

Қазақстан Республикасы Білім және министрлігі  
«Талар» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

**ЦОЙ А.П., АККУЛОВ Б. Г., СМАГУЛОВА А.У.**

### **ОҚУ ҚҰРАЛЫ**

**МАМАНДЫҒЫ «ТОҢАЗЫТҚЫШ- КОМПРЕССОРЛЫҚ  
МАШИНАЛАР ЖӘНЕ ҚОНДЫРҒЫЛАР»**

**БІЛІКТІЛІГІ «ЖАБДЫҚТАРДЫ ЖӨНДЕУ ШЕБЕРІ  
(ӨНЕРКӘСІПТЕ)»**

*Техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім беру жүйесіне  
1119000 –«Тоңазытқыш компрессорлық машиналар және қондырғылар»  
мамандығына өзектендірілген үлгілік оқу жоспарлары  
мен бағдарламалары бойынша әзірленген*

**Нұр-Сұлтан, 2020**

**ӘОЖ 621.561.59 (075.32)**

**КБЖ 31.392я722**

**Ц - 72**

### **Рецензенттер**

Қарағанды қаласы білім басқармасының «Қарағанды техникалық-құрылыс колледжі» КММ «Өнер және мәдениет» бейіні бойынша ӨӘБ,  
«Тұран - Профи» Кәсіби академиясы» мекемесі

«Оқулық» Республикалық ғылыми-практикалық орталығымен  
ұсынылған

**Ц-72** Мамандығы «Тоңазытқыш-компрессорлық машиналар және қондырғылар» Біліктілігі «Жабдықтарды жөндеу шебері (өнеркәсіпте)»: оқу құралы/ А. П. Цой, Б. Г.Аккулова, А.У.Смагулова.- Нұр-Сұлтан: «Талар» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 2020 ж. -312 б.

**ISBN 978-601-350-057-7**

Бұл оқу құралы 1119000 «Тоңазытқыш-компрессорлық машиналар және қондырғылар» мамандығы бойынша «Жабдықтарды жөндеу шебері (өнеркәсіпте)» біліктілігі бойынша жаңартылған үлгілік оқу жоспарына сәйкес жасалған.

Оқу құралы техникалық және кәсіптік білім беру ұйымдарының білім алушыларына, сондай-ақ техникалық және практикалық сабақтарды ұйымдастыру үшін арнайы пәндер оқытушылары мен өндірістік оқыту шеберлеріне арналған.

Оқу құралында тоңазытқыш қондырғыларын диагностикалау, жөндеу және пайдалану, компрессорларды, қосалқы жабдықтар мен автоматиканы жөндеу және қызмет көрсету, тоңазытқыш қондырғыларының жұмыс режимдері мәселелері қарастырылған. Оқу құралында тоңазытқыш қондырғыларын жөндеу мен қызмет көрсетудің күрделі және даулы мәселелерін заманауи түсіндіру берілген. Оқу құралы оқыту әдістемесін жақсартады, оны студенттер практикалық және зертханалық сабақтарда және мамандық бойынша сынақ пен емтиханға дайындық кезінде қолдана алады.

**ӘОЖ 621.561.59 (075.32)**

**КБЖ 31.392я722**

**ISBN 978-601-350-057-7**

© "Талар" КЕАҚ, 2020  
«ВВР Company» ЖШС аударған

## Мазмұны

АЛҒЫСӨЗ.....	9
1-БӨЛІМ. ТОҒАЗЫТҚЫШ ТЕХНИКАСЫНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ.....	10
1.1 Техникалық термодинамика және жылу алмасу негіздері.....	11
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	14
1.1 Тест.....	14
1.2 Күй параметрлері.....	15
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	21
1.2 Тест.....	23
1.3 Төмен температураны алу әдістері.....	24
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	29
Қосымша тапсырмалар.....	29
1.3 Тест.....	30
1.4 Бу компрессионды тоңазытқыш машиналарының циклдері.....	31
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	36
Қосымша тапсырмалар.....	36
1.4 Тест.....	37
1.5 Тоңазытқыш агенттер.....	37
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	41
Қосымша тапсырмалар.....	41
1.5 Тест.....	42
2-БӨЛІМ. ТОҒАЗЫТҚЫШ МАШИНАЛАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АҚАУЛАРЫ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР.....	44
2.1 Тоңазытқыш машиналар мен қондырғылардың схемалары мен циклдері.....	45
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	53
Қосымша тапсырмалар.....	53
2.1 Тест.....	53
2.2 Компрессорлар.....	54
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	55
Қосымша тапсырмалар.....	56
2.2 Тест.....	56
2.3 Піспекті компрессорлар.....	57
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	62
Қосымша тапсырмалар.....	62
2.3 Тест.....	63
2.4 Ротациялық компрессорлар.....	64

Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	66
Қосымша тапсырмалар .....	66
2.4 Тест .....	67
2.5 Бұрандалы компрессорлар .....	68
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	71
Қосымша тапсырмалар .....	71
2.5 Тест .....	72
2.6 Спираль компрессорлар.....	73
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	77
Қосымша тапсырмалар .....	77
2.6 Тест .....	78
2.7 Орталықтан тепкіш компрессорлар.....	79
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	80
Қосымша тапсырмалар .....	81
2.7 Тест .....	81
2.8 Конденсаторлар .....	82
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	85
Қосымша тапсырмалар .....	85
2.8.1 Ауамен салқындату конденсаторлары .....	86
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	91
2.8.2 Сумен салқындату конденсаторлары .....	92
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	95
Қосымша тапсырмалар .....	95
2.8.3 Буландыратын салқындату конденсаторлары.....	96
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	97
Қосымша тапсырмалар .....	97
2.8 Тест .....	98
2.9 Буландырғыштар .....	99
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	101
Қосымша тапсырмалар .....	101
2.9.1 Сұйық жылу тасымалдағыштарды салқындатуға арналған буландырғыштар .....	102
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	104
2.9.2 Технологиялық өнімдерді салқындатуға арналған буландырғыштар .....	105
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	105
2.9.3 Ауа салқындатқыштар .....	106
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	109
Қосымша тапсырмалар .....	109
2.9 Тест .....	110
2.10 Дроссельдеу құрылғылары.....	111
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	122

Қосымша тапсырмалар.....	122
2.10 Тест.....	123
2.11 Автоматика аспаптары .....	124
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	127
Қосымша тапсырмалар.....	127
2.11 Тест.....	128
2.12 Қосалқы жабдық.....	129
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	141
Қосымша тапсырмалар.....	141
2.12 Тест.....	141
<b>3-БӨЛІМ.        ТОҢАЗЫТҚЫШ        ЖАБДЫҚТАР        МЕН</b>	
<b>ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫ ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ .....</b>	<b>144</b>
3.1 Тоңазытқыш қондырғыларын пайдаланудың негізгі ережелері.....	145
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	148
Қосымша тапсырмалар.....	148
3.1 Тест.....	149
3.2 Тоңазытқыш машинаның жұмысын диагностикалау .....	150
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	153
Қосымша тапсырмалар.....	154
3.2 Тест.....	154
3.3 Суық агентінің кемуін іздеу, ылғалды вакуумды жою, суық агентті толтыру .....	155
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	168
Қосымша тапсырмалар.....	168
3.3 Тест.....	169
3.4 Дәнекерлеу және дәнекерлеу. Құбырларды дәнекерлеуге дайындау .....	170
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	177
Қосымша тапсырмалар.....	177
3.4 Тест.....	178
3.5 Компрессорды жүйеге қосу .....	179
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	185
Қосымша тапсырмалар.....	185
3.5 Тест.....	186
3.6 Компрессорды маймен толтыру және май деңгейін тексеру.....	187
Өзін-өзі бақылау сұрақтары.....	193
Қосымша тапсырмалар.....	193
3.6 Тест.....	194

3.7 Автоматты бақылау құралдары мен құралдарын монтаждау .....	195
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	202
Қосымша тапсырмалар .....	202
3.7 Тест .....	203
3.8 Автоматика құралдары мен қосымша жабдықтарды жөндеу .....	204
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	213
Қосымша тапсырмалар .....	213
3.8 Тест .....	214
3.9 Буландырғыштар мен ауа салқындатқыштарды монтаждау .....	215
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	218
Қосымша тапсырмалар .....	218
3.9 Тест .....	219
Тоңазытқыш жабдықтарды пайдалану, монтаждау және қызмет көрсету кезіндегі қауіпсіздік техникасы.....	220
<b>4 -БӨЛІМ. НЕГІЗГІ ТОҢАЗЫТҚЫШ ЖАБДЫҚТАРЫН ЖӨНДЕУ .....</b>	<b>231</b>
4.1 Піспекті компрессорларды жөндеу .....	233
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	236
Қосымша тапсырмалар .....	236
4.1 Тест .....	237
4.2 Спиральды компрессорлардың ерекшеліктері.....	238
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	238
Қосымша тапсырмалар .....	239
4.2 Тест .....	239
4.3 Бұрандалы компрессорлардың тозуы және жөндеу .....	240
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	242
Қосымша тапсырмалар .....	242
4.3 Тест .....	243
4.4 Ротациялық компрессорларды жөндеу .....	244
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	245
Қосымша тапсырмалар .....	245
4.4 Тест .....	246
4.5 Орталықтан тепкіш және біліктік компрессорларды жөндеу .....	247
4.5 Тест .....	250
4.6 Конденсаторларды жөндеу.....	251
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	252
Қосымша тапсырмалар .....	252
4.6 Тест .....	253

4.7 Қаптама құбырлы жылу алмастырғыштарды жөндеу .....	254
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	256
Қосымша тапсырмалар .....	256
4.7 Тест .....	257
4.8 Тілімшелі жылу алмастырғыштарды жөндеу .....	258
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	260
Қосымша тапсырмалар .....	261
4.8 Тест .....	261
4.9 Қабырға және төбе батареяларын жөндеу .....	262
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	263
Қосымша тапсырмалар .....	263
4.9 Тест .....	263
<b>5-БӨЛІМ. ОҢТАЙЛЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМДЕРДІ</b>	
<b>ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ .....</b>	<b>266</b>
5.1 Тамақ, қайта өңдеу мұнай-химия өнеркәсібінде	
суықты қолдану .....	267
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	271
Қосымша тапсырмалар .....	271
5.1 Тест .....	272
5.2 Салқындату, мұздату режимдерін қамтамасыз ету .....	273
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	276
Қосымша тапсырмалар .....	276
5.2 Тест .....	277
5.3 Тамақ өнімдерін сақтау режимін сақтау .....	278
Өзін-өзі бақылау сұрақтары .....	280
Қосымша тапсырмалар .....	281
5.3 Тест .....	281
Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі .....	282
<b>ҚОРЫТЫНДЫ .....</b>	<b>283</b>
<b>ГЛОССАРИЙ .....</b>	<b>284</b>
Тестке жауаптар .....	290
<b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ .....</b>	<b>291</b>
А. 1 қосымшасы .....	293
А. 2 қосымшасы .....	293
А. 3 қосымшасы .....	294
А. 4 қосымшасы .....	295
А. 4 қосымшасы .....	296
А. 5 қосымшасы .....	297

А. 6 қосымшасы.....	298
А. 7 қосымшасы.....	299
А. 8 қосымшасы.....	300
Б. 1 қосымшасы .....	301
Б. 2 қосымшасы .....	304
Б. 3 қосымшасы .....	305
В. 1 қосымшасы.....	306
В. 2 қосымшасы.....	307
В. 3 қосымшасы.....	308
В. 4 қосымшасы.....	310
Г. 1 қосымшасы .....	312



## АЛҒЫСӨЗ

Тоңазытқыш техникасы болып табылады қарқынды дамып келе жатқан саласы Қазақстанда. Бүкіл ғимараттар үшін үлкен орталықтандырылған салқындату жүйелері кеңінен таралуда. Ірі тоңазытқыш жүйелерін қолдана отырып, ет өңдеу және тамақ кәсіпорындарын, құс шаруашылығы кешендерін қайта жабдықтау жүргізілуде. 21 ғасырда өнеркәсіптік, көліктік, коммерциялық және тұрмыстық салаларда салқындату үшін пайдаланылатын электр энергиясын тұтыну үлесі күрт артады. Тоңазытқыш техникасы нарығында тұрақты динамика байқалады. Соңғы жылдары тоңазытқыш өнеркәсібін және барлық машина жасауды дамытудағы басты бағыттардың бірі: экологиялық қауіпсіздік және энергетикалық тиімділік болып табылады.

Тоңазытқыш қондырғыларын жөндеу және техникалық қызмет көрсету жоғары және орта арнайы білімнің арнайы пәндерімен қарастырылуы керек білім мен мәселелердің кең спектрін қамтиды. Диагностиканың, жөндеу мен орнатудың заманауи әдістері мен құралдарын ұтымды пайдалану Тоңазытқыш жүйелерінің сенімділігі мен сенімділігін арттыруға, сондай-ақ осындай қондырғыларды пайдалануға байланысты материалдық шығындар санын үнемдеуге мүмкіндік береді.

Тоңазытқыш жабдықтар соңғы жылдары айтарлықтай өзгерген жоқ, ал қорғау, басқару және реттеу жүйелері техникалық шешімдер бойынша айтарлықтай әр түрлі болды. Орнату құралы қазіргі уақытта әлдеқайда механикаландырылған және көп функциялы, бірқатар тоңазытқыш агенттердің тыйым салуына байланысты олардың аналогтары арнайы өңдеуді қажет етеді. Тоңазытқыш қызмет көрсету саласындағы қазіргі заманғы әдебиеттер өте тапшы.

Оқу құралының мақсаты негізгі теориялық анықтамалардан бастап практикалық мәселелерге, техникалық қызмет көрсету және жөндеу ерекшеліктеріне дейін тоңазытқыш қондырғылары мен оларға қызмет көрсету туралы тұтас түсінік қалыптастыру болып табылады. Негізгі міндеті болып табылады мамандарды даярлау қабілетті сауатты жөндеу және қызмет көрсету тоңазытқыш жабдықтар.

Материалды ұсыну кезінде автор оқырманды қарастырылатын процестердің физикалық мәнінен және тоңазытқыш жабдықтарының жұмыс принциптерінен алшақтататын белгілі бір мәселелерді шешудің күрделі математикалық тұжырымдарын болдырмауға тырысты.

Оқу құралы 1119000 – «Тоңазытқыш-компрессорлық машиналар және қондырғылар» мамандығының білім алушыларына ғана емес, сондай-ақ тоңазытқыш жабдығының жас инженерлері мен монтажшыларына да пайдалы болады.

## **1- БӨЛІМ. ТОҢАЗЫТҚЫШ ТЕХНИКАСЫНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ**

### **Оқу мақсаттары**

Бөлімден өткеннен кейін білім алушылар:

1. Олар тоңазытқыш жабдықтарын одан әрі зерттеуге негізделген негізгі ұғымдар туралы түсінікке ие болады.
2. Олар төмен температураны алудың әртүрлі әдістерін түсіндіре алады.
3. Олар диаграммада бу компрессорлық тоңазытқыштың қарапайым циклын құра алады.
4. Олар тоңазытқыш машинаның жеке бөліктерінде болатын физикалық процестерді, олардың реттілігін біледі.

### **Қажетті оқу материалдары:**

1. CoolPack бағдарламалық кешені.
2. Суық агенті диаграммалары.
3. Тоңазытқыш манометр.
4. Тоңазытқыш желісі, калькулятор, термометр (өлшеу диапазоны – 20-дан +50°C-қа дейін; шкаланың ажыратымдылығы-1°C-тан аспайды).

### **Алдын ала талаптар**

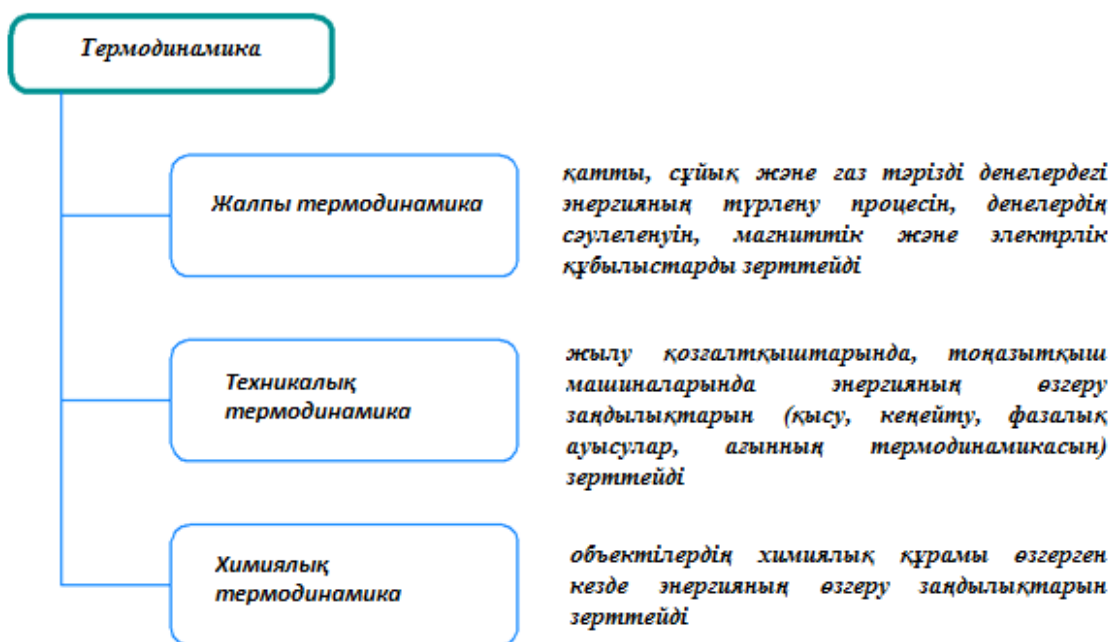
Осы бөліммен жұмыс жасамас бұрын студенттердің физика бойынша негізгі білімі болуы керек. Сондай-ақ, тоңазытқыш жабдықтарының жұмысын сәтті түсіну үшін студенттер гидравлика, электротехника туралы түсінікке ие болуы керек.

### **Кіріспе**

Бұл бөлімде техникалық термодинамиканың негізгі ұғымдары сипатталған: объектілер және олардың өзара әрекеттесу процестері. Күйдің негізгі параметрлері, олардың өлшем бірліктері және өлшеу құралдары қарастырылады. Төмен температураны алу әдістері тізімделеді және осы процестердің физикалық табиғаты түсіндіріледі. Тоңазытқыш қондырғыларының жұмыс принципімен алғашқы танысу үшін бу компрессорлық тоңазытқыш қондырғысының қарапайым циклы келтірілген. Тоңазытқыш қондырғысының құрылымы, яғни оның негізгі элементтері және олардың өзара әрекеттесу процестері көрсетілген. Жеке тармақта суық агенттердің термодинамикалық қасиеттері мен жіктелуі түсіндіріледі, олардың қолданылуы және экологиялық әсері және кейбір суық агенттерді пайдалануға байланысты шектеулер туралы айтылады. Осы бөлімдегі ақпарат білім алушыларды келесі тарауда ашылатын "Тоңазытқыш машиналар мен қондырғыларға қызмет көрсетуді орындау" кәсіби модуліне дайындайды.

## 1.1 Техникалық термодинамика және жылу алмасу негіздері

Техникалық термодинамика жылу машиналарындағы жылу және механикалық энергияны түрлендірудің практикалық мәселелерін зерттейді (сурет.1.1). Гидравлика, электротехника және жылу алмасу теориясымен бірге техникалық термодинамика тоңазытқыш техникасын зерттеудің теориялық негізі болып табылады.



1.1- сурет. Термодинамиканың тармақтары

Термодинамиканың негізі екі негізгі заң болып табылады:

I термодинамика заңы-энергияның түрлену және сақталу заңы;

Термодинамиканың II заңы-термодинамикалық жүйелердегі барлық макроскопиялық процестердің бағыты мен бағытын белгілейді.

Термодинамиканы зерттеу объектісі термодинамикалық жүйе болып табылады және термодинамикада оның қоршаған ортамен өзара әрекеттесуі қарастырылады.

Термодинамикалық жүйе деп оны құрайтын денелер мен микробөлшектердің қоршаған ортадан еркін бөлінген, қатаң анықталған геометриялық пішіндермен, қабықпен немесе бетімен шектелген жиынтығы түсініледі.

Қоршаған орта дегеніміз-таңдалған кеңістікті толтыратын кез-келген физика-химиялық сипаттағы денелердің жан-жақты жиынтығы (1.2-сурет).

Мысалы, термодинамикалық жүйе-піспекпен бірге цилиндрде орналасқан газ, ал қоршаған орта піспек, цилиндр және сыртқы ауа болады.

Термодинамикалық жүйенің қоршаған ортамен өзара әрекеттесуі термодинамикалық процесс деп аталады. Осы процестің нәтижесінде

термодинамикалық жүйенің күйін (температура, қысым немесе көлем) анықтайтын оның параметрлерінің кем дегенде біреуі өзгереді.



1.2- сурет. Термодинамикалық жүйе

### Мұндай термодинамикалық жүйелер бар:

Оқшауланған-қоршаған ортамен өзара әрекеттесуі жоқ термодинамикалық жүйе;

Адиабат-қоршаған ортамен жылу алмасуды болдырмайтын термодинамикалық жүйе;

Біртекті жүйе-оның барлық бөліктерінде құрамы мен физикалық қасиеттері бірдей.

Термодинамикалық процестердің негізгі түрлеріне мыналар жатады:

Изохорлық процесс, тұрақты көлемде  $\Delta v = 0$ ;

Изобарлық процесс, тұрақты қысым кезінде  $P = \text{const}$ ;

Изотермиялық процесс, тұрақты температурада  $T = \text{const}$ ;

Адиабатты процесс, онда қоршаған ортадан жылу  $q = 0$  шығарылмайды және қоршаған ортаға шығарылмайды.

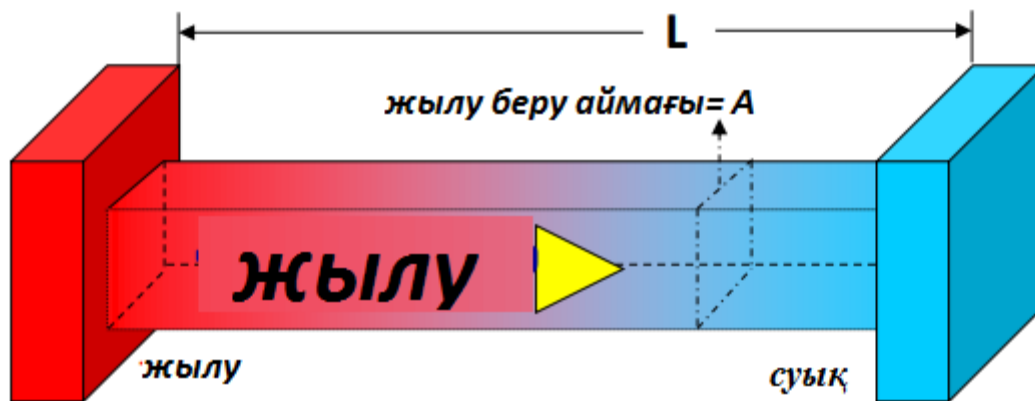
Термодинамикалық жүйе үшін өзара әрекеттесудің екі формасы бөлінеді – жылу және механикалық.

Техникалық термодинамика әлдеқайда көп ақпаратты қамтиды және авторлар қосымша зерттеу үшін тиісті әдебиеттерді ұсынады [1].

Термодинамикада механикалық жұмыс-бұл дененің күйін өзгертуге ғана емес, сонымен қатар оның күйінің өзгеруіне де (яғни оның температурасының, қысымының және т.б. өзгеруі) жұмсалған жұмыс.

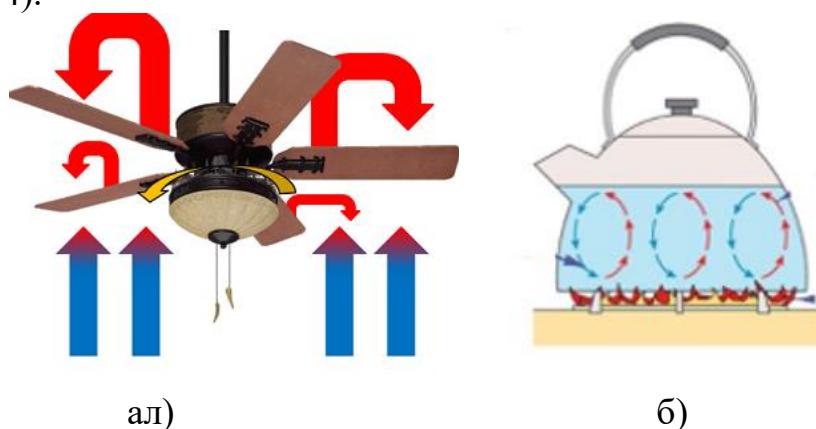
Энергия қоршаған ортадан денеге механикалық жұмыс жасау арқылы ғана емес, сонымен бірге жылуды қыздырылған денелерден жылу өткізгіштік, конвекция, сәулелену арқылы аз қыздырылған денелерге беру арқылы да берілуі мүмкін.

Жылу өткізгіштік-ішкі энергияны дененің бір бөлігінен (температурасы жоғары) екіншісіне (температурасы төмен) беру процесін сипаттайтын қасиет (сурет.1.3). Жылу өткізгіштік затқа байланысты.



1.3- сурет. Жылу Өткізгіштік

Конвекция-сұйықтық немесе газ ағыны арқылы жылу беру процесі. Бұл үшінші тарап құрылғыларының көмегімен мәжбүрлі түрде де болады: желдеткіш немесе араластырғыш, сондай-ақ температура мен тығыздықтың айырмашылығына байланысты қоршаған ортаның өздігінен қозғалуымен табиғи (сурет.1.4).



1.4 – сурет-Конвекция: а) мәжбүрлі, б) табиғи

Сәуле – ішкі энергиясы мен белгілі бір температурасы бар денені шығаратын электромагниттік сәуле Стефан-Больцман заңымен сипатталады.

Жұмыс механикалық өзара әрекеттесудің сандық өлшемі болады, ал жылу мөлшері жылу түрінде өткен энергия мөлшері деп аталады.

Тепе-теңдік, қайтымды және қайтымсыз процестер бар.

Тепе-теңдік процесі жүйе тепе-теңдік күйіне ұмтылатын әсер деп саналады және мұндай процесті өте аз деп санауға болады, оның параметрлері өте баяу өзгереді.

Қайтымды процесс-бұл алға және кері бағытта жүретін процесс. "Қайтымды машиналар" түсінігі туралы толығырақ дереккөзден білуге болады [2].

Дөңгелек процесс немесе цикл – бұл термодинамикалық процесс, нәтижесінде жүйе барлық жағынан бастапқы күйіне оралады.

## Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Термодинамикалық жүйелерге қысқаша мысалдар келтіріңіз. Олар үшін қоршаған орта дегеніміз не?
2. Жұмыстың мәнін түсіндіріңіз, жұмыстың мысалдарын атаңыз және тамаша жұмыс көлемін есептеу қажеттілігі.
3. Термодинамикалық процестердің қандай түрлері бар?
4. Термодинамикада жылу берудің қандай түрлері зерттеледі?

### 1.1 Тест

1. Термодинамикадағы қандай процесс изотермиялық деп аталады?
  - а) тұрақты температурада жүретін процесс;
  - б) тұрақты қысым кезінде жүретін процесс;
  - в) тұрақты көлемде болатын процесс;
  - г) тұрақты жылу сыйымдылығымен жүретін процесс.
2. Термодинамикалық жүйенің ішкі энергиясын өзгертуге болады...
  - а) тек жылу беру жолымен;
  - б) тек жұмыс жасау арқылы;
  - в) жұмыс жасау және жылу беру жолымен;
  - г) өзгерту мүмкін емес.
3. Ішкі энергияның өзгеруі нөлге тең болатын процесті атаңыз?
  - а) изобарлық;
  - б) изохорлық;
  - в) изотермиялық;
  - г) адиабатикалық.
4. Қандай процесте газдың жұмысы нөлге тең болады?
  - а) изохорн кезінде;
  - б) изотермиялық;
  - в) адиабатты жағдайда;
  - г) изобарлық жағдайда.
5. Ішкі энергияны өлшеу бірлігі
  - А) Вт;
  - б) °С;
  - в) Па;
  - г) Дж.

## 1.2 Күй параметрлері

Қоршаған ортамен өзара әрекеттесу кезінде термодинамикалық жүйе өзінің қасиеттерін өзгертеді. Жүйелердің қасиеттерін сипаттау үшін күй параметрлері деп аталатын әртүрлі физикалық шамалар қолданылады.

Күй параметрлері-денеге тән кез-келген мән, оның өзгеруі дененің бастапқы және соңғы күйімен ғана анықталады және ол бірінші күйден екінші күйге ауысқан кезде оның күйінің өзгеру процесінің сипатына байланысты емес. Күй параметрлері қарқынды және кең болып бөлінеді.

Қарқынды параметрлер - бұл жүйенің массасына тәуелсіз параметрлер (температура мен қысым).

Экстенсивті немесе аддитивті – мәні жүйенің массасына пропорционал болатын параметрлер (энергия, көлем, энтропия және т.б.).

Термодинамикалық жүйенің негізгі параметрлеріне оның температурасы, қысымы, тығыздығы немесе тығыздықтың кері мәні, нақты көлем, нақты энтальпия, нақты энтропия, нақты жылу жатады. *Тррvisc*

Температура-термодинамикалық жүйенің ішкі энергиясын сипаттайтын физикалық шама және денелердің жылу дәрежесін интуитивті түрде білдіреді.

Көбінесе температура Цельсий градусында ( $^{\circ}\text{C}$ ), атмосфералық қысым кезінде судың агрегаттық күйінің өзгеруі негізінде жасалған шкала бойынша немесе Кельвин (К) абсолютті градусында көрсетіледі (сурет.1.5).*t*

Кельвиндегі температура термодинамикадағы есептеулерде қолданылады. Жүйенің күйінің термодинамикалық параметрі абсолютті температураны, яғни Кельвин градусындағы температураны қабылдайды. Температура мәнін бір шкаладан екіншісіне ауыстыру үшін арақатынас қолданылады:

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,2 \quad (1.1)$$

Сондай-ақ, басқа елдерде қолданылатын температураны өлшейтін басқа қондырғылар бар, мысалы, Фаренгейт температурасы ( $^{\circ}\text{F}$ ). Оны шетелдік жабдықтармен немесе құрылғылармен жұмыс істеу кезінде табуға болады. Фаренгейт дәрежесі формуланың көмегімен Цельсийге ауыстырылады:

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32) \quad (1.2)$$



1.5- сурет. Кельвин мен Цельсийдің температуралық шкаласы

Температураны өлшеу термометрлердің көмегімен жүзеге асырылады. Электрондық термометрлер (қарсылық термометрлері, термобу, электронды температура датчиктері және т.б.), сондай-ақ сұйық, механикалық, инфрақызыл және басқа термометрлер бар (сурет.1.6). Термометрлердің әр түрінің өзіндік ерекшеліктері, қолдану аясы және қателігі бар.



1.6- сурет. Термометрлер: а) электрлік; б) инфрақызыл; в) манометрлік

Қысым-бұл күштің әсер ететін беткі аймаққа қатынасы. ӨЖ бірліктер жүйесіндегі өлшем бірлігі: Н / м<sup>2</sup>. Бір шаршы метрге бір Ньютон күшімен жасалған қысым бір Паскальға (Па) тең. Жылу процестерінде қысымның үлкен мөлшерін барларда немесе атмосфераларда білдіру оңай: 1 Бар = 10<sup>5</sup> Па



Па. Бір техникалық атмосфера (ат) см<sup>2</sup>-ге 1 кг күш қысымына сәйкес келеді. 1 ат = 1 кгс/см<sup>2</sup> = 98066,5 Па. Дәл осындай мән су бағанының биіктігі 10 м немесе сынап бағанасының биіктігі 735,56 мм болатын қысымға тең болады.

Кейде жұмыс кезінде сіз PSI-де қысым таба аласыз (шаршы дюймге фунт күші) және басқалар (кесте.1.1):

$$1 \text{ PSI} = 6895 \text{ Па} = 0,069 \text{ Бар} \quad (1.3)$$

Қысымын өлшеуге арналған құралдар деп атайды манометрлер және вакуумметрлер, олар көрсетеді абсолюттік шаманы қысым. Олар тек қысым өлшегіш қосылған ыдыстағы қысымның атмосфералық қысымнан қалай ерекшеленетінін көрсетеді.

Кесте 1.1-қысымды өлшеу бірліктері

	Паскаль	Бар	Техникалық атмосфера	Физикалық атмосфера	Миллиметр сынап	Бір шаршы дюймге Фунт күші	Микрон
	(Па, Па)	(бар, бар)	(ат, ат)	(атм, атм)	(mmHg, torr, Torr)	(psi)	(μк, микрон)
1 Па	<b>1 Н·м<sup>2</sup></b>	10 <sup>-5</sup>	10,197·10 <sup>-6</sup>	9,8692·10 <sup>-6</sup>	7,5006·10 <sup>-6</sup>	145,04·10 <sup>-6</sup>	7,5
1 бар	105	<b>1·10<sup>6</sup> дин / см<sup>2</sup></b>	1,0197	0,98692	750,06	14,504	7,5·10 <sup>5</sup>
1 ат	98066,5	0,980665	<b>1 кгс / см<sup>2</sup></b>	0,96784	735,56	14,223	7,356·10 <sup>5</sup>
1 атм	101325	1,01325	1,033	<b>1 атм</b>	760	14,696	7,6·10 <sup>5</sup>
1 mmHg	133,322	1,3332·10 <sup>-3</sup>	1,3595·10 <sup>-3</sup>	1,3158·10 <sup>-3</sup>	<b>1 mmHg</b>	19,337·10 <sup>-3</sup>	1000
1 psi	6894,76	68,948·10 <sup>-3</sup>	70,307·10 <sup>-3</sup>	68,046·10 <sup>-3</sup>	51,715	<b>1 lbf/in<sup>2</sup></b>	5,171·10 <sup>4</sup>
1 микрон	0,1333	1,333·10 <sup>-6</sup>	1,3595·10 <sup>-6</sup>	1,3158·10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	19,337·10 <sup>-6</sup>	<b>1 μк</b>
1" Hg	3,386·10 <sup>3</sup>	0,33864	34,531·10 <sup>-3</sup>	33,42·10 <sup>-3</sup>	25,4	4,9116	25,4·10 <sup>3</sup>

Атмосфералық қысым – жер атмосферасының оның бетіне тигізетін қысымы.  $P_{\text{атм}}$

Абсолюттік қысым – қандай да бір бетке әсер ететін қысымның нақты шамасы.  $P_{\text{абс}}$

Артық қысым-абсолютті және атмосфералық қысым арасындағы айырмашылық. Манометрлер артық қысымды көрсетеді, ол көбінесе анықтамалықтарда белгіленеді, және т. б. ( $P_{\text{ман}} P_{\text{изб}} P_{\text{ман}} = P_{\text{абс}} - P_{\text{атм}}$ .)

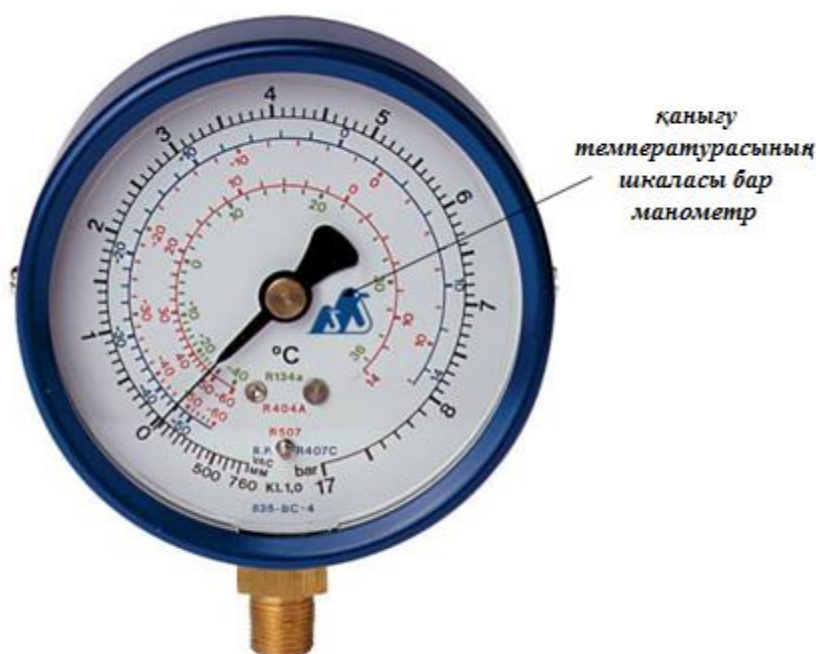
Көптеген манометрлерде нөлді орнатуға арналған бұранда бар. Егер қысым өлшегіш төмен атмосфералық қысым кезінде (теңіз деңгейінен жоғары биіктікте) жұмыс істесе, нөлдік параметр қажет болуы мүмкін.

