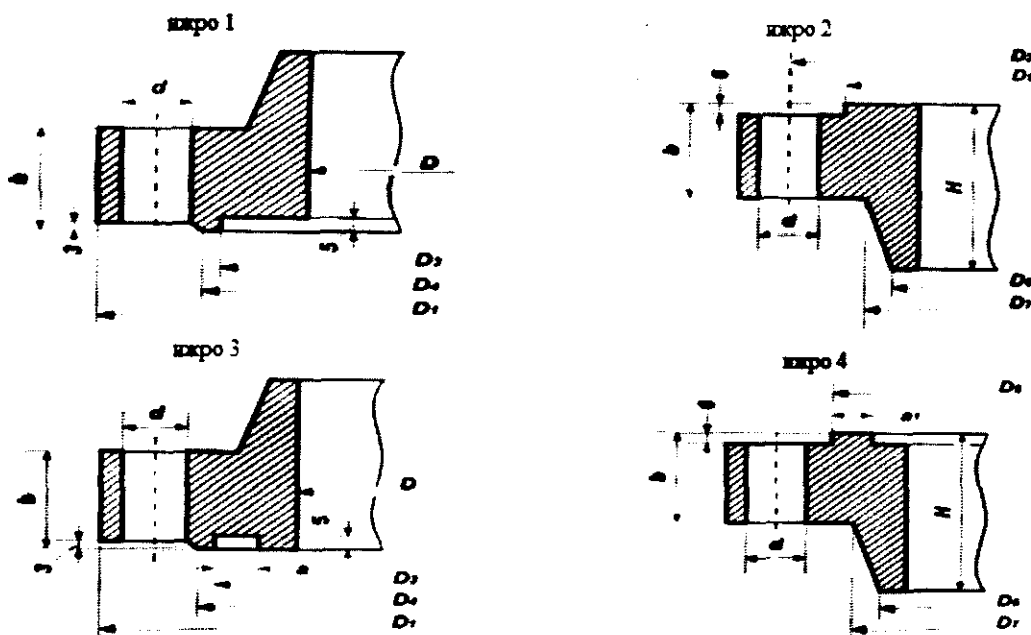
Шартли босим 0,6 МПа га мўлжалланган диаметри 1200 мм ли втулкаси баландлиги 150 мм, углеродли пўлат Ст.20 дан ижро 1 да ясалган фланецнинг шартли белгиланиш мисоли:

5-9 жадвал

Фланец I-1200-0,6-150 Ст.20 ГОСТ 28759.2-90

$D_{вн}$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$a$	$D_5$	$a_1$	$b$	$S$	$d$	Болтлар, шпилькалар		$P_f$ МПа
											$D$	$n$	
400	520	480	444	452	13,5	443	12	25	6	23	M20	16	0,6
	535	495	458	466		457		35	8		20	1,6	
500	620	580	544	552	13,5	543	12	25	8	23	M20	20	0,6
	640	600	564	672		663		40	10		24	1,6	
600	720	680	644	652	14	643	12	25	8	23	M20	20	0,3
	740	700	664	672		663		40	10		28	1,6	
700	820	780	744	752	14	743	12	25	8	23	M20	24	0,3
	840	800	764	772		763		50	12		32	1,6	
800	920	880	842	852	14	841	12	25	8	23	M20	28	0,3
	940	905	866	876		865		55	12		40	1,6	
900	1030	990	952	962	14	951	12	30	8	23	M20	32	0,3
	1045	1005	966	976		965		60	12		40	1,6	
1000	1130	1090	1052	1062	15,5	1050	13	30	8	23	M20	36	0,3
	1145	1105	1066	1076		1064		65	12		44	1,6	
1200	1330	1260	1248	1260	15,5	1246	13	35	8	23	M20	44	0,3
	1350	1310	1268	1280		1266		75	14		56	1,6	
1400	1530	1490	1448	1460	15,5	1446	13	35	8	23	M23	48	0,3
	1550	1510	1470	1484		1468		80	14		68	1,6	
1600	1730	1690	1648	1660	17,5	1645	14	35	10	23	M20	60	0,3
	1780	1730	1682	1696		1679		85	16		27	M24	78
2200	2330	2290	2246	2260	17,5	2243	14	55	10	23	M20	72	0,3
	2385	2335	2286	2300	21,5	2283	18	100	20	27	M24	104	1,6
2400	2530	2490	2446	2460	17,5	2443	14	80	12	23	M20	88	0,6
	2595	2540	2490	2505	21,5	2487	18	100	18	30	M27	92	1,0
	2610	2550	2496	2510		2493		130	20	33	M30	88	1,6

Қурилма, резервуар ва идишларнинг пўлатдан ясалган учма-уч пайвандланган фланецлар (ГОСТ 28759.3-90) ички диаметри 400 дан 4000 мм гача, шартли босими 0,6 дан 6,3 МПа ва ишчи муҳит температураси  $-70^{\circ}\text{C}$  дан  $+540^{\circ}\text{C}$  гача бўлган қурилмаларда қўлланилади.



5.19-расм. Қурилма, резервуар ва идишлар учун пўлатдан ясалган учма-уч пайвандланган фланецлар конструкциялари ва ўлчамлари.

Стандарт бўйича фланецларнинг 12 та ижрода мавжуд бўлиб, энг кўп ва кенг тарқалган 4 та конструкциялари 5.19-расмда келтирилган, чунончи: 1 – ботик зичлаш юзали; 2 – бўртик юзали (ижро 1 нинг жуфти) 3 – “паз” юзали; 4 – “шип” юзали (ижро 3 нинг жуфти).

Шартли босим 2,5 МПа га мўлжалланган диаметри 1200 мм ли легирланган пўлат 12X18Н10Т дан ижро I да ясалган фланецнинг шартли белгиланиш мисоли:

#### Фланец I-1200-2,5-12X18Н10Т ГОСТ 28759.3-90

Худди шу фланец фторопласт кистирмали:

#### Фланец I-1200-Ф-2,5-12X18Н10Т ГОСТ 28759.3-90

#### 5.6.1. Фланецли бирикма ҳисоби

Фланецли бирикмаларни ҳисоблашдан мақсад болт ёки шпилькалар диаметри, уларнинг сони ва фланец элементларининг ўлчамлари, яъни болт жойлаштирилладиган айлана диаметри; кистирмани сиқиш кучи; болтнинг чўзувчи кучланиши; фланецнинг ташқи диаметри ва калинликларини аниқлаш.

Болтларни ҳисоблашда асосий катталиқ бўлиб улардаги чўзувчи кучланишни аниқлашдир. Ишчи шароитда болтларни чўзувчи кучланиш ушбу формуладан топилади:

$$P_{\sigma} = \frac{\pi D_{\text{кист}}}{4} \cdot p + P_{\text{кист}} = \frac{3,14 \cdot 0,6095^2}{4} 1,6 + 0,77 = 1,237 \text{ МН} \quad (5.10)$$

бу ерда  $p = 1,6$  МПа – ишчи босими;  $D_{\text{кист}}$ –кистирма ўртача диаметри;  $P_{\text{кист}}$ –герметикликни таъминлаш учун зарур зичловчи юзаларни ўк бўйлаб сиқувчи куч.

Зичловчи кистирмани сиқиш кучи (кистирма эни 0,02 м ва ички диаметри 0,62 м):

$$P_k = \pi \cdot D_{\text{кист}} \cdot b \cdot k \cdot p = 3,14 \cdot 0,6125 \cdot 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,6 = 0,77 \quad (5.11)$$

бу ерда  $b = \sqrt{b_0} = 3,16$ ;  $b_0$ – кистирманинг хақиқий эни, м;  $k$  – кистирма конструкцияси ва материалга боғлиқ коэффициент (ясси резина кистирмалар учун  $k = 1,0$ ; паронит, фторопласт учун  $k = 2,5$ ).

$$D_{\text{кист}} = \frac{2D_u + 0,015}{2} = \frac{2 \cdot 0,602 + 0,015}{2} = 0,6095 \text{ м} \quad (5.12)$$

Болтларни жойлаштириш диаметри:

$$D_{\sigma} = (1,1 - 1,2) \cdot D_u^{0,933} = 1,1 \cdot D_u^{0,933} = 1,1 \cdot 0,602^{0,933} = 0,685 \text{ м} \quad (5.13)$$

бу ерда  $D_u$  – фланецнинг ички диаметри (одатда у кобикнинг ташқи диаметрига тенг).

**Болтлар диаметрини ҳисоблаш.**

$$d_{\sigma} = \frac{D_{\sigma} - D_{\Gamma}}{2} - 0,006 = \frac{0,685 - 0,612}{2} - 0,006 = 0,03 \text{ м} \quad (5.14)$$

бу ерда  $D_{\Gamma}$  – фланецни кобикка пайвандлаш чокининг ташқи диаметри, м.

**Болтлар сони**

$$z = \frac{P_{\sigma}}{\sigma_d \cdot F_{\sigma}} = \frac{1,237}{126 \cdot 4,34 \cdot 10^{-4}} = \frac{1,237}{0,055} = 22,62 \approx 24 \text{ дона} \quad (5.15)$$

бу ерда  $\sigma_d$  – болтларда чўзилишга рухсат этилган кучланиш, МН/м<sup>2</sup>.

Резьбасининг диаметри М27х1,5 бўлган болтни танлаймиз. Болт резьбасининг ички диаметри  $d = 23,5$  мм га тенг. Болт кўндаланг кесимининг юзаси (резьбанинг ички диаметри бўйича)  $F_{\sigma}$ :

$$F_{\sigma} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,0235^2}{4} = 4,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \quad (5.16)$$

**Фланецнинг ташқи диаметри:**

$$D_{\phi} = D_{\sigma} + (1,8 - 2,5) \cdot d_{\sigma} = D_{\sigma} + 1,83 \cdot d_{\sigma} = 0,685 + 1,83 \cdot 0,03 = 0,74 \text{ м} \quad (5.17)$$

Ишчи жараёнида фланецга тушаётган юклама:

$$\begin{aligned} P &= \frac{D_{\phi}}{D_{\phi} - D_u} \cdot \left[ P_{\sigma} \frac{D_u}{D_{\sigma}} \left( \frac{D_{\sigma}}{D_{\text{куп}}} - 1 \right) + \frac{\pi D_{\text{куп}}^2}{4} p \cdot \left( 1 - \frac{D_u}{D_{\text{куп}}} \right) \right] = \\ &= \frac{0,74}{0,74 - 0,602} \cdot \left[ 1,237 \cdot \frac{0,602}{0,685} \left( \frac{0,685}{0,6095} - 1 \right) + \frac{3,14 \cdot 0,6095^2}{4} 1,6 \cdot \left( 1 - \frac{0,602}{0,6095} \right) \right] = \\ &= 5,36 \cdot (0,13 + 0,471 \cdot 0,0171) = 0,74 \text{ МН} \end{aligned} \quad (5.18)$$

**Ёрдамчи катталиқлар:**



$$\Phi = \left( \frac{p}{\sigma_T} \right) \cdot \Psi_1 = \frac{1,6}{240} \cdot 1,1 = 0,0073 \quad (5.19)$$

$$A = 2 \cdot \psi_2 \cdot \delta^2 = 2 \cdot 5 \cdot 0,005^2 = 0,00025 \quad (5.20)$$

бу ерда  $\sigma_T$  – ишчи температурада фланец материалнинг оқувчанлик чегараси,  $\text{МН/м}^2$  (Ст.3 ва X18H10T пўлатлар учун  $\sigma_T = 240 \text{ МН/м}^2$  деб қабул қилса бўлади);  $\delta = 0,005$  - қобик қалинлиги, м;  $\psi_1, \psi_2$  – коэффициентлар, уларнинг сон қиймати 2.14-расмдан танлаб олинади [5].

$\Phi > 1,13 \cdot A$  бўлгани учун фланец баландлигини ушбу формуладан аниқлаймиз:

$$h = 0,43 \cdot \sqrt[3]{D_u \cdot (\Phi - 0,85A)} = 0,43 \cdot \sqrt[3]{0,602 \cdot (0,0073 - 0,85 \cdot 0,00025)} = 0,0691 \text{ м} \quad (5.21)$$

**Труба тешикли панжарасининг ўрта қисмидаги баландлиги эса ушбу тенгламадан аниқланади:**

$$h = \frac{K \cdot D_u}{\varphi_0} \sqrt{\frac{p}{\sigma_{u,d}}} + c_K + c_{якт} = \frac{0,6 \cdot 0,602}{0,982} \sqrt{\frac{1,6}{126}} + 0,001 + c_{якт} =$$

$$= 0,387 \cdot 0,11 + 0,001 + c_{якт} = 0,0413 + 0,001 + c_{якт} \approx 0,05 \text{ м} \quad (5.22)$$

бу ерда  $K = 0,6$  – труба тешикли панжарасининг конструкциясига боғлиқ коэффициент;  $\sigma_{u,d}$  – материал учун рухсат этилган эгилиш кучланиши,  $\text{МН/м}^2$  (мўрт бўлмаган материаллар учун  $\sigma_{u,d} = \sigma_{u,d}$ );  $\varphi_0$  – труба маҳкамланадиган панжаранинг тешиклар қилиниши натижасида мустаҳкамлигини ифодаловчи коэффициент.

Ушбу,  $\varphi_0$  коэффициентни қуйидаги формуладан топиш мумкин:

$$\varphi_0 = 1 - 0,43 \cdot \frac{d}{D} = 1 - 0,43 \cdot \frac{0,025}{0,602} = 0,982 \quad (5.23)$$

бу ерда  $\sum d_0$  - труба маҳкамланадиган панжара диаметридаги тешиклар диаметрларининг йиғиндиси қуйидагича топилади:

$$\sum d_0 = z \cdot d = 18 \cdot 0,025 = 0,45 \quad (5.24)$$

Тешикли панжара диаметридаги трубалар сони  $z$  қурилмадаги трубаларнинг умумий сони  $n$  орқали ушбу формуладан топилади:

$$z = 2 \sqrt{\frac{n-1}{3} + 0,25} = 2 \sqrt{\frac{240-1}{3} + 0,25} = 17,88 \approx 18 \text{ дона} \quad (5.25)$$

## 5.7. Қистирма турлари ва материаллари

Фланецли бирикмани зичлаш учун одатда улар орасига қистирмалар ўрнатилади. Қистирма пластик, эластик, муҳитга бардошли, эксплуатация даврида мустаҳкам ва узок муддат хизмат қилиши керак. Қистирма материали ва тури эксплуатация шароити–босим, температура ва муҳит хоссалари асосида танланади. Қистирма ўлчами ва шакли фланецларнинг бирлашиш юзаси конфигурациясига боғлиқ.

5-10 жадвалда қурилмасозликда ишлатиладиган қистирма материаллари келтирилган.

5.20-расмда энг кўп қўлланиладиган қистирмаларнинг қўндаланг кесимлари келтирилган. Тўғри тўртбурчак шаклли қистирмалар исталган материалдан ясаши мумкин. Думалоклар – металлдан; эллипс ва саккиз бурчакли қўндаланг кесимли, гофрланган қистирмалар эса – пўлатлардан ясалади.

5-10 жадвал

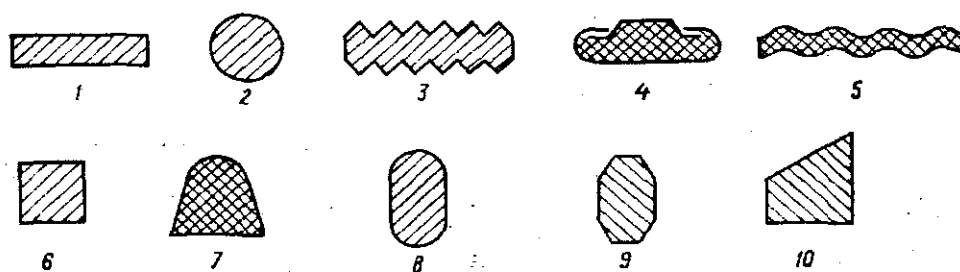
Т/р	Материал	Параметрларнинг тавсия этиладиган чегаралари		
		$D_r$ , мм	$P_r$ , МПа	$t$ , °C
1.	Картон, резина	≤3000	≤0,6	-300 дан +100 гача
2.	Резинали мато	≤3000	≤1,0	-30 дан +100 гача
3.	Асбестли картон	≤3000	≤1,6	+500 гача
4.	Пластикат, полиэтилен	≤3000	≤4,0	-30 дан +60 гача
5.	Паронит	≤3000	≤10,0	-200 дан +400 гача
6.	Фторопласт	≤1000	≤10,0	-200 дан +250 гача
7.	Алюминий, мис, латунь, монель, кўрғошин, никель	≤800	≤40,0	-200 дан +300 гача
8.	Углеродли, легирланган ва юкори легирланган пўлатлар	≤1600	≤20,0	-200 дан +540 гача

Қистирмаларни турли мухитларда қўллаш сохалари 5-11 жадвалда келтирилган.

5-11 жадвал

Т/р	Мухит	Чегаравий ишчи босим, МПа	Чегаравий температура, °C	Қистирма
1.	Нефт (хом-ашё) ва нефт маҳсулотлари	1,0	40	Мойланган картон
		5,0	450	Паронит
		10,0	300	Гоффриланган алюминий кобикли асбест
		6,4...40,0	550	0X18H9 ёки X18H9T пўлатли эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма
2.	Агрессив буг ва газлар	0,6	300	Асбестли картон
		2,5	300	Паронит
		15,0	450	Гоффриланган 0X18H9 ёки X18H9T пўлат кобикли асбест
		6,4...40,0	550	0X18H9 ёки X18H9T пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма
3.	Ҳаво ва нейтрал газ	0,3	30	Резина
		10,0	300	Гоффриланган алюминий кобикли асбест
		6,4...40,0	550	0X18H9 ёки X18H9T пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма
4.	Сув буғи (тўйинган ва ўта кизиган)	0,4	150	Графитланган асбестли картон
		5,0	450	Паронит
		6,4...40,0	550	0X18H9 ёки X18H9T пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма
5.	Концентрланган H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (40% гача)	0,3	65	Резина
		0,6	50	C2 турдаги кўрғошин
		0,6	100	Кислота бардош асбестли картон
6.	Аммиак ва ишкор эритмалари	0,15	400	Графитланган асбестли картон
		4,0	300	Паронит
		6,4...40	550	Армко темирдан, эллипс кўндаланг кесимли халқасимон кистирма

Алюминий, мис, латунь, никель, монель кобикли асбест, картон, ясси ва гоффриланган кистирмалар жуда кўп қўлланилади ва саноатда кенг тарқалган.



5.20 - расм. Қистирмаларнинг кўндаланг кесимлари.

1 – ясси ; 2 – думалок; 3 – гофриланган; 4,5 – комбинациялашган (метал қобикли); 6 – квадрат; 7,8,9,10 – фасонли металлдан.

Одатда, улар муҳит температураси 540°C ва босим 6,3 МПа гача бўлган қурилмаларда ўрнатилади. Ундан ташқари, нометал қобикли металлдан ясалган комбинациялашган қистирмалар ҳам қўлланилади. Бундай ҳолларда қистирма қобиғи фторопласт плёнкадан қилинади, чунки у фланец бирлашувчи юзасининг ҳамма нотекислиklarини тўлдириб туради.

Металл ва комбинациялашган қистирмаларни танлашда, фланец ва қистирма гальваник жуфтликни ҳосил қилмаслигини инobatга олиш керак, бўлмаса зичланувчи юзада интенсив равишда электрохимий коррозия бошланади.

### 5.8. Обечайка қалинлигининг ҳисоби

Цилиндрик обечайка қалинлиги ушбу формуладан топилади:

$$S = \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - p} + C_1 + C_2 + C_3 \quad (5.26)$$

бу ерда  $p$  – ҳисобланган босим, МПа;  $D$  – обечайка ички диаметри;  $[\sigma]$  – рухсат этилган кучланиш;  $\varphi$  – пайванд чок мустаҳкамлик коэффициентини;  $C_1$  – коррозия ва эрозияни компенсация қилиш учун қўшимча;  $C_2$  – манфий қўйимни компенсация қилиш учун қўшимча;  $C_3$  – технологик жараёнлар туфайли деворнинг юпқалашишини компенсация қилиш учун технологик қўшимча.

Агар, қурилмадаги элткичларнинг бири хавфли (заҳарли, ёнғин ёки портлашга мойил) бўлса, унда у 1 МПа босимга мослаб ҳисобланади.

Пайванд чокининг 100% узунлиги назорат қилинса унинг мустаҳкамлик коэффициентини  $\varphi = 1,0$  ва 50% назорат қилинса -  $\varphi = 0,9$ . Конструкция материаллар учун рухсат этилган кучланиш ишчи температура ва материал турига боғлиқ (5-12 жалвал).

5-12 жалвал

#### Айрим конструкция материаллар учун норматив рухсат этилган кучланишлар

т/р	Материал маркаси	Температурага боғлиқ $[\sigma]$ , МПа қийматлари		
		20°C	100°C	200°C
1.	Пўлат Ст.3	140	134	126
2.	Пўлат 20, 20К	147	142	136
3.	Пўлат 09Г2С, 16ГС, 17ГС	183	160	148
4.	Легирланган пўлат 15Х5М	146	141	134
5.	Легир.пўлат 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	160	152	140
6.	Легир.пўлат 08Х18Н10Т, 08Х17Н13М2Т	140	130	110
7.	Лег.пўлат 08Х22Н6Т, 08Х21Н16М2Т	240	207	193
8.	Титан ВТ1-0	133	118	93
9.	Куйдирилган мис	44	44	40
10.	Алюминий	15	10,5	4,5

Қурилма деворининг ижрочи қалинлиги листли прокат труба қалинликлари стандарт каторидан танланади. Одатда деворнинг ҳақиқий қалинлиги ҳисоблангандан катта бўлиши ва

обечайка қаттиқлигини таъминлаши керак. Курилманинг диаметри 400 мм гача бўлганда коррозия ва эрозияни компенсация қилиш учун ажратилган кўшимчасиз обечайканинг минимал қалинлиги 2 мм ни, диаметри 1000 мм гача бўлганда 3 мм ни ва диаметри 2000 мм гача бўлганда эса – 4 мм ни ташкил этади.

### 5.9. Днишче қалинлигининг ҳисоби

Эллиптик днишченинг зарур қалинлиги ушбу тенгламадан ҳисоблаб топилади (5.21-расм):

$$S = \frac{p \cdot R}{2[\sigma] \cdot \varphi - 0,5p} + C_1 + C_2 + C_3 \quad (5.27)$$

бу ерда  $R$ -днишченинг максимал эгрилик радиуси.

Эгрилик радиуси  $R$  ушбу формуладан аниқланади:

$$R = \frac{D^2}{4H} \quad (5.28)$$

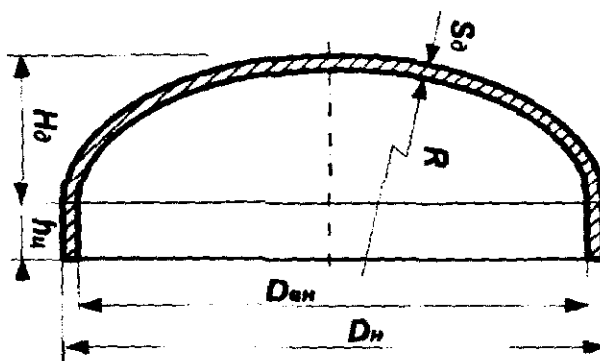
Тайёрланган ҳамма қурилма, идиш, жихоз ва бошқадар гидравлик синовдан ўтиши шарт. Пайвандланган қурилмадаги синов босими  $P_{np}$  ҳисобланган босим  $P_p$  га қараб аниқланади:

$$P_{np} = 1,25 \frac{[\sigma_{20}]}{[\sigma_t]} \cdot P_p \quad (5.29)$$

бу ерда  $[\sigma_{20}]$  – 20°C температурада қурилма материали ва унинг элементлари учун рухсат этилган кучланиш, МПа;  $[\sigma]$  - ишчи температурада қурилма материали ва унинг элементлари учун рухсат этилган кучланиш, МПа.

Ишчи температура 200°C дан кам бўлган ҳолларда  $[\sigma_{20}]/[\sigma]=1$ .

Эллиптик днишче ўлчамлари, мм (ГОСТ 6533-78)



5.21-расм. Эллиптик днишче.

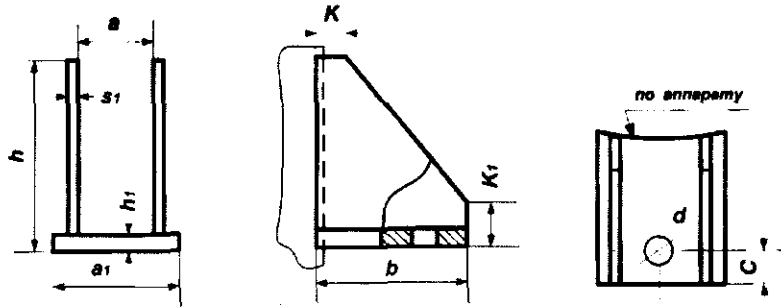
5-13 жадвал

$D_n$	$h_n$	$H_d$
159	25	40
273	25	68
325	25	81
426	25	106
630	25	157

$D_{вн}$	$h_n$	$H_d$
400	25,4	100
600	25,4	150
800	25,4	200
1000	25,4	250
1200	25,4	300

## 5.10. Таянчлар ҳисоби

Вертикал қурилма таянч бошмоқлари иккита вертикал пластина ва горизонтал асосдан таркиб топган бўлади (5.22-расм).



5.22-расм. Вертикал қурилма учун таянч бошмоғи.

Вертикал қурилма таянч бошмоғи 2 хилда тайёрланади:

- 1 - типдаги бошмоқ иссиқлик қопламасиз қурилмалар учун;
- 2 - типдаги бошмоқ иссиқлик қопламали қурилмалар учун бўлиб, горизонтал асоси анча узун қилиб ясалади.

Таянч бошмоқлар бевосита қобикқа ёки тўғри тўртбурчак шаклли таглик листга пайвандланади. Таянч бошмоқлар қобиғининг диаметри  $D \leq 600$  мм ли қурилмалар учун, ҳамда диаметри  $D=600...800$  мм ли ва трубалар узунлиги 2000 мм дан ошмаган қурилмалар учун сони 2 та бўлади. Қобиғининг диаметри  $D=600...800$  мм ва трубалар узунлиги 2000 мм дан ортиқ, ҳамда диаметри  $D=1000$  ёки 1200 мм ли ва исталган узунликдаги трубалар учун бошмоқлар сони 4 та бўлади.

Таянч бошмоқлар ўлчамлари битта таянчга тушаётган юклама  $Q$  га қараб 5-14 жалвалдан танланади.

5-14 жадвал

Вертикал қурилмалар учун таянч бошмоқларнинг конструктив ўлчамлари, мм

$Q$ , кН	тури	$a$	$a_1$	$b$	$C$	$h$	$h_1$	$K_1$	$K$	$d$
1,6	1	45	65	60	15	85	8	10	15	12
	2			100		120	4		25	
4,0	1	75	95	95	20	140	10	15	25	12
	2			160		190	5		40	
10	1	90	115	115	30	170	14	20	30	24
	2			195		255	6		50	
25	1	125	155	155	45	230	16	25	40	24
	2			255		310	8		65	
40	1	150	190	185	45	295	30	30	60	35
	2			315		390	10		80	
63	1	185	230	230	60	360	24	35	70	35
	2			380		470	12		100	
100	1	250	310	310	65	475	30	40	95	42
	2			520		620	16		130	
160	1	300	380	390	65	585	35	60	115	42
	2			650		780	20		180	

Бўш қурилма массаси қуйидагилардан йиғилади:

- деворининг қалинлиги  $\delta_1$  бўлган ҳамма трубалар  $n_{ум}$  массаси

$$m_1 = \pi d_{\text{ўр}} \cdot \delta_1 \cdot l_{\text{тр}} \cdot n_{\text{ум}} \cdot \rho_m \quad (5.30)$$

-  $l_1$  узунликдаги қобик обечайкаси, ҳамда  $l_2$  ва  $l_3$  узунликдаги қопқоқ обечайкалар массалари

$$m_2 = \pi D_k \cdot S_k \cdot (l_{mp} + l_2 + l_3) \cdot \rho_m \quad (5.31)$$

- ҳамма тўсиклар  $k$ , 2 та труба тешикли панжалари, қопқоқ фланецларининг массалари

$$m_3 = 0,785 D_k^2 \cdot (k S_n + 2 S_{mm} + S_1 + S_2) \cdot \rho_m \quad (5.32)$$

бу ерда  $S$  – юқорида қайд этилган элементлар қалинлиги, м;  $L$  – ўша элементлар узунлиги, м;  $\rho$  – материал зичлиги, кг/м<sup>3</sup>; пўлат учун  $\rho \approx 8000$  кг/м<sup>3</sup>.

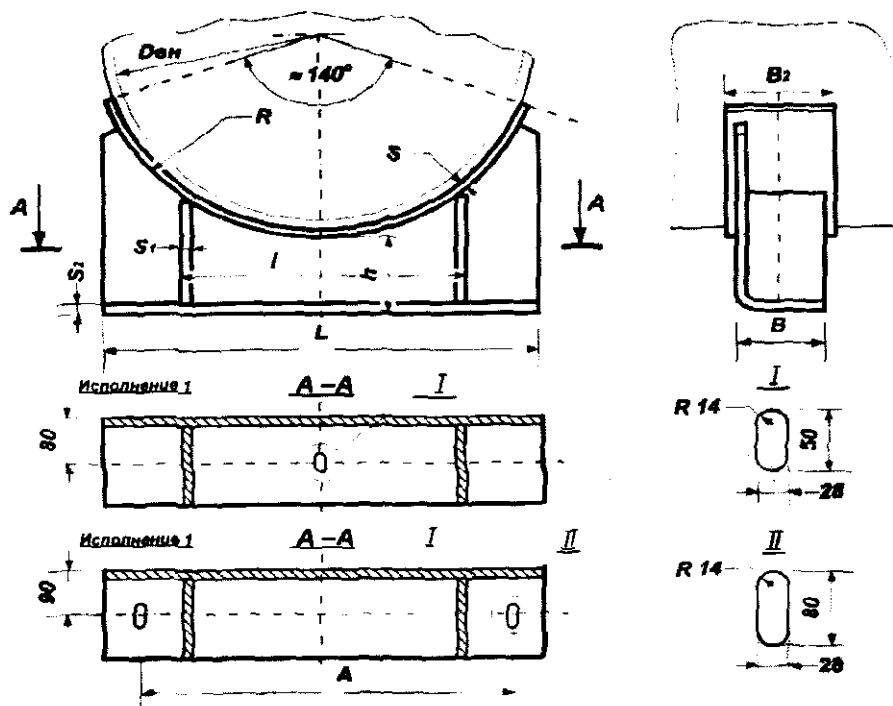
Ишчи ҳолатда иссиқлик алмашиниш қурилмасининг труба ва трубалараро бўшлиғи элткичлар билан, гидравлик синов пайтида – сув билан тўлдирилган бўлади.

Трубалар билан қопқоқлар бўшлиқларининг ҳажми қуйидагича ҳисобланади:

$$V_{mp} = 0,785 \cdot \left[ d_{uc}^2 \cdot n_{ym} \cdot l_{mp} + D_k^2 (l_2 + l_3) \right] \quad (5.33)$$

Трубалараро бўшлиқнинг ҳажми ушбу формуладан аниқланади:

$$V_{траб} = 0,785 \cdot (D_k^2 - d_{маш}^2 \cdot n_{ym}) \cdot l_{mp} \quad (5.34)$$



5.23-расм. Қобик диаметри  $D_{твш}=159...630$  мм қурилмалар (I-тип) учун эгарсимон таянчлар.

Гидравлик синовларда даврида сув билан тўлдирилган қурилманинг таянчларига тушаётган умумий юклама (кН) ушбу тенгламадан топилади:

$$Q_{\Sigma} = 0,001 \cdot \left[ m_1 + m_2 + m_3 + (V_{mp} + V_{траб}) \cdot \rho_{H_2O} \right] \cdot g \quad (5.35)$$

Стандарт эгарсимон таянчлар горизонтал иссиқлик алмашиниш қурилмалари учун мўлжалланган.

I-типдаги таянчлар қобиғининг диаметри 630 мм дан кам бўлган қурилмалар учун бўлиб,

пойдевор болтлари тешиklarининг сонига қараб 2 хил қилиб ясалади (5.23-расм). Таянч букланган устун, 2 та каттиклик қовурғаси ва таянч листдан таркиб топган.

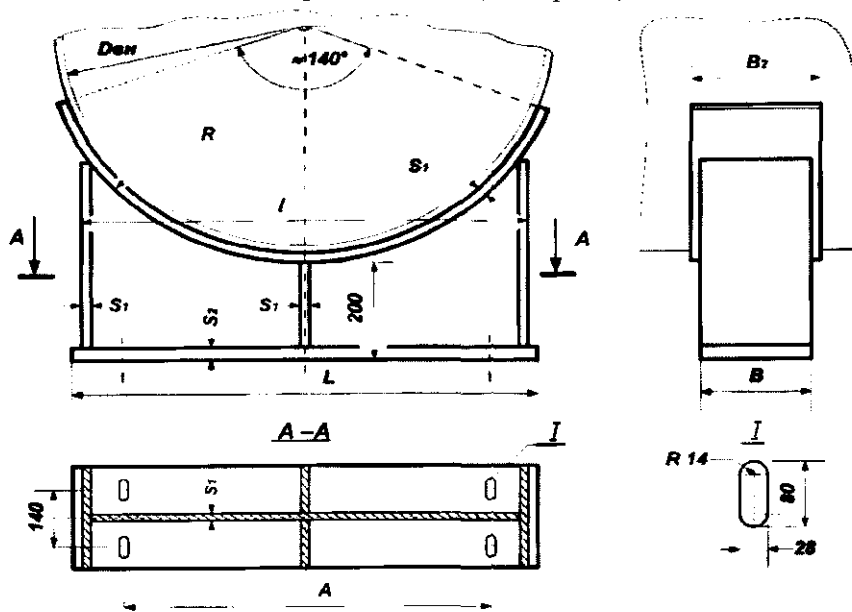
Таянч ўлчамлари қобикнинг ташки диаметрига қараб 5-15 жадвалдан аниқланади ва рухсат этилган кучланишга текширилади.

5-15 жадвал

I-тип эгарсимон таянчлар ўлчамлари, мм (ОСТ 26-1265-75)

$D_{max}/D_{min}$	$S_1$	$S_2$	$R$	$L$	$l$	$h$	$B$	$B_2$	$A$	$Q$ , кН
159/ -	6	10	84	180	90	75	120	140	140	16
273/ -	6	10	141	290	190	100	120	140	250	20
325/ -	6	10	167	400	240	125	180	230	330	20
- /400	8	14	222	400	240	135	180	220	330	50
- /600	10	16	322	600	340	200	160	230	450	80

II-типтаги таянчлар қобикнинг диаметри 800 мм ва ундан ортик бўлган қурилмалар учун бўлиб, рухсат этилган кучланишга қараб 2 хил қилиб ясалади. Таянч устун, асос, 3 та каттиклик қовурғаси ва таянч листдан таркиб топган (4.24-расм).



5.24-расм. Қобик диаметри  $D_{max} \geq 800$  мм қурилмалар (II-тип) учун эгарсимон таянчлар.

Таянчлар ўлчамлари 5-16 жадвалда келтирилган.

5-16 жадвал

II-тип эгарсимон таянчлар ўлчамлари, мм (ОСТ 26-1265-75)

$D_{min}$	тури	$S_1$	$S_2$	$R$	$L$	$l$	$B$	$B_2$	$A$	$Q$ , кН
800	1	8	14	422	740	730	250	360	500	80
	2	14	18							160
1000	1	8	14	522	1000	980	250	360	650	125
	2	14	18							200
1200	1	8	14	622	1100	1080	250	360	800	125
	2	12	18							200
1400	1	8	14	722	1250	1230	250	400	950	160
	2	12	20							250

Жадвалдаги  $R$  нинг қийматлари таянч листлар қалинлиги 6...12 мм учун. Қурилмалар иккита эгарсимон, яъни қўзғалмас ва ҳаракатчан таянчларга ўрнатилади.

Температури компенсация қилиш учун болт тешиқларининг эллипссимон шакли, ҳамда асос ва гайка орасидаги 1...2 мм ли тирқиш ҳисобига ҳаракатчан таянч пойдевор устида сирпанади. Эгарсимон таянч деталлари ўзаро бир томонлама узлуксиз ёки таврсимон, таянч лист эса узлукли бурчак чоклари билан пайвандланади.

### 5.11. Тешиқли панжара ҳисоби

Труба тешиқли панжарасининг қалинлиги трубани развальцовка, ҳамда пайвандлаб маҳкамлаш шартидан келиб чиқиб, ушбу шартдан аниқланади:

$$S_p = \frac{(0,435d_n + 0,0015) \cdot 10^{-2}}{t_p - d_n} \geq 0,01 \quad (5.36)$$

бу ерда  $d_n$  – трубанинг ташқи диаметри, м;  $t_p$  – тешиқли панжарадаги тешиқларнинг жойлашиш қадами, м.

Қобик трубади иссиқлик алмашиниш қурилмасининг трубалараро бўшлиғидаги кўндаланг сегмент тўсиқлар минимал қалинлиги қобик диаметрига боғлиқ:

5-17 жадвал

Сегмент тўсиқлар қалинлиги, мм (ГОСТ 6533-78)

$D$ , мм	$\leq 400$	500...600	800...1000	$\geq 1200$
$S_n$ , мм	6	10	12	14

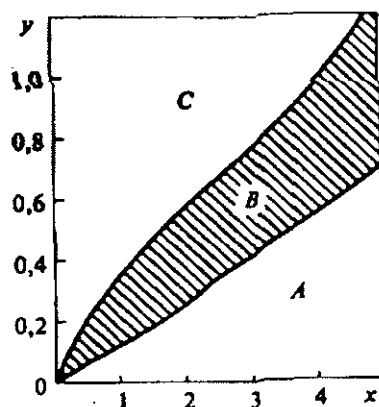
Кўндаланг сегмент тўсиқларни бир-бирига нисбатан белгиланган масофада дастлаб ўрнатиш учун торткичлар хизмат қилади ва уларнинг диаметри  $D \leq 600$  бўлганда 12 мм ва  $D \geq 800$  бўлганда 16 мм. Торткичларнинг сони  $D \leq 1000$  мм да 6 та,  $D = 1200$  мм да 8 та ва  $D \geq 1200$  мм бўлганда 10 та.

### 5.12. Компенсатор ҳисоби

Оддий труба қувурларининг компенсациялаш қобилиятини 5.25-расмда кўрсатилган  $x$  ва  $y$  критериял параметрлар ёрдамида баҳоланади.

$x$  – параметри труба қувури бутун узунлиги  $L$  нинг қўзғалмас таянчлар орасидаги масофа  $l$  га нисбати сифатида топилади:

$$x = \frac{L}{l} - 1 \quad (5.37)$$



5.25-расм. Оддий труба қувурининг компенсациялаш қобилиятини баҳолаш графиги.

**A** – температура таъсирида узайишни труба қувури компенсация қилади;

**B** – компенсаторни ҳисоблаш талаб этилади; **C** – температура таъсирида узайишни труба қувури компенсация қилмаслиги сабабли унинг шаклини ўзгартириш керак.



$y$  – параметри температура деформациясининг труба қувири бутун узунлиги келтирилган функцияси:

$$y = \frac{E \cdot D_a}{[\sigma] \cdot L} \cdot \left( \alpha \cdot \Delta t \pm \frac{C_m}{l} \right) \quad (5.38)$$

бу ерда  $E$  – пўлатнинг эластиклик модули, МПа;  $[\sigma]$  – номинал рухсат этилган кучланиш, МПа;  $\alpha$  – ҳисобланган температурада пўлатнинг чизикли узайишининг температура коэффициент,  $1/^\circ\text{C}$ ;  $\Delta t$  – труба деворининг ҳисобланган температураси ва монтаж температуралари орасидаги фарқ,  $^\circ\text{C}$ ;  $C_m$  – монтаж чўзилиши, м.

Труба қувурларини лойиҳалашда уни температура блокларига бўлишади. Ҳар бир блокда температура деформациялари компенсация қилинади. Труба қувири ва таянчлар (шу қумладан, қурилма штуцерлар) даги жуда катта кучланишлар туфайли температура деформацияларини ўз-ўзидан компенсация қилинмаса, бундай ҳолларда компенсаторлар ўрнатилади.

Труба қувурларидаги иссиқлик деформацияларини компенсация қилишда қуйидаги турдаги компенсацияловчи мосламалар қўлланилади: пўлатдан ясалган эгилувчан компенсаторлар (хилма-хил шаклли) ва труба қувурларининг бурилиш мосламалари; линза ва сифонли компенсаторлар; сальникли компенсаторлар.

**Эгилувчан компенсаторларни ҳисоблаш.** Бу турдаги компенсаторлар узунлигини топиш учун труба қувурининг иссиқлик таъсирида чўзилиши  $\Delta l$  ҳисобланади:

$$\Delta l = \varepsilon \cdot \Delta l \quad (5.39)$$

бу ерда  $\varepsilon$  – компенсатор дастлабки чўзилиши ва компенсацион кучланиш релаксациясини иноватга олувчи коэффициент; иссиқлик элткич температураси  $t \leq 400^\circ\text{C}$  тўлиқ иссиқлик чўзилиш  $\Delta l$  нинг 50% ва  $t \geq 400^\circ\text{C}$  -  $\Delta l$  нинг 100%; ушбу коэффициентнинг сон қийматлари 5-18 жадвалдан олинади;  $\Delta l$  – труба қувири ҳисобланган участкасининг тўлиқ иссиқлик чўзилиши, мм:

$$\Delta l = \alpha \cdot \Delta t \cdot L \quad (5.40)$$

бу ерда,  $\alpha$  – пўлатни 0 дан  $t(^\circ\text{C})$  гача киздирилгандаги ўртача чизикли кенгайиш коэффициент, мм/(м·К);  $\Delta t$  – ҳисобланган температуралар фарқи бўлиб, иссиқлик элткич ва атроф-муҳит температуралари орасидаги фарққа тенгдир,  $^\circ\text{C}$ ;  $L$  – труба таянчлари орасидаги масофа, м.

5-18 жадвал

Коэффициент  $\varepsilon$  нинг қийматлари

№	Иссиқлик элткич температураси $t, ^\circ\text{C}$	Монтаж вақтида	Ишчи ҳолатда
1.	<200	0,5	0,5
2.	251-300	0,6	0,5
3.	301-400	0,7	0,5
4.	401-450	1,0	0,35

**Таянчлар орасидаги масофа (оралиқ)ни ҳисоблаш.** Бевосита қўзғалмас таянч ёки компенсатор (П-симон, сифонли, сальникли ва х.) га ёндашиб турган масофа четки оралиқ, қолганлари эса ўртача оралиқ деб номланади. Ўртача оралиқ ушбу (5.41) ва (5.42) формулалардан аниқланади ва иккитасидан энг кичиги ҳисобланган оралиқ деб қабул қилинади:

$$l_{yp} = (D_a - S) \cdot \sqrt{\frac{3,75\pi \cdot S \cdot \varphi_{bw} \cdot (1,1[\sigma] - \sigma_{ur})}{g}} \quad (5.41)$$

$$l_{yp} = \sqrt[3]{\frac{12E \cdot J \cdot i}{g \cdot y(1-y) \cdot (1-2y)}} \quad (5.42)$$

бу ерда,  $J$  – труба кўндаланг кесимининг инерция моменти,  $m^4$ ;  $i$  – киялик, одатда 0,002 кам бўлмаган киймат қабул қилинади;  $\sigma_{ur}$  – ички босим туфайли ҳосил бўлган бўйлама кучланиш;  $y$  – ўлчамсиз параметр, одатда  $y=0,33 \dots 0,5$ .

Амалда четки оралик узунлиги ўртача ораликнинг 80% ни ташкил этади.

**Линзали компенсаторларни ҳисоблаш.** Линзали компенсаторлар вертикал ва горизонтал труба қувурларида қўлланилади. Улар одатда шартли диаметр, шартли босим ва линзанинг компенсация қилиш қобилиятига қараб танланади (5.24-расм).

Компенсатордаги ҳисобланган линзалар сони ушбу формуладан аниқланади:

$$z = \frac{\Delta_{\kappa}}{\Delta_{\tau}} \quad (5.43)$$

Ҳисоблаш натижасида олинган сон энг яқин катта сонгача яхлитланади.

Компенсатор деформацияси  $\Delta_{\kappa}$  қуйидагича ҳисобланади:

$$t_m > t_e \text{ бўлганда} \quad \Delta_{\kappa} = \Delta_{\tau} - \Delta_{\rho\kappa} + \Delta_{\rho\rho} \quad (5.44)$$

$$t_m < t_e \text{ бўлганда} \quad \Delta_{\kappa} = \Delta_{\tau} - \Delta_{\rho\kappa} - \Delta_{\rho\rho} \quad (5.45)$$

бу ерда,  $\Delta_{\tau}$  – труба температура деформацияси, м;  $\Delta_{\rho\kappa} = \frac{P_{\kappa} \cdot l}{E'_{\tau} \cdot F_{\tau}}$  – компенсатор ҳаракат реакцияси туфайли

труба деформацияси, м;  $\Delta_{\rho\rho} = \frac{P_{\rho} \cdot l}{E'_{\tau} \cdot F_{\tau}}$  – кенгайтирувчи куч таъсиридаги труба деформацияси, м;  $E'_{\tau}$  – труба материалнинг эластиклик модули, МПа;  $F_{\tau}$  – труба кўндаланг кесимининг юзаси,  $m^2$ ;  $t_m$  ва  $t_e$  – труба ва ҳавонинг температуралари,  $^{\circ}C$ .

Агар қандайдир сабабларга кўра стандарт компенсатор танлаш имкони бўлмаса, линзали компенсатор лойиҳаланади.

Компенсатор ҳисоби маълум кетма-кетликда олиб борилади:

– линза деворининг номинал ҳисобланган қалинлиги аниқланади, м

$$S_R = 0,895K \cdot D_e \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma]}} \quad (5.46)$$

– компенсатор реакцияси  $P_{\kappa}$ , МН

$$P_{\kappa} = 4,9 \cdot \frac{[\sigma] \cdot S^2}{1 - \beta} \quad (5.47)$$

– линзадаги муҳит босими таъсирида кенгайтиш  $P_{\rho}$ , МН

$$P_{\rho} = 0,8K_1 \cdot P \cdot D_e^2 \quad (5.48)$$

бу ерда  $D_e$  – линзанинг ички диаметри, трубанинг ташқи диаметрига тенг қилиб олинади;  $\beta = D_w/D$ ;  $D$  – линзанинг ташқи диаметри, м;  $S$  – линза деворининг қабул қилинган қалинлиги, м;  $[\sigma]$  – линза материалнинг буқишишга рухсат этилган кучланиш, МПа;  $P$  – трубадаги ҳисобланган босим, МПа.

$$K = \sqrt{\frac{(1-\beta) \cdot (1-\beta)^2}{8\beta^2 \cdot (3+\beta)}}; \quad K_1 = \frac{\pi}{12} \cdot \frac{(1-\beta) \cdot (1+2\beta)}{\beta^2}$$

Битта линзанинг деформацияси ушбу формуладан топилади:

$$\Delta_{\tau} = 0,075K_2 \cdot \frac{[\sigma] \cdot D_e^2}{E \cdot S} \quad (5.49)$$

бу ерда  $K_2 = \frac{6,9}{1-\beta} \cdot \left( \frac{1-\beta^2}{\beta^2} - \frac{4 \ln^2 \beta}{1-\beta^2} \right)$ .

**Сильфонли компенсаторларни ҳисоблаш.** Линзали компенсаторларга қараганда сальфонлар кичик диаметри ва гофрлар сонининг кўплиги ҳамда деворининг жуда юққалиги билан ажралиб туради. 5.26-расмда сальфонли компенсаторларнинг асосий турлари келтирилган.

**Сальникли компенсаторларни ҳисоблаш.** Сальникли компенсаторларни муҳитнинг босими  $P, \leq 2,5$  МПа ва температураси  $t \leq 300^\circ\text{C}$ , труба қувурининг диаметри 100 дан 1000 мм гача бўлган ҳолларда қўллаш мумкин (5.27-расм). Бунда труба қувури ер остида ёки паст таянчларда ўтказилган бўлиши даркор.

Сальникли компенсаторларни ҳисоблаш қалинликни ва сальник зичловчи материал (мой симдирилган юмшоқ мато ёки арқон) ни сиқиш кучини, сальник детали ва элементларининг асосий ўлчамларини аниқлашни ўз ичига қамраб олган:

– сальникнинг юмшоқ зичловчи материалнинг ҳисобланган қалинлиги  $S_c$ , мм:

$$S_c = 1,4\sqrt{D_c} \quad (5.50)$$

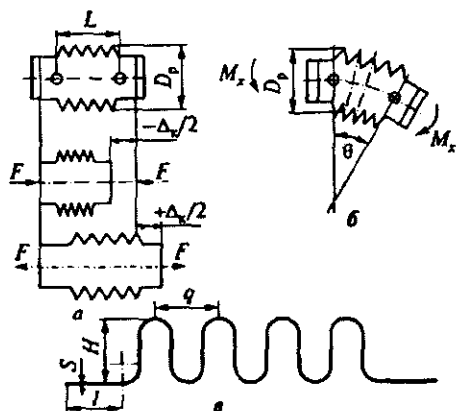
Бу ерда,  $D_c$  – сальник қобигининг диаметри; ҳисоблаб топилган  $S_c$  нинг қиймати бутун сонгача яхлитланади ва  $\pm 0,25$  мм ораликда қабул қилинади.

– зичловчи материалнинг баландлиги  $h$  муҳитнинг босимига боғлиқ ва 5-19 жадвал танланади.

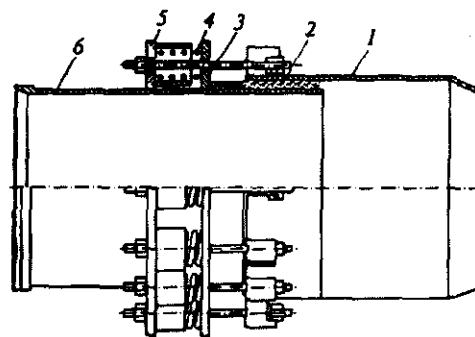
5-19 жадвал

Сальникли компенсаторларнинг юмшоқ зичловчи материал  $h$  нинг таъсия этилган баландлиги

$P$ , МПа	0,6 дан кам эмас	0,6 дан 1,6 гача	1,6 дан 2,5 гача	2,5 дан катта
$h$ , мм	$3S_c$	$4S_c$	$5S_c$	$6S_c$



5.26-расм. Сильфонли компенсаторларнинг асосий турлари:  
а-ўқли; б-универсал; в-сурилувчи.



5.27-расм. Сальникли компенсатор:  
1-қобик; 2-қистирма; 3-босиб турувчи втулка;  
4-компенсацияловчи пружина; 5-босувчи ҳалқа;  
6-втулка.

### 5.13. Барабан ҳисоби

Саноатда барабанли қурилмалар қуриткич, кристаллизатор, ўтхоналар сифатида қўлланилади. Айланувчи барабанлар механик ҳисоби унинг қаттиқлиги ва мустаҳкамлигини таъминловчи қалинлигини, ҳамда бандаж, таянч ва тираб турувчи роликларнинг мустаҳкамлигини аниқлашдир.

**Мисол 5-1.** Технологик ҳисоб асосида қуйидаги кўрсаткичли барабанли қуриткич танланган:

- барабан диаметри  $D=2,8$  м;
- барабан узунлиги  $L=14$  м;
- айланиш частотаси  $n=4$  айл/мин;
- курилма массаси  $M=10200$  кг;
- барабан қалинлиги  $\delta=14$  мм;
- оғирлиги  $G=0,99$  МН.

Барабанни мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги ҳисоблаб аниқлансин.