Атмосферадан төмен қысымның немесе қысымның аз мөлшерін өлшеу үшін мановакуумметр қолданылады.

Уақыт өте келе қысым өлшегіштің өлшеу дәлдігі төмендеуі мүмкін. Сондықтан манометрлерді әр 1...2 жыл сайын тексеру керек. Қажет болса, олар калибрленеді.

Көптеген манометрлерде өлшеудің оңтайлы диапазоны 3/4 шкаладан аспайды. Егер өлшенген қысым манометр шкаласында көрсетілген максималды мәннен 25% жоғары болса, онда манометр зақымдалуы мүмкін.

Қысым мәндерін көрсететін шкаладан басқа, көптеген манометрлер белгілі бір салқындатқыштар үшін қанықтыру температурасының шкаласымен жабдықталған (сурет.1.7).



1.7- сурет. Суық агенттердің қанықтыру температура таразы бар манометр: R134a, R404A, R507, R407C

Дененің немесе заттың тығыздығы көлем бірлігінің массасы немесе дене салмағының оның көлеміне қатынасы деп аталады:  $\rho \left[ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1.4)$$

мұндағы  $m$ -дене салмағы кг;  $V$ -дене көлемі м<sup>3</sup>.

Меншікті көлем – кері тығыздық шамасы, яғни зат массасының бірлік көлемі:  $v \left[ \frac{\text{м}^3}{\text{кг}} \right]$

$$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho} \quad (1.5)$$

Меншікті жылу сыйымдылығы - бұл температураны 1 градусқа, салмағы 1 кг (,) денеге өзгерту үшін қанша жылу (Q) қажет екенін көрсететін термофизикалық сипаттама  $c_p = constv = const \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{град}} \right]$

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta t}, \quad (1.6)$$

мұндағы-берілген жылудың элементарлық мөлшері; - дене салмағы; - дене температурасының k градусындағы элементарлық өзгеруі.  $\Delta Q m \Delta t$

Нақты жылу сыйымдылығы-бұл термофизикалық сипаттама, себебі ол заттың температурасына байланысты өзгереді. Есептеулерде белгілі бір температура аралығы үшін жылу сыйымдылығының орташа мәні қолданылады, ол үшін процесс шықпайды.

**Нақты жылу сыйымдылығының келесі түрлері бар:**

Молярлық (және массалық, яғни заттың массалық бірлігіне немесе заттың моль санына қатысты.  $c_\mu$ )  $c$

Изобар (және изохор (, газдардың қызуы немесе салқындауы қандай процесске байланысты).  $c_p$ )  $c_v$ )

Энергия-бұл заттың қозғалысы мен өзара әрекеттесуінің әртүрлі формаларының өлшемі. Жылу процестері жылу энергиясымен, ішкі және механикалық процестермен, потенциалдық және кинетикалық жұмыстармен сипатталады. Өлшем бірлігі: Джоуль (Дж).

Термодинамиканың бірінші заңы термодинамикалық жүйеден өткен жылу мөлшері ішкі энергияның өзгеруіне және жүйенің сыртқы күштерге қарсы жасаған жұмысына тең болатындығын анықтайды:

$$Q = \Delta U + L, \quad (1.7)$$

онда  $Q$  – жүргізілген жылу мөлшері, Дж; - жүйенің ішкі энергиясының өзгеруі, Дж; - сыртқы күштердің жұмысы, Дж.  $\Delta U$  □

Ішкі энергия U (J) дененің немесе денелер жүйесінің барлық түрлерінің жиынтығы деп аталады. Оны молекулалардың кинетикалық энергиясының қосындысы ретінде елестетуге болады (молекулалардың аударма және айналмалы қозғалысы); молекуланың өзінде атомдардың тербелмелі қозғалысы; электрондар энергиясы; ядро ішіндегі энергия; молекулалардың потенциалдық энергиясы, молекула ядросы мен электрондардың өзара әрекеттесу энергиясы. Техникалық термодинамикада ішкі энергияның кинетикалық және потенциалдық компонентінің өзгеруімен байланысты процестер қарастырылады, ал ішкі энергияның абсолютті мәні қажет емес.

Екінші заң жылу өздігінен аз қызған денеден көп қызғанға ауыса алмайтындығын анықтайды. Мұндай жылу ауысуын жұмысты немесе басқа энергияның белгілі бір мөлшерін жұмсау арқылы ғана жүзеге асыруға болады. Жылудың төмен температуралы жүйеге өздігінен ауысуы қайтымды процестерге қарағанда қайтымсыз процесс болып табылады, яғни екі бағытта

да бірдей жүруі мүмкін. Тоңазытқыш машиналарда болып жатқан барлық нақты процестер қайтымсыз.

Үшінші заң абсолютті нөлдік температураға ( $^{\circ}\text{C}$ ) жету мүмкін еместігін белгілейді.  $t = -273,15$

Идеал газ-бұл Молекулалардың өзара тарту және иілу күштері жоқ газ, сонымен қатар молекулалардың мөлшері де назардан тыс қалады.

Идеал газ күйінің теңдеуін француз физигі Клапейрон шығарады және келесідей:

$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T, \quad (1.8)$$

мұндағы R-температура 1 градусқа өзгерген кезде изобарлық процесте 1 кг газдың жұмысын көрсететін газ тұрақтысы. Газ тұрақтысын әмбебап газ тұрақтысы  $= 8314,20 \text{ Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К})$  және газдың молярлық (молекулалық) массасы арқылы табуға болады:  $R_{\mu\mu}$

$$R = \frac{R_{\mu}}{\mu}, \quad (1.9)$$

Біртекті жүйенің күйінің негізгі термодинамикалық параметрлері бір-біріне тәуелді және белгілі бір математикалық теңдеумен – күй теңдеуімен өзара байланысты:  $P, v, T$

$$f(P, v, T) = 0 \quad (1.10)$$

Егер кез-келген термодинамикалық процесте параметрдің өзгеруі процестің түріне байланысты болмаса, тек бастапқы және соңғы күй анықталса, онда күй параметрлері күй функциясы деп аталады.

Энтальпия-бұл белгілі бір тұрақты қысым кезінде жылуға айналдыруға болатын дененің энергиясы. Әдетте есептеулерде белгілі бір энтальпия немесе қарастырылып отырған жұмыс денесінің немесе жүйенің зат массасының 1 кг-на жатқызылған энтальпия қолданылады. Нақты энтальпия жұмыс денесінің 1 кг массасы бар энергия мөлшерін көрсетеді:  $\left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right]$

$$i = u + pv, \quad (1.11)$$

мұндағы-температурасы мен жылу сыйымдылығымен анықталатын жұмыс денесінің ішкі энергиясы, кДж / кг; - жұмыс денесінің қысымы, Па; - заттың меншікті көлемі, м<sup>3</sup>/кг.  $upv$

Энтропия энергияның таралу өлшемін білдіреді, бұл жүйенің барлық энергиясын пайдалы жұмысқа айналдыру үшін қолдануға болмайды. Кез-келген термодинамикалық процесте энтропия дененің бастапқы және соңғы күйімен толығымен анықталады және процестің өту жолына тәуелді емес.

Энтропияны негізгі күй параметрлерінің функциясы ретінде анықтауға болады:

$$S = f_1(P, V); S = f_2(P, T); S = f_3(T, V) \quad (1.12)$$

Нақты энтропияның өзгеруі :  $\left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right]$

$$\Delta s = \frac{\Delta q}{T}, \quad (1.13)$$

Мұндағы  $\Delta q$  – термодинамикалық жүйеге келтірілген жылу мөлшері, кДж/кг; - температура, К;  $T$

Энтропияның өзгеру сипаты бойынша жылу алмасудың қай бағытта жүретінін анықтауға болады. Денеге жылу беру кезінде оның энтропиясы артады, ал жылу шығару кезінде ол азаяды.

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Цельсийдің температуралық шкаласы не негізінде алынды?
2. Барлық қысым бірліктерін атаңыз.
3. Дене температурасының өзгеруі мен сіңірілетін немесе шығарылатын жылу мөлшері арасындағы байланысты қандай күй параметрі білдіреді?
4. Күй параметрлері термодинамикалық жүйелердің күй теңдеулерінен несімен ерекшеленеді?

### Қосымша тапсырмалар

1. 1.7-суретте көрсетілген тоңазытқыш машиналарында қолданылатын карапайым механикалық манометрдің сыртқы түрін зерттеңіз. Оның шкаласын мұқият зерттеңіз. Анықтаңыз:

Манометрмен өлшенетін қысым диапазоны қандай?

Манометрдегі қысымды өлшеу дәлдігі қандай?

Осы манометрмен қандай максималды қысымды өлшеуге болады?

Қысым өлшегішті тоңазытқыш жүйесіне қосу үшін жіптің қандай түрі мен мөлшері қолданылады?

2. Тоңазытқыш машиналарда қысымды өлшеу үшін әдетте екі құрылғы қолданылатынын ескеріңіз. Бұл құрылғылардың белгілі бір айырмашылықтары бар. Бұл айырмашылықтар қандай?

3. Кез-келген қол жетімді электронды термометрді қолдана отырып, келесі тәжірибелер жасаңыз:

- жылу сенсорын жұдырыққа қысып, қолдың температурасын өлшеңіз. Өлшеу нәтижелерін есте сақтаңыз. Болашақта олар сізге басқа заттардың температурасын дәл қолмен ұстап, дәл өлшеуге көмектеседі.

- оқу аудиторияңыздың едені мен төбесіндегі ауа температурасын өлшеңіз. Өлшеу нәтижелері әртүрлі ме?

- құбыр бетінің температурасын өлшеуге үйреніңіз. Бұл жайт термодатчик бетінен құбырдың жұмыс істейтін тоңазытқыш қондырғылар.

Әрі қарай, жылу сенсорын жылу датчигінің өзі құбырдың бетіне мықтап басылатындай етіп жылу оқшаулағыш материалмен ораңыз. Термометр экранындағы оқулар өзгермеуі үшін қанша уақыт қажет екенін бақылаңыз.

Назар аударыңыз! Жұмыс істеп тұрған тоңазытқыштың құбырлары суық ( $-10^{\circ}\text{C}$ -тан төмен) немесе ыстық ( $+70^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары) болуы мүмкін! Сондықтан, оның толығымен қауіпсіз екеніне көз жеткізгенше, оларды қолыңызбен ұстамауға тырысыңыз.

- кез-келген жұмыс істейтін тұрмыстық тоңазытқыштың ішіндегі температураны өлшеңіз. Тоңазытқыштың ішіндегі температура 10...15 минут ішінде қалай өзгередінін бақылаңыз.

4. Интернетте атмосфералық ауаның тығыздығы қандай екенін анықтаңыз? Атмосфералық қысым кезінде көмірқышқыл газы, пропан, оттегі, аммиак, азот қандай тығыздыққа ие екенін біліңіз? Тығыздық туралы мәліметтерге ие бола отырып, аталған газдардың қайсысы жоғары көтерілетінін және бөлменің еденіне қандай газдар түсетінін анықтаңыз. Зерттеудің нәтижесін есте сақтау керек, себебі тоңазытқыш қондырғыларымен жұмыс істеу тәжірибесінде сіз барлық көрсетілген заттармен жұмыс істеуге тура келеді. Кейбір жағдайларда олар ойықтарда немесе бөлменің төбесінде жиналуы мүмкін. Мұндай газдардың жинақталуы адамдар үшін үлкен қауіп төндіруі мүмкін, себебі кейбір газдар улануы мүмкін, кейбір газдар тұншығуды тудыруы мүмкін, ал басқа газдар тұтануы мүмкін.

## 1.2 Тест

1. Идеал газ күйінің теңдеуі келесідей:

а)  $Q = \Delta U + L$

б)  $P \cdot V = m \cdot R \cdot T$ ;

в)  $P = const$ ;

г)  $PV = \rho gV$ .

2. "Нақты мән" ұғымы нені білдіреді (нақты жұмыс, нақты энтальпия және т. б.)?

а) масса бірлігіне жатқызылған;

б) көлем бірлігіне жатқызылған;

в) Кельвиннің бір градусына жатқызылған;

г) Бір мольге жатқызылған зат.

3. Көбейтіндімен өлшенетін шаманың өлшем бірлігін көрсетіңіз  $p\Delta V$

А) Вт;

б) Па;

в) К;

г) Дж.

4. Абсолютті нөл (к) мәні  $^{\circ}\text{C}$ ?  $T = 0$

а)  $0^{\circ}\text{C}$ ;

б)  $-273^{\circ}\text{C}$ ;

в)  $273^{\circ}\text{C}$ ;

г)  $-96^{\circ}\text{C}$ .

5. Тығыздықтың кері мәні?

а) молярлық масса;

б) қысым;

в) үлес көлемі;

г) меншікті жылу сыйымдылығы.

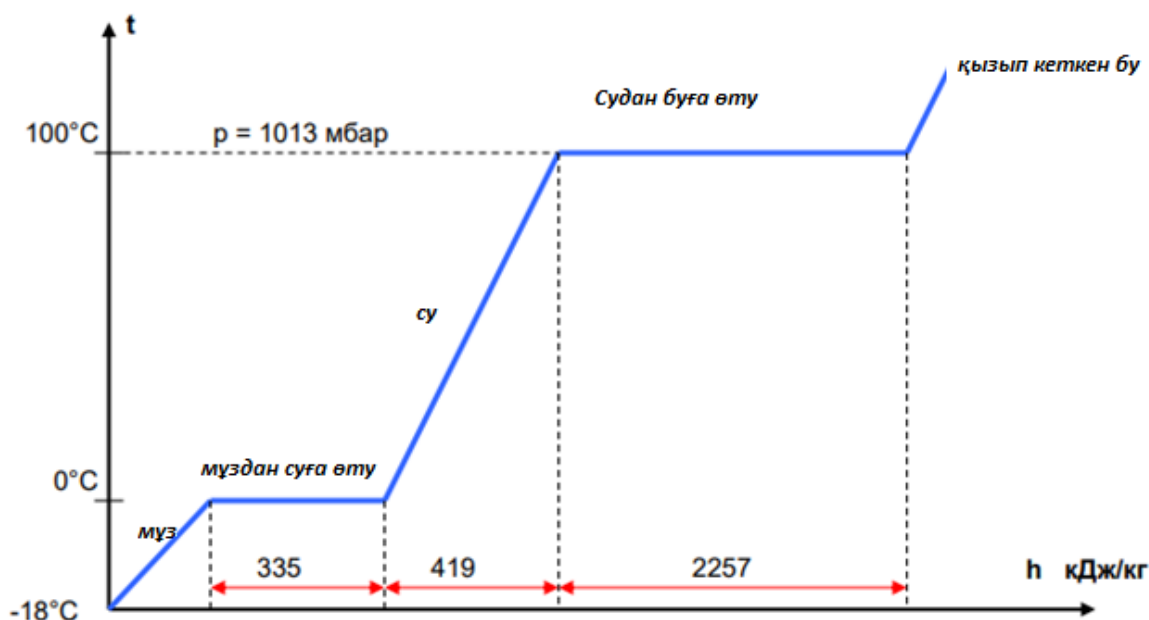
### 1.3 Төмен температураны алу әдістері

Салқындату-салқындатылатын объектіден жылуды шығару процесі, оның температурасының төмендеуімен бірге жүреді. Табиғи және жасанды салқындатуды ажыратыңыз. Табиғи салқындату кезінде жылу энергиясы көп қызғаннан аз қызғанға ауысады. Жасанды салқындату кезінде температура қоршаған орта температурасынан төмен болатын жағдайлар жасалады. Жасанды салқындату жылу сіңіретін физикалық процестермен бірге жүреді.

Тоңазытқыш жабдықта кездесетін мұндай процестерге мыналар жатады: жылу сырттан сіңірілетін заттың фазалық ауысуы (балқу - қатты күйден сұйықтыққа ауысу; булану және қайнау – дененің сұйықтықтан газ тәрізді күйге ауысуы); жылу шығарылатын фазалық ауысу (конденсация – заттың газ күйінен сұйықтыққа ауысуы, бұл процесс жылуды кетіру кезінде қолданылады) және басқа процестер: сублимация, термоэлектрлік әсер, газдардың десорбциясы, адиабатикалық кеңейту, парамагнетиктердің адиабатикалық демагнетизациясы.

Балқу, қайнау, сублимация кезіндегі заттың фазалық ауысуы тиісті температура мен қысым кезінде, жылудың едәуір мөлшерін сіңіру арқылы жүреді. Бұл мән балқудың нақты жылуы, буланудың нақты жылуы (кДж/кг) деп аталады.

Заттың агрегаттық күйі оның температурасы мен қысымына байланысты (сурет.1.8).



1.8- сурет. Су энтальпиясының температуралық диаграммасы

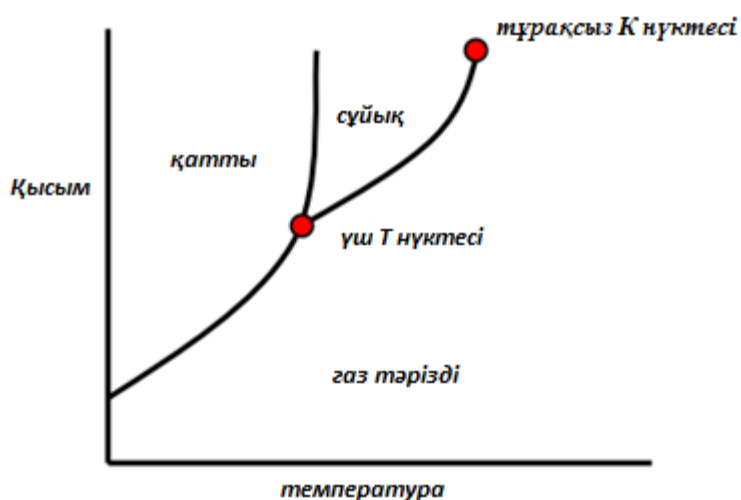
Фазалық ауысу кезінде зат өзінің агрегаттық күйін толығымен өзгерткенше заттың температурасы тұрақты болып қалады.



Заттардың фазалық түрлендірулерінің температура мен қысымға тәуелділігін көрсету үшін фазалық диаграммалар қолданылады (сурет.1.9).

Диаграмманың үш сызығы затты тек сұйық, қатты немесе газ тәрізді күйде болатын аймақтарды бөледі. Сызықтардағы нүктелерде зат бір уақытта екі фазада болады. "Т" үштік нүктесі мен "К" тұрақсыз нүктесі арасындағы кесінді будың серпімділік қисығы немесе қайнау қисығы деп аталады.

Будың серпімділік қисығы аймағында су мен бу бір уақытта болады. Судың буға ауысуы үшін (молекулалық байланыстардың бұзылуы) жылу энергиясының көп мөлшері қажет. Ауысу кезінде сұйықтықтың бір бөлігі буға айналды, ал екінші бөлігі әлі де сұйық күйде.



1.9- сурет. Заттың фазалық диаграммасы

Буланудың басында пайда болған бу ылғалды бу деп аталады, себебі оның құрамында ылғал бар. Қайнау температурасына тең температурасы бар су бөлшектері жоқ бу құрғақ бу деп аталады.

Егер жылу берілісі жалғасып, бу температурасы қайнау температурасынан жоғары болса, онда мұндай бу қызып кетеді.

Бу салқындаған кезде жоғарыда сипатталғаннан кері тәртіпте фазалардың өзгеруі байқалады. Булануға жұмсалған энергия мөлшері (булану жылуы) зат конденсацияланған кезде шығарылатын жылу мөлшеріне тең.

Есептеулерді жеңілдету үшін ылғалды ауаның жылу мөлшерінің теңдеуі I-d диаграммасы деп аталатын график түрінде ұсынылған.

- Сур. А 1 (А қосымшасы) I-d диаграммасы келтірілген.

I-d диаграммасы бұрыштық координаттар жүйесінде жасалған. Энтальпия I мәндері ордината өсіне қойылады, ал D ылғал мөлшері ордината өсіне  $135^\circ$  бұрышта орналасқан абсцисса өсіне қойылады. Шығу (0 нүкте)  $I = d = 0$  мәндеріне сәйкес келеді. 0 — ші нүктеден төмен теріс энтальпия мәндері кейінге қалдырылады, жоғары-оң. Осылайша алынған торда изотерм

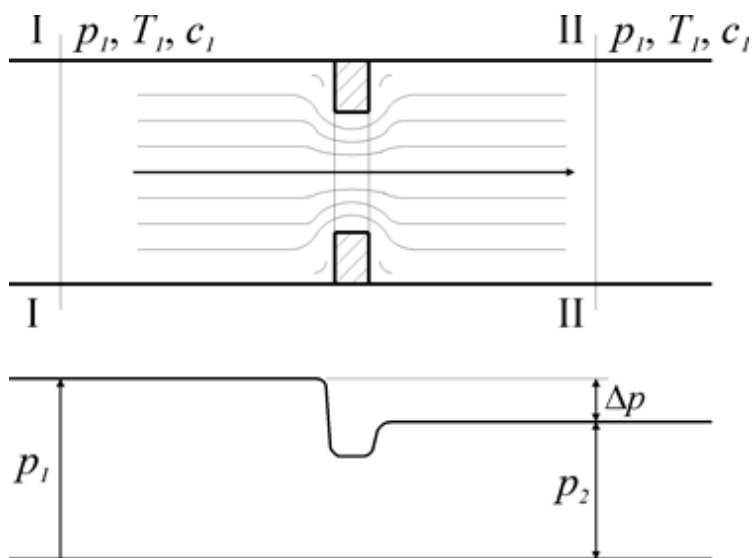
сызықтары  $t = \text{const}$ , тұрақты салыстырмалы ылғалдылық сызықтары  $\varphi = \text{const}$ , су буының ішінара қысымы және ылғал мөлшері салынған.

Төменгі қисық  $\varphi=100\%$  ауаның қаныққан күйін сипаттайды және шекара қисығы деп аталады. Барометрлік қысым жоғарылаған кезде қанықтыру сызығы жоғары, ал қысым төмендеген кезде төмен қарай жылжиды.

I-d диаграммасында шекара қисық сызығынан жоғары орналасқан аймақ ( $\varphi=100\%$ ) - қанықпаған бу аймағы, ал шекара қисық сызығынан төмен — қаныққан ылғалды ауа аймағы. Бұл аймақта қаныққан ауа сұйық немесе қатты фазада ылғалды ұстайды. Әдетте, бұл аймақ құрылымдаушыларды қызықтырмайды, сондықтан I-d диаграммасында ол салынбайды.

I-d диаграммасында шекара қисық сызығынан жоғары әр нүкте ауаның белгілі бір күйін көрсетеді (температура, ылғалдылық, салыстырмалы ылғалдылық, энтальпия, су буының парциалды қысымы). Егер ауа термодинамикалық процеске ұшыраса, онда оның бір күйден (A нүктесі) екіншісіне (B нүктесі) ауысуы АВ сызығының I-d диаграммасына сәйкес келеді.

Адиабатикалық дроссельдеу бұл газдың (сұйықтықтың) жоғары қысымнан төмен қысымға (кеңеюге) қайтымсыз ауысу процесі, ол көлденең қиманың тарылуынан (саңылауы бар септум, кеуекті септум) сыртқы жұмыс жасамай және жылуды хабарламай немесе қабылдамай өтеді. Бұл процесс 1.10 суретте көрсетілген:



I-P1, T1, c1 параметрлері бар бастапқы күй; II-P2, T2, c2 параметрлері бар дроссельдің соңғы күйі;  $\Delta p$ -қысымның өзгеру шамасы

1.10-сурет. Адиабатикалық дроссельдеу

Адиабатикалық дроссельдеу кезінде оның температурасы өзгереді. Дроссельдеу кезінде газдың энтальпиясы өзгермейді  $i = \text{const}$

Дроссельдеу процесінің теңдеуі:

$$i_1 = i_2.$$

Дроссельдеу кезінде идеалды газдар үшін оның температурасы өзгермейді, себебі идеалды газдар үшін энтальпия температураның бір мәнді функциясы болып табылады. Нақты газдарды тұншықтырған кезде газдың энтальпиясы тұрақты болып қалады, ал энтропия мен көлем жоғарылайды, ал қысым төмендейді, температура көп жағдайда төмендейді.

Дроссель алдындағы нақты газдың бастапқы күйіне байланысты дроссельдеу кезінде оның температурасы төмендеуі, жоғарылауы және өзгеріссіз қалуы мүмкін.

Адиабатикалық дроссельдеу кезінде газдың температурасы өзгермейтін газдың бастапқы күйіне сәйкес келетін нүкте, демек, температура әсерінің белгісі инверсия нүктесі деп аталады, ал осы нүктеге сәйкес келетін температура инверсия температурасы деп аталады.

Инверсия температурасынан төмен газдың бастапқы температурасында дроссельдеу кезінде нақты газ салқындатылады, ал бастапқы температурада инверсия температурасынан жоғары болады.

Сутегі мен гелийден басқа газдардың көпшілігінде инверсия температурасы өте жоғары ( $600^{\circ}\text{C}$  және одан жоғары), сондықтан сыни аймаққа жақын аймақтағы барлық газ тәрізді заттар үшін адиабатикалық дроссельдеу температураның төмендеуіне әкеледі.

Төмен және өте төмен температураны алу үшін адиабатикалық кеңейту процестері қолданылады (жылуды жібермей және шығармай). Оларда газ ішкі энергияның төмендеуіне байланысты механикалық жұмыс жасайды. Детандердегі газдың адиабатикалық кеңейтуі (піспекті Кеңейткіш) криогендік температураны алу үшін қолданылады.

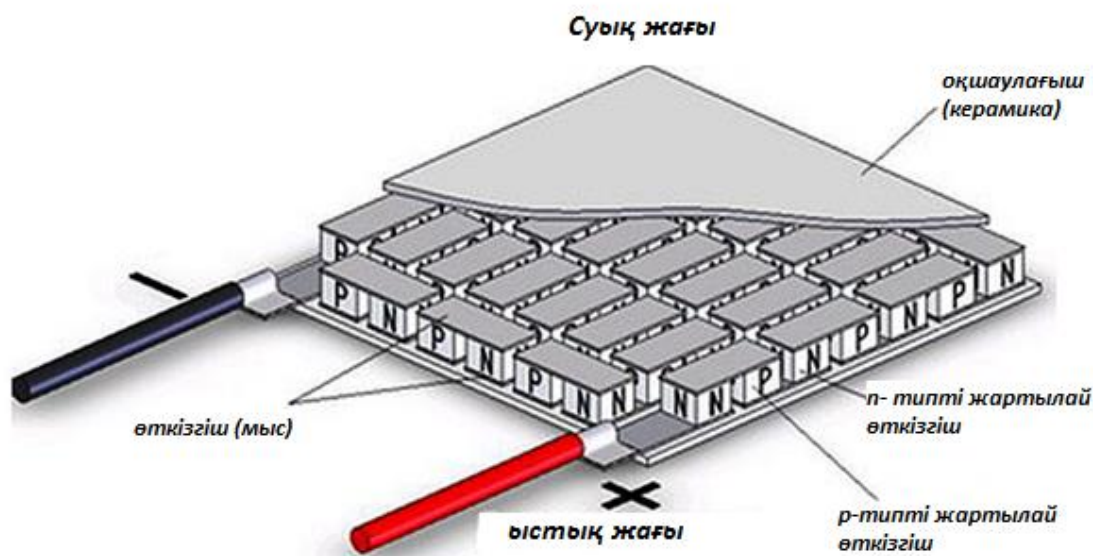
Құйынды әсер құйынды құбырларда пайда болады (сурет.1.11) оларға қоршаған ортаның температурасы бар сығылған ауаны (тангенциалдық бағыт бойынша) беру кезінде. Құбырдағы ауаның айналу жылдамдығы түтіктің радиусына кері пропорционал. Айналымның ағынның орталық бөлігі периферияға қарағанда жоғары жылдамдыққа ие, нәтижесінде құбыр қабырғасындағы ауа температурасы жоғарырақ, ал ортасында құбырға жеткізілетін ауа температурасынан төмен болады. Ағынның орталық және шеткі бөліктерін бөлу арқылы төмен және жоғары температуралы ауа ағындарын алуға болады. Бұл құбылыс жараның әсері деп аталады.



1.11- сурет. Құйынды түтік жара-Хилша әсері

Термоэлектрлік эффект немесе Peltier эффектісі деп аталады. Оның мәні мынада: тұрақты электр тогы екі гетерогенді өткізгіштен немесе жартылай өткізгіштен тұратын тізбек арқылы өткенде, түйіспелердің біреуі төмен температураға ие, ал екіншісі жоғары болады.

Ток өткізгіш шиналармен байланысқан екі тармақтан тұратын Термоэлементтің суық адгезиясы төмен температура көзі болып табылады (сурет.1.12).



1.12- сурет. Peltier Элементі

Термо элемент сапасының негізгі көрсеткіші-ыстық және суық адгезиялар температурасының ең жоғары айырмашылығын анықтайтын сапа коэффициенті (заттың тиімділігі).

Осылайша, белгілі бір физикалық процесті жүзеге асыра отырып, сіз дене температурасын төмендетуге, яғни оны салқындатуға қажетті төмен температураның көзін ала аласыз. Пельте әсерінің және төмен температураны алудың басқа әдістерінің егжей-тегжейлі, математикалық сипаттамасын оқулықтан табуға болады [3].

Салқындату процесін жүзеге асыру үшін екі дене болуы керек: салқындатылған және салқындалатын – төмен температура көзі. Салқындату денелер арасында жылу алмасу кезінде жалғасады. Төмен температура көзі тұрақты жұмыс істеуі керек, себебі салқындату үздіксіз жүргізілуі керек. Бұл салқындатқыштың (дененің) жеткілікті үлкен мөлшерімен немесе заттың бастапқы күйін қалпына келтіргенде оның соңғы мөлшерімен мүмкін. Төмен температураны үздіксіз өндірудің соңғы әдісі әртүрлі Тоңазытқыш машиналарды қолдана отырып, тоңазытқыш техникасында кеңінен қолданылады.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Заттың қайнау температурасы қысымға байланысты қалай өзгереді?
2. Тұшпара элементі кері бағытта жұмыс істей ала ма, яғни температура айырмашылығы кезінде электр энергиясын өндіре ала ма?
3. Дроссельдеу процесін сипаттаңыз. Неліктен идеалды газдар үшін температураны өзгертпестен дроссельдеу жүреді?
4. Жылу сіңіруді қажет ететін заттардың фазалық ауысуы қандай?

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Термоэлектрлік эффект қандай тоңазытқыш жүйелерде қолданылатынын зерттеңіз. Неліктен термоэлектрлік әсер барлық Тоңазытқыш жүйелерде қолданылмайды?
2. Салқындату үшін қандай қондырғылар құйынды әсер етеді?

### 1.3 Тест

1. Булану және балқу процесі жүреді ...

- А) жылу бөлу;
- Б) жылу сіңіру;
- В) массаның азаюы;
- Г) температураның өзгеруі.

2. Конденсация процесі жүреді

- А) жылу бөлу;
- Б) жылу сіңіру;
- В) массаның азаюы;
- Г) энтальпияның тұрақты мәні.

3. Нақты газды дроссельдеу кезінде тұрақты мән?

- а) қысым;
- б) температура;
- в) энтальпия;
- г) қозғалыс жылдамдығы.

4. Қысымның төмендеуімен судың қайнау температурасы қалай өзгереді?

- а) азаяды;
- б) көбейеді;
- в) өзгермейді;
- г) алдымен көбейеді, содан кейін азаяды.

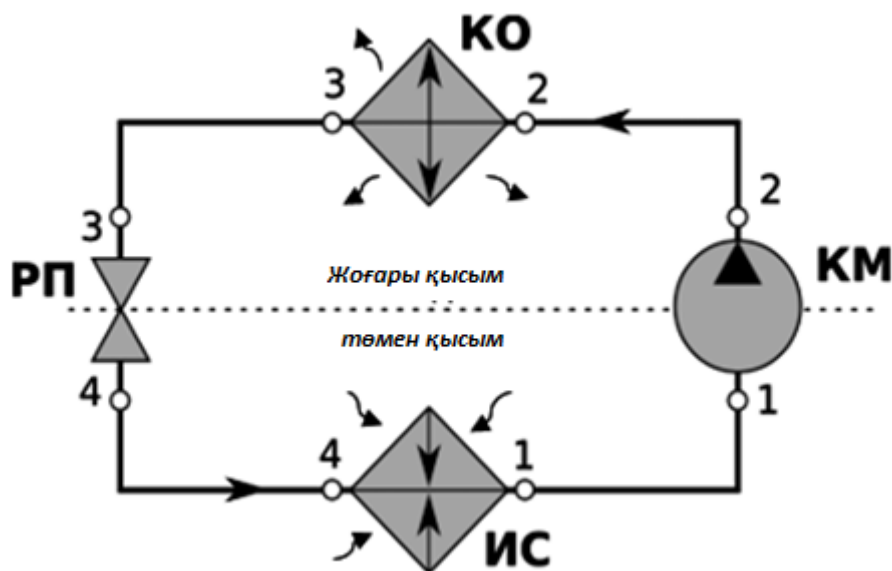
5. Булану процесі мен қайнатудың айырмашылығы неде?

- а) булану кезінде температура өзгереді, ал қайнаған кезде ол болмайды;
- б) қайнау және булану бірдей процестер;
- в) булану дененің бетінде, ал қайнау бүкіл көлемде жүреді;
- г) бұл мүлдем басқа процестер.

## 1.4 Бу компрессионды тоңазытқыш машиналарының циклдері

Жылу немесе тоңазытқыш машинаның жұмысы термодинамикалық цикл арқылы жүреді.

Алдымен қарапайым тоңазытқыш машинасының жұмыс принципін түсіну керек. Оның схемасы 1.14 суретте көрсетілген.



КМ-компрессор; КО-конденсатор; РП - ағынды реттегіш( дроссельдеу құрылғысы);  
ИС-буландырғыш

1.14-сурет.Салқындатудың компрессорлық циклінің элементтері.

Салқындату жүзеге асырылатын жұмыс заты (суық агенті) төрт физикалық процестермен бірге жабық цикл бойынша айналады: қысу, конденсация, дроссельдеу және қайнау.

Салқындатқыштың қайнауы төмен қысым мен төмен температурада, ал конденсация жоғары қысым мен температурада болады. Сығымдау және дроссельдеу-бұл буланудан конденсацияға және керісінше өтпелі процестер.

Салқындатылған заттан қоршаған ортаға жылу қалай беріледі (шартты түрде біз тоңазытқыштағы ауаны қабылдаймыз): салқындатқыш буландырғышта қайнайды (ауа жылу алмастырғыш), бұл дроссельдік құрылғыдағы қысымның төмендеуіне (RP – ағынды реттегіш) және бу компрессормен сорылады, ал жылу тоңазытқыштағы ауадан сіңеді (салқындатқыштың қайнау температурасы камерадағы ауа температурасынан төмен). Содан кейін бу суық агенті компрессормен (КМ – компрессормен) сорылады, содан кейін суық агентінің қысымын жоғары мәндерге дейін арттырады. Қысымның жоғарылауына байланысты салқындатқыштың температурасы да көтеріліп, қоршаған орта температурасынан жоғары болады (70...90 °C). Әрі қарай, салқындатқыш конденсаторға (КО) түседі, онда ол конденсацияланады (сұйық фазаға өтеді) және қоршаған ортаға салқындатқыш буландырғышта алған жылуды береді. Конденсатордың шығысында салқындатқыш сұйық күйде және жоғары қысыммен болады.

Содан кейін дроссель құрылғысы арқылы өтеді (RP – ағын реттегіші) және қайтадан буландырғышқа түседі. Әрі қарай цикл диаграммада көрсетілгендей үнемі қайталанады (сурет. 1.15).

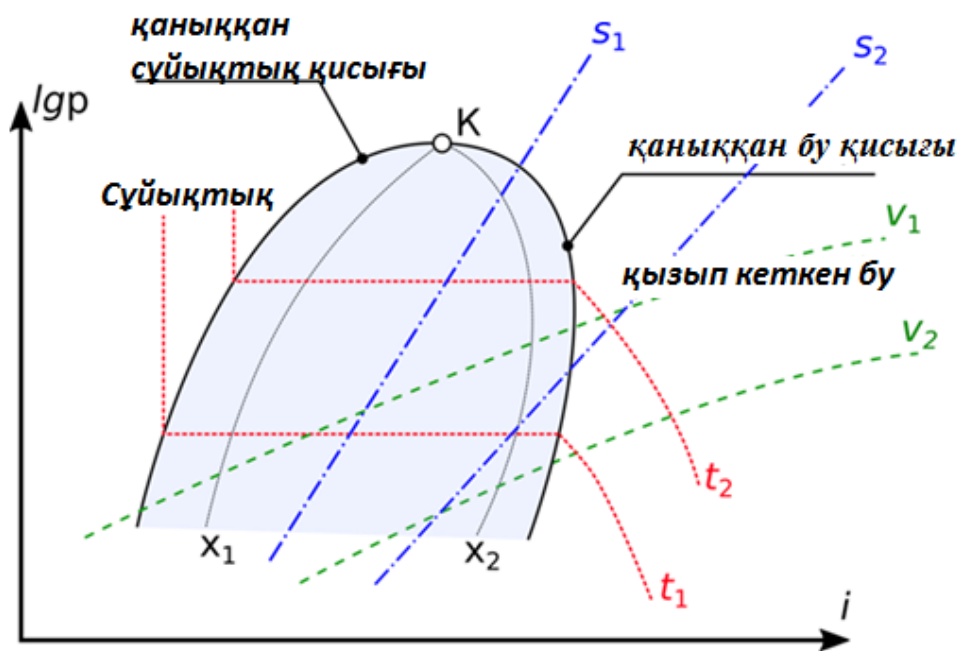
Қайнау температурасы немесе әдетте оның мәні салқындату камерасындағы қажетті ауа температурасынан 5-10 градусқа төмен.  $t_0 T_0$  Диаграммада (сурет. 1.16) бұл температура Тоңазытқыш цикліндегі учаскенің нүктесіне (4-1') сәйкес келеді.

Конденсация температурасы немесе ауаны салқындату конденсаторлары үшін атмосфералық ауа температурасынан 10-20 градусқа жоғары.  $t_k T_k$  диаграммада (1.16-сурет) осы температура учаскенің нүктесіне сәйкес келеді (2'-3').

Конденсатордың өлшемдері газ конденсатордың ішінде толығымен конденсацияланатындай етіп таңдалады. Сондықтан конденсатордың шығысындағы сұйықтықтың температурасы конденсация температурасынан сәл төмен. Ауамен салқындатылған конденсаторлардағы гипотермия (3'-3) әдетте шамамен 4...7 °C құрайды.

Буландырғыштың өлшемдері буландырғыштың ішінде сұйықтық толығымен буланатындай етіп таңдалады. Сондықтан буландырғыштан шыққан будың температурасы қайнау температурасынан жоғары, буландырғышта салқындатқыштың қызып кетуі (1'-1) деп аталады. Бұл жағдайда тіпті салқындатқыштың ең кішкентай тамшылары да буланып, компрессорға сұйықтық кірмейді. Қызып кету мөлшері 5...8 °C-тан 30°C-қа дейін немесе одан да көп болуы мүмкін.

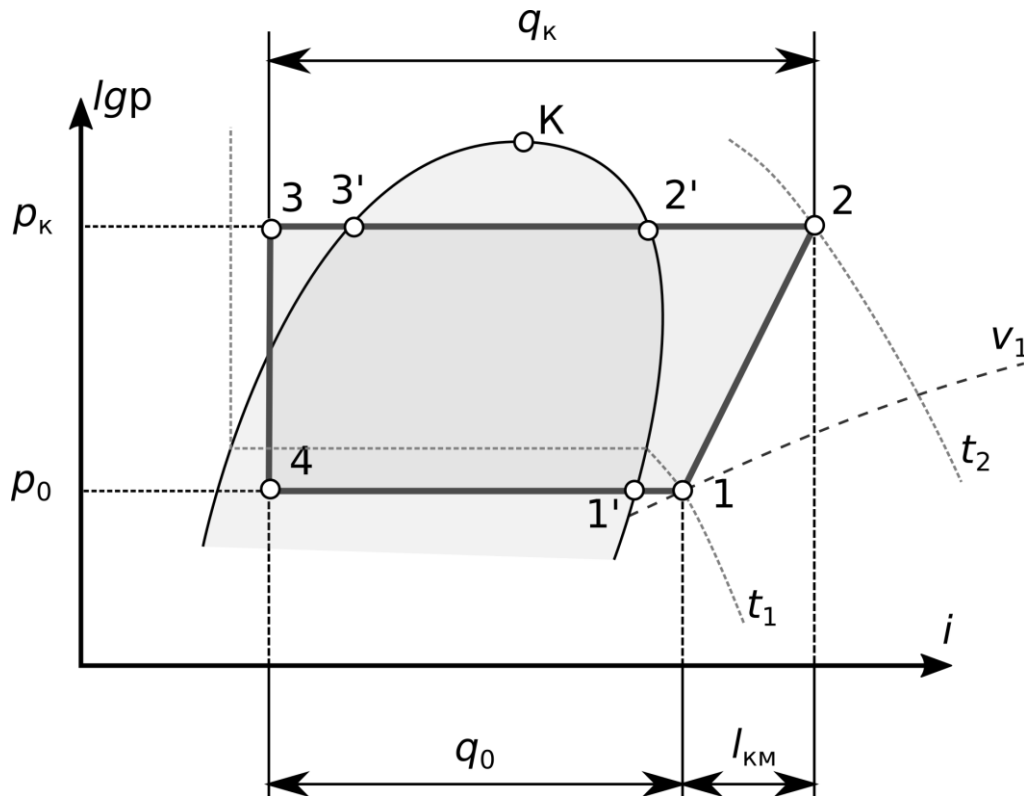
Теориялық тұрғыдан алғанда, тоңазытқыш машинаның циклі абсолютті қысым диаграммасында (логарифмдік масштабта) – суретте көрсетілген нақты энтальпияда ыңғайлы түрде бейнеленген. 1.16.  $\lg p - i$



1.15- сурет. Диаграмма  $\lg p - i$



Диаграммадан тоңазытқыш циклын есептеу кезінде біз қажетті параметрлерді қажетті нүктеде біле аламыз. Қысымға сәйкес келетін температура, меншікті энтальпия мәні, ылғал құрамы, меншікті көлемі  $.t_{ixv}$



1.16- сурет.  $lgp$ - $I$  диаграммасындағы теориялық қысу циклінің суреті

Циклдегі (1-4) сипаттамалық нүктелер 1.14-суретте де көрсетілген және диаграммадағы нүктелер олармен сәйкес келеді.

Нүктелердегі энтальпия айырмашылығынан табуға болады:

**Нақты суық өнімділігі :**  $\left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right]$

$$q_0 = i_1 - i_4 \quad (1.14)$$

Конденсаторда бөлінген меншікті жылу :  $\left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right]$

$$q_k = i_2 - i_3 \quad (1.15)$$

Салқындатқышты адиабатикалық сығуға арналған компрессордың нақты жұмысы :  $\left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right]$

$$l_{KM} = i_2 - i_1 \quad (1.16)$$

Тоңазытқыш қондырғысының қажетті суық өнімділігін [кВт] (буландырғышқа жылу жүктемесі болады) және нақты суық өнімділігін біле отырып, айналымдағы Тоңазытқыш агентінің мөлшерін табуға болады  $Q_0 q_0 \left[ \frac{\text{кг}}{\text{с}} \right]$ :

$$G = \frac{Q_0}{q_0} \quad (1.17)$$

мұндағы  $Q_0$ -тоңазытқыш машинаның талап етілетін салқындық өнімділігі, кВт. Айналымдағы салқындатқыш агенттің  $G$  мөлшері салқындатылатын заттан белгілі бір жылу мөлшерін алып тастау үшін компрессорды бір секундта қанша салқындату керек екенін көрсетеді.

Жаппай тұтырудан компрессордың теориялық қуатын есептеуге болады :[кВт]

$$L_{\text{км}} = G \cdot l_{\text{км}} \quad (1.18)$$

**Компрессор соратын будың теориялық көлемі :**  $\left[\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right]$

$$V_{\text{п}} = G \cdot v_1 \quad (1.19)$$

**Компрессордың сипатталған көлемі :**  $\left[\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right]$

$$V_{\text{км}} = \frac{V_{\text{п}}}{\lambda}, \quad (1.20)$$

мұндағы-конденсация қысымының буландырғыштағы суық агентінің қайнау қысымына қатынасына байланысты анықталатын компрессорды беру коэффициенті, см.  $\lambda p_{\text{к}} p_0 \pi = p_{\text{к}} / p_0$  Г.1. қосымшасы

**Піспекті компрессорға арналған электр қозғалтқышының қуаты** :[кВт]

$$N_{\text{э}} = \frac{L}{\eta_{\text{об}}}, \quad (1.21)$$

онда  $\eta_{\text{об}} = \eta_i \eta_{\text{м}} \eta_{\text{эл}} \eta_{\text{пер}}$  - компрессордың жалпы тиімділігі;

$\eta_i$  - компрессордың индикаторлық пәк;

$\eta_{\text{м}}$  - компрессордың механикалық тиімділігі және қозғалысты электр қозғалтқышынан компрессордың жұмыс органдарына беру механизмі;

$\eta_{\text{эл}}$  - электр қозғалтқышының пайдалы әсер коэффициенті.

$\eta_{\text{пер}}$  - механикалық берілістің пайдалы әсер коэффициенті.

Циклдің теориялық Тоңазытқыш коэффициенті қондырғының суық өнімділігінің компрессор қуатына қатынасын көрсетеді (энергия ысырабының барлық түрлерін есепке алмағанда):

$$\varepsilon_T = \frac{q_0}{l_{\text{км}}} = \frac{Q_0}{L_{\text{км}}} \quad (1.22)$$

Кез-келген тоңазытқыштың маңызды параметрлерінің бірі оның тиімділігі болып табылады. Жалпы жағдайда машинаның тиімділігін өндірілетін суықтың нақты қуат тұтынуына қатынасы арқылы бағалауға болады. Тиімділік ERR және COP көрсеткіштерінің көмегімен бағаланады.

Көрсеткіш EER (ағылш. Energy Efficiency rating Energy Efficiency Rating-энергетикалық тиімділік коэффициенті), БТА/сағ-дағы суық (суық өнімділік) бойынша қуаттың ваттағы тұтынылатын қуатқа қатынасын білдіреді. Мысалы, 1200 Вт қуат кондиционері 8,3 BTU/(W·сағ) EER-ге ие болуы мүмкін. Тоңазытқыш машинаның EER неғұрлым жоғары болса, бұл құрылғы энергияны тұтыну тұрғысынан тиімдірек болады.

COP көрсеткіші (ағылш. Performancecoefficient of Performance-өнімділік коэффициенті немесе тоңазытқыш коэффициенті) ERR коэффициентімен бірдей және одан тек есептелген шамалардың екеуі де (суық өнімділігі және қуат тұтынуы) бірдей бірліктерде — ваттпен өлшенетіндігімен ерекшеленеді, ал 1 Вт = 3,412 BTU/сағ болғандықтан, EER = 3,412 COP. COP есептеу үшін формула қолданылады:

$$\text{COP} = \frac{Q_0}{L}, \quad (1.23)$$

мұндағы  $Q_0$  - машинаның суықтай өндіргіштігі, кВт;

$L$  - энергия тұтыну, кВт.

Тұтынылатын қуат пен суық бойынша қуат (суық өнімділік) не жылу бойынша Қуат (жылу өнімділігі) — бірдей емес екенін атап өтеміз. Жоғарыда келтірілген "он мыңдық терезе" мысалы ретінде суықтың өнімділігі мен қуат тұтынуының арақатынасын табу қиын емес: біз оны ERR-ге ватт пен BTU/сағ байланыстыратын 3,41 коэффициентіне бөліп, 2,44 аламыз. Басқаша айтқанда, 1200 Вт қуат тұтынылған кезде, бұл кондиционер 2,44 есе (2930 Вт) суық шығарады.

Егер екі машина бірдей жағдайда жұмыс істесе, онда ең тиімдісі COP көрсеткіші жоғары болып саналады.

Жылыту режимінде (немесе басқаша айтқанда жылу сорғысында) жұмыс істейтін кондиционердің тиімділігін бағалау үшін жылу коэффициенті қолданылады. Ол конденсаторда энергияны тұтынуға бөлінетін жылу мөлшері ретінде анықталады:

$$\lambda = \frac{Q_k}{L}, \quad (1.24)$$

онда  $Q_k$  - конденсаторда бөлінетін жылу, кВт;

$L$  - энергия тұтыну, кВт.

## Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Қарапайым тоңазытқыш циклы қандай төрт процестен тұрады?
2. Салқындатқыш конденсация температурасы неге байланысты?
3. Осы салқындатылған объект үшін тоңазытқыш қондырғысының қажетті қуаты қалай анықталады?
4. Суық агенті диаграммасында қандай параметрлер бейнеленгенін және әртүрлі суық агентіндегі диаграммалар несімен ерекшеленеді?

## Қосымша тапсырмалар

1. Салқындатылған заттың қажетті температурасы  $-30^{\circ}\text{C}$  болса, салқындатқыштың қайнау температурасы қандай болуы керек екенін анықтаңыз. Атмосфералық ауаның  $+35^{\circ}\text{C}$  температурасында конденсация температурасы қандай болуы керек?

2. Диаграммада R404a салқындатқышында жұмыс істейтін бір сатылы Тоңазытқыш машинаның циклын келесі параметрлермен құрыңыз: салқындатқыштың қайнау температурасы  $-10^{\circ}\text{C}$ ; салқындатқыштың конденсация температурасы:  $+50^{\circ}\text{C}$ ; буландырғыштың шығысындағы салқындатқыштың қызып кетуі:  $10^{\circ}\text{C}$ ; конденсатордың шығысындағы салқындатқыштың гипотермиясы:  $5^{\circ}\text{C}$ . Тоңазытқыш машинаның қажетті суық өнімділігі: 10 кВт. Компрессор түрі: жартылай саңылаусыз піспек. Компрессордың қуатын тұтынуды және тоңазытқыш коэффициентін есептеңіз.

Есептеу нәтижелерін тексеру үшін Bitzer Software сияқты компьютерлік бағдарламаларды пайдалануға болады немесе Danfoss Coolselector

3. Қолданыстағы тоңазытқыш қондырғысында суық агентінің конденсация қысымы, суық агентінің қайнау қысымы, конденсатордың шығысындағы суық агенті температурасы, буландырғыштың шығысындағы суық агенті температурасы, компрессордың шығысындағы суық агенті температурасы сияқты параметрлердің өзгеруін қадағалаңыз. Орнату үшін анықтаңыз:

- конденсаторға берілетін ауа температурасы мен суық агенті конденсациясының температурасы арасындағы айырмашылық;

- тоңазытқыш камерадағы ауа температурасы мен буландырғыштағы суық агентінің қайнау температурасы арасындағы айырмашылық; суық агентінің қайнау температурасы мен буландырғыштан шығатын суық агенті температурасы арасындағы айырмашылық.

Барлық аталған параметрлер компрессорды қосқан сәттен бастап тоңазытқышта қажетті температура орнатылғанға дейін қалай өзгереді?

## 1.4 Тест

- Буландырғышта қандай процесс жүреді?
  - адиабатикалық қайнау процесі;
  - изобарлық қайнау процесі;
  - изотермиялық қайнау процесі;
  - изоэнтальпиялық қайнау процесі.
- Компрессордың нақты жұмысы қандай формула бойынша анықталады?
  - $q_k = i_2 - i_3$
  - $q_0 = i_1 - i_4$
  - $l_T = i_2 - i_1$
  - $N_T = N_k l_T$
- Диаграммада компрессордың кіреберісіндегі будың күйін 1-нүктені қалай анықтауға болады?
  - қайнау температурасы мен қызып кету температурасының қиылысуы  $;t_0 t_{\text{пер}}$
  - қайнау қысымы мен изоэнтроптың қиылысуы  $;P_0 S$
  - қайнау температурасы мен изоэнтроптың қиылысуы  $;t_0 S$
  - қайнау қысымы мен қыздырылған бу температурасының қиылысуы  $.P_0 t_{\text{пер}}$
- Нақты суық өнімділігі қандай формула бойынша анықталады?
  - $q_k = i_2 - i_3$
  - $q_0 = i_1 - i_4$
  - $l_T = i_2 - i_1$
  - $N_T = N_k l_T$
- Диаграммада 2 нүктесін компрессордың шығысындағы бу күйін қалай анықтауға болады?
  - изоэнтроп пен конденсация қысымының қиылысуы  $;S_1 P_k$
  - изоэнтальпия мен конденсация температурасының қиылысуы  $;i_1 t_k$
  - изохора мен конденсация температурасының қиылысуы  $;V_1 t_k$
  - изобара мен изохораның қиылысуы  $.P_k V_1$

## 1.5 Тоңазытқыш агенттер

Тоңазытқыш машиналарға салқындату үшін жұмыс заты немесе тоңазытқыш агент қажет. Буландырғышта булану арқылы салқындатқыш салқындатылатын көлемнен жылуды алады, содан кейін компрессормен сығылып, сұйық күйге өткеннен кейін бұл жылуды қоршаған ортаға береді.

Тоңазытқыш агент (суық агенті) – тоңазытқыш жүйесінде қолданылатын, температура мен қысымның төмен мәндерінде жылуды сіңіретін және температура мен қысымның жоғары мәндерінде жылуды шығаратын жұмыс ортасы. Бұл процесс жұмыс ортасының агрегаттық күйінің өзгеруімен бірге жүреді.

Тиімді Тоңазытқыш машинаны жасау үшін салқындатқыш келесі қасиеттерге ие болуы керек:

1. Жоғары нақты энтальпияға ие болыңыз, себебі тоңазытқыш машинаның суық өнімділігі энтальпияға тура пропорционал.

2. Салқындатуды қамтамасыз ететін қажетті қайнау температурасы болуы керек, белгілі бір режимге сәйкес жұмыс істеуі керек.

3. Тоңазытқыш коэффициентінің жоғары мәндерін алу үшін компрессордың тұтыну қуаты мүмкіндігінше аз болуы қажет.

4. Салқындатқыш жоғары жылу өткізгіштікке, аз тұтқырлыққа ие болуы керек. Бұл жағдайда үйкелістің гидравликалық шығыны, жергілікті қарсылық және тоңазытқыш тізбегіндегі салқындатқыш агент айналымының энергия шығыны аз болады.

5. Ол компрессорды майлауды және майды тоңазытқыш тізбегінен қайтаруды қамтамасыз ете отырып, майда жақсы еруі керек.

6. Электр өткізгіш болмауы керек.

7. Ол экологиялық таза болуы керек.

8. Уақыт өте келе оны ауыстыру қажеттілігін болдырмайтын термохимиялық тұрақтылыққа ие болуы керек.

9. Мүмкіндігінше улы емес, жанбайтын және жарылу қаупі жоқ болуы тиіс.

10. Оның құны тым жоғары болмауы керек.

1930 жылдарға дейін ұзақ уақыт бойы баламалардың болмауына байланысты салқындатқыш ретінде табиғатта кең таралған аммиак ( $\text{NH}_3$ ), көмірқышқыл газы ( $\text{CO}_2$ ) және күкірт диоксиді ( $\text{SO}_2$ ) сияқты заттар қолданылды. 1930 жылы АҚШ-та "Фреон" сауда маркасын алған R12 Тоңазытқыш агенті құрылды. Химиялық құрамы бойынша R12 және басқа кейінгі фреондар хлорфторкөміртекттер (ХФК) тобына енгізілген. R22 сияқты суық агенттер гидрохлорфторкөміртекттерге (ГХФУ) жатады. Құрамында хлор (R134a) жоқ суық агенттер озон қабаты үшін қауіпсіз және гидрофторкөміртекттер (ГФК) тобына жатады.

1992 жылға дейін автокөліктерді кондициялауда R12 фреоны қолданылды, бірақ жердің озон қабатына зиянды әсер ететіндіктен R134a суық агенті әзірленді және қолданыла бастады.

Озон қабатын бұзудың нөлдік әлеуеті (Ozone Depletion Potential — ODP) және жаһандық жылынудың минималды әлеуеті (Global Warming Potential — GWP) бар салқындатқыштар экологиялық тұрғыдан қауіпсіз болып саналады. GWP потенциалы берілген заттың 1 кг атмосферасына әсер ету үшін  $\text{CO}_2$  килограммының қанша мөлшеріне тең екенін көрсетеді, яғни  $\text{GWP}(\text{CO}_2) = 1$ . Мысалы, 1 кг R134a шығарындылары парниктік эффектке 1400 кг  $\text{CO}_2$  шығарындысына тең.

ODP және GWP көрсеткіштері неғұрлым төмен болса, салқындатқыш соғұрлым қауіпсіз болады.

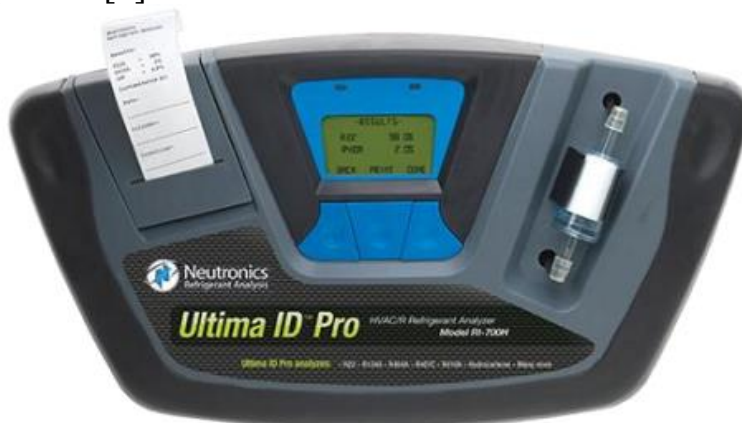
80-жылдардың ортасынан бастап құрамында хлор бар суық агенттерді пайдалануды және өндіруді азайту және оларды озон қауіпсіз суық агенттермен ауыстыру туралы бірқатар халықаралық келісімдер (Вена, 1985; Монреаль, 1987; Киото, 1997) қабылданды.

Салқындатқыш түрін келесі жолдармен анықтауға болады:

1. Қолданыстағы тоңазытқыш қондырғысында ақпараттық тақтайшалар бойынша, сондай-ақ компрессорда, ТРШ-да немесе тоңазытқыш қондырғысының корпусында жасалған жазулар бойынша.

2. Температураны қоршаған ортамен теңестіргеннен кейін ыдыстағы қысым мөлшері бойынша.

3. Суық агенттерді сәйкестендіруге арналған құрылғының көмегімен (газталдағыш, 1.17 сурет). Бұл ХФУ, ГХФУ, МФУ, көмірсутекті суық агенттер мен ауа қоспаларының құрамын анықтауға мүмкіндік беретін ықшам электронды құрылғы [5].



1.17-сурет. Суық агенттерге арналған газталдағыш

Негізгі мәртебелер, қолданыстағы тоңазытқыш агенттерінің көлемі 1.2-кестеде келтірілген.

1.2-кесте-Суық агенттерді тағайындау

Суық агенті	Мәртебесі	Түрі	Облысы	Сынып	Майлар
R12	З	ХФУ	АК, КВ	A1	МО, А
R22	В	ГХФУ	КВТ-ҚА, ТШ, ҮШПН	A1	МО, А <sup>2</sup> , РОЕ
R23	Б	МФУ	ОНТ	A1	РОЕ
R32	Б		КВ	A2	РОЕ, PVE
R114	З	ГХФУ	ВТ		
R123				B1	МО, А
R124	В	ГХФУ	ВТ		МО, А <sup>2</sup>
R134	Б	МФУ	КВ, АК, ОХ	A1	РОЕ
R227ea	Және		ВТ	A1	РОЕ
R290	Б	УВ	ОХ	A3	РОЕ, МО, А?
R401A / R401B	В	ГХФУ	КВ	A1	А, МА, РОЕ <sup>1</sup>
R402A / R402B	В	ГХФУ	ҮШПН	A1	А, МА, РОЕ <sup>1</sup>
R403B	В	ГХФУ	ҮШПН	A1	А, МО, РОЕ?
R404A	Және	МФУ	КВТ-ҚА, ТШ, ҮШПН	A1	РОЕ
R407A, R407C,	Б	МФУ	КВТ-ҚА, ТШ,	A1	РОЕ

## 1.2 кестенің жалғасы

Суық агенті	Мәртебесі	Түрі	Облысы	Сынып	Майлар
R407F			ҮШН		
R408A	B	ГХФУ	ҮШН	A1	A, MO, POE <sup>1</sup>
R409A	B	ГХФУ	KB	A1	A, MO
R410A	B	МФУ	КВТ-ҚА, тШ, ҮШН	A1	POE
R414B				A1	A, MO
R422A	Және	МФУ	ҮШН	A1	A, POE
R427A	B	ГФО	КВТ-ҚА, тШ, ҮШН	A1	POE
R437A	B	ГФО	KB	A1	A, POE
R438A	B	ГФО	KB	A1	POE
R444A	П	ГФО	KB		POE
R448A	П	ГФО	КВТ-ҚА, тШ, ҮШН	A1	POE
R449A	П	ГФО	КВТ-ҚА, тШ, ҮШН	A1	POE
R450	П	ГФО	KB, OX	A1	POE
R452	П	ГФО	ҮШН	A1	POE
R455	П	ГФО	O, ҮШН	A2L	POE
R502	З	ХФУ	ҮШН	A1	MO, A
R503	З	ХФУ	ОНТ	A1	
R507A	Және	МФУ	O, ҮШН	A1	POE
R508B	B	МФУ	ОНТ	A1	POE
R513	П	ГФО	KB, OX	A1	POE
R600A	B	УВ	KB, OX	A3	MO, POE, A
R717	B	П	O, ҮШН	B2	MO, PAO
R744	B	П	OX, KB	A1	POE, PAG
R1234yf	П	ГФО	AK, KB, OX	A2L	POE
R1234ze	П	ГФО	KB, OX	A2L	POE

### Қолдану салалары:

AK-автокондиционерлер;

KB-ауаны баптау;

Ox-салқындату;

ҮШН – мұздату;

Ont - өте төмен температура (-50°C-тан төмен);

BT-жоғары температура (Ренкин циклі).

Ескерту:" суық агенті сыныбы " – ASHRAE Standart 34 Safety Rating стандарты бойынша қауіптілік

### Мәртебесі:

З-тыйым салынған, пайдаланудан шығарылған;

B-қазірдің өзінде пайдаланудан шығарылды;

I-пайдаланылады, бірақ оны 2020 жылға қарай пайдаланудан шығару жоспарлануда;

B-қолданылады, тыйым жоспарланбайды;

P-болашақта қолдануға болады.



### **Майлар:**

МО-минералды майлар;

А-алкилбензол майлары;

МА-минералды және алкилбензол майларының қоспасы;

РАО-поли- $\alpha$ -олефин майлары;

РАГ-полиалкиленгликоль майлары;

РОЕ-полиэфир майлары;

РВЕ-поливинилэфир майлары.

Салқындатқыштардың барлық негізгі физикалық қасиеттерін арнайы диаграммалар (А. 1-8 қосымшалары), кестелерден, тоңазытқыштың арнайы сызғыштарынан және компьютерлік бағдарламалардан анықтауға болады. Тоңазытқыш агенттер мен салқындатқыштарды есептеуге арналған ең қол жетімді және ақысыз бағдарлама - "CoolPack" [6].

Суық агенттердің негізгі физикалық қасиеттері кестелерде келтірілген (в.2 қосымшасы).

Ең алдымен, қолданыстағы жүйелер мен жабдықтардағы HCFU мөлшерін анықтау қажет. Бұл ауыстыратын суық агентінің қажеттіліктері бойынша маңызды деректерді алуға мүмкіндік береді және жүйені конверсиялағаннан немесе ауыстырғаннан кейін қайта пайдалануға болатын суық агентінің қолда бар мөлшерін көрсетеді. Көптеген қондырғыларда айтарлықтай салқындатқыш ағып кетеді. Салқындатқышты аз тұтыну оны бірнеше жыл бойы ұзақ уақыт пайдалануға ықпал етуі мүмкін.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Неліктен кейбір салқындатқыштарды жоғары температуралы тоңазытқыш қондырғыларында (кондиционерлеу жүйелері), ал басқаларын төмен температуралы қондырғыларда пайдалану тиімдірек?
2. Оны таңдау кезінде салқындатқыштың қандай параметрлері ескеріледі?
3. Суық агентті экологиялық жағынан қандай екі негізгі көрсеткіш сипаттайды?
4. Суық агенттерді пайдаланумен байланысты қазіргі әлемдегі жағдайға қысқаша сипаттама беріңіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. R134a, R404a, R407c сияқты салқындатқыштар қандай майлармен үйлесімді екенін анықтаңыз? Олармен минералды майды қолдануға бола ма?
2. + 50 ° C температурада R404a және R134a суық агенттерінің қаныққан буларының қысымын анықтаңыз? Көрсетілген салқындатқыштардың қайсысы берілген температурада қысымның үлкен мәні бар? Қысым мөлшері тоңазытқыш қондырғысының құрылымына қалай әсер етуі мүмкін?

## 1.5 Тест

1. Алғашқы қолданылған суық агенттер:

- а) табиғи суық агенттер (аммиак, көмірқышқыл газы);
- б) ХФҚ (хлорфторкөміртекттер);
- в) ГХФУ (гидрохлорфторкөміртекттер);
- г) ГФҚ (гидрофторкөміртекттер).

2. R22 салқындатқышты пайдалану мәселесі

- а) төмен энергия тиімділігі;
- б) озон қабатына зиянды әсер;
- в) уақыт өте келе қасиеттердің жоғалуы;
- г) майлармен нашар араластыру.

3. Суық агентінің экологиялық тазалығын сипаттайтын шама:

- а) шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК);
- б) меншікті жылу сыйымдылығы;
- в) ең аз рұқсат етілген концентрация (МДК);
- г) озон қабатының бұзылу потенциалы (ПРОС).

4. Озон қабатына әсер етуді болдырмайтын шешім ретінде 1992 жылы

R12 ауыстыру үшін қандай салқындатқыш агент ұсынылды?

- а) R22;
- б) R404A;
- в) R134;
- г) R600A.

5. GWP параметрін пайдалану кезінде салқындатқыш парниктік әсерді немен салыстырады?

- а) басқа фреондармен;
- б) сумен;
- в) көмірқышқыл газымен;
- г) азотпен.

### Қысқаша қорытынды

Осылайша, бірінші бөлімді оқыған студенттер тоңазытқыш машиналарында болатын термодинамикалық процестер туралы теориялық білімге ие және "Тоңазытқыш машиналар және олардың ақаулары туралы жалпы ақпарат" келесі бөлімін оқуға дайын.

Бірінші бөлімді оқып-үйрену кезінде қосымша сұрақтар туындаған жағдайда, білім алушылар қосымша ұсынылған әдебиеттерді оқып-үйренуге жүгінуі тиіс. Ақпаратты жақсырақ бекіту үшін ұқсас тақырыптарды әртүрлі дереккөздерде зерттеу ұсынылады, себебі олар студенттерге ақпаратты ұсынудың басқа тәсіліне ие болуы мүмкін, сонымен қатар кез-келген тақырыпты түсіндіруде басқа мысалдар болуы мүмкін.

### **Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі**

1. Овчинников Ю.В. Основы технической термодинамики: учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 292с.
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Редактор Л. В. Гессен Том 4. Кинетика, теплота, звук. Глава 44 – АСТ, 2019.
3. Цой А. П. Холодильная техника и технология потребителей холода. Учебное пособие. Алматы, 2012. – 510 с
4. Семенов Ю.В. Системы кондиционирования воздуха с поверхностными воздухоохладителями. –М.: ТЕХНОСФЕРА, 2014. – 272 с.
5. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянов А.В. Холодильная техника. Свойства веществ: Справ. 4-е изд., перераб. — СПб.: Агропромиздат, 1999. — 320 с.
6. CoolPack, коллекция имитационных моделей для систем охлаждения, расчет хладагентов и теплоносителей. Сайт разработчика: [www.ipu.dk/products/coolpack/](http://www.ipu.dk/products/coolpack/).
7. ООО "Ксирон-Холод", большое количество полезной технической информации: <http://www.xiron.ru/>.

### **Сурет авторлары мен иелері**

1. ITE Sint-Niklaas Belgium (рис.1.7) – [http://www.ite-tools.com/images/spotlight/ITE\\_Glycerine%20gauge-R.pdf](http://www.ite-tools.com/images/spotlight/ITE_Glycerine%20gauge-R.pdf);
2. Энциклопедия техники (рис.1.9) – <https://enciklopediya-tehniki.ru/sverhkriticheskaya-zhidkost.html> ;
3. Дросселирование. Эффект Джоуля-Томсона – <https://mydocx.ru/1-37868.html>;
4. ТОО «Тениз» Школа холода, автоматики и электроники (рис.1.13, рис.1.14, рис.1.15).
5. Mastercool 69HVAC-PRO2 Ultima ID Pro 2 HVAC Refrigerant Identifier (рис.1.17) –<https://www.testequipmentdepot.com/mastercool/refrigerant-recovery-equipment/refrigerant-identifiers/ultima-id-pro-2-hvac-refrigerant-identifier-69hvacpro2.htm>

## **2- БӨЛІМ. ТОҢАЗЫТҚЫШ МАШИНАЛАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АҚАУЛАРЫ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР**

### **Оқу мақсаттары**

Бөлімден өткеннен кейін білім алушылар:

1. Тоңазытқыш қондырғыларының схемалық сызбаларын оқиды, түсінеді, жасайды.
2. Әр түрлі типтегі тоңазытқыш қондырғылары компоненттерінің құрылымдық ерекшеліктерін біледі.
3. Конденсаторлардың, буландырғыштардың және басқа жабдықтардың түрлерін таңдау кезінде белгілі бір техникалық шешімдерді қолдану салаларын түсінеді.
4. Тоңазытқыш қондырғысындағы белгілі бір көмекші құрылғылардың немесе автоматика құрылғыларының мақсатын түсіндіреді.

### **Қажетті оқу материалдары:**

1. CoolPack бағдарламалық кешені.
2. Bitzer компрессорларын таңдау бағдарламасы.
3. "Coolselector®2" тоңазытқыш машиналарының компоненттерін есептеу және іріктеу бағдарламасы.

### **Алдын ала талаптар:**

Осы бөліммен жұмыс жасамас бұрын, осы нұсқаулықтың "Тоңазытқыш техникасының теориялық негіздері" бірінші бөлімін толығымен пысықтау қажет.

### **Кіріспе**

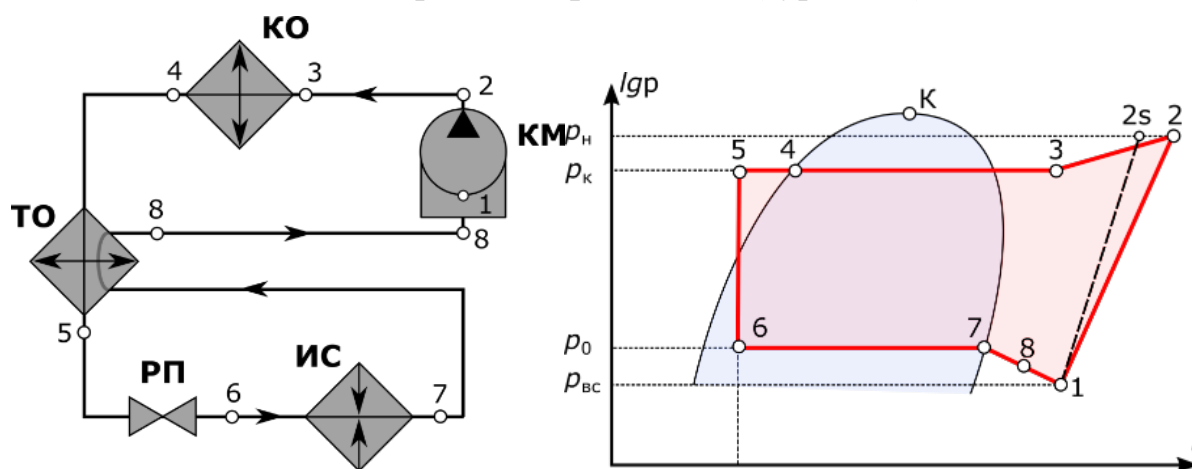
Бұл бөлімде тоңазытқыш машиналардың негізгі элементтерінің құрылымы сипатталған: компрессорлар, конденсаторлар, буландырғыштар, дроссельдеу құрылғылары. Олардың құрылым ерекшеліктері, ақаулары, артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталған. Бөлімде сондай-ақ тоңазытқыш қондырғыларының схемалық схемаларының мақсаты мен құрылымы туралы айтылады, осындай схемаларды орындау үшін қажетті стандарттар келтірілген, барлық негізгі белгілер көрсетілген. Сондай-ақ, бөлімде ең көп таралған екі тоңазытқыш цикл бар: регенеративті жылу алмастырғышпен және экономайзермен. Тоңазытқыш машиналардың, автоматика құрылғыларының әртүрлі қосалқы элементтерінің мақсаты мен құрылымы түсіндіріледі. Осы бөлімдегі ақпарат "Тоңазытқыш машиналар мен қондырғыларға қызмет көрсетуді орындау" кәсіби модулін ашады.