Ўртача тўкма зичлиги  $\rho=1280$  кг/м<sup>3</sup> ва тўлдириш коэффициенти  $\beta=0,12$  бўлганда куруткичдаги материал оғирлиги куйидагига тенг:

$$G_m = 0,785 \cdot D^2 \cdot L \cdot \beta \cdot \rho_n \cdot g = 0,785 \cdot 2,8^2 \cdot 14 \cdot 0,12 \cdot 1280 \cdot 9,81 = 13000 \text{ Н} \quad (5.51)$$

Таянчлар орасидаги масофа:

$$l_o = 0,585 \cdot L = 0,585 \cdot 14 = 8,2 \text{ м} \quad (5.52)$$

Эгувчи момент ушбу формуладан аниқланади:

$$M = \frac{G + G_m}{2} \cdot \frac{l_o}{2} - q \frac{L^2}{8} = \frac{(0,99 + 0,13)}{2} \cdot \frac{8,2}{2} - \frac{(0,99 + 0,13)}{14} \cdot \frac{14^2}{8} = 0,336 \text{ МН} \cdot \text{м} \quad (5.53)$$

Узатманинг тахминий қуввати  $N=80$  кВт бўлганда айлантириш momenti ушбу формуладан ҳисобланади:

$$M = \left( \frac{N}{2\pi n} \right) \cdot 10^{-3} = \frac{80 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0067} = 0,191 \text{ МН} \cdot \text{м} \quad (5.54)$$

Келтирилган момент:

$$M_p = 0,35M + 0,65\sqrt{M^2 + M_{кр}^2} = 0,35 \cdot 0,336 + 0,65 \cdot \sqrt{0,336^2 + 0,191^2} = 0,37 \text{ МН} \cdot \text{м} \quad (5.55)$$

Барабан халқасимон кўндаланг кесимининг қаршилик momenti:

$$W = 0,785D^2 \cdot \delta = 0,785 \cdot 2,8^2 \cdot 0,014 = 0,085 \text{ м}^3 \quad (5.56)$$

Эгувчи кучланиш :

$$\sigma_s = \frac{M_p}{W} = \frac{0,37}{0,085} = 4,3 \text{ МН/м}^2 \quad (5.57)$$

Ушбу қиймат руҳсат этилган ораликда, яъни  $[\sigma_s]=5 \dots 10$  МН/м<sup>2</sup>.

Барабан халқасимон кўндаланг кесим инерциясининг ўқли momenti:

$$I = \frac{\pi D_{вп}^3}{8} \cdot \delta = \frac{\pi}{8} \cdot (D - \delta)^3 \cdot \delta = \frac{3,14}{8} (2,8 - 0,014)^3 \cdot 0,014 = 0,119 \text{ м}^4 \quad (5.58)$$

Углеродли пўлат учун эластиклик модули  $E=1,9 \cdot 10^5$  МН/м<sup>2</sup>.

Барабаннинг эгилишини ушбу формуладан топамиз:

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot l_o^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot (0,99 + 0,13) \cdot 8,2^4}{384 \cdot 1,9 \cdot 10^5 \cdot 0,119} = 2,09 \cdot 10^{-4} \text{ м} \quad (5.59)$$

Рухсат этилган эгилиш ушбу формуладан аниқланади:

$$f \leq 0,0003 \cdot l_o \quad (5.60)$$

$$f = 0,0003 \cdot l_o = 0,0003 \cdot 8,2 = 0,00246 \text{ м} \quad (5.61)$$

яъни, барабаннинг қаттиқлик шартлари бажарилмоқда.

#### 5.14. Аралаштиргич ўқининг ҳисоби

Курилма ўқларининг айланиши ўсганда унинг тебраниш амплитудаси ортиши кўзатилади. Шунинг учун бу турдаги курилмаларда турғун ишлаш қобилияти тебранишга бардошлиги билан белгиланади.

**Мисол 5-2.** Ротор-дискли экстрактор ўқининг асосий ўлчамлари аниқлансин.

**Бошланғич маълумотлар:**

- диск диаметри - 0,8 м;
- диск қалинлиги - 0,004 м;
- дисклар сони - 20 та;
- дисклар орасидаги масофа - 0,4 м;
- ўқнинг умумий узунлиги -  $L=0,4(20+1)=8,4$  м;
- подшипниклардаги ишқаланиш ва аралаштиришга қаршиликни енгиш учун зарур қувват -  $N=0,2$  кВт;
- айланиш частотаси - 0,5 ай/с.

Айлантирувчи момент:

$$M_{кр} = \frac{N}{2\pi n} = \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5} = 63,7 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (5.62)$$

Ўқнинг минимал диаметри унинг буралишга мустақкамлиги шарти билан белгиланади:

$$d = 1,71 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{\tau_d}} = 1,71 \cdot \sqrt[3]{\frac{63,7}{44} \cdot 10^{-6}} = 20 \text{ мм} \quad (5.63)$$

Диаметри 20 мм ли ўқ бир метрининг массаси:

$$m = \frac{\pi d^2 \cdot \rho}{4} = 0,785 \cdot (0,02^2) \cdot 7850 = 2,46 \text{ кг/м} \quad (5.64)$$

Диск массаси:

$$M = 0,785 \cdot 0,8^2 \cdot 0,004 \cdot 7850 = 15,8 \text{ кг} \quad (5.65)$$

Ўқнинг бир метрига тўғри келадиган дискнинг массаси:

$$m' = \frac{M(n+1)}{L} = \frac{15,8 \cdot 21}{8,4} = 39,5 \text{ кг/м} \quad (5.66)$$

Думалок кўндаланг кесимли ўк инерция моменти:

$$I = \frac{\pi d_2^4}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,02^4}{64} = 0,785 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4 \quad (5.67)$$

Углеродли пўлат учун эластиклик модули  $E=2 \cdot 10^5$  МН/м<sup>2</sup>. Ўк айланишининг биринчи критик тезлигини ушбу формуладан топамиз:

$$\omega_1 = \frac{\alpha^2}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{m+m'}} = \frac{3,142^2}{8,4^2} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 0,785 \cdot 10^{-8}}{2,46 + 39,5}} = 0,855 \text{ рад/с} \quad (5.68)$$

бу ерда  $\alpha=3,142$ .

Ўкнинг критик айланиш частотаси:

$$n_{кр} = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{0,855}{2\pi} = 0,136 \text{ айл/с} \quad (5.69)$$

Бу кўрсаткич берилган катталиқдан кичик, шу сабабли тебранишга бардошлик шартлари бажарилмаяпти. Шунинг учун, диаметри 50 мм бўлган ўк учун қайта ҳисоблашлар бажарамиз.

Диаметри 50 мм ли ўк бир метрининг массаси:

$$m = \frac{\pi d^2 \cdot \rho}{4} = 0,785 \cdot (0,05^2) \cdot 7850 = 15,4 \text{ кг/м} \quad (5.70)$$

Думалок кўндаланг кесимли ўк инерция моменти:

$$I = \frac{\pi d_2^4}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,05^4}{64} = 30,7 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4 \quad (5.71)$$

Ўк айланишининг биринчи критик тезлигини ушбу формуладан топамиз:

$$\omega_1 = \frac{\alpha^2}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{m+m'}} = \frac{3,142^2}{8,4^2} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 30,7 \cdot 10^{-8}}{15,4 + 39,5}} = 4,67 \text{ рад/с} \quad (5.72)$$

Ўкнинг критик айланиш частотаси:

$$n_{кр} = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{4,67}{2\pi} = 0,745 \text{ айл/с} \quad (5.73)$$

Тебранишга бардошлик шартлари бажарилмоқда:

$$\omega \leq 0,7 \cdot \omega_1 \quad (5.74)$$

$$\frac{0,5}{0,745} = 0,671 \leq 0,7$$

Қуйидаги формула бўйича ҳисоб жуда яқин натижа беради:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{12(n+1)^3}{\left(2 + \cos \frac{\pi}{n+1}\right)} \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi}{n+1}\right)^2} \cdot \sqrt{\frac{EI}{M'L^3}} =$$

$$= \sqrt{\frac{12 \cdot 21^2}{\left(2 + \cos \frac{\pi}{21}\right)} \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi}{21}\right)^2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 30,7 \cdot 10^{-8}}{\left(15,8 + \frac{2 \cdot 15,4 \cdot 8,4}{3 \cdot 20}\right) \cdot 8,4^3}} = 4,81 \text{ рад/с}$$
(5.75)

Эрда  $M' = M + \frac{2}{3} \cdot \frac{mL}{n}$ . Бундан ўқнинг критик айланиш частотаси:

$$n_{кр} = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{4,81}{2\pi} = 0,766 \text{ айл/с}$$
(5.76)

Ўқ нормаллашган ўлчамга яқин 60x4 мм ли трубадан ясалган бўлгани учун тебранишга бардошлик шартларига жавоб беради. Унинг ўлчов бирлигига тўғри келадиган массаси:

$$M = 0,785 \cdot (0,06^2 - 0,004^2) \cdot 7850 = 5,52 \text{ кг/м}$$
(5.77)

Халқасимон кўндаланг кесим ўқнинг инерция momenti:

$$I = \frac{\pi D_{\text{вн}}^3}{8} \cdot \delta = \frac{\pi}{8} \cdot (D - \delta)^3 \cdot \delta = \frac{3,14}{8} (0,06 - 0,004)^3 \cdot 0,004 = 27,8 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$
(5.78)

Ўқ айланишининг биринчи критик тезлигини ушбу формуладан топамиз:

$$\omega_1 = \frac{\alpha^2}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{m + m'}} = 0,14 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 27,6 \cdot 10^{-8}}{7,1 + 39,5}} = 4,9 \text{ рад/с}$$
(5.79)

Ўқнинг критик айланиш частотаси:

$$n_{кр} = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{4,90}{2\pi} = 0,78 \text{ айл/с}$$
(5.80)

Труба учун рухсат этилган айлантурувчи момент ушбу формуладан аниқланади:

$$M_{кр, \delta} = 1,6 \cdot (d - \delta)^2 \cdot \delta \cdot \tau_{\delta} = 1,6 \cdot (0,06 - 0,004)^2 \cdot 0,004 \cdot 44 \cdot 10^6 = 820 \text{ Н} \cdot \text{м}$$
(5.81)

Ушбу қиймат зарур момент (63,7 Н·м) дан анча катта. Шундай қилиб, берилган шлангич шартлар учун ротор дискли экстрактор ўқининг кўндаланг кесими яхлит ўқ учун 50 мм ёки халқасимон учун  $d=60 \times 4$  мм бўлиши мумкин.

### 5.15. Болт ва шпилька ҳисоби

Фланецли бирикмалар учун болт (шпилька)лар ва гайкалар нормаллашган ва гандартлашган бўлиши керак (5-20 ва 5-20а жадваллар). Фланецли бирикма ойihalанаётганда қуйидаги тавсияларни инобатга олиш керак: болт (шпилька) диаметри мкон доирасида кичик бўлиши керак, лекин 10 мм дан кам бўлмаслиги даркор; болтлар расидаги масофа (2,5...5)· $d_6$  бўлиши керак; болтлар иложи борича зичланиш юзасига яқин

5-20 жадвал

T/p	Мухит	Чегаравий ишчи босим, МПа	Чегаравий температур, °C	Қистирма
1.	Нефть (хом-ашё) ва нефть маҳсулотлари	1,0	40	Мойланган картон
		5,0	450	Паронит
		10,0	300	Гофриланган алюминий кобикли асбест
		6,4...40,0	550	0X18H9 ёки X18H9T пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли ҳалқасимон қистирма
2.	Агрессив буг ва газлар	0,6	300	Асбестли картон
		2,5	300	Паронит
		15,0	450	Гофриланган 0X18H9 ёки X18H9T пўлат кобикли асбест
		6,4...40,0	550	0X18H9 ёки X18H9T пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли ҳалқасимон қистирма
3.	Ҳаво ва нейтрал газ	0,3	30	Резина
		10,0	300	Гофриланган алюминий кобикли асбест
		6,4...40,0	550	0X18H9 ёки X18H9T пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли ҳалқасимон қистирма
4.	Сув буғи (тўйинган ва ўта кизиган)	0,4	150	Графитланган асбестли картон
		5,0	450	Паронит
		6,4...40,0	550	0X18H9 ёки X18H9T пўлатдан эллипс кўндаланг кесимли ҳалқасимон қистирма
5.	Концентранган H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (40% гача)	0,3	65	Резина
		0,6	50	C2 турдаги кўрғошин
		0,6	100	Кислотабардош асбестли картон
6.	Аммиак ва ишкор эритмалари	0,15	400	Графитланган асбестли картон
		4,0	300	Паронит
		6,4...40,0	550	Армко темирдан, эллипс кўндаланг кесимли ҳалқасимон қистирма

бўлиши мақсадга мувофиқ. Болт узунлиги фланецли бирикма йиғилгандан сўнг, яъни гайка қуйилиб, тортилгандан сўнг гайка устидан яна (2,5...5)· $d_6$  масофага чиқиб туриши керак.

5-20а жадвал

Маҳкамлаш деталлари	Максимал рухсат этилган ишчи параметрлар		Фланецнинг максимал рухсат этилган диаметри, $D_f$ , мм	Маҳкамлаш деталлари учун пўлат маркалари	
	$p_f$ , МПа	$t$ , °C			
Болтлар ГОСТ 7798-70 Шпилькалар ГОСТ 22032-76	≤2,5	-70 ... -40	ОСТ 26-426-79	20ХН3А	
	0,3	-40 ... +300		3600	35
	0,6			1500	40
	1,0; 1,6			800	12Х18Н10Т
	2,5			600	10Х17Н13М2Т
Гайкалар	≤2,5	-70 ... -40	ОСТ 26-426-79	10Г2	
		-40 ... +300	ОСТ 26-427-79	25; 30; 35; 40	
		-70 ... +300	ОСТ 26-426-79 ОСТ 26-427-79 ОСТ 26-428-79	12Х18Н10Т; 10Х17Н13М2Т	
		-40 ... +400		35Х; 38ХА; 30ХМА	
		-40 ... +450		37Х12Н8Г8МФБ	
Шпилькалар ОСТ 26-2040-77 тип 1 ва 2	≤16,0	-40 ... +540	ОСТ 26-426-79 ОСТ 26-427-79 ОСТ 26-428-79	25Х2М1Ф; 20Х1М1Ф1ТР; 20Х1М1Ф1БР; 08Х14Н20В2ТР 18Х12ВМБФР	
		-70 ... -40		20ХН3А	
		-40 ... +400		35; 40	
Гайкалар ОСТ 26-2041-77		-40 ... +450		37Х12Н8Г8МФБ	



шайбалар ГОСТ 9065-75 ОСТ 26-2042-77	≤16,0	-40 ... + 510	40X; 30XMA; 25X1MΦ
		-40 ... + 540	45X14H14B2M; 12X18H10T
		-70 ... -40	20XH3A; 10Г2

Мухит босими остидаги фланецли бирикма болтига тушаётган юклама куйидаги формуладан топилади:

$$Q_{\sigma} = \frac{\pi}{4} (D_{\sigma} + \frac{2}{3} b)^2 \cdot P + \pi \cdot D_c \cdot b_0 \cdot m \cdot P \quad (5.82)$$

бу ерда,  $Q_{\sigma}$  – болтларга тушаётган умумий юклама;  $D_{\sigma}$  – кистирма ички диаметри;  $b$  – кистирма қалинлиги;  $P$  – мухит ишчи босими;  $D_c$  – кистирма ўртача диаметри ( $D_{\sigma} = D_{\sigma} + b$ );  $b_0$  – кистирманинг ҳисобий қалинлиги, унинг конструкциясига қараб аниқланади; ясси кистирмалар учун  $b < 0,012$  м бўлганда  $b_0 = b$ ;  $b > 0,012$  м бўлганда,

$b_0 = \sqrt{b}$ ; эллипс шаклидаги кистирмалар учун  $b_0 = b/4$ ;  $m$  – кистирмага таъсир этаётган солиштирма босим коэффициентлари; ясси асбест ёки асбест композицияли кистирмалар учун  $m=2,5$ ; гофриланган металл қобикли асбест кистирма учун  $m=3$ ; алюминий кистирма учун  $m=4$ ; юмшоқ пўлат кистирма учун  $m=5,5$ .

Мухит босими остида бўлмаган, лекин фланецли бирикмани ишончли зичланишини таъминловчи болтларга тушаётган юклама миқдори куйидаги формуладан аниқланади:

$$Q'_{\sigma} = \frac{\pi \cdot D_c \cdot b_0 \cdot q_{кр}}{2} \quad (5.83)$$

бу ерда,  $q_{кр}$  – кистирма юзасига тушаётган босим; ясси асбест ёки асбест композицияли кистирма учун  $q_{кр}=30$ ; гофриланган металл қобикли асбест кистирма учун  $q_{кр}=40$ ; алюминий кистирма учун  $q_{кр}=70$ ; юмшоқ пўлат кистирма учун  $q_{кр}=125$ .

$Q'_{\sigma}$  ва  $Q_{\sigma}$  юкламаларидан энг каттаси ҳисоблашлар учун олинади. Тўртга қаррали (4,8,12,16 ва х.) болтлар сонини танлаб, битта болтга тушаётган юклама (МН) аниқланади:

$$q_{\sigma} = \frac{Q_{\sigma}}{n_{\sigma}} \quad \text{ёки} \quad q_{\sigma} = \frac{Q'_{\sigma}}{n_{\sigma}} \quad (5.84)$$

#### 5-206 жадвал

#### Болт ва шпилькаларнинг тавсия этиладиган диаметрлари $d_b$ , мм

Ички босим $p_p$ , МПа	Қурилма диаметри, мм							
	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	≥2200
0-0,6	20	20	20	20	20	20	24	24-30
0,6-1,0	20	20	20	20	24-30	24-30	30	30
1,0-1,6	20	20	24-30	24-30	24-30	24-30	30	30
1,6-2,5	20	20	24-30	24-30	24-30	30	30	-
2,5-4,0	30	30	36	36	36	42	42	-
4,0-6,4	30	42	42	48	48	52	52	-
6,4-8,0	30-36	42	48	52-56	52-56	-	-	-
8,0-10,0	36-42	48	52-56	56-64	56-64	-	-	-

Болт ёки шпилька резьбасининг ички диаметри  $d_1$  ушбу тенгламадан топилади:

$$q_{\sigma} = \frac{\pi \cdot (d_1 - C_1)^2 \cdot [\sigma]}{4} \quad (5.85)$$

бу ерда,  $C_1$  – конструктив қўшимча, одатда  $C_1=0,001 \dots 0,002$  мм;  $[\sigma]$  – тўрт-беш қаррали мустаҳкамлик захирасида руҳсат этилган кучланиш.

Болт ёки шпилька диаметри ГОСТ тўғри келиши керак. Шунинг учун, болт диаметрини (5.85) формуладан аниқлангандан сўнг,  $q_{\sigma}$  топилади. Болтларга тушаётган максимал юклама ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$Q_{\max} = n \cdot q_{\sigma} \quad (5.86)$$

Фланец параметрлари (диск қалинлиги, пайвандлаш чоклари) ҳисобланган юкламаси  $Q_p$  га нисбатан аниқланади:

$$Q_p = \frac{Q_{\max} + Q_{\min}}{2} \quad (5.87)$$

бу ерда,  $Q_{\max}$ – (5.82) ва (5.83) формулалар ёрдамида ҳисобланган кучланишларнинг энг каттаси.

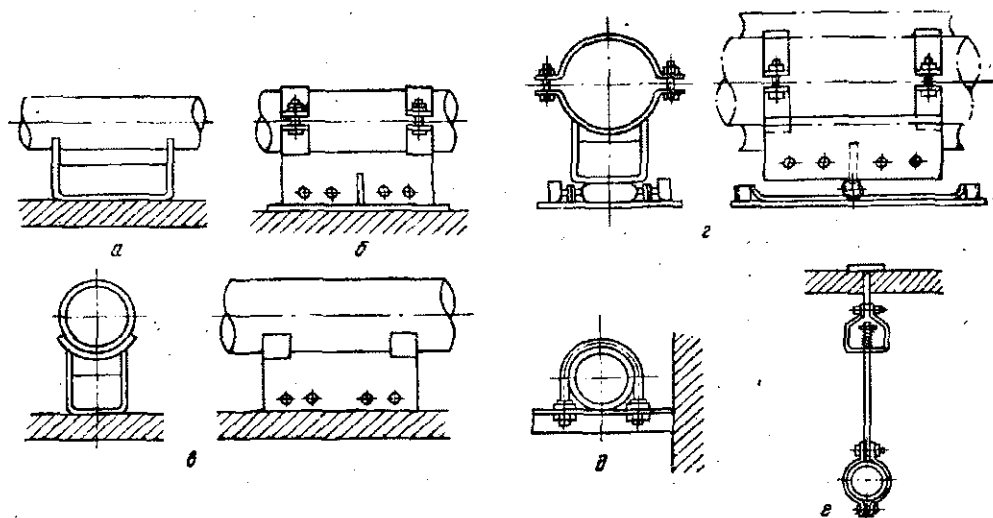
Труба қувури таянчларнинг ўртасидаги максимал эгилиш ушбу формуладан топилади:

$$f = \frac{q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \quad (5.88)$$

бу ерда  $E$  – труба материалнинг эластиклик модули;  $I$ –труба кўндаланг кесимининг инерция моменти.

Кўпчилик труба қувурлари учун таянчлар орасидаги масофа нормаллаштирилган ва махсус адабиётларда келтирилган.

Труба қувурлари таянч ва осма мосламалари қурилиш ёки металл конструкцияларга ўрнатилади.



5.28 - расм. Труба қувурлар таянчлари.

а – кўзгалмас, пайвандланган; б – кўзгалмас, хомутларга маҳкамланган;  
в – ҳаракатчан; г – ғилдирақларга ўрнатирилган; д – кронштейнга ўрнатирилган; е – осма.

Албатта, иккала конструкция ҳам ёнмайдиган ва оловбардош бўлиши керак. 5.28-расмда таянч ва осма мосламаларнинг айрим конструкциялари келтирилган.

Таянчларни танлаш учун асосий мезон – бу ҳисобланган юклама қийматидир. Таянчлар учун ГОСТ ва нормалар ишлаб чиқилган. Таянчга тушаётган вертикал юклама (5.89) ва шамол юкламаси эса (5.90) формуладан аниқланади:

$$Q_B = 1,5 \cdot q_p \cdot l \quad (5.89)$$

$$Q_{BT} = 1,5 \cdot q_B \cdot D \cdot l \quad (5.90)$$

бу ерда  $q_B$ – шамолнинг тезлик напори;  $D$  – иссиқлик қопламали труба диаметри.

Агар, атроф-муҳит температураси  $0^\circ\text{C}$  дан паст бўлсада, узатилаётган муҳитларнинг труба қувурлари махсус хомутли таянчларга ўрнатилади. Хомут ва труба орасига ёғоч қистирма қўйилади. Нометалл труба қувурлари эса, эластик қистирмалар (масалан, резина) қўйиш тавсия этилади. Эксплуатация жараёнида технологик труба қувурлари тебранишларга дучор бўлиши мумкин. Ушбу ҳодисанинг олдини олиш учун махсус амортизатор ва қўшимча

таянчлар ўрнатилади. Одатда, таянчлар оғир, массив пойдеворларга ўрнатилади, чунки бунда тебранишлар технологик қурилмаларнинг бошқа конструкцияларига ўтмайди.

### 5.16. Труба қувурларини синаш

Монтаж ёки таъмирлашдан чиққан ва эксплуатацияга туширишдан аввал ҳамма труба қувурлари мустаҳкамлик ва зичлик синовларидан ўтказилиши шарт. Кўпинча, труба қувурлар синашда гидравлик, камроқ пневматик синовлар қўлланилади. Синаш босими, одатда труба қувурининг паспортда берилади; агар босим берилмаган бўлса, босим остида ишлайдиган қурилмаларни синовдан ўтказиш йўриқномасига таяниб амалга оширилади. Труба қувури синов босими остида 5 дақиқа давомида ушлаб турилади ва ундан кейин ишчи босимгача аста-секин пасайтирилади ва кузатувдан ўтказилади.

Умумий синовдан ташқари, алоҳида пайванд чоклари рентген нури ёки ультратовуш ёрдамида сифати текширилади. Агарда пайвандлаш ишлари атроф-муҳит температураси  $0^{\circ}\text{C}$  дан паст бўлганда қилинса, 100% пайванд чоклари рентген нури назоратидан ўтказилади.

Шу билан бирга, ҳамма пайванд чоклари ташқи кузатув орқали сифати аниқланади.

Эксплуатацияга топшириладиган труба қувурининг схемаси, текширув акти, мустаҳкамлик ва зичлик синовлари актларини ўзига мужассам қилган паспорти бўлиши шарт.

### 5.17. Труба қувурларини эксплуатация қилиш

Труба қувурларини эксплуатация қилишда температура ва босим ҳисобланган кўрсаткичлардан ортиб кетмаслиги керак. Агар труба қувури зичланиши бузулганда, у дарҳол муҳит узатувчи ҳамда сиқувчи системадан узилиши ва камчиликлари бартараф қилиниши керак. Ҳар труба қувурида ўтказилган ҳамма ишлар эксплуатация журналида қайд этилиши шарт.

Труба қувурини назорат қилувчи ходимлар қувур ташқи томони ҳолатини ҳамда таянч, осма мослама, компенсатор, иссиқлик коплама ва бошқаларни текширувдан ўтказишади.

Ундан ташқари, пайванд чокларининг мустаҳкамлиги ва зичланиши, фланецли бирикма ва бошқалар ҳолати назорат қилиниб, сўнг эксплуатация қилиш мумкинлиги белгиланади. Одатда, труба қувурида оқим йўналиши ўзгарувчи жойларда энг кўп емирилади ва у ерда маҳаллий гидравлик қаршиликлар ҳосил бўлади.

Арматуралар ҳолати алоҳида назоратда бўлиши керак. Уларнинг ҳар доим герметик ва шпинделларни зичлаш мосламаларининг мунтазам кузатилиши бузулмасдан ишлашининг кафолатидир.

Арматура маховики кўшимча ричаг ва мосламалар ёрдамида эмас, балки ишончли ва ортиқча кучсиз осон очилиб ёпилиши керак.

### 5.18. Қурилмаларни шамол юкламасига ҳисоблаш

**Мисол 5-3.** Очiq майдончада алоҳида ўрнатилган қурилма учун шамолнинг эгувчи моменти аниқлансин (5.29-расм) ва унга I – типдаги таянч ҳисоби қилинсин (5.30-расм). Қурилмани ўрнатиш жойи 2-географик район.

Қурилма материали – кам легирланган пўлат ( $E=2 \cdot 10^5 \text{ МН/м}^2$ ,  $[\sigma_{\text{н}}]=160 \text{ МН/м}^2$ ).

Оғирлик кучи: қурилманики -  $G = 0,26 \text{ МН}$  (26 тс);

хизмат кўрсатиш майдончалариники -  $G_{\text{н}} = 0,02 \text{ МН}$  (2 тс);

копламаники -  $G_{\text{к}} = 0,06 \text{ МН}$  (6 тс);

суюқликники -  $G_{\text{жк}} = 0,04 \text{ МН}$  (4 тс);

гидравлик синов пайтида қурилмадаги сувники -  $G_{\text{с}} = 0,43 \text{ МН}$  (43 тс);

Курилманинг ички диаметри: тепа қисми -  $D_6=1,0$  м;  
 пастки қисми -  $D_{6I}=1,6$  м.  
 Қобик деворининг калинлиги: тепа қисми -  $s=16$  мм;  
 пастки қисми -  $s_I=22$  мм.

Девор калинлигига коррозия учун қўшимча -  $c_k=1$  мм.

Қопламали курилманинг ташки диаметри: тепа қисми -  $D_u=1,5$  м;  
 пастки қисми -  $D_{uI}=2,0$  м.

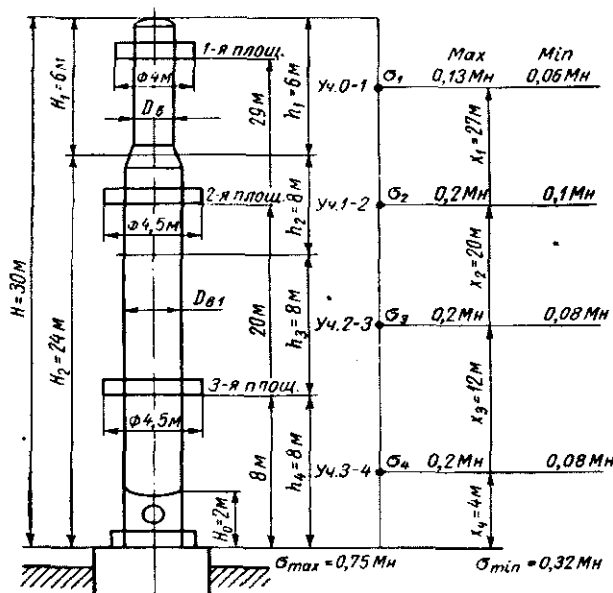
Шамолни билан ювилиб турувчи юза: тепа майдонча  $F_n=3$  м<sup>2</sup>; пастки ҳар бир майдончалар  $F_{nI}=3,5$  м<sup>2</sup>.

Цилиндрик таянчнинг ички диаметри  $D=1,6$  м. Таянчдаги лаз диаметри  $d=0,5$  м.

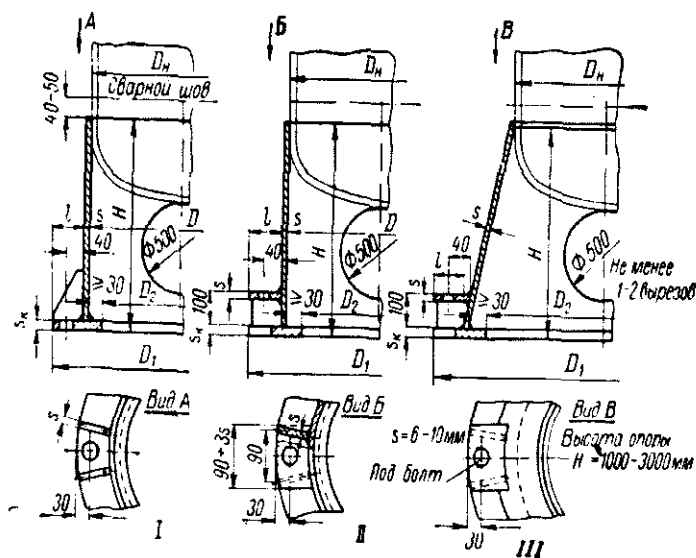
Пойдевор болтларининг материали -  $[\sigma]=230$  МН/м<sup>2</sup> ли пўлат.

Курилманинг диаметри ушбу формуладан топилади:

$$D = \frac{2}{H^2} \left[ D_u H_1 \left( \frac{H_1}{2} \right) + D_{uI} H_2 \left( H_1 + \frac{H_2}{2} \right) \right] = \frac{2}{30^2} \left[ 1,5 \cdot 6,0 \cdot \frac{6,0}{2} + 2,0 \cdot 24,0 \left( 6,0 + \frac{24,0}{2} \right) \right] = 1,98 \text{ м}$$



5.29-расм. Шамол юкласининг схемаси



5.30-расм. Вертикал курилма таянчларининг асосий конструкциялари.

(I-III типдаги таянчлар учун 30, 40, 90 ва 100 ўлчамлар номинал, факат М24 ва М27 болтлар учун).

Курилма баландлигининг ҳисобланган диаметрига нисбати  $H/D=30/1,98=15,1>15$  дан бўлгани учун, пойдеворга қаттиқ сиқилган консоль стерженли курилма ҳисоблаш схемаси танланади.

Курилма тебраниш даврини топамиз. Ҳисоблаш курилма оғирлик кучининг максимал ва минимал кийматлари учун алоҳида бажарамиз. Курилма қобиғи диаметрининг ўртача кийматлари:

- тепа қисмида

$$D_{cp} = D_6 + (s - c_k) = 1,0 + (0,016 - 0,001) = 1,015 \text{ м}$$

- паст қисмида

$$D_{cpI} = D_{6I} + (s_I - c_k) = 1,6 + (0,022 - 0,001) = 1,621 \text{ м}$$

Қобик кўндаланг кесимларининг инерция моментлари:

тепа қисмида

$$J = \frac{\pi}{8} D_{cp}^3 \cdot (s - c_k) = \frac{\pi}{8} \cdot 1,015^3 \cdot 0,015 = 0,00615 \text{ м}$$

паст қисмида

$$J_1 = \frac{\pi}{8} D_{cp1}^3 \cdot (s_1 - c_k) = \frac{\pi}{8} \cdot 1,621^3 \cdot 0,021 = 0,0352 \text{ м}$$

Қурилманинг тебраниш даврини куйидаги формуладан аниқлаймиз:

- максимал оғирлик кучи учун:

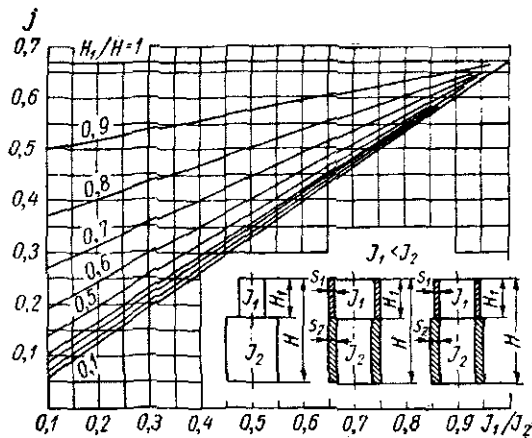
$$T = 4,45 \cdot \sqrt{\frac{0,12 \cdot (0,13 \cdot 27^4 + 0,22 \cdot 20^4 + 0,2 \cdot 12^4 + 0,2 \cdot 4^4)}{0,00615 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 10^5}} = 0,825 \text{ с};$$

-минимал оғирлик кучи учун:

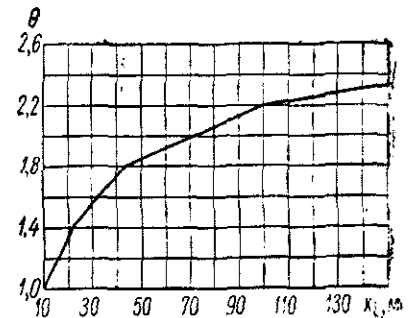
$$T = 4,45 \cdot \sqrt{\frac{0,12 \cdot (0,06 \cdot 27^4 + 0,1 \cdot 20^4 + 0,08 \cdot 12^4 + 0,08 \cdot 4^4)}{0,00615 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 10^5}} = 0,57 \text{ с};$$

2-географик район учун норматив тезлик напори  $q = 0,035 \cdot 10^{-2} \text{ МН/м}^2$  (4-21 жадвал). Ушбу тезликка қурилманинг  $H > 10 \text{ м}$  баландлиги учун тузатиш коэффициентини  $\theta = 1,55$  (5.31-расм).

Коэффициент  $j$  киймати 5.31-расмдан топилади:  $J/J_1 = 0,00615/0,0352 = 0,174$  ва  $H/H_1 = 6/30 = 0,2$  учун  $j = 0,12$ .



5.31-расм. Биринчи гуруҳ зинали қурилмалар учун  $j$  коэффициентини аниқлаш графиги.



5.32-расм.  $\theta$  тузатиш коэффициентини аниқлаш графиги.

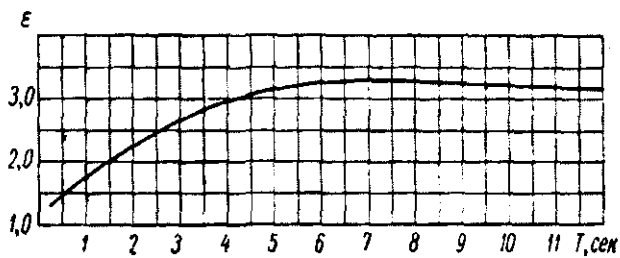
Шамолнинг тезлик напори  $q$  ер юзидан 10 м баландликда турли географик районлардаги қийматлари 5-21 жадвалда келтирилган.

5-21 жадвал							
Географик район	1	2	3	4	5	6	7
$q \cdot 10^2, \text{ МН/м}^2$	0,027	0,035	0,045	0,055	0,07	0,085	0,1

Участкалар бўйича ҳисобланган тезлик напори:

$$q_1 = q_2 = q_3 = \theta \cdot q = 1,55 \cdot 0,035 \cdot 10^{-2} = 0,0542 \cdot 10^{-2} \text{ МН/м}^2$$

$$q_4 = q = 0,035 \cdot 10^{-2} \text{ МН/м}^2$$

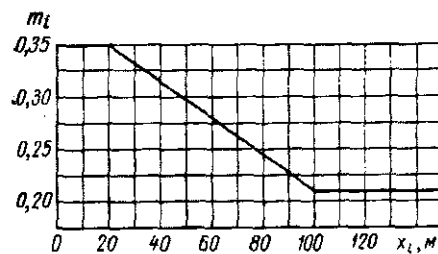


5.32а-расм. Динамик коэффициентни аниқлаш графиги.

Динамик коэффициентини 5.32а-расмдан топамиз:

$$T=0,825 \text{ с} \quad \text{учун} \quad \varepsilon=1,75$$

$$T=0,57 \text{ с} \quad \text{учун} \quad \varepsilon=1,5$$



5.33-расм. Шамол тезлик напори  $m_i$  нинг тебраниш коэффициентини аниқлаш графиги.

Тезлик напорининг тебраниш коэффициенти 4.33-расмдан аниқланади:

1-участка учун	$m_1=0,34;$
2-4 участкалар учун	$m_2=m_3=m_4=0,35.$

Тезлик напорининг ортиш коэффициенти ушбу формуладан аниқланади. Қурилманинг максимал оғирлигида:

1-участка учун	$\beta_1=1+1,75 \cdot 0,34=1,595;$
2-4 участкалар учун	$\beta_2=\beta_3=\beta_4=1+1,75 \cdot 0,35=1,613.$

Қурилманинг минимал оғирлигида:

1-участка учун	$\beta_1=1+1,5 \cdot 0,34=1,51;$
2-4 участкалар учун	$\beta_2=\beta_3=\beta_4=1+1,5 \cdot 0,35=1,52.$

Қурилманинг ҳар бир участкасига таъсир этаётган шамол юкларининг кучи формуладан топамиз:

қурилманинг максимал оғирлик кучида

$$P_1=0,6 \cdot 1,595 \cdot 0,0542 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 6=0,466 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

$$P_2=P_3=0,6 \cdot 1,613 \cdot 0,0542 \cdot 10^{-2} \cdot 2,0 \cdot 8=0,84 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

$$P_4=0,6 \cdot 1,613 \cdot 0,035 \cdot 10^{-2} \cdot 2,0 \cdot 8=0,54 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

қурилманинг минимал оғирлик кучида

$$P_1=0,6 \cdot 1,51 \cdot 0,0542 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 6=0,441 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

$$P_2=P_3=0,6 \cdot 1,52 \cdot 0,0542 \cdot 10^{-2} \cdot 2,0 \cdot 8=0,79 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

$$P_4=0,6 \cdot 1,52 \cdot 0,035 \cdot 10^{-2} \cdot 2,0 \cdot 8=0,51 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

Қурилма асосига нисбатан шамол юкларидан унга тушаётган эгувчи момент формуласи ёрдамида аниқлаш мумкин:

қурилманинг максимал оғирлик кучида

$$M_{B1}=0,466 \cdot 10^{-2} \cdot 27=12,6 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_{B2}=0,84 \cdot 10^{-2} \cdot 20=16,8 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_{B3}=0,84 \cdot 10^{-2} \cdot 12=10,1 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_{B4}=0,54 \cdot 10^{-2} \cdot 4=2,16 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$\Sigma M_B=41,66 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

қурилманинг минимал оғирлик кучида

$$M_{B1}=0,444 \cdot 10^{-2} \cdot 27=11,9 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_{B2}=0,79 \cdot 10^{-2} \cdot 20=15,8 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$\Sigma M_b = 39,22 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Қурилма асосига нисбатан шамол юкламасидан унинг майдончаларига тушаётган эгувчи момент формуласи ёрдамида аниқлаш мумкин:

қурилманинг максимал оғирлик кучида

$$M_{bn1} = 1,4 \cdot 1,595 \cdot 0,0542 \cdot 10^{-2} \cdot 29,3 = 10,5 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_{bn2} = 1,4 \cdot 1,163 \cdot 0,0542 \cdot 10^{-2} \cdot 20,3,5 = 8,55 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_{bn3} = 1,4 \cdot 1,163 \cdot 0,035 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot 3,5 = 2,21 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$\Sigma M_{bn} = 21,26 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

қурилманинг минимал оғирлик кучида

$$M_{bn1} = 1,4 \cdot 1,51 \cdot 0,0542 \cdot 10^{-2} \cdot 29,3 = 10,0 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_{bn2} = 1,4 \cdot 1,51 \cdot 0,0542 \cdot 10^{-2} \cdot 20,3,5 = 8,05 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_{bn3} = 1,4 \cdot 1,52 \cdot 0,035 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot 3,5 = 2,08 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$\Sigma M_{bn} = 20,13 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Шамол юкламасидан тушаётган умумий эгувчи момент ушбу формула бўйича аниқланади:

қурилманинг максимал оғирлик кучида

$$M_{bo} = (41,66 + 21,26) \cdot 10^{-2} = 62,92 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

қурилманинг минимал оғирлик кучида

$$M_{bo} = (39,22 + 20,13) \cdot 10^{-2} = 59,35 \cdot 10^{-2} \text{ МН} \cdot \text{м}$$

### Қурилма таянчининг ҳисоби

Қурилма таянчи цилиндрик деворининг калинлигини  $s=16$  мм деб қабул қиламиз. Таянчда лаз учун диаметри  $d=0,5$  м ли тешик қилинган. Қурилма оғирлигидан максимал юкламасидан деворда ҳосил бўлаётган сиқилиш кучланиши қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\sigma_c = \frac{G_{\max}}{[\pi \cdot (D+s) - d] \cdot (s - c_k)} = \frac{0,75}{[\pi \cdot (1,6 + 0,016) - 0,5] \cdot (0,016 - 0,001)} = 10,9 \text{ МН} / \text{м}^2$$

Худди шу шароитларда деворнинг эгилиш кучланиши ушбу формуладан топилади:

$$\sigma_u = \frac{4M_{\text{ог}}}{[\pi \cdot (D+s)^2] \cdot (s - c_k)} = \frac{4 \cdot 0,6332}{[\pi \cdot (1,6 + 0,016)^2] \cdot (0,016 - 0,001)} = 20,6 \text{ МН} / \text{м}^2$$

Қуйидаги нисбат эса,

$$\frac{D}{2 \cdot (s - c_k)} = \frac{1,6}{2 \cdot (0,016 - 0,001)} = 53,3$$

Ушбу нисбат учун  $k_o$  ва  $k_u$  коэффициентлар қийматларини 5.9-расмдан топамиз [6], яъни  $k_o=0,052$  ва  $k_u=0,054$ .

$K_c$  коэффициенти эса қуйидагича аниқланади:

$$K_c = 875 \cdot \frac{\sigma_m}{E^t} \cdot k_c = 875 \cdot \frac{330}{2 \cdot 10^5} \cdot 0,052 = 0,0523$$

$K_u$  коэффициенти эса қуйидагича аниқланади:

$$K_u = 875 \cdot \frac{\sigma_m}{E^t} \cdot k_u = 875 \cdot \frac{330}{2 \cdot 10^5} \cdot 0,054 = 0,0543$$

$$K_u = 875 \cdot \frac{\sigma_m}{E'} \cdot k_u = 875 \cdot \frac{330}{2 \cdot 10^5} \cdot 0,054 = 0,0543$$

Таянч цилиндрик обечайкасидаги сиқилишга рухсат этилган кучланиш қуйидаги формулада ҳисобланади:

$$[\sigma_c] = K_c E' \frac{s - c_k}{D} = 0,0523 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,016 - 0,001}{1,6} = 98 \text{ МН} / \text{м}^2$$

Таянч цилиндрик обечайкасидаги эгилишга рухсат этилган кучланиш қуйидаги формулада ҳисобланади:

$$[\sigma_u] = K_u E' \frac{s - c_k}{D} = 0,0543 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,016 - 0,001}{1,6} = 102 \text{ МН} / \text{м}^2$$

Цилиндрик обечайка турғунлик шarti ( $p_n=0$  бўлганда) қуйидаги формулада текширилади:

$$\frac{\sigma_c}{[\sigma_c]} + \frac{\sigma_u}{[\sigma_u]} + \frac{p_n}{[p_n]} \leq 1$$

ҳисобланаётган мисол учун

$$\frac{\sigma_c}{[\sigma_c]} + \frac{\sigma_u}{[\sigma_u]} = \frac{10,9}{98} + \frac{20,6}{102} = 0,111 + 0,202 = 0,313 < 1$$

яъни, турғунлик таъминланган.

Қурилма қобиғи ва таянчнинг цилиндрик обечайкасини бирлаштирувчи пайванд чокида ( $\varphi=0,7$ ) сиқилишдан ҳосил бўлган максимал кучланиш ушбу формуладан топилади:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{G_{\max}}{\varphi \cdot F} + \frac{M_{\text{во max}}}{\varphi \cdot W} = \frac{G_{\max}}{\varphi \pi (D + s) \cdot (s - c_k)} + \frac{4M_{\text{во max}}}{\varphi \pi (D + s)^2 \cdot (s - c_k)} = \\ &= \frac{0,75}{0,7\pi(1,6 + 0,016) \cdot (0,016 - 0,001)} + \frac{4 \cdot 0,6332}{0,7\pi(1,6 + 0,016)^2 \cdot (0,016 - 0,001)} = \\ &14 + 29,3 = 43,3 \text{ МН} / \text{м}^2 < [\sigma_c] = 160 \text{ МН} / \text{м}^2 \end{aligned}$$

Таянч халқанинг ички диаметри ушбу формуладан аниқланади:

$$D_2 = D - 0,06 \text{ м} = 1,6 - 0,06 = 1,54 \text{ м}$$

Таянч халқанинг ташки диаметри қуйидаги формуладан аниқланади:

$$D_1 = D + 2s + 0,2 \text{ м} = 1,6 + 2 \cdot 0,016 + 0,2 = 1,832 \text{ м}$$

Халқанинг таянч юзаси ушбу формула орқали аниқланади:

$$F = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) = \frac{\pi}{4} (1,832^2 - 1,54^2) = 0,77 \text{ м}^2$$

халқа таянч юзасининг қаршилик коэффициентини қуйидаги формуладан топилади:



Халқанинг таянч юзасида максимал сиқиш кучланиши ушбу формуладан топилади:

$$\sigma_{\max} = \frac{G_{\max}}{F} + \frac{M_{\omega\max}}{W} = \frac{0,75}{0,77} + \frac{0,632}{0,304} = 0,975 + 2,08 = 3,055 \text{ MN} / \text{m}^2 < 10 \text{ MN} / \text{m}^2$$

Таянч халқанинг номинал қалинлиги  $l=0,1$  м бўлганда ушбу формуладан аниқланади:

$$s'_k = 1,73 \cdot l \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{\max}}{[\sigma_u]}} = 1,73 \cdot 0,1 \sqrt{\frac{3,055}{160}} = 23,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 23,9 \text{ мм}$$

Коррозияга қўшимчани инобатга олиб ва яхлитлаб,  $s_k=30$  мм деб қабул қиламиз. Таянч халқаси юзасидаги минимал кучланиш:

қурилманинг максимал оғирлик кучида ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{G_{\max}}{F} - \frac{M_{\omega\max}}{W} = \frac{0,75}{0,77} - \frac{0,6332}{0,304} = -1,105 \text{ MN} / \text{m}^2$$

қурилманинг минимал оғирлик кучида қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\sigma = \frac{G_{\max}}{F} - \frac{M_{\omega\min}}{W} = \frac{0,32}{0,77} - \frac{0,5935}{0,304} = -1,534 \text{ MN} / \text{m}^2$$

Минус ишораси пойдевор болтлар ўрнатилишини кўрсатади. Қурилманинг минимал оғирлик кучидаги  $\sigma$  нинг абсолют қийматининг катта қиймати ҳисобланган катталиқ деб олинади.

Пойдевор болтларига шартли ҳисоблаш юкламаси қуйидаги тахминий умумий формуладан топилади:

$$P'_6 = 0,785 \cdot (D_1^2 - D_2^2) = 0,785 \cdot (1,832^2 - 1,54^2) \cdot 1,534 = 1,19 \text{ MN}$$

Пойдевор болтларининг сонини  $z=12$  та қабул қиламиз. Битта болтга тушаётган юклама ушбу формуладан топилади:

$$P'_{61} = \frac{P'_6}{z} = \frac{1,19}{12} = 0,0995 \text{ MN}$$

Болт резъбасининг ҳисобланган ички диаметри қуйидаги формуладан аниқланади:

$$d'_1 = \sqrt{\frac{4P'_{61}}{\pi \cdot [\sigma]}} + c_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0995}{3,14 \cdot 230}} + 0,002 = 0,0255 \text{ м} = 25,5 \text{ мм},$$

M30 ( $d_1=25,4$  мм) ўлчамли болтларни қабул қиламиз.

Болт айланасининг диаметри  $D_6$  (м):

$$D_6 \approx D + 2s + 0,12 \text{ м} = 1,6 + 2 \cdot 0,016 + 0,12 = 1,752 \text{ м};$$

$D_6=1750$  мм қийматни қабул қиламиз.

### 5.19. Қурилмаларни сейсмик юкламага ҳисоблаш

Сейсмик, ер кимирайдиган географик зоналарда қурилмалар ўрнатилганда, машина ва қурилмаларнинг турғунлигининг бузулиш ва қулаш ҳавфи бор. Ер кимираш кучи балларда баҳоланади. Турли хилда иншоотлар учун 9 балл ер тебраниши ҳисобланади. 6 балли географик районларда қурилайётган иншоотлар сейсмик ҳисоблашлар қилмасдан лойиҳаланиши мумкин. Ушбу районларда эксплуатация қилинадиган қурилма ва машиналар сейсмик кучларга ҳисобланади. Ҳисоблаш схемаси худди шамол юкламасига ҳисоблангандек танланади ва участкаларга бўлинади. Шамол юкламасига ҳисобланганда, оғирлик кучи ҳар бир участканинг ўртасида вертикал мужассамлашган бўлса, сейсмик куч эса, худди шу нуқтада горизонтал ҳолда бўлади. Қурилманинг  $i$  – участканинг ўртасидаги сейсмик куч  $P_i$ (МН) қиймати қуйидагича аниқланади:

$H/D \geq 15$  да

$$P_i = K_c \cdot \beta \cdot G_i \cdot x_i^2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cdot x_i^2}{\sum_{i=1}^n G_i \cdot x_i^4} \quad (5.35)$$

$H/D < 15$  да

$$P_i = K_c \cdot \beta \cdot G_i \cdot K_i \cdot \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cdot K_i}{\sum_{i=1}^n G_i \cdot K_i^2} \quad (5.36)$$

бу ерда  $K_c$  – сейсмиклик коэффициенти, 5-22 жадвалдан олинади;  $\beta$  – динамиклик коэффициенти, 5.34-расмдан олинади.

5-22 жадвал

Сейсмиклик коэффициенти  $K_c$  нинг қийматлари

Сейсмиклик, балл	7	8	9
$K_c$	0,025	0,05	0,1

Қурилма таянчининг пастки кўндаланг кесимида, фақат биринчи шаклли тебранишларни инobatга олганда (қурилманинг ўз тебранишлари  $T < 0,6$  с), сейсмик юклама таъсиридан ҳосил бўладиган эгувчи момент қуйидаги формуладан аниқланади:

$$M_c = \sum_{i=1}^n P_i x_i \quad (5.37)$$

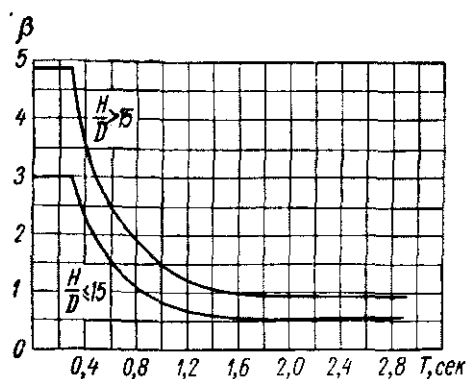
Қурилма таянчининг ўша кўндаланг кесимида, юкори (олий) шаклли тебранишларни инobatга олганда (қурилманинг ўз тебранишлари  $T \geq 0,6$  с), сейсмик юклама таъсиридан ҳосил бўладиган эгувчи момент қуйидаги формуладан аниқланади:

$$M_{c1} = 1,25 \cdot M_c \quad (5.38)$$

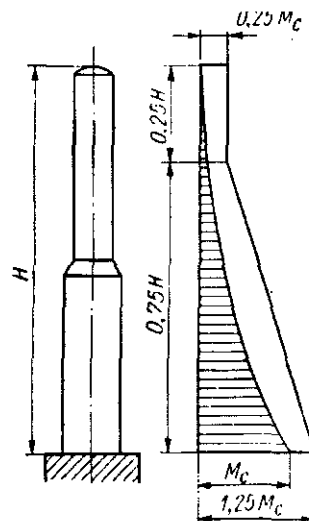
Шуни назарда тутиш керакки, қурилмаларни сейсмик юкламаларга ҳисоблаганда, шамол юкламаси ҳам инobatга олиниши шарт. Шамол ва сейсмик юкламалардан қурилмага тушаётган умумий ҳисобланган эгувчи момент  $M_{сум}$  ушбу формуладан аниқланади:

$$M_{сум} = M_c + 0,3 \cdot M_a \quad (5.39)$$

бу ерда  $M_c$  – сейсмик юкламадан тушаётган эгувчи момент;  $M_a$  – шамол юкламасидан тушаётган эгувчи момент.