## 2.1 Тоңазытқыш машиналар мен қондырғылардың схемалары мен циклдері

Тоңазытқыш жүйелерінің ең көп таралған екі түрінің жеңілдетілген схемаларын қарастырыңыз: регенеративті жылу алмастырғышпен және экономайзермен.

Егер гипотермия жоғарыласа, тоңазытқыштың тиімділігін арттыруға болады. Алайда, конденсатордың шығысындағы жұмыс денесі конденсаторды салқындату үшін қолданылатын салқындатқыштың (ауа немесе су) температурасынан 2...3°C жылы болады.

Сіз салқындатқышты буландырғыштан шыққан суық бумен тұншықтырғыш құрылғының алдында салқындатуға болады. Мұндай машинаның схемалық диаграммасы ұсынылған (сурет. 2.1).



2.1- сурет. Регенеративті жылу алмастырғыш бар тоңазытқыш машинаның циклы

Бұл машинада 7 күйіндегі буландырғыштан бу регенеративті жылу алмастырғышқа жіберіледі, онда конденсатордан шыққан сұйық салқындатқыш салқындатылады. Жылу алмасу нәтижесінде бу қызады - 7-8 процесс, ал сұйықтық салқындатылады – 4-5 процесс. Содан кейін регенеративті жылу алмастырғыштың жылу жүктемесі:

$$Q_{\text{ТО}} = G_{\text{хл}}(i_8 - i_7) = G_{\text{хл}}(i_4 - i_5) \quad (2.1)$$

Қосымша жылу алмастырғышты (ТҚ) қолдану нақты суықтың өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді, алайда нәтижесінде сору температурасы да артады, соның салдарынан компрессордың сығылуының нақты жұмысы артады. Сондықтан мұндай циклді суық агенттермен бірге қолдану тиімдірек, олар жоғары молекулалық қосылыстарға (R22, R404a және т.б.) жатады, бұл суық агенттерде компрессордың сығылу деңгейінің жоғарылауымен үйкеліс шығыны аз, гипотермия мен қызып кетуді өлшеу мұнда нақты көрсетілген [1]. Сондай-ақ, осы схемада біз қызып кету мөлшерін көбейтеміз және осылайша сұйық салқындатқыштың компрессорға түсу қаупін азайтамыз.

Ауа өткізбейтін компрессордың электр қозғалтқышы шығаратын жылу мөлшері:

$$\Delta Q_{эл} = N_{эл}(1 - \eta_{эл}), \quad (2.2)$$

мұнда-  $N_{эл}$  электр қозғалтқыш тұтынатын қуат, кВт;  $\eta_{эл}$  - электр қозғалтқышының ПӘК.

8-1 процесінде электр қозғалтқышы арқылы қозғалу кезінде жұмыс затына жеткізілетін жылу мөлшері, кВт:

$$\Delta Q_{р.в.} = \Delta Q_{эл} = G_a(i_1 - i_8) \quad (2.3)$$

Электр қозғалтқышындағы жұмыс затының қызуын анықтай отырып, диаграммаға сәйкес біз мәндерді анықтаймыз  $T_1 - T_8 = 30 \dots 40^\circ C$   $i_1 i_{2s}$  Әрі қарай есептейміз:

$$l_s = i_{2s} - i_1 \quad (2.4)$$

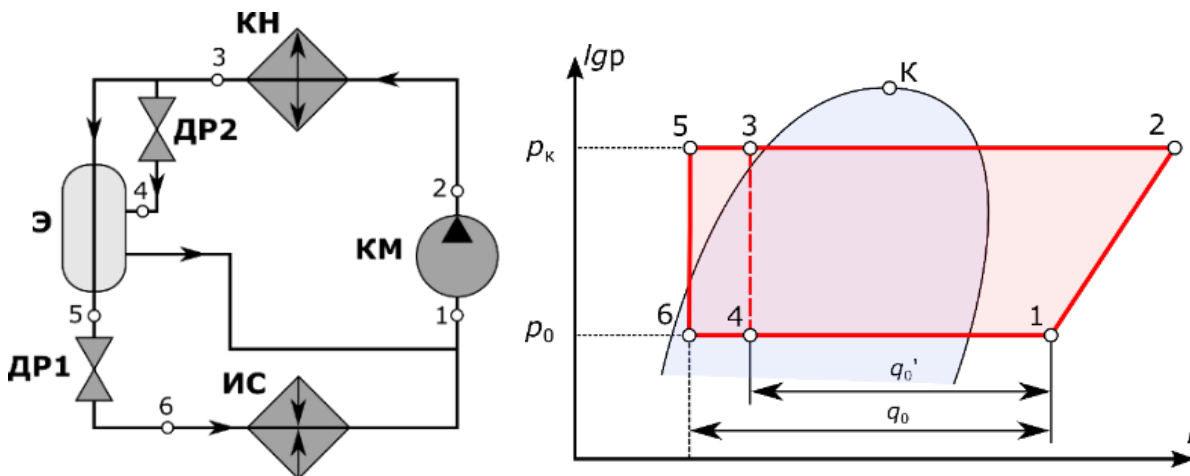
Әрі қарай, мәнді қайта есептеңіз  $i_1$

$$i_1 = i_8 + \frac{l_s(1 - \eta_{эл})}{\eta_{эл}\eta_e}, \quad (2.5)$$

Мұнда  $\eta_e$  –компрессордың ПӘК

**Әрі қарай, экономайзері бар тоңазытқыш машинаның схемасын қарастырыңыз (2.2-сурет).**

Экономайзер (Э) - бұл конденсатордан кейін салқындатқыштың гипотермиясын арттыру үшін қолданылатын жылу алмастырғыш. Экономайзер гипотермияның үлкен мәндеріне қол жеткізе алады, бұл буландырғышты конденсатордан үлкен қашықтықта орналастыруға мүмкіндік береді (бұл үлкен орталықтандырылған қондырғыларда пайдалы).



2.2- сурет.Экономайзері бар тоңазытқыш машина

Экономайзерде суық агентінің салқындауы сұйық Тоңазытқыш агентінің (ДР2) бөлігін дроссельдеу есебінен қамтамасыз етіледі.  $Q_0$

экономизаторындағы жылу жүктемесі 4 және 1 нүктелеріндегі энтальпия айырмашылығы болады.

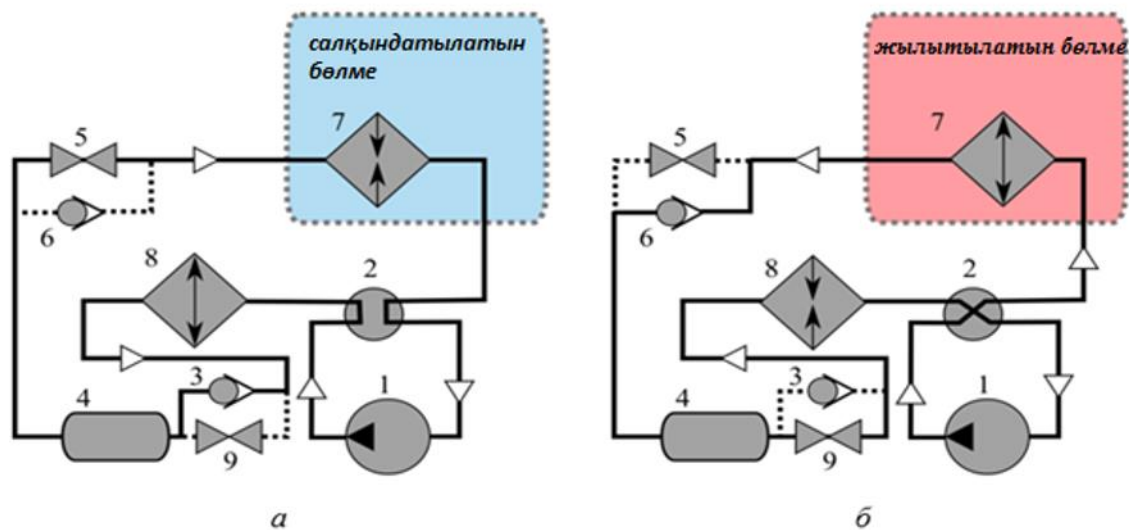
Сол принцип бойынша сіз Тоңазытқыш схемасына басқа жылу алмастырғыштарды қосуға болады, мысалы, компрессордан шығатын ыстық салқындатқыштың арқасында қондырғыдағы Ағын суды жылыту үшін. Бұл жағдайда тоңазытқыш жылу сорғысы ретінде әрекет етеді.

Тоңазытқыш циклінің схемасынан көрініп тұрғандай, тоңазытқыш машинада буландырғыш орнатылған бөлмеден қоршаған кеңістікке, әдетте, конденсатор орнатылған көшеге жылу сорылады.

Буландырғыштан әрдайым салқын ауа шығады, ал конденсатордан жылы ауа шығады. Егер сіз конденсатор мен буландырғышты ауыстырсаңыз (4 жұмыс істейтін клапанды қолданыңыз), онда біз бөлмені жылытып, көшені салқындатып, көшедегі жылуды бөлмеге немесе суды жылытуға жібереміз.

Егер сіз конденсатор мен буландырғышты ауыстырсаңыз, онда біз бөлмені жылытып, көшені салқындатып, көшедегі жылуды бөлмеге жібереміз. Тоңазытқыш жылу жасамайтындықтан (егер, әрине, компрессордан жылуды ескермесеңіз), бірақ оны тек сорып алса, онда энергия шығыны бөлмеге кіретін жылудан шамамен үш есе аз болады. Конденсаторды буландырғышқа ауыстыру туралы сөз болғанда, бұл кері (кері) цикл деп аталады немесе басқаша "жылу сорғысының" циклі деп аталады, ол үшін салқындатқыш ағындарының бағытын ауыстыратын 4 жұмыс істейтін клапан тізбекке енеді.

Салқындату режимінде де, "жылу сорғысы" режимінде де жұмыс істей алатын тоңазытқыш тізбегінің схемасы суретте көрсетілген. 2.3.



1-компрессор; 2-төрт жақты клапан; 3,6-тексеру клапаны; 4-қабылдағыш; 5,9-дрессельдеу құрылғысы; 7-Ішкі блоктың жылу алмастырғышы; 8-сыртқы блоктың жылу алмастырғышы

2.3-сурет. Қайтымды тоңазытқыш циклы

Салқындату режимінде компрессордың шығуынан 1 төрт жақты клапанмен 2 салқындатқыш бу конденсацияланатын сыртқы блоктың (көшеде орналасқан) 8 жылу алмастырғышына жіберіледі. 3 және ресивер 4

арқылы жоғары қысымды сұйық фреон 5 терморегуляциялық клапанға түседі. Терморегуляциялық клапан 9 және тексеру клапаны 6 жабық. ТРШ 5-тен сұйық салқындатқыш ішкі блоктың жылу алмастырғышына түседі 7 (салқындатылған бөлмеде орналасқан), онда ол буланып, төрт жақты клапан арқылы 2 компрессордың кірісіне түседі 1.

Төрт жақты клапанмен 2 салқындатқыш буының жылыту режимінде конденсатор рөлін атқаратын 7 Ішкі блоктың жылу алмастырғышына жіберіледі. 6 және ресивер 4 арқылы жоғары қысымды сұйық фреон 9 терморегуляциялық клапанға түседі. 5 терморегуляциялық клапан және 3 тексеру клапаны жабық.

Циклді реверсиялау төрт жақты 2 клапанымен жүзеге асырылады.

Абсорбциялық тоңазытқыш машиналар суық өндіру үшін жылуды қажет ететін тоңазытқыш машиналарға жатады, бұл компрессорлық тоңазытқыш агрегаттарына қарағанда олардың артықшылығы болып табылады.

Оларды пайдалану әсіресе қайталама энергия ресурстары түрінде жылу көздері бар жерлерде, яғни пайдаланылған бу, ыстық су, түтін газы, химиялық реакциялар жылуы және т. б. түрінде тиімді.

Абсорбциялық қондырғылардағы салқындату объектілерінен жылуды кетіру процесі компрессорлық ХМ сияқты түбегейлі жүзеге асырылады. Барлық айырмашылық жұмыс агентінің қысымын арттыру әдістерінде. Мұнда ол термохимиялық компрессор деп аталады, онда экзотермиялық сіңіру (сіңіру) реакциясы және эндотермиялық бөліну реакциясы қолданылады.

Ең көп тарағандары-сіңіргіш (сіңіргіш) және салқындатқыштан тұратын екілік ерітіндіде жұмыс істейтін машиналар.

Қазіргі уақытта мұндай қоспалар кеңінен қолданылады:

А)  $H_2O + NH_3$  су аммиакты ерітіндісі

Б) бромды литий ерітіндісі  $LiBr + H_2O$

Сіңіргіш ХМ үздіксіз және мерзімді әсер етеді.

Абсорбциялық қондырғының схемасы суретте көрсетілген.1.13.

4 буландырғышта қн жылуы жұмыс ерітіндісіне жеткізіледі. Осы жылудың әсерінен салқындатқыш ТН және РН (циклдің төменгі температурасы мен қысымы) кезінде қайнайды. Салқындатқыш булар сіңіргішке түсіп, 8 салқындатқыштан детандер 6 арқылы келетін сіңіргішпен араласады.

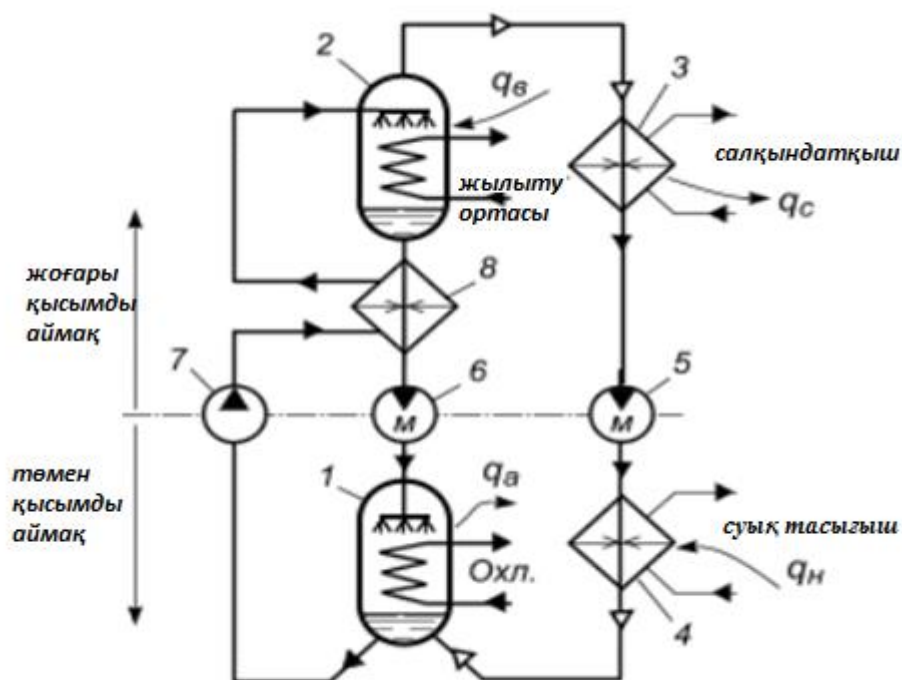
Тоңазытқыш агентті абсорбентпен жұтқан кезде қа абсорбциясының жылуы бөлінеді, оны КО (ТсТн) температурасы кезінде салқындату ортасы бөледі. □ Абсорберде алынған РН қысымындағы концентрацияланған ерітінді 7 сорғымен абсорбент салқындатқышы арқылы 8 РВ жоғары қысымдағы генераторға (қайнатқышқа) 2 айдалады. 8 жылу алмастырғышында күшті ерітінді қызады.

Генераторда QV сыртқы жылу әсерінен ХА ерітіндіден буланады. температурасы Тв (ТвТс). □ Егер салқындатқыш пен сіңіргіштің қайнау температурасы айтарлықтай өзгеше болса (200-300С), онда бу іс жүзінде таза салқындатқыштан тұрады. □ Тоңазытқыш агентінің буы конденсатор 3 - ке



жіберіледі, онда ол конденсацияланады.  $Q_c$  конденсациясының жылуы қоршаған ортаға су немесе ауа арқылы  $T_c$  температурасында шығарылады.

Ыстық сіңіргіш (әлсіз ерітінді) жылу алмастырғыш 8 арқылы өтеді, онда ол салқындатылып, сіңіргішке түседі.



1-абсорбер; 2-генератор; 3-конденсатор; 4-буландырғыш; 5, 6-гидромоторлар (детандерлер); 7-сорғы; 8-абсорбентті салқындатқыш

1.13-сурет. Абсорбциялық тоңазытқыш машина

Мұндай абсорбциялық тоңазытқыш машиналар, соның ішінде аммиак, өнеркәсіптік масштабтағы суықта жиі кездеседі, себебі оларды пайдалану жылу энергиясының көзі болған кезде үнемді болады.

#### Схемалық схемалар, Құрылым ережелері.

Жылдам танысу және тоңазытқыш жүйелерінің құрылғысын жақсы түсіну үшін тоңазытқыш қондырғыларының схемалық диаграммалары қолданылады. Сонымен қатар, мұндай схема оны жасаушылар мен басқа да жауапты тұлғаларды көрсететін ресми техникалық құжат болуы керек. Схемаларда олар арнайы белгілердің көмегімен бейнеленген:

1. Тоңазытқыш жүйелерінің негізгі элементтері (компрессорлар, конденсаторлар, буландырғыштар, дроссельдеу құрылғылары);
2. Автоматика элементтері (соленоидты клапан, жылу датчиктері, ағынды реттегіштер, қысым релесі, температура релесі және т. б.);
3. Тоңазытқыш жүйелерінің қосалқы элементтері (аралық ыдыстар, шұралар, желдеткіштер, жалғастықлер, сақтандырғыш клапандар және т. б.);
4. Құбырлар және олардың сипаттамалары (құбырлардың диаметрі, маркасы, жылу оқшаулағышы, суық агенті ағымының бағыты, оның агрегаттық жай-күйі);

5. Тоңазытқыш жүйесі элементтерінің қысқаша белгіленуі, нөмірленуі, олардың сипаттамалары және басқа да ақпарат (компрессорлардың қуаты, жылу алмастырғыштардың жылу жүктемесі, камерадағы талап етілетін температура және т.б.).

Схемалық диаграмма қондырғының құрамы, тоңазытқыш элементтерінің жұмыс істеу принциптері, жүйенің негізгі сипаттамалары туралы тұтас түсінік қалыптастыруы керек. Схемалық диаграмма кеңістіктегі Тоңазытқыш жүйелерінің элементтерінің өзара орналасуы туралы түсінік бермейтінін атап өткен жөн.

Элементтер арасындағы қашықтық, құбырдың ұзындығы, ғимараттағы жабдықтар мен құбырлардың бағыты, құбырлардың көлбеуі мен иілісі монтаж жұмыстарын жүргізу кезінде маңызды. Барлық осы ақпарат құбырлардың гидравликалық схемалары деп аталатын схемалардың жеке түріне орналастырылады.

Барлық схемалар ҚКБЖ – конструкторлық құжаттаманың бірыңғай жүйесінің талаптарына сәйкес орындалуы керек. ТМД елдерінің аумағында келесі стандарттар қолданылады:

- МЕМСТ 2.701-2008- ҚКБЖ. Схемалар. Түрлері мен түрлері. Орындауға қойылатын жалпы талаптар.

- МЕМСТ 2.704-2011- ҚКБЖ. Гидравликалық және пневматикалық схемаларды орындау ережесі.

- МЕМСТ 2.780-96- ҚКБЖ. Шартты графикалық белгілер. Жұмыс ортасының кондиционерлері, гидравликалық және пневматикалық сыйымдылықтар

- МЕМСТ 2.782-96- ҚКБЖ. Шартты графикалық белгілер. Гидравликалық және пневматикалық машиналар.

- МЕМСТ 2.784-96- ҚКБЖ. Шартты графикалық белгілер. Құбыр элементтері.

- МЕМСТ 2.785-96- ҚКБЖ. Шартты графикалық белгілер. Құбыр арматурасы.

- МЕМСТ 2.788 - 74- ҚКБЖ. Шартты графикалық белгілер. Булау аппараттары

- МЕМСТ 2.789 - 74- ҚКБЖ. Шартты графикалық белгілер. Жылу алмасу аппараттары.

- МЕМСТ 2.793 - 79- ҚКБЖ. Химиялық өндіріс машиналары мен аппараттарының элементтері мен құрылғылары.

Еуроодақ елдерінде әзірленген қағидаттық схемалар стандарттар негізінде орындалуы мүмкін:

EN 1861-Тоңазытқыш жүйелері мен жылу сорғылары;




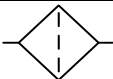

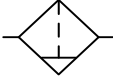
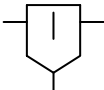
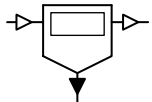
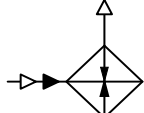





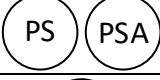



DIN 1946-желдету және ауаны баптау технологиясы.

Тоңазытқыш схемаларында қолданылатын негізгі шартты белгілер 2.1-кестеде келтірілген.

2.1-кесте-шартты белгілер

Құрылғы	Әріптік белгіленуі	Графикалық белгісі	
		EN	MEMCT
Компрессор (жалпы белгілеу)	КМ		
піспекті			
ротациялық			
бұрандалы			
Сорғы (жалпы белгілеу)	Н		
Ауаны салқындату конденсаторы	КҚ		
Буландырғыш, Ауа салқындатқыш	Және		
Қабық-құбырлы жылу алмастырғыш	ТП		
Терморегуляциялық шұра	ТРШ		
Шарлы Кран	КШ		
Соленоидты клапан	КС		

## 2.1 кестенің жалғасы

Ресивер	P, PC		
Сүзгі	Ф.		
Сүзгі кептіргіштер	ФО		
Май бөлгіш	ӘБ		
Сұйықтық бөлгіш	ОЖ	—	
Бу ағынының бағыты	—	—	
Сұйықтық ағынының бағыты	—	—	
Бу-сұйықтық қоспасы	—	—	
Құбырдың жылу окшаулауы	—	—	
Қысым датчигі	PE	—	
Қысым релесі	PS	—	
Температура сенсоры	TE	—	
Температура релесі	TS	—	
Электр қозғалтқышы	M		

Сондай-ақ, схемада қолданылатын барлық шартты белгілері бар тізім схемалық схемаларға қоса берілуі керек. Әдетте тізім схеманың жанында орналасады. Жүйенің негізгі техникалық сипаттамаларын көрсету қажет: суық өнімділік, салқындатқыш, қайнау температурасы, конденсация температурасы, салқындатқыш, тұтынылатын қуат, қуат сипаттамалары және т. б.

Тоңазытқыш жабдықтарына қажетті құжаттаманың жеке бөлігі автоматтандыру схемалары мен электр тізбектері болып табылады.

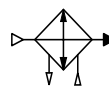
## Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Тоңазытқыш қондырғысының схемалық диаграммасы нені қамтуы керек?
2. Тоңазытқыш жабдықтарының құжаттамасында принциптіден басқа қандай қосымша схемалар болуы керек?
3. Стандартты циклмен салыстырғанда жылу регенерациясы бар циклде қандай айырмашылықтар бар?
4. Тоңазытқыш машинаның жылу сорғысы режимінде жұмыс істеуі үшін қандай қосымша құрылғылар қажет?

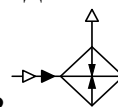
## Қосымша тапсырмалар

1. Б қосымшасында көрсетілген құбырды төсеу схемасын зерттеңіз, 3. ауа салқындатқыштарды қосу үшін қандай құбырлар қолданылатынын анықтаңыз?

## 2.1 Тест



1. Бұл белгілеу схемада нені білдіреді?
  - а) конденсатор;
  - б) буландырғыш;
  - в) сызықтық қабылдағыш;
  - г) сүзгі-күрғатқыш.
2. Тізбектегі регенеративті жылу алмастырғыш алдыңғы жағында орналасқан ...
  - а) конденсатор;
  - б) ТРШ;
  - в) компрессор;
  - г) ресивер.
3. Схемалардағы қысым релесі қандай әріптік белгімен белгіленеді?
  - а) МС;
  - б) КС;
  - в) PS, PSA;
  - г) Pi, PiL, PiH.
4. Схемаға экономайзердің тоңазытқыш циклын қосу қандай артықшылықтар береді?
  - а) суық агентінің салқындауын арттыру;
  - б) суық өнімділікті арттыру;
  - в) тоңазытқыш қондырғысының құнын төмендету;
  - г) тоңазытқыш қондырғысының қауіпсіздігін арттыру.
5. Бұл белгілеу схемада нені білдіреді ?
  - а) сұйықтық бөлгіш;
  - б) сызықтық қабылдағыш;
  - в) су басқан буландырғыш;
  - г) кеңейту ыдысы.



## 2.2 Компрессорлар

Компрессор-газ тәрізді заттардың қысымын (қысылуын) арттыруға арналған құрылғы. Тоңазытқыш техникасында компрессорлар салқындатқыштарды белгілі бір қысымдарға қысу және олардың жабық цикл бойымен айналымын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Тоңазытқыш компрессоры, әдетте, бу компрессорлық тоңазытқыштың ең күрделі және қымбат элементі, электр энергиясының негізгі тұтынушысы және шу көзі болып табылады.

Компрессор сәйкес таңдалуы тиіс:

- талап етілетін салқындату өнімділігі  $Q_0$ ;
- тоңазытқыш қондырғысының берілген температуралық жұмыс режимі.

Сондай-ақ ескеру қажет:

- салқындатқыш және майлау түрі;
- іске қосу шарттары (жоғары немесе төмен іске қосу сәті);
- қосымша салқындату қажеттілігі;
- электр қуатының кернеуі мен жиілігі;
- жалпы өлшемдері;
- шу мен дірілдің жасалған деңгейі;
- өнімділікті реттеу мүмкіндігі.

Әрбір компрессор тек салқындатқыштардың белгілі бір тобымен жұмыс істеуге арналған. Компрессор есептелмеген салқындатқышты пайдалану кейбір жағдайларда оның тез істен шығуына әкелуі мүмкін.

Құрылымның көптеген түрлері, компрессорлардың өлшемдері бар. Ажырату қажет:

Саңылаусыз компрессорлар – тұтас, бөлінбейтін корпусы бар. Олар электр қозғалтқышы шығаратын жылу толығымен суық агентімен сіңірілетіндігімен ерекшеленеді, яғни сорылатын суық агенті электр қозғалтқышының орамаларын, майды және компрессордың жұмыс органдарын салқындатады. Мұндай корпустағы компрессорлар ең арзан. Сондықтан компрессордың бұл түрі көптеген шағын және орта Тоңазытқыш машиналарда қолданылады. Жартылай саңылаусыз және ашық түстермен салыстырғанда аз жөндеуге болады.

Жартылай саңылаусыз немесе тығыз емес компрессорлар-саңылаусыздан айырмашылығы, олардың корпусының құрылымы жиналмалы және жөндеу қажет болған жағдайда оны оңай ашуға болады. Алайда, оларда электр қозғалтқышы компрессор корпусының ішінде жұмыс сығу органымен бір білікте орналасқан.

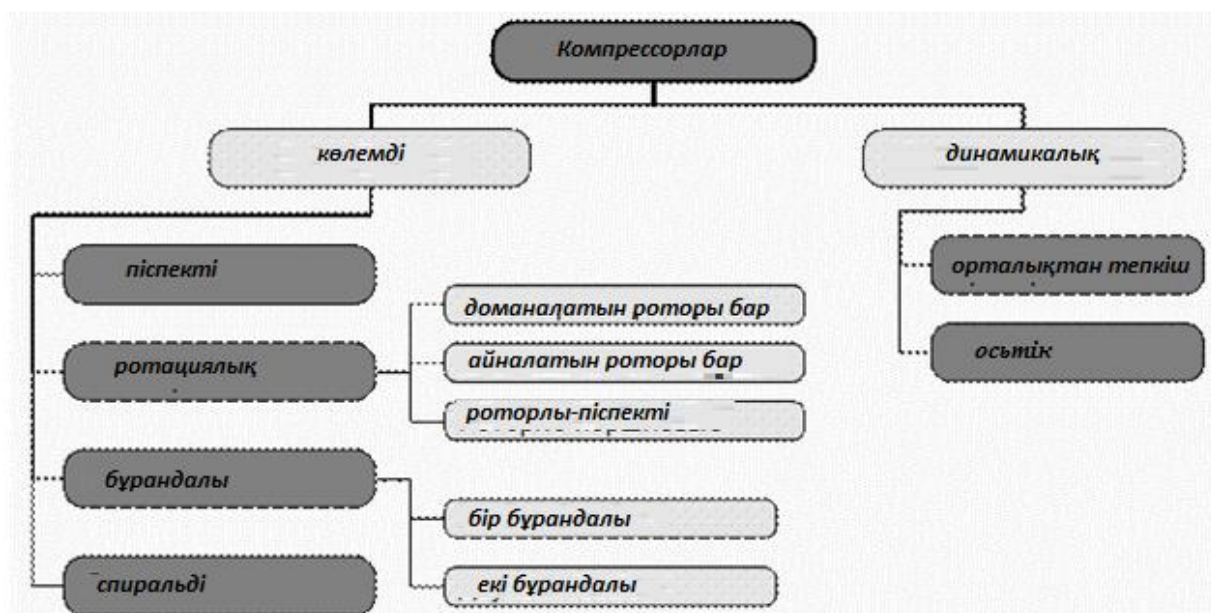
Мұндай компрессорлардың суық өнімділігі бірнеше киловаттан бірнеше ондаған киловаттқа дейін, яғни орташа суық өнімділігі бар компрессорлар.

Ашық, майлы компрессорлар-электр қозғалтқышы корпустан бөлек орналасқан, компрессор білігіне жалғастырғышпен қосылған.

Ашық (тығыздалған) компрессорлардың ең осал құрылымдық түйінін біліктің тығыздалуы; Тоңазытқыш агенттің ағуы осы тығыздағыштар арқылы мүмкін [2]. Шағын салқындатқыш компрессорларда ағып кету қаупі жоғары.

Жұмыс принципіне сәйкес компрессорлар бөлінеді (сурет.2.4):

Көлемді-компрессордағы қысу процесі жұмыс камерасының көлемінің төмендеуі нәтижесінде пайда болады. Оларға мыналар жатады: піспек, спираль, айналмалы, бұрандалы.



2.4- сурет. Компрессорлардың әрекет принципі бойынша жіктелуі

Динамиклық - газ біліктен механикалық энергияны беру және жұмыс затының ротор пышақтарымен одан әрі әрекеттесуі нәтижесінде сығылады. Бұл орталықтан тепкіш, өстік.

Компрессорлар сонымен қатар салқындатқыш түрі бойынша, салқындату әдісі бойынша (ауа, сұйықтық, салқындатқышпен салқындату), қысу сатылары бойынша (бір сатылы және көп сатылы) жіктеледі.

Суық агентінің қайнау температурасы бойынша үш түрлі компрессорлар ажыратылады:

Н-төмен температуралы--40 -25°C дейін;

С-орташа температуралы--25-тен 10°с-қа дейін;

В — Жоғары температуралы--10-дан 10°C-қа дейін.

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Компрессор дегеніміз не және ол не үшін?
2. Компрессорларды жіктеуде қандай айырмашылықтар қолданылады?
3. Тоңазытқыш қондырғысы үшін компрессор қандай параметрлер бойынша таңдалады?
4. Тоңазытқыш компрессорларының қандай түрі бар?

## Қосымша тапсырмалар

1. Шағын тұрмыстық және коммерциялық тоңазытқыш қондырғыларда ауа өткізбейтін корпустағы компрессорлар жиі қолданылады. Неліктен мұнда жартылай саңылаусыз компрессорлар қолданылмайтынын анықтаңыз? Сұраққа жауап беру үшін компрессорлардың қол жетімді модельдерінің бағаларын зерттеу, сонымен қатар олардың массалық сипаттамаларын салыстыру ұсынылады.
2. Кондиционерлерде қандай компрессорлар қолданылатынын анықтаңыз. Оларды қолданудың себептері қандай?

## 2.2 Тест

1. Ауа өткізбейтін компрессорларда электр қозғалтқышын салқындатудың қандай түрі қолданылады?
  - а) сұйықтықты салқындату;
  - б) ауаны салқындату;
  - в) суық агенті буымен салқындату;
  - г) электр қозғалтқышы қызбайды.
2. Бұл компрессордың электр қозғалтқышы иінді корпустың ішінде орналасқан, бірақ корпуста жөндеуге ыңғайлы жиналмалы құрылым бар
  - а) ауа өткізбейтін компрессор;
  - б) жартылай саңылаусыз компрессор;
  - в) ашық компрессор;
  - г) майлы компрессор.
3. Орталықтантепкіш компрессор әрекет ету принципі бойынша қандай компрессор түріне жатады?
  - а) динамикалық;
  - б) көлемді;
  - в) тісті;
  - г) құйынды.
4. Тоңазытқыш техникасында компрессорлар салқындатқыштарды қысу үшін қолданылады, және ...
  - а) оларды араластыруды қамтамасыз ету;
  - б) оларды салқындатуды қамтамасыз ету;
  - в) олардың қызуын және айналымын қамтамасыз ету;
  - г) оларды тазалауды қамтамасыз ету.
5. Жұмыс принципі бойынша компрессорлар бөлінеді ...
  - а) орталықтан тепкіш, білік;
  - б) піспекті, спиральды, бұрандалы;
  - в) саңылаусыз, жартылай саңылаусыз, ашық;
  - г) көлемді және динамикалық.



## 2.3 Піспекті компрессорлар

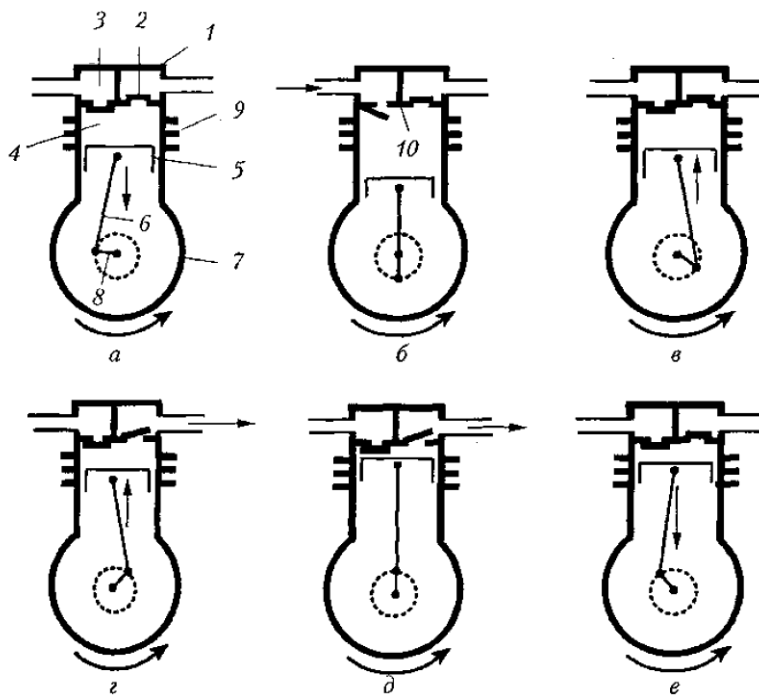
Піспекті компрессорларды тоңазытқыш машиналардың барлық өлшемдерінен табуға болады, олар кіші ( $Q_0$ -ден 12 кВт-қа дейін), орташа ( $Q_0 = 12-120$  кВт) және үлкен ( $Q_0$ -ден 120 кВт-қа дейін) болып бөлінеді.

Құрылымдық жағынан, піспекті компрессорлар әртүрлі:

- цилиндр саны (1-ден 8 цилиндрге дейін);
- иінді механизмнің түрі бойынша (крейцкопфты, піспекке және крейцкопфқа жүктемені азайтуға арналған қосымша сырғытпасы бар, механизмде қосымша жүгірткі жоқ);
- корпус құрылымы бойынша (картерлік блок – картермен блокты жалпы құю немесе алмалы-салмалы конструкция);
- цилиндрлердің орналасуы бойынша (көлденең, тік, V-тәрізді, крест тәрізді, оппозициялық);
- Майлау түрі бойынша (бүрку, мәжбүрлі және аралас);
- салқындату тәсілі бойынша (ауамен немесе сұйықтықпен салқындату);
- піспектің жұмыс жақтары бойынша (піспектің бір жұмыс жағы немесе екеуі де);
- жоғарыда аталған саңылаусыз, жартылай саңылаусыз және ашық.

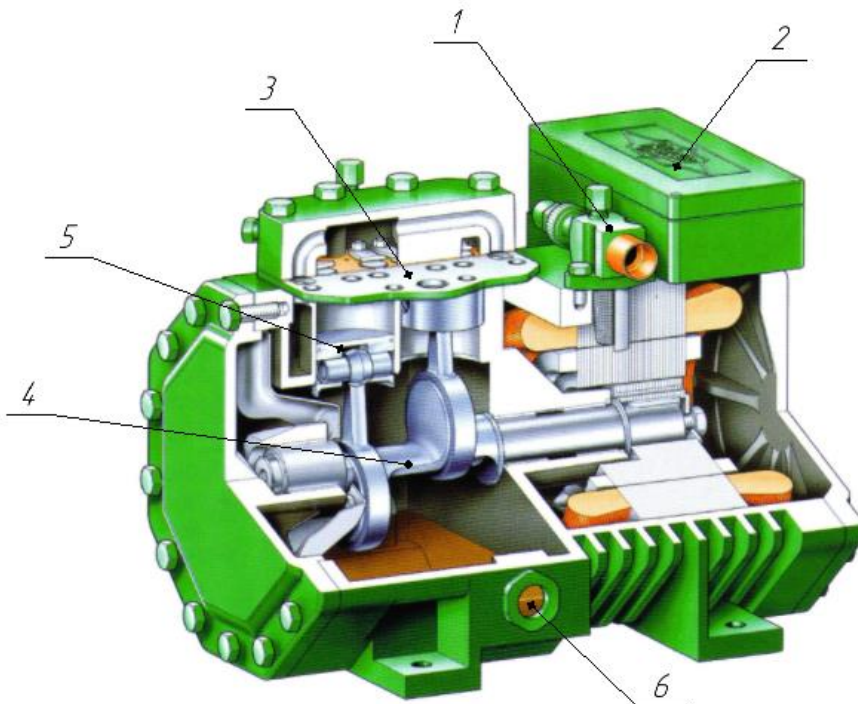
Піспекті компрессорда (сурет. 2.5) цилиндрдегі піспектің өзара қозғалысы кезінде газдың қысылуы орын алады. Сору фазасында (а) піспек "өлі нүкте" деп аталатын жоғарғы жағынан төмен қарай жылжиды. Бұл жағдайда піспектің үстінде вакуум пайда болады және салқындатқыш цилиндрге ашық кіріс клапаны арқылы енеді. Сығымдау фазасында (В) піспек жоғары қарай қозғалады және цилиндрден шығатын клапан арқылы шығатын салқындатқышты қысады. Цилиндрде қозғалу кезінде піспек ешқашан клапанның басына тиіп кетпейді, ол "өлі көлем"деп аталатын бос орын қалдырады.

Піспекті компрессордың негізгі бөліктері-піспек 5 және жұмыс цилиндрі 4. Цилиндр қақпағы екі клапанмен жабдықталған (2 және 3), кезекпен ашылады: сору және айдау. Піспекті беру, басқа піспектік жүйелердегідей, иінді білігі бар иінді механизмнің көмегімен жүзеге асырылады (сурет.2.6).



1-блок басы; 2-айдау клапаны; 3-сору клапаны; 4-жұмыс цилиндрі; 5-піспек; 6-шатун; 7-иінді; 8 – иінді; 9-салқындату қабырғалары; 10-клапан плитасы

2.5-сурет. Піспекті компрессордың қысу фазалары



1-сору порты; 2-терминал қорабы; 3-клапан плитасы; 4-байланыстырушы шыбықтары бар иінді білік; 5-піспек; 6-қарау әйнегі

2.6- сурет. Жартылай саңылаусыз компрессор

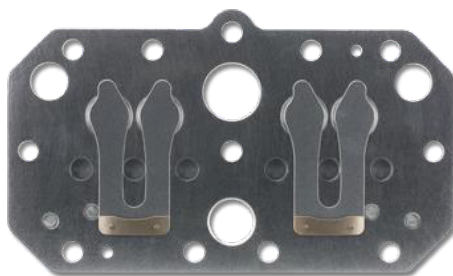
Піспекті компрессорлардың негізгі құрылымдық түйіндері мен бөлшектері-жақтау, иінді корпус, блок-иінді корпус, цилиндрлер, иінді

біліктер, байланыстырушы өзек, піспектер, піспектік сақиналар, клапандар, тығыздағыштар.

Жеңдер әр цилиндрге басылады, олар тозған жағдайда ауыстырылуы мүмкін. Піспектер өз кезегінде сығымдау және май құю сақиналарымен жабдықталған, олар да шығын материалдары болып табылады. Бұлғақ пен иінді білік арасында орналасқан жапсырма. Цилиндрлерді салқындату үшін жоғарғы жағы ауамен салқындатылған кезде қырылады немесе сумен салқындату үшін арнайы қуыстар жасалады.

Компрессорларда әдетте бұл атауды алған тілімшелі клапандар қолданылады, себебі олардың жұмыс істеуші бөлігі жұқа болат плиталар болып табылады.

Тілімшелі клапандар клапан плиталарының конфигурациясы мен бекітілуіне байланысты сақиналы (сурет.2.8), жолақты, камыс (сурет.2.7).



2.7 – сурет. Клапан тақтасындағы камыс клапандары



2.8- сурет.Клапан тақтасында сақина клапандар

Сақиналы клапандар орта және үлкен компрессорларда қолданылады.

Майлау үшін әдетте иінді білікпен басқарылатын беріліс май сорғысы қолданылады. Сорғының сору жағында сүзгі бар, майлау тізбегінде компрессор бөлшектері тозған кезде пайда болатын майдағы металл бөлшектерін ұстап алу үшін магнит бар.

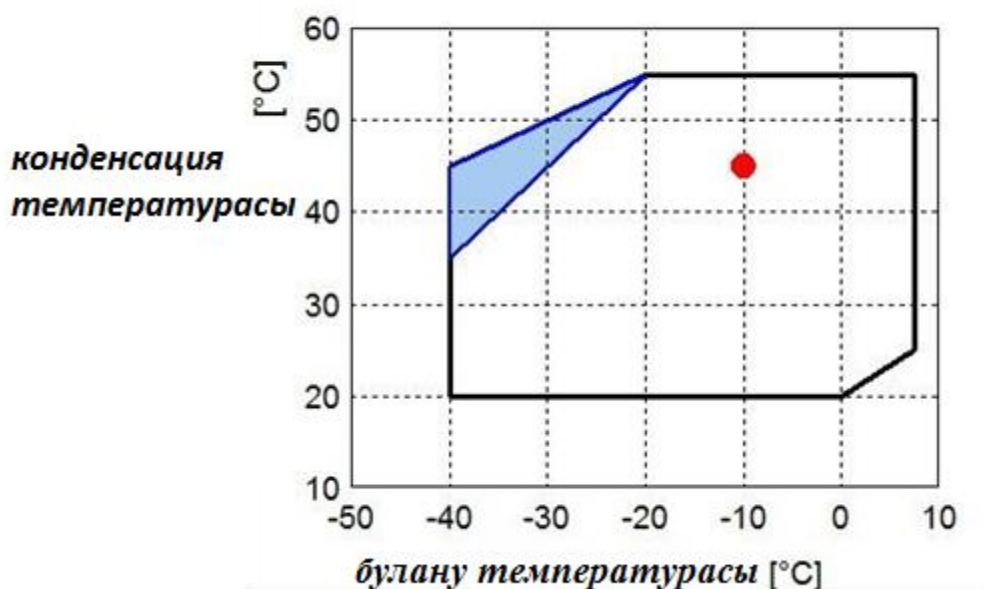
Жартылай саңылаусыз компрессорларда үш фазалы электр қозғалтқышы жиі қолданылады. Көбінесе айналу жылдамдығы 1450 айн/мин (4 полюсі бар қозғалтқыш үшін), бірақ басқа электр қозғалтқыштары бар (4 және 8 полюстері бар), сәйкесінше екі жылдамдығы 1450 және 725 айн/мин,

бұл суық өнімділікті өзгертуге мүмкіндік береді. Компрессорларды іске қосу үшін әртүрлі іске қосу жүйелері қолданылады: тікелей іске қосу, жұлдыз-үшбұрышты іске қосу (арнайы қосқыш орамаларды жұлдыз тізбегінен үшбұрышқа ауыстырады, бұл компрессордың іске қосу токтарын азайтады) немесе неғұрлым күрделі жүйелер, мысалы, компрессорды іске қосу үшін электр қозғалтқышының орамасының 2/3 бөлігі қолданылады, ал жұмыс төңкерістеріне жеткеннен кейін екінші орам 1/3 қосылады. Қазіргі жүйелерде компрессорды тегіс іске қосу үшін инвертор жиі қолданылады.

Олардың негізгі артықшылықтарына төмен шығындар, қарапайым өндіріс процесі және жақсы қызмет көрсету жатады.

Піспектік типтегі компрессорлардың кемшіліктері: Жоғары іске қосу моменті және үлкен іске қосу токтары, қатты шу мен діріл, қысым импульстарының болуы, жоғары металл сыйымдылығы. Сондықтан электр қозғалтқышында компрессорды іске қосу үшін қуат резерві болуы керек, ал компрессорда шуды азайту үшін акустикалық қорғаныс болуы керек.

Компрессор өндірушілері компрессордың жұмыс істеуі үшін қолайлы жағдайларды диаграмма түрінде белгілейді, онда қайнау температурасы көлденең өс бойымен, ал конденсация температурасы тік өс бойымен орналастырылады. Диаграммада шекара (конверт) осы компрессор ешқандай мәселесіз жұмыс істей алатын рұқсат етілген жұмыс аймағын белгілейді (сурет. 2.9).



2.9- сурет. Компрессордың ұсынылатын жұмыс шарттары

Бұл диаграмманы өндіруші компрессордың белгілі бір моделіне және салқындатқыштың түріне шығарады. Бұл мысалда көк аймақ компрессор майын қосымша салқындатуды қажет ететін және қысу коэффициенті максималды болатын жұмыс аймағының бір бөлігін бөледі.

N қысу коэффициенті компрессордың айдау қысымының абсолютті мәндерінің сору қысымына қатынасы деп аталады.  $P_m P_a$

$$n = \frac{P_m}{P_a} \quad (2.6)$$

Бұл мән неғұрлым жоғары болса, сығымдау компрессорының энергия шығыны соғұрлым көп болады.

Піспекті компрессорлардың жұмыс параметрлеріне әсер етудің негізгі факторлары:

- Піспекті қозғалыс фазаларының сәйкес келмеуіне байланысты клапандардың тиімсіз жұмысы (мерзімінен бұрын немесе кеш ашу және жабу);
- Цилиндрдегі газ қысымының төмендеуі (клапандардың, піспек сақиналарының тығыздығын төмендету);
- Май айналымының бұзылуы, оның майлау қасиеттерінің жоғалуы.

Компрессордың жұмысына үлкен әсер ететін сыртқы жағдайлар:

Қысым / сору температурасы-булану температурасының 1к төмендеуі компрессор өнімділігінің шамамен 2-3% - ға төмендеуін және тұтынылатын қуаттың 1,5% - ға өсуін тудырады.

Айдау қысымы-компрессорға жүктемені күшейтеді, конденсация температурасының 1к жоғарылауымен электр энергиясын тұтынуы шамамен 1,5%-ға артады және суық өнімділіктің 1,5-2% төмендеуі байқалады.

Қызып кету-салқындатуды тікелей сорылатын салқындатқыш агент жүзеге асыратын компрессорларда өндіруші салқындатқыштың сорылатын буларының рұқсат етілген температурасын көрсете алады (әдетте +10...+15°C). Егер қандай да бір себептермен сорылатын булардың температурасы рұқсат етілген нормалардан асып кетсе, электр қозғалтқышының орамалары қызып кетеді.

Ақаулықтың тағы бір себебі-тым жиі іске қосу, себебі электр қозғалтқышының ең жоғары режимде (іске қосу) пайда болатын жылуды шығаруға уақыты жоқ. Бұл жағдайда контроллерде компрессордың басқару қосқыштары іске қосудан бұрын кідіріс параметріне ие. Тағы бір қызып кетуден қорғау компрессорды уақтылы өшіретін электрондық датчиктер мен ажыратқыштарды орнату арқылы қамтамасыз етіледі. Қазіргі заманғы компрессорларда мұндай қорғаныс бастапқыда салынған, сонымен қатар әртүрлі ток секірулерінен қорғауға тұрарлық.

Көбінесе өндіруші агрегаттардың құрамына компрессорды жеткізеді, яғни қондырғының құрамына компрессордың өзі кіреді (заманауи компрессорлар контроллерімен жабдықталған, деректерді басқару және жазу үшін), оған жетек пен басқару тақтасы кіреді, мұның бәрі бір жақтауға орнатылып, бір тұтас ретінде орнатылады.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Піспекті компрессордың негізгі айырмашылықтары мен ерекшеліктері қандай?
2. Компрессордың сығылу коэффициенті дегеніміз не?
3. Компрессордың жұмыс диапазоны бар диаграмма не үшін қолданылады (конвертпен)?
4. Піспекті компрессордың құрамдас бөліктерін тізімдеңіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

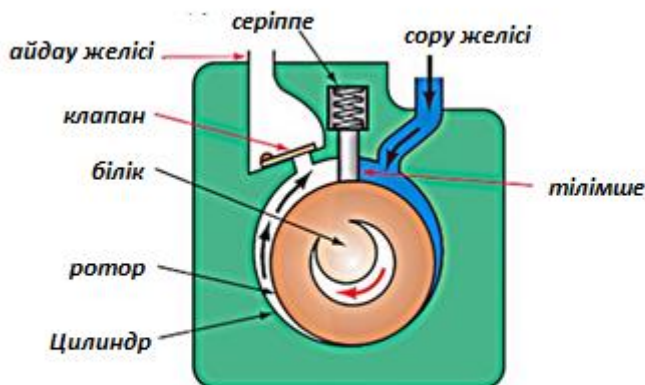
1. Егер оның айдау клапаны ашық күйде кептеліп қалса, піспекті компрессормен не болатынын ойладыңыз ба?
2. Егер оның электр қозғалтқышы қарама-қарсы бағытта айналса, піспекті компрессор қалай жұмыс істейтінін зерттеңіз?
3. Кез-келген қол жетімді тоңазытқыш қондырғысының компрессорын қайта қосу арасындағы циклдің ұзақтығын бақылаңыз. Компрессордың мерзімінен бұрын зақымдану қаупінсіз қаншалықты жиі қосылатындығын анықтау үшін қондырғыдағы компрессор моделінің техникалық паспортын оқып шығыңыз.

## 2.3 Тест

1. Піспекті компрессордың кемшіліктері
  - а) төмен ПӘК;
  - б) шағын қысу коэффициенті;
  - в) үлкен іске қосу сәті;
  - г) әрекет ауқымы шектеулі.
2. Піспекті компрессор жұмыс принципі бойынша компрессорлардың қандай түріне жатады?
  - а) динамикалық;
  - б) көлемдік;
  - в) ротациялық;
  - г) тістегершікті.
3. Компрессордың төменгі бөлігінде ...
  - а) клапан плитасы;
  - б) майлы ванна;
  - в) терминал қорабы;
  - г) соленоидты клапан.
4. Компрессор майының деңгейін бақылау үшін онда ...
  - а) қарау әйнегі;
  - б) паллет;
  - в) арнайы жалғастық;
  - г) зонд.
5. Компрессордың сығылу коэффициенті – бұл...
  - а) компрессордың айдау қысымы;
  - б) компрессордың сору қысымы;
  - в) айдау қысымы мен сору қысымының айырмасы;
  - г) айдау қысымының сору қысымына қатынасы.

## 2.4 Ротациялық компрессорлар

Айналмалы компрессорлар (сурет. 2.10) білікке айналатын ротордың көмегімен газды соруды және сығуды жүзеге асырады. Осы типтегі компрессорлардағы жұмыс органдарының айналмалы қозғалысына байланысты (спиральды және бұрандалы сияқты) қысым мен іске қосу тоқтарының пульсациясы айтарлықтай төмендейді.



2.10-сурет. Стационарлық тілімшесі бар айналмалы компрессордың құрылымы (айналмалы ротор)

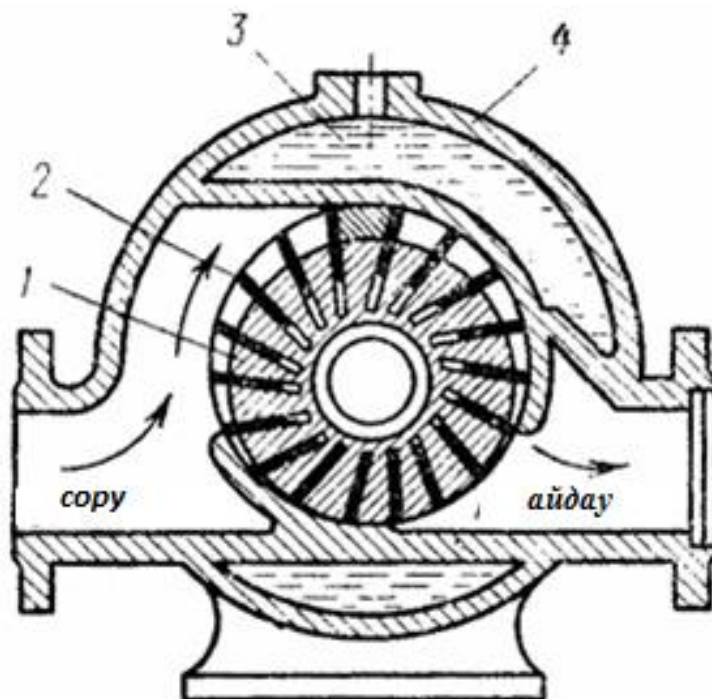
0,28—0,3 МПа-ға дейін артық қысым жасайтын айналмалы супер зарядтағыштар (кіреберістегі атмосфералық қысым кезінде) ауа үрлегіштер деп аталады (бұл Құрылым вакуумдық сорғыларда қолданылады) және жоғары қысым жасайтын компрессорлар.

Піспекпен салыстырғанда айналмалы компрессорлардың ерекшелігі-иінді механизмнің және өзара қозғалатын піспектің болмауы. Сондықтан айналмалы компрессорлар жақсы тепе-теңдікке ие, салқындату өнімділігінің бірлігіне салыстырмалы түрде аз масса, тозуға ұшырайтын қозғалмалы бөліктердің аз саны және сору клапандарының болмауы. Оларды күту оңай және жұмыста сенімді. Айналмалы компрессорлардың кемшіліктері оларды жасау мен жөндеудің күрделілігін, қозғалмалы бөліктердің тозуын қамтиды.

Сонымен қатар, піспектермен салыстырғанда айналмалы компрессорлардың механикалық тиімділігі төмен, төмен қысымды дамытады және жоғары дәлдікті талап етеді.

Айналмалы компрессорлардың барлық түрлерін екі негізгі түрге жатқызуға болады-білігі цилиндр біліктің айналасында айналатын домалаған ротормен компрессорлар, ал ротор цилиндрді айналып өтіп, айналмалы роторлы компрессорлар (сурет.2.11), оның білігі цилиндрдің білігіне қатысты бекітіледі (тілімшелі айналмалы компрессорлар).





1-ротор; 2-тілімшелер; 3 - су көйлек; 4-қаптама

### 2.11- сурет. Айналмалы роторлы компрессор

Тілімшелер орталықтан тепкіш күштің әсерінен ротордың ойықтарынан шығады және цилиндр қабырғаларына басылады.

Бір білікке айналатын бірнеше роторлары бар айналмалы компрессорлар бар. Мысалы, екі цилиндр бір-бірінің үстіне тігінен орналастырылған. Экцентриктер бір білікке қарама-қарсы фазаларда орналасады және нәтижесінде бірлескен жұмыс кезінде олардың жалпы дірілі төмендейді.

Майлау жүйесі: компрессор ішіндегі шағын, саңылаусыз компрессорларда; майдың қайтарылуын бақылаудың жеке контуры бар үлкен (айдау сызығындағы май бөлгішпен, сүзгімен). Ротациялық компрессорлардың проблемаларының бірі майлау материалдарының жоғары температуралық ыдырау әсерлерімен байланысты. Пышақтың айналмалы роторға үйкелуі нәтижесінде оның шеті қызады, онда "ыстық нүкте" пайда болады. Егер бұл нүктенің температурасы  $200^{\circ}\text{C}$ -тан асса, синтетикалық эфир майы алкоголь мен май қышқылдарына ыдырайды, олар капиллярлық түтіктерді бітеп, салқындатқыштың шығынын азайтады.

Ротациялық компрессорлардың қолданылу саласы өнімділігі 10 000 м<sup>3</sup>/сағ дейін және айдау қысымы 8 бармен шектелген.

Корпус құрылымының түріне сәйкес айналмалы компрессорлар саңылаусыз, жартылай саңылаусыз және ашық болып бөлінеді.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Айналмалы компрессорлардың қандай түрлері бар?
2. Айналмалы компрессорлардың негізгі кемшіліктері мен артықшылықтары?
3. Қызып кету кезінде компрессормен не болады?
4. Айналмалы компрессордың құрамдас бөліктерін тізімдеңіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Тоңазытқыш машинаның негізіне немесе тірегіне орнатылған компрессорды дұрыс орнату үшін тексеріңіз. Салыстыру үшін сізге деңгейлер, монтаж сызғыштары қажет болады. Компрессордың компрессоры, жақтауы немесе картері, егер фундаменталды бұрандамалардың сомындарын тартқаннан кейін машинаның көлденеңдігі 1 м ұзындықта 0,2 мм артық ауытқуларға ие болмаса, түпкілікті тексерілген болып саналады. Әр түрлі нүктелердегі деңгей көрсеткіштерінің нәтижелері компрессордың құрастыру формулярына енгізіледі. Егер компрессор дұрыс орнатылмаған болса, оны бекіту деңгейін реттеу керек.

## 2.4 Тест

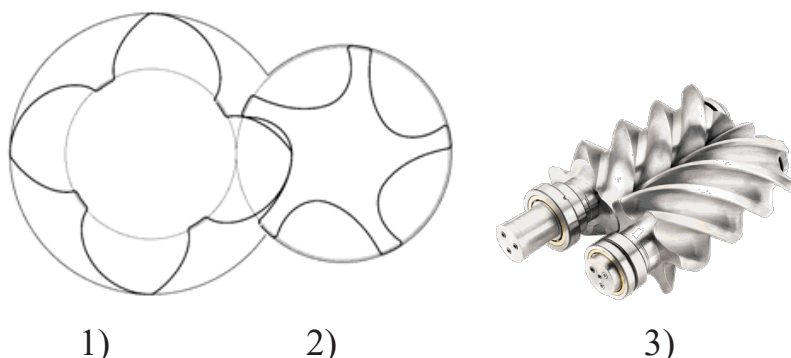
1. Айналмалы компрессордың піспекке қарағанда артықшылығы?
  - а) жоғары ПӘК;
  - б) кіші іске қосу сәті;
  - в) шағын қысу коэффициенті;
  - г) қозғалмалы бөлшектердің аз тозуы.
2. Айналмалы компрессордың болмауы?
  - а) төмен ПӘК;
  - б) үлкен өлшемдер;
  - в) қозғалмалы бөлшектердің үлкен тозуы;
  - г) жоғары қысу коэффициенті.
3. Ротор білігі цилиндр білігіне айналатын айналмалы компрессор деп аталады ...
  - а) роторлы;
  - б) орталықтан тепкіш;
  - в) айналмалы ротормен;
  - г) айналмалы ротормен.
4. Саңылаусыз айналмалы компрессорлардың майлау жүйесіндегі қандай проблема болуы мүмкін?
  - а) майдың қызып кетуі және ыдырауы;
  - б) майдың жеткіліксіз салқындауы;
  - в) майдың нашар қайтарылуы;
  - г) жиі ауыстыру қажеттілігі.
5. Айналмалы компрессордың құрылымында қандай элемент жоқ?
  - а) айдау клапаны;
  - б) сору клапаны;
  - в) білік;
  - г) тілімше.

## 2.5 Бұрандалы компрессорлар

Бұрандалы компрессорлар үлкен қуаттылықтағы тоңазытқыш жүйелерінде қолданылады. Құрылым түріне сәйкес бұрандалы компрессорлар: ауа өткізбейтін, жартылай саңылаусыз және ашық.

Бұрандалы компрессорлардың негізі (оның жұмыс органы) компрессордың бұрандалы жұбы болып табылады. Ол екі бұрандадан (спиральдар, құрттар) тұрады, олардың біреуі дөңес, ал екіншісі көлденең қимасы бар (сурет. 2.12). Олар сондай-ақ роторлар деп аталады, біреуі және роторлар дөңес пішінді жетекші, ал екінші ротор жетекші, яғни бірінші ротор арқылы басқарылады.

Бұрандалар айналған кезде бұрандалардың бұрылыстары арасында қуыс болады, оның көлемі азаяды және салқындатқыш сығылады.



2.12 – сурет. Компрессордың бұрандалы жұбы: 1) жетекші бұранданың профилі; 2) жетекші бұранданың профилі; 3) сыртқы түрі

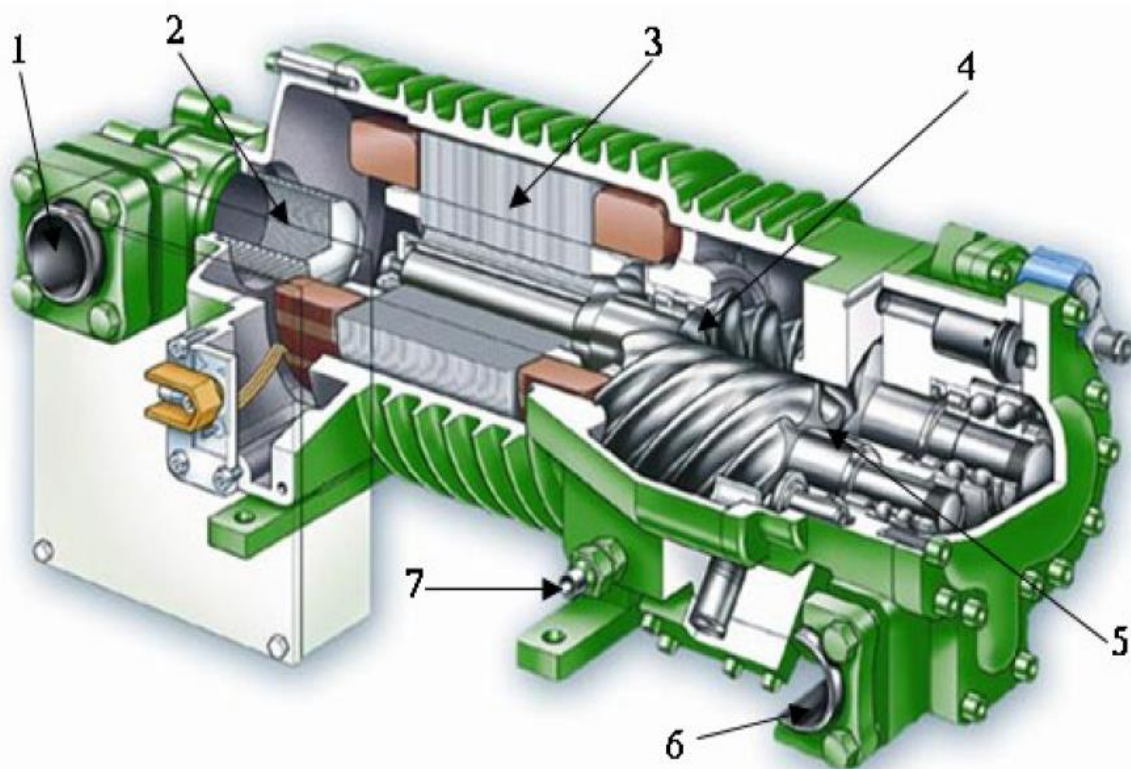
Тоңазытқыш қондырғылары қуатының өнеркәсіптік диапазонында (200 кВт-тан бастап) бұрандалы компрессорлар (сурет. 2.13) ең көп таралған.

Барлық бұрандалы компрессорлар ротор тістерінің орналасуына байланысты белгілі бір қысу коэффициентіне ие.

Алайда, олардың суық өнімділігін пайдаланылатын бұрандалардың ұзындығын өзгерту арқылы реттеуге болады. Ол үшін арнайы шарғылар (реттеу клапандары) қолданылады.

Бұрандалы компрессорлар сору қысымының өте төмен деңгейімен сипатталады (5...2 кПа, 0,05 бар), бұл оларды төмен температуралы қондырғыларда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді, себебі сору қысымы минималды. Жетекші ротордың (бұранданың) айналу жылдамдығы әдетте шамамен 50 с-1 құрайды.

Көп жағдайда тоңазытқыш техникасында маймен толтырылған бұрандалы компрессорлар қолданылады, олардың жұмыс кеңістігіне май беріледі. Бұл сізге сығылған кезде салқындатқышты салқындатуға және бұрандалы жұптың саңылауларынан ағып кетуіне жол бермеуге, қысуды арттыруға мүмкіндік береді. Майды тиісті жерлерге айдау жүзеге асырылады: роторлардың үстінде және мойынтіректер деңгейінде.



1-сору құбыры; 2-торлы сүзгі; 3-электр қозғалтқышының орамасы; 4-тістер арасындағы қуыс; 5-бу мен май білік бойымен айдау ернемегіне өтеді; 6-айдау құбыры; 7-майды қайтару құбыры

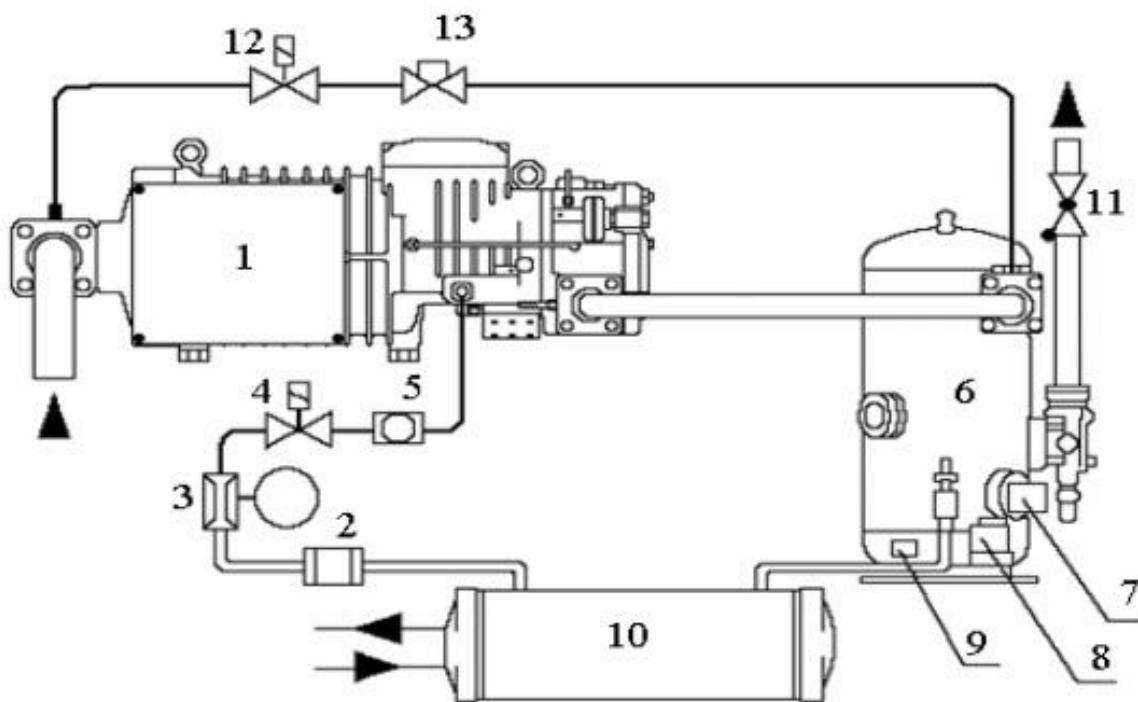
2.13- сурет. Жартылай саңылаусыз бұрандалы компрессор

Айдау желісінде компрессорға майды қайтару жүйесі бар, шамамен 95% майды қайтару қажет. Майды бөлгішті компрессор корпусына орнатуға немесе бөлек орналастыруға болады. Майды салқындату компрессордың ішінде немесе одан тыс жерде де жүзеге асырылады (май салқындатқышы қолданылады). Майдың шамамен 50% - ы мойынтіректерді майлауға кетеді, қалғаны компрессор қуысына енгізіледі. Компрессордан кейінгі барлық май бөлгішке түседі.

Бұрандалы компрессордың май контурының схемасы суретте көрсетілген. 2.14. Май салқындатқышқа жіберіледі, онда ол салқындатылады және сүзгілер арқылы қайтадан компрессордың жұмыс кеңістігіне және мойынтіректерді майлауға жіберіледі. Май деңгейін бақылау электрондық ең төменгі деңгей датчигінің көмегімен жүзеге асырылады.

Май бөлгіште бөлінген май салыстырмалы түрде жоғары температураға ие (орта есеппен 50 - ден 90 °C-қа дейін), сондықтан ол май салқындатқышта 30-дан 40 °C-қа дейін салқындатылады.

Бұрандалы компрессорлар сенімді жұмыс істейді, піспектерден айырмашылығы, олардың қозғалмалы бөліктері аз, тербелістер аз болады. Сығымдау коэффициенті 18-20-ға жетуі мүмкін. Бұрандалы компрессорларда "өлі көлем" жоқ, сондықтан олардың көлемдік өнімділігі барынша жоғары. Бұрандалы компрессорлардың басты кемшілігі-жоғары шу және көлемді майды бөлу және салқындату жүйесі.



1-компрессор; 2-майлы сүзгі; 3-ағынды ауыстырғыш; 4-майлы соленоидты клапан; 5 – қарау әйнегі; 6-май бөлгіш; 7-май деңгейін бақылау; 8-майлы термостат; 9-май жылытқышы; 10-май салқындатқышы;

11-кері клапан; 12-соленоидты клапан; 13-жапқыш клапан

2.14- сурет. Бұрандалы компрессордың май тізбегі

Бұрандалы компрессорлардың ақауларының негізгі себептері:

1. Сапасыз, дұрыс емес майларды пайдалану, майдың уақтылы ауыстырылмауы;
2. Жұмыстың температуралық режимінің асып кетуі (термостаттың бұзылуы, салқындату жүйесінің істен шығуы) );
3. Сұйық салқындатқышты беру немесе бұрандалы буға артық май беру (бұл су соққысына әкеледі);
4. Бұрандалы жұптың, мойынтіректердің тозуы;
5. Электр жабдықтарындағы ақаулар.

Бұрандалы блок-ең қымбат және маңызды элемент. Оның ақаулығы кезінде байқауға болады: жұмыс температурасының жоғарылауы, дұрыс салқындату жүйесі; жоғары діріл, шу, тегістеу; қысымның төмендеуі.

Сондай-ақ, сору реттегіші мен соленоидты клапанды тексеру керек. Компрессорды қосу қиын (желідегі төмен кернеу), қайта іске қосылмауы (басқару клапанының ластануы), қажетті қысым бермеуі мүмкін (реттегіш ластанған немесе соленоидты клапан жұмыс істемейді). Бұрандалы компрессордың өнімділігінің төмендеуіне сору клапанының дұрыс жұмыс істемейді, сүзгінің ластануы, салқындатқыштың қайта іске қосу желісі арқылы ағуы немесе компрессор ішіндегі басқа да бос орындар себеп болуы мүмкін.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Бұрандалы компрессорлардың қандай түрлері болуы мүмкін?
2. Бұрандалы компрессорлардың негізгі кемшіліктері мен артықшылықтары қандай?
3. Бұрандалы компрессорлардың ақауларының негізгі себептері қандай?
4. Бұрандалы компрессордың құрамдас бөліктерін тізімденіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Компрессордың бұрандаларын кері бағытта айналдыруға болатындығын білу үшін бұрандалы компрессорлардың құжаттамасын зерттеңіз?
2. 2.14-суреттегі май бөлгіштің шығуында кері клапан қандай мақсатта орнатылған?