5.34-расм. Динамиклик коэффициенти  $\beta$  ни аниқлаш графиги.



5.35-расм. Сейсмик юкламалардан қурилма баландлиги бўйича эғувчи моментларнинг ўзгариш графиги.

Агар, бир нечта қурилма битта пойдеворга ўрнатилган ва ўзаро горизонтал йўналишли эгувчи труба қувурлари билан бирлаштирилган бўлса, ҳамма қурилмалар учун умумий эгувчи моментлар даври (5.9) формуладан ҳисоблаб топилади.

Кейинги сейсмик ҳисоблашлар алоҳида ўрнатилган қурилмалар деб олиб борилади.

**Мисол 5-5.** Агар, zilzila кучи 8 балл бўлса, **мисол 5-1** даги қурилма учун сейсмик юклама туфайли ҳосил бўлган эғувчи момент ва шамол ва сейсмик юкламалар биргаликдаги эгувчи моментлардан ҳосил бўладиган умумий эғувчи моментлар ҳисоблансин.

Аввалги мисолдан қуйидагилар маълум:

$$G_1=0,13 \text{ МН}; \quad G_2=0,22 \text{ МН}; \quad G_3=0,2 \text{ МН}; \quad G_4=0,2 \text{ МН};$$

$$x_1=27 \text{ м}; \quad x_2=20 \text{ м}; \quad x_3=12 \text{ м}; \quad x_4=4 \text{ м};$$

$$T_1=0,825 \text{ с}; \quad M_{\text{во}}=0,633 \text{ МН}\cdot\text{м}.$$

Даставвал қуйидагини аниқлаймиз:

$$\sum_{i=1}^n G_i x_i^2 = 0,13 \cdot 27^2 + 0,22 \cdot 20^2 + 0,2 \cdot 12^2 + 0,2 \cdot 4^2 = 215 \text{ МН} \cdot \text{м}^2$$

$$\sum_{i=1}^n G_i x_i^4 = 0,13 \cdot 27^4 + 0,22 \cdot 20^4 + 0,2 \cdot 12^4 + 0,2 \cdot 4^4 = 102900 \text{ МН} \cdot \text{м}^2$$

8 баллик сейсмик зона учун сейсмиклик коэффициенти  $K_0=0,05$  га тенг (5-22 жадвал).

Динамиклик коэффициентининг қийматини 5.34-расмдан танлаб оламиз:  $T=0,825 \text{ с}$  ва

$H/D > 15$  учун  $\beta \approx 1,8$ .

Қурилманинг ҳар бир участкасининг ўртасидаги сейсмик куч қиймати (5.35)

формуладан топилади:

$$P_1 = 0,05 \cdot 1,8 \cdot 0,13 \cdot 27^2 \cdot \frac{215}{102900} = 0,66 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

$$P_2 = 0,05 \cdot 1,8 \cdot 0,22 \cdot 20^2 \cdot \frac{215}{102900} = 1,65 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

$$P_3 = 0,05 \cdot 1,8 \cdot 0,2 \cdot 12^2 \cdot \frac{215}{102900} = 0,542 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

$$P_4 = 0,05 \cdot 1,8 \cdot 0,2 \cdot 4^2 \cdot \frac{215}{102900} = 0,062 \cdot 10^{-2} \text{ МН}$$

Курилма таянчининг пастки кўндаланг кесимида, фақат биринчи шаклли тебранишларни инобатга олганда, сейсмик юклама таъсиридан ҳосил бўладиган эгувчи момент (5.37) формуладан аниқланади:

$$M_c = \sum_{i=1}^n P_i x_i = P_1 x_1 + P_2 x_2 + P_3 x_3 + P_4 x_4 =$$

$$0,0066 \cdot 27 + 0,0165 \cdot 20 + 0,00542 \cdot 12 + 0,00062 \cdot 4 = 0,5765 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Курилма таянчининг ўша кўндаланг кесимида, юкори (олий) шаклли тебранишларни инобатга олганда (курулманинг ўз тебранишлари  $T \geq 0,6$  с), сейсмик юклама таъсиридан ҳосил бўладиган эгувчи момент (5.38) формуладан аниқланади:

$$M_{c1} = 1,25 \cdot M_c = 1,25 \cdot 0,5765 = 0,72 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Шамол ва сейсмик юкламалардан қурилмага тушаётган умумий ҳисобланган эгувчи момент (5.39) формуладан аниқланади:

$$M_{\text{сум}} = M_c + 0,3 \cdot M_s = 0,72 + 0,3 \cdot 0,633 = 0,91 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$M_{\text{сум}}$  қиймати  $M_{\text{во}}$  дан катта бўлгани учун, таянч ва пойдевор болтлари янги эгувчи момент  $M_{\text{сум}}$ га қайтадан ҳисобланиши керак.

## 5.20. Асосий конструкцион материаллар ва уларни танлаш

Кимё, нефть-газни қайта ишлаш ва бошқа саноатларнинг қурилмаларини лойиҳалаш жараёнида пайдо бўладиган қурилмани таркибий қисмлари учун лойиқ ва мос материалларни танлаш энг асосий ва ўта масъулиятли масалалардан биридир.

Материалларни танлашда ишчи шароитлар, яъни муҳит температураси, босими, концентрацияларини ва уларнинг қуйидаги асосий хусусиятлари ҳисобга олиниши керак:

- 1) механик хоссалари
  - мустаҳкамлиги чегараси;
  - нисбий чўзилиш;
  - қаттиқлиги;
- 2) тайёрлаш технологиясига мойиллиги;
  - пайвандлашга мойиллиги;
- 3) емирилишга қарши кимёвий чидамлилиги;
- 4) иссиқликка бардошлилиги;
- 5) коррозияга бардошлилиги;
  - физик хоссалари;
  - технологик характеристикалари, 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 алоҳида эътибор бериши керак, чунки бу кўрсаткичга унинг узоқ муддат давомида ишлатилиши узвий боғлиқдир. Ундан ташқари, коррозия натижасида емирилган материал олинаётган маҳсулот сифатини пасайтиради, рангини ва таъмини ёмонлаштиради. Ана шунини назарда тутиш керакки, қурилманинг материали кўшимча реакциялар учун катализатор ҳам бўлиб қолиши

мумкин. Кимёвий чидамлилиги жиҳатдан материалнинг яроклигини баҳолаш мезонлари куйидаги жадвалда келтирилган:

5-23 жадвал

Материалнинг коррозияга чидамlilik шкаласи

Чидамlilik гуруҳи	Коррозияга чидамlilik балли	Коррозия тезлиги, мм/йил
Жуда чидамли	1	< 0,001
Ўта чидамли	2	0,001...0,005
	3	0,005... 0,01
Чидамли	4	0,01...0,05
	5	0,05... 0,1
Чидамlilikги паст	6	0,1... 0,5
	7	0,5...1,0
Чидамlilikги жуда паст	8	1,0...5,0
	9	5,0...10
Чидамсиз	10	> 10

Одатда, асосий талабларга мос ва лойик материаллар бир нечта бўлади. Бундай ҳолларда, кўшимча шарт ва талаблар эътиборга олиниб, қурилма учун материал танланади.

Шунинг учун, қурилмаларни яшаш учун асосий материалларни танлашни лойихачи нуқтаи назаридан кўриб чиқамиз.

Конструкцион материал сифатида темир (*Fe*) техник тоза ҳолда умуман қўлланилмайди, чунки киммат туради ва қайишқоклиги юқори. Айрим ҳолларда уни юқори босимли қурилмаларда қистирма сифатида ҳам ишлатилади [60].

Лекин темирнинг углерод билан қотишмалари, яъни чўян ва пўлатлар кимё ва бошқа саноат қурилмаларини тайёрлашда жуда кўп ишлатилади. Маълумки, кимё саноатида 85-90% қурилмалар чўян ёки пўлатдан ясалган.

**Чўян.** Темирнинг углерод ва кремний, фосфор, марганец ва олтингугурт билан кўп компонентли қотишмаси кул ранг чўян бўлади.

Чўян таркибидаги углерод миқдори 2,8...3,7% бўлади, лекин углероднинг асосий қисми эркин ҳолат (графит) да ва фақат 0,8...0,9% боғланган ҳолат, яъни цементит (темир карбиди  $-FeC$ ). Бошқа компонентларнинг миқдори эса куйидагича:  $C=3,0...3,6\%$ ;  $Si=1,6...2,4\%$ ;  $Mn=0,5...1,0\%$ ;  $P<0,8\%$ ;  $S<0,12\%$ . Эркин углерод чўянда пластина, заррача ёки тангасимон кўринишида ажралиб туради.

Микро таркибига кўра чўянлар куйидаги гуруҳларга бўлинади:

а) кул ранг чўян – ушбу таркибда углерод пластинасимон ёки шарсимон графит кўринишида бўлади;

б) оқ чўян – ушбу таркибда углерод боғланган кўринишда бўлади;

в) оқартирилган чўян – куймаларининг ташки қатлами оқ чўян, ўртаси эса - кул ранг чўян таркибли бўлади;

г) оралик чўян – ушбу гуруҳга оид чўянларнинг таркибидаги углерод қисман боғланган, қисман эса – эркин ҳолатда бўлади.

Кул ранг чўян кўп ишлатиладиган конструкцион материал, механик хоссалари яхши ва таннархи нисбатан паст. Ушбу чўяннинг камчилиги унинг эластиклигининг жуда пастлигидир. Шунинг учун, киздирилган ҳолатда штампаб ёки болғалаб ишлов бериш мумкин эмас.

Кул ранг чўян маркалари одатда иккита рақамдан иборат, яъни биринчиси – чўзиш давридаги мустаҳкамлик чегарасини, иккинчиси эса – эгиш давридаги мустаҳкамлик чегарасини ифодалайди, масалан, СЧ 12–28, СЧ 18–36. Ушбу чўян кимёвий бардошлиги ёмон. Шунинг учун, чўян сифатини ошириш учун турли моддалар кўшиб модификация қилади, яъни суюк чўянни кристаллаш даврида унга таъсир этиб, унинг механик хоссалари ўзгартирилади.

Чўянлар болғаланувчан ва юқори мустаҳкамликка эга каби гуруҳларга ҳам бўлинади. Болғаланувчан чўян кул ранг чўяндан углерод ва кремний каби элементларнинг камлиги билан фарқланади. Шу сабабли, у эластик ва жуда катта деформацияларга бардош бера олади.

Юқори мустаҳкамликка эга чўян болғаланувчан чўяннинг бир тури бўлиб, унинг мустаҳкамлик бўйича кўрсаткичларига магний ва унинг қотишмаларини қўшиш орқали эришилади. Болғаланувчан ва юқори мустаҳкамликка эга чўянлардан колен валлар, кичик компрессорлар цилиндрлари ва бошқа юпка деворли мураккаб шаклли деталлар тайёрланади.

Охирги пайтда кимё машинасозлигида легирланган чўянлар кенг қўламда қўлланилмоқда. Легирловчи элементлар сифатида никель, хром, молибден, ванадий, титан, бор ва бошқалар ишлатилади. Легирловчи элементлар миқдорига караб чўянлар 3 гуруҳга бўлинади:

- паст легирланган чўянлар – қўшимчалар миқдори 3% гача;
- ўртача легирланган чўянлар – қўшимчалар миқдори 3 дан 10% гача;
- юқори легирланган чўянлар – қўшимчалар миқдори 10% дан ортик.

Чўянларнинг физик хоссалари куйидаги маълумотлар билан характерланади:

- зичлиги  $\rho = 6600 \dots 7700 \text{ кг/м}^3$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 25 \dots 59 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ;
- солиштирама иссиқлик сифими  $c_p = 0,5 \dots 4,5 \text{ кЖ/кг} \cdot \text{К}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\beta = (16,7 \dots 17,6) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Кул ранг чўяндан 1,0 МПа гача босим ва  $-15 \dots +250^\circ\text{C}$  температурага бардош берадиган копоқ, таянч ва қурилманинг бошқа деталлари тайёрланиши мумкин. Ушбу материал ишкорларга ҳам бардошли. Никель, хром, молибден, кремнийлар чўяннинг кимёвий ва иссиқликка бардошлигини оширади; никелли чўянларга 5...6% мис қўшилса ишкорга нисбатан чидамлилиги ортади; хром миқдори 30% гача бўлган чўянлар азот, фосфор, сирка ва хлорли бирикмаларга бардошли бўлади; таркибида 4% гача молибденли чўянлар хлорид кислотаса чидамлидир. Юқори температурали ўтхона ва тутун газлари муҳитида иссиқликка бардош ва коррозияга чидамли чўянларни қўллаш мақсадга мувофиқ.

Чўянлар нархи паст ва ўртача механик хоссаларга эга бўлгани учун техниканинг турли соҳаларида кенг қўлланишига олиб келди.

5-24 жадвал

Чўянларнинг механик хоссалари

№	Чўян ёки қотишма маркаси	Муст. чегараси, МПа		Каттиклиги, Бринелл бўйича	Эслатма
		чўзишда	эгилишда		
1	СЧ 15-32	150	320	163...229	-
2	СЧ 18-36	180	360	170...229	-
3	СЧ 21-40	210	400	170...241	-
4	СЧЦ - 1	-	320...380	200...230	Коррозияга бардошли
5	СЧЦ - 2	-	320...380	210...260	Коррозияга бардошли
6	С - 15	-	170	300...400	Кремний кўп қотишма
7	С - 17	-	140	400...460	Кремний кўп қотишма
8	ЖЧХ – 0,8	180	360	207...286	Иссиқликка бардош ва коррозияга чидамли чўян
9	ЖЧХ – 1,5	150	320	207...286	Иссиқликка бардош ва коррозияга чидамли чўян
10	ЖУС – 5,5	100	240	140...255	Иссиқликка бардош ва коррозияга чидамли чўян
11	ЧН15Д7Х2	180	360	120...197	

**ПЎЛАТ.** Бу материалсиз техника ҳозирги кундаги юқори мавқега эришмаган бўларди. Бунга сабаб, пўлатнинг мустаҳкамлиги, динамик юкламаларга бардошлиги, қуйилиш, болғаланиш, штамплаш ва пайвандланиш қобилиятига, дастгоҳларда қайта ишланишга мойиллиги, арзонлиги ва мўллагидир.

Пўлат маркаларининг белгиланиши:

А) “Ст” ҳарфи пўлатни, 0 дан 6 гача рақамлар марканинг шартли рақами бўлиб, у кимёвий ва механик хоссаларига боғлиқлигини ифодалайди, масалан Ст0, Ст1 ва х.

Б) “Ст” дан олдинги “Б” ва “В” ҳарфлар пўлат гуруҳини ифодалайди. А гуруҳи одатда қўйилмайди, масалан, Ст3, БСт3, ВСт3 ва х.

Қўлланишига қараб углеродли пўлатлар 3 гуруҳга бўлинади:

Биринчи А – гуруҳи механик хоссаларига қараб белгиланади ва қуйидаги русумли қилиб ишлаб чиқарилади: **Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6;**

Иккинчи Б – гуруҳи кимёвий хоссаларига қараб белгиланади ва қуйидаги русумли қилиб ишлаб чиқарилади: **БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6;**

Учинчи В - гуруҳи механик ва кимёвий хоссаларига қараб белгиланади ва қуйидаги русумли қилиб ишлаб чиқарилади: **ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5.**

Нормаллашган кўрсаткичларига қараб ҳамма гуруҳ пўлатлари қуйидаги тоифаларга бўлинади: биринчи гуруҳи А – 1,2,3; иккинчи гуруҳи Б – 1,2; учинчи гуруҳи В – 1-6. Ушбу тоифалар қалинлиги 4 мм дан кичик листли пўлатларга тегишли эмас.

Ҳамма гуруҳ пўлатларининг 1, 2, 3, 4 маркаларининг оксидланишига қараб қайновчи, ярим тинч ва тинч қилиб тайёрланади; **Ст0, БСт0** оксидланишига қараб бўлинмайди. **Оксидланишни белгилаш учун ушбу индекслар қўйилади: кп – қайновчи; пс – ярим тинч; сп – тинч,** масалан, **Ст3кп, Ст3пс, БСт3сп, БСт3кп**

Юқори миқдорда марганец қўшилган ярим тинч пўлатни ифодалаш учун **Г** ҳарфи **Ст3Гпс, ВСтГпс.**

Пўлат маркасидаги рақамларнинг сони қанчалик катта бўлса, мустаҳкамлиги шунчалик юқори ва эластиклиги нисбатан паст бўлади. Пўлатларга термик ишлов бериш унинг механик хоссалари ва иқтисодий самарадорлигини кўтаради. Агар, пўлат таркибида углерод миқдори 0,25% гача бўлса паст углеродли, 0,25...0,6% гача бўлса – ўртача углеродли ва углерод миқдори 0,6-2,0% бўлса – юқори углеродли пўлат деб ажратилади.

Оддий пўлатларда углерод миқдори **1,5%** гача бўлади, конструкцион пўлатларда эса - **0,7%** дан ортмайди.

**Конструкцион сифатли углеродли пўлат** кимёвий ва механик хоссаларига фарқланади ва қуйидаги маркали қилиб ишлаб чиқарилади: 05кп; 08кп; 08пс; 10кп; 10пс; 10; 15кп; 15пс; 15; 20кп; 20пс; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 58; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 60Г. Пўлат маркасидаги рақам углероднинг массавий улушини юздан бир миқдорини процентларда кўрсатади; “Г” ҳарфи унинг таркибидаги марганец миқдорини билдиради; “кп” ва “пс” ҳарфлар маъноси юқорида келтирилган.

Муҳим легирловчи элементларга қуйидагилар киради: хром, никель, молибден, марганец, кремний, титан, ниобий, вольфрам, ванадий. Айрим ҳолларда алюминий ва мислар ҳам қўшимча сифатида пўлатларга қўшилади.

**Конструкцион легирланган пўлат** кимёвий таркибига қараб қуйидаги тоифаларга ажратилади: А – сифатли, юқори сифатли; Ш – алоҳида юқори сифатли.

Легирловчи қўшимчалар киритилишига қараб пўлатлар ушбу гуруҳларга бўлинади: хромли, марганецли, хроммарганецли, хромкремнийли, хром-молибденли, хроммолибденванадийли, хромванадийли, никелмолибденли, хромникелли ва хромникелли бор билан, хромкремниймарганецли ва хромкремниймарганецли тан ва борли, хромникелмолибденли, хромникелмолибденванадийли ва хромникелванадийли, хромалюминийли ва хромалюминийли молибден қўшилган. Легирловчи қўшимча олдида турган рақам бутун бирликда унинг миқдорини кўрсатади. Агарда, легирловчи элемент олдида рақам бўлмаса, ушбу маркада элементдан тахминан 1,5% гача бўлади.

Пўлатларнинг физик хоссалари қуйидаги кўрсаткичлар 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 коэффициентлари | - $\beta = (11,7...12,3) \cdot 10^{-6} 1/\text{К}$ .  |

Қайси сохада қўлланишига қараб паст легирланган пўлатлар 2 гуруҳга бўлинади:

- А** – марганецли, конструкцион пўлат - **14Г, 19Г, 09Г2, 14Г2, 18Г2;**  
 кремний-марганецли, конструкцион пўлат - **12ГС, 16ГС, 17ГС, 09Г2С, 10Г2С1;**  
 марганец-ванадийли, конструкцион пўлат - **15ГФ;**  
 хром-кремний-марганецли, конструкцион пўлат - **15ХГС;**  
 хром-кремний-никел-мисли, конструкцион пўлат - **15ХСНД, 10ХСНД;**
- Б** – темир-бетон конструкцияларда қўллаш учун.

Паст легирланган, кремний-марганецли пўлатлар **16ГС, 09Г2С** юқори мустаҳкамлик ва ишончилиги учун кенг қўламда ишлатилмоқда. Ундан ташқари, паст температураларда яхши болғаланувчан ва зарбага бардошли. Шу сабабли, қурилма девори қалинлигини, яъни массасини камайтириш мумкин. Бундай материалдан ясалган қурилмаларни  $-70^{\circ}\text{C}$  гача қўллаш мумкин ва ушбу температураларда эксплуатацион ишончилигини оширади.

5-25 жадвалда кимё машинасозлигида оддий углеродли пўлатларнинг қўлланилиши келтирилган.

5-25 жадвал

**Оддий углеродли пўлат**

Пўлат	Қўллаш соҳалари
Ст3пс Ст3сп	Мусбат температураларда эксплуатация қилинадиган пайвандланган ва пайвандланмаган конструкцияларнинг асосий элементлари
Ст3пс5 Ст3сп5	$-30$ дан $+425^{\circ}\text{C}$ температураларда, ўзгарувчан юклама остида эксплуатация қилинадиган пайвандланган конструкцияларнинг асосий элементлари
Ст5пс Ст3сп	$0$ дан $+425^{\circ}\text{C}$ температураларда эксплуатация қилинадиган парчинмихланган конструкцияларнинг деталлари, тешикли панжаралар, болтлар, гайкалар, стерженлар ва х.

Углеродли конструкцион пўлатларнинг куйидаги маркалари ишлаб чиқарилади: 08, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 45, 55, 58 ва 60.

5-26 жадвал

**Углеродли конструкцион пўлат**

Пўлат	Қўллаш соҳалари
08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 11кп	$-30$ дан $+425^{\circ}\text{C}$ температураларда эксплуатация қилинадиган патрубк, днище, конденсатор, тешикли панжаралар, труба ўрамлари, змеевиклар ва бошқа деталлар
15кп, 15пс, 15, 20кп, 18кп, 20пс, 20, 25	$-30$ дан $+425^{\circ}\text{C}$ температураларда, босим остида эксплуатация қилинадиган патрубк, штуцер, болт, труба ўрами, қурилма қобиғи ва бошқа деталлари
10Г2	$-70^{\circ}\text{C}$ температура ва босим остида эксплуатация қилинадиган тешикли панжара ва труба ўрамлари, патрубклар, штуцерлар

Пўлатларнинг сифатини яхшилаш учун термик-кимёвий ишлов бериш мақсадга мувофиқ, яъни пўлат юзасини турли элементлар билан тўйинтириш орқали унинг ташқи юзасининг қаттиқлиги, иссиқликка ва кимёвий бардошлиги ортади.

Пўлатдан ясалган буюм ва деталларга термик-кимёвий ишлов беришнинг куйидаги усуллари мавжуд:

- цементлаш – ташқи юзасини углерод билан тўйинтириш жараёни бўлиб, деталнинг мустаҳкамлиги ва қаттиқлигини оширади;

- азотлаш – ташқи юзасини азот билан тўйинтириш жараёни бўлиб, деталнинг едирилишга ва атмосфера коррозиясига бардошлигини оширади;

- алитирлаш – конструкцион материал ташқи юзасини алюминий билан диффузион тўйинтириш жараёни бўлиб, деталнинг  $800\text{...}1000^{\circ}\text{C}$  температураларда оксидланишга бардошлигини оширади;



- хромлаш – ташқи юзасини хром билан диффузион тўйинтириш жараёни бўлиб, деталнинг мустаҳкамлигини, едирилишга ва коррозияга, юқори температурали азот кислота, атмосфера ва газ муҳитларида бардошлигини оширади.

Кимёвий таркибига кўра, пўлатлар углеродли ва легирланган турларга бўлинади. Бу элементлар пўлат сифатини яхшилайти ва махсус хоссали қилади.

Легирланган пўлатнинг кимёвий таркиби учун ягона шартли белгилар (харф ва рақамлар) қабул қилинган.

Конструкцион материалнинг дастлабки икки рақам углероднинг ўртача миқдорини (*конструкцион пўлат* учун фоизнинг юздан бир улуши миқдорида, асбобсозлик ва *зангламайдиған пўлатлар* учун фоизнинг ўндан бир улуши миқдорида); харфлар легирловчи элементларни (жадвалга қаранг); харфларнинг ўнг томонидаги рақамлар эса элементларнинг ўртача миқдорини кўрсатади.

Пўлатнинг физик-механик хоссаларини яхшилаш ва уларга алоҳида хусусият (кислота ва иссиқликка бардошлик, иссиқликка чидамлик ва ҳ.) лар бериш учун унинг таркибига маълум бир легирловчи элементлар киритилади.

Легирловчи қўшимчалар миқдorigа қараб конструкцион пўлатлар ушбу гуруҳларга бўлинади:

- паст легирланган пўлатлар – қўшимчалар миқдори 3% гача;
- ўртача легирланган пўлатлар – қўшимчалар миқдори 3 дан 10% гача;
- юқори легирланган пўлатлар – қўшимчалар миқдори 10% дан ортик.

5-27 жадвал

Пўлат компонентларининг шартли белгилари

Номи	Шартли белгилари	Номи	Шартли белгилари
Алюминий	<b>Ю</b>	Мис	<b>Д</b>
Бор	<b>Р</b>	Молибден	<b>М</b>
Ванадий	<b>Ф</b>	Никель	<b>Н</b>
Вольфрам	<b>В</b>	Ниобий	<b>Б</b>
Кобальт	<b>К</b>	Титан	<b>Т</b>
Кремний	<b>С</b>	Углерод	<b>У*</b>
Марганец	<b>Г</b>	Хром	<b>Х</b>

У\* - углеродли асбобсозлик пўлатлар маркаларида.

Масалан, **X18H12M2T** маркали пўлатда 18% хром, 12% никель, 2% молибден ва 1% га яқин титан борлигини кўрсатади.

**03X18H11** маркали пўлатда 0,3% кремний, хром 18%, никель 11% ни ташкил этади.

Хром – материал қаттиқлиги, мустаҳкамлиги, кимёвий, коррозия ва иссиқликка бардошлигини оширади;

Никель – пўлат мустаҳкамлиги, эгилувчанлиги ва қовушқоқлигини оширади;

Вольфрам – пўлат қаттиқлигини оширади ва ўз-ўзидан тобланишини таъминлайди;

Молибден – пайвандлашга мойиллигини яхшилайти, пўлат қаттиқлиги ва чўзишда оқувчанлик чегарасини оширади;

Марганец – пўлат қаттиқлиги ва коррозия бардошлигини оширади, иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини пасайтиради;

Кремний - пўлат қаттиқлиги ва мустаҳкамлиги, оқувчанлик чегараси, кислота бардошлиги ва эгилувчанлигини оширади;

Ванадий - пўлат қаттиқлиги, чўзишда оқувчанлик чегараси, қовушқоқлигини, пайвандлашга мойиллиги ва водородли коррозияга бардошлигини оширади;

Титан - пўлат қаттиқлиги ва юқори температураларда (>800°C) коррозияга бардошлигини оширади.

**ЮҚОРИ ЛЕГИРЛАНГАН ПЎЛАТ ВА ҚОТИШМАЛАР.** Таркибида 18-20% хром ва 8...10% никель бўлган пўлатлар юқори легирланган пўлатлар деб юритилади. Улар коррозия ва иссиқликка бардошлиги, мустаҳкамлилиги учун турли саноатларда кенг қўлланилмоқда.

5-28 жадвал

**Легирланган конструкцион пўлатлар**

Пўлат	Қўллаш соҳалари
<b>Фаоллиги паст муҳитларда қўлланиладиган коррозион бардош пўлатлар</b>	
08X13 12X13	25°C дан паст температураларда турли концентрацияли азотли ва хромли кислоталар. 25°C температурагача <5% концентрацияли сирка кислоталар. Ишқорлар. 50°C температурагача <50% концентрацияли органик ва ноорганик тузлар.
30X13, 40X13	20°C температурада нам хавода, сувда, айрим органик кислоталар, тузли эритма ва ишқорларда, азот кислота ва хлорли натрийда коррозион бардош ва юқори каттикликка эга
12X17	850°C температурагача оксидланишга бардош
10X14AG15 10X14G14H4T 12X17G9AH4	Юқори (+400°C гача) ва паст (-196 °C гача) температураларда фаоллиги паст муҳитларда ишлатиладиган қурилмаларда 12X18H9T, 17X18H9, 12X18H10T русумли легирланган пўлатлар ўрнига
<b>Фаоллиги ўртача муҳитларда қўлланиладиган коррозион бардош пўлатлар</b>	
08X17T 08X18T 15X25T	-20°C дан юқори температураларда зарбасиз юкламаларда ишлайдиган пайвандланган конструкцияларда 12X18H9T, 12X18H10T русумли легирланган пўлатлар ўрнига. Иссиқлик алмашилиш қурилмаларининг трубалари учун. 400-700°C температураларда эксплуатация қилиш тавсия этилмайди. 100°C дан ошмаган температураларда азотли, форфорли, лимон, сирка, оксалат кислоталар эритмаларига бардошли.
08X22H6T 08X18G2H2T	12X18H10T, 08X18H10T русумли легирланган пўлатлар ўрнига. Мустаҳкамлиги юқори ва 300°C температурагача бўлган шароитда эксплуатация қилинадиган пайвандланган қурилмаларни тайёрлашда қўлланилади.
12X21H5T	Пайвандланган ва кавшарланган 12X18H9T русумли легирланган пўлатлар ўрнига.
07X21G7AH5 12X18H9 08X18H10	Криоген температура (-253°C)ларда эксплуатация қилинадиган пайванд конструкциялар учун
12X18H9T 12X18H10T 12X18H12T	Азот, совук фосфор ва органик кислоталарга (сирка, чумоли, оксалат ва сут кислоталардан ташқари), кўпчилик туз ва ишқорлар эритмалари, денгиз суви, нам хаволарга коррозион бардошлиги юқори. Хлорид, сульфат, фторид, иссиқ фосфор, қайнаётган органик кислоталарга нисбатан бардошлиги жуда суст. Кристаллараро коррозияга бардошли.
08X18H12Б	12X18H10T пўлатга нисбатан анча юқори бардошликка эга
X18H14M2Б 1X18M9T	Формальдегид катронларини ишлаб чиқаришда қўлланилади.
X18H9T X20H12M3T	Пластмасса ишлаб чиқаришда конструкцион материал сифатида қўлланилади.
<b>Фаоллиги юқори муҳитларда қўлланиладиган коррозион бардош пўлатлар</b>	
04X18H10 03X18H11	Азот кислота ва аммиакли селитра ишлаб чиқаришда қўлланиладиган қурилма ва труба қувурлари учун
08X18H10T 03X18H12T	Фаоллиги юқори муҳитларда эксплуатация қилинадиган пайвандланган қурилма ва жиҳозларда тайёрлаш учун
10X17H13M2T 10X17H13M3T 08X17H15M3T 08X17H14M3 03X21H21M4ГБ	Қайнаётган фосфор, сульфат, 10%-ли сирка кислота ва нордон муҳитларда эксплуатация қилинадиган пайвандланган конструкциялар, ҳамда -196°C дан 600°C температуралар оралиғида ишлайдиган пайванд қобик, днишче, фланец каби деталлар учун
06XH28MДТ 10X17H13M2T	Сульфат кислота ишлаб чиқариш технологиясида 80°C гача бўлган температураларда қўлланиладиган пайванд конструкциялар учун
06XH38MДТ 03XH38MДТ	Температураси 20°C гача бўлган сут ва чумоли кислота муҳитлари учун. Температураси 70°C ва концентрацияси 100% ли азот кислота муҳитлар учун. Температураси 20°C гача ва концентрацияси 10% ли хлорид кислота ва курук йод учун.

Ҳозирги кунда мамлакатимиз корхоналарида курилмаларни яшашда куйидаги легирланган пўлатлар ишлатилади: 1X18H9T, 1X18H11Б, X16H25M6, XH35BT, X22H26, 1X18H12M2T, 1X18H12M3T, X18H9T ва бошқалар.

Юқорида кайд этилган пўлатларнинг физик хоссалари:

- зичлиги	- $\rho = 7900 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси	- $T_{\text{эп}} = 1400^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги	- $\lambda = 14...18 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;
- иссиқлик сиғими	- $c_p = 0,475...0,650 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициенти	- $\chi = 17,3 \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Юқори легирланган пўлатлар асосан 3 гуруҳга бўлинади:

1. Коррозион бардош пўлат ва қотишмалар – кимёвий ва электр кимёвий, ҳамда кристаллараро коррозияга бардош пўлатлар **08X13, 12X17, 12X18H10T, 10X17H13M2T**;

2. Иссиқликка бардош пўлат ва қотишмалар –  $550^\circ\text{C}$  ва ундан юқори газли температураларда кимёвий емирилишга бардошли **12X17, 12X18H10T, 20X23H13, 15X18**;

3. Иссиқликка бардошли ва мустаҳкам пўлат ва қотишмалар – юқори температураларда юклама остида ишлайдиган ва металл куйиндиси (окалина) ҳосил қилмайдиган **20X13, 12X13, 12X18H10T, 20X23H18** ва б.

Янги коррозион бардош **03X18H11** маркали, таркибида кам кремний бўлган пўлат яратилди. Агар, кремний миқдори 3% дан кам бўлса, курилманинг азот кислотали муҳитда ишлаш муддати 2 маротаба ортади. Ҳозирги кунда кремний миқдори 0,8% бўлган **08X18H11** маркали пўлат ишлаб чиқарилмоқда.

Охирги пайтда никелсиз, аустенитли **03X13AG19** ва **07X13AG20** пўлат  $+400$  ва  $-210^\circ\text{C}$  температураларда ишлатиш учун яратилди. У азот (50%), фосфор (10%) ва уксус (10%) кислоталарда ишлаш учун мўлжалланган.

**ИККИ ҚАТЛАМЛИ МЕТАЛЛАР.** Қимматбаҳо металлларни тежаш мақсадида қўлланиладиган усуллардан бири – икки қатламли пўлатларни қўллашдир. Бунинг учун асосий қатлам углеродли пўлатдан ва химояловчи қатлам коррозия бардош ёки рангли метал ёки қотишмадан қилинади. Химояловчи қатлам **08X13, 12X18H10T, 08X17H13M2T, 08X17H13M3T, 08XH28MDT** ва рангли метал ва қотишма (никель, монел метал) лар. Ҳозирги кунда химояловчи қатлам сифатида мис, латунь, қумуш ва титанлар ҳам қўлланилмоқда. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, икки қатламли пўлатлар ёрдамида шундай хоссаларни олиш мумкинки, бир қатламли материалларда ҳеч қачон эришиб бўлмайди. Масалан, икки қатламли пўлат **Ст.3+08X13** да юқори хромли пўлат **08X13** нинг зарбали қовушқоклиги паст ва пайванд чоклари мўрт бўлади. Лекин, **Ст.3, 15К** ёки **20К** билан биргаликда юқори механик ва коррозияга бардош материалга айланади.

**РАНГЛИ МЕТАЛЛАР.** Кимё саноатида рангли металллардан алюминий, мис, никель, кўрғошин, титан, танталлар курилмалар яшашда қўлланилади. Рангли металллардан ясалган курилма деворларининг температураси куйидагидан ошмаслиги керак:

Алюминий учун	- $200^\circ\text{C}$
Мис ва унинг қотишмалари учун	- $250^\circ\text{C}$
Никель учун	- $500^\circ\text{C}$
Кўрғошин учун	- $140^\circ\text{C}$
Тантал учун	- $1200^\circ\text{C}$

**АЛЮМИНИЙ**– қумушсимон, ок, енгил ва болғаланувчан, коррозияга бардошли металдир. Кимёвий курилмаларни яшашда АОО(99,7%), АО(99,7%), А1(99,5%), А2(99,0%) ҳамда унинг АД1, АД2 қотишмалари ишлатилади.

Алюминийнинг турли маркалари куйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги	- $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси	- $T_{\text{эп}} = 675...950^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги	- $\lambda = 206...218 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;
- солиштирма иссиқлик сиғими	- $c_p = 0,913 \text{ кЖ/кг}\cdot\text{К}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициенти	- $\chi = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Агрессив муҳитлар таъсирига алюминий жуда чидамли, шу жумладан концентранган азот, фосфор ва сирка кислоталар, курук хлор ва водород хлоридлар, олтингургурт буғларига ҳам узок муддат давомида бардош бера олади.

**МИС**– пушти-кизил рангли металл. Энг қиммат, конструкцион материаллардан бири бўлиб, техник тоза ҳолда 5 хил маркада ишлаб чиқарилади. Кимёвий қурилмаларда, асосан М2 (99,7%) ва М3 (99,5%) маркалари кенг миқёсда ишлатилади.

Миснинг хоссалари қуйидаги маълумотлар билан характерланади:

- зичлиги  $-\rho = 8980 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $-T_{\text{эп}} = 1083^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $-\lambda = 1596\text{...}2233 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштира иссиқлик сифими  $-c_p = 0,44\text{...}0,62 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $-\chi = (16,7\text{...}22,3) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Мис алюминийга ўхшаб химоя қилувчи оксид қоплама ҳосил қилмайди. Шунинг учун, кислота ва тузларга нисбатан коррозия чидамликка эга эмас. Лекин паст ва криоген температураларда мустақамлиги ортиб боради. Масалан,  $-196^\circ\text{C}$  да миснинг мустақамлик чегараси 20 дан 38  $\text{кг/мм}^2$  гача ортади.

Ўта паст температураларда ишлайдиган қурилмалар учун мис каби конструкцион материални ҳеч қандай материал ўрнини боса олмайди.

**ҚЎРҒОШИН**– кўкимтир, кулранг, болғаланувчан металл. Бир пайтлар, бу материал қурилмалар қуришда катта ва муҳим аҳамиятга эга бўлган. Бунга сабаб, унда туз ва сульфат кислотага нисбатан чидамли химоя қопламасининг ҳосил бўлишидир. Лекин унинг жуда юмшоқлиги, осон ва паст температурада эриши, катта зичлиги ва қимматлиги борган сари камрок қўлланишига сабаб бўлмоқда.

Ҳозирги кунда унинг ўрнига замонавий темир қотишмалар ишлатилмоқда. Саноатда қўрғошиннинг 6 хили **СВ, Со, С1, С2, С3, С4, С5** маркалари кенг қўлланилади. Улар таркибидаги қўрғошин миқдори 99, 90...99, 95%. қўрғошин қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги  $-\rho = 10130\text{...}11350 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $-T_{\text{эп}} = 327^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $-\lambda = 14,9\text{...}34,9 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштира иссиқлик сифими  $-c_p = 0,13 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $-\chi = (12,3\text{...}14,9) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Қўрғошинни саноатда қўллашда шуни назарда тутиш керакки, унинг мустақамлиги жуда пастдир. Лекин, машинасозликда қўрғошиннинг қотишмалари кенг қўламда қўлланилмоқда, масалан, қўрғошинли бронза, қўрғошинли латунь, қўрғошинли баббит (қўрғошин, қалай, мис, сурьма).

**НИКЕЛЬ**– кумушсимон, оқ металл, қийин эрийди ва ҳавода ўзгармайди. Кимё саноатининг қурилмалари учун (**Н0** маркали 99,99%) никель ишлатилади. У жуда мустақам, иссиқлик ва коррозияга чидамли ва яхши технологик хоссали бўлгани сабабли машинасозликда кўп ишлатилади.

Никельнинг физик хоссалари қуйидагича:

- зичлиги  $-\rho = 8830\text{...}8850 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температура  $-T_{\text{эп}} = 1452^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $-\lambda = 55,0\text{...}56,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштира иссиқлик сифими  $-c_p = 0,575\text{...}0,586 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $-\chi = (18,2\text{...}18,3) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

**НИОБИЙ** – азот ва хлорид кислота, бром, водород пероксидларини олиш ва радиоактив чиқиндиларни қайта ишлаш қурилмаларида ишлатилади.

**ЦИРКОНИЙ** – хлорид, сирка, лимон ва чумоли кислоталарни ишлаб чиқариш технологиясидаги қурилмаларда. Ушбу кислоталарнинг қайнаш температураларида ҳам, цирконий емирилмайди.

**ТИТАН** - кумуш ранг, енгил, қийин эрувчан металл. Зичлиги пўлатникидан 2 марта кам бўлишига қарамадан, унинг мустақамлиги пўлатникига тенгдир. Титан қайнаётган азот

кислота ва “царская водка” ларнинг исталган концентрацияларига, фосфор, хром ва сирка кислоталарига, нитрит, нитрат, хлорид ва сульфидларга нисбатан кимёвий чидамли. 200°C температурада газларни ютиш қобилятига 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 ва унинг қотишмаларидан ясалган курилмалар хлор, хлорли аммоний, карбамид, азот кислота, кимёвий тодалар, оқартирувчи воситалар ва нефт кимёси корхоналарида кенг қўламда қўлланилади.

Титан қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги  $\rho = 4320...4500 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $T_{эп} = 1710...1750^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 15,1...19,4 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштирма иссиқлик сиғими  $c_p = 0,543...0,635 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\chi = (8,0...8,4) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Хлор икки оксиди ва хлоратлар муҳитида ВТ-1 маркали титан ва титаннинг алюминий ва марганецли ОТ-4 маркали қотишмаси қўлланилади. Ушбу муҳитда титаннинг коррозия тезлиги 0,1 мм/йилдан ошмайди (5-29 жадвал).

5-29 жадвал

№	Металл	Қалинлик, мм	Нисбий чўзилиш, %	Чузилишда мустаҳкамлик чегараси, МПа	Материал ҳолати
1	ВТ-1	0,5...10	400	30...20	Куйдирилган
		11...20	650	12	Иссиқ ҳолатда ишлов берилган
		21...60	600	10	Иссиқ ҳолатда ишлов берилган
2	ОТ-4	12...20	950	8	Иссиқ ҳолатда ишлов берилган
		21...35	900	6	Иссиқ ҳолатда ишлов берилган

Анилин бўёқ (малеин ангидриди, изатин, параоксидифениламин, Д неазони) ишлаб чиқариш саноатида, ҳамда хлорид кислотани сувли хлорлаш (гербецид ишлаб чиқариш) да титаннинг коррозия тезлиги 0,1 мм/йил бўлиб, бошқа легирланган металллар жуда катта коррозияга дучор бўлади ва коррозия даражаси кетиши мумкин.

Титан ва унинг қотишмаларидан -50 дан +300°C температураларда центрифуга, филтёр, сигимли идиш, иситкичларнинг турли конструкциялари, колоннали курилмалар ясалади.

**ТАНТАЛ** - кул ранг - оқ металл. Ўта мустаҳкамлиги ва қийин суюлувчанлиги билан бошқа металллардан ажралиб туради. Ундан ташқари, юқори температураларда нисбатан кўпроқ газларни ютиш қобилятига эга. Тантал яхши болғаланувчан, штамплашга мойил, ички ишқаланиш коэффициентлари жуда катта бўлган металлдир. У сульфат, азот, фосфор, қайнаётган водород хлорид кислота, “царская водка” ларнинг исталган концентрацияларига, ҳамда нитратларга чидамли. Натрий ва калий ишқорлари таъсирини бардош беролмайди.

Тантал жуда ҳам қиммат металл ва у тахминан хром-никельли пўлатдан 100 марта қимматдир. Албатта, уни фақат ўта агрессив муҳитли курилмаларда, 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  $T_{эп} = 3000^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 148,0...280 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштирма иссиқлик сиғими  $c_p = 0,136...0,2 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\chi = (5...99) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Механик хоссалари бўйича титан ва тантал юқори легирланган пўлатларга тенг бўлиб, кимёвий бардошлиги бўйича эса улардан юқори туради. Шу сабабли, ушбу метал ва уларнинг қотишмалари кимё машинасозлигида кенг қўламда қўлланилмоқда.

№	Металл	Зичлик кг/м <sup>3</sup>	Эриш температураси, °С	Эластиклик модули, МПа	Нисбий чўзилиш, %	Чўзилишда мустаҳкамлик чегараси, МПа	Оқувчанлик чегараси, МПа
1	Цирконий	6450	1853	97000	15...30	300...500	210...280
2	Ниобий	8700	2468	160000	10	297	210
3	Тантал	16600	2996	192000	25...40	350...520	-

Ниобийни хлорид ва азот кислоталари, бром, водород пероксидини олишда, ҳамда радиоактив чиқиндиларни қайта ишлашда қурилма ясашда қўлланилади.

Цирконийни хлорид, сирка, лимон ва чумоли кислотали муҳитлар ишлаб чиқариладиган қурилмаларни қуришда ишлатилади. Алоҳида таъкидлаш лозимки, ушбу кислоталарнинг қайнаш температурасида ҳам цирконий коррозияга бардошли.

**ЛАТУНЬ** – мис ва руҳдан иборат қотишма. Кўп компонентли латун таркибига мис ва руҳдан ташқари, алюминий, кремний, кўрғошин, никель, темир, марганец ва калайлар кириши мумкин.

Латун босим остида яхши ишлов бериладиган, анча мустаҳкам, қайишқоклиги 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. Латунь маркаларидаги “Л” ҳарфи латунь эканлигини билдиради. “А” ҳарфи – алюминийли, “Ж” ҳарфи – темирли, “Ми” ҳарфи – марганецли, “К” ҳарфи – кремнийли, “С” ҳарфи – кўрғошинли, “О” ҳарфи – калайли латунлигини; биринчи рақам миснинг ўртача миқдорини, иккинчи ва охири рақамлар бошқа компонентлар миқдорини қотишма таркибида қайси ҳарфлар билан белгиланганлигига мос равишда ифодалайди, масалан, ЛЖС-58-1-1 да 58% латунь, 1% темир, 1% кўрғошин, ЛАН-59-1-1 да 59% латунь, 1% алюминий, 1% никель.

Латунлар қуйидаги физик хоссаларга эга:

- зичлиги  $\rho = 8500 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $T_{\text{эр}} = 940^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 105 \dots 116,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштирма иссиқлик сифими  $c_p = 0,385 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\chi = 20 \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

**БРОНЗА** - мис ва калайлардан иборат қотишма. Ушбу кимёвий элементлардан ташқари, унинг таркибига кремний, алюминий, марганец, бериллийлар ҳам кириши мумкин. Қалайли бронзалар қуйидаги гуруҳларга бўлинади: калай-фосфорли (масалан, БрОФ-8,0-0,3), қалай-рухли (масалан, БрОЦ-4-3), қалай-рух-кўрғошинли (масалан, БрОЦС-4-4-2,5) бўлиши мумкин.

Бронза мустаҳкамлиги, қайишқоклиги, коррозияга бардошлиги, антифрикцион хоссалари билан ажралиб туради.

Бу материал ушбу физик хоссалари билан характерланади:

- зичлиги  $\rho = 935 \dots 1140 \text{ кг/м}^3$ ;
- эриш температураси  $T_{\text{эр}} = 935 \dots 1140^\circ\text{C}$ ;
- иссиқлик ўтказувчанлиги  $\lambda = 32,0 \dots 105 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;
- солиштирма иссиқлик сифими  $c_p = 0,385 \text{ кЖ/(кг}\cdot\text{К)}$ ;
- чизикли кенгайиш коэффициентлари  $\chi = (1,5 \dots 1,95) \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$ .

Органик ва ноорганик (5-37% ли сирка, музлаган) кислоталарни олиш технологиясида ишлатиладиган қурилма ва ускуналар (реакцион ва сизимли идишлар, скруббер, насадкали ва тарелкали колонналар) ни яшаш учун шиша пластикларни қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Охири пайтда сунъий равишда яратилган графит АТМ-1 русумли материал кенг қўламда коррозия фаол материалларни иситиш ва совитишда жуда кўп қўлланилмоқда. Ушбу

материал коррозия бардош ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари нисбатан юқори, ҳамда уни 130°C гача қўллаш мумкин. Кимё машинасозлигида нометал конструкция материалларни қўллаш қимматбаҳо ва танқис металлларни тежаш имконини беради.

5-31 жадвал

Материал	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Материал	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>
<i>Алюминий:</i>		<i>Мис:</i>	
болғаланган	2,75	тоза	8,93
қуйма	2,55-2,6	кизил, қуйма	8,3-8,9
қуйма қотишмалар	2,5-2,94	кизил, болғаланган	8,9-9,0
листли асбест	1,2	кизил, жуванган	8,9-9,0
<i>Баббит:</i>		кизил, сим ҳолатида	8,35-8,95
Б83	7,46	электротехник	8,9-8,95
БН, БТ, Б16	9,73	<i>Молибден</i>	10,3
Б6	10,04	<i>Подшипникли қотишмалар:</i>	
<i>Бронза:</i>		алюминий асосли	2,8-2,86
алюминийли	7,7-8,2	магний асосли	1,8
бериллийли	8,23	рух асосли	6,1-6,3
марганецли	7,63	углеродли ва легирланган пўлат	7,65-7,85
қалайли	8,7-8,9		
қалай-қўрғошинли	9,2	<i>Қаттиқ қотишмалар:</i>	
қалай-рухли	8,8	вольфрам-кобальтли	13,9-15,4
қўрғошинли	9,4	титан-вольфрамли	6,5-13,6
<i>Вольфрам</i>	19,3		
<i>Дюралюминий</i>	2,6-2,9	<i>Чўян:</i>	
<i>Латунь:</i>		кул ранг	6,8-7,4
қуйма	8,3-8,6	ок	7,4-7,7
чўзма	8,4-8,7	болғанувчан	7,2-7,4
<i>Магнийли қотишмалар</i>	1,76-1,83	юқори легирланган	5,5-5,75

**ПЛАСТМАССАЛАР** – юқори коррозия бардошлиққа ва мустаҳкамликка эга янги конструкция материалдир. Пластмассаларни ишлаб чиқариш жараёнида мустаҳкамлигини, қайишқоклигини, рангини, юмшаш температурасини, иссиқлик ўтказувчанлигини яхшилаш ва арзонлаштириш мақсадида унга пластификатор, тўлдирувчи, ранг берувчи моддалар қўшилади.

5-32 жадвал

№	Материал	Зичлик, кг/м <sup>3</sup>	Исс. ўтказ. коэфф., Вт/м·К	Мустаҳкамлик чегараси, МПа			Температура қўллаш чегараси, °С
				сиқишда	чўзишда	эгилишда	
1	Винипласт	1380-1400	0,15	80...100	45...55	90...100	0...+60
2	Полиэтилен паст зичликли	920	-	12,5	10	12...17	-66...+60
3	Полиэтилен юқори зичликли	940-960	-	-	20...35	20...38	-66...+60
4	Пропилен	900	-	-	30...36	60...70	-35...+140
5	Фторопласт-3	2090-2160	0,23	55...60	35...45	60...80	-195...+125
6	Фторопласт-3М	2020	-	50...60	25...30	35...40	<+180
7	Фторопласт-4	2130-2220	0,046-0,092	-	17...31,5	11...14	-269...+250
8	Флодит	1400-1700	0,348-0,696	70...80	20	40	-30...+120
9	Графит, фенолформальдегидкатрони шимдирилган	2030-2070	-	78...185	12...17,8	-	<+180

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, эримайди.

**ШИША ПЛАСТИКЛАР** – полиэфир смолалар ва шиша толаларидан ташкил қилинган сунъий материал. Ундан йирик, ўлчамлари катта дистилляция колонналар, скрубберлар, омборлар, диаметри 4,5 м ва баландлиги 6 м ли идишлар ясаш мумкин. Шиша пластиклар 20°C ёки ундан озгина юқори температурада қиздирилса, полимеризация бўлади.

**ФТОРОПЛАСТ-4.** Қайишқоклиги юқори, электр токи ўтказмайдиган, иссиқликка чидамли, -200...+500°C температурада ишлатилиши мумкин (5-32 жадвал). Кимёвий муҳитларга ўта чидамлилиги, унинг яхши хоссаларидан биридир. Бу кўрсаткич бўйича пластмассалар, *Au, Pt*, эмал, махсус қотишма ва бошқа материаллардан устундир.

Фторопласт-4 дан ҳар хил қалинликдаги лист, труба, юпка деворли цилиндрик идиш, мембрана, сиффон ва бошқа турли махсулотлар тайёрлаш мумкин. Қурилмалар учун кистирма сифатида фойдаланишда унга тенг келадиган материал йўқдир. Тўлдирувчисиз пластмассаларнинг чидамлилиги қуйидаги хоссалар билан характерланади:

1. Пенопластлар кислота, ишқор ва органик эритмаларга нисбатан чидамли. Аммо  $H_2SO_4$ , олеум,  $HNO_3$  ва концентранган ишқорларга бардош бера олмайди;

2. Шиша пластиклар бензин, метанол, бутанол, этилацетат, 10% ли азот, фосфор ва водород хлорид кислоталарга нисбатан чидамли;

3. Фторопластлар ҳамма кислота ва ишқорларга нисбатан паст ва юқори температураларга чидамли. Оксидловчи кислота ва «царская водка»лар қайнаш жараёнида ҳам фторопласт ўз хоссаларини йўқотмайди. Шу кунгача унинг эритувчиси топилмаган.

Аммо натрий ёки калий, фтор ва учламчи фтор хлоридлар таъсирида емирилади.

Пластмассаларни металллар билан таққослаш шуни кўрсатадики, пластмассалар бир неча афзалликларга эга: а) солиштирма оғирлиги кичик; б) солиштирма мустаҳкамлиги юқори; в) технологик хоссалари яхши; г) коррозион бардошлиги юқори.

**УГЛЕГРАФИТ** материаллар – фенолформальдегид қатрони шимдирилган графитдир. Асосан графит тўлдирувчили фенолформальдегид қатронидан таркиб топган прессланган пластмасса графитопласт деб номланади. Нордон ва ишқорий муҳитларга бардошлиги юқори.

**КЕРАМИК** материаллар – кислотабардош ғишт ва йирик блоклар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Ушбу материаллар, ишқорлардан ташқари, барча коррозион фаол муҳитларга нисбатан бардошлиги юқори. Кислотабардош керамикадан ясалган труба қувурлари хлорид ва сульфат кислоталарни транспортировка қилиш учун ишлатилади.

**ФАРФОР** – плавиковый кислота ва ишқорлардан ташқари, барча кислоталарга нисбатан бардошлиги юқори бўлиб, ўта тоза моддалар олишда қўлланилади.

**ВИНИПЛАСТ** – азот кислота ва олеумдан ташқари, ҳамма кислота, ишқор ва эритмаларга нисбатан бардошлиги юқори. Винипластдан ясалган деталлар 0...40°C ва 0,6 МПа босимда ишончли ишлашни таъминлайди.

**АСБОВИНИЛ** – лок ва асбестдан таркиб топган композиция бўлиб, -50 дан +110°C температура оралигида кўпгина кислоталар ва ишқорларга нисбатан бардошлиги юқори.

**ПОЛИЭТИЛЕН, ПОЛИПРОПИЛЕН** – термопластик материал, минерал кислота ва ишқорлар таъсирига ўта юқори бардошлиги билан характерланади ва қўлланиш шароитлари:

– полиэтилен – температура оралиғи - 60°C дан +60°, босим эса – 1 МПа гача:

– полипропилен – температура оралиғи -10°C дан +100°C, босим эса – <0,07 МПа.

**ФАОЛИТ** – таркибида асбест, графит, кварц қуми каби тўлдирувчилари бўлган кислотабардош пластмасса. Фаолитдан ясалган деталлар 140°C температура ва 0,06 МПа босимгача ишлатилади. Ушбу материал кўпчилик кислоталар, жумладан концентрацияси 50% гача бўлган сульфат ва чумоли, хлорид, сирка, фосфор кислоталар, ҳамда бензолга нисбатан бардошлиги юқори, аммо ишқор ва оксидловчилар таъсирига чидамли эмас.

**ТЕКСТОЛИТ** – механик хоссалари бўйича фаолит устун бўлиб, коррозион фаол муҳитларга, шу жумладан, сульфат (концентрацияси 30% гача), хлорид (концентрацияси 20% гача), фосфор (концентрацияси 25% гача), сирка (ҳамма концентрациялари) кислоталарга бардошлиги юқори. Бу материални +80°C температурагача қўллаш тавсия этилади.

**ТАБИИЙ СИЛИКАТ МАТЕРИАЛЛАР** – каторига диабаз, базальт, асбест, хризотил, андезитлар кирди ва улар, хризотилдан ташқари, юқори кислотабардош.



**Паст, ўрта ва юқори босимли кимёвий қурилмалар учун  
тавсия этиладиган пўлатлар**

Пўлат гурухи	Марка	Рухсат этиладиган ишчи параметрлар		Тахминий қўлланиш соҳаси
		Босим МН/м <sup>2</sup>	Девор темпе- ратура, °С	
1	2	3	4	5
Оддий сифатли углеродли пўлат	Ст.3	5	-30...+400	Обечайка, копокок, фланец ва бошқа деталлар учун
			-40...+425	Фланец, труба тўр пардаси ва бошқа деталлар учун
				Курилма, идиш, иситкич обечайкалари, патрубккалари ва бошқа деталлари учун
Оддий сифатли углеродли пўлат	Ст.5	5	-30...+425	Фланец, труба тўр пардаси ва бошқа деталлар учун
				Болт, шпилка ва пайвандланмайдиган деталлар учун
	0,8 кп	1,6	-10...+350	Эмалланиши керак бўлган обечайка, копокок ва бошқа деталлар учун
	10		-40...+450	
	20	20	-40...+475	Обечайка, копокок, фланец, муфта ва бошқа деталлар учун
Конструкциону г.пўлат	25; 30; 35; 40; 45;	10...20	-30...+450	Гайка, болт ва шпилкалар учун
Кам легирланган пўлат	16 ГС	25	-70...+475	Нейтрал ва агрессивлиги паст мухитларда ишлатиладиган қурилмаларнинг обечайка, копокок, фланец каби деталлар учун
	09 Г2С			
Легирланган пўлат	12 МХ	25	-40...+540	Агрессивлиги паст ва ўрта мухитларда ҳамда деворидаги кучланиш юқори бўлган мухитларда пайвандланган саноати қурилмаларининг обечайка, копокок, фланец ва бошқа деталлар учун
Юқори легирланган пўлат	ОХ13	1,6	-40...+540	Олтингугурт бор, иссиқ мухитли, пайвандланган, ректификацион колоннанинг тарелкалари ва кам кучланишли деталлари учун
	1Х13			Олтингугурт бор ва бошқа агрессив, иссиқ мухитли, қурилмаларининг обечайка, копокок, фланец, болт, гайка ва бошқалар у-н
	2Х13			1Х13 материал қўлланиладиган соҳа, пайвандланмайдиган ўк, болт, гайка ва бошқа деталлар учун
	1Х13Л 2Х13Л			1Х13 материал қўлланиладиган соҳа учун, куйма, қурилмаларининг қобиғи, копококи, фланец ва бошқа деталлари учун
Коррозия, иссиқликка бардош ва чидамли юқори легирланган пўлат	Х17	1,6	-20...+700	Озик-овкат, нефтни қайта ишлаш, азот кислотасини ишлаб чиқариш соҳасида уздукли, юклама таъсири йўқ, масъулияти кам қурилмаларни обечайка, туб, труба ўрами, змеевик ва бошқа деталлар учун. Ушбу материал Х18Н10Т пўлатнинг ўрнини босувчи материал
	Х25ТЛ			Х25Т пўлат қўлланиладиган соҳадаги куйма қурилмаларнинг қобиғи, копококи, фланец ва бошқа деталлари учун
	Х28			Суюқ ва газли ўртача агрессив мухитда юқори температурада, ўзгармас ва ўзгарувчан юкламада ишловчи кимёвий қурилмалар у-н
	Х28АН			Ўртача агрессив мухитда ишлатиладиган, пайвандланган қурилмаларнинг обечайка, туб ва бошқа деталлари учун

	X28H4		- 20...+ 700	Газли коррозия шаронтида ўртача агрессив мухитларда ишлайдиган, масъулияти кам кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днишче ва бошқа деталлари учун
	1X17H2		- 20...+ 600	Паст ва ўртача агрессив мухитларда ишлайдиган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, туб ва бошқа деталлари учун
	1X21H5T OX21H5T	6,4	-100...+ 600	Ўртача агрессив мухитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмалардаги X18H10T пўлатнинг ўрнига қўллаш учун
	OX21H6M2T			Юкори агрессив мухитларда ишлайдиган пайвандланган, кимёвий қурилмалардаги X17H13M2T ўрнига қўллаш учун
	OX17H5Г9АБ	1,6	-196...+600	Юкори агрессив мухитларда ишлайдиган, OX17T бардош беролмайдиган, пайвандланган қурилмаларда X18H10T ўрнига қўллаш учун тавсия этилади. Чуқур совитиш усулида газларни ажратиш ваозик-овкат саноатлардаги пайвандланган идиш ва қурилмалар обечайка, туб ва бошқа деталлари учун
	X14Г14H3T	4	-196...+500	Чуқур совитиш усулида газларни ажратиш ва озик-овкат, гўшт-сут, спирт ва бошқа саноатларда пайвандланган қурилмалардаги X18H10T пўлатнинг ўрнига қўллаш учун тавсия этилади
	X18H10T	Чекланмаган	-254...+600	Юкори ва ўртача агрессив мухитларда, масъулиятли пайвандланган кимёвий қурилмалар обечайка, туб, фланец, труба тўр пардаси, болт, гайка, шпилка, штуцер патрубкиси ва бошқалар учун
	X18H9ГЛ			Юкори ва ўртачаагрессив мухитларда ишлайдиган, кимёвий куйма қурилмаларнинг қобиғи, қопқоқи, фланец ва б.детал.
	X17H13M2T	Чекланмаган	-196...+700	Юкори ва ўта агрессив мухитларда ишлайдиган X18H10T, OX18H10T ва OX18H12Б пўлатлар чидамсиз бўлганда, пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, туб, труба тўр парда ҳамда ўрами ва бошқа деталлари учун
	OX23H28M2T	0,07	-	Фторли бирикмалар бор иссиқ фосфор кислотаси ва паст концентрацияли 60°C ли юкори агрессив мухитда ишлайдиган пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, туб каби деталлари учун
	OX23H28M3Д3T			Сульфат кислота, таркибида фторли бирикмалар бор, +80°C дан кам бўлган температурали фосфор кислотали (32...50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) ва температураси +70°C дан паст 25% ли кремний-фтор-водородли кислота мухитларда пайвандланган кимёвий қурилмалар обечайка, туб ва б. деталлари
Қўш катламли (биметалл) пўлатлар	Ст.3+OX13	5	-40...+425	Таркибида олтингугурт бор иссиқ мухитларда ишлайдиган пайвандланган, нефть кимёси қурилмаларидаги обечайка, туб, патрубк ва бошқа деталлари учун
	20K+OX13	Чекланмаган	-40...+475	
	12MX+OX13		-40...+540	
	Ст.3+X18H10T	5	-30...+400	Ўртача ва ўта агрессив мухитларда ишлайдиган, пайвандланган кимёвий қурилмаларнинг обечайка, днишче, патрубк ва бошқа деталлари учун
	20K+X18H10T	Чекланмаган	-40...+400	
	20K+X17H13M2T			

**Қурилмалар ва труба қувурларининг кўзгалмас, йиғма бирикмаларини  
зичлаш учун тавсия этиладиган металмас кистирма материаллар**

Қистирма материалнинг номи	Зичлиги $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Сортамент, мм	
		Қалинлиги	Лист ўлчамлари
Картон, сув ўтказмайдиган	900...1000	1; 1,5; 2; 2,5; 3	750x1500; 950x1500; 1000x1000; 1000x1500
Картон, А маркали	800...850	0,5; 0,8; 1; 1,5	750x1500; 950x1500; 1000x1000; 1000x1500
Картон, асбестли	1,0...1,3	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6	900x900; 900x1000; 1000x1000
Паронит	1500...2000	1; 1,5; 2; 3; 4	500x500; 600x600; 700x1200; 1000x1200; 1000x1500; 1200x1500; 1200x1700
Паронит УВ-10	-	0,4...2,5	550x550
Резина, кислота-ишқорбардош резина, бензинбардош	-	0,5...10	эни 200...1750 узунлиги 500...10000
Пластикат полихлорвинилли	1300...1500	1...5	эни $\geq 600$ узунлиги $\geq 1000$
Фторопласт-4	2100...2300	1,5; 2; 3; 4; 5	195x195; 240x240
Текстолит МА	1300...1600	0,5...3,5	250x250
Фибра ФТ	1100	0,6...2,5	эни 550x700; 1100...1400 узунлиги 850x1500; 1700...2300
Чарм техник	1100...1500	2,5÷5	-

Ундан ташқари, қуйидаги материаллар ҳам қистирма сифатида ишлатилади: мис (қуйдирилган), алюминий (юмшок), зангламайдиган пўлат, никель, монель, кўрғошин.

Стандарт фланецли бирикмалар учун қистирмалар типи ва параметрлари 5-35 жадвалда келтирилган.

5-35 жадвал

Фланецли бирикма қўллаш соҳаси	Қистирма тури	Қистирма стандарти	Фланецли бирикма параметрлари	
			$p$ , МПа	$D$ , мм
Труба ва унинг арматураси учун	Бўртик бирлаштирувчи юзали фланец учун паронитдан ясси эластик	ГОСТ 15180-86	0,25; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5;	10-1200
	Шип-паз ва ботиқ-бўртик бирлаштирувчи юзали фланецли бирикма учун паронитдан ясси эластик		4,0	10-800
	Эллипс кўндаланг кесимли металдан	ОСТ 26-373-78	0,25; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0	10-600
	Саккиз бурчак кўндаланг кесимли металдан		6,3; 10; 16	15-400
Қурилма қобиклари учун	Шип-паз ва ботиқ-бўртик бирлаштирувчи юзали фланецли бирикма учун металмас	ОСТ 26-430-79	0,3; 0,6; 1,0	400-4000
			1,6	400-3200
			2,5	400-2000
			4,0; 6,3	400-1600
	Шип-паз ва ботиқ-бўртик бирлаштирувчи юзали фланецли бирикма учун асбест металли	ОСТ 26-431-79	1,0	400-4000
			1,6	400-3200
			2,5	400-2000
			4,0; 6,3	400-1600
Пўлатдан ясалган фланецли бирикма учун саккиз бурчак кўндаланг кесимли металдан	ОСТ 26-432-79	6,3; 8,0; 10,0	400-1600	
		16,0	400-1200	

Стандарт фланецли бирикмалар учун қистирмалар ўлчамлари 5-36 жадвалда келтирилган.

## Қистирма ўлчамлари

Қистирмалар	Қурилма диаметри $D_r$ , мм	Қистирма эни $b_n$ , мм
Ясси, металмас	$D \leq 1000$	12-15
	$1000 < D \leq 2000$	15-25
	$D > 2000$	25
Ясси, металдан	$D \leq 1000$	10-12
	$D > 1000$	12-15
Ясси, металл қобикли ва тишли металл	$D \leq 1600$	12-18
	$D > 1000$	13-25
$p \geq 6,4$ МПа учун саккиз бурчак ва эллипс кўндаланг кесимли	$D \leq 600$	12-13
	$600 < D \leq 800$	16-22
	$800 < D \leq 1000$	18-28
	$1000 < D \leq 1600$	22-42

## 6-боб. КУРС ЛОЙИХАНИ ГРАФИК БЕЗАШ



### 6.1. Тушунтириш хатининг таркиби

Титул варақ.

Курс лойиха топшириғи.

Мундарижа.

1. Кириш (топшириқда берилган жараён бўйича умумий тушунчалар, ҳамда бажарилган курс лойиха таркиби).
2. Жараён назарияси, ҳисоблаш формулалари ва қурилмалари.
3. Иссиқлик элткичлар хоссалари (иссиқлик-физик, ёнғин ва портлаш ҳавфсизлиги, коррозия фаоллиги).
4. Иссиқлик ҳисоби.
  - 4.1. Иссиқлик элткичларнинг ҳаракат йўналишининг схемаси ва унинг таърифи.
  - 4.2. Ўртача температура схемаси ва уни ҳисоблаш.
  - 4.3. Қурилма юзасини тахминий ҳисоби ва стандарт қурилма танлаш.
  - 4.4. Қурилманинг аниқловчи ҳисоби.
    5. Гидравлик ҳисоб.
    6. Механик ҳисоб.
    7. Конструктив ҳисоб.
    8. Хулоса.
    9. Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.

### Тушунтириш хатини безашнинг асосий қоидалари

Курс лойиханинг тушунтириш хати илм ва техника соҳаларидаги илмий-тадқиқот ишлари бўйича ёзиладиган ҳисоботларга тегишли стандарт талабларга мос равишда амалга ошириш зарур. Қуйида ушбу стандартнинг айрим бандларидан кўчирмалар келтирилган.

**Хошиялар ўлчамлари:** ўнг томондан -  $\geq 10$  мм; тена ва пастдан  $\geq 20$  мм; чап томондан -  $\geq 30$  мм.

**Таркибий элементлар сарлавҳалари:** «РЕФЕРАТ», «МУНДАРИЖА», «ХУЛОСА» ва бошқаларни нуқтасиз қаторнинг ўртасида ёзиш керак.

**Қисмлар, бандлар** араб рақамлари билан белгиланади. Рақамдан сўнг, қисм ёки банд номи ёзилади ва охирида нуқта қўйилмайди. Агарда, сарлавҳа иккита гапдан иборат бўлса, улар орасига нуқта қўйиш шарт.

**Ҳисобот бетлари** араб рақамлари билан белгиланади ва варақ пастки қисмининг ўртасига қўйилади.

**Расм, график, схема ва бошқаларни** ҳисоботда бевосита матнда қайд этилгандан сўнг ёки кейинги бетнинг бошида келтирилиши зарур. Ҳар бир расм, график ёки схема матн қайд қилиниши ва араб рақамлари белгиланиши керак.

**Жадваллар** ёрдамида кўрсаткичларни таққослаш ва солиштириш қулай бўлгани учун кенг кўламда фойдаланилади. Жадвал номи аниқ, қисқа ва уни тўлиқ ифодалаши керак, ҳамда жадвал устида жойлаштирилиши даркор.

### 6.2. Курс лойиха график қисмининг таркиби

1. Технологик схема ва қурилма умумий кўринишининг чизмаси А1 форматли (841x594 мм) чизмачилик варағи (ватман)га чизилади.

2. Қурилма таянчи, тақсимлаш камераси, қопқоғи, фланецли бирикмаси ёки бошқа қисм, бўлақларининг чизмаси А2 ёки А3 форматда.

Зарур бўлган ҳолларда қуйидаги форматлардаги чизма варақлари ҳам қўллansa бўлади:

Формат белгиланиши	A0	A1	A2	A3	A4
Формат ўлчамлари, мм	341x1189 мм	594x841 мм	420x594 мм	297x420 мм	210x297 мм

Чизма хошияси узлуксиз чизикли тўртбурчак билан чегараланади. Ватман қоғознинг чап томонидан 20 мм, қолган томонларидан 5 мм ли хошия қолдирилади (6.1-расм).

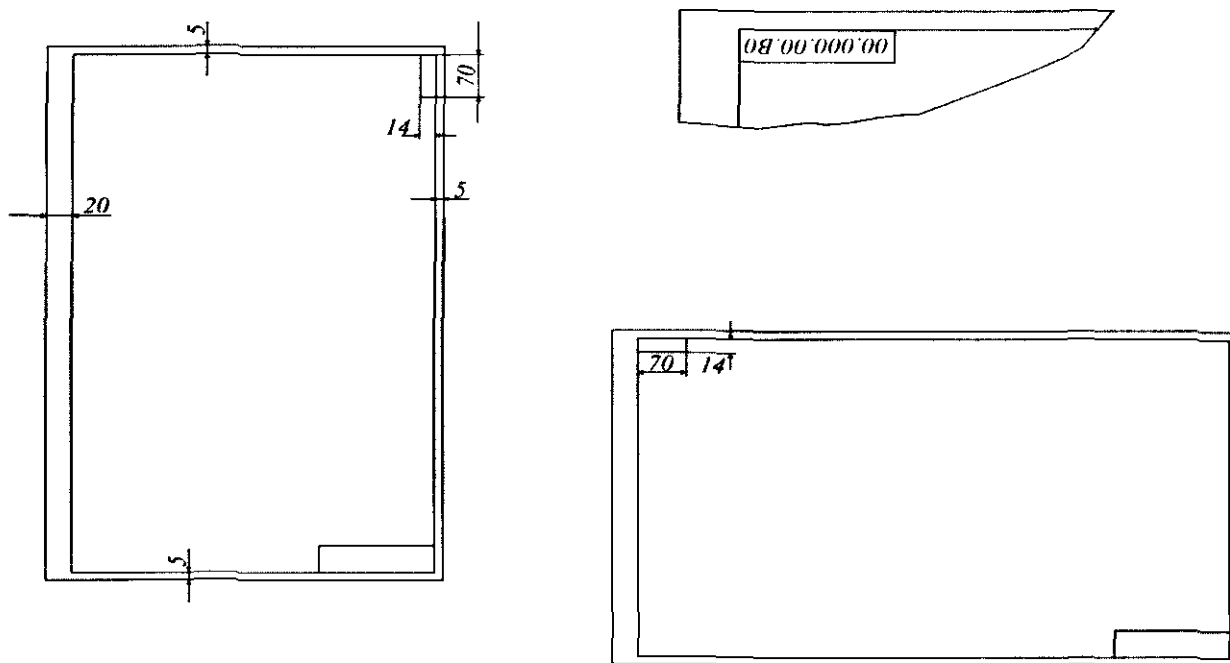
Чизмадаги тасвир масштаблари ГОСТга биноан қуйидаги катордан танланади:

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:

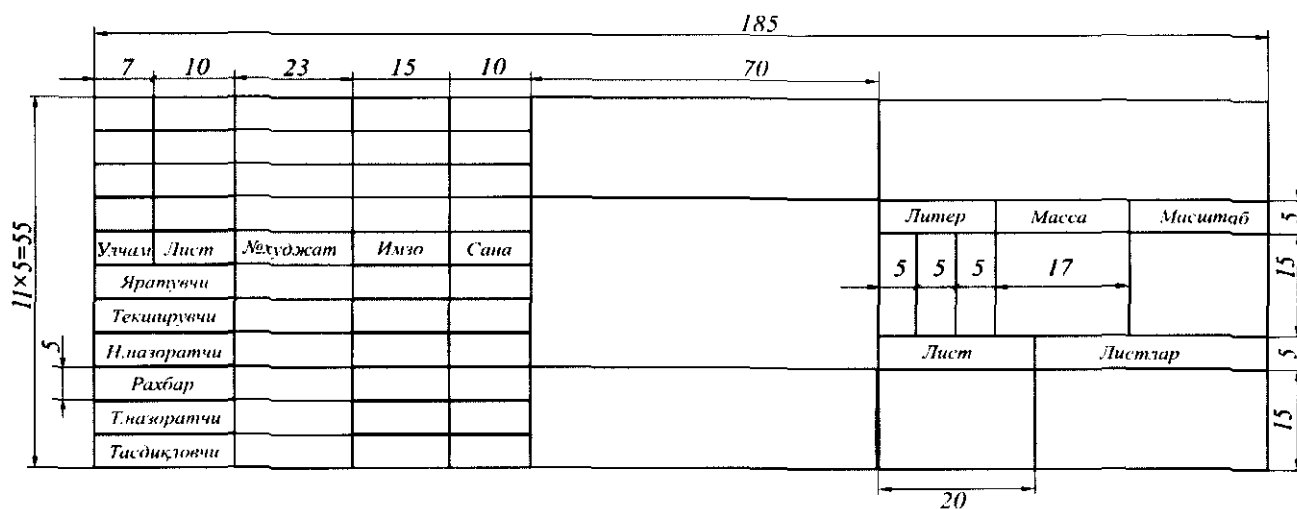
2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 15:1;

ГОСТга биноан асосий ёзувлар бурчак штампда келтирилади. Бурчак штампи эса чизманинг пастки ўнг бурчагига жойлаштирилади ва у қуйидаги шакл ва ўлчамларга эга:



6.1-расм. Ватман қоғоз хошиялари.

Бурчак штампи тўлдирилганда унинг барча катакларига қуйидаги ёзувлар қайд этилиши зарур (6.2-расм):



6.2-расм. Бурчак штампи.

- а) “яратувчи” – курс лойиха бажарган талаба фамилияси, исми, имзоси ва сана;
- б) “текширди” – курс лойиха раҳбари фамилияси, исми, шарифи, имзоси ва сана;
- в) “Т.назор” – техник назорат;
- г) “Раҳбар” – талаба курс лойихасининг раҳбари фамилияси, исми, имзоси ва сана;
- д) “Н.назор” – норма назорат;
- е) “Тасдик” – тасдиқлайман;
- ж) бурчак штампининг тепа бўлинмасида қурилманинг белгиланиши кўрсатилади;
- з) бурчак штампни ўрта бўлинмасида қурилма ёки буюмнинг қисқача номи ёзилади;
- и) бурчак штампининг пастки бўлинмасида институт ёки университетнинг қисқартирилган номи ва талаба гуруҳи ёзилади;
- к) “Масштаб” деган бўлинмада чизманинг асосий проекциясининг масштаби кўрсатилади.

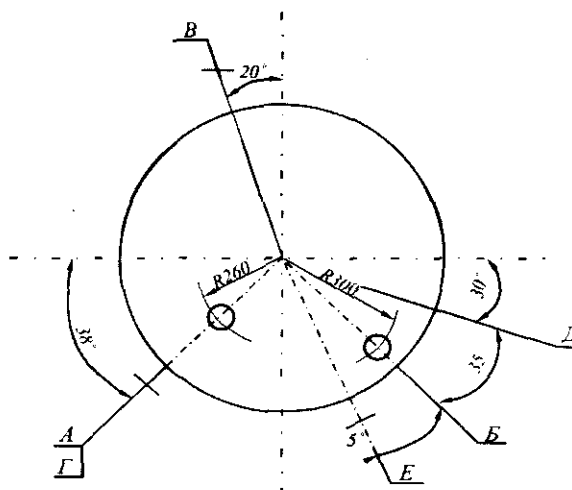
### 6.3. Умумий кўриниш чизмаларига қўйиладиган талаблар

Умумий кўриниш чизмалари ГОСТ 2.120-73 ЕСКД нинг асосий талабларига мос равишда бажарилиши керак ва ушбу чизма қуйидаги маълумотларни ўз ичига камраб олган бўлиши керак:

- а) лойихаланаётган қурилма тузилиши ҳақида тўлиқ тушунча ва таассурот берувчи қурилма ёки машинанинг тасвири, зарур кўринишлари, қирқим ва кесимлари;
- б) асосий ўлчамлари – конструктив, бирлаштириш ва габарит, зарур бўлган ҳолларда, монтаж ва ўрнатиш, ҳамда ҳаракатчан қисмларнинг чегаравий четлашиши;
- в) масъулиятли бирлашиш жойларидаги қўйимлар белгиланиши;
- г) штуцер, люк ва таянчларнинг ҳақиқий жойлашиш схемаси ёки кўриниши;
- д) патрубк ва штуцерларнинг белгиланиш жадваллари;
- е) техник характеристика;
- ж) техник талаблар;
- з) қурилма таркибий қисмларининг рўйхати.

Умумий кўриниш чизмасида штуцер, лаз, люк ва таянчлар сурилган ҳолда кўрсатилиши мумкин, аммо қурилманинг баландлиги ёки узунлиги бўйича уларни кўчириб бўлмайди.

Қурилма ёки жиҳозни тепадан кўринишида штуцер, люк, лаз, бобишка ва бошқаларнинг ҳақиқий жойлашишини кўрсатиш керак. Агар, асосий чизмада тепадан кўриниш бўлмаса, уни схематик равишда чизиб штуцер, люк, лаз, бобишка ва бошқаларнинг шартли белгиланиши қўйилади (6.3-расм). Схема устида ушбу ёзув бўлиши керак “Штуцер, люк, лаз, бобишка ва таянчларнинг жойлашиш схемаси”.



6.3-расм. Штуцер, люк, бобишкаларни жойлаштириш схемаси.

Штуцер, люк, лаз, термометрлар гильзаси, патрубк ва бошқалар асосий ва унга тегишли чизмаларда, ҳамда схемаларда ўқ чизиқлар давомида ёки ташқарига олиб чиқилган чизик тоқчаларида шартли равишда кирилл алифбосининг 5-7 мм ли ҳарфлари (Й, О, Х, Ь, Ъ лар қўлланилмайди) билан белгиланади.

Штуцер, патрубк, гильза ва бошқа элементларнинг номлари қуйидаги шаклда бажарилади (6.4-расм):

Белги-ланиш	Номи	Сони	Шартли диаметр мм	Шартли босим МПа
12	90	10	18	

148

20  
8

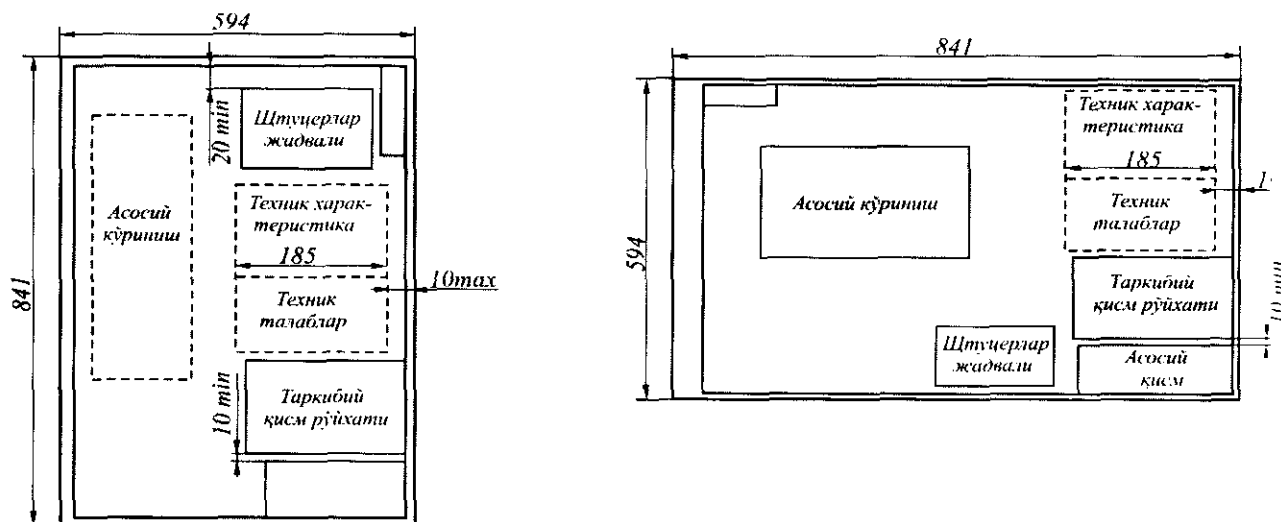
6.4-расм. Штуцер, патрубк, гильза ва бошқа элементлар жадвали.

Жадвал тепасида “Штуцерлар жадвали” деган сарлавҳа ёзилади.

Кўриниш, ўлчам, кесим ва штуцерлар ҳарфлар билан алифбодаги кетма-кетлигида номланади. Агар, ҳарфлар яқунланса, рақамли индексациядан “А<sub>1</sub>”, “Б<sub>1</sub>”, “В<sub>1</sub>”, “Г<sub>1</sub>” ва ҳ. фойдаланилади.

Ёзувлар, техник характеристикалар, техник талаблар ва жадваллар чизмада ГОСТ 2.316-68 талаблари асосида тўлдирилади.

Юқорида қайд этилган жадваллар, техник характеристикалар, техник талаблар ва таркибий қисмлар рўйхатларини жойлаштириш усуллари



6.5-расм. Умумий кўриниш чизма элементларини жойлаштиришнинг намунаси.

Техник характеристикада қуйидагилар кўрсатилади:

қурилмани қўллаш соҳаси; қурилманинг номинал ва ишчи ҳажми; унумдорлиги; иссиқлик алмашиниш юзаси; максимал босим; муҳит максимал температураси; узатма қуввати; деталлар айланиш частотаси; муҳитнинг заҳарлилиги ва портлаш хавфсизлиги; бошқа зарур маълумотлари (6.5-расм).



Чизмадаги техник талабларда қуйидагилар кўрсатилади: қурилма ёки машинани тайёрлаш ва синаш учун ГОСТ ёки ТУ нинг белгиланиши; асосий материаллар учун ГОСТ ёки ТУ; пайванд чок ва бошқа турдаги бирикмаларни зичланиш ва мустаҳкамлик синовлари учун талаблар; иссиқлик қоплама зарурлиги ва коррозияга бардош қошамалар ҳақида маълумотлар.

Ишчи босими 0,07 МПа дан паст бўлган қурилмаларга ЎзР «Саноат ва тоғ конларидаги ишларни ҳавфсиз олиб боришни бошқариш назорат агентлиги» (Госгортехнадзор) томонидан тасдиқланган қоидалар тарқалади. Ушбу қоидаларда тайёрланадиган қурилма ва машиналар кониктириши зарур бўлган асосий норма ва талаблар баён этилади.

Атмосфера босимида эксплуатация қилинадиган қурилмаларга УзР “Саноат ва тоғ конларидаги ишларни ҳавфсиз олиб боришни бошқариш назорат агентлиги” қоидалари тегишли эмас.

Машинасозлик саноатининг корхоналарида ясалган ҳар бир қурилма ва машина, ускуна ва жиҳоз ва бошқалар албатта синовдан ўтказилиши шарт.

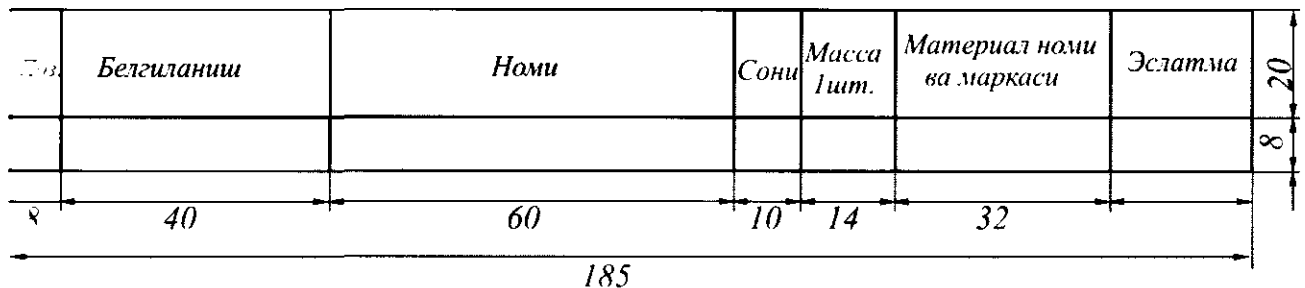
Қуйидаги жадвалда цилиндрик, конуссимон, шарсимон ва бошқа пайвандланган қурилма ва идишларни синов гидравлик босимлари келтирилган.

Ҳисобланган босим, МПа	Синов босими, МПа
1,0	2,0
0,07 дан 0,5 гача	1,5P ( $[\sigma_{20}]/[\sigma_t]$ , лекин 0,2 дан кам эмас
0,5 ва ундан юқори	1,25P ( $[\sigma_{20}]/[\sigma_t]$ , лекин P+0,3 дан кам эмас
Вакуум	0,15P ( $[\sigma_{20}]/[\sigma_t]$ , лекин 0,2 дан кам эмас

бу ерда  $[\sigma_{20}]$  – 20°C температурада материалнинг рухсат этилган кучланиши;  $[\sigma_t]$  - ишчи температурада материалнинг рухсат этилган кучланиши.

Агар, қурилма 200°C температурадан паст температурада эксплуатация қилинса, ушбу нисбатни  $[\sigma_{20}]/[\sigma_t]=1$  деб қабул қилиш мумкин.

Лойиҳаланаётган қурилма ёки машинанинг асосий қисмларининг рўйхати қуйида келтирилган жадвалда берилиши керак.



6.6-расм. Қурилма таркибий қисмларининг рўйхати.

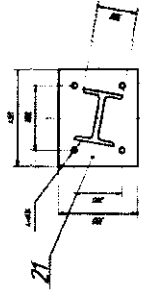
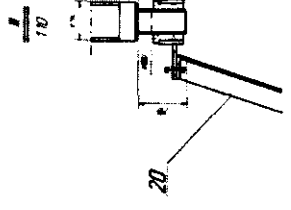
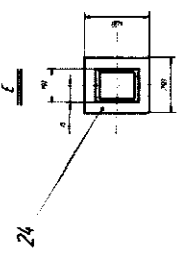
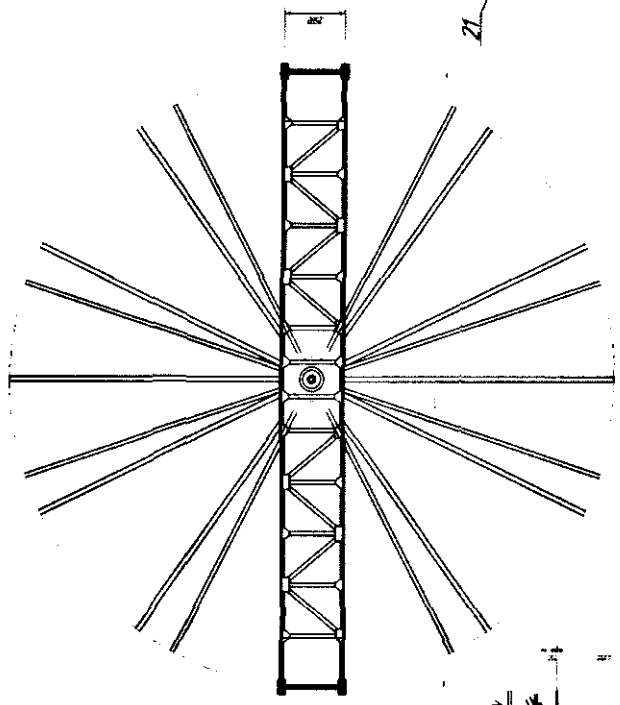
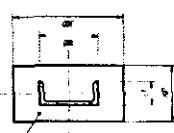
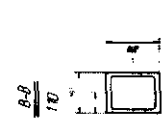
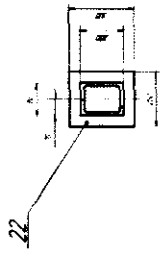
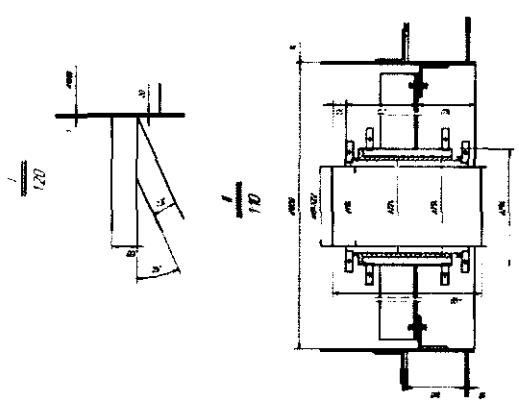
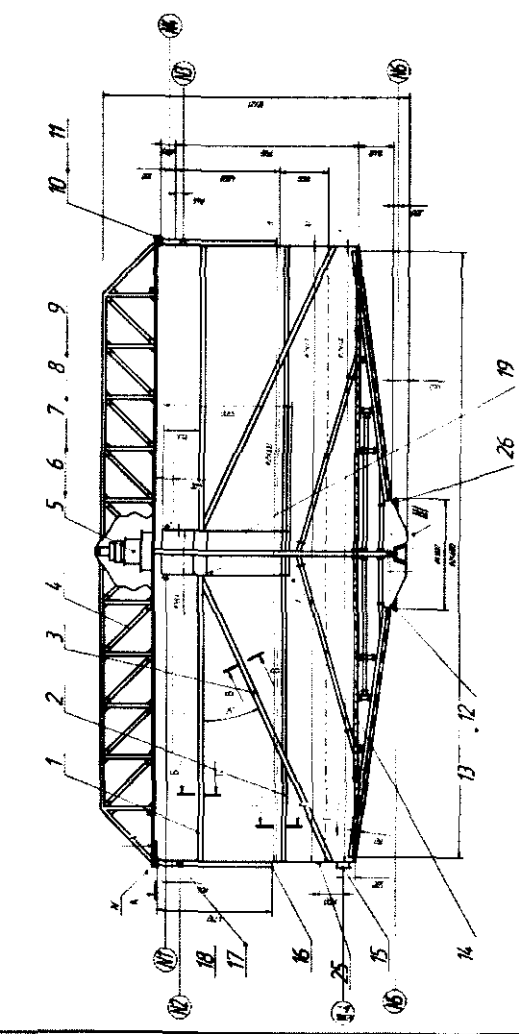
Ҳар қаторда детал ва қисмлар номларини “икки қаватли ” қилиб ёзиш маън этилади. Агар, ёзув бир қаторга сиғмаса, уни икки ёки уч қаторга ёзиш даркор (6.6-расм).

Қурилма таркибий қисмлари тўғрисидаги маълумотлар тартиб билан тепадан пастга қараб ГОСТ 2.108-68 да белгилангандек ёзилади: таркибий (йиғма) қисмлар; деталлар; стандарт қисмлар; маҳкамловчи деталлар ва х. (6.6-расм)

Қурилма таркибий қисмлари рўйхатини жадвалга тўлдириш даврида уларни тайёрлаш кетма-кетлигини инобатга олган ҳолда амалга ошириш керак. Масалан, конденсаторнинг умумий чизмаси учун ушбу кетма-кетлик қабул қилинса тўғри бўлади:

1. Тақсимлаш камераси; 2. Иситиш камераси; 3. Қопқок; 4. Фланец; 5. Таянч; ва х.

## **И Л О В А Л А Р**



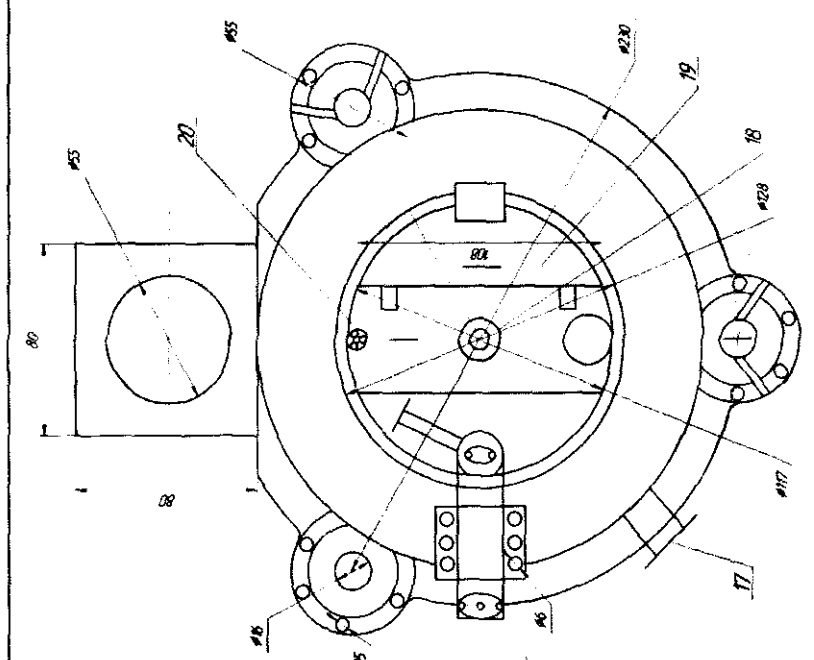
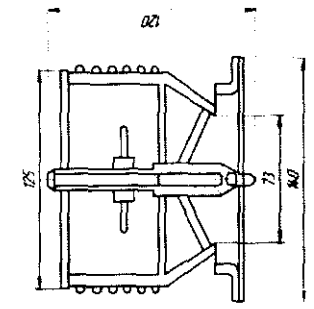
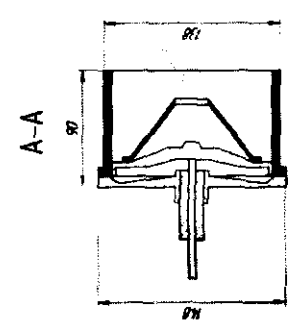
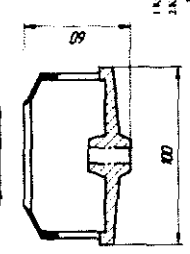
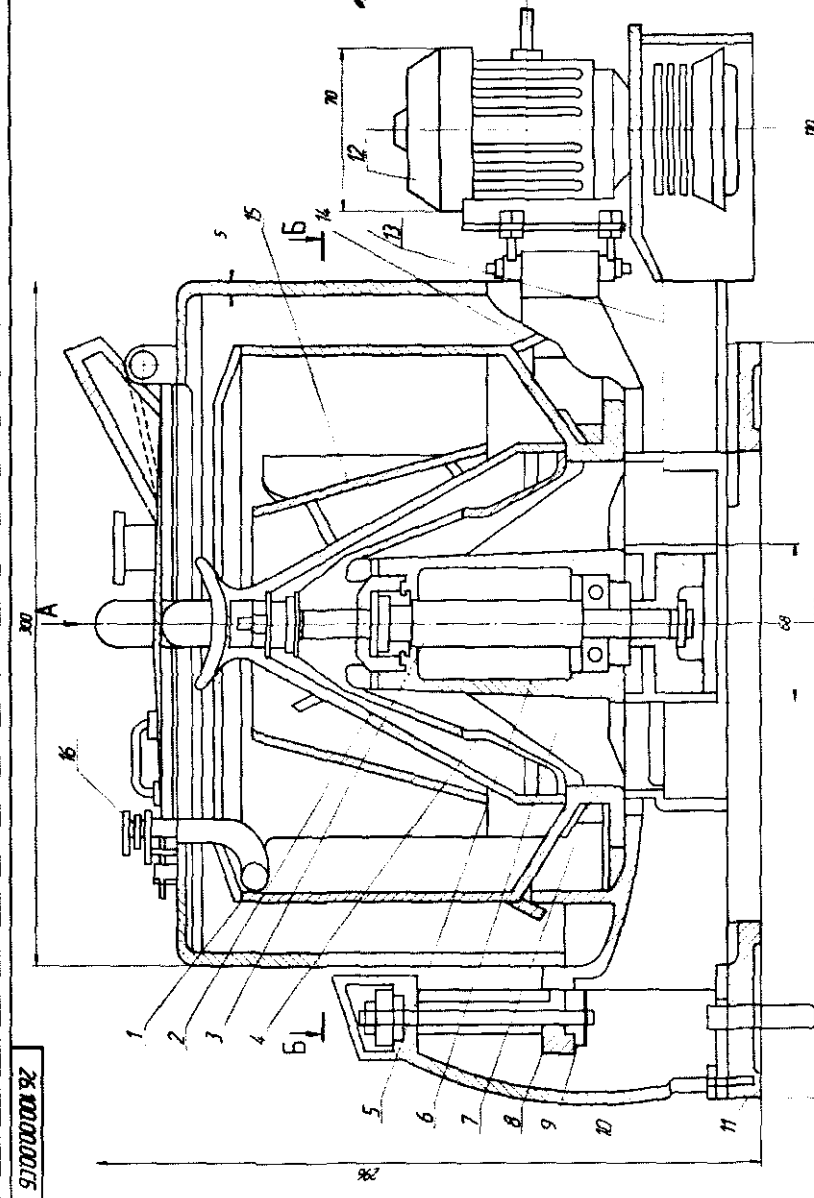
А. Контур обрешетки (сечение) — контур обрешетки, сечение обрешетки.  
 Б. Контур стропильной системы (сечение) — контур стропильной системы, сечение стропильной системы.  
 В. Контур кровли (сечение) — контур кровли, сечение кровли.  
 Г. Контур фронтона (сечение) — контур фронтона, сечение фронтона.  
 Д. Контур карниза (сечение) — контур карниза, сечение карниза.  
 Е. Контур свеса (сечение) — контур свеса, сечение свеса.  
 Ж. Контур подшивки (сечение) — контур подшивки, сечение подшивки.  
 З. Контур обшивки (сечение) — контур обшивки, сечение обшивки.  
 И. Контур основания (сечение) — контур основания, сечение основания.  
 К. Контур фундамента (сечение) — контур фундамента, сечение фундамента.  
 Л. Контур цоколя (сечение) — контур цоколя, сечение цоколя.  
 М. Контур пола (сечение) — контур пола, сечение пола.  
 Н. Контур потолка (сечение) — контур потолка, сечение потолка.  
 О. Контур стен (сечение) — контур стен, сечение стен.  
 П. Контур крыши (сечение) — контур крыши, сечение крыши.  
 Р. Контур чердака (сечение) — контур чердака, сечение чердака.  
 С. Контур мансарды (сечение) — контур мансарды, сечение мансарды.  
 Т. Контур чердачного перекрытия (сечение) — контур чердачного перекрытия, сечение чердачного перекрытия.  
 У. Контур межэтажного перекрытия (сечение) — контур межэтажного перекрытия, сечение межэтажного перекрытия.  
 Ф. Контур пола первого этажа (сечение) — контур пола первого этажа, сечение пола первого этажа.  
 Ц. Контур пола второго этажа (сечение) — контур пола второго этажа, сечение пола второго этажа.  
 Ч. Контур пола третьего этажа (сечение) — контур пола третьего этажа, сечение пола третьего этажа.  
 Ш. Контур пола четвертого этажа (сечение) — контур пола четвертого этажа, сечение пола четвертого этажа.  
 Щ. Контур пола пятого этажа (сечение) — контур пола пятого этажа, сечение пола пятого этажа.  
 Ъ. Контур пола шестого этажа (сечение) — контур пола шестого этажа, сечение пола шестого этажа.  
 Ы. Контур пола седьмого этажа (сечение) — контур пола седьмого этажа, сечение пола седьмого этажа.  
 Ь. Контур пола восьмого этажа (сечение) — контур пола восьмого этажа, сечение пола восьмого этажа.  
 Ъ. Контур пола девятого этажа (сечение) — контур пола девятого этажа, сечение пола девятого этажа.  
 Ы. Контур пола десятого этажа (сечение) — контур пола десятого этажа, сечение пола десятого этажа.