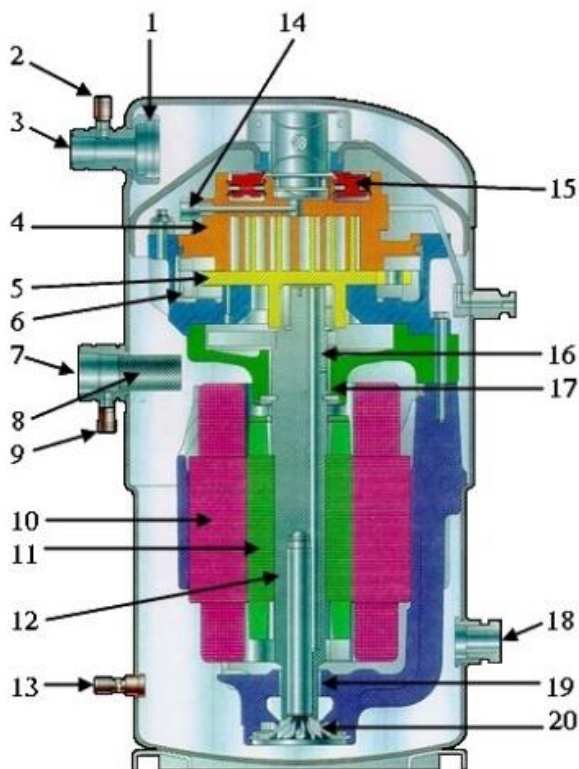
## 2.5 Тест

1. Бұрандалы компрессордың артықшылықтары қандай?
  - а) жұмыстағы ұзақ мерзімділік және реттеудің бірқалыптылығы;
  - б) жоғары қысу коэффициенті;
  - в) жоғары ПӘК;
  - г) өнімділікті реттеудің кең ауқымы.
2. Бұрандалы компрессордың кемшіліктері?
  - а) төмен пәк;
  - б) төмен сенімділік;
  - в) компрессордың шағын ресурсы;
  - г) күрделі майлау және салқындату жүйесі.
3. Бұрандалы компрессорлар сору қысымының өте төмен деңгейімен сипатталады, бұл ...
  - а) компрессорды толығымен суық агентімен салқындату;
  - б) үлкен қысу дәрежесін алу;
  - в) оларды жоғары температуралы қондырғыларда пайдалану;
  - г) оларды төмен температуралы қондырғыларда пайдалану.
4. Бұрандалы компрессорлар қай қуат диапазонында жиі кездеседі?
  - а) 12 кВт дейін;
  - б) 200 кВт бастап;
  - в) 12-120 кВт;
  - г) 50-100 кВт.
5. Неліктен бұрандалы компрессорлардың көлемдік өнімділігі максималды?
  - а) жоғары ПӘК;
  - б) төмен сору қысым шегі;
  - в) "өлі көлемнің" болмауы;
  - г) тегіс қысу.



## 2.6 Спираль компрессорлар

Спиральды компрессорлар төмен және орташа қуатты (5-40 кВт) қондырғыларда жиі қолданылады, оларды Scroll компрессорлары деп те атайды (сурет. 2.15). Компрессор корпусының түрі: ауа өткізбейтін.



1 – айдау клапаны; 2 – Шредер клапаны; 3 – айдау порты; 4 – бекітілген спираль; 5 – орбитальды спираль; 6 – Олдхэм қосылымы; 7 – сору порты; 8 – сору сүзгісі; 9 – Шредер клапаны; 10 – статор; 11 – ротор; 12 – білік; 13 – Шредер клапаны; 14 – айдау сенсоры; 15 – өзгермелі тығыздау; 16 – май беру үшін тесік; 17 – негізгі мойынтірек; 18 – май деңгейінің әйнегі; 19 – төменгі мойынтірек; 20 – май жинауға арналған доңғалақ және металл бөлшектерге арналған магнит.

2.15- сурет. Спиральды компрессор (Scroll компрессоры)

Спиральды компрессорларда салқындатқышты қысу екі спиральмен жүзеге асырылады (сурет.2.16). Спиральдар компрессордың жоғарғы бөлігінде электр қозғалтқышының үстінде орналасқан. Бір спиральды элемент корпуста қозғалыссыз, екіншісі қозғалмалы (компрессор білігіне мойынтірек (Олдхэм ілінісі) арқылы эксцентрлік түрде бекітіліп, бірінші, бекітілген спиральға параллель дөңгелек қозғалыс жасайды. Жылжымалы спираль бекітілген спиральдың ішкі бетіне оралған сияқты. Осының арқасында спиральдардың байланыс нүктесі біртіндеп перифериядан орталыққа ауысады, оның алдында салқындатқыш буларын қысып, оларды цилиндрдің жоғарғы қақпағындағы орталық тесікке шығарады. Байланыс нүктелері бірнеше болғандықтан (олар жылжымалы спиральдың әр айналымында орналасқан), булардың тегіс қысылуы орын алады, электр қозғалтқышына жүктеме азаяды, әсіресе іске қосу кезінде.



1-қозғалмайтын спираль; 2-жылжымалы спираль; 3-Олдхэм жалғастырғышы;  
4-ротор

### 2.16- сурет.Спиральды компрессор элементтері

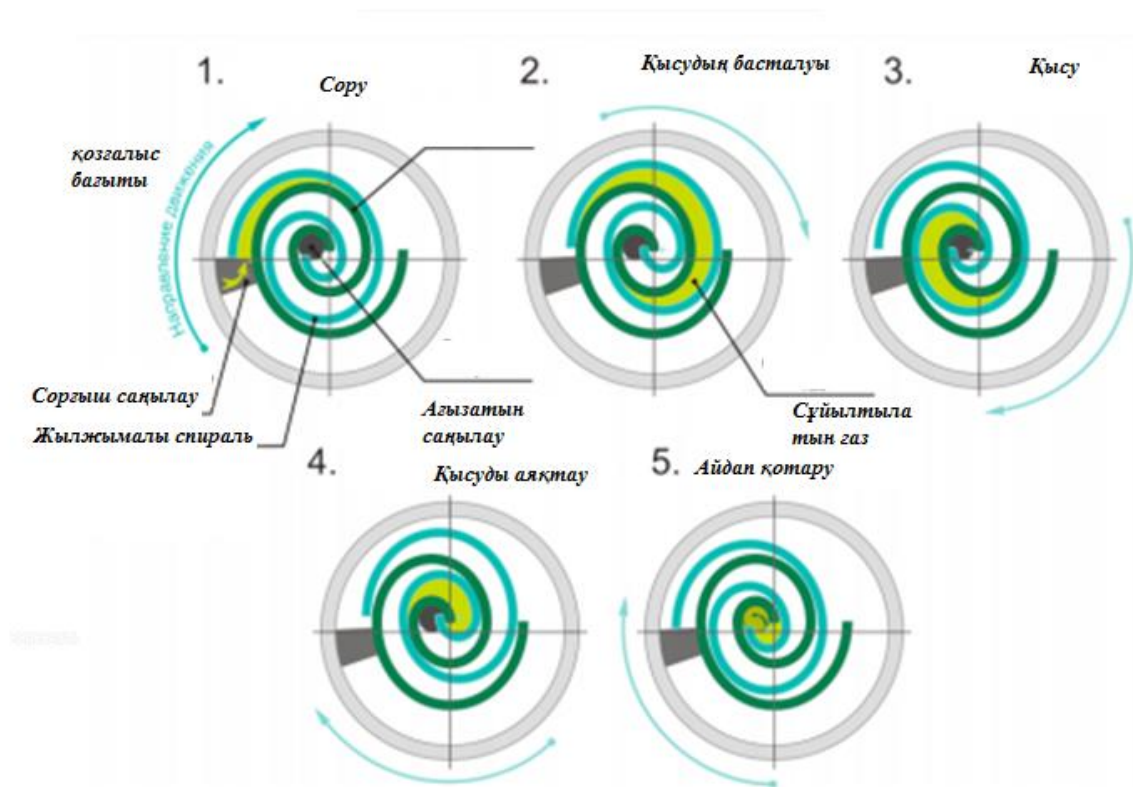
Спиральды компрессорлардың берілу коэффициенті басқа типтегі компрессорларға қарағанда үлкен. Спиральды компрессорлардың артықшылықтары: жоғары тиімділік (80...86 %), жоғары сенімділік пен беріктік, төмен шу, сору клапанының болмауы (сенімділіктің жоғарылауы), тамшылатып сұйықтық инъекциясына, жақсы тұрақтылыққа төтеп береді.

2.17-суретте спиральды компрессордағы қысу процесі (спираль қозғалысы) көрсетілген. Сығымдау процесі, бұрандалы компрессорлардағыдай, үздіксіз процесс.

Газ екінші айналымда қысылған кезде, газдың жаңа бөлігі спиральға сіңеді, ал екінші бөлік екінші айналымға жақындаған кезде, біріншісі айдау сызығына кетеді. Спиральдар бойымен қозғалу кезінде қуыстың көлемі перифериядан орталыққа дейін азаяды.

Қысымды тексеру клапанының болуы компрессордың іске қосылу жағдайын жақсартады, себебі компрессор бос басталады, ал спиральдың шығысындағы қысым электр қозғалтқышы тоқтаған кезде спиральдардың ашылуына байланысты компрессордың иінді корпусындағы қысыммен теңестіріледі. Спиральды компрессорлар осы модель үшін рұқсат етілген қысымның жоғарылау дәрежесінен асып кетуден қорғайды. Ауа баптау жүйелеріне арналған компрессорларда қысымның жоғарылау дәрежесі 10-нан асқан кезде суық агенті айдау жағынан сору жағына қайта жіберіледі. Тоңазытқыш жүйелеріне арналған модельдерде қысымның жоғарылауы 20 бірліктен асқан кезде салқындатқышты қайта қосу орын алады.

Компрессорға кіретін сорылатын газ электр қозғалтқышын салқындату үшін қолданылады. Газ тәріздес суық агенттегі май тамшылары одан бөлініп, компрессордың иінді корпусына түседі. Спиральдар компрессордың жоғарғы бөлігінде орналасқандықтан және май негізінен төменгі жағында жиналғандықтан, майды спиральға беру үшін арнайы доңғалақ қолданылады. Доңғалақ айналған кезде май білік ішіндегі арналарға түседі, ол арқылы компрессордың жоғарғы жағына спиральдарға көтеріледі.



2.17- сурет. СЫҒЫМДАУ процесінің иллюстрациясы, негізгі кезеңдер

Кейбір бір сатылы спиральды компрессорларда желідегі кернеудің қысқа (шамамен 0,5 сек) үзілуі немесе дұрыс емес фазада біліктің айналу бағыты өзгеруі мүмкін. Егер айналу бағыты дұрыс болмаса, компрессор әдеттегіден гөрі шулы жұмыс істейді. Оның тұтынылатын электр қуаты құжаттамада көрсетілген номиналды мәннен аз, айдау жағында қысым көтерілмейді, ал сору жағында қысым төмендемейді. Дұрыс емес бағытта айналдырумен бірнеше минуттан кейін компрессор кіріктірілген жылу қорғанысымен өшіріледі.

Scroll компрессорларын іске қосу кезінде спиральдардың жанасуынан туындаған тән күшті және қысқа металл дыбысы естіледі. Технологиялық тұрғыдан алғанда, Scroll компрессоры күрделірек, себебі спиральдардың ұштарында тығыздықты және спираль профильдерінің өте дәл орналасуын қамтамасыз ету қажет. Алайда, бұл проблемалар шешіліп, осы типтегі компрессорлар кеңінен таралуда. Сонымен қатар, спиральды компрессорлардың заманауи құрылымы жұмыс кезінде спиральдарды бір-біріне жабыстыруға мүмкіндік береді, бұл уақыт өте келе компрессордың берілу коэффициентінің нашарлауына жол бермейді.

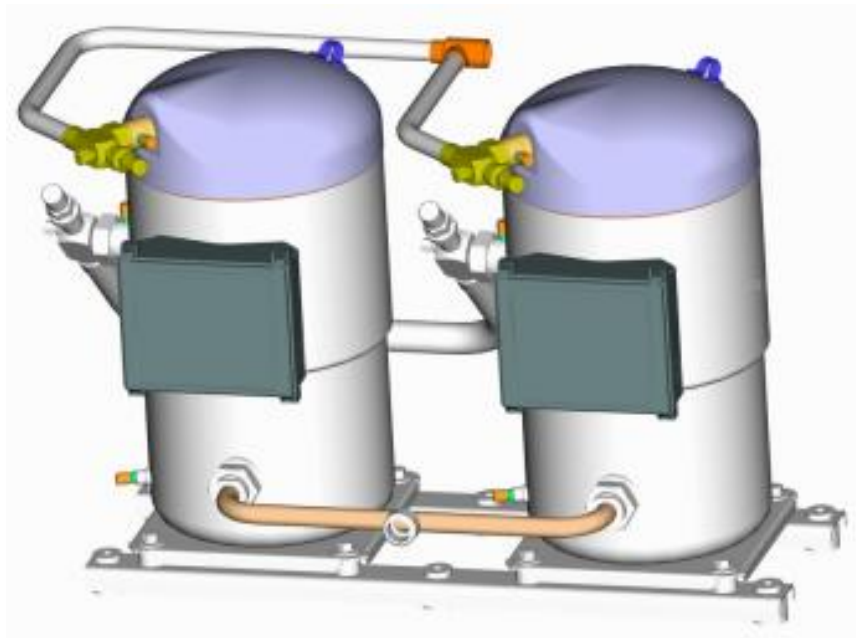
Спиральды компрессоры бар тоңазытқыш қондырғысына қызмет көрсету кезінде салқындатқыш агентті жоғары қысым жағынан шығарған кезде спиральдардың жабылуы мүмкін және салқындатқыш төмен қысым жағынан шығарылмайтынын есте сақтаңыз. Сондықтан әрдайым салқындатқыштың төмен қысым жағында тұрғанын тексеріңіз.

Қате құрылыммен, тоңазытқыш жүйесінің элементтерін дұрыс таңдамай, компрессор жұмыс істеуі керек күрделі жағдайлар жасалады. Компрессордың нашар жұмыс жағдайларының салдары:

- Электр қозғалтқышының қатты қызуы немесе компрессордың авариялық қорғанысының тұрақты іске қосылуы;
- Гидравликалық соққылар (спиральды компрессорлар сұйық салқындатқыштың минималды соққысына төзімді болса да, жиі су соққылары спиральдардың зақымдалуына әкеледі);
- Бұрылыстар арасындағы кептеліс;
- Спиральдың беткі қабаттарын орнату;
- Тіреуіш мойынтіректің немесе Олдхэм жалғастырғышсының сынуы;

Спиральды компрессорлар айдалатын газдың ластануына сезімтал, максималды тығыздықты қамтамасыз ету үшін спиральдардың беті іс жүзінде айна болуы керек, сондықтан қысу керек.

Басқа компрессорлар сияқты сериялық және параллель қосылыстардан Басқа, спиральды компрессорларды кейбір өндірушілер "тандем" ретінде жеткізеді, яғни екі компрессор ортақ жақтауға қосылған (сурет. 2.18).



2.18- сурет. Спиральды компрессорларға негізделген тандем

Бұл нұсқада екі компрессордың құбырлары мен қосылыстарының дұрыс конфигурациясы бар. Екі компрессордың да жалпы майлау жүйесі бар. Бір компрессорды өшіру арқылы өнімділікті реттеуге болады.

Сондай-ақ, барлық компрессорларды тоңазытқыш жүйесіне параллель қосуға болады, бірнеше компрессорларды қосу үшін жалпы басқару жүйесін жобалап, ортақ коллекторлары бар құбырларды дұрыс орнатуға болады. Бұл туралы "компрессорды жүйеге қосу" 3.5-параграфында жазылған.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Сығымдау процесі спиральды компрессорда қалай жүреді? Процесті сипаттаңыз.
2. Спиральды компрессорлардың негізгі кемшіліктері мен артықшылықтары қандай.
3. Спиральды компрессордың ішінде май айналымы қалай жүреді?
4. Спиральды компрессордың құрамдас бөліктерін тізімдеңіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Әр түрлі өндірушілердің спиральды компрессорларының құжаттамасын зерттеңіз, олардың құрылымдық айырмашылықтары қандай?
2. Жинақта спиральды компрессорлармен бірге келетін жиілік реттегіштерін зерттеңіз
3. Егер тоңазытқыш машинаның тұтынылатын қуатының шыңы тәулігіне 3-4 сағатқа тура келсе, жиілік реттегіштерін пайдалану кезінде электр энергиясының қандай үнемделуін алуға болады, ал қалған уақыт аралығында компрессор ең төменгі қуатта жұмыс істей алады? Мысалы, каталогты алайық: Danfoss спиральды компрессорлары.

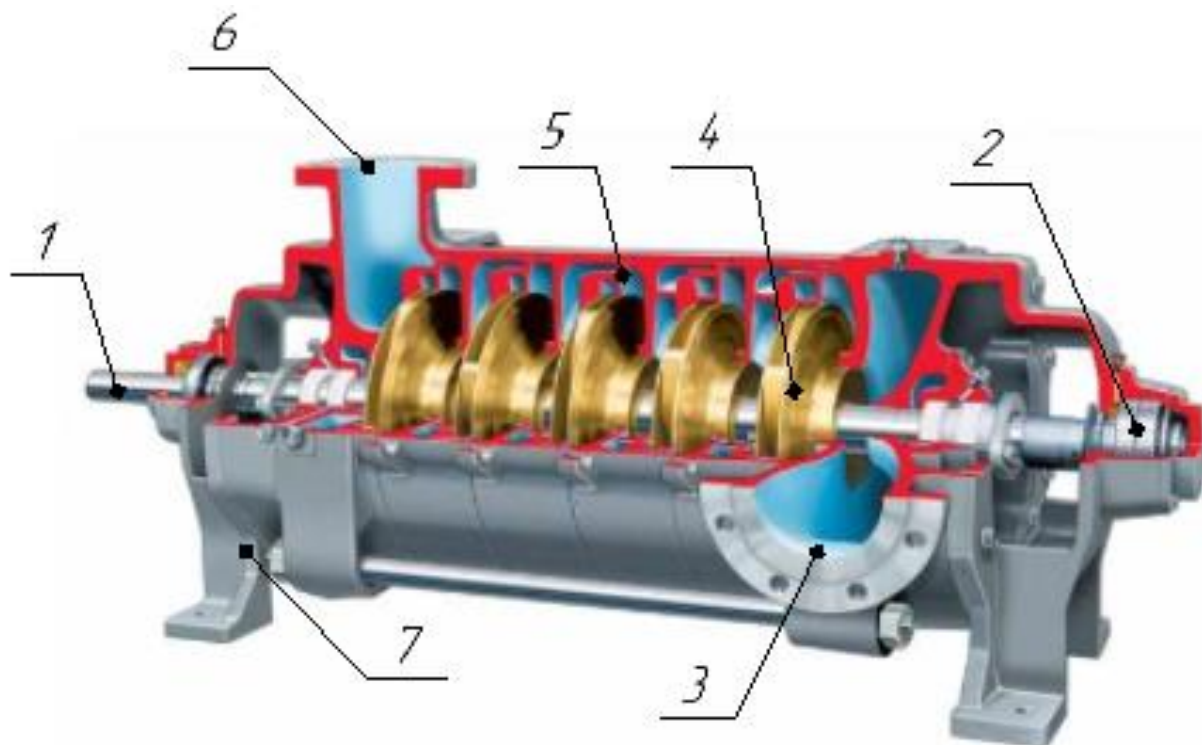
## 2.6 Тест

1. Спиральды компрессордың артықшылықтары қандай (артық нұсқаны алып тастаңыз)?
  - а) бірқалыпты реттеу;
  - б) байсалдылық;
  - в) жоғары ПӘК;
  - г) жөндеуге жарамдылық.
2. Спиральды компрессорлар қай факторға ең осал?
  - а) майлы ораза;
  - б) сұйық суық агентінің түсуі;
  - в) бөгде металл бөлшектердің түсуі;
  - г) нашар салқындату.
3. Спиральды компрессорлар ең көп таралған ...
  - а) саңылаусыз түрде орындалған;
  - б) жартылай саңылаусыз орындауда;
  - в) ашық түрдегі;
  - г) тандем нұсқасында.
4. Спиральды компрессорлар қондырғыларда жиі кездеседі ...
  - а) шағын қуаттар;
  - б) шағын және орта қуаттар;
  - в) үлкен қуаттар;
  - г) орташа және үлкен қуаттар.
5. Қысқа мерзімді электр қуатының үзілуі немесе спиральды компрессордың дұрыс емес фазалық қуаты пайда болуы мүмкін ...
  - а) айдау қысымының жоғарылауы;
  - б) майлы ораза;
  - в) біліктің айналу инверсиясы;
  - г) су соққысы.

## 2.7 Орталықтан тепкіш компрессорлар

Сығымдау принципіне сәйкес орталықтан тепкіш компрессорлар динамикалық жұмыс істейтін машиналарға жатады. Сығымдау орталықтан тепкіш күштердің көмегімен жүзеге асырылады. Олар үлкен көлемді газ ағынымен ерекшеленеді, бірақ қысу дәрежесі аз.

Тоңазытқыш қондырғыларының орталықтан тепкіш компрессорлары 2-3 мың кВт-қа дейін, қысу коэффициенті (қысым қатынасы) шамамен 11-ге жетуі мүмкін (сурет. 2.19).

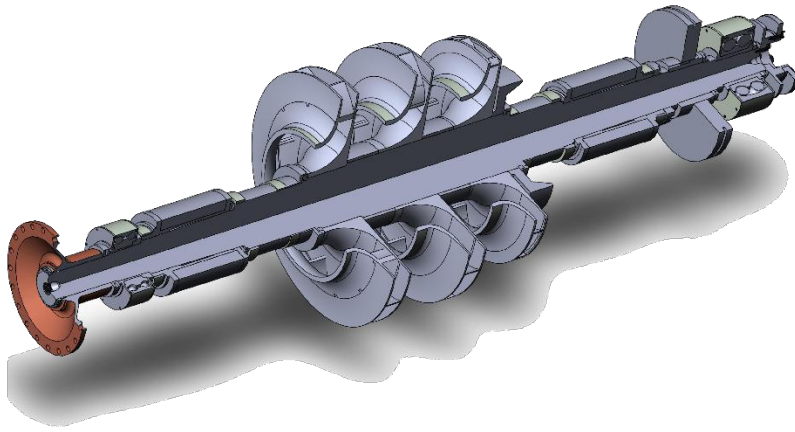


1-білік; 2-мойынтіректер; 3-сору келте құбыры; 4-қалақты дөңгелектер; 5-лабиринтті тығыздағыштар; 6-айдау келте құбыры; 7-корпус, тұғыр

2.19- сурет. Орталықтан тепкіш компрессор

Орталықтан тепкіш компрессорларда жұмыс органы-пышақтары бар доңғалақтар мен диффузор. Доңғалақ айналған кезде газ пышақтармен доңғалақтың шетіне (сыртқы радиусқа) лақтырылады және оны келесі доңғалаққа қосатын диффузор кеңістігіне өтеді (сурет. 2.20), яғни көп сатылы айдау процесі бар. Доңғалақтан шыққан кезде газ кіргенге қарағанда жоғары жылдамдыққа, температураға және қысымға ие.

Орталықтан тепкіш және білік компрессорлардың өзара қозғалатын бөліктері жоқ, сондықтан олар тыныш жүреді және жаппай піспекті машиналарға қажет ауыр іргетас жоқ. Ротор тұрақты жылдамдықпен айналады, ал қозғалатын бөліктер тек мойынтіректерде қозғалмайды; бұл жоғары айналу жылдамдығында қауіпсіз жұмыс істеуге мүмкіндік береді және одан да көп пайдалануға мүмкіндік береді



2.20- сурет. Жұмыс дөңгелектері бар орталықтан тепкіш компрессор білігі

Қадамдар санына сәйкес орталықтан тепкіш компрессорлар бөлінеді: бір, екі және көп сатылы.

Орталықтан тепкіш компрессорлардың негізгі артықшылықтары:

- Жоғары өнімділік;
- Құрылымның беріктігі (ұзақ уақыт бойы қарқынды жұмыс істеу мүмкіндігі);
- Бірқалыпты беру (біркелкілік, қысым тұрақсыздығының болмауы);
- Сұйық суық агенті түскен кезде су соққысы болмайды (сұйық суық агенті орталықтан тепкіш сорғылардағыдай сорылады);
- Төмен діріл.

Компрессорлардың бұл түрінің кемшіліктері:

- Төмен ПӘК;
- Үлкен айналу жылдамдығын дамыту қажеттілігі (жоғары жылдамдықты электр қозғалтқыштары, қосымша беріліс қораптары, кейбір компрессорлардың жылдамдығы 45000 айн/мин);

Орталықтан тепкіш компрессордың жұмыс істеуінің негізгі проблемасы тұрақсыз жұмыс режимдерінде конденсация қысымын ұстап тұрудың мүмкін еместігі болып табылады.

Өнімділіктің төмендеуімен немесе қысымның жоғарылауымен ағынды бөліктің каналдарының қималары азаяды, ал газ-динамикалық (гидравликалық) шығындар және лабиринтті тығыздағыштар арқылы газдың салыстырмалы ағуы артады. Осы екі фактор да машинаның тиімділігін төмендетеді. Сондықтан орталықтан тепкіш және біліктік компрессорлар аз мөлшерде газды сығуға, сондай-ақ жоғары қысымға сығуға жарамайды.

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Динамикалық компрессор дегеніміз не, ол көлемдік типтен несімен ерекшеленеді?
2. Орталықтан тепкіш компрессорлардың негізгі кемшіліктері мен артықшылықтары қандай?
3. Орталықтан тепкіш компрессорлардың қолданылу аясы қандай?
4. Орталықтан тепкіш компрессордың құрамдас бөліктерін тізімдеңіз.



## Қосымша тапсырмалар

1. Әр түрлі өндірушілердің орталықтан тепкіш компрессорларының құжаттамасын зерттеңіз, олардың құрылымдық айырмашылықтары қандай?
2. Орталықтан тепкіш компрессорлардың ең көп таралған, жартылай саңылаусыз немесе ашық түрі қандай? Түсіндіріңіз.
3. Компрессорларды шамамен тең қуатпен салыстыру кезінде піспектік және орталықтан тепкіш немесе біліктік компрессорлардың жұмыс қысымының диаграммаларын салыстырыңыз.

## 2.7 Тест

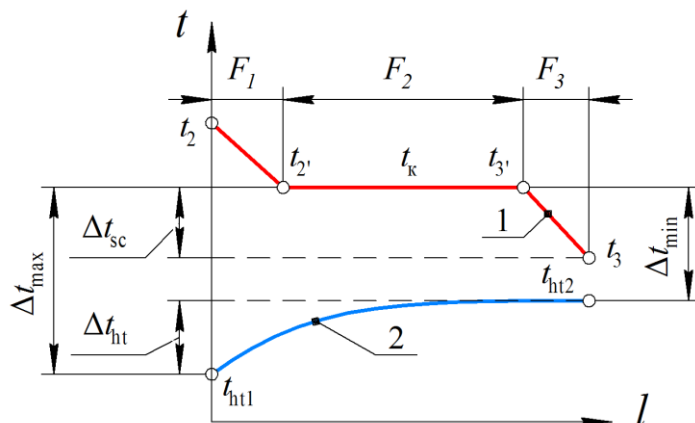
1. Орталықтан тепкіш компрессордың кемшілігі қандай?
  - а) төмен пәк;
  - б) төмен өнімділік;
  - в) төмен сенімділік;
  - г) су соққыларына осалдық.
2. Орталықтан тепкіш компрессорлар үшін ең тән ...
  - а) төмен қысу коэффициенті және жоғары өнімділік;
  - б) жоғары қысу коэффициенті және төмен өнімділік;
  - в) жоғары қысу коэффициенті және жоғары өнімділік;
  - г) төмен қысу коэффициенті және төмен өнімділік.
3. Орталықтан тепкіш компрессорлар компрессорларға жатады ...
  - а) ротациялық тип;
  - б) көлемді тип;
  - в) динамикалық тип;
  - г) тісті тип.
4. Орталықтан тепкіш компрессорлардың жұмыс органы ...
  - а) спиральдар;
  - б) жұмыс дөңгелектері;
  - в) тілімшелер;
  - г) бұрандалы жұп.
5. Орталықтан тепкіш компрессорлар ең көп таралған ...
  - а) саңылаусыз түрде орындалған;
  - б) жартылай саңылаусыз орындауда;
  - в) ашық түрдегі;
  - г) тандем нұсқасында.

## 2.8 Конденсаторлар

Конденсатор жылу алмастырғыш болып табылады, онда жылу салқындатқыштың ыстық буынан және оның конденсациясынан шығарылады.

Конденсация процесін үш кезеңге бөлуге болады (сурет.2.21):

1. Қызып кетуді жою (бу салқындатқышты салқындату, 10-20% жылу);
2. Конденсация (температураны өзгертпей);
3. Сұйықтықтың гипотермиясы (3-6 К).



1-суық агентінің температурасы; 2-салқындатқыш ортаның (жылу тасығыштың) температурасы;  $F_1$ – суық агентінің қызып кетуін алу процесі;  $F_2$ – суық агентінің конденсация процесі;  $F_3$  – суық агентінің салқындау процесі;  $\Delta t_{sc}$ – суық агентінің салқындау шамасы;  $\Delta t_{ht}$  – салқындатқыш ортаның (жылу тасығыштың) температурасының өзгеруі;

$\Delta t_{max}$  - конденсатордағы температуралық қысым;

$t_2$  - конденсаторға кірудегі суық агенті температурасы;  $t_3$ - конденсатордан шығудағы суық агенті температурасы;  $t_k$  - суық агенті конденсациясының температурасы

2.21-сурет. Конденсатордың ұзындығы бойынша температураның өзгеруі

Тоңазытқыш машиналардың конденсаторлары мыналарға бөлінеді:

1. Ауаны салқындату конденсаторлары (онда жылуды ауа шығарады);
2. Сұйықтықты салқындату конденсаторлары (суды немесе басқа сұйықтықтарды пайдаланып жылуды кетіру);
3. Буландыратын салқындату конденсаторлары (аралас жылу шығару: ауаның көмегімен жылу алмасу бетін сумен ылғалдандыру).

Конденсаторларды таңдау және есептеу олардың параметрлері бойынша жүзеге асырылады. Конденсаторды сипаттайтын негізгі параметрлер: конденсаторға жылу жүктемесі, жылу алмасу бетінің ауданы, салқындатқыш пен салқындатқыш ортаның температуралық айырмашылығы.

Конденсатордың жылу жүктемесі-бұл қоршаған ортаға шығарылуы керек жылу мөлшері. Оның мәні буландырғыштың суық өнімділігіне, яғни салқындатылатын заттан алынатын жылу мөлшеріне және компрессордың электр қуатына, сондай-ақ оның құрылымына байланысты, себебі компрессордың құрылымы қысу жылуына біршама әсер етеді.  $Q_k Q_0 N_3$

Мысалы, саңылаусыз компрессоры бар тоңазытқыш жүйесінде салқындатылған бу конденсаторға жылу жүктемесі өрнекпен анықталады:

$$Q_k = Q_0 + N_э \quad (2.7)$$

Конденсатордың өнімділігін жылу берудің негізгі теңдеуімен анықтауға болады:

$$Q_k = kF\Delta t_m, \quad (2.8)$$

мұнда-конденсатордың өнімділігі, кВт; – конденсатордың жылу алмасу бетінің ауданы, м<sup>2</sup>; – жылу беру коэффициенті, Вт/(м<sup>2</sup>·К); – конденсацияланатын суық агенті пен салқындатқыш орта температуралары арасындағы орташа логарифмдік айырмашылық, к.  $Q_k F k \Delta t_m$

Конденсацияланатын суық агенті пен салқындатқыш орта температуралары арасындағы орташа логарифмдік айырмашылық былайша анықталады:

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln\left(\frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}\right)}, \quad (2.9)$$

бастапқы және екінші контурдың кіріс температурасының айырмашылығы қайда, ал бастапқы және екінші контурдың Шығыс температурасының айырмашылығы (суретті қараңыз.2.21).  $\Delta t_{max} \Delta t_{min}$

Конденсатордың тегіс құбырлары үшін жылу беру коэффициенті формула бойынша есептеледі:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\pi\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\pi\lambda} + \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\pi\alpha_2 d_2}} \quad (2.10)$$

онда  $k_1$  — 1 м жылу беру коэффициенті, Вт/(м·К); l-конденсатор құбырларының ұзындығы;  $\Delta t_{cp}$  — Тоңазытқыш агент пен салқындатқыш орта арасындағы температураның орташа айырмасы;  $\alpha_1$  және  $\alpha_2$ - құбырлардың ішкі және сыртқы беттерінен жылу беру коэффициенттері;  $d_1$  және  $d_2$  — құбырлардың ішкі және сыртқы диаметрлері;  $\lambda$  — құбыр материалының жылу өткізгіштік коэффициенті.

Жылу алмасу бетінің ауданы-жылу алмасуға қатысатын түтіктер мен қабырға тақталарының сыртқы беттерінің аудандарының қосындысы. Жылу алмастырғыштардағы түтікшелер жылу алмасу аймағын және сәйкесінше жылу алмастырғыштың өнімділігін арттыру үшін қолданылады.

Сондай-ақ, конденсатордың өнімділігіне жылу беру коэффициенті әсер етеді (Вт/(м<sup>2</sup>·К)), оның мәні конденсатордың Құрылымына, салқындату ортасының түріне, оның қозғалыс қарқындылығына (ағынына) байланысты (кесте. 2.2).к

## 2.2-кесте. Жылу беру коэффициентінің болжамды мәндері

Жылу алмасу түрі	Вт/(м <sup>2</sup> к)	
	Мәжбүрлі конвекция	Еркін қозғалыс
Газдан газға	10-40	4-12
Газдан сұйықтыққа	10-60	6-20
Конденсацияланатын будан газға	10-60	6-12
Сұйықтықтан сұйықтыққа (су)	800-1700	140-430
Сұйықтықтан сұйықтыққа (көмірсутектер, майлар)	120-270	30-60
Конденсацияланатын су буынан суға	800-3500	300-1200
Конденсацияланған су буынан қайнаған сұйықтыққа дейін	-	300-2500
Органикалық сұйықтықтардың конденсацияланатын буынан суға	300-800	230-460

Жылу тасымалдағыш ортасының сипатына байланысты жылу беру коэффициенттерінің болжамды мәндері 2.3-кестеде келтірілген.

## 2.3-кесте. Жылу беру коэффициентінің болжамды мәндері

Жылу беру түрлері	Вт/(м <sup>2</sup> к)
Газдарды жылыту және салқындату	10-50
Майларды жылыту және салқындату	50-1500
Суды жылыту және салқындату	500-5000
Органикалық сұйықтықтарды жылыту және салқындату	300-2500
Су мен су ерітінділерін қайнату	1000-10000
Органикалық сұйықтықтар буының конденсациясы	500-2500
Су буының конденсациясы (үлдірлі)	5000-15000

Салқындатқыш ортаны беру үшін пайдаланылатын сорғыларды немесе желдеткіштерді таңдау кезінде салқындатқыш ортаның шығынын анықтау қажет (массалық: кг/с немесе көлемдік м<sup>3</sup>/с).

Суды салқындату конденсаторы үшін судың көлемдік шығыны:  $\left[ \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right]$

$$V_B = \frac{Q_K}{c_B \rho_B \Delta t_B}, \quad (2.11)$$

мұндағы - судың меншікті жылу сыйымдылығы (=4,19 кДж / кг \* К. – - судың тығыздығы (=1000 кг/м<sup>3</sup>); – конденсатордағы су температурасының өзгеруі, К.  $c_B \rho_B \Delta t_B$

Ауаны салқындату конденсаторы үшін ауаның көлемдік шығыны:  $\left[ \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right]$

$$V_{B3} = \frac{Q_K}{c_{B3} \rho_{B3} \Delta t_{B3}}, \quad (2.12)$$

мұндағы-1,2...1,15 кг/м<sup>3</sup> диапазонында өзгертін ауа тығыздығы (атмосфералық қысымға байланысты); – ауаның изобарлы массалық жылу сыйымдылығы, кДж/кг·кДж/кг·К. – конденсатордағы ауа температурасының өзгеруі, К.  $\rho_{B3} c_{B3} \Delta t_{B3} \approx 1 \Delta t_{B3}$

## Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Конденсаторда қандай процестер жүреді? Сипаттаңыз олардың.
2. Тоңазытқыш конденсаторлары қандай түрлерге бөлінеді?
3. Жылу берілуіне қандай параметрлер әсер етеді?
4. Тоңазытқыш конденсаторының негізгі есептеу формулаларын беріңіз.

## Қосымша тапсырмалар

Сәуір айының алғашқы жылы күндерінің бірінде осы кезең үшін ерекше жоғары ауа температурасы  $+25^{\circ}\text{C}$  болды, сол күні тоңазытқыш камерасында  $-10^{\circ}\text{C}$  температураны ұстап тұратын шағын тоңазытқыш қондырғысын жөндеуге өтінім келіп түсті. Орнату көктемде орнатылды және бұған дейін ол қалыпты жұмыс істеді. Қондырғыны тексеру барысында компрессор қосылған кезде конденсация қысымы (манометр көрсеткіштері бойынша) 16 барға дейін көтерілетіні анықталды. Бұл жағдайда қорғаныс автоматикасы іске қосылады және компрессор өшіріледі. Қондырғыға R134a суық агенті құйылған. Ең алдымен конденсаторды ластанудан тазарту жүргізілді. Алайда, бұл мәселені шешпеді. Конденсаторға жеткізілетін ауа температурасы  $+25^{\circ}\text{C}$  болса да, конденсация қысымы көрсетілген мәнге көтерілді. Қолда бар конденсатор дұрыс таңдалмады деген болжам жасалды. Сізге бұл шынымен болғанын тексеру ұсынылады. Ол үшін келесі әрекеттерді орындаңыз:

1. Берілген ауа температурасында қалыпты конденсация температурасы қандай болуы керек?

2. R134a салқындатқышының конденсация температурасын 16 Бар артық қысыммен анықтаңыз.

3. Салқындатқыш конденсация температурасы мен конденсаторға жеткізілетін ауа температурасы арасындағы айырмашылықты есептеңіз. Оның рұқсат етілген диапазонға түсетінін анықтаңыз?

4. ThermoWay TCC S 035 моделінің бар конденсаторының жылу алмасу бетінің ауданын есептеңіз. A12-B3-25-s1n конденсатор. Мұны істеу үшін конденсатор тақталарының жалпы өлшемдерін (ұзындығы мен енін) өлшеңіз. Конденсатор тақталарының жалпы санын есептеңіз. Кесетін тілімшенің екі жағының ауданын есептеңіз. Тілімшенің беткі ауданын плиталардың жалпы санына көбейтіңіз. Осылайша, сіз осы конденсатордың жылу алмасу бетінің ауданын білесіз. Бұл мысал үшін тілімшенің ұзындығы 70 см, ені 10 см деп болжауға болады. Тілімшелердің жалпы саны: 160 дана.

5. Қолданыстағы Danfoss mtz100-4 саңылаусыз компрессорының салқындату температурасы  $-15^{\circ}\text{C}$  және  $+40^{\circ}\text{C}$  конденсация температурасы 10 кВт болатындығы белгілі. Кез-келген әдісті қолдана отырып, осы режимде конденсаторға қандай жылу қуаты келетінін анықтаңыз?

6. Конденсаторға қандай жылу қуаты кіретінін біле отырып, жылу алмасу бетінің қажетті ауданын есептеңіз? Есептеу кезінде температураның әдеттегі орташа логарифмдік айырмашылығы  $10^{\circ}\text{C}$ , ал жылу беру коэффициенті  $37 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$  деп қабылдауға болады. Бар мәселені қалай шешуге болады?

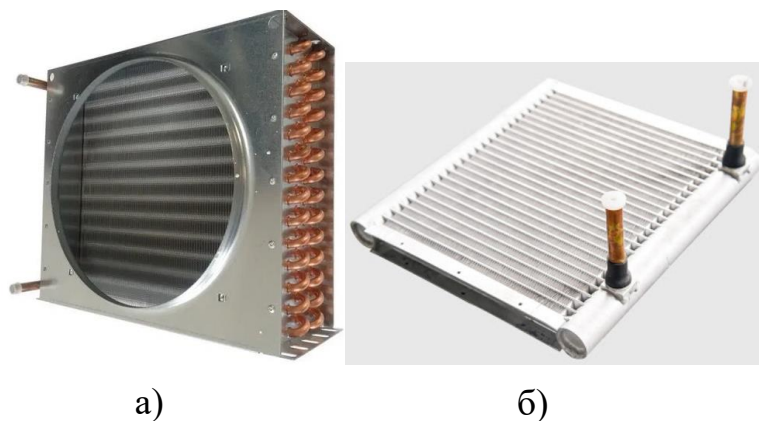
## 2.8.1 Ауамен салқындату конденсаторлары

Ауаны салқындату конденсаторлары (ауа конденсаторлары) әдетте түтікшелі шарғылар болып табылады (сурет.2.22). Тоңазытқыш қондырғыларында қолданылатын тағы бір құрылым бар, онда конденсатор мүмкіндігінше аз орын алуы керек, бұл микроарналы конденсаторлар, олар түтікке қарағанда тиімдірек (бір ауданға), бірақ үлкен қарсылыққа ие, олардың құрылымы күрделірек және қымбатырақ, гидравликалық кедергіге әсер ететін параметрлер туралы осы көзде толық берілген [3].

Ауаны салқындату конденсаторын үрлеу табиғи ауа конвекциясы немесе желдеткіштің көмегімен мәжбүрлі болуы мүмкін. Конденсаторды неғұрлым қарқынды үрлеу жылу беру коэффициентін және сәйкесінше оның өнімділігін арттырады. Табиғи конвекциялы конденсаторлар шектеулі өнімділікке байланысты тек шағын қондырғыларда, негізінен тұрмыстық тоңазытқыштар мен мұздатқыштарда қолданылады.

Конденсаторларда қолданылатын материалдар: құбырлар – болат, мыс, алюминий; қабырғалар-болат және алюминий. Микроарналы конденсаторлар толығымен алюминий немесе тек тоңазытқыш жүйесіне дәнекерлеуге арналған мыс құбырлары бар.

Ауаны салқындату конденсаторларында ауа 5-6°C-қа қызады және конденсатордан конденсация температурасынан 8-10°C төмен температурада шығады.



2.22-сурет. Ауамен салқындату конденсаторларының конструкциялары: А) құбырлы; б) микроарналы.

Мәжбүрлі ауаны салқындату үшін желдеткіштерді қолданатын ауаны салқындату конденсаторлары оның орналасқан жеріне байланысты екі топқа бөлінеді: тоңазытқыш қондырғысының жақтауына орнатылады және бөлек орнатылады. Әдетте, үлкен қуаттылықтағы тоңазытқыш қондырғыларда конденсаторлар бөлек орналастырылады.

Конденсаторлардың батареялары (жылу алмастырғыштардың өздері) әдетте оларға күш беру үшін корпусқа орнатылады, ал конденсатор корпусы ауа диффузоры ретінде қызмет етеді (конденсатордағы ауаны дұрыс тарату үшін қажет). Ауаны салқындату конденсаторларындағы желдеткіш

конденсатордың аккумуляторы арқылы ауа сорылып, желдеткіш арқылы ауаны сыртқа шығаратын етіп жұмыс істеуі керек, керісінше емес.

Кеңістіктік бағдар бойынша ауаны салқындату конденсаторлары бөлінеді: тік, көлденең, V-тәрізді (сурет.2.23).



2.23 – сурет. Конденсаторлардың конструкциялары: а) тік; Б) көлденең; в) V-тәрізді

Әдетте, салқындатқыштың конденсаторға кіретін түтігі жылу алмастырғыштың жоғарғы жағында, ал шығысы төменгі жағында орналасқан.

Ауаны салқындату конденсаторларын күн мен басқа жылу көздерінің әсеріне ұшырамайтындай етіп орналастыру ұсынылады, бұл ыстық жазда қондырғының тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Құрғақ термометрдегі ауа температурасы неғұрлым жоғары болса, соғұрлым конденсатор қажет болады. Мысалы, конденсация температурасы  $43^{\circ}\text{C}$  және құрғақ термометр температурасы  $29^{\circ}\text{C}$  температурада температура айырмашылығы  $14^{\circ}\text{C}$  болатын конденсаторды таңдауға болады, ал егер құрғақ термометр температурасы  $32^{\circ}\text{C}$  болса, онда температура айырмашылығы  $11^{\circ}\text{C}$  болатын конденсаторды таңдау керек, яғни үлкен конденсатор.

Кейбір жағдайларда жылу жүктемесін конденсатор ластанған кезде оның өнімділігін төмендету мүмкіндігін ескере отырып, есептелген жүктемемен салыстырғанда 30...50% - ға арттыру ұсынылады.

Қабылданған стандартқа (ENV 327) сәйкес жылу алмасу аппаратурасын өндірушілер мынадай жағдайларда теңіз деңгейінің биіктігінде R404 суық агентінде жұмыс істеу үшін конденсаторлардың өнімділігі жөніндегі деректерді ұсынады:

$$\Delta t_{\max} = 15 \text{ K}, t_{\text{ht}1} = 25^{\circ}\text{C}, t_{\text{к}} = 40^{\circ}\text{C}, \Delta t_{\text{sc}} \geq 3 \text{ K}, t_2 = t_{\text{к}} + 25 \text{ K},$$

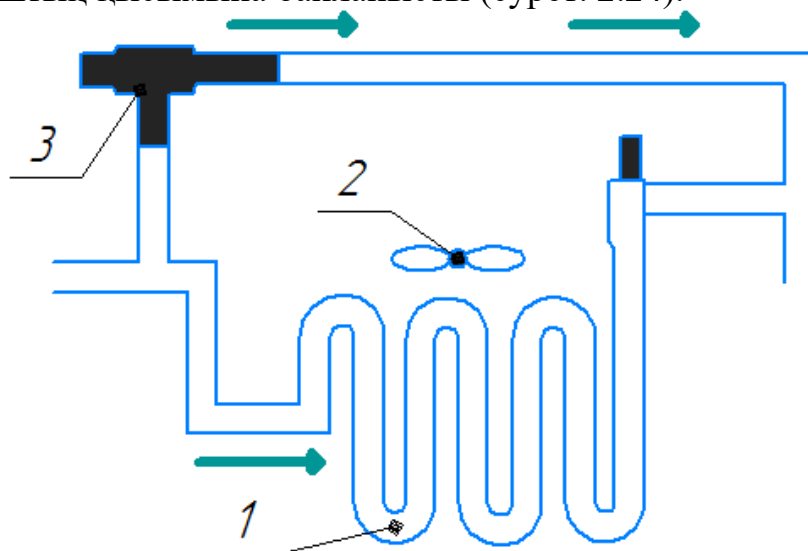
компрессордың айдау температурасы қайда.  $t_2$

Егер жұмыс параметрлері өзгеше болса, онда конденсатордың өнімділігін анықтау үшін түзету коэффициенттерін енгізу керек. Басқаша айтқанда, берілген жағдайларда конденсатордың қажетті өнімділігі стандартты режимге әкелуі керек.

Кез-келген тоңазытқыш қондырғысының тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін конденсация қысымы мен температурасын белгілі бір диапазонда (шамамен бір деңгейде) сақтау қажет [4]. Ол үшін екі әдіс қолданылады:

1. Ауа ағынын реттеу (желдеткіштерді ішінара ажырату, желдеткіштердің айналу жиілігін реттеу). Ең оңай жолы-конденсатор желдеткішін айдау желісіне орнатылған жоғары қысымды реле командасы арқылы іске қосу. Конденсация қысымы белгілі бір деңгейден төмендеген кезде, реле желдеткішті тоқтату пәрменін береді, қысым белгілі бір белгіленген мәнге қайта көтерілгенде, желдеткіш қайтадан іске қосылады. Сондай-ақ, желден қорғау мәндерін елеусіз қалдыруға болмайды. Желдеткіш тоқтаса да, батарея желдің әсерін сезінуі мүмкін, әсіресе желді күндерде. Мұндай жағдайларда желдің әсерінен пайда болатын конденсацияның төмен температурасына байланысты сұйық салқындатқыштың таралуындағы ауытқулар әрдайым дерлік пайда болады. Бұл жағдайда батареялардың айналасында желден қорғайтын экрандар орнатылуы керек. Қажет болған жағдайда және мүмкін болған жағдайда, ауаның берілуін төмендету үшін механикалық түрде тартылатын жапқыштар да пайдаланылуы мүмкін, олардың қозғалысы тоңазытқыш агенттің қысымы туралы деректер негізінде басқарылады;

2. Суық агенті контурын реттеу (автоматты клапандар мен басқа құрылғылардың көмегімен конденсаторлар ауданының өзгеруі). Конденсатордың сыйымдылығын су басу әдісімен өзгерту әдісі салқындатқыш заттың конденсациясын қамтамасыз ететін жылу алмасу аймағын азайту үшін конденсаторды сұйық салқындатқышпен ішінара су басудан тұрады. Жұмыс жағдайына байланысты конденсатордың пайдалы ауданы үштен біріне немесе жартысына азаяды. Су тасқыны арнайы клапандарды қолдану арқылы жүзеге асырылады, олардың әрекеті сұйық салқындатқыштың қысымына байланысты (сурет. 2.24).



1-конденсатор; 2-конденсатор желдеткіші; 3-қайта өткізу желісінің клапаны

2.24 – сурет. Конденсатордың су басу тізбегі

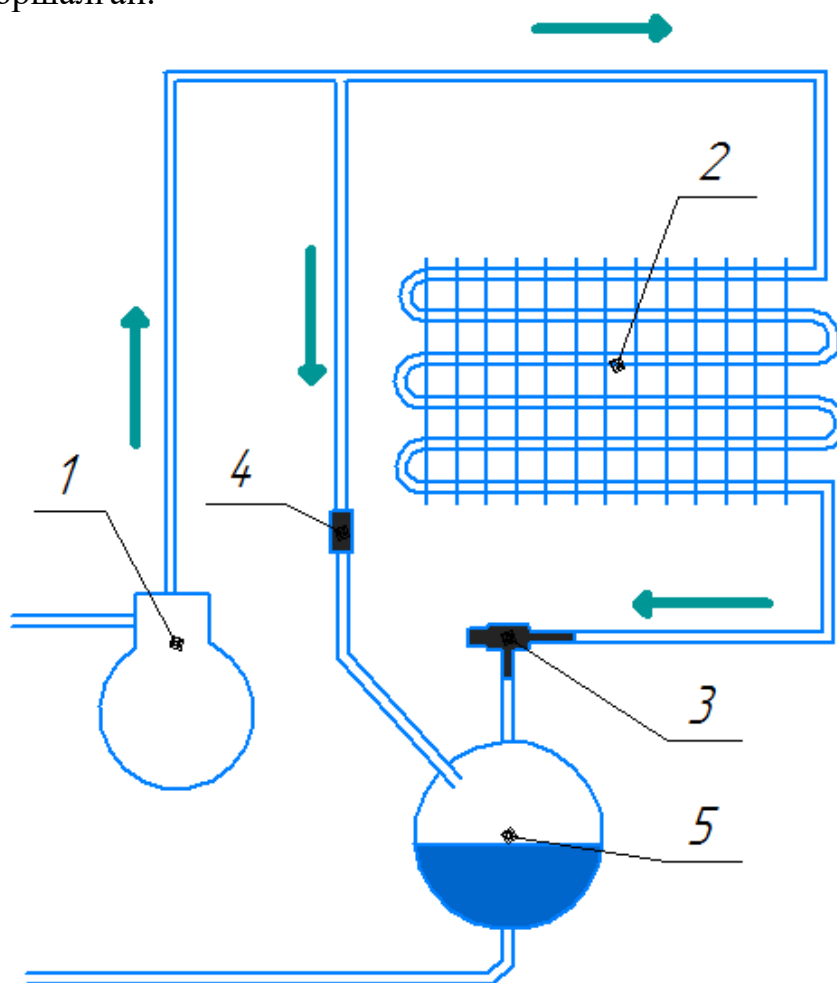
Қалыпты жағдайда айналма клапан жабық күйде қалады және салқындатқыш конденсаторға еркін енеді. Конденсаторды су басу конденсацияның тұрақты температурасын дұрыс реттеуге және ұстап тұруға мүмкіндік береді. Алайда, бұл әдіс салқындатқыштың мөлшерін көбейтуді



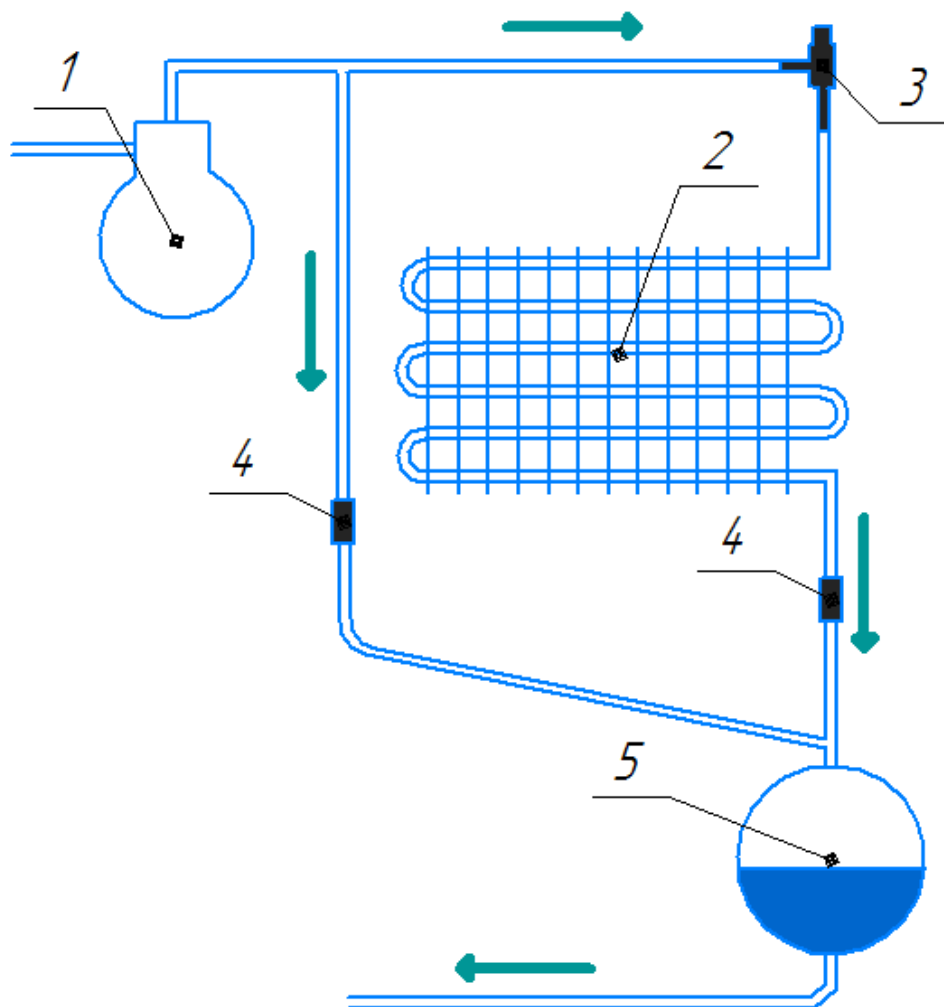
қажет етеді, бұл сұйық салқындатқышты жинау үшін сыйымдылықты арттыруды қажет етуі мүмкін.

Төмен және жоғары қысымды магистральдарда қысымның белгілі бір мәнін сақтау үшін мен арнайы клапандарды қолданамын қысым реттегіштері. Danfoss фирмасының қысым реттегіштерінде KV сериясы бар, ал қайнау қысымын реттейтін клапандар KVP және KVR конденсация қысымын реттейді.

KVR реттегіші конденсатор мен қабылдағыш арасындағы ауа конденсаторларында тұрақты қысымды ұстап тұру үшін орнатылады (сурет.2.25). Бірақ конденсатор мен қабылдағыш бөлменің сыртында орналасқан және қоршаған ауаның төмен температурасында жұмыс істейтін жағдайларда, KVR конденсатордың алдына орнатылады (сурет.2.26). Сонымен қатар, конденсатор бекітілген кері клапаны бар айналмалы құбырмен қоршалған.



1-компрессор; 2-конденсатор; 3-қысым реттегіші; 4-кері клапан; 5-қабылдағыш  
2.25-сурет. Ауа конденсаторынан кейін орнатылған қысым реттегіші



1-компрессор; 2-конденсатор; 3-қысым реттегіші; 4-кері клапан; 5-қабылдағыш

2.26-сурет. Ауа конденсаторының алдында орнатылған қысым реттегіші

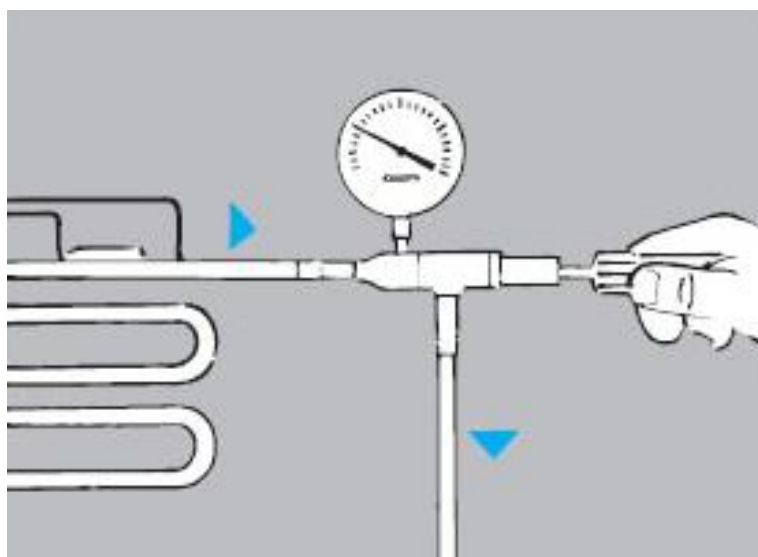
KVR реттегіштері жылуды қалпына келтіретін жүйелерде де қолданылады. Бұл жағдайда KVR реттегіштері жылу алмастырғыш-утилизатор мен конденсатор арасында орнатылады.

Конденсаторға сұйықтықтың құйылуын болдырмау үшін конденсатор мен ресивер арасында кері клапан орнатылады.

KVR реттегішін автоматты түрде еритетін тоңазытқыш қондырғыларында қайта іске қосу клапаны ретінде пайдалануға болады. Бұл жағдайда ол буландырғыш пен қабылдағыш арасындағы құбырға орнатылады.

**Қысымды басқару клапанын қауіпсіздік клапаны ретінде пайдалануға тыйым салынады.**

Қысым реттегіші қысымды реттеуге қызмет ететін қысым өлшегішті қосуға арналған фитингпен жабдықталған (сурет.2.27).



2.27- сурет. Қысым реттегіш орнату

Манометр арнайы фитингке қосылады және қондырғы көрсетілген қысым бойынша жұмыс істеген кезде реттеу бұрандасы айналады. Клапанның әртүрлі модельдерінде реттеу бұрандасының бір толық айналымы қысымды әртүрлі мәнге өзгертеді, сондықтан орнату кезінде клапанның осы моделінің техникалық құжаттамасын қарау керек.

Ауаны салқындату конденсаторларының оның өнімділігіне әсер ететін негізгі ақаулары:

1. Қырландырудың зақымдануы немесе конденсатор арқылы ауаның өтуіне басқа да кедергі;
2. Жылу алмасу бетінің ластануы;
3. Желдеткіштің бұзылуы немесе дұрыс тандалмауы;
4. Конденсация қысымын реттеу жүйесінің ақаулығы.

Ауаны салқындату конденсаторларының артықшылықтары: Құрылымның қарапайымдылығы мен арзандығы, сенімділігі, қарапайым жұмысы. Кемшіліктерге мыналар жатады: төмен тиімділік (жылу алмасу бетінен ауаға жылу беру коэффициенті суға қарағанда төмен), металл сыйымдылығы және алып жатқан үлкен аудандар.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

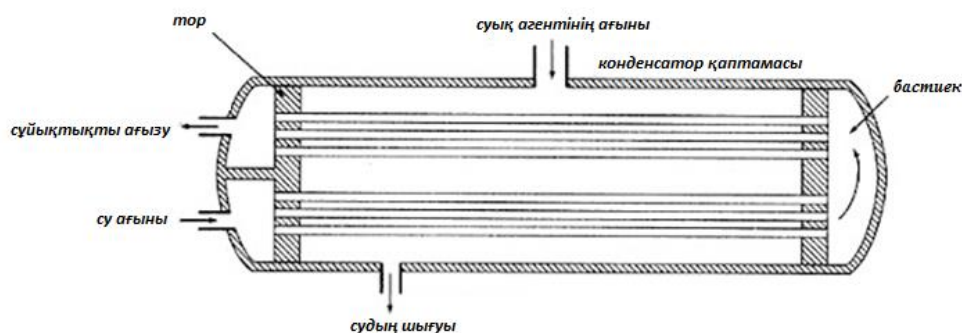
1. Ауаны салқындату конденсаторының құрылымы қандай.
2. Тоңазытқыш машиналардың ауаны салқындату конденсаторлары қандай түрлерге бөлінеді?
3. Конденсатордың жүктемесін реттеудің қандай әдістері бар? Оларды сипаттаңыз.
4. Ауаны салқындату конденсаторларында қолданылатын материалдар туралы айтып беріңіз.

## 2.8.2 Сумен салқындату конденсаторлары

Суды салқындату конденсаторлары әртүрлі типтегі жылу алмастырғыштар болып табылады:

### 1. Қабық-түтік конденсаторы (2.28-сурет).

Су саңылаусыз корпуста (корпуста) орналасқан құбырлар арқылы беріледі. Ыстық салқындатқыш су ағатын құбырлармен тікелей байланысып, құбыраралық кеңістікте салқындатылады және конденсацияланады.



2.28-сурет. Қаптама құбырлы конденсатордың ішкі құрылысы

Олар цилиндр тәрізді болат корпуста тұрады. Корпустағы өзі жиналмалы және су тізбегін ластанудан мезгіл-мезгіл тазарту қажет (сурет. 2.29).



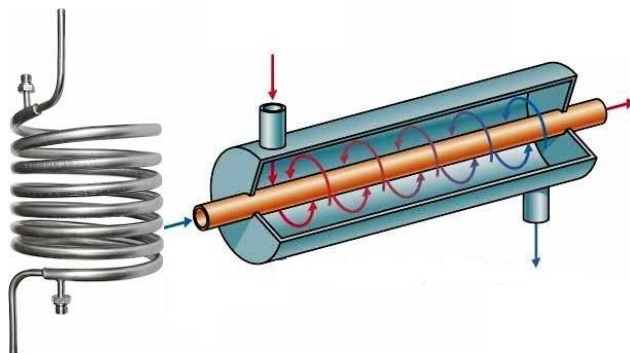
2.29-сурет. Қабық-түтік конденсаторы

Жылу алмасу аймағын ұлғайту үшін сыртқы және ішкі гофрленген құбырлар қолданылады.

### 2. «Құбырдағы құбыр» типті конденсаторлар

«Құбырдағы құбыр» типті конденсаторлар (сурет. 2.30) спиральға оралған екі коаксиалды түтіктен тұрады. Салқындатқыш жылу алмастырғыштың нақты моделіне байланысты ішкі түтіктен де, сыртқы түтіктен де өтуі мүмкін.

Сондай-ақ, түтіктерде гофрленген құбырлар болуы мүмкін, бұл жылу алмасудың тиімділігін арттырса да, құбырлардың қабырғаларының су жағынан ластануын арттырады, сонымен қатар гидравликалық қарсылықты арттырады.

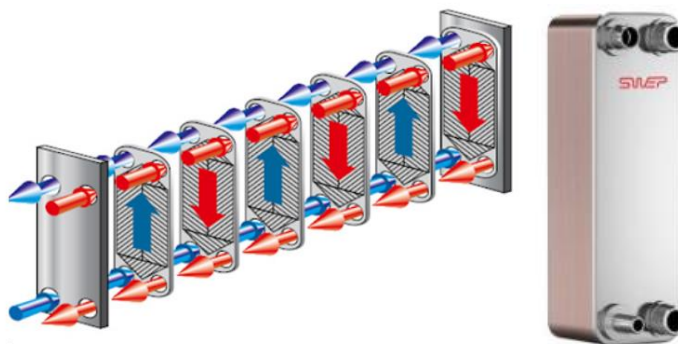


2.30 – сурет. «Кұбырдағы құбыр» типті конденсаторлар

Бұл типтегі конденсаторлар шағын қуаттылықтағы Тоңазытқыш қондырғыларында қолданылады.

### 3. Тілімшелі конденсаторлар

Конденсатордың бұл түрінде жылу алмасу плиталар арасындағы кеңістікте жүреді (сурет. 2.31). Сондай-ақ, басқа жылу алмастырғыштардағыдай, екі тізбек бар: су тізбегі және салқындатқыш тізбек.



2.31- сурет. Тілімшелі конденсаторлар

Гофрленген тілімшелер. Конденсаторлардың бұл түрі ең үлкен гидравликалық кедергіге ие және тілімшелердің гофрленген бетіне және тілімшелер арасындағы шағын кеңістікке байланысты жылу алмастырғыштардың басқа түрлерімен салыстырғанда тиімділігі жоғары.

Суды салқындату конденсаторлары үшін конденсация температурасы мен конденсатордың шығысындағы салқындатқыш судың температурасы арасындағы минималды температура қысымы 3...5 К аралығында болуы керек.

Су конденсаторларының өнімділігін реттеу су шығынын өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Егер салқындатқыштың шығыны тым аз болса, онда сұйықтық ағыны ламинарлы болады және турбулентті емес, жылу беру коэффициенті төмен болады.

Суды салқындату конденсаторларының артықшылықтары: жоғары тиімділік, ауамен салыстырғанда шағын өлшемдер. Сондай-ақ, сұйық конденсаторларда сіз кәсіпорында әдеттегі қажеттіліктер үшін пайдаланылатын ағын суды пайдалана аласыз, бірақ бұл тәсіл пайдаланылған суды үнемі тұтынуды қажет етеді, яғни оны жаңарту керек.

Кемшіліктерге: қосымша айналым тізбегінің болуы, су ресурстарын пайдалану, ластану, су тізбегінің тотығуы (сорғыларға қосымша қызмет көрсету, жылу алмастырғышты, сүзгілерді тазарту).

Суды салқындату конденсаторлары бар тоназытқыш машиналарда конденсация қысымы су беруді өзгерту арқылы сақталады. Су беруді өзгерту конденсаторға судың кіруінде орнатылған су реттегіш шұрананың көмегімен жүзеге асырылады, ал шұра сильфоны қаптамасының жалғастығы құбырмен айдау құбырымен жалғанады. Конденсатордағы жылу жүктемесінің жоғарылауымен конденсация қысымы артады, бұл сильфонға әсер етеді және клапан арнасы арқылы су шығыны артады. Бұл конденсация қысымының тұрақтануына әкеледі. Компрессор тоқтаған кезде конденсатордағы қысым азаяды және суды реттейтін клапан жабылады.

Ағынды судың шығынын үнемдеу үшін салқындатқыш конденсатор айналмалы сумен жабдықтау жүйесін қолданады. Конденсаторда оқшауланған су жинау ыдысына ағып кетеді. Содан кейін ол сорғымен салқындатқыш мұнараның коллекторына жеткізіледі, оның саптамалары металл плиталардың саптамасын шашыратады және суарады [4].

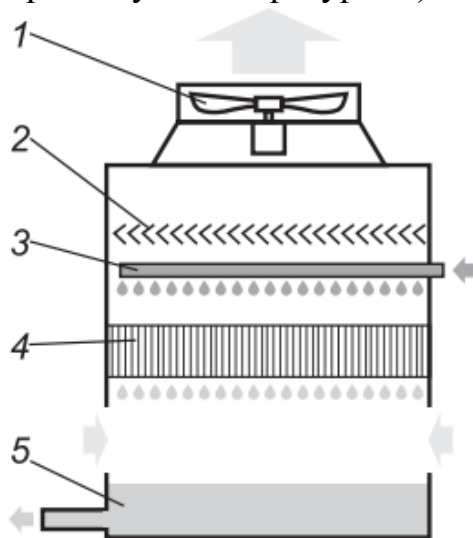
Ең көп таралған желдеткіш салқындату мұнаралары, онда ауа ағыны біліктік желдеткішпен жасалады (сурет.2.32).

Салқындату процесі арнайы суландырғыш бойымен жұқа қабықпен ағып жатқан кезде судың бір бөлігінің булануына байланысты жүреді-жасуша құрылымы, оның бойымен ауа ағыны судың қарама-қарсы бағытында беріледі.

1% судың булануы судың қалған температурасының шамамен 6 к төмендеуіне әкеледі.

Тамшы түріндегі салқындатылған су сорғымен конденсаторға қайта жеткізілетін паллетке түседі.

Желдеткіш салқындатқыштың басты артықшылығы-бұл суды қоршаған орта температурасынан төмен температураға дейін салқындатуға мүмкіндік береді (құрғақ термометрдегі ауа температурасы).



1-желдеткіш, 2-тамшы жуғыш, 3-су тарату жүйесі, 4-суландырғыш блогы, 5-табақша  
2.32-сурет. Желдеткіш (дымқыл) градирня

Желдеткіш салқындату мұнараларының кемшіліктері:

- Судың булануы мен кетуін өтеу үшін де, судағы тұздардың концентрациясын төмендету үшін қажет жуу үшін де сумен қамтамасыз ету қажет. Жалпы шығындар су ағынының шамамен 1,5-2% құрайды.

- Антифриздерде жұмыс істемейді, себебі судың булануына байланысты концентрация өзгереді.

- Көптеген аймақтар үшін қымбат су тазарту жүйесі қажет, себебі судың қаттылығына шектеулер бар.

Су конденсаторларының негізгі ақаулары:

1. Тығыздықты жоғалту (судың немесе салқындатқыштың ағуы);
2. Айналым контурының ақаулары (сорғылардың, сүзгілердің ақаулары).
3. Жылу алмасу бетінің ластануы.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

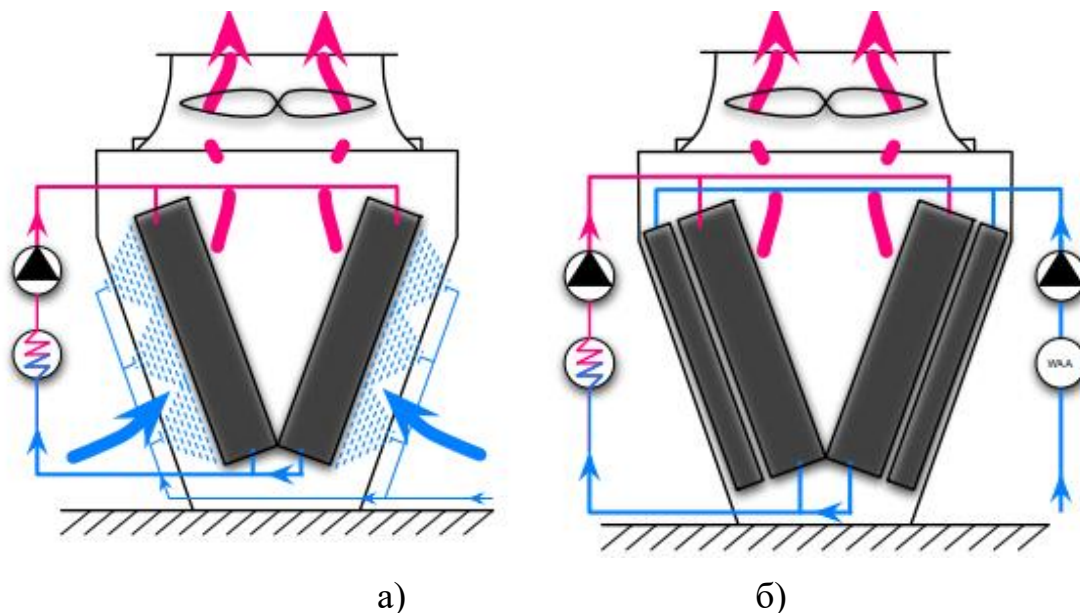
1. Сұйық салқындату конденсаторларының ерекшеліктері мен түрлері қандай?
2. Қабық-түтік конденсаторларының артықшылықтары мен кемшіліктері.
3. Тілімшелі конденсаторлардың артықшылықтары мен кемшіліктері.
4. Корпустық және плиталық типтегі конденсаторлардың құрылымына сипаттама беріңіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Тоңазытқышты орнату үшін жаңа су салқындатқыш конденсатор қажет. Ескісі коррозиямен жойылды. Жақын дүкеннің ассортиментін зерттеу сатылымда 1 м<sup>2</sup> жылу алмасу алаңы бар конденсатордың қолайлы моделі жоқ екенін көрсетті. Мыс құбырынан және жылу алмасу бетінің қажетті ауданы бар мыс фитингтерінен «құбырдағы құбыр» конденсаторын жасаңыз.
2. Суды немесе сұйық салқындатқышты бақылау кезінде қолданылатын стандарттар мен нормаларды қараңыз.
3. Су тазарту станциясындағы құжаттаманы зерттеңіз, олар қандай жағдайларда қолданылады?