Исходные данные		№ 94.20.000.00.05	
№	Наименование	Масштаб	Дата
1	Общая компоновка	1:100	1987
2	План	1:100	1987
3	Эlevation	1:100	1987
4	Сечение	1:100	1987
5	Деталь	1:10	1987
6	Сборочный чертеж	1:10	1987
7	Спецификация	1:10	1987
8	Спецификация	1:10	1987
9	Спецификация	1:10	1987
10	Спецификация	1:10	1987
11	Спецификация	1:10	1987
12	Спецификация	1:10	1987
13	Спецификация	1:10	1987
14	Спецификация	1:10	1987
15	Спецификация	1:10	1987
16	Спецификация	1:10	1987
17	Спецификация	1:10	1987
18	Спецификация	1:10	1987
19	Спецификация	1:10	1987
20	Спецификация	1:10	1987
21	Спецификация	1:10	1987
22	Спецификация	1:10	1987
23	Спецификация	1:10	1987
24	Спецификация	1:10	1987
25	Спецификация	1:10	1987
26	Спецификация	1:10	1987
27	Спецификация	1:10	1987
28	Спецификация	1:10	1987
29	Спецификация	1:10	1987
30	Спецификация	1:10	1987
31	Спецификация	1:10	1987
32	Спецификация	1:10	1987
33	Спецификация	1:10	1987
34	Спецификация	1:10	1987
35	Спецификация	1:10	1987
36	Спецификация	1:10	1987
37	Спецификация	1:10	1987
38	Спецификация	1:10	1987
39	Спецификация	1:10	1987
40	Спецификация	1:10	1987
41	Спецификация	1:10	1987
42	Спецификация	1:10	1987
43	Спецификация	1:10	1987
44	Спецификация	1:10	1987
45	Спецификация	1:10	1987
46	Спецификация	1:10	1987
47	Спецификация	1:10	1987
48	Спецификация	1:10	1987
49	Спецификация	1:10	1987
50	Спецификация	1:10	1987

Исходные данные	
№	Наименование
1	Общая компоновка
2	План
3	Эlevation
4	Сечение
5	Деталь
6	Сборочный чертеж
7	Спецификация
8	Спецификация
9	Спецификация
10	Спецификация
11	Спецификация
12	Спецификация
13	Спецификация
14	Спецификация
15	Спецификация
16	Спецификация
17	Спецификация
18	Спецификация
19	Спецификация
20	Спецификация
21	Спецификация
22	Спецификация
23	Спецификация
24	Спецификация
25	Спецификация
26	Спецификация
27	Спецификация
28	Спецификация
29	Спецификация
30	Спецификация
31	Спецификация
32	Спецификация
33	Спецификация
34	Спецификация
35	Спецификация
36	Спецификация
37	Спецификация
38	Спецификация
39	Спецификация
40	Спецификация
41	Спецификация
42	Спецификация
43	Спецификация
44	Спецификация
45	Спецификация
46	Спецификация
47	Спецификация
48	Спецификация
49	Спецификация
50	Спецификация

Исходные данные	
№	Наименование
1	Общая компоновка
2	План
3	Эlevation
4	Сечение
5	Деталь
6	Сборочный чертеж
7	Спецификация
8	Спецификация
9	Спецификация
10	Спецификация
11	Спецификация
12	Спецификация
13	Спецификация
14	Спецификация
15	Спецификация
16	Спецификация
17	Спецификация
18	Спецификация
19	Спецификация
20	Спецификация
21	Спецификация
22	Спецификация
23	Спецификация
24	Спецификация
25	Спецификация
26	Спецификация
27	Спецификация
28	Спецификация
29	Спецификация
30	Спецификация
31	Спецификация
32	Спецификация
33	Спецификация
34	Спецификация
35	Спецификация
36	Спецификация
37	Спецификация
38	Спецификация
39	Спецификация
40	Спецификация
41	Спецификация
42	Спецификация
43	Спецификация
44	Спецификация
45	Спецификация
46	Спецификация
47	Спецификация
48	Спецификация
49	Спецификация
50	Спецификация

26.00000015

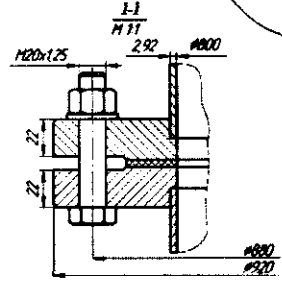
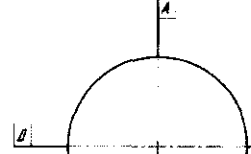
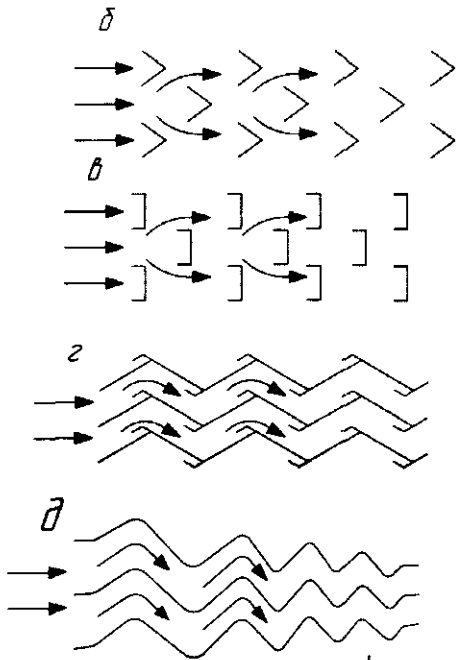
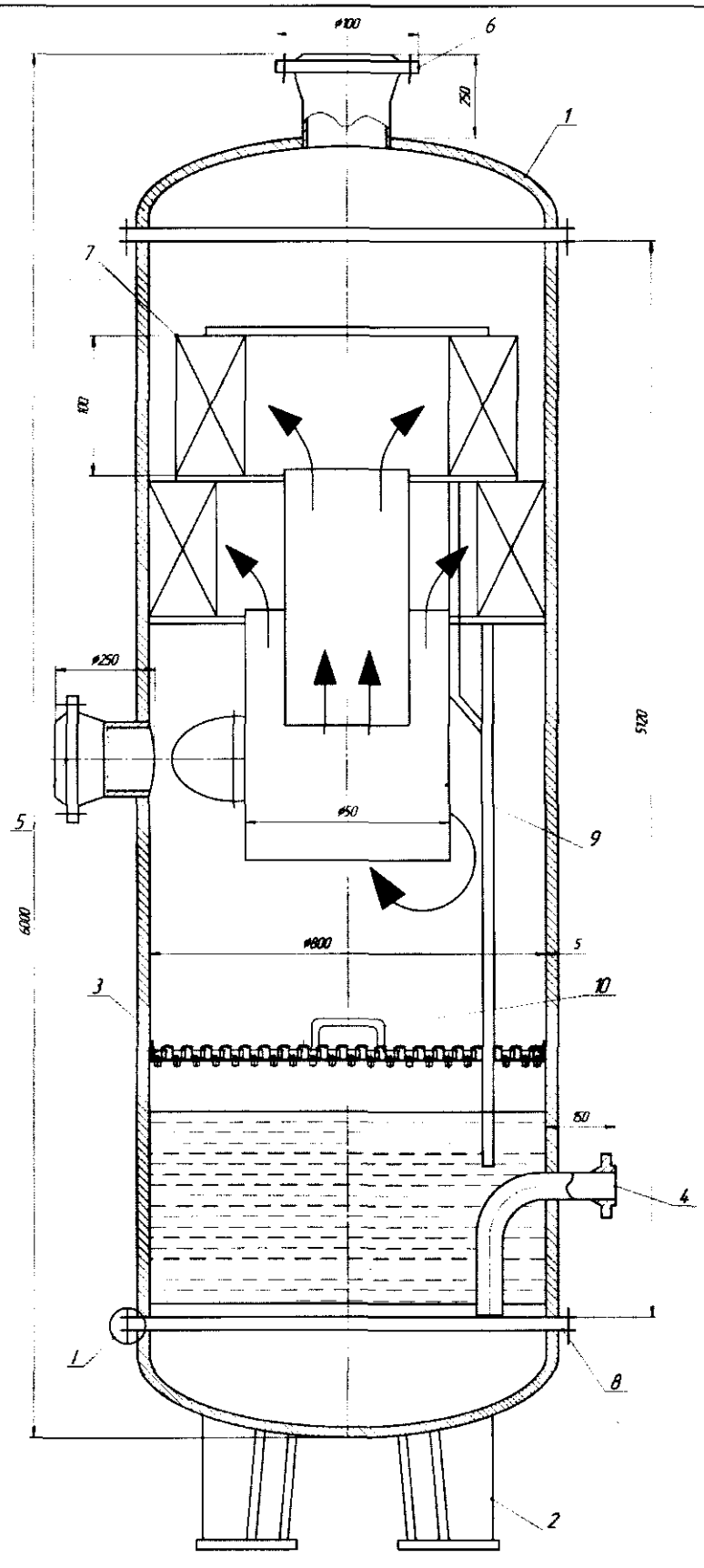


№	Обозначение	Количество	№Дет./Изм.	Материал	Значение
1	26.000001	1		Сталь	
2	26.00002	1		Сталь	
3	26.00003	1		Сталь	
4	26.00004	1		Сталь	
5	26.00005	1		Сталь	
6	26.00006	1		Сталь	
7	26.00007	1		Сталь	
8	26.00008	1		Сталь	
9	26.00009	1		Сталь	
10	26.00010	1		Сталь	
11	26.00011	1		Сталь	
12	26.00012	1		Сталь	
13	26.00013	1		Сталь	
14	26.00014	1		Сталь	
15	26.00015	1		Сталь	

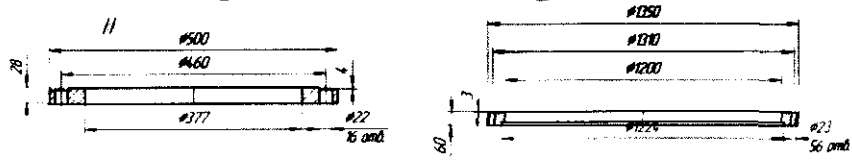
Техническое задание  
 1. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 2. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 3. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 4. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 5. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 6. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 7. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 8. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 9. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 10. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 11. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 12. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 13. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 14. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.  
 15. Изготовить 1 шт. Задание: сделать чертежи и изготовить опытный образец.

26.00000015	
Центральный	
Код: 26.00000015	
27.08.17.45	

94.04.200.00.05



- Технически спецификации**
- Корпусът е от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
  - Корпусът е изработен от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
  - Използват се следните материали:
    - а) Труба от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
    - б) Труба от алуминий.
  - Използват се следните материали:
    - а) Труба от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
    - б) Труба от алуминий.
  - Използват се следните материали:
    - а) Труба от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
    - б) Труба от алуминий.
  - Използват се следните материали:
    - а) Труба от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
    - б) Труба от алуминий.
  - Използват се следните материали:
    - а) Труба от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
    - б) Труба от алуминий.
  - Използват се следните материали:
    - а) Труба от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
    - б) Труба от алуминий.
  - Използват се следните материали:
    - а) Труба от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
    - б) Труба от алуминий.
  - Използват се следните материали:
    - а) Труба от стоманен лист с външна корозия, вътрешната му част е от алуминий.
    - б) Труба от алуминий.



№	Обозначение	Материал	Сила Материала	Измерения	Използване
1	94.04.200.01		1		
2	94.04.200.02		1		
3	94.04.200.03		1		
4	94.04.200.04		1		
5	94.04.200.05		1		
6	94.04.200.06		1		
7	94.04.200.07		1		
8	94.04.200.08		1		
9	94.04.200.09		1		
10	94.04.200.10		1		

94.04.200.00.05

**Сенаратоп**

Технически спецификации за изработка на корпус на агрегат за обработка на отпадъци

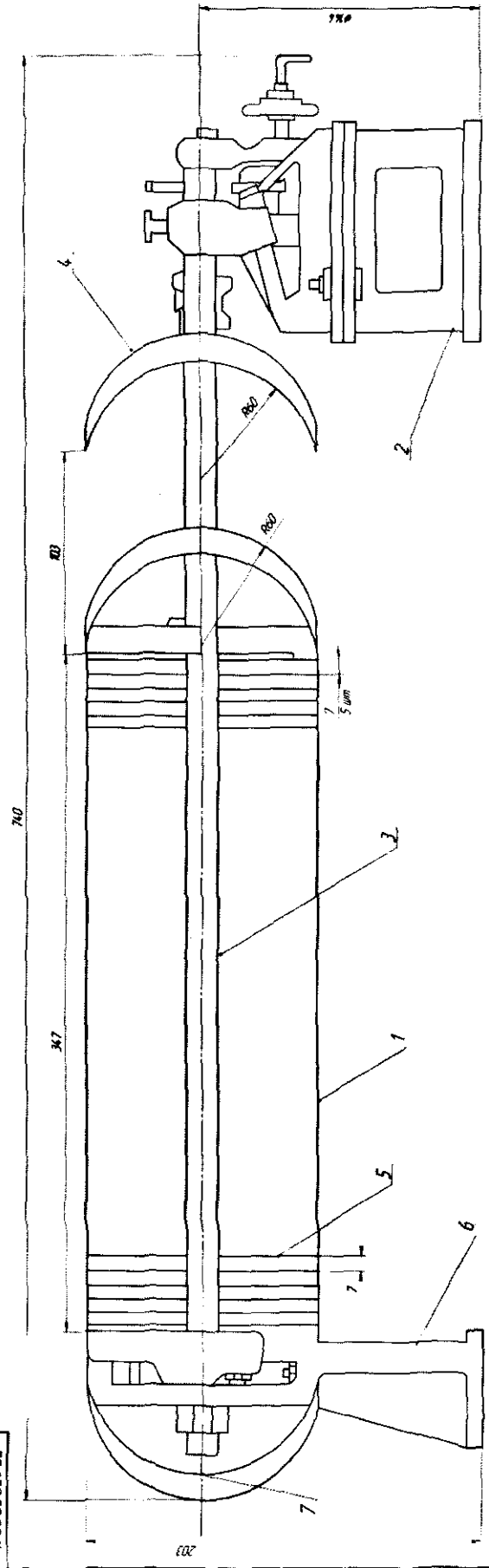
№ 11

ТКТИ

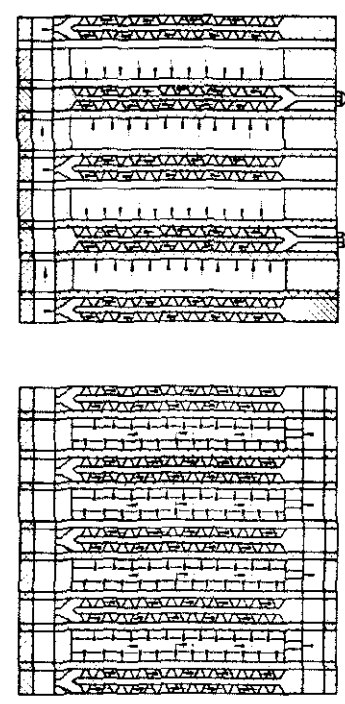
до 39-17 АБ



59.800.000.65



1. Артикул 59.800.000.65  
 2. Наименование изделия  
 3. Технические характеристики  
 4. Материал  
 5. Масса  
 6. Дата разработки  
 7. Дата утверждения  
 8. Дата изготовления  
 9. Место изготовления



1. Число деталей  
 2. Масса  
 3. Цена  
 4. Место изготовления  
 5. Дата изготовления  
 6. Дата утверждения  
 7. Дата разработки

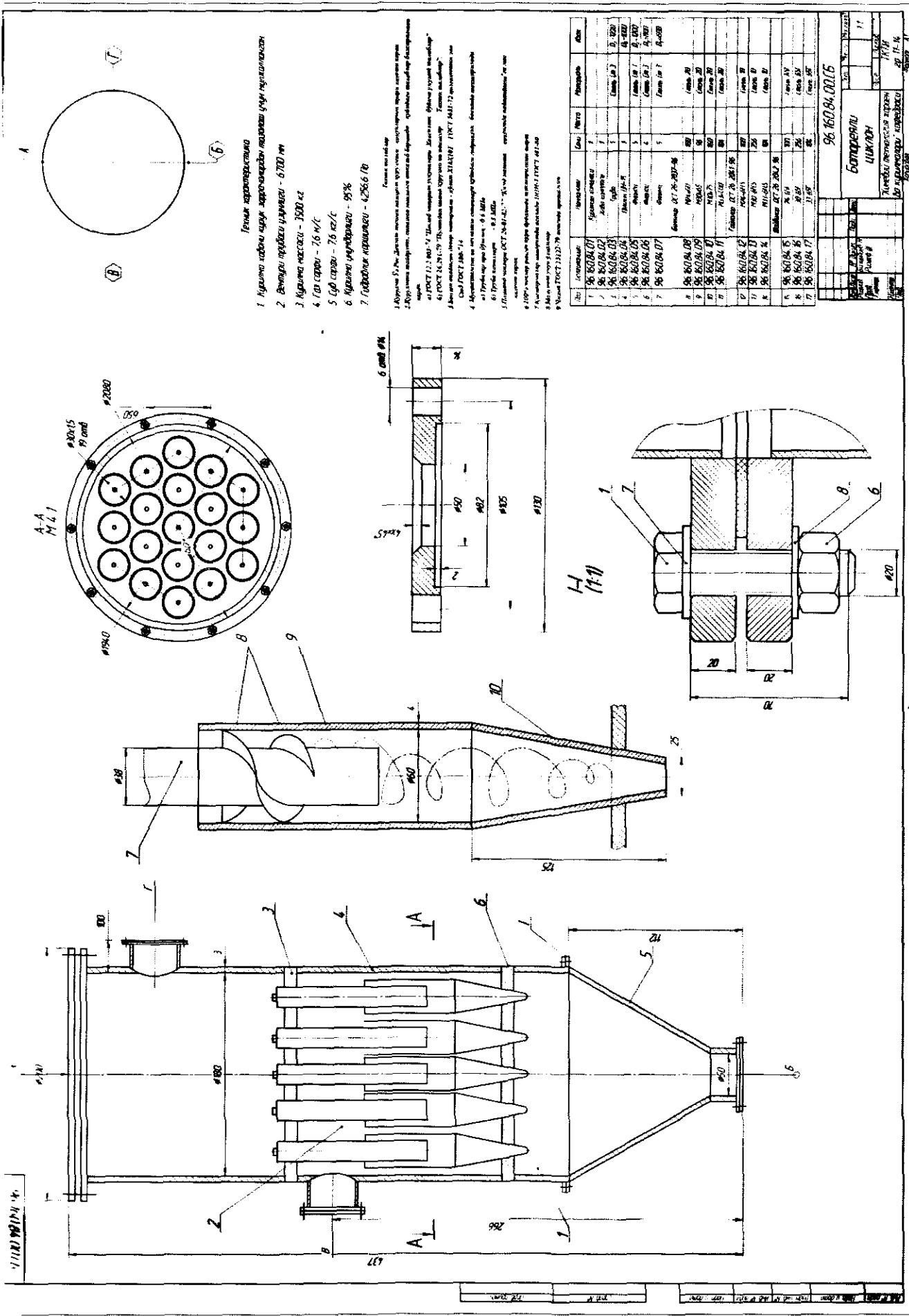
№	Обозначение	Материал	Сорт	Назначение	Цена
1	59.800.000.65	Корпус			
2	59.800.000.65				
3	59.800.000.65				
4	59.800.000.65				
5	59.800.000.65				
6	59.800.000.65				
7	59.800.000.65				











- Техническое описание**
1. Диаметр рабочей камеры компрессора - 6700 мм
  2. Диаметр поршневой группы - 3500 мм
  3. Диаметр шейки - 1940 мм
  4. Шаг шейки - 76 мм/с
  5. Шаг шейки - 76 мм/с
  6. Диаметр шейки - 4256,6 мм
  7. Диаметр шейки - 4256,6 мм

1. Диаметр шейки - 1940 мм  
 2. Диаметр поршневой группы - 3500 мм  
 3. Диаметр шейки - 1940 мм  
 4. Шаг шейки - 76 мм/с  
 5. Шаг шейки - 76 мм/с  
 6. Диаметр шейки - 4256,6 мм  
 7. Диаметр шейки - 4256,6 мм

№	Изделие	Материал	Масса	Плотность	Объем
1	96.16.04.01	Сталь	1	7,85	128
2	96.16.04.02	Сталь	1	7,85	128
3	96.16.04.03	Сталь	1	7,85	128
4	96.16.04.04	Сталь	1	7,85	128
5	96.16.04.05	Сталь	1	7,85	128
6	96.16.04.06	Сталь	1	7,85	128
7	96.16.04.07	Сталь	1	7,85	128
8	96.16.04.08	Сталь	1	7,85	128
9	96.16.04.09	Сталь	1	7,85	128
10	96.16.04.10	Сталь	1	7,85	128
11	96.16.04.11	Сталь	1	7,85	128
12	96.16.04.12	Сталь	1	7,85	128
13	96.16.04.13	Сталь	1	7,85	128
14	96.16.04.14	Сталь	1	7,85	128
15	96.16.04.15	Сталь	1	7,85	128
16	96.16.04.16	Сталь	1	7,85	128
17	96.16.04.17	Сталь	1	7,85	128

96.16.04.00.15	Компрессор	1	11
96.16.04.00.16	Цилиндр	1	11
96.16.04.00.17	Поршень	1	11
96.16.04.00.18	Шейка	1	11
96.16.04.00.19	Поршень	1	11
96.16.04.00.20	Шейка	1	11
96.16.04.00.21	Поршень	1	11
96.16.04.00.22	Шейка	1	11
96.16.04.00.23	Поршень	1	11
96.16.04.00.24	Шейка	1	11
96.16.04.00.25	Поршень	1	11
96.16.04.00.26	Шейка	1	11
96.16.04.00.27	Поршень	1	11
96.16.04.00.28	Шейка	1	11
96.16.04.00.29	Поршень	1	11
96.16.04.00.30	Шейка	1	11
96.16.04.00.31	Поршень	1	11
96.16.04.00.32	Шейка	1	11
96.16.04.00.33	Поршень	1	11
96.16.04.00.34	Шейка	1	11
96.16.04.00.35	Поршень	1	11
96.16.04.00.36	Шейка	1	11
96.16.04.00.37	Поршень	1	11
96.16.04.00.38	Шейка	1	11
96.16.04.00.39	Поршень	1	11
96.16.04.00.40	Шейка	1	11
96.16.04.00.41	Поршень	1	11
96.16.04.00.42	Шейка	1	11
96.16.04.00.43	Поршень	1	11
96.16.04.00.44	Шейка	1	11
96.16.04.00.45	Поршень	1	11
96.16.04.00.46	Шейка	1	11
96.16.04.00.47	Поршень	1	11
96.16.04.00.48	Шейка	1	11
96.16.04.00.49	Поршень	1	11
96.16.04.00.50	Шейка	1	11



411111/11111

Таблица шпунтов

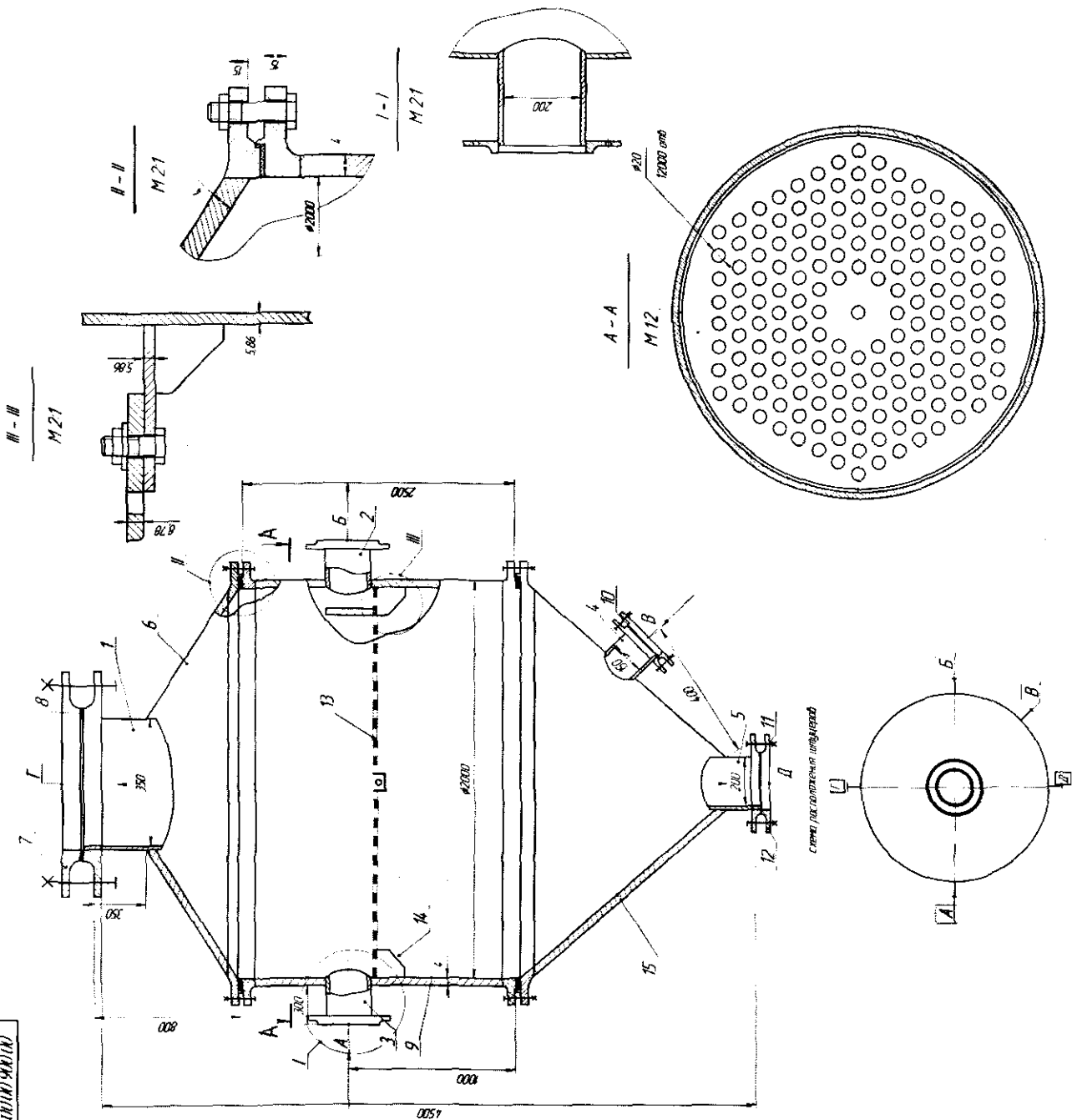
Обоз.	материал	Кол.	Диаметр	Р-матр.
А	Валок дуб	1	200	0,1
Б	Валок дуб	1	200	0,1
В	Валок жаропрочного сплава	1	250	0,6
Г	Валок жаропрочного сплава	1	350	0,6
Д	Валок дуб	1	200	0,6

Техническая характеристика

- 1 Материал предназначен для очистки турбулентного газа
- 2 Макс. скорость
- 3 Вместимость
- 4 Производительность
- 5 Диаметр отверстия
- 6 Диаметр шпунта
- 7 Диаметр шпунта
- 8 Высота ступеньки

Технические требования

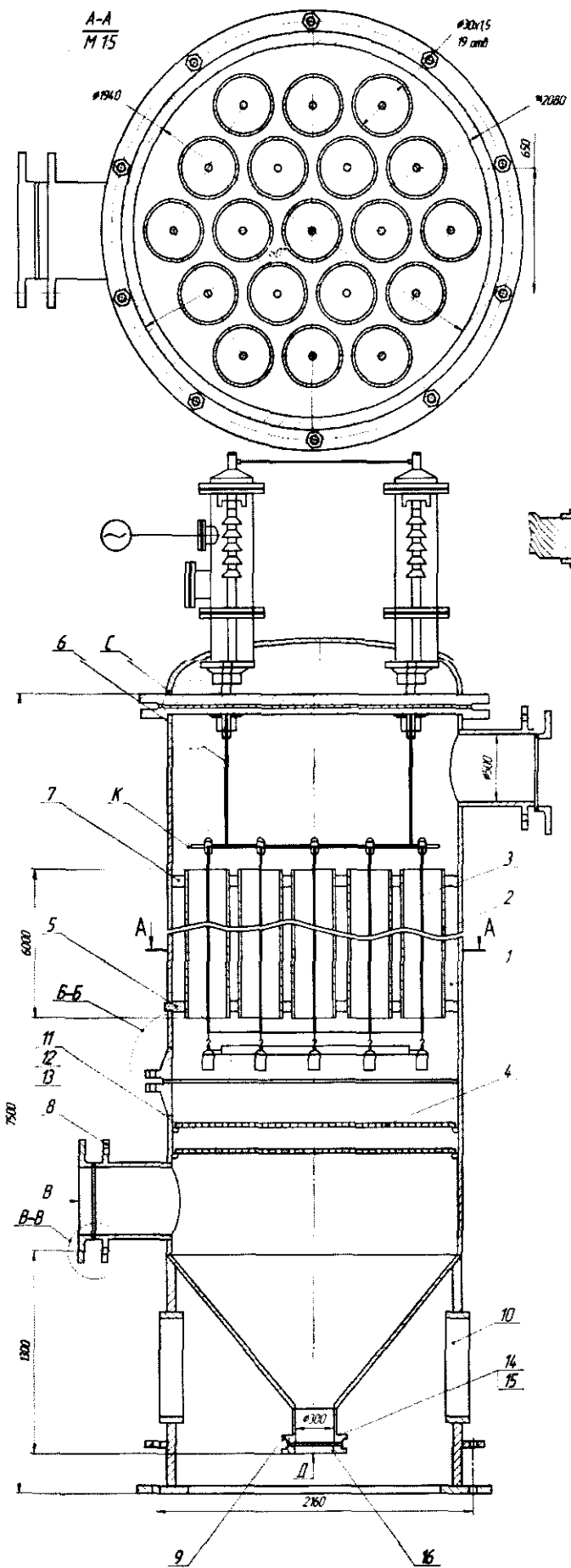
- 1 При изготовлении шпунтов и вставки отверстия должны выполняться с соблюдением точности
- 2 Материал вставки жаропрочный сплав с содержанием никеля не менее 20%
- 3 Диаметр отверстия не превышает 0,1 мм
- 4 Диаметр шпунта не превышает 0,1 мм
- 5 Диаметр шпунта не превышает 0,1 мм
- 6 Диаметр шпунта не превышает 0,1 мм
- 7 Диаметр шпунта не превышает 0,1 мм
- 8 Высота ступеньки не превышает 0,1 мм



№	Обоз.	материал	Кол.	Диаметр	Р-матр.
1	001006.0001	Шпунт	1	200	ХВН10Т
2	001006.0002	Шпунт	1	200	ХВН10Т
3	001006.0003	Шпунт	1	200	ХВН10Т
4	001006.0004	Шпунт	1	200	ХВН10Т
5	001006.0005	Шпунт	1	200	ХВН10Т
6	001006.0006	Шпунт	1	200	ХВН10Т
7	001006.0007	Шпунт	1	200	ХВН10Т
8	001006.0008	Шпунт	1	200	ХВН10Т
9	001006.0009	Шпунт	1	200	ХВН10Т
10	001006.0010	Шпунт	1	200	ХВН10Т
11	001006.0011	Шпунт	1	200	ХВН10Т
12	001006.0012	Шпунт	1	200	ХВН10Т
13	001006.0013	Шпунт	1	200	ХВН10Т
14	001006.0014	Шпунт	1	200	ХВН10Т
15	001006.0015	Шпунт	1	200	ХВН10Т

Итого	001006.00005
Лист	1/1
Кол. листов	1
Кол. страниц	1
Кол. рисунков	1
Кол. таблиц	1
Кол. чертежей	1
Кол. фотографий	1
Кол. рисунков	1
Кол. таблиц	1
Кол. чертежей	1
Кол. фотографий	1

94.259.35.00.05



№	Наименование	Кол-во	Материал
1	Корпус	1	ст 3
2	Колодки	2	ст 3
3	Крышка	1	ст 3
4	Шляпка	4	ст 3

**Техническая характеристика**

1. Аппарат предназначен для очистки суспензий зольного зола
2. Производительность 2,78 м<sup>3</sup>/с
3. Рабочая температура 30°С
4. Градиент напряжения 4,5 кВ/см
5. Размер удаляемых частиц 0,001 мм
6. Мощность прибора 4,2 кВт

**Технические требования**

1. При изготовлении, испытании и поставке аппарата должны выполняться требования:
  - а) Государственного стандарта ВГ ГОСТ 12.2.003-74. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
  - б) При изготовлении аппарата руководствоваться ГОСТ 26-291-71 ГОСТ 12.2.003-74.
2. Материал аппарата - ст 3 ГОСТ 594-61
3. Материал прокладок - паронит ПАН-1 ГОСТ 481-71
4. Не указанные вылеты штифтов 80 мм
5. Размеры для справок

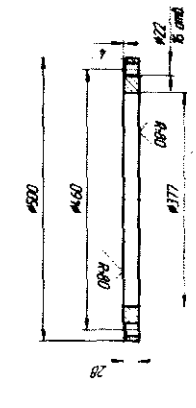
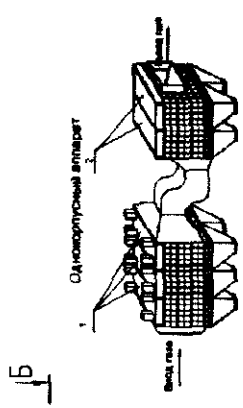
№	Обозначение	Наименование	Кол-во	Материал	Назначение в части материала	Примечание
1	94.259.35.01	Корпус	1	ст 3	ст 3	
2	94.259.35.02	Колодки	2	ст 3	ст 3	
3	94.259.35.03	Крышка	1	ст 3	ст 3	
4	94.259.35.04	Шляпка герметизирующая	2	ст 3	ст 3	
5	94.259.35.05	Вал	2	ст 3	ст 3	
6	94.259.35.06	Колодки	2	ст 3	ст 3	
7	94.259.35.07	Крышка	1	ст 3	ст 3	
8	94.259.35.08	Шляпка	2	ст 3	ст 3	
9	94.259.35.09	Шляпка	2	ст 3	ст 3	
10	94.259.35.10	Шляпка	2	ст 3	ст 3	
11	94.259.35.11	Шляпка	4	ст 3	ст 3	
12	94.259.35.12	Шляпка М16 ГОСТ 10371-68	12	ст 3	ст 3	
13	94.259.35.13	Шляпка М12 ГОСТ 10371-68	8	ст 3	ст 3	
14	94.259.35.14	Болты ГОСТ 7798-70	8	ст 3	ст 3	
15	94.259.35.15	Гайки М16 ГОСТ 5935-70	12	ст 3	ст 3	
16	94.259.35.16	Прокладка	4	паронит	ПАН-1	

94.259.35.00.05

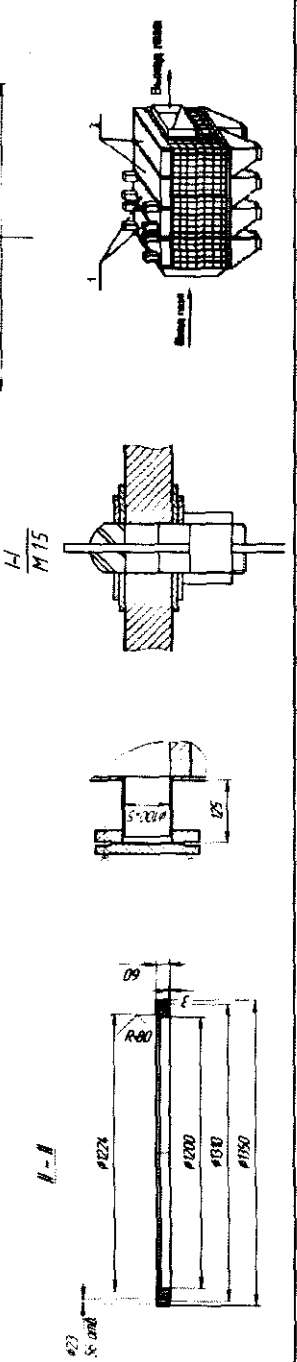
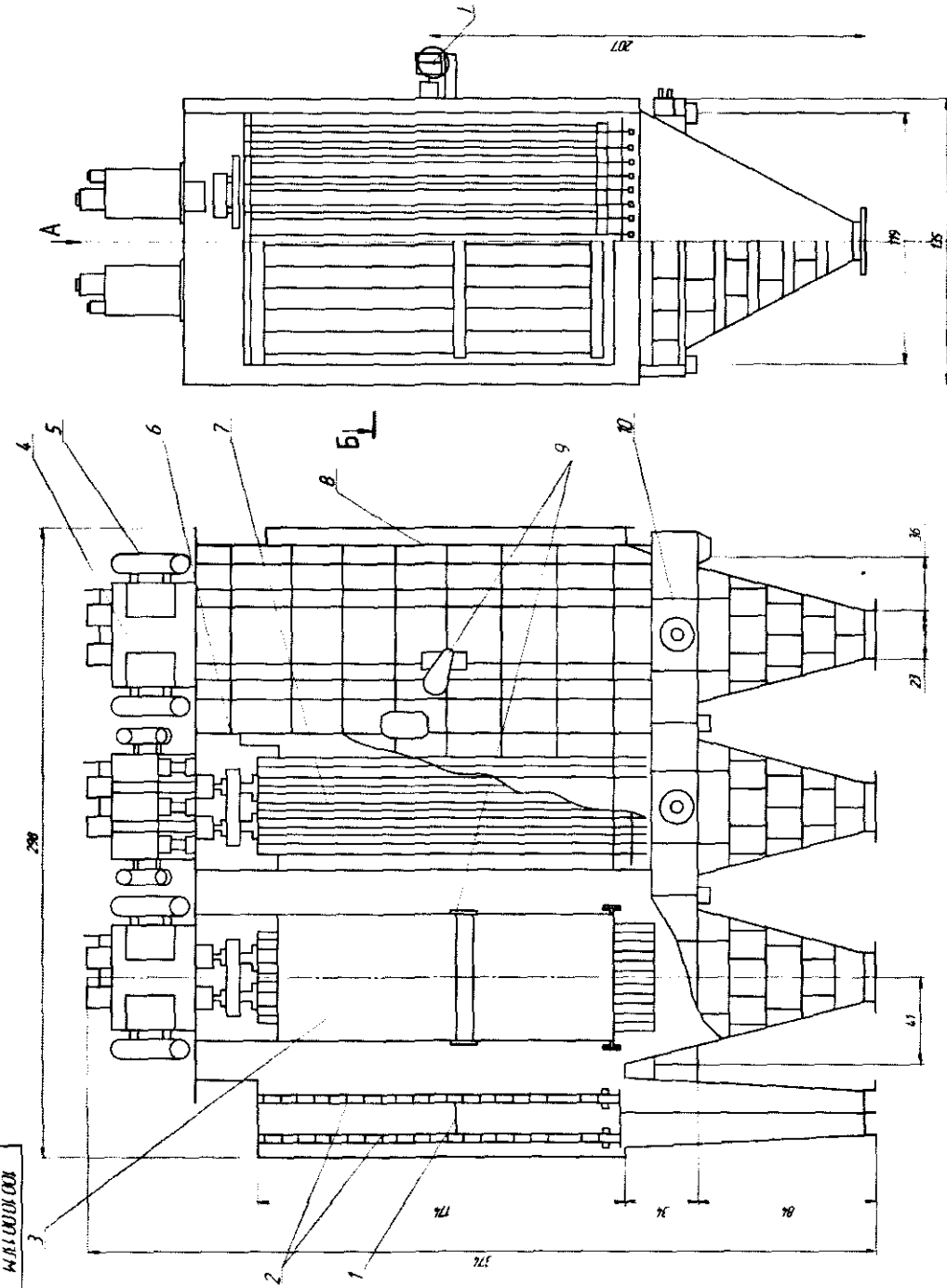
Эксплуатация	Инженер	Иванов	Иванов
Конструктор	Инженер	Петров	Петров
Проверка	Инженер	Сидоров	Сидоров
Утверждение	Инженер	Куликов	Куликов

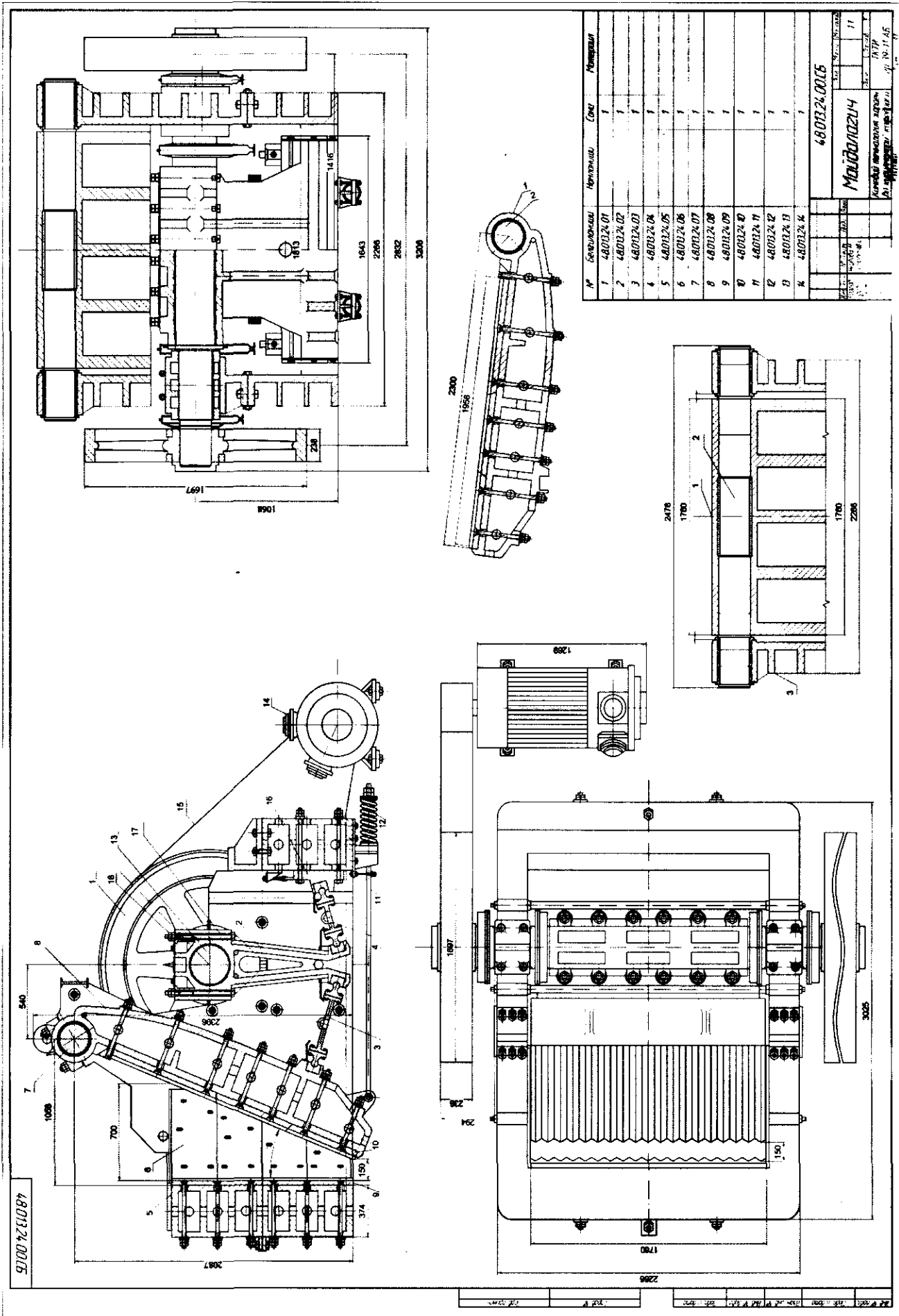
- Термак характеристика**
1. Курение широким чашечным способом (уменьшение расхода)
  2. Удельная мощность 2,78 м/л/с
  3. Мелкая температура 90°C
  4. Габариты курения 4,5 см/см
  5. Чашечка курения 0,001 мм
  6. Диаметр чашечки 4,2 мм

- Термак материал**
1. Курение широким чашечным способом (уменьшение расхода)
  2. Удельная мощность 2,78 м/л/с
  3. Мелкая температура 90°C
  4. Габариты курения 4,5 см/см
  5. Чашечка курения 0,001 мм
  6. Диаметр чашечки 4,2 мм



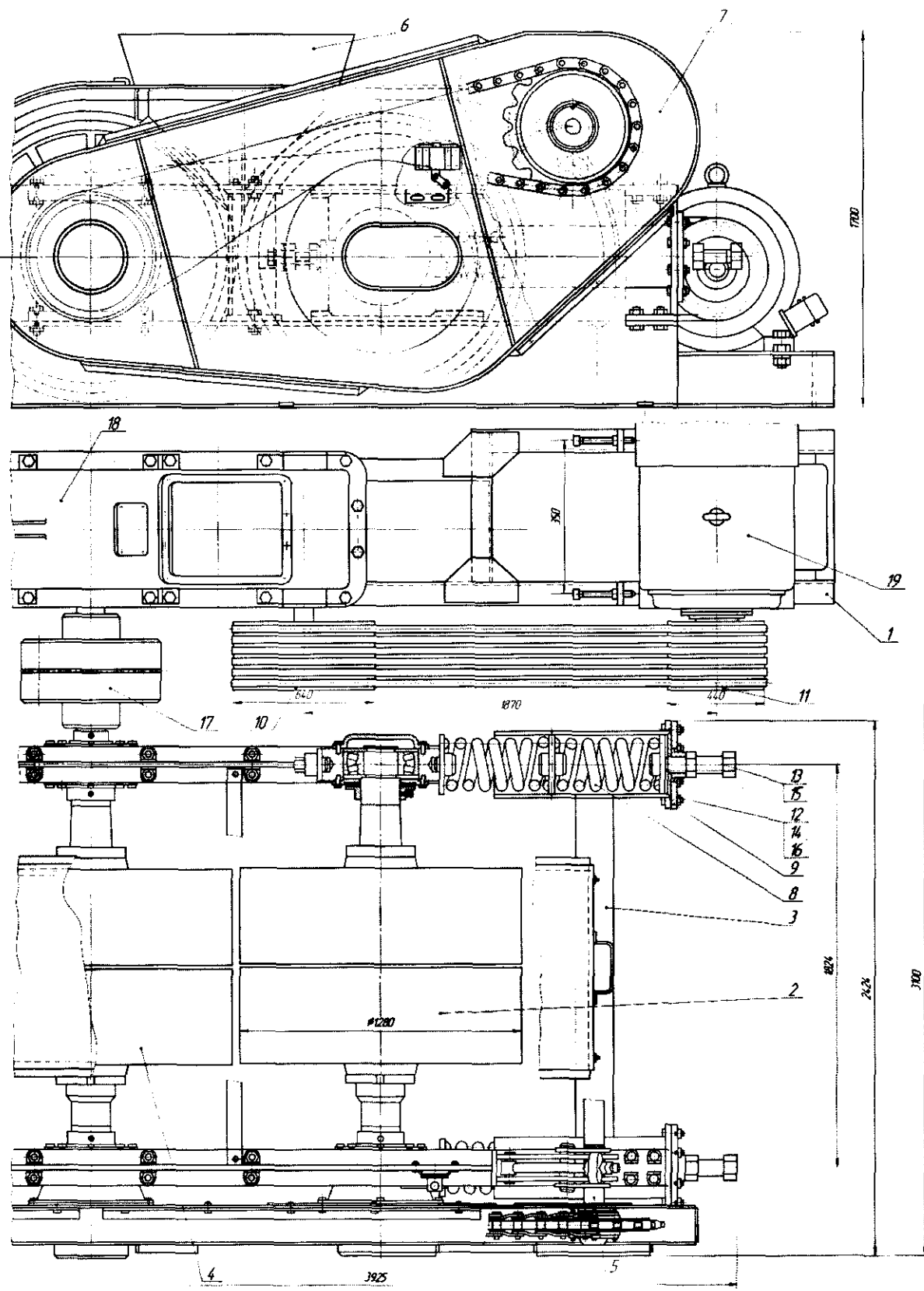
№	Базисный	Материал	Слой	Материал
1	59 986.63.01	Мелкозернистый	1	Мелкозернистый
2	59 986.63.02	Крупнозернистый	1	Крупнозернистый
3	59 986.63.03	Грубозернистый	1	Грубозернистый
4	59 986.63.04	Дерево	1	Дерево
5	59 986.63.05	Курительный лист	1	Курительный лист
6	59 986.63.06	Стекло	1	Стекло
7	59 986.63.07	Алюминий	1	Алюминий
8	59 986.63.08	Золото	1	Золото
9	59 986.63.09	Висмут	1	Висмут
10	59 986.63.10	Углерод	1	Углерод





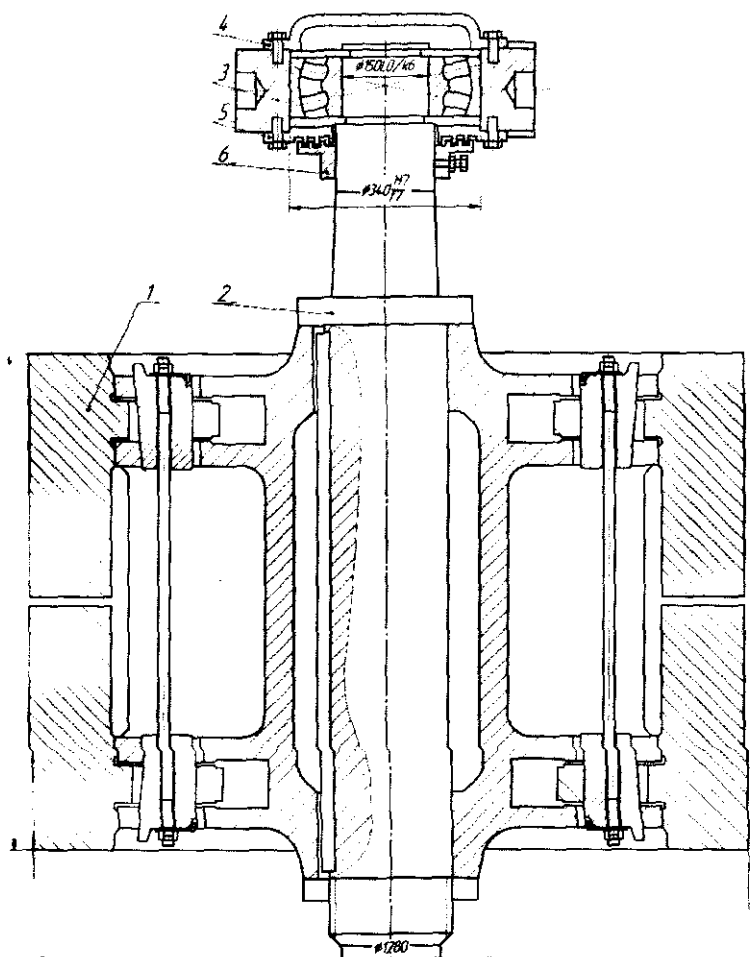






9000300006				№	Класс	Стр.
Валковая пробушка				15		
Корпуса Трассеры и аппараты химической технологии				1X11		
				до 10-12		

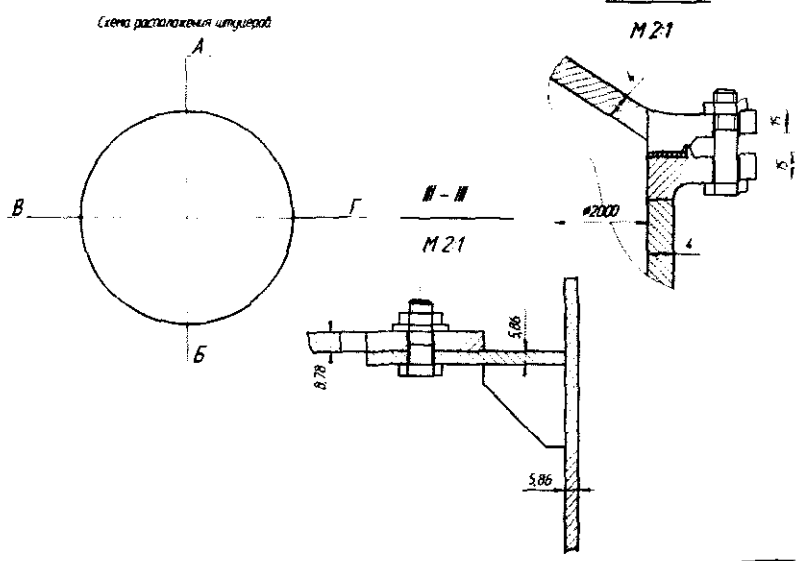
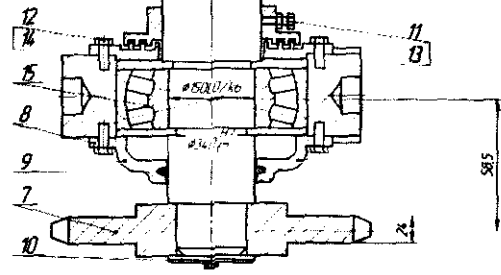
СДМ-00.02.00016



Технич. характеристика

1. Толщина шлеги	длина цинкования м3/4	12-15
2. Ротор диаметри	мм	600
3. Ротор цинкиги	мм	400
4. Болгалар саны		
опты ядролы жайлаштырба		30
чы ядролы жайлаштырба		15
5. Циллиндри туркициянын цинковлари	мм	460*280
6. Туркициянын булакларнын цинковлари	мм	150*20*4
7. Пилларийа шёл цинковлари	мм	30
8. Роторнын айланш частотасы	айл/мин	1250
9. Электрэнергиянин кубдаты	кВт	17
10. Габарит цинковлари		
Узунлиги		1031
Кенглиги		1100
Баландылиги		1150
11. Массасы (Электродвигательси)		1100

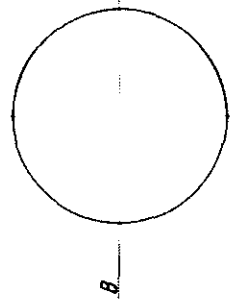
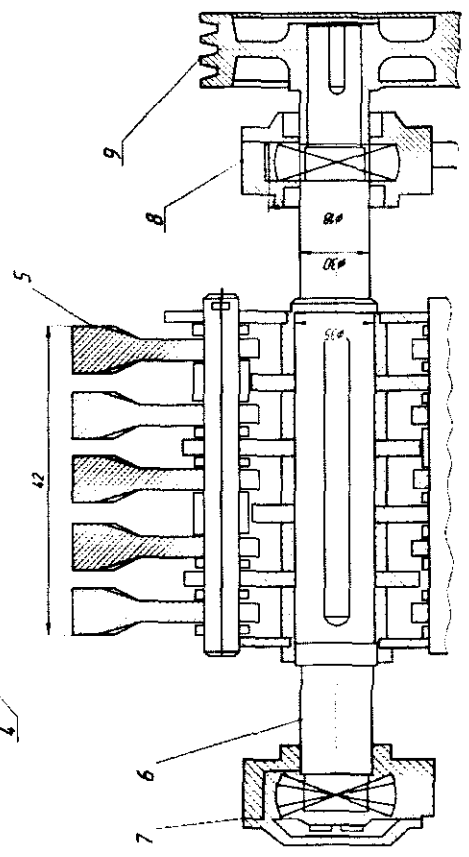
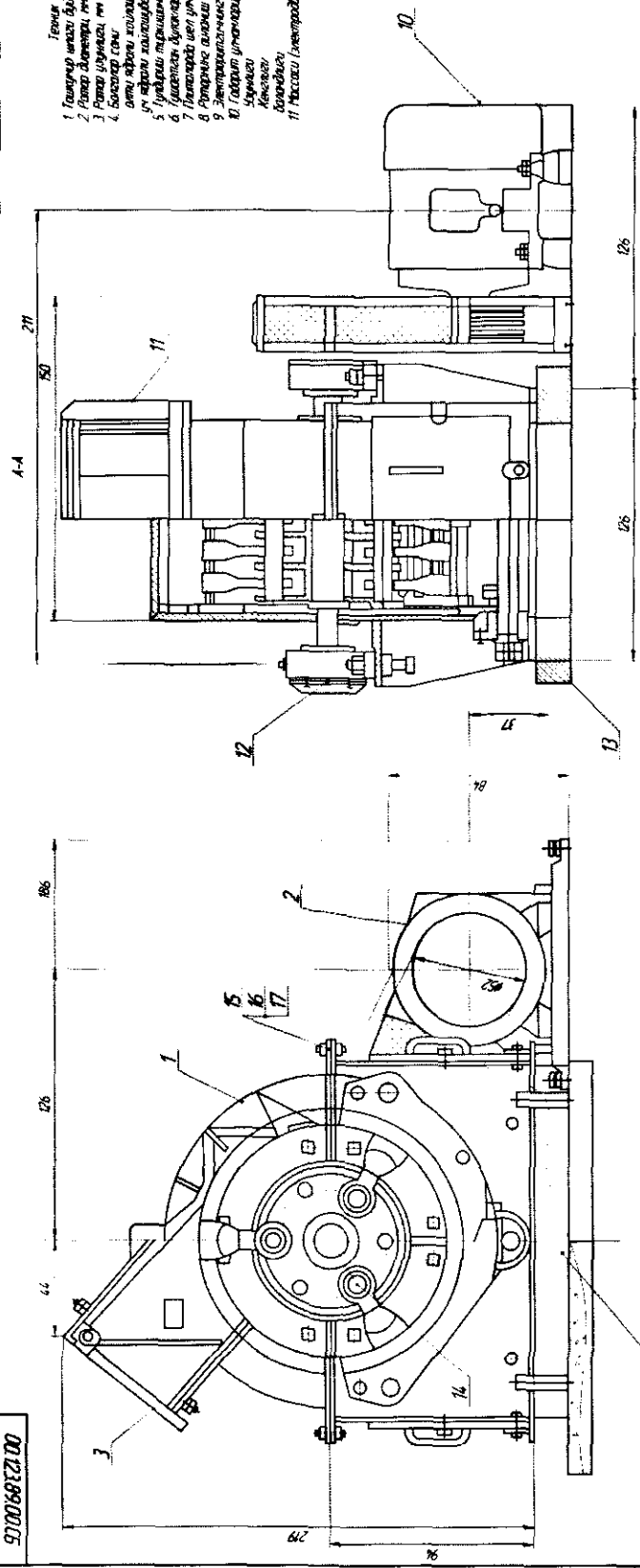
- Техническое описание
- 1 Назначение - среднее грубое дробление руд и пород карбонатного происхождения (всех пластичности).
  - 2 Диаметр основания фрезерного колеса, мм 1750
  - 3 Ширина рабочей шели на открытой стороне, мм 250
  - 4 Наибольший размер кусков породы, мм 200
  - 5 Диаметр регулировочной шпильки разгрузочной шели в фрезе сближения породами, мм 25, 60
  - 6 Размер ширины разгрузочной шели в четырех точках, мм не более 8
  - 7 Частота вращения фрезерного колеса с штиль 4,33(260)
  - 8 Частота вращения приводного вала, с/мин 12,3(720)
  - 9 Общее число пакетов пружин, 19(шт.) 2,2(20)
  - 10 Производительность на материал с фрезерным сопротивлением средней 100, 50 МПа и влагоудержание до 4% в открытом цикле м<sup>3</sup>/ч не менее 170, 320
  - 11 Мощность привода электр. двигателя кВт 160
  - 12 Напряжение питающего тока частотой 50 Гц В 380
  - 13 Типичные уплотнения - гидравлические
  - 14 Регулировка шели - резьбовое, гидравлическое
  - 15 Рабочее давление в гидросистеме регулировки МПа 12(с/мин 12,5(125))
  - 16 Изменение ширины разгрузочной шели при подвороте колесо на 1 зуб, мм
  - 17 Штильки редкие, промежуточные, штильки от отрезков цилиндрических стальных устройств
  - 18 Производительность отдельного стального устройства дм<sup>3</sup>/мин 16(70)



№	Обозначение	Наименование	З	Примечание
		Дробилка		
	СДМ-00.02.00005	Сборочный чертеж		
		Оборудованный чертеж		
1	СДМ-00.02.000	Валцы	1	
		Цепляки		
2	СДМ-00.02.001	Вал	1	
3	СДМ-00.02.002	Корпус	2	
4	СДМ-00.02.003	Корыто	1	
5	СДМ-00.02.004	Корыто	2	
6	СДМ-00.02.005	Втулка	2	
7	СДМ-00.02.006	Корыто	1	
8	СДМ-00.02.007	Корыто	1	
9	СДМ-00.02.008	Металл	1	
10	СДМ-00.02.009	Шайба	1	
		Соединительные изделия		
		Болты ГОСТ 7798-79		
11	М6-Вр-20.58.019		2	
12	М8-Вр-20.58.019		20	
13	Уголок М6-70.019		2	
		ГОСТ 5915-79		
		Шайба В 651 019		
14	ГОСТ 6402-78		2	
15	Подшипник 115		2	
		ГОСТ 28428-90		

СДМ-00.02.00005			
№	№	№	№
Жидолу молдологу			
Технический отдел			
до проектирования			
ТКТИ			
ар. 42-13 А6			

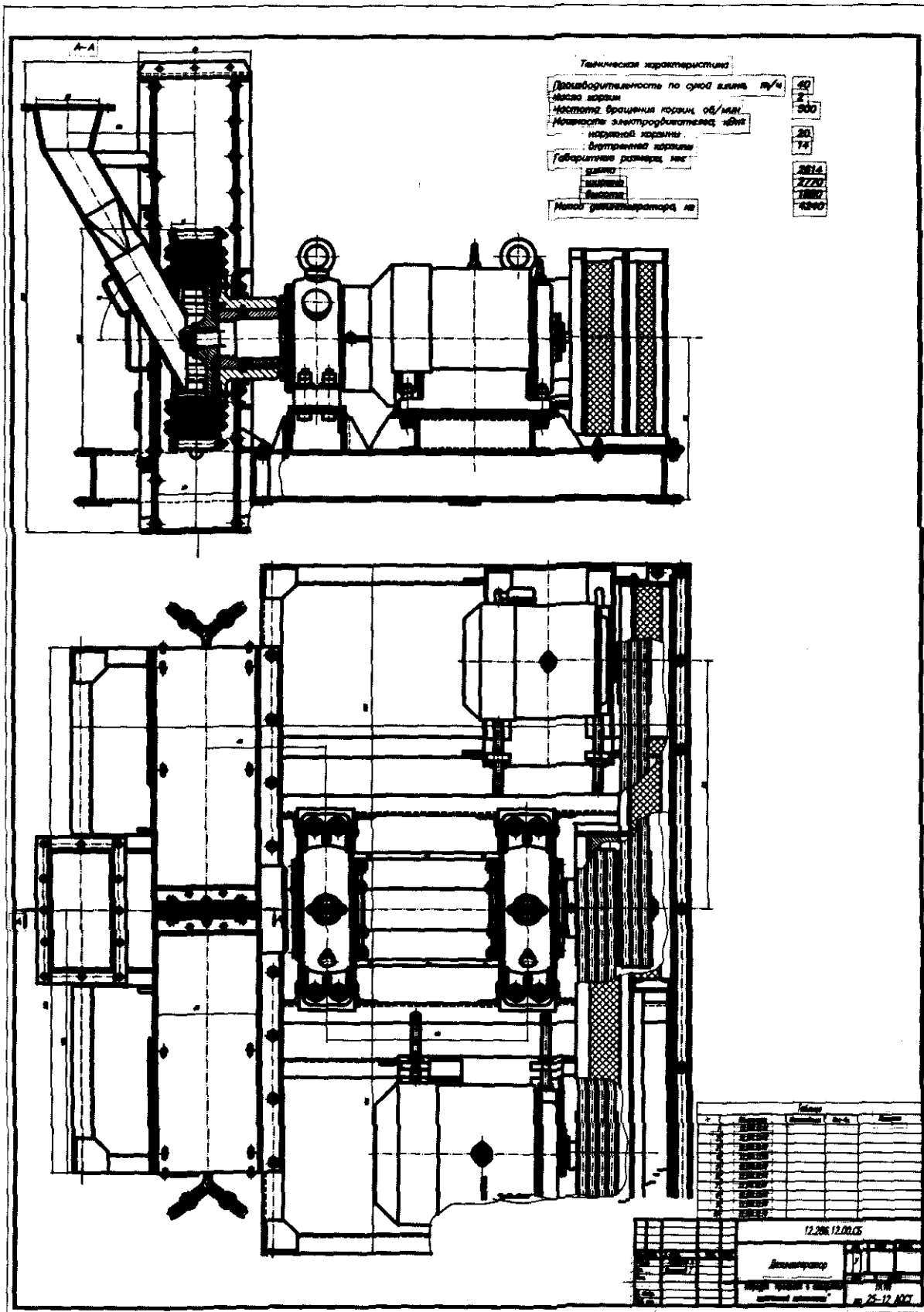
- Техническое описание
- 1 Валочный механизм
  - 2 Ротор
  - 3 Ротор
  - 4 Болт
  - 5 Шестерня
  - 6 Шестерня
  - 7 Вал
  - 8 Вал
  - 9 Вал
  - 10 Вал
  - 11 Вал
- 12-15  
16-18  
19-21  
22-24  
25-27  
28-30  
31-33  
34-36  
37-39  
40-42  
43-45  
46-48  
49-51  
52-54  
55-57  
58-60  
61-63  
64-66  
67-69  
70-72  
73-75  
76-78  
79-81  
82-84  
85-87  
88-90  
91-93  
94-96  
97-99  
100-102  
103-105  
106-108  
109-111  
112-114  
115-117  
118-120  
121-123  
124-126  
127-129  
130-132  
133-135  
136-138  
139-141  
142-144  
145-147  
148-150  
151-153  
154-156  
157-159  
160-162  
163-165  
166-168  
169-171  
172-174  
175-177  
178-180  
181-183  
184-186  
187-189  
190-192  
193-195  
196-198  
199-201  
202-204  
205-207  
208-210  
211-213  
214-216  
217-219  
220-222  
223-225  
226-228  
229-231  
232-234  
235-237  
238-240  
241-243  
244-246  
247-249  
250-252  
253-255  
256-258  
259-261  
262-264  
265-267  
268-270  
271-273  
274-276  
277-279  
280-282  
283-285  
286-288  
289-291  
292-294  
295-297  
298-300  
301-303  
304-306  
307-309  
310-312  
313-315  
316-318  
319-321  
322-324  
325-327  
328-330  
331-333  
334-336  
337-339  
340-342  
343-345  
346-348  
349-351  
352-354  
355-357  
358-360  
361-363  
364-366  
367-369  
370-372  
373-375  
376-378  
379-381  
382-384  
385-387  
388-390  
391-393  
394-396  
397-399  
400-402  
403-405  
406-408  
409-411  
412-414  
415-417  
418-420  
421-423  
424-426  
427-429  
430-432  
433-435  
436-438  
439-441  
442-444  
445-447  
448-450  
451-453  
454-456  
457-459  
460-462  
463-465  
466-468  
469-471  
472-474  
475-477  
478-480  
481-483  
484-486  
487-489  
490-492  
493-495  
496-498  
499-501  
502-504  
505-507  
508-510  
511-513  
514-516  
517-519  
520-522  
523-525  
526-528  
529-531  
532-534  
535-537  
538-540  
541-543  
544-546  
547-549  
550-552  
553-555  
556-558  
559-561  
562-564  
565-567  
568-570  
571-573  
574-576  
577-579  
580-582  
583-585  
586-588  
589-591  
592-594  
595-597  
598-600  
601-603  
604-606  
607-609  
610-612  
613-615  
616-618  
619-621  
622-624  
625-627  
628-630  
631-633  
634-636  
637-639  
640-642  
643-645  
646-648  
649-651  
652-654  
655-657  
658-660  
661-663  
664-666  
667-669  
670-672  
673-675  
676-678  
679-681  
682-684  
685-687  
688-690  
691-693  
694-696  
697-699  
700-702  
703-705  
706-708  
709-711  
712-714  
715-717  
718-720  
721-723  
724-726  
727-729  
730-732  
733-735  
736-738  
739-741  
742-744  
745-747  
748-750  
751-753  
754-756  
757-759  
760-762  
763-765  
766-768  
769-771  
772-774  
775-777  
778-780  
781-783  
784-786  
787-789  
790-792  
793-795  
796-798  
799-801  
802-804  
805-807  
808-810  
811-813  
814-816  
817-819  
820-822  
823-825  
826-828  
829-831  
832-834  
835-837  
838-840  
841-843  
844-846  
847-849  
850-852  
853-855  
856-858  
859-861  
862-864  
865-867  
868-870  
871-873  
874-876  
877-879  
880-882  
883-885  
886-888  
889-891  
892-894  
895-897  
898-900  
901-903  
904-906  
907-909  
910-912  
913-915  
916-918  
919-921  
922-924  
925-927  
928-930  
931-933  
934-936  
937-939  
940-942  
943-945  
946-948  
949-951  
952-954  
955-957  
958-960  
961-963  
964-966  
967-969  
970-972  
973-975  
976-978  
979-981  
982-984  
985-987  
988-990  
991-993  
994-996  
997-999  
1000-1002  
1003-1005  
1006-1008  
1009-1011  
1012-1014  
1015-1017  
1018-1020  
1021-1023  
1024-1026  
1027-1029  
1030-1032  
1033-1035  
1036-1038  
1039-1041  
1042-1044  
1045-1047  
1048-1050  
1051-1053  
1054-1056  
1057-1059  
1060-1062  
1063-1065  
1066-1068  
1069-1071  
1072-1074  
1075-1077  
1078-1080  
1081-1083  
1084-1086  
1087-1089  
1090-1092  
1093-1095  
1096-1098  
1099-1101  
1102-1104  
1105-1107  
1108-1110  
1111-1113  
1114-1116  
1117-1119  
1120-1122  
1123-1125  
1126-1128  
1129-1131  
1132-1134  
1135-1137  
1138-1140  
1141-1143  
1144-1146  
1147-1149  
1150-1152  
1153-1155  
1156-1158  
1159-1161  
1162-1164  
1165-1167  
1168-1170  
1171-1173  
1174-1176  
1177-1179  
1180-1182  
1183-1185  
1186-1188  
1189-1191  
1192-1194  
1195-1197  
1198-1199



№	Обозначение	Кол-во	Материал	Мера
1	00.12.189.01	1	Сталь	шт
2	00.12.189.02	1	Сталь	шт
3	00.12.189.03	1	Сталь	шт
4	00.12.189.04	1	Сталь	шт
5	00.12.189.05	1	Сталь	шт
6	00.12.189.06	1	Сталь	шт
7	00.12.189.07	1	Сталь	шт
8	00.12.189.08	1	Сталь	шт
9	00.12.189.09	1	Сталь	шт
10	00.12.189.10	1	Сталь	шт
11	00.12.189.11	1	Сталь	шт
12	00.12.189.12	1	Сталь	шт
13	00.12.189.13	1	Сталь	шт
14	00.12.189.14	1	Сталь	шт
15	00.12.189.15	1	Сталь	шт
16	00.12.189.16	1	Сталь	шт

00.12.189.00.05

00.12.189.00.05





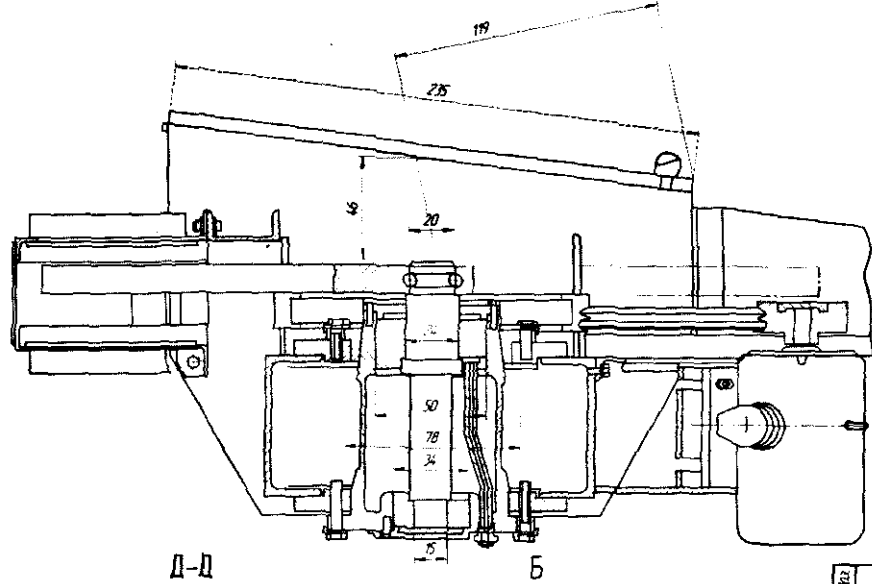
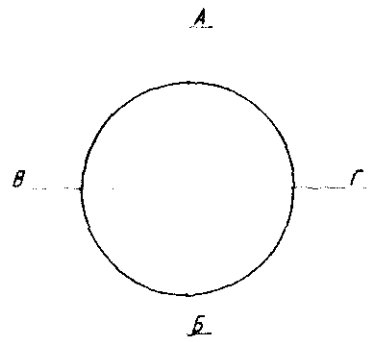
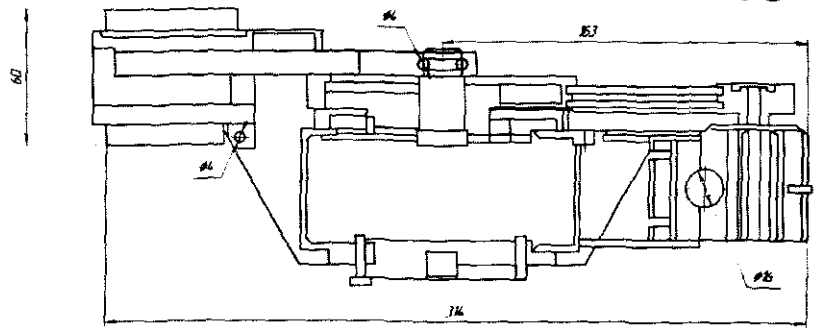
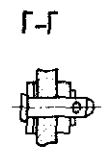
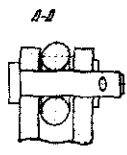
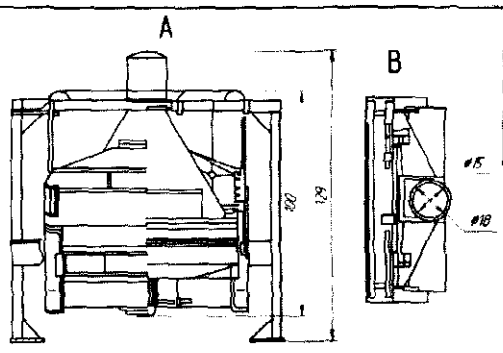
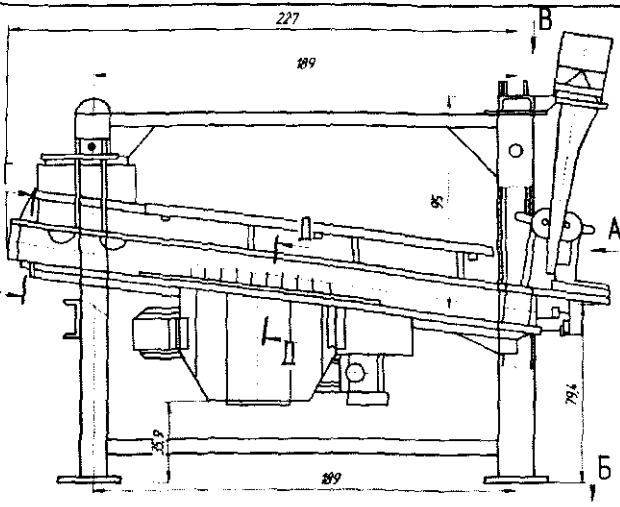








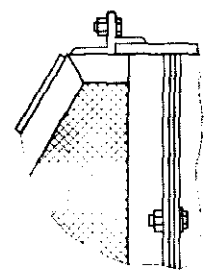
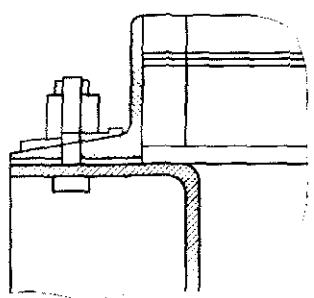
28.003.32.00.05



- Техническая характеристика**
- 1 Угловая скорость  $n/1000$  50 20ч
  - или отвода 10 20ч
  - капитала 1500х2980
  - 2 Электронный вес  $mm^2$  2
  - 3 Электронный вес  $mm^2$  2
  - 4 Электронный вес  $mm^2$  2
  - 5 Геометрическая точность  $mm$  7
  - 6 Геометрическая точность  $mm$  25
  - 7 Электронная точность  $mm$  240
  - 8 Геометрическая точность  $mm$  22
  - 9 Точность  $mm$  3500
  - 10 Точность  $mm$  2750
  - 11 Точность  $mm$  2580
  - 12 Точность  $mm$  2250

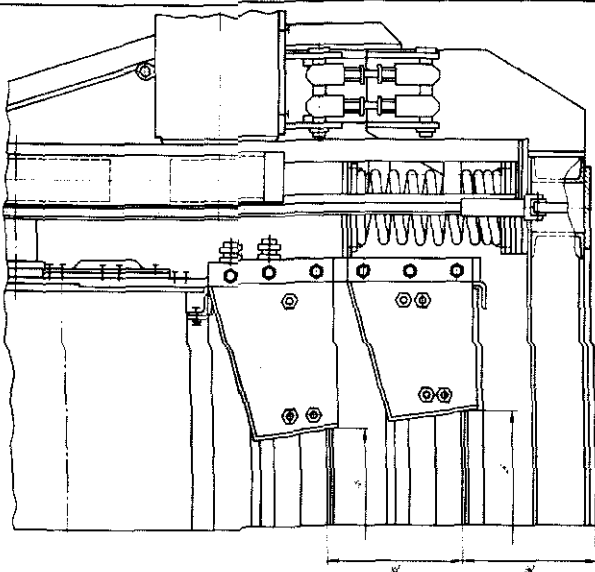
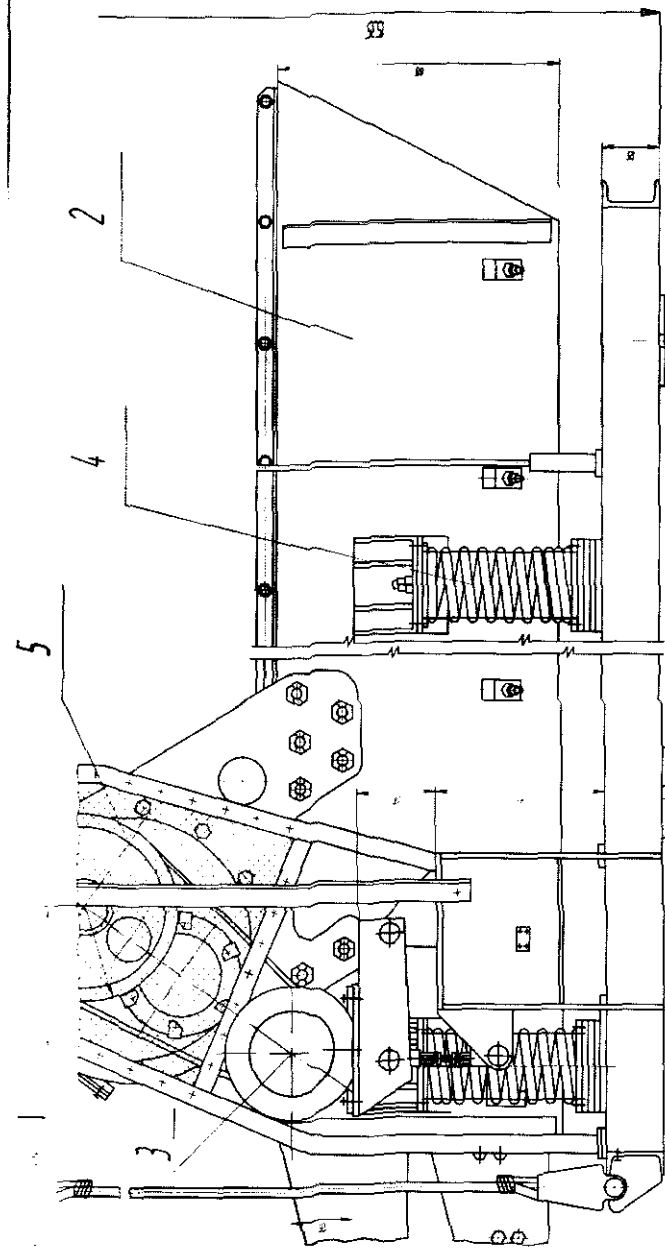
Д-Д

Б



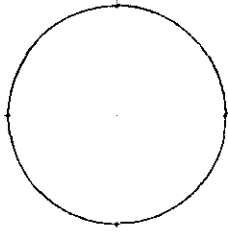
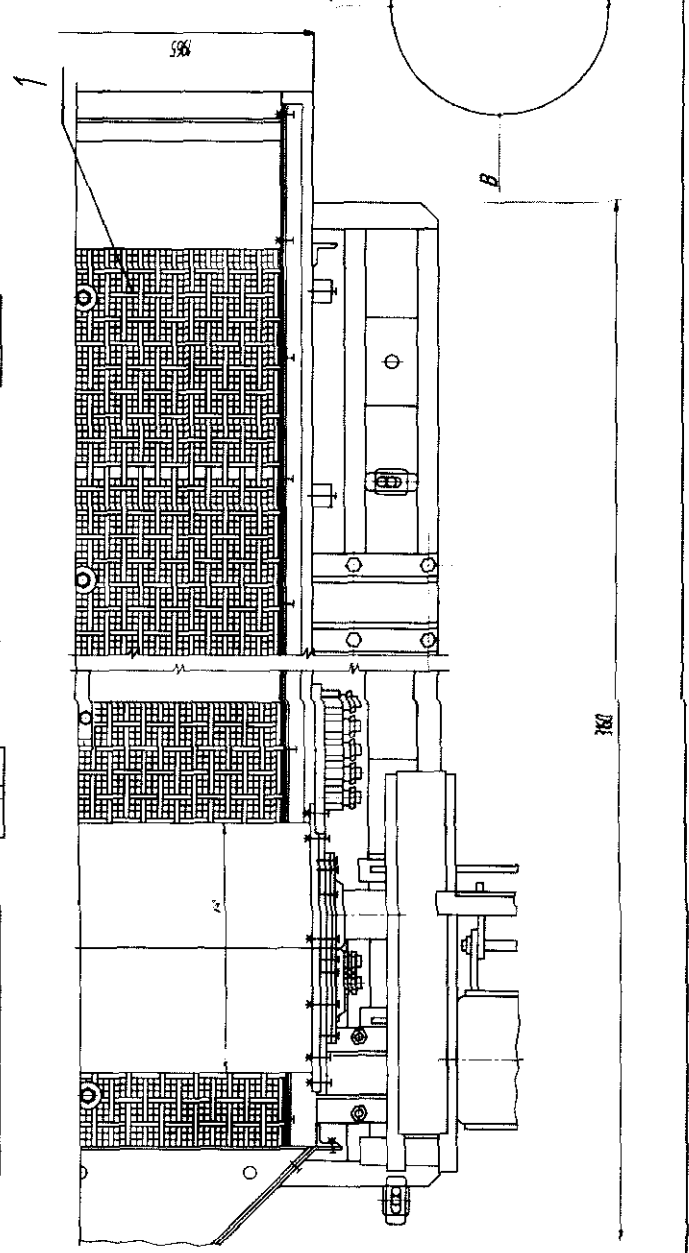
№	Обозначение	Наименование	Кол-во	Прим.
1	28.003.32.01		1	
2	28.003.32.02		2	
3	28.003.32.03		1	
4	28.003.32.04		2	
5	28.003.32.05		1	
6	28.003.32.06		1	
7	28.003.32.07		2	
8	28.003.32.08		1	
9	28.003.32.09		1	
10	28.003.32.10		2	
11	28.003.32.11		1	
12	28.003.32.12		1	

28.003.32.00.05			
№	Имя	Дата	Подпись
Инерцион ЭЛС			
Техническая характеристика на изделие 28.003.32.00.05			



1. Шпindel, Ø 10 мм  
 2. Вал, Ø 10 мм  
 3. Вал, Ø 10 мм  
 4. Вал, Ø 10 мм  
 5. Вал, Ø 10 мм  
 6. Вал, Ø 10 мм  
 7. Вал, Ø 10 мм  
 8. Вал, Ø 10 мм

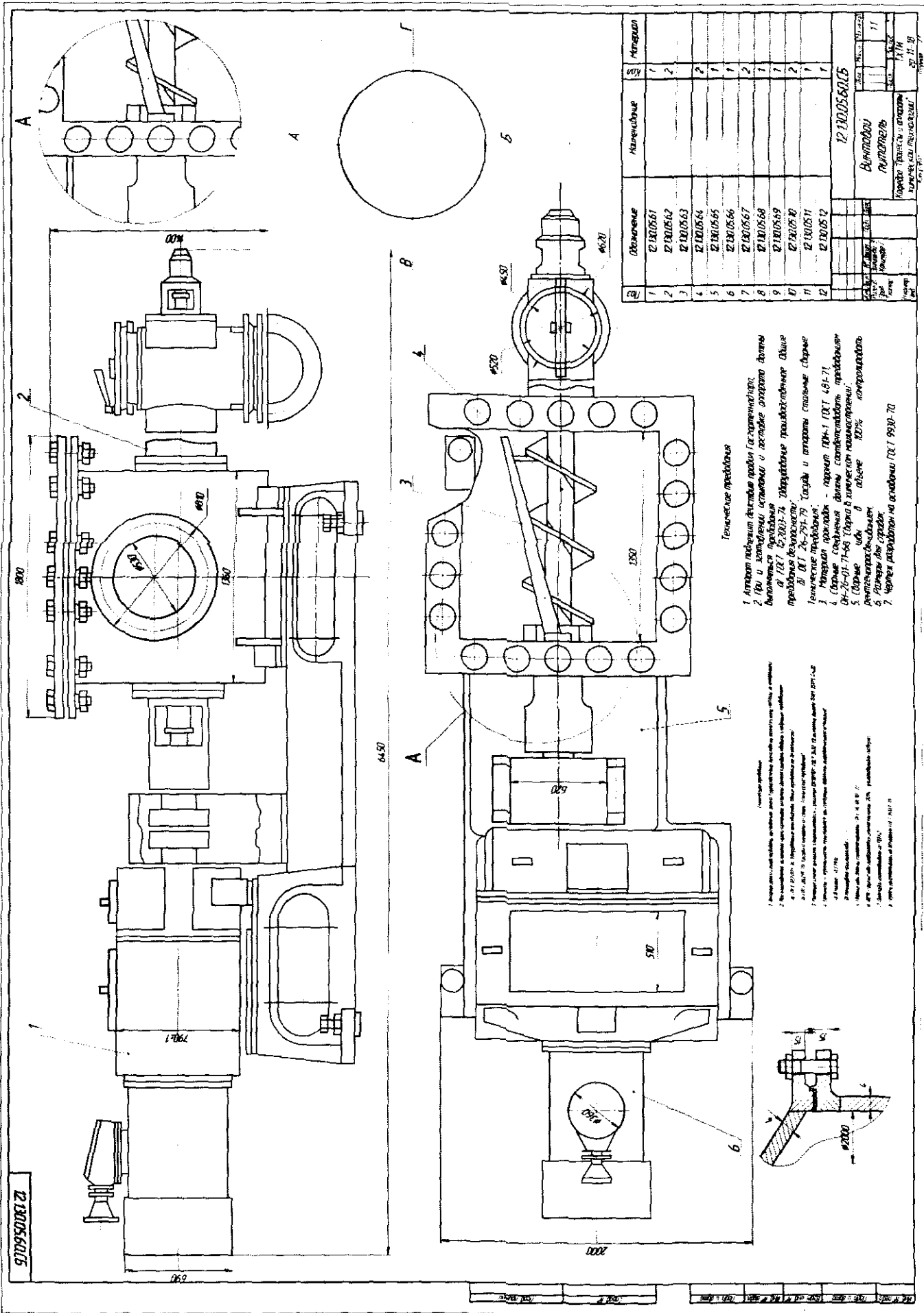
№ п/п	Обозначение	Наименование	Кол-во	Единица
1	29.003.32.01		1	шт
2	29.003.32.02		2	шт
3	29.003.32.03		2	шт
4	29.003.32.04		2	шт
5	29.003.32.05		1	шт
6	29.003.32.06		1	шт
7	29.003.32.07		2	шт
8	29.003.32.08		1	шт
9	30.003.32.09		1	шт
10	31.003.32.10		2	шт
11	32.003.32.11		1	шт
12	33.003.32.12		1	шт



1	29.003.32.01	1	шт
2	29.003.32.02	2	шт
3	29.003.32.03	2	шт
4	29.003.32.04	2	шт
5	29.003.32.05	1	шт
6	29.003.32.06	1	шт
7	29.003.32.07	2	шт
8	29.003.32.08	1	шт
9	30.003.32.09	1	шт
10	31.003.32.10	2	шт
11	32.003.32.11	1	шт
12	33.003.32.12	1	шт







№	Обозначение	Наименование	Кол.	Материал
1	12.130.05.61		1	
2	12.130.05.62		2	
3	12.130.05.63		2	
4	12.130.05.64		1	
5	12.130.05.65		1	
6	12.130.05.66		1	
7	12.130.05.67		2	
8	12.130.05.68		1	
9	12.130.05.69		1	
10	12.130.05.70		2	
11	12.130.05.71		1	
12	12.130.05.72		1	

**Техническое предложение**

1. Анализ технического задания (ТЗ) выполнен.

2. По и согласованию с заказчиком и поставщиком детали будут изготавливаться по чертежам, прилагаемым к ТЗ. Изготовление деталей будет осуществляться на станках с ЧПУ.

3. Материал поставки - сталь 104-1 ГОСТ 491-71.

4. В процессе изготовления детали будут контролироваться по чертежам.

5. Обработка деталей будет осуществляться на станках с ЧПУ.

6. Доставка деталей будет осуществляться в сроки, указанные в ТЗ.

7. Цена изготовления деталей по ТЗ составляет 1000 руб.

**Комментарии:**

1. Проверить размеры деталей, указанные в ТЗ.

2. Проверить материал поставки, указанный в ТЗ.

3. Проверить сроки поставки, указанные в ТЗ.

4. Проверить стоимость изготовления, указанную в ТЗ.

5. Проверить условия поставки, указанные в ТЗ.

6. Проверить условия хранения, указанные в ТЗ.

7. Проверить условия транспортировки, указанные в ТЗ.

8. Проверить условия утилизации, указанные в ТЗ.

9. Проверить условия безопасности, указанные в ТЗ.

10. Проверить условия экологичности, указанные в ТЗ.

**СУЮҚЛИК, ГАЗ ВА ҚАТТИҚ МАТЕРИАЛЛАРНИНГ  
ФИЗИК-МЕХАНИК ВА ИССИҚЛИК ХОССАЛАРИ**

Катталиклар	СИ бирликлар системаси	СИ ва бошқа система ва системадан ташқари ўлчов бирликлари орасидаги нисбатлар
Узунлик	м	1 мкм=10 <sup>-6</sup>
		1 Å=10 <sup>-10</sup>
		1 ft=0,3048 m
		1 in=25,4·10 <sup>-3</sup> m
Масса	кг	1 т=1000 кг
		1 ц=100 кг
		1 lb=0,454 кг
Температура	К	t °C=(t+273,15)K
		t °F= $\left[\frac{5}{9}(t-32)+273,15\right]$ K
Бурчак	рад	1° = $\frac{\pi}{180}$ рад
Оғирлик	Н	1 айлана=2π рад=6,28 рад
		1 кг=9,81 Н
		1 дин=10 <sup>-5</sup> Н
		1 стен=10 <sup>3</sup> Н
Динамик қовушқоқлик коэффициентлари	Па·с	1 lbf=4,45 Н
		1 П=1 дин·с/см <sup>2</sup> =0,1 Па·с
		1 сП=1/9810 кг·к/м <sup>2</sup> =10 <sup>-3</sup> Па·с
Кинематик қовушқоқлик коэффициентлари	м <sup>2</sup> /с	1 lbf·s/ft <sup>2</sup> =47,88 Па·с
		1 Ст=1 см <sup>2</sup> /с=10 <sup>-4</sup> м <sup>2</sup> /с
Босим	Па	1 ft <sup>2</sup> /s=0,093 м <sup>2</sup> /с
		1 ft <sup>2</sup> /h=25,81 м <sup>2</sup> /с
		1 бар=10 <sup>5</sup> Па
		1 мбар=100 Па
		1 дин/см <sup>2</sup> =1 мкбар=0,1Па
		1 кг·к/см <sup>2</sup> =1 ат=9,81·10 <sup>4</sup> Па=735 мм.сим.уст
		1 кг·к/см <sup>2</sup> =9,81Па
		1 мм. сув.ст.=9,81 Па
		1 мм.сим.ст.=133,3 Па
1 lbf/in <sup>2</sup> =6894,76 Па		
Диффузия коэффициенти	м <sup>2</sup> /с	1 lbf/ft <sup>2</sup> =47,88 Па
Қувват	Вт	1 ft <sup>2</sup> /s=0,0929 м <sup>2</sup> /с
		1 кг·к/м·с=9,81 Вт
		1 эрг/с=10 <sup>-7</sup> Вт
		1 ккал/ч=1,163 Вт
		1 lbf·ft/s=1,356 Вт
Сиргий гаранглик	Н/м	1 кгс/м=9,81 Ж/м <sup>2</sup>
		1 эрг/см <sup>2</sup> =1 дин/см=10 <sup>-3</sup> Ж/м <sup>2</sup>
Ҳажм	м <sup>3</sup>	1 л=10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup> =1 дм <sup>3</sup>
		1 ft <sup>3</sup> =28,3 дм <sup>3</sup> =2,83·10 <sup>-2</sup> м <sup>3</sup>
		1 in <sup>3</sup> =16,387 см <sup>3</sup> =16,39·10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup>
Солиштирма ҳажм	м <sup>3</sup> /кг	1 м <sup>3</sup> /т=10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup> /кг
		1 дм <sup>3</sup> /кг=1 см <sup>3</sup> /г=10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup> /кг
Зичлик	кг/м <sup>3</sup>	1 т/м <sup>3</sup> =1 кг/дм <sup>3</sup> =1 г/см <sup>3</sup> =10 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup>
		1 кг·с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup> =9,81 кг/м <sup>3</sup>
		1 lb/ft <sup>3</sup> ≈16,02 кг/м <sup>3</sup>
		1 lb/in <sup>3</sup> ≈27,68 кг/м <sup>3</sup>



Иссиклик окимининг зичлиги	Вт/м <sup>2</sup>	1 ккал/(м <sup>2</sup> ·ч) = 1,163 Вт/м <sup>2</sup>
Юза	м <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 0,0929 м <sup>2</sup>
		1 in <sup>2</sup> = 6,451 · 10 <sup>-4</sup> м <sup>2</sup>
Иш, энергия, иссиклик миқдори	Ж	1 кгс·м = 0,81 Ж
		1 эрг = 10 <sup>-7</sup> Ж
		1 ккал = 4,1868 · 10 <sup>3</sup> Ж = 4,19 кЖ
Иш, энергия, иссиклик миқдори	Ж	1 кгс·м = 0,81 Ж
		1 эрг = 10 <sup>-7</sup> Ж
		1 ккал = 4,1868 · 10 <sup>3</sup> Ж = 4,19 кЖ
		1 lbf·ft = 1,356 Ж
		1 lbf·in = 0,113 Ж
1 BTU = 1055,1 Ж		
Массавий сарф	кг/с	1 lb/s = 0,454 кг/с
		1 lb/h = 1,26 · 10 <sup>-3</sup> кг/с
Ҳажмий сарф	м <sup>3</sup> /с	1 л/мин = 16,67 · 10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup> /с
		1 ft <sup>3</sup> /s = 28,3 · 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup> /с
		1 in <sup>3</sup> /s = 16,4 · 10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup> /с
Чизикли тезлик	м/с	1 ft/s = 0,3048 м/с
Бурчак тезлик	рад/с	1 айл/мин = π/30 рад/с
		1 айл/с = 2π рад/с
Солиштирма иссиклик сизим	Ж/(кг·К)	1 ккал/(кг·°C) = 4,19 кЖ/(кг·К)
		1 эрг/(г·К) = 10 <sup>-4</sup> Ж/(кг·К)
		1 BTU/(lb·deg F) = 4,19 кЖ/(кг·К)
Иссиклик бериш коэффициенти, иссиклик ўтказиш коэффициенти	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	1 ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·°C) = 1,163 Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
		1 BTU/(ft <sup>2</sup> ·h·deg F) = 5,6 Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
Иссиклик ўтказувчанлик коэффициенти	Вт/(м·К)	1 ккал/(м·ч·°C) = 1,163 Вт/(м·К)
		1 BTU/(ft·h·deg F) = 1,73 Вт/(м·К)
Солиштирма иссиклик	Ж/кг	1 ккал/кг = 1 кал/г = 4,19 кЖ/кг
		1 BTU/lb = 2326 Ж/кг
Чизикли тезланиш	м/с <sup>2</sup>	1 in/s <sup>2</sup> = 25,4 · 10 <sup>-3</sup> м/с <sup>2</sup>
		1 ft/s <sup>2</sup> = 0,3048 м/с <sup>2</sup>
Частота	Гц	1 Гц = 1 с <sup>-1</sup>
		1 айл/с = 1 Гц
		1 айл/мин = 1/60 Гц
Солиштирма энтальпия	Ж/кг	1 ккал/кг = 1 кал/г = 4,19 кЖ/кг
		1 BTU/lb = 2326 Ж/кг
Солиштирма энтропия	Ж/(кг·К)	1 ккал/(кг·°C) = 4,19 кЖ/(кг·К)
		1 BTU/(lb·deg F) = 4,19 кЖ/(кг·К)

**Ўнли ва улушли бирликлар ташкил этиш учун олд қўшимча ва кўпайтмалар**

Номи	Олд қўшимча		Кўпайтма
	Белгилаш		
	рус	халқаро	
экса	Э	E	10 <sup>18</sup>
пета	П	P	10 <sup>15</sup>
тера	Т	T	10 <sup>12</sup>
гига	Г	G	10 <sup>9</sup>
мега	М	M	10 <sup>6</sup>
кило	к	k	10 <sup>3</sup>
гекто	г	h	10 <sup>2</sup>
дека	да	da	10 <sup>0</sup>
деци	д	d	10 <sup>-1</sup>
санти	с	c	10 <sup>-2</sup>
милли	м	m	10 <sup>-3</sup>
микро	мк	μ	10 <sup>-6</sup>
нано	н	n	10 <sup>-9</sup>
пико	п	p	10 <sup>-12</sup>
фемто	ф	f	10 <sup>-15</sup>
атто	а	a	10 <sup>-18</sup>

## Суюклик ва сувли эритмалар зичликларининг температурага боғлиқлиги

Модда	Зичлик кг/м <sup>3</sup>							
	-20 <sup>0</sup> С	0 <sup>0</sup> С	20 <sup>0</sup> С	40 <sup>0</sup> С	60 <sup>0</sup> С	80 <sup>0</sup> С	100 <sup>0</sup> С	120 <sup>0</sup> С
Азот кислотаси, 100%	1582	1547	1513	1478	1443	1408	1373	1338
« « 50%	-	1334	1310	1287	1263	1238	1212	1186
Суюқ аммиак	665	639	610	580	545	510	462	390
Аммиакли сув 25%	-	918	907	897	887	876	866	856
Анилин	-	1039	1022	1004	987	969	952	933
Ацетон	835	813	791	768	746	719	693	665
Бензол	-	900	879	858	836	815	793	769
Бутил спирти	838	824	810	795	781	766	751	735
Сув	-	1000	998	992	983	972	958	943
Гексан	693	677	660	641	622	602	581	559
Глицерин , 50%	-	1136	1126	1116	1106	1006	996	986
Диоксид серы	1484	1434	1383	1327	1264	1193	1111	1010
Дихлоретан	1310	1282	1254	1224	1194	1163	1133	1102
Диэтилли эфир	758	736	714	689	666	640	611	576
Изопропил спирти	817	801	785	768	752	735	718	700
Хлорли кальций, 25%	1248	1239	1230	1220	1210	1200	1190	1180
μ- ксилол	-	882	865	847	831	796	796	77
Метил спирти 100%	828	810	792	774	756	736	714	-
« « 40%	-	946	935	924	913	902	891	880
Чумоли кислота	-	1244	1220	1195	1171	1147	1121	1096
Натрий ишқори, 50%	-	1540	1525	1511	1497	1483	1469	1454
« « 40%	-	1443	1430	1416	1403	1389	1375	1360
« « 30%	-	1340	1328	1316	1303	1289	1276	1261
« « 20%	-	1230	1219	1208	1196	1183	1170	1155
« « 10%	-	1117	1109	1100	1089	1077	1064	1049
Натрий хлорли, 20%	-	1157	1148	1189	1130	1120	1110	1100
Нигробензол	-	1223	1203	1183	1163	1143	1123	1103
Октан	734	718	702	686	669	653	635	617
Олеум, 20%	-	1922	1896	1870	1844	1818	1792	1766
Пропил спирти	-	819	804	788	770	752	733	711
Сульфат кислота , 98%	-	1857	1837	1817	1798	1779	1761	1742
« « 92%	1866	1845	1824	1803	1783	1765	1744	1723
« « 75%	1709	1689	1669	1650	1632	1614	1597	1580
« « 60%	1532	1515	1498	1482	1466	1450	1434	1418
Олтингугурт углерод	1323	1293	1263	1233	1200	1165	1125	1082
Хлорид кислота, 30%	1173	1161	1149	1138	1126	1115	1103	1090
Толуол	902	884	866	847	828	808	788	766
Сирка кислота, 100%	-	1072	1048	1027	1004	981	958	922
« « 50%	-	1074	1058	1042	1026	1010	994	978
Фенол	-	-	1075	1058	1040	1022	1003	987
Хлорбензол	1150	1128	1107	1085	1065	1041	1021	995
Хлороформ	1563	1526	1489	1450	1411	1380	1326	1280
Тўрг хлорли углерод	1670	1633	1594	1556	1517	1471	1434	1390
Этилацетат	947	924	901	876	851	825	797	768
Этил спирти, 100%	823	806	789	772	754	735	716	693
« « 80%	-	857	843	828	813	797	783	768
« « 60%	-	904	891	878	864	849	835	820
« « 40%	-	947	935	923	910	897	885	872
« « 20%	-	977	969	957	946	934	922	910
Этилли эфир	758	736	714	689	666	640	611	576

## Айрим суюкликлар зичликлари

Суюклик	Зичлик, кг/м <sup>3</sup>	Суюклик	Зичлик, кг/м <sup>3</sup>
Азот кислота, 92%	1500	Сульфат кислота, 30%	1220
Аммиак, 26%	910	Хлорид кислота, тутунли	1210
Бензин	760	Сирка кислота, 70%	1070
Глицерин, 100%	1270	« « 30%	1040
Диэтилли эфир	710	Хлороформ	1530
Керосин	850	Тўрт хлорли углерод	1630
Ксилол	880	Этилацетат	900
Мазут	890...950	Этилен хлорид	1280
Метил спирти, 90%	820	Этил спирти, 100%	790
Нафталин	1100	Этил спирти, 70%	850
Нефть	790...950	Этил спирти, 40%	920
Симоб	13600	Этил спирти, 10%	980

## Сувнинг физик хоссалари (760 мм.с.м.уст. босимда)

$t$ , °C	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$i$ , кЖ/(кг·К)	$c_p$ , кЖ/(кг·К)	$\lambda \cdot 10^2$ , Вт/(м·К)	$\alpha \cdot 10^6$ , м <sup>2</sup> /с	$\mu \cdot 10^6$ , Па·с	$\nu \cdot 10^6$ , м <sup>2</sup> /с	$Pr$
0	999,9	0	4,212	55,1	13,1	1788	1,789	13,67
10	999,7	42,0	4,191	57,4	13,7	1306	1,306	9,52
20	999,2	83,9	4,183	59,9	14,3	1044	1,006	7,02
30	995,7	125,7	4,174	61,8	14,9	801,5	0,805	5,42
40	992,2	167,5	4,174	63,5	15,3	653,3	0,659	4,31
50	988,1	209,3	4,174	64,8	15,7	549,4	0,556	3,54
60	983,1	251,1	4,179	65,9	16,0	469,9	0,478	2,98
70	977,8	293,0	4,187	66,8	16,3	406,1	0,415	2,55
80	971,8	355,0	4,195	67,4	16,6	355,1	0,365	2,21
90	965,3	377,0	4,208	68,0	16,8	314,9	0,326	1,95
100	958,4	419,1	4,220	68,3	16,9	282,5	0,295	1,75

## Хавонинг физик хоссалари (760 мм.с.м.уст. босимда)

$t$ , °C	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$c_p$ , кЖ/(кг·К)	$\lambda \cdot 10^2$ , Вт/(м·К)	$\alpha \cdot 10^6$ , м <sup>2</sup> /с	$\mu \cdot 10^6$ , Па·с	$\nu \cdot 10^6$ , м <sup>2</sup> /с	$Pr$
-50	1,584	1,013	2,04	12,7	14,6	0,23	0,018
-40	1,515	1,013	2,12	13,8	15,2	10,04	0,724
-20	1,395	1,009	2,28	16,2	16,2	12,79	0,789
0	1,293	1,005	2,44	18,8	17,2	13,28	0,707
20	1,205	1,005	2,59	21,4	18,1	15,06	0,703
40	1,128	1,005	2,76	24,3	19,1	16,96	0,699
60	1,060	1,005	2,90	27,2	20,1	18,97	0,696
80	1,000	1,009	3,05	30,2	21,1	21,09	0,692
100	0,946	1,009	3,21	33,6	21,9	23,13	0,688
120	0,898	1,009	3,34	36,8	22,8	25,45	0,686
140	0,854	1,013	3,49	40,3	23,7	27,80	0,684
160	0,815	1,017	3,64	43,9	24,5	30,09	0,682
180	0,779	1,022	3,78	47,5	25,3	32,49	0,681
200	0,746	1,026	3,93	51,4	26,0	34,85	0,680
300	0,615	1,047	4,60	71,6	29,7	48,33	0,675
400	0,524	1,068	5,21	93,1	33,0	63,09	0,677
500	0,456	1,093	5,74	115,3	36,2	79,38	0,688
600	0,404	1,114	6,22	138,3	39,1	96,89	0,699
700	0,362	1,135	6,71	163,4	41,8	115,40	0,705
800	0,329	1,156	7,18	188,8	44,3	134,80	0,728
900	0,301	1,172	7,63	216,2	46,7	155,10	0,717
1000	0,277	1,185	8,07	245,9	49,0	177,10	0,719
1200	0,239	1,210	9,15	316,5	53,5	233,70	0,737

## Айрим газларнинг физик хоссалари

Номи	Формула	Зичлик		Молек. масса	Солишт. исс.сиғим	Қайнаш темпер.	Бугланиш иссиқлиги,	Динамик ковушқок. коэф.
		°С ва 760 мм.сим.уст. кг/м <sup>3</sup>			20°С ва Р <sub>абс.</sub> =0,1 МПа с <sub>p</sub> , КЖ/(кг·К)	°С	кЖ/кг	μ 10 <sup>6</sup> Па·с
Азот	N <sub>2</sub>	1,25		28	1,05	-195,8	199,4	17,0
Аммиак	NH <sub>3</sub>	0,77		17	2,22	-33,4	1374	9,18
Аргон	Ar	1,78		39,9	0,53	-185,9	163	20,9
Ацетилен	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1,17		26	1,68	-83,7	830	9,35
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	-		78,1	1,25	80,2	394	7,20
Буган	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,67		58,1	1,92	-0,5	387	8,10
Хаво	-	1,29		29	1,01	-195	197	17,3
Водород	H <sub>2</sub>	0,09		2,02	14,3	-252,8	455	8,42
Гелий	He	0,18		4	5,28	-268,9	19,5	18,8
Азот диоксиди	NO <sub>2</sub>	-		46	0,804	21,2	712	-
Олтингург диоксиди	SO <sub>2</sub>	2,93		64,1	0,633	-10,8	394	11,7
Углерод диоксиди	CO <sub>2</sub>	1,98		44,0	0,838	-78,2	574	13,7
Кислород	O <sub>2</sub>	1,43		32	0,912	-183	213	20,3
Метан	CH <sub>4</sub>	0,72		16	2,23	-161,6	511	10,3
Углерод оксиди	CO	1,25		28	1,05	-191,5	212	16,6
Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	-		72,2	1,72	36,1	360	8,74
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2,02		44,1	1,87	-42,1	427	7,95
Пропилен	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	1,91		42,1	1,63	-47,7	440	8,35
Водород сульфид	H <sub>2</sub> S	1,54		34,1	1,06	-60,2	548	11,66
Хлор	Cl <sub>2</sub>	3,22		70,9	0,484	-33,8	306	12,9
Хлорли метил	CH <sub>3</sub> Cl	2,30		50,5	0,742	-21,4	406	9,09
Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,36		30,1	1,73	-88,5	486	8,50
Этилен	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1,26		28,1	1,53	-103,7	482	9,85

## Динамик ковушқоклик коэффициентининг температурага боғликлги

Модда	Динамик ковушқоклик коэффициенти $\mu \cdot 10^3$ , Па·с							
	-20°C	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	120°C
Азот кислота, 100%	1,49	1,05	0,80	0,64	0,50	0,39	0,35	0,31
« « 50%	-	3,05	1,88	1,28	0,90	0,68	0,53	0,44
Суюк аммиак	0,26	0,24	0,226	0,28	0,19	-	-	-
Амиакли сув 25%	-	-	1,30	0,85	0,60	0,42	0,32	0,23
Анилин	-	10,2	4,40	2,30	1,50	1,10	0,80	0,59
Ацетон	0,5	0,44	0,36	0,32	0,23	0,20	0,17	0,15
Бензол	-	0,91	0,65	0,49	0,39	0,33	0,26	0,22
Бутил спирти	10,3	5,19	2,95	1,78	1,14	0,76	0,54	0,38
Сув	-	1,79	1,00	0,65	0,47	0,36	0,28	0,23
Гексан	0,48	0,39	0,32	0,26	0,22	0,19	0,16	0,13
Глицерин , 50%	-	12	6,05	3,50	2	1,20	0,73	0,45
Олтингугурт диоксиди	0,46	0,37	0,304	-	-	-	-	-
Дихлорэтан	1,54	1,08	0,84	0,65	0,51	0,42	0,36	0,31
Диэтил эфири	0,36	0,29	0,24	0,20	0,17	0,14	0,12	0,10
Изопропил спирти	10,1	4,60	2,39	1,33	0,80	0,52	0,38	0,29
Хлорли кальций, 25%	10,6	4,47	2,74	1,85	-	-	-	-
Метил спирти 100%	1,16	0,82	0,58	0,45	0,35	0,29	0,24	0,21
Метил спирти 40%	-	3,65	1,84	-	-	-	-	-
Чумоли кислота	-	-	1,78	1,22	0,89	0,68	0,54	0,4
Натрий ишқори, 50%	-	-	-	25	8,03	5,54	3,97	3,42
« « 40%	-	-	40	14	5,54	107	2,72	2,37
« « 30%	-	-	13	6,30	3,62	95,3	1,82	1,71
« « 20%	-	-	4,48	2,48	2,16	83,2	1,15	1,08
« « 10%	-	-	1,86	1,16	1,27	73	0,65	0,60
Хлорли натрий, 20%	-	2,67	1,56	1,03	0,74	0,57	0,46	0,38
Нитробензол	-	3,09	2,01	1,44	1,09	0,87	0,70	0,58
Октан	0,97	0,70	0,54	0,43	0,35	0,29	0,24	0,21
Олеум	-	95	36,6	20,8	9	5,30	-	-
Сульфат кислота, 98%	-	55	25,8	12,9	7,50	4,10	2,70	2
« « 92%	130	48	23,1	11,8	6,70	3,80	2,50	1,95
« « 75%	95	30	13,9	8,10	4,60	2,80	1,90	1,45
« « 60%	20	10,5	5,52	3,42	2,40	1,50	1,07	0,90
Олтингугурт углерод	0,56	0,43	0,36	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17
Хлорид кислота, 30%	-	-	1,7	1,3	-	-	-	-
Толуол	1,06	0,77	0,58	0,46	0,38	0,32	0,27	0,23
Сирка кислота, 100%	-	-	1,22	0,90	0,70	0,46	0,46	0,37
« « 50%	-	4,35	2,21	1,35	0,92	0,65	0,5	0,4
Фенол	-	-	11,6	4,77	2,56	1,59	1,05	0,78
Хлорбензол	1,48	1,06	0,80	0,64	0,52	0,435	0,37	0,32
Хлороформ	0,90	0,70	0,57	0,46	0,39	0,33	0,29	0,26
Тўрт хлорли углерод	1,90	1,35	0,97	0,74	0,59	0,472	0,387	0,323
Этилацетат	0,79	0,58	0,45	0,36	0,297	0,248	0,21	0,178
Этил спирти, 100%	2,38	1,78	1,19	0,82	0,591	0,435	0,326	0,248
« « 80%	-	3,69	2,01	1,20	0,79	0,57	0,52	0,43
« « 60%	-	3,75	2,67	1,45	0,90	0,60	0,45	0,34
« « 40%	-	7,14	2,91	1,48	0,89	0,60	0,44	0,34
« « 20%	-	5,32	2,18	1,16	0,74	0,51	0,38	0,30
Этилли эфир	0,364	0,296	0,243	0,199	0,166	0,14	0,118	0,10

## Суюқлик ва сувли эритмалар сиртий таранглигининг температурага боғлиқлиги

Модда	Сиртий таранглик $\sigma \cdot 10^3$ , Н/м							
	-20°C	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	120°C
Азот кислота, 100%	48,3	44,8	41,4	38,2	35,2	32,4	29,8	27,4
« « 50%	-	68,2	65,4	62,2	58,8	55,2	51,5	47,5
Суюқ амиак	38	27	21,2	16,8	12,8	-	-	-
Амиакли сув 25%	-	65,7	62,9	59,7	56,3	52,7	49	45
Анилин	-	-	42,9	40,6	38,3	36	33,7	31,4
Ацетон	28,7	26,2	23,7	21,2	18,6	16,2	13,8	11,4
Бензол	-	31,7	29	26,3	23,7	21,3	18,8	16,4
Бутил спирти	28	26,2	24,6	22,9	21,2	19,5	17,8	16
Сув	-	75,6	72,8	69,6	66,2	62,6	58,9	54,9
Гексан	22,6	20,5	18,4	16,3	14,2	12,1	10	7,9
Глицерин , 50%	-	72,4	69,6	66,4	63	59,4	55,7	51,7
Олтингугурт диоксида	31	26,8	22,7	18,8	14,8	-	-	-
Диэтил эфир	22	19,5	17	14,6	12,4	10,2	8	6,1
Дихлорэтан	37,8	35	32,2	29,5	26,7	24	21,3	18,6
Изопропил спирти	24,7	23,2	21,7	20,1	18,5	17	15,5	14
Хлорли кальций, 25%	89,4	86,6	83,8	80,6	77,2	73,6	69,9	65,9
Метил спирти 100%	26,6	24,5	22,6	20,9	19,3	17,6	15,7	13,6
Чумоли кислота	-	39,8	37,6	35,5	33,3	31,2	29	26,8
Натрий ишқори, 50%	-	-	130	130	129	129	128	128
« « 40%	-	-	108	108	107	107	106	106
« « 30%	-	-	97	96,4	95,8	95,3	94,4	93,6
« « 20%	-	-	85,8	85	84,7	83,2	81,3	79,6
« « 10%	-	-	77,3	76,1	75	73	70,7	69
Хлорли натрий, 20%	-	82,6	79,8	76,6	73,2	69,6	65,9	61,9
Нитробензол	-	46,4	43,9	41,4	39	36,7	34,4	32,2
Октан	25,8	23,8	21,8	19,8	17,9	15,9	13,9	11,9
Сульфат кислота, 98%	-	55,9	55,1	54,3	53,7	53,1	52,5	51,9
« « 92%	63	61,9	60,9	60,9	60,3	59,7	59,1	58,5
« « 75%	74,1	73,6	73,1	72,6	72,1	71,6	71,1	70,6
« « 60%	77,3	76,7	76,1	75,4	74,5	73,6	72,7	71,8
Олтингугурт углерод	38,3	35,3	32,3	29,4	26,5	23,6	20,7	17,8
Хлорид кислота, 30%	-	72,6	69,8	66,6	63,2	59,6	55,9	51,9
Толуол	33	30,7	28,5	26,2	23,8	21,5	19,4	17,3
Сирка кислота, 100%	-	29,7	27,8	25,8	23,8	21,8	19,8	18
« « 50%	-	43	40	37	33	30	27	24
Фенол	-	43,1	40,9	38,8	36,6	34,4	32,2	30
Хлорбензол	38,4	36	33,6	31,1	28,8	26,5	24,1	21,8
Хлороформ	32,8	30	27,2	24,4	21,7	19	16,3	13,6
Тўрт хлорли углерод	31	29,5	26,9	24,5	22	19,6	17,3	15,1
Этилацетат	29,5	26,9	24,3	21,7	19,2	16,8	14,4	12,1
Этил спирти, 100%	25,7	25,7	24	22,3	20,6	19	17,3	15,5
« « 80%	-	26	25	23	21	20	18	16
« « 60%	-	28	27	25	23	22	20	18
« « 40%	-	32	30	28	26	24	22	19
« « 20%	-	40	38	36	33	31	29	27

## Суюклик ва сувли эритмалар иссиклик ўтказувчанлик коэффициентлари

Модда	Концентрация, %(масс.)	Температура, °C	Иссиклик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/м·К
BaCl <sub>2</sub>	21	32	0.58
KBr	40	32	0.53
KOH	21	32	0.58
	42	32	0.55
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	32	0.60
KCl	15	32	0.58
	30	32	0.56
MgSO <sub>4</sub>	22	32	0.59
MgCl <sub>2</sub>	11	32	0.58
	29	32	0.52
CuSO <sub>4</sub>	18	32	0.58
NaBr	20	32	0.57
	40	32	0.54
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10	32	0.58
NaCl	12.5	32	0.58
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30	32	0.52
	60	32	0.44
	90	32	0.35
HCl	12.5	32	0.52
	25	32	0.48
	38	32	0.44
Суюқ аммиак	100	0	0.541
	100	100	0.314
Дихлорэтан	100	0	0.1396
Сирка кислота	50	0	0.314
	50	100	0.477
Хлорбензол	100	0	0.132
	100	100	0.1128
Хлороформ	100	0	0.142
	100	100	0.0919

**И9 – жадвал**

$P_{абс}=1$  да газларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари

Газ	Температура, °С			
	0	50	100	200
Азот	0.0233	0.0267	0.0314	0.0384
Аммиак	0.0209	0.0256	0.0314	-
Водород	0.1628	0.1861	0.2210	0.2559
Сув буғи	0.0163	0.0198	0.0244	0.0326
Ҳаво	0.0244	0.0279	0.0326	0.0395
Кислород	0.0244	0.0291	0.0326	0.0407
Метан	0.0302	0.0361	0.0465	-
Углерод оксиди	0.0221	0.0244	-	-
Углерод диоксиди	0.0140	0.0186	0.0233	0.0314
Этан	0.0174	0.0233	0.0314	-
Этилен	0.0163	0.0209	0.0267	-

**И10 – жадвал**

Суюқликларнинг ҳажмий кенгайиш коэффициентлари (~20°C)

Суюқлик	$\beta \cdot 10^5$ , 1/К	Суюқлик	$\beta \cdot 10^5$ , 1/К
Бензин	125	Пентан	159
Глицерин	53	CaCl <sub>2</sub> , 6%-ли эритмаси	25
Керосин	100	CaCl <sub>2</sub> , 41%-ли эритмаси	46
$\mu$ -ксилол	101	NaCl, 26%-ли эритмаси	44
Оливка мойи	70	Скипидар	94
Парафин мойи	90	Амил спирти	93

**И11 – жадвал**

Суюқлик ва сувли эритмалар ҳажмий кенгайиш коэффициенти  $\beta$  нинг температурага боғлиқлиги

Модда	$\beta \cdot 10^3$							
	-20°C	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	120°C
Азот кислота, 50%	-	0,84	0,88	0,92	0,97	1,03	1,09	-
Суюқ аммиак	1,84	2,15	2,42	2,80	3,20	4,30	6,20	14,5
Анилин	-	0,83	0,84	0,86	0,88	0,91	0,95	1,01
Ацетон	1,31	1,35	1,43	1,52	1,62	1,88	2,00	2,12
Бензол	-	1,18	1,22	1,26	1,30	1,37	1,43	1,57



## И12 – жадвал

## Атмосфера босимида қайнайдиған айрим сувли эритмалар концентрациялари

Модда	Қайнаш температураси, °С								
	101	102	103	104	105	107	110	115	120
CaCl <sub>2</sub>	5.660	10.31	14.16	17.36	20.00	24.24	29.33	35.68	40.83
KOH	4.490	8.510	11.97	14.82	17.01	20.88	25.65	31.97	36.51
KCl	8.420	14.31	18.96	23.02	26.57	32.62	-	-	-
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10.31	18.37	24.24	28.57	32.24	37.69	43.97	50.86	56.04
KNO <sub>3</sub>	13.19	23.66	32.23	39.20	45.10	54.65	65.34	79.53	-
MgCl <sub>2</sub>	4.670	8.420	11.66	14.31	16.59	20.32	24.41	29.48	33.07
MgSO <sub>4</sub>	14.31	22.78	28.31	32.23	35.32	42.86	-	-	-
NaOH	4.120	7.400	10.15	12.51	14.53	18.32	23.08	26.21	33.77
NaCl	6.19	11.03	14.67	17.69	20.32	25.09	-	-	-
NaHO <sub>3</sub>	8.260	15.61	21.87	27.53	32.43	40.47	49.87	60.94	68.94
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15.26	24.81	30.73	-	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	9.420	17.22	23.72	29.18	33.86	-	-	-	-
CuSO <sub>4</sub>	26.95	39.98	40.83	44.47	-	-	-	-	-
ZnSO <sub>4</sub>	20.00	31.22	37.89	42.92	46.15	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	9.090	16.66	23.08	29.08	34.21	42.92	51.92	63.24	71.26
NH <sub>4</sub> Cl	6.100	11.35	15.96	19.80	22.89	28.37	35.98	46.95	-
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13.34	23.14	30.65	36.71	41.79	49.73	-	-	-

Модда	Қайнаш температураси, °С								
	125	140	160	180	200	220	240	260	300
CaCl <sub>2</sub>	45,80	57,89	68,94	75,85	-	-	-	-	-
KOH	40,23	48,05	54,89	60,41	64,91	68,73	72,46	75,76	81,63
KCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	60,40	-	-	-	-	-	-	-	-
KNO <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgCl <sub>2</sub>	36,02	38,61	-	-	-	-	-	-	-
MgSO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NaOH	37,58	48,32	60,13	69,97	77,53	84,03	88,89	93,02	98,47
NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NaHO <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CuSO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZnSO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	9.090	16.66	23.08	29.08	34.21	42.92	51.92	63.24	71.26
NH <sub>4</sub> Cl	6.100	11.35	15.96	19.80	22.89	28.37	35.98	46.95	-
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13.34	23.14	30.65	36.71	41.79	49.73	-	-	-

## Температуралар -20 дан 100°C ача ўзгарганда тўйинган сув буғининг босими

$t$ , °C	$P$ , мм.рт.ст.	$t$ , °C	$P$ , мм.рт.ст.	$t$ , °C	$P$ , мм.рт.ст.	$t$ , °C	$P$ , мм.рт.ст.	$t$ , °C	$P$ , мм.рт.ст.
-20	0,772	5	6,540	30	31,82	55	118,0	80	355,1
-19	0,850	6	7,010	31	33,70	56	123,8	81	369,7
-18	0,935	7	7,510	32	35,66	57	129,8	82	384,9
-17	1,027	8	8,050	33	37,73	58	136,1	83	400,6
-16	1,128	9	8,610	34	39,90	59	142,6	84	416,8
-15	1,238	10	9,210	35	42,18	60	149,4	85	433,6
-14	1,357	11	9,840	36	44,56	61	156,4	86	450,9
-13	1,486	12	10,52	37	47,07	62	163,8	87	468,7
-12	1,627	13	11,23	38	49,65	63	171,4	88	487,1
-11	1,780	14	11,99	39	52,44	64	179,3	89	506,1
-10	1,946	15	12,79	40	55,32	65	187,5	90	525,8
-9	2,125	16	13,63	41	58,34	66	196,1	91	546,1
-8	2,321	17	14,53	42	61,50	67	205,0	92	567,0
-7	2,532	18	15,48	43	64,80	68	214,2	93	588,6
-6	2,761	19	16,48	44	68,26	69	223,7	94	610,9
-5	3,008	20	17,54	45	71,88	70	233,7	95	633,9
-4	3,276	21	18,65	46	75,65	71	243,9	96	657,6
-3	3,566	22	19,83	47	79,60	72	254,6	97	682,1
-2	3,879	23	21,07	48	83,71	73	265,7	98	707,3
-1	4,216	24	22,38	49	88,02	74	277,2	99	733,2
0	4,579	25	23,76	50	92,51	75	289,1	100	760,0
+1	4,930	26	25,21	51	97,20	76	301,4	-	-
2	5,290	27	26,74	52	102,1	77	314,1	-	-
3	5,690	28	28,35	53	107,2	78	327,3	-	-
4	6,100	29	30,04	54	112,5	79	341,0	-	-

## И14 – жадвал

$P_{абс}=1$  да айрим бинар системалар учун суюклик ва буғнинг мувозанат таркиблари

Метил спирт - сув			Хлороформ - бензол		
t, °C	% (мол.) метил спирти		t, °C	% (мол.) хлороформ	
	суюклик учун	буғ учун		суюклик учун	буғ учун
100.0	0	0	80.6	0	0
96.4	2	13.4	79.8	8	10
93.5	4	23.0	79.0	15	20
91.2	6	30.4	78.2	22	30
87.7	10	41.8	77.3	29	40
81.7	20	57.9	76.4	36	50
78.0	30	66.5	75.3	44	60
75.3	40	72.9	74.0	54	70
73.1	50	77.9	71.9	66	80
71.2	60	82.5	68.9	79	90
69.3	70	87.0	61.4	100	100
67.5	80	91.5	-	-	-
66.0	90	95.8	-	-	-
64.5	100	100	-	-	-
Сув – сирка кислота			Азот - кислород		
t, °C	% (мол.) сув		t, °C	% (мол.) азот	
	суюклик учун	буғ учун		суюклик учун	буғ учун
118.1	0	0	90.1	0	0
115.4	5	9.2	89.5	3.5	13.0
113.8	10	16.7	89	6.2	20.2
110.1	20	30.2	88	11.5	30.4
107.5	30	42.5	87	17.1	39.7
105.8	40	53.0	86	22.2	47.8
104.4	50	62.6	85	27.7	55.7
103.2	60	71.6	84	33.8	63.1
102.1	70	79.5	83	40.5	70.1
101.3	80	86.4	82	47.8	76.4
100.6	90	93.0	81	56.6	82.3
100.0	100	100	80	66.6	88.0
-	-	-	79	78.4	93.2
-	-	-	78	91.9	97.8
-	-	-	77.3	100	100

## И15 – жадвал

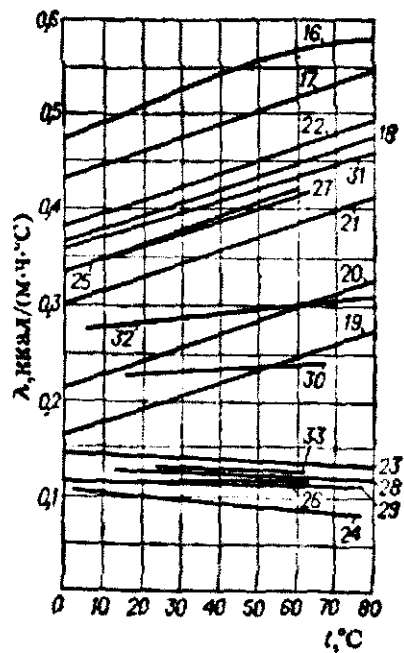
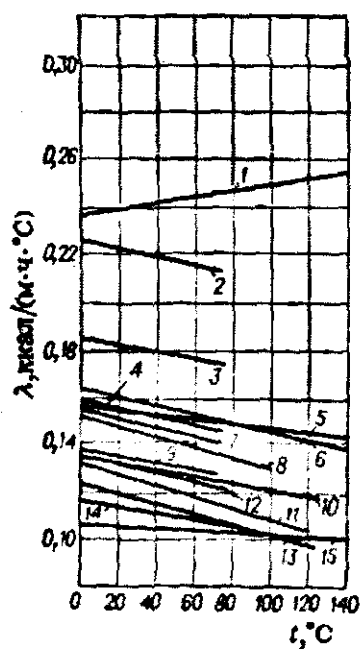
Айрим суюкликларнинг ўртача солиштирма иссиқлик сиғимлари

Номи	c, кЖ/кг·К	Номи	c, кЖ/кг·К
Суюк азот	2,01	Суюк кислород	1,68
Азот кислота	2,77	Машина мойи	1,68
Аммиак	4,19	Нитробензол	1,38
Бензин	1,84	Олтингугурт ангидриди	1,34
Гексан	2,51	Скипидар	1,76
Керосин	2,10	Фенол	2,35

## Тўйинган сув буги хоссаларининг температурага боғлиқлиги

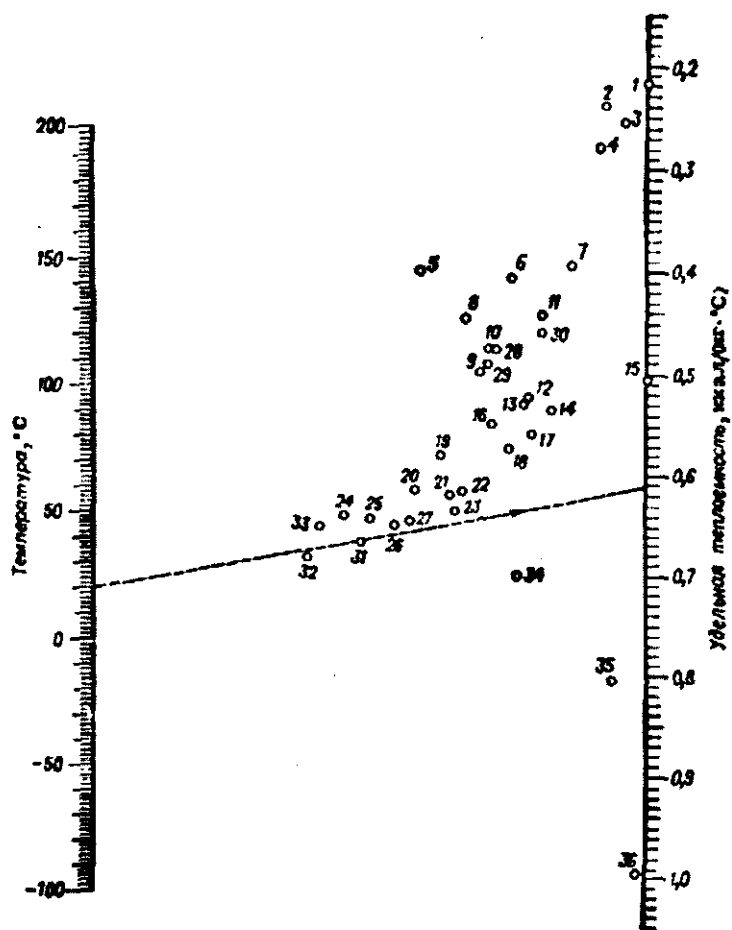
Темпе- ратура, °C	Босим (абсолют) $p$ , кг·к/м <sup>2</sup>	Солиштира хажм, $v$ , м <sup>3</sup> /кг	Зичлик $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Суюқлик энталпияси $i'$ , кЖ/кг	Буг энталпияси $i''$ , кЖ/кг	Буг хосил бўл. сол. иссиқлиги $r$ , кЖ/кг
0	0,0062	206,5	0,00484	0	2493,1	2493,1
5	0,0089	147,1	0,00680	20,95	2502,7	2481,7
10	0,0125	106,4	0,00940	41,90	2512,3	2470,4
15	0,0174	77,9	0,01283	62,85	2522,4	2459,5
20	0,0238	57,8	0,01729	83,80	2532,0	2448,2
25	0,0323	43,40	0,02304	104,75	2541,7	2436,9
30	0,0433	32,93	0,03036	125,70	2551,3	2425,6
35	0,0573	25,25	0,03960	146,65	2561,0	2414,3
40	0,0752	19,55	0,05114	167,60	2570,6	2403,0
45	0,0977	15,28	0,06543	188,55	2579,8	2391,3
50	0,1258	12,054	0,0830	209,50	2589,5	2380,0
55	0,1605	9,589	0,1043	230,45	2598,7	2368,2
60	0,2031	7,687	0,1301	251,40	2608,3	2356,9
65	0,25500	6,209	0,1611	272,35	2617,5	2345,2
70	0,3177	5,052	0,1979	293,30	2626,3	2333,0
75	0,393	4,11139	0,2416	314,3	2636	2321
80	0,483	3,414	0,2929	335,2	2644	2310
85	0,590	2,832	0,3531	356,2	2653	2297
90	0,715	2,365	0,4229	377,1	2662	2285
95	0,862	1,985	0,5039	398,1	2671	2273
100	1,033	1,675	0,5970	419,0	2679	2260
105	1,232	1,421	0,7036	440,4	2687	2248
110	1,461	1,212	0,8254	461,3	2696	2234
115	1,724	1,038	0,9635	482,7	2704	2221
120	2,025	0,893	1,1199	504,1	2711	2207
125	2,367	0,7715	1,296	525,4	2718	2194
130	2,755	0,6693	1,494	546,8	2726	2179
135	3,192	0,5831	1,715	568,8	2726	2179
140	3,685	0,5096	1,962	589,5	2740	2150
145	4,238	0,4469	2,238	611,3	2747	2125
150	4,855	0,3933	2,543	632,7	2753	2120
160	6,303	0,3075	3,252	654,1	2765	2089
170	8,080	0,2431	4,113	719,8	2776	2056
180	10,23	0,1944	5,145	763,8	2785	2021
190	12,80	0,1568	6,378	808,3	2792	1984
200	15,85	0,1276	7,840	852,7	2798	1945
210	19,53	0,1045	9,567	897,9	2801	1904
220	23,66	0,0862	11,600	943,2	2803	1860
230	28,53	0,07155	13,98	989,3	2802	1813
240	34,13	0,05967	16,76	1035	2799	1763
250	40,55	0,04998	20,01	1082	2792	1710
260	47,85	0,04199	23,82	1130	2783	1653
270	56,11	0,03538	28,27	1178	2770	1593
280	65,42	0,02988	33,47	1226	2754	1528
290	75,88	0,02525	39,60	1275	2734	1459
300	87,6	0,02131	46,93	1327	2710	1384
310	100,7	0,01799	55,59	1380	2682	1302
320	115,2	0,01516	65,95	1437	2650	1213
330	131,3	0,01273	78,53	1498	2613	1117
340	149,0	0,01064	93,98	1564	2571	1009
350	168,6	0,00884	113,2	1638	2519	881,2
360	190,3	0,00716	139,6	1730	2444	713,6
370	214,5	0,00585	171,0	1890	2304	411,5
374	225	0,00310	322,6	2100	2100	400,0

## Айрим суюкликларнинг исиклик ўтказувчанлик коэффициентлари



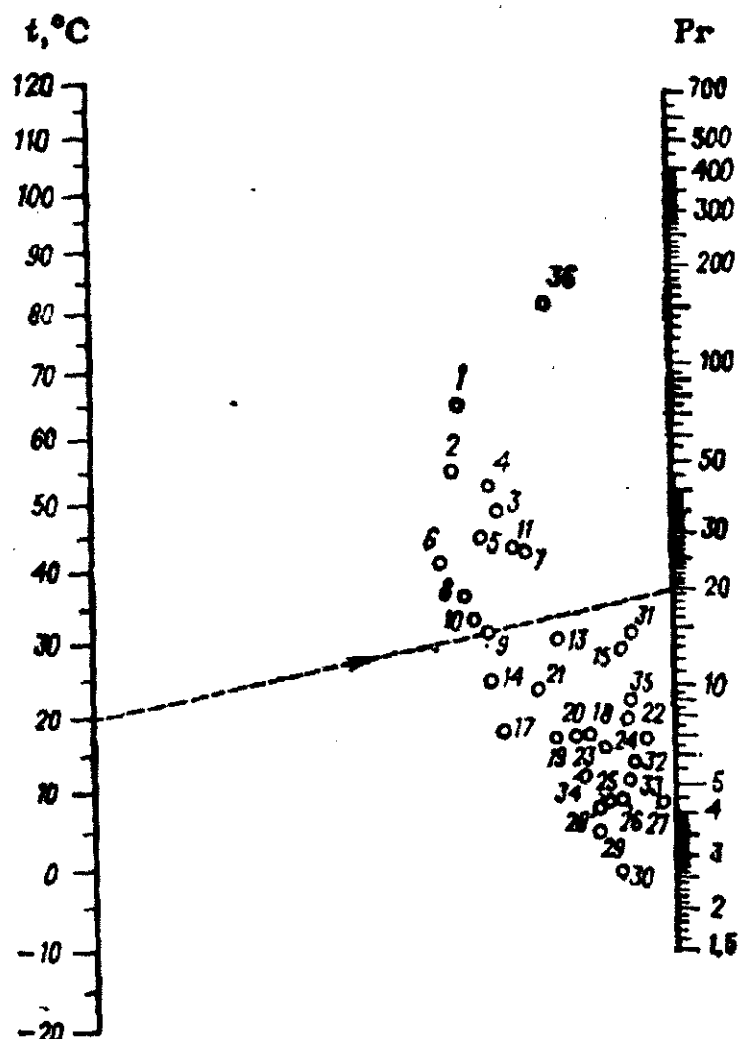
Модда	Чизик раками	Модда	Чизик раками
Аммиак, 26%	31	Чумоли кислота	2
Анилин	6	Нитробензол	10
Ацетон	8	Октан	33
Бензол	11	Сульфат кислота, 98%	30
Бутил спирти	9	Сероуглерод	23
Вазелин мойи	15	Хлорид кислота, 30%	27
Сув	16	Толуол	13
Гексан	26	Сирка кислота	7
Сувсиз глицерин	1	Хлорли калций, 25%	17
« 50%	25	Хлорли натрий, 25%	18
Диэтилли эфир	29	Тўрт хлорли углерод	24
Изопропил спирти	12	Этил спирти, 100%	4
Касторовое масло	5	Этил спирти, 80%	19
Керосин	28	Этил спирти, 60%	20
Ксилол	14	Этил спирти, 40%	21
Метил спирти 100%	3	Этил спирти, 20%	22
Метил спирти 40%	32		

## Суюкликларнинг иссиқлик сиғимларини аниқлаш номограммаси



Модда	Нукта раками	Модда	Нукта раками
Амилацетат	12	Метил спирти	23
Анилин	14	Октан	15
Ацетон	18	Пропил спирт	25
Бензол	29	Сульфат кислота, 100%	7
Бромли этил	1	Олтингугурт углероди	4
Бутил спирти	24	Хлорид кислота, 30%	26
Вода	36	Толуол (от - 60 до 40 °С)	28
Гептан	18	Толуол (- 40...100°C)	30
Глицерин	21	Сирка кислота 100%	16
Дифенил	8	Хлорбензол	6
Диэтил эфир	17	Хлорли кальций, 25%	34
Изобутил спирти	33	Хлорли натрий 25%	35
Изопентан	20	Хлорли этил	11
Изопропанол (0...+50)	32	Хлороформ	3
Изопропанол (-50...0)	27	Тўрт хлорли углерод	2
Иодли этил	5	Этилацетат	13
o - и m - ксилол	9	Этиленгликоль	22
n - ксилол	10	-	-

## Суюкликлар учун Pr критерийсининг қийматлари



Модда	Нукта рақами	Модда	Нукта рақами
Амилацетат	31	Октан	33
Аммиак 26%	14	Пентан	26
Анилин	5	Сульфат кислота, 111%	1
Ацетон	25	Сульфат кислота, 98%	2
Бензол	22	Сульфат кислота, 60%	4
Бромли этил	29	Олтингугурт углероди	30
Бутил спирт	11	Хлорид кислота, 30%	21
Сув	17	Толуол	23
Гептан	32	Сирка кислота 100%	15
Диэтил эфир	28	Сирка кислотаи 50%	9
Глицерин 50%	6	Хлорбензол	35
Изобутил спирти	3	Хлороформ	34
Изопропил спирти	7	Тўрт хлорли углерод	18
Иодли этил	27	Этилацетат	24
Ксилол	19	Этиленгликоль	36
Метил спирти, 100%	20	Этил спирти, 100%	4
Метил спирти, 40%	10	Этил спирти, 80%	19

## Айрим органик суюкликларнинг физик хоссалари

Суюклик	Кимёвий формула	Моль масса, кг/кмоль	Зичлик, кг/м <sup>3</sup>	Қайнаш температураси, °С	20°С да тўйинган буг босими, мм.с.и.м.уст.	Эриш температураси °С
Ацетон	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	58,08	810	56	186	-94,3
Бензин	-	-	690...760	70...120	-	-
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78,11	900	80,2	75	+5,5
Дихлорэтан	CH <sub>2</sub> Cl-CH <sub>2</sub> Cl	98,97	1250	83,7	65	-
Изопропилацетат	CH <sub>3</sub> COOC <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	130,18	870	142,5	6	-
Ксилол (аралашма) лар	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	106,16	860	136...145	10	-13...-48
Метилацетат	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub>	74,08	930	57,5	170	-
Пропилацетат	CH <sub>3</sub> COOC <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	102,13	890	101,6	25	-
Олтингугуртли углерод	CS <sub>2</sub>	76,13	1290	46,3	298	-112
Скипидар	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136,1	850...880	155...190	4	-
Бутил спирт	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	74,12	810	117,7	4,7	-90
Изоамил спирт	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	88,15	810	132	2,2	-117
Изобутил спирт	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	74,12	880	108	8,8	-108
Изопропил спирт	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	60,06	785	82,4	32,4	-89
Метил спирт	CH <sub>3</sub> OH	32,04	800	64,7	97,7	-98
Пропил спирт	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	60,09	800	97,2	14,5	-126
Этил спирт	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46,07	790	78,3	44	-114,5
Толуол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	92,13	870	110,8	22,3	-95
Турт хлорли углерод	CCl <sub>4</sub>	153,84	1630	76,7	90,7	-22,8
Хлороформ	CHCl <sub>3</sub>	119,38	1530	61,2	160	-
Этилацетат	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	88,10	900	77,15	73	-83,6
Диэтил эфири	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	74,12	710	34,5	442	-116,3

Металл ва қотишмаларнинг зичлиги  $\rho$  ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти  $\lambda$ 

т/р	Материал	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/(м·К)
1.	Алюминий	2700	180
2.	Мис	8900	384
3.	АМц	2800	186
4.	Д1М	2800	170
5.	Латунь	8500	85
6.	Мельхиор	8800	37,1
7.	МНЖ-5	8900	127
8.	1X18H9T	7900	15



**И22 – жадвал**

**Иссиқлик бериш коэффициентининг тахминий қийматлари**

т р	Иссиқлик алмашиниш тури	$\alpha$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
1.	Газлар, табиий конвекция ва атмосфера босимида	5...15
2.	Газлар, трубада ёки улар орасида мажбурий конвекция ва атмосфера босимида	30...100
3.	Сув, табиий конвекцияда	300...800
4.	Сув, трубада ёки улар орасида ҳаракатланганда	1000...10000
5.	Ковушқок суюқликлар трубада ҳаракатланганда	200...2000
6.	Сув, пуфакчали кайнаш	2000...25000
7.	Сув буғининг юққа қатламли конденсацияси	4000...15000
8.	Сув буғининг томчили конденсацияси	30000...120000
9.	Органик суюқлик буғининг конденсацияси	500...2000

**И23 - жадвал**

**Иссиқлик элткичларнинг тавсия этиладиган тезликлари**

Суюқликлар учун						
Ковушқоклик, Па·с	1,5	0,5-1,0	0,1-0,5	0,035-0,1	0,001-0,035	0,1-0,5
Чизикли тезлик, м/с	0,6	0,75	0,85	1,5	1,8	2,4
Газ ва буғлар учун						
Босим, МПа	Молекуляр масса					
	18	29	44	100	200	400
0,17	36	25	21	15	12	10,5
0,45	18	15	12	9	7	6,0
0,80	15	12	9	7	5,5	5,0
3,60	10	8,5	6	5	4,0	3,5
7,00	9	7,5	5	4	-	-

**И24 - жадвал**

**Труба ички юзасининг нисбий ғадир-будурлик қийматлари**

Труба характеристикаси	$\Delta/d$ - нисбий ғадир-будурлик
Янги, чоксиз пўлат трубалар	200
Оз миқдорда ифлосланиш ёки коррозия	100
Ўртача ифлосланиш ёки коррозия	50
Кўп миқдорда ифлосланиш ёки коррозия	30

**И25 -жадвал**

**Маҳаллий қаршилик коэффициентлари**

Маҳаллий гидравлик қаршиликлар	Сон қийматлари
Таксимлаш камерасига кириш ёки чиқиш ва 90° бурилиш	1,5
Труба ўрамага кириш ёки чиқиш	1,0
Кўп йўлли қурилма таксимлаш камераси ёки орка днишчесида 180° га бурилиш	2,5
Штуцерлар таъсири	1,5
U-симон трубаларда 180° га бурилиш	0,5

## И26 - жадвал

20x2 мм трубади ТН иситкич ва ХН совуткичларининг  
асосий характеристикалари (ГОСТ 15118-79, ГОСТ 15120-79, ГОСТ 12122-79).

Қобик диаметри, $D_{иш}$ , мм	Труба- лар умумий сони	Қуйидаги труба узунлик $L$ лари учун иссиқлик алмашиниш юзаси $F$ , м <sup>2</sup>							Ўтиш кесимининг юзаси, м <sup>2</sup>		Ўрамда труба қатор. сони, дона	Тўсиқлар ораси- даги масофа, мм
		1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	$S_{тпр}$ 10 <sup>2</sup>	$S_{траб}$ 10 <sup>2</sup>		
Бир йўлли қурилмалар учун												
159	19	1,0	2,0	2,5	3,5	-	-	-	0,4	0,5	5	100
273	61	4,0	6,0	7,5	11,5	-	-	-	1,2	1,0	9	130
325	100	-	9,5	12,5	19,5	25	-	-	2,0	2,0	11	180
400	181	-	-	23	34	46	68	-	3,6	2,5	15	250
600	389	-	-	49	73	98	147	-	7,8	6,6	21	300
800	717	-	-	90	135	180	270	405	14,4	9,1	29	350
1000	1173	-	-	-	221	295	442	663	23,6	15,6	37	520
1200	1701	-	-	-	-	427	641	961	34,2	18,7	35	550
Икки йўлли қурилмалар учун												
325	90	-	8,5	11	17	22,5	-	-	0,9	1,6	10	180
400	166	-	-	21	31	42	63	-	1,7	3,0	14	250
600	370	-	-	47	70	93	139	-	3,7	4,8	20	300
800	690	-	-	87	130	173	260	390	6,9	7,0	28	350
1000	1138	-	-	-	214	286	429	643	11,4	14,6	36	520
1200	1658	-	-	-	-	417	625	937	16,5	17,6	44	550
Тўрт йўлли қурилмалар учун												
600	334	-	-	42	63	84	126	-	1,6	4,8	18	300
800	638	-	-	80	120	160	240	361	3,0	7,0	26	350
1000	1072	-	-	-	202	269	404	606	5,1	14,6	34	520
1200	1580	-	-	-	-	397	595	893	7,9	17,6	42	550
Олти йўлли қурилмалар учун												
600	316	-	-	40	60	79	119	-	0,9	4,8	18	300
800	616	-	-	78	116	155	233	349	2,0	7,0	26	350
1000	1044	-	-	-	197	262	393	590	3,4	14,6	34	520
1200	1544	-	-	-	-	388	582	873	5,2	16,5	42	550

$h$  – тўсиқлар орасидаги масофа;

## И27 -жадвал

25x2 мм трубади ТН, ТК иситкич ва ХН, ХК совуткичларининг  
асосий характеристикалари (ГОСТ 15118-79, ГОСТ 15120-79, ГОСТ 12122-79).

Қобик диаметри, $D_{иш}$ , мм	Труба- лар умумий сони	Қуйидаги труба узунлик $L$ лари учун иссиқлик алмашиниш юзаси $F$ , м <sup>2</sup>							Ўтиш кесимининг юзаси, м <sup>2</sup>		Ўрамда труба қатор. сони, дона	Тўсиқлар ораси- даги масофа, мм
		1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	$S_{тпр}$ 10 <sup>2</sup>	$S_{траб}$ 10 <sup>2</sup>		
Бир йўлли қурилмалар учун												
159*	13	1,0	1,5	2,0	3,0	-	-	-	0,5	0,8	5	100
273*	37	3,0	4,5	6,0	9,0	-	-	-	1,3	1,1	7	130
325*	62	-	7,5	10,0	14,5	19,5	-	-	2,1	2,9	9	180
400	111	-	-	17	26	35	52	-	3,8	3,1	11	250
600	257	-	-	40	61	85	121	-	8,9	5,3	17	300
800	466	-	-	73	109	146	219	329	16,1	7,9	23	350
1000	747	-	-	-	176	235	352	528	25,9	14,3	29	520

1200	1083	-	-	-	-	340	510	765	37,5	17,9	35	550
Икки йўлли қурилмалар учун												
325*	56	-	6,5	9,0	13,0	17,5	-	-	1,0	1,5	8	180
400	100	-	-	16	24	31	47	-	1,7	2,5	10	250
600	240	-	-	38	57	75	113	-	4,2	4,5	16	300
800	442	-	-	69	104	139	208	312	7,7	7,0	22	350
1000	718	-	-	-	169	226	338	507	12,4	14,3	28	520
1200	1048	-	-	-	-	329	494	740	17,9	17,9	34	550
Тўрт йўлли қурилмалар учун												
600	240	-	-	32	49	65	97	-	1,8	4,5	14	300
800	442	-	-	63	95	127	190	285	3,0	7,0	20	350
1000	718	-	-	-	157	209	314	471	5,5	13,0	26	520
1200	1048	-	-	-	-	310	464	697	8,4	16,5	32	550
Олти йўлли қурилмалар учун												
600	240	-	-	31	46	61	91	-	1,1	4,5	14	300
800	442	-	-	60	90	121	181	271	2,2	7,0	20	350
1000	718	-	-	-	151	202	302	454	3,6	13,0	26	520
1200	1048	-	-	-	-	301	451	677	5,2	16,5	32	550

\* - қобикнинг ташқи диаметри (трубадан ясалган)

**И28 - жадвал**  
**25x2 мм трубади ИН, ИК бугланиш ва КН, КК конденсаторларининг**  
**асосий характеристикалари (ГОСТ 15119-79, ГОСТ 15121-79).**

Қобик ички диаметри $D_{иц}$ мм	Трубалар сони		Қуйидаги труба узунликлари учун иссиқлик алмашилиш юзаси $F$ , м <sup>2</sup>					Қури лма тури	Ўтиш кесимининг юзаси, м <sup>2</sup>		Сегмент ватарига диагонал бўйича масофа, мм	Қобик ва труба орасида рухсат этилган температура- лар фарқи, °С
	умумий	Йўллар сони					$S_{тру}$ 10 <sup>2</sup>		$S_{труб}$ 10 <sup>2</sup>			
		1	2	3	4	6						
Бир йўлли қурилмалар учун												
600	261	261	40	61	81	-	ИН, ИК	9	4,9	111	40	
800	473	473	74	112	150	-		16,7	7,7	166	40	
1000	783	783	121	182	244	-		27	12,1	194	50	
1200	1125	1125	-	260	348	-		39	16,8	222	60	
Икки йўлли қурилмалар учун												
600	244	122	-	57	76	114	КН, КК	4,2	4,9	111	40	
800	450	225	-	106	142	212		7,8	7,7	166	40	
1000	754	377	-	175	234	353		13,1	12,1	194	50	
1200	1090	545	-	-	338	509		18,9	16,8	222	60	
Тўрт йўлли қурилмалар учун												
600	210	52,5	-	49	65	98	КН, КК	1,8	4,9	111	40	
800	408	102	-	96	128	193		3,1	7,7	166	40	
1000	702	175,5	-	163	218	329		6,0	12,1	194	50	
1200	1028	257	-	-	318	479		8,5	16,8	222	60	
Олти йўлли қурилмалар учун												
600	198	33	-	46	62	93	КН, КК	1,14	4,9	166	40	
800	392	65,3	-	93	123	185		2,2	7,7	194	40	
1000	678	113	-	160	213	319		3,8	12,1	250	50	
1200	1000	166,6	-	-	314	471		5,7	16,8	305	60	

## Иссиқлик алмашиниш қурилмаларига қўйиладиган талаблар

Иссиқлик алмашиниш қурилма тип	Ясаш имконияти		Самарадорлиги				Хизмат кўрсатиш қулайлиги				Ихчамлиги ва металл тежамкорлиги	
	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	Бирлик ҳажмдаги юза	1 м <sup>2</sup> юза массаси, кг/м <sup>3</sup>
Трубали:												
Погружные	5	5	5	2	1	1	3	5	2	5	4...12	90...120
Ювилиб турувчи	5	5	5	2	1	1	3	5	5	5	3...6	45...90
Қобик трубали	5	1	5	3	4	4	5	3	3	3	18...40	35...80
Секцияли	5	3	3	5	4	1	5	3	2	3	4...15	175...200
Пластинали:												
Текис листли	5	3	5	5	5	1	2	2	1	1	10...60	5...20
Спиралсимон	5	3	5	5	5	1	2	2	1	3	34...72	30...50
Штампланган	5	1	5	5	5	3	3	3	3	3	300...600	5...10
Юмалатиб-пайванд.	5	1	5	3	3	3	1	5	1	1	-	2...2,7
Қовурғаланган:												
Қовурға трубали	5	3	5	3	3	3	5	3	3	3	300...575	2...4
Пластина қовурғали	5	3	5	3	3	3	3	3	1	1	600...1800	2...4

а – пўлат, рангли метал ва пластмассадан	е – трубалараро бўшлиқда кўп йуллик
б – чўян ва мўрт материаллардан	ж – труба ва каналлар ичини тозалаш
в – труба ва каналларда тезликлар юқори	з – труба юзаси ва каналлар ичини тозалаш
г – труба ташқарисида тезликлар юқори	и – исс.алмаш.юзасини қисман янгилаш
д – қарама-қарши ҳаракатланиши мумкин	к – таъмирлаш

## Қобик трубали иситкич штуцерларининг шартли диаметрлари

Қобик диаметри, D, мм	Трубалар бўшлиқ штуцерларининг шартли диаметри, мм				Трубалараро бўшлиқ штуцерининг шартли диаметри, мм
	Йўллар сони				
	1	2	4	6	
159	80	-	-	-	80
273	100	-	-	-	100
325	150	100	-	-	100
400	150	150	-	-	150
600	200	200	150	100	200
800	250	250	200	150	250
1000	300	300	200	150	300
1200	350	350	250	200	350
1400	-	350	250	200	-

## ИЗ1 – жадвал

## Қобик трубаи иситкичда сегмент тўсиклар сони

Қобик диаметри, $D$ , мм	Труба узунлиги (метр) куйидагича бўлганда сегмент тўсиклар сони						
	1	1,5	2	3	4	6	9
159	6	10	14	26	-	-	-
273	4	8	12	18	-	-	-
325	-	6	8	14	18	36	-
400	-	-	6	10	14	22	-
600	-	-	4	8	10	18	24
800	-	-	4	6	8	14	22
1000	-	-	-	4	6	10	16
1200	-	-	-	-	4	8	14

## ИЗ2 – жадвал

## Пўлатлар учун рухсат этилган кучланишлар

Ҳисобланган температура, °С	Ушбу русумли пўлатлар учун рухсат этилган кучланишлар $\sigma$ , МПа						
	ВСт.3	20, 20К	16ГС, 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1, 09Г2С	10Г2	12ХМ	12МХ	15ХМ
20	140	147	183	180	147	147	155
100	134	142	160	160	-	-	-
150	131	139	154	154	-	-	-
200	126	136	148	148	145	145	152
250	120	132	145	145	145	145	152
300	108	119	134	134	141	141	147
350	98	106	123	123	137	137	142
375	93	98	116	108	135	135	140
400	85	92	105	92	132	132	137
410	81	86	104	86	130	130	136
420	75	80	92	80	129	129	135
430	70	75	80	75	127	127	134
440	-	67	78	67	126	126	132
450	-	61	71	61	124	124	131
460	-	55	64	55	122	122	127
470	-	49	56	49	117	117	122
480	-	44	53	44	114	114	117
490	-	-	-	-	105	105	107
500	-	-	-	-	96	96	99
520	-	-	-	-	69	69	74
540	-	-	-	-	50	47	57
560	-	-	-	-	33	-	41

## ИЗ2 – жадвал давоми

Ҳисоблан. темпера- тура, °С	Ушбу русумли пўлатлар учун рухсат этилган кучланишлар $\sigma$ , МПа						
	15X5M	15X5M-У	08X22Н6Т 08X22Н6М2Т	03X21Н21М4ГБ	03X18Н11	03X16Н15М3	06X28МДТ 03X28МДТ
20	146	240	240	180	160	153	147
100	141	235	207	173	133	140	138
150	138	230	200	171	125	130	130
200	134	225	193	171	120	120	124
250	127	220	173	167	115	113	117
300	120	210	167	149	112	103	110
350	114	200	-	143	108	101	107
375	110	180	-	141	107	90	105
400	105	170	-	140	107	87	103
410	103	160	-	-	107	83	-
420	101	155	-	-	107	82	-
430	99	140	-	-	107	81	-
440	96	135	-	-	107	81	-
450	94	130	-	-	107	80	-
460	91	126	-	-	-	-	-
470	89	122	-	-	-	-	-
480	86	118	-	-	-	-	-
490	83	114	-	-	-	-	-
500	79	108	-	-	-	-	-
520	66	85	-	-	-	-	-
540	54	58	-	-	-	-	-
560	40	45	-	-	-	-	-

Айрим каттик материаллар зичлиги, кг/м<sup>3</sup>

Материал	Зичлик	Тўкма зичлик
Алебастр	2 500	-
Алмаз	3 510	-
Апатит	3 160...3 220	-
Асбест	2 350...2 600	-
Бакаут (темир дарахт)	1 100...1 400	-
Бамбук	400	-
Береза курук	650	-
Бокситлар	2 900...3300	-
<b>Воск</b>	960...980	-
Гипс кристаллик	2 440	1 300
Графит	2 210...2 250	-
Дуб курук	760	-
Ель курук	450	-
Кул	2 200	680
Тупрок нам	1 900...2 000	-
Тупрок курук	1 400-1 600	-
Охактош	2 650	1 800
Канифоль	1 070	-
Каолин	2 200	-
Капрон	1 100...1 200	-
Каучук	930	-
Кварц	2 650	1 500
Керамика кислотабардош	2 600	-
Чарм курук	860	-
Кокс	1 300	500
Колчедан мисли	4 700	-
Колчедан кул ранг	4 600	3 300
Корунд	4 000	-
Лавсан	1 300...1 400	-
Магнезит	2 900	-
Бўр бўлаксимон	2 200	1 300
Мох	130	-
Нафталин	1 150	-
Паронит	1 200	-
Қум курук	1500	1 200
Полихлорвинил	1 200...1800	-
Полиэтилен ПЭВД	920...930	-
Полиэтилен ПЭНД	940...950	-
Поташ	2 260	-
Пробка	220...260	-
Резина	1 500	-
Рубин	4 000	-
Сода кристаллик	1 450	800
Туз қаттиқ тош	2 350	1 020

Материал	Зичлик	Тўкма зичлик
Ош тузи	1100...1350	-
Қарағай курук	520	-
Стеарин	970...1000	-
Торф	100...400	-
Фосфорит	—	1600
Шамот	1900	-
Шифер	2800	-
Целлулоид	1300...1500	-
Цемент	2900	-
Янтарь	1100	-
<b>Металлар, қотишмалар</b>		
Алюминий	2700	-
Бронза	8600...9000	-
Вольфрам	19340	-
Дюралюминий	2790	-
Золото	19310	-
Кобальт	8800	-
Кремний	2300	-
Латунлар	8400...8700	-
Магний	1760	-
Медь катаная	8800	-
Молибден	10200	-
Монель-металл	8900	-
Натрий	975	-
Никель	8900	-
Нихром	8300	-
Қалай	7290	-
Платина	21460	-
Симоб (суюк)	13600	-
Қўрғошин	11340	-
Кумуш	10500	-
Цўлақ	7700...7900	-
Титан	4500	-
Уран	19100	-
Хром	7200	-
Рух	7100	-
Чўян кул ранг	7250	-



40°C да айрим сувли эритмалар зичлиги, кг/м<sup>3</sup>

Эриган модданинг массавий улуши, кг/кг	Эриган модда											
	CaCl <sub>2</sub>	CuSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	KCl	KNO <sub>3</sub>	KOH	MgCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	NaCl	NaNO <sub>3</sub>	NaOH	ZnSO <sub>4</sub>
0,02	1008	1012	1009	1004	1004	1009	1008	1000	1005	1004	1013	1012
0,04	1025	1034	1027	1017	1017	1027	1025	1008	1019	1019	1035	1033
0,06	1041	1055	1045	1030	1030	1045	1043	1016	1033	1030	1056	1055
0,08	1060	1077	1063	1042	1043	1063	1059	1025	1048	1047	1078	1076
0,10	1076	1100	1082	1055	1055	1081	1077	1033	1062	1061	1099	1091
0,12	1096	1123	1101	1069	1069	1100	1095	1042	1077	1076	1121	1122
0,14	1113	1146	1120	1082	1083	1118	1114	1050	1091	1088	1142	1146
0,16	1132	1170	1139	1096	1096	1137	1131	1059	1107	1105	1164	1169
0,18	1151	1192	1159	1109	1110	1157	1151	1068	1122	1118	1186	1194
0,20	1171	1220	1180	1124	1124	1176	1171	1077	1137	1135	1207	1218
0,22	1191	—	1200	1138	1138	1196	1190	1085	1153	1150	1229	1244
0,24	1210	—	1221	1153	1153	1216	1210	1094	1169	1166	1251	1269
0,26	1232	—	1243	1167	1167	1236	1231	1103	1185	1183	1272	1296
0,28	1252	—	1264	—	1182	1256	1251	1112	—	1198	1294	1323
0,30	1273	—	1286	—	1197	1277	1272	1122	—	1215	1315	1351
0,32	1294	—	1309	—	—	1298	1294	1131	—	1231	1336	—
0,34	1315	—	1332	—	—	1319	1316	1140	—	1248	1356	—
0,36	1337	—	1355	—	—	1341	1338	1150	—	1265	1376	—
0,38	1359	—	1379	—	—	1363	—	1159	—	1282	1396	—
0,40	1382	—	1403	—	—	1385	—	1169	—	1300	1416	—
0,42	—	—	1428	—	—	1407	—	1178	—	1317	1435	—
0,44	—	—	1453	—	—	1430	—	1188	—	1335	1454	—
0,46	—	—	1478	—	—	1452	—	1198	—	1353	1473	—
0,48	—	—	1504	—	—	1476	—	1208	—	1372	1492	—
0,50	—	—	1530	—	—	1500	—	1217	—	1390	1410	—

Нормал шароит ( $T_0 = 273\text{К}$ ,  $P_0 = 101325\text{ Па}$ ) да айрым газ ва булгарнинг физик-химиявий хоссалари

Газ (буғ)	Химиявий формула	$M$ , кг/кмоль	$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\mu_0 \cdot 10^6$ , Па·с	Сатер лэнд константаси	$\lambda_0 \cdot 10^2$ , Вт/(м·К)	$c_m$ , кЖ/(кг·К)	$k = c_p/c$ , 15°С да	$P_{кр}$ , МПа	$t_{кр}$ , °С
Азот	N <sub>2</sub>	28,0	1,251	16,5	104	2,43	1,051 (0-200)	1,40	3,38	-147,1
Аммиак	NH <sub>3</sub>	17,0	0,771	9,3	503	2,15	2,244 (27-200)	1,31	11,25	-132,4
Анилин	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	93,1	4,150	5,26	319,5	—	—	—	5,29	426
Аргон	Ar	40,0	1,783	21,0	142	1,63	0,523 (15)	0,67	4,86	-122,4
Ацетилен	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	26,0	1,171	9,4	198,2	1,84	1,67 (18)	1,26	6,24	35,7
Ацегон	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58,1	2,590	6,6	541,5	0,99	1,566 (27-179)	—	4,7	235,5
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78,1	3,480	7,0	380	0,88	1,256 (35-115)	1,1 (100°С)	4,83	288,6
Бром	Br <sub>2</sub>	159,8	7,139	14,6	533	—	0,230 (18-388)	1,29	10,3	311
Бромли водород	HBr	80,9	3,610	16,5	433	—	0,343 (11-110)	1,42	8,48	90,0
n-Бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58,1	2,599	8,1	377	1,35	1,92 (20)	1,108	3,78	152,0
Бутил спирти	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	74,1	3,244	6,82	357	1,3	1,934 (27-189)	1,08 (35°С)	4,9	287
Сув	H <sub>2</sub> O	18,0	0,768	8,8	467	1,6	1,965 (0-200)	1,324 (100°С)	22,06	374,2
Водород	H <sub>2</sub>	2,0	0,090	8,5	73	17,4	14,23 (0-200)	1,41	1,29	-239,9
Ҳаво	—	29,0	1,293	17,3	84	2,42	1,006 (15)	1,40	3,77	-140,7
Гексан	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86,2	3,840	6,10	295	1,24	1,66 (25)	1,08	3,02	234,7
Гелий	He	4,0	0,179	18,8	83	14,07	5,23 (15)	1,67	0,228	-267,9
Гептан	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	100,2	4,459	5,65	297	1,78 (100°С)	1,66 (25)	—	2,7	266,9
Азот диоксиди	NO <sub>2</sub>	46,0	2,050	12,2	305	4,0	0,805 (20)	1,31	10,1	158,2
Олгинугург диоксиди	SO <sub>2</sub>	64,1	2,927	11,6	306	0,82	0,645 (16-202)	1,29	7,87	157,5
Углерод диоксиди	CO <sub>2</sub>	44,0	1,977	13,7	254	1,37	1,026 (0-600)	1,30	7,39	31,1
Дихлорметан	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	82,9	3,690	9,10	425	—	0,618 (25)	—	6,05	237
1,1-Дихлорэтан	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	99,0	4,400	9,92	337	—	0,772 (25)	—	5,05	250
1,2-Дихлорэтан	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	99,0	4,400	8,4	346	—	0,88 (111-121)	—	5,35	288
Азот диоксиди	N <sub>2</sub> O	30,3	1,980	13,5	228	1,47	1,29 (25)	—	7,24	36,5
Изопропил спирти	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	60,1	2,672	7,0	460	—	—	1,59 (100°С)	5,35	235,6
Йодли водород	HI	127,9	5,725	17,1	433	—	0,226 (20-100)	1,40	82,8	188
Кислород	O <sub>2</sub>	32,0	1,429	19,2	125	2,47	0,92 (20-440)	1,40	5,04	-118,8
Криптон	Kr	83,8	3,739	23,3	210,4	0,9	0,251 (15)	1,67	5,47	-63,8
Ксенон	Xe	131,3	5,717	20,9	337	0,5	0,159 (15)	1,7	6,875	16,6

Метан	CH <sub>4</sub>	16,0	0,717	10,4	162	2,94	2,483 (18—208)	1,31	4,64	-82,5
Метил спирти	CH <sub>4</sub> O	32,0	1,426	8,7	486,9	1,41	0,762 (40—110)	1,2 (77°C)	7,92	240
Метилэтилкетон	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	72,1	3,220	6,23	338	—	—	—	3,99	260
Неон	Ne	20,2	0,871	29,8	61	4,55	1,04 (15)	1,68	2,71	-227,7
Нитробензол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> N	133,1	5,950	5,81	321	—	—	—	4,1	475
Нитрометан	CH <sub>3</sub> O <sub>2</sub> N	61,0	2,720	6,67	670	—	0,94 (25)	—	6,3	315
Ноан	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	128,3	5,700	9,67	334	—	1,65 (25)	—	2,27	332
Азот оксиди	NO	30,0	1,340	17,5	95,2	2,32	0,975 (15)	1,40	6,525	-92,9
Октан	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	114,2	5,030	5,69	312	—	1,65 (25)	—	2,49	296,2
Углерод оксиди	CO	28,0	1,250	16,6	101,1	2,15	1,017 (26—198)	1,40	3,51	-138,7
н-Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72,2	3,457	6,2	383	1,28	1,72 (20)	1,09	3,33	197,1
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44,1	2,019	7,5	278	1,51	1,86 (20)	1,13	4,26	96,8
Пропилен	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42,1	1,915	7,8	362	—	1,63 (20)	1,17	4,56	91,8
Пролил спирти	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	60,1	2,710	7,0	374	—	1,92 (100—223)	1,27 (100°C)	5,06	264
Сероводород	H <sub>2</sub> S	34,1	1,539	11,6	331	1,28	1,026 (20—206)	1,34	9,01	100,4
Сероуглерод	CS <sub>2</sub>	76,1	3,390	8,9	499,5	0,68	0,670 (80—190)	1,19	7,88	279
Толуол	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	92,1	4,10	6,5	322	—	1,128 (25)	—	4,2	320,8
Сярка кислота	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60,1	2,67	7,2	443	—	6,28 (118—140)	1,15 (136°C)	5,76	321,6
Хлор	Cl <sub>2</sub>	70,9	3,220	12,3	351	0,77	0,519 (13—202)	1,36	7,71	144,0
Хлорбензол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	109,6	4,895	—	—	—	0,885 (25)	—	4,5	359
Хлорли водород	HCl	36,5	1,639	13,3	360	—	0,783 (22—214)	1,41	8,27	51,4
Хлорли метил	CH <sub>3</sub> Cl	50,5	2,304	9,89	454	0,93	0,74 (20)	1,28	6,67	148
Хлорли этил	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O	64,5	2,870	8,9	329	0,95	1,15 (100—170)	1,19	5,25	187,2
Хлороформ	CHCl <sub>3</sub>	119,4	5,283	9,5	462	0,64	0,603 (27—118)	1,15 (100°C)	5,45	263,4
Циклогексан	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	84,2	3,74	6,7	188	1,64 (102°C)	1,265 (25)	1,08 (80°C)	4,1	281
Түрт хлорли углерод	CCl <sub>4</sub>	153,8	6,85	9,0	335	0,71 (46°C)	0,553 (30)	1,13	4,54	283,2
Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30,1	1,357	8,6	252	1,81	1,72 (15)	1,21	4,94	3,21
Этилацетат	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88,1	3,930	7,0	285	1,64 (100°C)	1,553 (80—189)	—	3,81	250,1
Этилен	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,1	1,264	9,4	225	1,64	1,691 (10—102)	1,25	5,16	9,7
Этил спирти	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46,1	2,043	8,5	407,3	1,5	1,21 (40—110)	1,13 (58°C)	6,37	243,1
Этил эфири	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	74,1	2,11	6,8	404	1,30	1,934 (27—189)	1,08 (35°C)	3,59	193,8

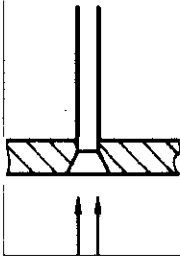
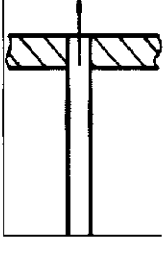
Турли температураларда газ ва буғларнинг ковшкоклиги, мПа·с

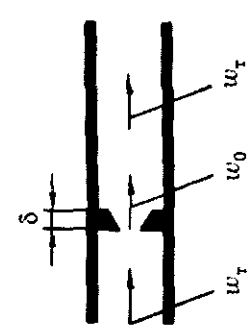
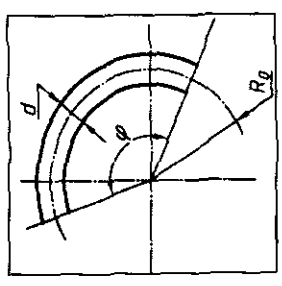
Вещество	Температура, °С									
	0	100	200	300	400	500	600	700	800	
Азот	0,0166	0,0208	0,0246	0,0280	0,0311	0,0339	0,0366	0,0390	0,0413	
Аммиак	0,0091	0,0128	0,0165	0,0199	0,0234	0,0264	0,0293	0,0321	0,0348	
Ацетилен	0,0096	0,0127	0,0154	0,0178	0,0202	0,0223	0,0243	0,0261	0,0278	
Ацетон	0,0069	0,0094	0,0121	0,0147	0,0174	0,0200	0,0228	—	—	
Бензол	0,0070	0,0092	0,0121	0,0146	0,0172	0,0198	0,0223	—	—	
Водород	0,0084	0,0103	0,0121	0,0139	0,0154	0,0169	0,0183	0,0197	0,0210	
Сув буғи	0,0085	0,0123	0,0161	0,0198	0,0232	0,0266	0,0299	0,0331	0,0361	
Ҳаво	0,0171	0,0218	0,0259	0,0294	0,0328	0,0357	0,0384	0,0411	0,0437	
Олтингурутг диоксиди	0,0121	0,0161	0,0200	0,0238	0,0275	0,0313	0,035	0,0386	0,0421	
Углерод диоксиди	0,0138	0,0184	0,0226	0,0264	0,0299	0,0332	0,0362	0,0381	0,0418	
Кислород	0,0192	0,0244	0,0290	0,0331	0,0369	0,0403	0,0435	0,0465	0,0493	
Метан	0,0104	0,0133	0,0161	0,0185	0,0208	0,0227	0,0246	0,0265	0,0282	
Метил спирти	0,0088	0,0123	0,0157	0,0191	0,0226	0,0261	0,0296	—	—	
Азот оксиди	0,0180	0,0229	0,0268	0,0306	0,0340	0,0370	0,0400	0,0428	0,0453	
Углерод оксиди	0,0166	0,0209	0,0246	0,0278	0,0309	0,0338	0,0363	0,0387	0,0410	
Серводород	0,0117	0,0161	0,0201	0,0241	0,0273	0,0304	0,0335	0,0365	0,0393	
Толуол	0,0066	0,0089	0,0110	0,0132	0,0154	0,0175	0,0196	—	—	
Хлор	0,0122	0,0168	0,0210	0,0254	0,0287	0,0322	0,0356	0,0387	0,0416	
Хлорли водород	0,0132	0,0182	0,0229	0,0277	0,0313	0,0353	0,0388	0,0423	0,0456	
Турт хлорли углерод	0,0092	0,0123	0,0153	0,0182	0,0212	0,0240	0,0269	—	—	
Этилен	0,0096	0,0127	0,0156	0,0182	0,0206	0,0228	0,0249	0,0268	0,0287	
Этил спирти	0,0079	0,0108	0,0137	0,0167	0,0197	0,0226	0,0257	—	—	
Этилли эфир	0,0069	0,0093	0,0117	0,0140	0,0165	0,0188	0,0212	—	—	

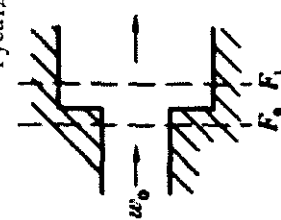
Труба девори абсолют ғадир-будурлиги  $\Delta$  нинг ўртача қийматлари

Трубалар:	Труба кувурлари	$\Delta$ , мм
пўлатдан яхлит ва пайвандланган озгина коррозияга учраган		0,2
пўлатдан занглаган, эски		$\geq 0,67$
тунукадан, олифланган		0,125
чўяндан, сувни муҳитда ишлатилган		1,4
алюминийдан, текис		0,115-0,060
латунъ, мис ва кўргошин, ҳамда шишадан тоза		0,0015-0,0100
бетондан (силлиқланган юзали)		0,3-0,8
бетондан (ғадир-будур юзали)		3-9
Нефть ва тўйинган буг кувурлари ўртача эксплуатация қилинган		0,2
Буг кувурлари, вақти-вақти билан эксплуатация қилинган		0,5
Хаво кувурлари		0,8
Конденсат кувурлари, вақти-вақти билан эксплуатация қилинган		1,0

Маҳаллий қаршиликлар коэффициентлари

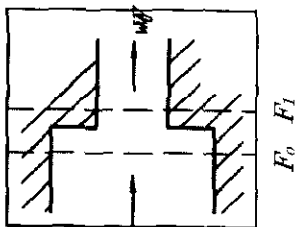
Қаршилик тури	Маҳаллий қаршилик коэффициентининг қийматлари $\xi$
<p>Трубага кириш</p> 	<p>Ўткир қиррали: <math>\xi=0,5</math>                      Силликланган қиррали: <math>\xi=0,2</math></p>
<p>Трубадан чиқиш</p> 	<p><math>\xi=1</math></p>

Қаршилик тури	Маҳаллий қаршилик коэффициентининг қийматлари $\xi$																																																													
<p>Тўғри трубада ўткир қиррали диафрагма</p>  <p><math>d_0</math> – диафрагма тешигининг диаметри, м; <math>\delta</math> – диафрагма каллиниги, м; <math>w_0</math> – тешикда оқимнинг ўртача тезлиги, м/с; <math>w_T</math> – трубада оқимнинг ўртача тезлиги, м/с; <math>m = \left(\frac{d_0}{D}\right)^2</math>; <math>D</math> – труба диаметри, м</p>	<p>При <math>\frac{\delta}{d_0} = 0 \div 0.015</math> потеря давления <math>\Delta = \xi \frac{\rho w_0^2}{2}</math>.</p> <p>Значение <math>\xi</math> определяется по таблице</p> <table border="1" data-bbox="501 155 705 1284"> <tr> <td><math>m</math></td> <td>0,02</td> <td>0,04</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,10</td> <td>0,12</td> <td>0,14</td> <td>0,16</td> <td>0,18</td> <td>0,20</td> <td>0,22</td> </tr> <tr> <td><math>\xi</math></td> <td>7000</td> <td>1670</td> <td>730</td> <td>4000</td> <td>245</td> <td>165</td> <td>117</td> <td>86,0</td> <td>65,5</td> <td>51,5</td> <td>40,0</td> </tr> <tr> <td><math>m</math></td> <td>0,24</td> <td>0,26</td> <td>0,28</td> <td>0,30</td> <td>0,34</td> <td>0,40</td> <td>0,50</td> <td>0,60</td> <td>0,70</td> <td>0,80</td> <td>0,90</td> </tr> <tr> <td><math>\xi</math></td> <td>32,0</td> <td>26,8</td> <td>22,3</td> <td>18,2</td> <td>13,1</td> <td>8,25</td> <td>4,00</td> <td>2,00</td> <td>0,97</td> <td>0,42</td> <td>0,13</td> </tr> </table>														$m$	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	$\xi$	7000	1670	730	4000	245	165	117	86,0	65,5	51,5	40,0	$m$	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	$\xi$	32,0	26,8	22,3	18,2	13,1	8,25	4,00	2,00	0,97	0,42	0,13
$m$	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22																																																			
$\xi$	7000	1670	730	4000	245	165	117	86,0	65,5	51,5	40,0																																																			
$m$	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90																																																			
$\xi$	32,0	26,8	22,3	18,2	13,1	8,25	4,00	2,00	0,97	0,42	0,13																																																			
<p>Думалок ва квадрат кўндаланг кесимли отвод</p>  <p><math>d</math> – труба ички диаметри, м; <math>R_0</math> – труба букилиш радиуси.</p>	<p>Қаршилик коэффициенти <math>\xi = AB</math> ушбу жадвалдан танланади</p> <table border="1" data-bbox="1003 155 1317 1284"> <tr> <td>Угол <math>\phi</math>, градусы</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> <td>110</td> <td>130</td> <td>150</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td><math>A</math></td> <td>0,31</td> <td>0,45</td> <td>0,6</td> <td>0,78</td> <td>1,00</td> <td>1,13</td> <td>1,20</td> <td>1,28</td> <td>1,40</td> </tr> <tr> <td><math>R_0/d</math></td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>4,0</td> <td>6,0</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>50</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>B</math></td> <td>0,21</td> <td>0,15</td> <td>0,11</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> <td>0,04</td> <td>0,03</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>														Угол $\phi$ , градусы	20	30	45	60	90	110	130	150	180	$A$	0,31	0,45	0,6	0,78	1,00	1,13	1,20	1,28	1,40	$R_0/d$	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50			$B$	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03										
Угол $\phi$ , градусы	20	30	45	60	90	110	130	150	180																																																					
$A$	0,31	0,45	0,6	0,78	1,00	1,13	1,20	1,28	1,40																																																					
$R_0/d$	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50																																																							
$B$	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03																																																							

Қаршилик турлари	Маҳаллий қаршилик коэффициентлари $\xi$									
Тирсак (бурчак) 900 стандарт чўянли	Шартли ўтиш, мм		12,5		25		37		50	
	$\xi$		2,2		2		1,6		1,1	
Нормал вентиль	Вентиль тўлик очилгандаги қаршилик $\xi$									
	D, мм	13	20	40	80	100	150	200	250	350
$\xi$	10,8	8,0	4,9	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1	5,5	
Тикинли кран	Шартли ўтиш, мм		13		25		38		50 ва ундан юқори	
	$\xi$		4		2		2		2	
Задвижка	Шартли ўтиш, мм		15-100		175-200		300 ва ундан юқори			
	$\xi$		0,5		0,25		0,15			
Тўсатдан кенгайиш	$Re = \frac{w_0 d_2}{\nu}$								$\frac{F}{F_0}$	
	10		0,1		0,2		0,3		0,4	
	100		3,1		3,1		3,1		3,1	
	1000		1,70		1,40		1,20		1,10	
	3000		2,00		1,60		1,30		1,05	
	3500 ва ундан юқори		1,00		0,70		0,60		0,40	
			0,81		0,64		0,50		0,36	
 <p> <math>Re = \frac{w_0 d_2}{\nu}</math>; <math>\Delta P_{раси} = \xi \frac{\rho w_0^2}{2}</math>  <math>F_0</math>-кичик кўндаланг кесим юзаси, <math>m^2</math>; <math>w_0</math>-кичик кўндаланг кесимдаги оқим тезлиги, <math>m/c</math>; <math>F_1</math>-катта кўндаланг кесим юзаси, <math>m^2</math>;         </p>										



Қаршилик тури	Маҳаллий қаршилик коэффициентининг қийматлари $\xi$										
Тўсатдан торайиш	$F_0/F_1$										
	$Re=w_0 d_0 \nu$										
	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	0,50	0,44	0,35	0,30	0,24					
1000	0,5	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20					
> 10 000	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20					



$F_0$  – кичик кўндаланг қесим юзаси,  $m^2$ ;  $w_0$  –  
 скорость потока в меньшем сечении,  $m/s$ ;  $F_1$  –  
 катга кўндаланг қесим юзаси,  $m^2$ ;  $Re=w_0 d_0 \nu$ ;  
 $\Delta p = \xi \rho w^2 / 2$

## Турли техник материалларнинг физик хоссалари

Материал	Зичлик $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $\lambda$ , Вт/(м·К)	Солиштирма иссиқлик сиғими $c$ , Ж/кг·К
Антрацит	1600	0,328	947
Асбестли мато пахтали	500-600	0,128	830
Асбестли мато шиша толали	600	0,128	860
Асбестли картон	1000-1300	0,16	840
Асбошифер (курук)	1800	0,52-0,64	-
Базальт	2800	3,5	920
Бетон	2300	1,3	840
Қоғоз оддий	730	0,14	1500
Винипласт	1380-1430	0,163	-
Войлок:			
дағал шерстли	140	0,052	-
ярим дағал шерстли	230	0,047	-
Газобетон:			
автоклавсиз	450-650	0,12-0,19	-
конструктив	800-900	0,22-0,25	-
Гетинакс	1350-1450	0,23	1420
Гипс шаклли	1250	0,43	840-920
Гипсобетон	1000-1300	0,37-0,56	800
Тупрок	1600-2000	0,7-0,9	840
Тупрок оловбардош	1845	1,0	1000
Шағал	1840	0,36	-
Гранит	2720	2,2	920
Дарахт пўсти	350	0,076	—
Ёғоч қириндиси	150	0,093	—
Хока кўмир, донасимон	190	0,074	—
Ёғоч-толали плиталар	250-350	0,093	—
Ёғоч-қириндили плиталар	350-800	0,077—0,097	—
Ёғоч кипиғи	150—250	0,07—0,093	—
Темир-бетон	—	1,5	840
Кул (кукун)	—	0,13	750
Охактош	2650	0,64	920
Картон	160—500	0,14—0,35	1510
Материал	Зичлик $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $\lambda$ , Вт/(м·К)	Солиштирма иссиқлик сиғими $c$ , Ж/кг·К
Кварц кристаллик:			
ўкга кўндаланг	—	7,2	840
ўк бўйлаб	—	13,6	840
Гишт:			
қизил	1800	0,77	880
силикат	1900	0,81	840
иссиқлик қопламали	—	0,20—0,27	—
самарали	—	0,35—0,40	—
Чарм	—	0,14—0,16	1400

Кокс кукунсимон	450	0,191	1200
Колчедан:			
мисли	4700	4,2	880
олтингургуртли	4600	4,2	880—1350
Қозонхона <b>накипи:</b>			
гипсли	2000—2700	0,7—2,0	—
охақтошли	1000—2500	0,15—2,0	—
силикатли	300—1200	0,08—0,23	—
Бўёқ мойли	—	0,233	
Муз:			
0°С да	917	2,2	2300
100°С да	928	3,5	1170
Линолеум	—	0,23	—
Қуйма, тошли	3000	0,698	
Магнезия (сегмент шакли трубаларни коплаш учун)	266	0,073—0,084	—
Бўр бўлақли	2200	0,93	880
Мрамор	2800	1,3—3,0	920
Накипь, водяной камень	—	—	1,163—3,490
Органик шиша (плексиглас)	1200	0,184	—
Парафин	920	0,27	—
Кум дарёники: майда йирик	1520 —	0,326 0,512	797 1020
Пемза	400-600	0,14—0,17	—
Пенобетон	360	0,095	800
Пенопласт	—	0,047	—
Полипропилен	900-910	0,14—0,21	—
Полистирол зарбага бардошли	1060	0,09—0,14	—
Полиэтилен	910—950	0,276—0,285	2210—2930
Пўкак плита, курук	148—198	0,042—0,053	1760
Пўкак кукуни	85	0,044—0,058	1760
Резина:			
каттик, оддий	1200	0,157—0,160	1400
юмшок	—	0,13—0,16	1400
говаксимон	—	0,060	2050
Занг	—	1,16	
<b>Материал</b>	<b>Зичлик <math>\rho</math>, кг/м<sup>3</sup></b>	<b>Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти <math>\lambda</math>, Вт/(м·К)</b>	<b>Солиштирма иссиқлик сизими <math>c</math>, Ж/кг·К</b>
Рубероид		0,17	1450
Қорақуя	165	0,07—0,12	
Шакар	1600	0,58	1260
Олтингургурт ромбик	2050	0,28	0,762
Сланецлар:			
лойли		0,93	1000
кўмирли	—	0,84	1000
хлорли	—	1,33	1000
Слюда	2600—3200	0,47—0,58	880
Қор:			
янги ёққан	200	0,105	2100
зичланган	400	0,349	2100
Совелит	—	0,098	—

Шиша:			
тош ойна	2550	0,78—0,88	778
оддий	2500	0,74	670
термометрик	2590	0,97	—
пирекс	—	1,04	—
кварцли	2210	1,35	—
Шиша тола	55—80	0,048	840
Шиша вата	154—206	0,051—0,059	—
Текстолит	1300—1400	0,23—0,34	1460—1510
Торф плиталар	—	0,064	—
Туф	1200	0,47	920
Кўмир:			
кўнғир	1210	0,254	1130
хока кўмир, бўлакли	1450	0,074	—
тошкўмир	1350	0,186	1300
Фаолит	1730	0,419	—
Фарфор	2400	1,0	1100
Фторопласт-4	2190—2200	0,23	—
Целлулоид	1400	0,21	—
Шлак:			
козонхонаники	1000	0,29	750
домнаники, грануланган	500	0,15	750
Шлакли бетон	1500	0,67	750
Шлакли пахта	—	0,076	—
Шерстли мато	240	0,052	—
Сувок:			
охактошли	1600	0,70	840
цементн-кумли	1800	1,2	840
Эбонит	1200	0,16	—
Эмаль	2350	0,872-1,163	—

#### И40 – жадвал

Конструкция материалларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари, Вт/(м·К)

Материал номи	Температура, °С					
	0	100	200	300	400	500
Углеродли пўлатлар:						
ВСтЗсп	—	55	54	50	45	39
Сталь 10	—	58	54	49	45	40
Сталь 20	—	51	49	44	43	39
Сталь 40	—	51	48	46	42	38
Легирланган пўлатлар:						
Сталь 15Х	44	44	43	41	39	36
Сталь 20Х	42	42	41	40	38	36
12ХН2	38	38	37	35	33	31

Коррозион бардош пўлатлар (зангламас):						
08X13	27	28	28	28	28	27
08X18H10	17	—	—	—	—	—
08X18H10T, 12X18H10T	—	16	18	19	—	—
12X18H9	—	16	18	19	20	22
08X22H6T	—	15	16	18	20	21
10X17H13M2T	14,7	15,1	—	15,9	—	16,4
Рангли металллар, котишмалар:						
Алюминий	237	240	236	236	225	218
Дюралюминий: 94—96% Al, 3—5% Cu, 0,5% Mg	159	181	194	—	—	—
Мис	401	393	386	379	—	366
Латунь ЛМш 68-0,05	105	108	110	113	116	119
Латунь ЛО 62-1	102	116	132	148	164	181
Латунь ЛАНш 59-3-2	81	93	106	119	132	140
Монель-металл: 29% Cu, 67% Ni, 2% Fe	22,1	24,4	27,6	30,2	33,7	—
Нихром: 90% Ni, 10% Cr	17,1	19,0	20,9	22,8	24,7	—
Нихром: 80% Ni, 20% Cr	12,2	13,8	15,6	17,2	19,0	—
Чўян (1% Ni)	50	49	—	46,5	—	37

#### И41– жадвал

Суюклик ва сувли эритмаларнинг исиклик ўтказувчанлик коэффициентлари, Вт/(м·К)

Модда	Температура, °С							
	-20	0	20	40	60	80	100	120
Азот кислота:								
100%-ли	0,262	0,256	0,251	0,246	0,241	0,238	0,233	0,230
50%-ли	—	0,442	0,457	0,467	0,478	0,483	0,485	0,487
Аммиак суюк	0,585	0,539	0,494	0,449	0,404	0,358	0,313	0,268
Аммиакли сув 25%-ли	—	0,418	0,448	0,478	0,507	0,537	0,568	0,592
Анилин	—	0,186	0,182	0,179	0,174	0,171	0,167	0,164
Ацетон	0,179	0,174	0,169	0,165	0,16	0,155	0,151	0,146
Бензол	—	0,151	0,146	0,14	0,136	0,130	0,125	0,121
Бугил спирти	0,159	0,155	0,153	0,150	0,146	0,143	0,139	0,137
Сув	—	0,550	0,597	0,632	0,658	0,673	0,681	0,684
Гексан	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137
Глицерин 50%-ли	—	0,389	0,420	0,454	0,487	0,522	0,557	0,592
Олтингугурт диоксиди (суюк)	0,224	0,211	0,198	0,186	0,174	0,161	0,148	0,136
Дихлорэтан	0,145	0,139	0,135	0,130	0,124	0,119	0,114	0,109
Изопропил спирти	0,156	0,153	0,151	0,147	0,144	0,140	0,137	0,133
Хлорли кальций 25%-ли	0,472	0,505	0,538	0,571	0,603	0,636	0,673	0,696
Метил спирти:								
100%-ли	0,216	0,213	0,211	0,208	0,205	0,202	0,200	0,197
40%-ли	—	0,322	0,333	0,342	0,353	0,362	0,371	0,383
Чумоли кислота	—	0,260	0,256	0,253	0,248	0,245	0,240	0,235
Натрий ишкори: 50%-ли		0,517	0,530	0,539	0,545	0,552	0,556	0,558
40%-ли	—	0,517	0,531	0,542	0,551	0,557	0,560	0,563
30%-ли	—	0,517	0,532	0,544	0,554	0,561	0,565	0,567

20%-ли	—	0,519	0,536	0,549	0,561	0,570	0,573	0,575
10%-ли	—	0,522	0,542	0,557	0,571	0,579	0,583	0,586
Хлорли натрий 20%-ли	—	0,543	0,577	0,603	0,626	0,644	0,655	0,661
Нитробензол	—	0,153	0,151	0,147	0,145	0,142	0,139	0,116
Октан	0,154	0,153	0,152	0,150	0,147	0,146	0,145	0,144
Олеум 20%-ли	—	0,29	0,302	0,313	0,325	0,336	—	—
Пропил спирти	0,163	0,159	0,155	0,150	0,146	0,141	—	—
Сульфат кислота:								
98%-ли	—	0,306	0,329	0,341	0,355	0,376	0,387	0,399
92%-ли	0,297	0,320	0,343	0,355	0,376	0,390	0,401	0,413
75%-ли	0,348	0,365	0,383	0,400	0,423	0,447	0,470	0,493
60%-ли	0,383	0,406	0,429	0,441	0,464	0,499	0,522	0,545
Олтингугурт углероди	0,174	0,169	0,165	0,161	0,154	0,150	0,145	0,140
Хлорид кислота 30%-ли	—	0,387	0,420	0,452	0,486	0,522	0,557	0,580
Толуол	0,145	0,140	0,136	0,131	0,128	0,123	0,118	0,114
Сирка кислота: 100%-ли		0,176	0,173	0,168	0,164	0,160	0,155	0,151
50%-ли	—	0,313	0,346	0,378	0,412	0,444	0,476	0,510
Фенол (эритилган)	—	—	0,203	0,205	0,209	0,211	0,213	0,216
Хлорбензол	0,137	0,132	0,129	0,125	0,121	0,116	0,113	0,109
Хлороформ	0,151	0,142	0,132	0,122	0,113	0,102	0,092	0,082
Тўрт хлорли углерод	0,131	0,124	0,117	0,110	0,103	0,096	0,089	0,082
Этилацетат	0,174	0,157	0,137	0,117	0,097	—	—	—
Этил спирти: 100%-ли	0,172	0,171	0,168	0,167	0,165	0,164	0,161	0,159
80%-ли	—	0,189	0,222	0,254	0,287	0,319	0,348	0,383
60%-ли	—	0,249	0,282	0,313	0,346	0,378	0,406	0,441
40%-ли	—	0,348	0,382	0,414	0,447	0,479	0,510	0,545
20%-ли	—	0,445	0,478	0,510	0,542	0,574	0,603	0,638
Этил эфири	0,139	0,138	0,137	0,136	0,135	0,133	0,132	0,131

## И42 – жадвал

### Газ ва буғларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари, Вт/(м·К)

Модда	Температура, °С								
	0	100	200	300	400	500	600	700	800
Азот	0,0242	0,0314	0,0384	0,0448	0,0506	0,0557	0,0602	0,0640	0,0673
Аммиак	0,0213	0,0296	0,0371	0,0444	0,0515	0,0582	0,0643	0,0703	0,0760
Ацетилен	0,0173	0,0229	0,0276	0,0325	0,0362	0,0398	0,0435	0,0467	0,0500
Ацетон	0,0097	0,0173	0,0268	0,0385	0,0520	0,0673	0,0844	—	—
Бензол	0,0090	0,0173	0,0281	0,0415	0,0574	0,0762	0,0960	—	—
Бутан	0,0133	0,0235	0,0365	0,0519	0,0698	0,0902	0,1130	—	—
Водород	0,1740	0,2158	0,2575	0,2993	0,3410	0,3828	0,4246	0,4663	0,5081
Сув буғи	0,0161	0,0239	0,0329	0,0433	0,0549	0,0677	0,0820	0,0977	0,1146
Ҳаво	0,0244	0,0320	0,0392	0,0459	0,0520	0,0573	0,0621	0,0664	0,0703
Гексан	0,0112	0,0202	0,0320	0,0459	0,0625	0,0812	0,1030	—	—
Олтингугурт диоксиди	0,0084	0,0123	0,0166	0,0211	0,0258	0,0306	0,0357	0,0409	0,0462
Углерод диоксиди	0,0146	0,0227	0,0309	0,0390	0,0471	0,0548	0,0619	0,0687	0,0749
Кислород	0,0246	0,0328	0,0406	0,0479	0,0549	0,0614	0,0673	0,0726	0,0775

Метан	0,0302	0,0412	0,0517	0,0622	0,0720	0,0817	0,0911	0,1002	0,1090
Метил спирти	0,0128	0,0218	0,0328	0,0457	0,0603	0,0766	0,0943	—	—
Азот оксиди	0,0206	0,0274	0,0331	0,0380	0,0433	0,0478	0,0522	0,0559	0,0595
Углерод оксиди	0,0232	0,0300	0,0364	0,0425	0,0484	0,0539	0,0595	0,0648	0,0699
Пентан	0,0123	0,0220	0,0341	0,0486	0,0655	0,0847	0,1060	—	—
Пропан	0,0152	0,0263	0,0401	0,0562	0,0748	0,0956	0,1190	—	—
Толуол	0,0129	—	—	—	—	—	—	—	—
Сероводород	0,0119	0,0165	0,0205	0,0246	0,0280	0,0311	0,0343	0,0374	0,0401
Хлор	0,0072	0,0099	0,0124	0,0150	0,0169	0,0190	0,0210	0,0229	0,0246
Хлороформ	0,00636	0,0100	0,0142	0,0188	0,0237	0,0291	—	—	—
Тўрт хлорли углерод	0,0060	0,0087	0,0116	0,0146	0,0177	0,0211	0,0245	—	—
Этан	0,0190	0,0319	0,0474	0,0654	0,0855	0,1080	0,1330	—	—
Этилен	0,0164	0,0295	0,0441	0,0593	0,0755	0,0921	0,1081	0,1230	0,1346
Этил спирти	0,0129	0,0230	0,0350	0,0499	0,0666	0,0856	0,1072	—	—
Этил эфири	0,0130	0,0227	0,0351	0,0499	0,0672	0,0862	0,1079	—	—

### И43 – жадвал

Девор юзаси ифлосликларининг исиклик ўтказувчанлигининг  
ўртача қийматлари  $1/\Gamma_{\text{загр.}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>-К)

Элтқич	Қиймат
Сув:	
ифлосланган	1400-1860*
ўртача сифатли	1860-2900*
яхши сифатли	2900-5800*
тозаланган	2900-5800*
дистилланган	11 600
денгиз суви	6000-10 000*
кўл, қудук, водопровод сув	3000-6000*
денгиз суви, тоза $w > 1$ м/с	1800-3000*
денгиз суви, тоза $w > 2$ м/с	3000-5000*
Тоза нефть маҳсулотлари, мойлар, совутувчи элтқич буғлари	2900
Нефть маҳсулотлари, хом-ашё	1160
Органик суюқликлар, намоқоблар, совутувчи элтқичлар (суюқ)	5800
Сув буғи	11 000
Сув буғи (мой билан)	5800
Органик буғлар	11 600
Ҳаво	2800

\* Қичик қийматлар 50°С дан юқори емператураларга тегишли.

Суюклик ва сувли эритмаларнинг хажмий кенгайиш коэффициентлари  $\beta \cdot 10^3, K^{-1}$ 

Модда	Температура, °C							
	-20	0	20	40	60	80	100	120
Азот кислота 50%-ли	-	0,84	0,88	0,92	0,97	1,03	1,09	-
Аммиак суюк	1,84	2,15	2,42	2,8	3,2	4,3	6,2	14,5
Анилин	-	0,83	0,84	0,86	0,88	0,91	0,95	1,01
Ацетон	1,31	1,35	1,43	1,52	1,62	1,88	2,0	2,12
Бензол	-	1,18	1,22	1,26	1,3	1,37	1,43	1,57
Бутил спирт	0,83	0,85	0,88	0,91	0,94	0,98	1,03	1,09
Сув	-	0,06	0,21	0,39	0,53	0,63	0,75	0,86
Гексан	1,16	1,22	1,37	1,48	1,57	1,7	1,85	1,97
Олтингугурт диоксиди (суюк)	1,64	1,75	1,92	2,23	2,61	3,15	3,9	4,4
Дихлорэтан	1,07	1,11	1,16	1,21	1,26	1,31	1,37	1,44
Диэтил эфири	1,45	1,51	1,63	1,76	1,85	2,16	2,6	3,1
Изопропил спирти	0,98	1,01	1,05	1,08	1,12	1,16	1,2	1,27
Хлорли кальций 25%-ли	0,35	0,35	0,39	0,43	0,46	0,49	0,51	0,55
Метил спирти	1,09	1,14	1,19	1,27	1,3	1,42	1,61	1,81
Чумоли кислота	-	0,98	0,99	1,01	1,04	1,08	1,13	1,16
Натрий ишқори:								
50%- ли	-	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47	0,46	0,48
40%- ли	-	0,47	0,47	0,48	0,49	0,5	0,51	0,52
30%- ли	-	0,44	0,46	0,48	0,5	0,52	0,55	0,58
20%- ли	-	0,41	0,45	0,48	0,51	0,55	0,59	0,63
10%- ли	-	0,34	0,4	0,46	0,51	0,57	0,63	0,69
Хлорли натрий эритмаси 20%-ли	-	0,36	0,41	0,46	0,5	0,54	0,58	0,62
Нитробензол	-	0,81	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91
Октан	1,09	1,11	1,14	1,17	1,22	1,27	1,34	1,42
Пропил спирти	0,94	0,96	0,99	1,05	1,13	1,26	1,40	—
Сульфат кислота:								
98%-ли	-	0,56	0,48	0,53	0,53	0,52	0,51	0,5
92%-ли	0,58	0,58	0,58	0,57	0,56	0,56	0,55	0,55
75%-ли	0,58	0,61	0,58	0,56	0,55	0,55	0,55	0,54
60%-ли	0,58	0,58	0,56	0,55	0,55	0,54	0,53	0,53
Олтингугурт углероди	1,13	1,14	1,19	1,28	1,41	1,6	1,84	2,05
Хлорид кислота 30%-ли	-	0,52	0,52	0,51	0,5	0,52	0,56	0,6
Толуол	1,0	1,04	1,07	1,11	1,17	1,24	1,33	1,44
Сирка кислота	-	1,05	1,07	1,11	1,14	1,18	1,23	1,3
Фенол (эритилган)	-	0,75	0,79	0,82	0,86	0,9	0,95	0,99
Хлорбензол	0,92	0,94	0,97	1,0	1,03	1,07	1,11	1,16
Хлороформ	1,18	1,22	1,27	1,34	1,43	1,53	1,65	1,8
Тўрт хлорли углерод	1,14	1,18	1,22	1,26	1,32	1,37	1,5	1,62
Этилацетат	1,2	1,26	1,35	1,46	1,52	1,6	1,76	1,94
Этил спирти	1,03	1,05	1,08	1,13	1,22	1,33	1,44	1,87



## АДАБИЁТЛАР

1. Нурмухамедов Х.С., Темиров О.Ш., Туробжонов С.М., Юсупбеков Н.Р., Зокиров С.Г., Таджихужаев З.А. Газларни қайта ишлаш технологияси, жараён ва қурилмалари. – Т.: Шарқ, 2016. - 856 б.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – Toshkent, Fan va texnologiyalar, 2015.- 848 b.
3. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Закиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалар. – Т.: Шарқ, 2003.- 644 б.
4. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – М.: Химия, 1987.- 496 с.
5. Юсупбеков Н.Р, Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. ва бошқалар. Кимё ва озик-овкат саноатларининг асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш.– Т.: Жаҳон, 2000.- 231 б.
6. Нурмухамедов Х.С., Нигмаджонов С.К., Абдуллаев А.Ш., Асқарова А.Б., Рамбергенов А.К., Каримов К.Г. Нефть ва кимё саноатлари машина ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш. – Т.: Фан ва технологиялар, 2008. - 356 с.
7. Поникаров И.И., Рачковский С.В., Поникаров С.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи).– М.: Альфа-М, 2008. - 720 с.
8. Машины и аппараты химических производств: Учеб. пособие для вузов / Доманский И.В., Исаков В.П., Островский Г.М. и др.; Под общ. ред. В.Н. Соколова - 2-е изд., перераб. и доп. – С.-Пб.: Политехника, 1992.- 384с.
9. Калишук Д.Г., Саевич Н.П., Вилькоцкий А.И. Процессы и аппараты химической технологии. - Минск: БГТУ, 2011.- 426 с.
10. Кошкин В.К., Калинин Э.К. Теплообменные аппараты и теплоносители. – М.: Машиностроение, 1971.- 200 с.
11. Сесёлкин И.В., Яровой В.С. Расчет и конструирование оборудования предприятий химических производств. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2005. - 80 с.
12. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчеты химико-технологического и природоохранного оборудования : справочник / А.С.Тимонин.– Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2002.- т.1. - 852 с.
13. Марков У.А. Процессы и аппараты химической технологии: в 2-х частях /. – Минск, БДТУ, 2002. – ч.1. Гидромеханические и механические процессы. - 202 с.
14. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. - 752 с.
15. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: Недра, 2000. - 677 с.
16. Charles E.Thomas. Process Technology Equipment and Systems. – USA, Stamford, Gengage Learning, 2015. - 525 p.
17. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Под редакцией Айнштейна А.Г.– М.: Логос, 2000.- т.1-2. -1784 с.
18. Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) / П.Г.Романков, Фролов В.Ф., Флисюк О.М. – СПб.: Химиздат, 2009.- 542 с.
19. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. Учеб. для студ. химико-технол. спец. вузов : в 2-х частях / Ю. И. Дытнерский. – М. : Химия, 2002, - кн. 1: 368 с.; кн. 2. – 400 с. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты.- 468 с.
20. Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Круглов С.А. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки (краткий справочник). – М.: Нефть и газ, 1996.- 155 с.

21. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. – Л.: Машиностроение, 1970.- 752 с.
22. Поникаров И.И., Перельгин О.А., Доронин В.Н., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств: – М.: Машиностроение, 1989.- 368 с.
23. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химической технологии. В 3-х ч. / редкол.Г.М.Островский и др. :-СПб.:АНО НПО «Профессионал», 2006. –ч.2.- 948 с.
24. Идельчик И.Е. Аэрогидродинамика технологических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1983.- 351 с.
25. Процессы и аппараты химической технологии.. Учеб. для студ. вузов / А. А. Захарова [и др.] ; под ред. А. А. Захаровой. – М. : Академия, 2006. - 528 с.
26. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по процессам и аппаратам химической технологии. – М.: Альянс, 2007. - 576 с.
27. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.
28. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С. Кимё ва озик-овқат саноатларнинг жараён ва қурилмалари фанидан ҳисоблар ва мисоллар. – Тошкент: Nisim, 1999.- 351 с.
29. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химической технологии. В 3-х ч. / редкол.Г.М.Островский и др. :-СПб.:АНО НПО «Профессионал», 2004. –ч.1.- 848 с.
30. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчеты химико-технологического и природоохранного оборудования : справочник / А.С.Тимонин.– Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2002.- т.2. - 1028 с.
31. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчеты химико-технологического и природоохранного оборудования : справочник / А.С.Тимонин.– Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2002.- т.3. - 968 с.
32. Иоффе И.Л. проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1991. - 352 с.
33. Хванг С.Т. Мембранные процессы разделения. – М: Химия, 1981. - 464 с.
34. Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи. / И.В.Доманский, В.П.Исаков, Г.М.Островский и др. Под ред. В.Н.Соколова – Л.:Машиностроение, 1982. - 384 с.
35. R.Paul Singh, Dennis R.Heldman. Introduction to Food Engeneering / Academic Press.Inc.Harcourt Brace and Company. – San Diego-New York-Boston-London-Sydney-Tokyo-Toronto, 2009.-841 p
36. Пинчук Л.С., Струк В.А., Мышкин Н.К., Свириденко А.И. Материаловедение и конструкционные материалы. - Минск: Высшая школа, 1989. - 461 с.
37. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник: в 3-х т. / А.С.Тимонин.- Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2003. - т.2. - 884 с.
38. Брагинский Л.Н. Перемешивание жидких сред. – М.: Химия, 1984, - 336 с.
39. Лукьяненко В.М. Центрифуги: Справочное издание. – М.: Химия, 1988. - 384 с.
40. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник: в 3-х т. / А.С.Тимонин.- Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2003. - т.3. - 1024 с.
41. Соколов В.И. Центрифугирование. – М.; Химия, 1976. – 408 с.
42. Коузов П.А. Очистка от пыли газов и воздуха в химической промышленности. – М.; Химия, 1982. – 256 с.
43. Ужов В.Н. Очистка промышленных газов от пыли. – М.; Химия, 1981. – 392 с.
44. Справочник по пыле- и золоулавливанию. – М.;Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.
45. Дэвидсон Н.Ф. Псевдооживление твердых частиц. – М.: Химия, 1965. – 184 с
46. Розен А.М. Масштабный переход в химической технологии. – М.: Химия, 1980. – 320 с

47. Игнатович Э. Химическая техника. Процессы и аппараты / Игнатович Э. перевод с немецкого. – М.: Техносфера, 2007. – 655 с.
48. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование: в 5 т. / Д.А.Баранов и др.; под ред. проф. А.М.Кутепова. – М.: Логос, 2000. – т.1: Основы теории химической технологии. – 480 с.
49. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию / Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский и др. Под ред. Ю. И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Химия, 1991. – 496 с.
50. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование: в 5 т. / Д.А.Баранов и др.; под ред. проф. А.М.Кутепова. – М.: Логос, 2002. – т.2: Механические и гидромеханические процессы. – 600 с.
51. Эксергетические расчеты технических систем: Справочное пособие / Бродянский В.М., Верхивкер Г.П. и другие: - Киев: Наукова Думка, 1991.- 360 с.
52. Справочник химика / под ред. Б. П. Никольского, О. Н. Григорова, М. Е. Позина и др. – т.V. – 2-е изд. – М.: Химия, 1968. - 996 с.
53. Сосуды и трубопроводы высокого давления. Справочник. / Е.Р.Хисматуллин, Е.М.Королев, В.И.Лифшиц. – М.:Машиностроение, 1990.- 384 с.
54. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник: в 3-х т. / А.С.Тимонин.- Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2003. - т.1. - 917 с.
55. Чиркин В.С. Теплопроводность промышленных материалов. - М.: Машиностроение, 1987. - 515 с.
56. Боровик А.А. Процессы и аппараты химической технологии. Сборник примеров и задач: в 2-х ч. / Боровик А.А., Протасов С.К., Марков В.А. – Минск: БГТУ, 2006. – ч.1: Техническая гидравлика. Гидромеханические процессы. - 382 с.
57. Марков У.А. Процессы и аппараты химической технологии: в 2-х частях /. – Минск, БДТУ, 2006. – ч.2. Тепловые и массообменные процессы. - 442 с.

Нурмухамедов Хабибулла Саъдуллаевич  
Равичев Леонид Владимирович  
Абдуллаев Алишер Шоназарович  
Аннаев Норбой Асаматдинович  
Бабаев Забибулла Камилжонович  
Джураев Хайрилла Файзиевич  
Закирова Нафиса Санатовна  
Матчанов Шерзод Камилжанович  
Тожиев Расул Жумабоевич  
Усмонов Ботир Сотволдиевич  
Худойбердиева Назора Шарофовна  
Сафаров Жасур Эсиргапович  
Султонов Жавохир Валижонович  
Шеркузиев Дониёр Шермаматович

## ГИДРО- ВА МЕХАНИК ҚУРИЛМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

ТОШКЕНТ - «ILMIY -TEKNIKA AXBOROTI - PRESS NASHRIYOTI» - 2021



Мухаррир: - К.Ахмеров  
Тех. мухаррир: - А.Эркаев  
Мусаввир: - Д.Азизов  
Мусаххих: - Ю.Авазов  
Компьютерда  
саҳифаловчи: - Ж.Султонов

«ILMIY -TEKNIKA AXBOROTI - PRESS NASHRIYOTI» MChJ

Тошкент ш., Фарғона йўли кўчаси, 222/7

Нашриет лицензияси Аi№283, 11.01.2016. Босишга рухсат этилди 22.12.2020.

Бичими 60x84 1/8 «Times Uz» гарнитураси. Офсет усулида босилди.

Шартли босма табағи 41,15. Нашриет босма табағи 44,25.

Адади 500. Бюртма №13

«ABROR PRINT» ОК матбаа бўлимида босилди.

Тошкент ш., Лабзак кўчаси, 63



**ГИДРО- ВА МЕХАНИК  
ҚУРИЛМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ  
ВА ЛОЙИҲАЛАШ**