### 2.8.3 Буландыратын салқындату конденсаторлары

Шын мәнінде, буландыратын салқындатқыш конденсатор – бұл ауа салқындатқыш конденсатор, онда жылу алмасу беті сумен суарылады. Жылу алмасу бетіндегі судың булануы жылу беру тиімділігінің артуына әкеледі. Мұндай конденсаторлардың екі түрі бар: бүрку және ылғалдандыру (сурет. 2.33).



2.33-сурет. Буландырғыш конденсаторлардың гидравликалық контуры: а) суды бүркумен; б) ауаны ылғалдаумен

Буландырғыш типтегі конденсаторлардың негізгі проблемасы ұзақ уақыт жұмыс істеген кезде жылу алмасу бетінде шөгінділердің (қатты шөгінділер түріндегі масштабтың) пайда болуы болып табылады. Осыған байланысты суару жылу алмастырғыштың бетінде емес, шығын материалы ретінде қолданылатын арнайы панельдерде болатын схема қолданылады. Бұл панельдер "дымкыл сүзгі" ретінде қызмет етеді, яғни.осы панельдер арқылы өтетін ауа конденсатордың өзімен әрекеттесуден бұрын ылғалдандырылады және салқындатылады. Бұл конденсаторға кіретін ауа температурасын орташа есеппен 5-10 °С төмендетуге мүмкіндік береді. Суару және ылғалдандыру ыстық жазда, қоршаған ортаның жоғары температурасында жүзеге асырылады.

Бұл шешімнің артықшылығы: конденсатордың өнімділігін арттыру, тым жоғары конденсация температурасынан қорғау.

Мұндай схемалардың кемшіліктеріне мыналар жатады: ұзақ уақыт жұмыс істеген кезде жылу алмасу беттерінің ластануы және бітелуі, булануға байланысты су шығыны, айналым тізбегінің қосымша шығындары және суды суару, суды тазарту қажеттілігі бар.



### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Конденсатордың бетін суару не үшін қолданылады?
2. Буландыратын конденсатордың қай түрі жақсы және неге?
3. Буландырғыш конденсаторлардың артықшылықтары мен кемшіліктері.
4. Буландырғыш типтегі конденсаторлардың құрылымына сипаттама беріңіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Қазақстандағы буландыру конденсаторларын жеткізушілер нарығында бар талдау жүргізіңіз. Мұндай конденсаторлардың бағасы әдеттегі ауадан қанша өзгеруі мүмкін?
2. Мұндай суару жүйесін өзіміз жасап, Қазақстан климатында қарапайым ауа конденсаторлары үшін қолдануға бола ма?

## 2.8 Тест

1. С қандай мақсаты өндіреді гипотермия конденсатордан кейінгі сұйықтық?

- а) компрессордың меншікті жұмысын азайту үшін;
- б) конденсаторға жүктемені азайту үшін;
- в) тоңазытқыш коэффициентін ұлғайту үшін;
- г) гидравликалық соққыны болдырмау үшін.

2. Бойынша қандай формуласы үлес анықталады жылу жүктеме конденсаторға?

- а)  $q_k = i_2 - i_3$
- б)  $q_0 = i_1 - i_4$
- в)  $l_T = i_2 - i_1$
- г)  $NT = Nk l_T$

3. Конденсаторлар не үшін қызмет етеді?

а) конденсаторлар салқындатқыш заттың жылуын салқындатқыш ортаға беру үшін қолданылады.

б) конденсаторлар тоңазытқыш агентті буландыру үшін қолданылады.

в) конденсаторлар салқындатқыш агент буын салқындату үшін қолданылады.

г) конденсаторлар салқындату ортасын конденсациялауға қызмет етеді.

4. Конденсаторды есептеу және таңдау қандай параметр бойынша жасалады?

- а)  $Q_k = Q_0 + N_i$
- б)  $F_k = Q_k / k \Delta t_m$
- в)  $V_B = Q_k / IBCB (t_{b2} - t_{b1})$
- г)  $Q_k = \zeta (i_2 - i_3)$

5. Конденсатордың бетін ылғалдандыру не үшін қолданылады?

- а) ластану үшін;
- б) бетті тазалау үшін;
- в) суды жылыту үшін;
- г) жылу беру тиімділігін арттыру үшін.

## 2.9 Буландырғыштар

Буландырғыш - бұл жылу алмастырғыш, оның көмегімен жылу салқындатылған заттан салқындатқышқа жіберіледі. Буландырғышта сұйық Тоңазытқыш агент дроссельдеу құрылғысы арқылы өтеді және салқындатылатын заттан жылу беру есебінен  $P_0$  төмен қысымда қайнайды. Бұдан әрі бұл тәрізді суық агентін компрессор сіңіреді.

Буландырғыштар салқындатылған орта түріне қарай бөлінеді:

- Сұйықтықтарды (жылу тасымалдағыштарды, сұйық технологиялық өнімдерді) салқындатуға арналған буландырғыштар);
- Ауаны немесе газ тәрізді өнімдерді салқындатуға арналған буландырғыштар;

Әдетте, буландырғыш дегеніміз-салқындатқыш қайнаған жылу алмастырғыш. Ауаны салқындатуға арналған буландырғыштар ауа салқындатқыштар немесе батареялар деп аталады. Технологиялық өнімдерді салқындату үшін буландырғыштар туралы айтатын болсақ, салқындатқыш атауы әдетте қолданылады, мысалы, сүт салқындатқышы.

**Салқындатылған ортаның айналым әдісіне сәйкес буландырғыштар:**

- Табиғи айналыммен (қосалқы құрылғыларсыз батареялар);
- Мәжбүрлі айналыммен (желдеткіштерді, сорғыларды пайдалану);
- Суық агентімен толтыру сипаты бойынша:
- Су басқан (салқындатқыш құбырлардың бүкіл көлемін толтырады, ал салқындатқыш төменнен шығады);
- Су баспаған немесе құрғақ (суық агентті жоғарыдан төменге жіберу);

Ең көп таралған құрғақ буландырғыштар, себебі олардың жұмысы жүйеде аз мөлшерде салқындатқышты қажет етеді.

**Құрылым бойынша буландырғыштар бөлінеді:**

- Қырлы құбырлы;
- Жапырақ құбырлы және тілімшелі;
- Тегіс құбырлы (қаптамалы құбырлы);
- Тілімшелі.

Буландырғыштың суық өнімділігі келесі формула бойынша есептеледі  
:[Вт]

$$Q_{и} = k\theta_{и}F_{и}, \quad (2.13)$$

мұнда-буландырғыштың беткі ауданы,  $m^2$ ; – буландырғыштың құрылымына, салқындатылатын өнімнің түріне және оның қозғалыс қарқындылығына байланысты анықталатын буландырғыштың жылу беру коэффициенті [Вт/( $m^2 \cdot K$ )]; - салқындатылатын жылу тасымалдағыш пен қайнаған суық агенті арасындағы температураның орташа айырмасы.  $F_{и}k\theta_{и}$

Буландырғыштың жылу беру коэффициенті құрылымға, материалға, сұйық салқындатқыштың жылу алмастырғыштың бетімен жанасу аймағына,

буландырғыштағы майдың мөлшеріне, салқындатылған ортаның жылдамдығына байланысты (кесте. 2.4).

#### 2.4-кесте-жылу тасымалдағыштар жылдамдығының болжамды мәндері

Жылу тасымалдағыш	Жылдамдығы, м / с
Тұтқыр сұйықтықтар	<1
Тұтқырлығы төмен сұйықтықтар мен су	1-3
Газдар (таза)	10-16
Жүп байытылған	30-50
Қыздырылған бу	50-75

Құбырларға орнатылған қабырғалар арасындағы қашықтық негізінен салқындатқыштың қайнау температурасына және салқындатылған бөлмедегі ылғалдылыққа байланысты (кесте.2.5). Бұл қайнау температурасының төмендеуімен және ылғалдылықтың жоғарылауымен қабырға бетінде аяздың пайда болу қарқындылығы артады. Қабырғалық тақталар арасындағы қашықтық неғұрлым көп болса, ауаның өтуі мұзбен жабылуы үшін соғұрлым көп уақыт қажет. Салқындатқыштың қайнау температурасы 0°C – тан жоғары болса, қабырғалар арасындағы қашықтық 2...4 мм-ден аз, ал -20°C және жоғары ылғалдылық 7...15 мм болуы мүмкін.

2.5-кесте-тоңазытқыш камераларда қолдану үшін қабырға құбырлы буландырғыштардың қабырғалары арасындағы қадамды таңдау бойынша ұсыныстар

Dt1	4,0 мм		5,5 мм		7,0 мм		
	6..8К	10К	8К	6..8К	7К	6..7К	6К
<b>Салыстырмалы ылғалдылық</b>	80..92%	70..80%	80..85 %	80..95%	85..92%	90..95%	
<b>Камерадағы температура</b>	+5..+10oC	+10..+12oC	0..+5oC	+2..+5oC	-10..-25oC		-1..+3oC
<b>Жағдайы өнім</b>	Салқындатылған	-	Салқындатылған		Мұздатылған		Салқындатылған
<b>Қаптам түрі</b>	Қапталмаған	-	Қазылған	Қапталмаған	Қазылған	Қапталмаған	
<b>Камераның мақсаты</b>	Сақтау	Технол. кондиционерлеу	Сақтау		Сақтау		
<b>Өнім</b>	Жаңа піскен көкөністер, жемістер	-	Барлық	Жаңа піскен көкөністер, жемістер, ет	Барлық	Ет, балық	Ет, балық, көкөністер, жемістер

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Буландырғыш дегеніміз не және онда қандай процестер жүреді?
2. Буландырғыштар қандай түрлерге бөлінеді?
3. Буландырғыштың жылу беру коэффициенті неге байланысты?
4. Тоңазытқыш буландырғыштың негізгі есептеу формулаларын сипаттаңыз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Жылу алмасу ауданы  $8 \text{ м}^2$  болатын буландырғышта пайда болатын қар мен аяздың максималды массасын ескерсек, буландырғыштың массасы қанша килограммға өсетінін есептеңіз.

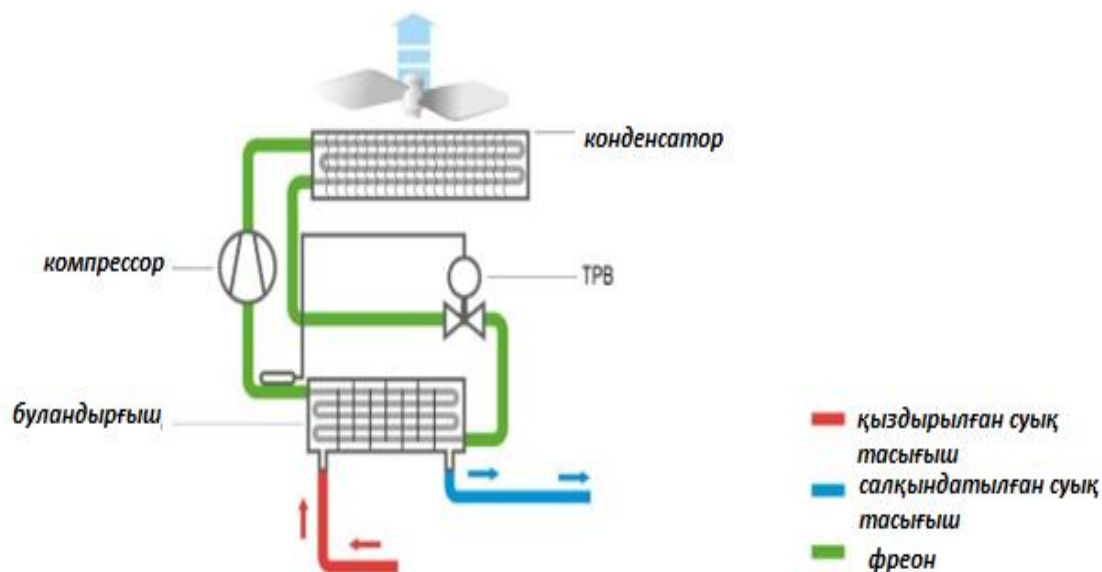
## 2.9.1 Сұйық жылу тасымалдағыштарды салқындатуға арналған буландырғыштар

Сұйық салқындатқыштарды салқындатуға арналған буландырғыштар немесе сұйық буландырғыштар аралық салқындатқышты қайнаған салқындатқышпен салқындату үшін қолданылады.

Аралық салқындатқыш тұтынушылар көп тоңазытқыш жүйелерінде қолданылады, қажет болған жағдайда тоңазытқыш қондырғысын салқындатылатын объектіден белгілі бір қашықтықта орналастыру, орталықтандырылған салқындату жүйесін жобалау кезінде мұндай жүйелердің мысалы - "салқындатқыш жүйе", сұйық салқындатқышты салқындатуға арналған тоңазытқыш қондырғының өзі "салқындатқыш" деп аталады (сурет. 2.34).

Аралық салқындатқыш ретінде: су, тұз ерітіндісі( тұздық), антифриз қолданылады. Соңғы екеуі судың қату қаупі бар температура жағдайында қолданылады (0°C - ден төмен).

Этилен немесе пропиленгликоль ерітінділерінің концентрациясының жоғарылауымен сұйықтықтың нақты жылу сыйымдылығы төмендейді.



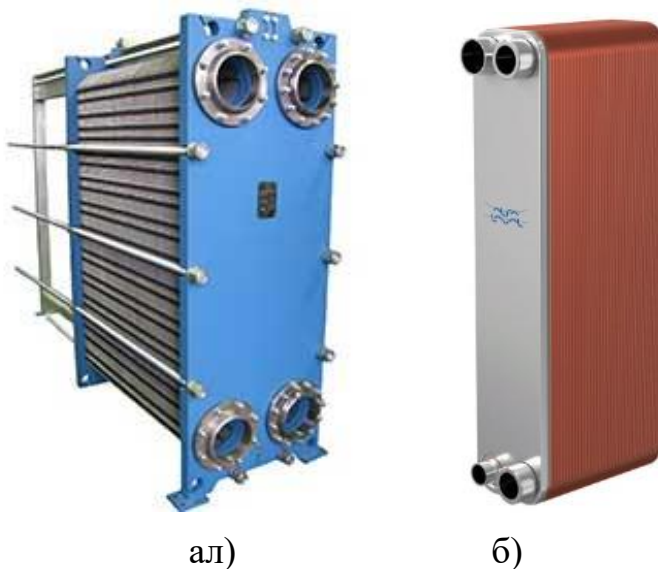
2.34- сурет.Чиллер жүйесінің элементтері

Құрылымдық тұрғыдан сұйық буландырғыштар, конденсаторлар сияқты:

1. Тілімшелі;
2. Қаптама түтік;
3. Құбырлы ("құбырдағы құбыр" түріндегі буландырғыштар).

Тілімшелі буландырғыштар екі нұсқада бар: жиналмалы (сурет. 2.35, а) тілімшелер пакеті екі плитамен қысылған кезде, оларды бөлшектеуге, тазартуға болады тілімшелер арасындағы тығыздағыштарды өзгерту;

бөлінбейтін (сурет. 2.35 б) тілімшелер бір-бірімен және корпуспен дәнекерленген, мұндай буландырғыштарды тазарту тек химиялық жолмен мүмкін. Суды қосуға арналған екі қосылыс және салқындату тізбегі үшін қалған екеуі (әдетте дәнекерлеу).



2.35-сурет. Тілімшелі буландырғыштардың құрылымы

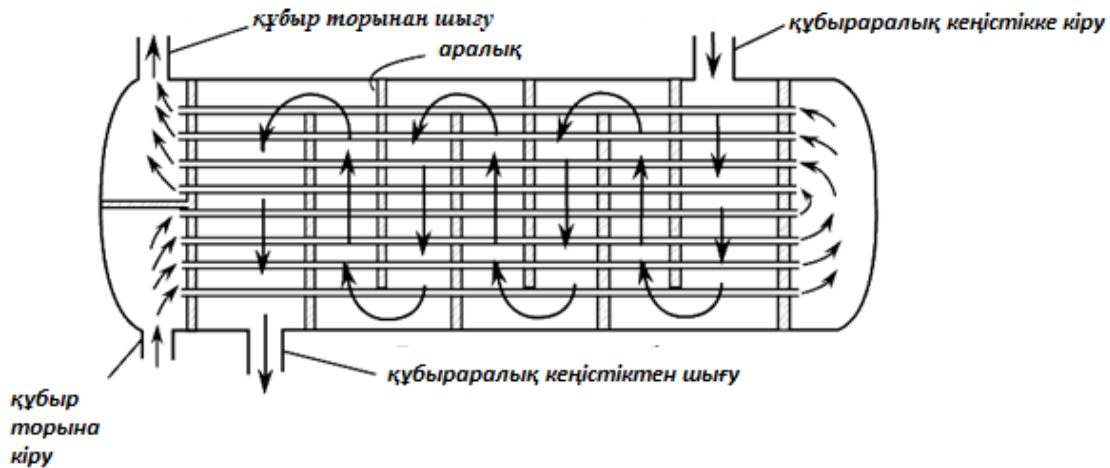
Тілімшелі буландырғышта екі тоңазытқыш машинаны параллель қосуға арналған бір немесе екі салқындатқыш агент болуы мүмкін. Бұл жылу алмастырғыштың суық өнімділігін өзгерту мүмкіндігі үшін жасалады.

Тілімшелі буландырғыштар:

- Жоғары тиімділікке ие;
- Үлкен қысым шығыны бар;
- Олар кішкентай өлшемдермен ерекшеленеді (мысалы, қуаты 85 кВт буландырғыштың өлшемдері 617x188x101 мм);
- Корпус құбырына қарағанда бітелу мен қатып қалуға аз төзімді.

Қабық-құбырлы жылу алмастырғыштар-бұл әр түрлі салаларда буландырғыштар, конденсаторлар, салқындатқыштар және жылытқыштар ретінде табылған жылу алмастырғыштардың ең көп таралған түрі.

Қабық-түтік буландырғыштары корпус-түтік конденсаторлары ретінде құрылымдық түрде жасалады, тек айырмашылығы-қабық-түтік конденсаторларында ыстық, салқындатылған орта-салқындатқыш, ал буландырғыштарда салқындатылған орта-су. Қабық-түтік буландырғышы ішіндегі түтіктері бар ұзын цилиндр (корпус) түрінде жасалады. Салқындатқыш түтік аралық кеңістікке беріледі, ал салқындатқыш түтіктер арқылы айналады (сурет.2.36).



2.36- сурет. Қабық-құбырлы буландырғыш

Қабық-түтік буландырғыштары:

1. Көлденең және тік;
2. Тікелей, U-тәрізді, қабырғалы және тегіс түтіктермен;
3. Екі құбырлы («құбырдағы құбыр»);

Қаптама-құбырлы типті буландырғыштар температуралық режимдердің кең диапазонымен; сенімділігімен және беріктігінің үлкен қорымен ерекшеленеді, бұл гидрооқшаулауға төзімділікті береді; жөндеуге жарамдылығымен; қызмет көрсетудің қарапайымдылығымен және пайдалану қауіпсіздігімен.

Кемшіліктерге олардың үлкен өлшемдері, сондай-ақ материалдың сыйымдылығы мен жоғары құны жатады.

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Сұйықтықтарды салқындату үшін буландырғыштардың және тұтастай алғанда аралық салқындатқыштардың қандай артықшылықтары бар?
2. Сұйықтықтарды салқындату үшін буландырғыштар Құрылымның қандай түрлеріне бөлінеді?
3. Сұйықтықтарды салқындату үшін буландырғыштарды қолдану аймақтары қандай?
4. Салқындату тізбегін сипаттаңыз, ол тікелей салқындату тізбегінен қалай ерекшеленеді.



## **2.9.2 Технологиялық өнімдерді салқындатуға арналған буландырғыштар**

Технологиялық өнімдерді салқындату үшін қолданылатын буландырғыштар ең көп таралған:

### **1. Химия және мұнай өңдеу өндірісі.**

- Газдар мен сұйықтықтарды салқындату үшін;
- Илеспе мұнай газын қайта өңдеу (төмен температуралы сепарация);
- Химиялық өнімдерді кристалдану, айдау және ректификациялау процестерінде.

### **2. Азық-түлік саласы.**

- Кез-келген тағамды термиялық өңдеудің соңғы кезеңі-салқындату;
- Сүт өнімдерін пастерлеу және стерильдеу процестерінде;
- Көптеген тамақ өнімдерін дайындау кезінде, мысалы, сары май (май дайындаушы), балмұздақ (фризер);
- Ет және балық өнеркәсібі.

Мұндай буландырғыштар белгілі бір технология үшін арнайы жасалатындығымен ерекшеленеді. Олар белгілі бір технологиялық процестерді жүзеге асыру үшін қажетті белгілі бір талаптарға сай болуы керек. Мұндай талаптарға мыналар жатады:

1. Технологиялық процеске тән белгілі бір температура мен қысым кезіндегі жұмыс.

2. Белгілі бір өңдеу жылдамдығы (балық өнеркәсібіндегі соққы катуы).

3. Технологиялық өнімдер тарапынан әсер етуге материалдардың инерттілігі, мысалы, агрессивті қышқылдармен жұмыс кезінде.

4. Санитарлық-гигиеналық талаптарға, өндіріс қауіпсіздігі талаптарына сәйкестігі.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

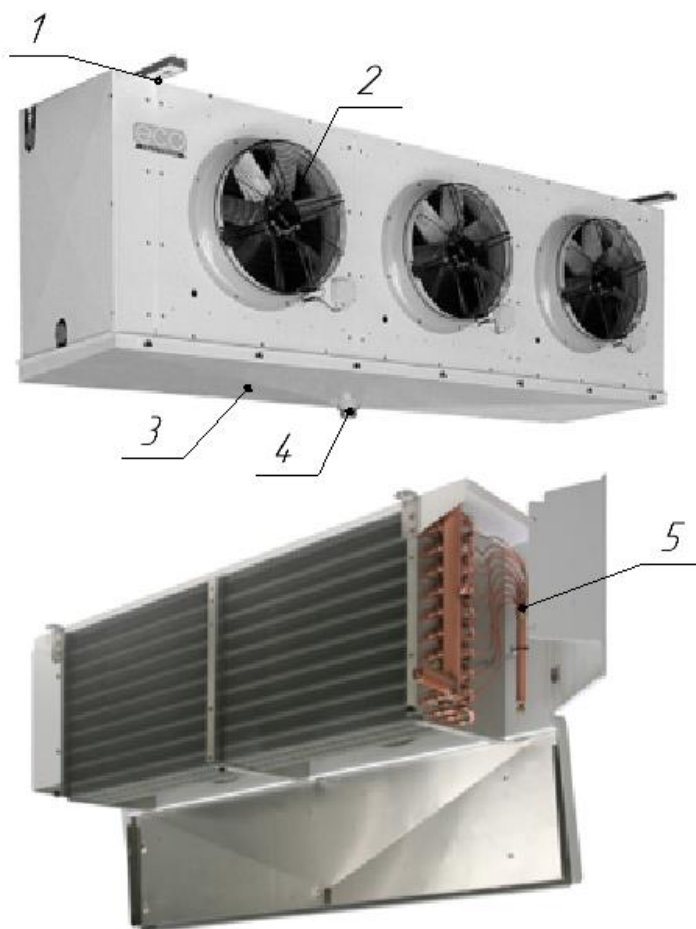
1. Химия өнеркәсібінде тоңазытқыш буландырғыштар не үшін қолданылады?
2. Тамақ өнеркәсібінде тоңазытқыш буландырғыштар не үшін қолданылады?
3. Технологиялық өнімдерді қарапайым сұйықтықтардан салқындату үшін буландырғыштардың негізгі айырмашылықтары қандай?
4. Технологиялық өнімдерді салқындату үшін қолданылатын буландырғыштарға қойылатын негізгі талаптарды сипаттаңыз.

### 2.9.3 Ауа салқындатқыштар

Ауаны салқындату үшін қолданылатын буландырғыштар ауа салқындатқыштар деп аталады. Ең көп таралған ауа салқындатқыштары-бұл мәжбүрлі ауа айналымы бар (бір немесе бірнеше желдеткіштері бар).

Ауа салқындатқышы бөлек қондырғы ретінде жеткізіледі (сурет. 2.37), оның құрамына буландырғыштың жылу алмасу тізбегінен басқа:

1. Корпус және бекіту элементтері;
2. Қорғаныс торлары бар желдеткіштер;
3. Жібіту ТЭНдері;
4. Табандық және құрғатқыш келте құбыр;
5. Кейде ТРШ.



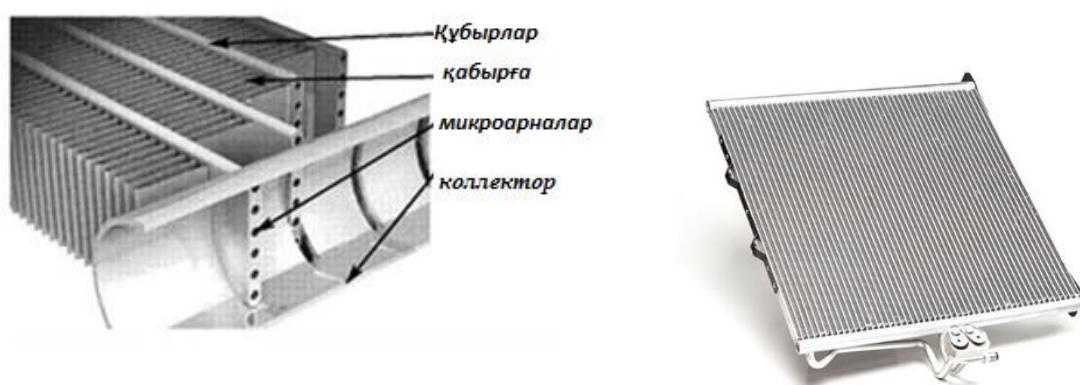
1-бекіту ілмектері ;2-желдеткіш; 3-паллет; 4-құрғатқыш құбыр; 5-суық агентін таратқыш «өрмекші»

2.37- сурет. Ауа салқындатқыштың құрылымы

Ауа салқындатқыштың қабырғалары арасындағы қашықтық салқындатқыштың қайнау температурасына және салқындатылған бөлмедегі ылғалдылыққа байланысты. Қайнау температурасының төмендеуімен және ылғалдылықтың жоғарылауымен қабырға бетінде аяздың пайда болу қарқындылығы артады. Қабырғалық тақталар арасындағы қашықтық неғұрлым көп болса, ауаның өтуі мұзбен жабылуы үшін соғұрлым көп уақыт қажет. Салқындатқыштың қайнау температурасы  $0^{\circ}\text{C}$  – тан жоғары болса,

қабырғалар арасындағы қашықтық 2...4 мм-ден аз, ал  $-20^{\circ}\text{C}$  және жоғары ылғалдылық 7...15 мм болуы мүмкін. Ауа салқындатқышты таңдағанда, бұл міндетті түрде назар аудару керек. Қар жамылғысының қалыңдығы 2...3 мм-ден асқан кезде тоңазытқыш қондырғысының тиімділігі айтарлықтай төмендейді. Сондықтан ауа салқындатқышты уақтылы жібіту керек.

Қажет болса, ауа салқындатқыштың өлшемдерін мүмкіндігінше азайтыңыз (автомобильдегі кондиционер және т.б.), микроарналы буландырғыштарды қолданыңыз (сурет. 2.38). Олар ие аз габариттері, бұл жол беруге болмайды, оларды пайдалану кезінде тәуекелі білім беру қырау бетінде. Мұндай жылу алмастырғыштар ластануға сезімтал, себебі олардың диаметрі өте аз арналар бар.



2.38- сурет. Микроарналы буландырғыш

Ауа салқындатқышы буландырғыштың желдеткіші тудыратын ауа ағынына кедергі болмайтындай етіп камераның жоғарғы жағында орналасқан. Бұл ретте оған қызмет көрсету жөніндегі жұмыстарды жүргізу үшін ауа салқындатқыштың жанында бос кеңістік көзделуі тиіс.

Жылу алмасу бетінің орташа температурасына байланысты ауаны салқындату процесінің екі нұсқасы мүмкін:

- Құрғату арқылы салқындату;
- Құрғатпай салқындату.

Егер буландырғыштың салқындату бетінің температурасы шық нүктесінің температурасынан төмен болса (ылғалдылық пен ауа температурасына байланысты), онда ауаны салқындату буландырғыштың бетіндегі ауадағы ылғалдың жауын-шашынымен бірге жүреді, нәтижесінде ауаны құрғату процесі жүреді.

Ауа салқындатқыштағы қатып қалған ылғалды оның бетін жылыту арқылы кетіру еріту деп аталады.

Ауа салқындатқыштардың ең типтік ақаулары:

1. Желдеткіштердің істен шығуы;
2. Жібіту ТЭНдерінің сынуы;
3. Корпустың және жылу алмасу элементтерінің жегідесі;
4. Механикалық зақымдану салдарынан суық агенті үшін құбырлардың механикалық бұзылуы;

5. Құбырлардың буындарын сенімсіз дәнекерлеу, механикалық зақымданулар салдарынан суық агентінің кемуі;
7. Сыртқы жылу алмасу бетінің ластануы;
8. Суық агенті үшін құбырлардың ішкі бетінің май шөгінділерімен ластануы.

Буландырғыштың кезектесіп қатып қалуы және еруі жүйеде ылғал бар екенін көрсетеді және ылғалды вакуумды жою процедурасын жүргізу қажет. Егер буландырғыш тоңазытқыш қондырғысының жұмысы кезінде қатып қалса, онда еріту схемасын тексеріп, қажет болған жағдайда ақаулы релені немесе электромагниттік клапанды ауыстыру керек. Сондай-ақ, есіктің ажыратқышы мен мұздатқыш желдеткішінің денсаулығын тексеруге, буландырғыштан аязды еріту үшін қыздыру элементін ауыстыруға, еріген судың ағызу құбырын тазартуға болады.

Еріту релесінің бұзылуы тоңазытқыш қондырғысының салқындату режимінен еріту режиміне ауысуын және керісінше тоқтатуына әкелуі мүмкін. Ақаулықты жою үшін релені ауыстыру немесе еріту релесін реттеу қажет. Сондай-ақ, себеп қоршаған ортаның температурасы тым төмен болуы мүмкін, сондықтан сіз құрылғыны жылы жерге ауыстыруға немесе ауаны қосымша жылытуды қамтамасыз етуге тырысуға болады.

Егер біз салқындатылған бөлменің циклдік жұмысын жеткілікті ұзақ уақыт ішінде қарастыратын болсақ, онда жиі еріту салқындатқыштардың жылу берілуін жақсартады, яғни олардың жылу ағынын арттырады және салқындатқыштардың жұмысына байланысты шығындарды азайтады. Бірақ сонымен бірге ерітуге байланысты энергия шығыны мен өнімсіз уақыт артады. Керісінше, салқындатқыштар неғұрлым аз ери бастаса, олардың жылу ағыны соғұрлым аз болады және жұмыс істеуге кететін шығындар көп болады, бірақ энергия мен өнімсіз уақыт аз болады.

Демек, ерітудің оңтайлы жиілігі бар, онда, мысалы, минималды жұмыс шығындары немесе салқындатылған бөлменің максималды жылу ағыны қамтамасыз етіледі. Сондықтан іс жүзінде олар жарамдылық принципін басшылыққа алады - тиімділіктің белгіленген деңгейінен төмен емес.

Аяздың пайда болуы нәтижесінде салқындатқыш құрылғылардың жылу ағыны тығыздығының төмендеуі оның максималды мәнінен 15-20% аспауы керек деп саналады. Еріту процесінің басталуының нақты көрсеткіші аяз қабатының қалыңдығы (ауа салқындатқыштар үшін шамамен 2 мм) немесе ауа салқындатқыштың ауа жолындағы қысымның төмендеуі (шамамен 0,15 кПа) болуы мүмкін.

Сондай-ақ, ауа салқындатқышты тоқтату қажеттілігі кіріс ауа температурасы мен қайнау температурасы арасындағы айырмашылық бастапқы температурамен салыстырғанда шамамен 25% өскен кезде пайда болады деп болжауға болады.  $\Delta t_0$

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Микроарналы буландырғыштың қандай ерекшеліктері бар?
2. Тұтас агрегат түрінде жеткізілетін ауа салқындатқыштың құрамына не кіреді?
3. Ауа салқындатқышты жылытудың қажетті қадамын таңдау туралы айтып беріңіз.
4. Ауа салқындатқыштардың негізгі ақауларын тізімдеңіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Қолданыстағы тоңазытқыш қондырғысында қабырға-құбырлы буландырғыш тоңазытқышта орналасқан ашалы тиегішпен айтарлықтай зақымдалды. Нәтижесінде жаңа ауа салқындатқышты сатып алу қажеттілігі туралы шешім қабылданды. Суық агентінің қайнау температурасы  $-20^{\circ}\text{C}$ , камерадағы ауа температурасы  $-10^{\circ}\text{C}$ , талап етілетін 20 кВт суықтай өнімділік болса, жаңа ауа салқындатқыштың жылу алмасу бетінің қандай ауданы болуы керек? Бұл ауа салқындатқыштың қабырғалары арасында қандай қадам болуы керек?

## 2.9 Тест

1. Буландырғыш алдында әрқашан орнатылады ...
  - а) ресивер;
  - б) дроссельдеу құрылғысы;
  - в) сүзгі-құрғатқыш;
  - г) сұйықтық бөлгіш.
2. Микроарналы буландырғыштардың қандай кемшілігі бар?
  - а) ластануға сезімталдық;
  - б) төмен сенімділік;
  - в) шағын өлшемдері;
  - г) үлкен қарсылық.
3. Ауа салқындатқыштың қабырғалары арасындағы қашықтық мыналарға байланысты ...
  - а) қайнау температурасы мен ылғалдылық.
  - б) жылу алмастырғыш ауданынан.
  - в) конструкция типіне айырмасын буландырғыш.
  - г) тоңазытқыш камерасындағы орналасу биіктігі.
4. Буландырғышты есептеу және таңдау қандай параметр бойынша жасалады?
  - а)  $Q_0 = Q_K - N_i$
  - б)  $F_{исп} = Q_0 / [k\Delta t_m]$
  - в)  $V_B = Q_K / [I_B C_B (t_{b2} - t_{b1})]$
  - г)  $Q_0 = \zeta (i_1 - i_4)$
5. Буландырғышта қандай процесс жүреді?
  - а) изохорлық қайнау процесі;
  - б) изотермиялық қайнау процесі;
  - в) изобарлық қайнау процесі;
  - г) изоэнтропиялық қайнау процесі.

## 2.10 Дроссельдеу құрылғылары

Бу компрессорлық тоңазытқыш машиналарының кез-келген тоңазытқыш циклінің міндетті процесі дроссельдеу болып табылады.

Жоғары қысымды сұйық фазалық салқындатқышты төмен қысымды бу-сұйық фазаға айналдыру дроссельдеу құрылғыларының көмегімен жүзеге асырылады.

Дроссельдік құрылғыларға мыналар жатады:

1. Капиллярлық түтіктер;
2. Термореттегіш шұралар (ТРШ);
3. Электрондық термореттегіш шұралар (ЭТРШ).

Дроссельдеу құрылғылары буландырғыштың алдындағы сұйық сызыққа орнатылады.

Капиллярлық түтіктер-қарапайым дроссель құрылғысы (сурет. 2.39) және кіші ішкі диаметрлі мыс түтік (0,6-2,5 мм). Капиллярлық түтіктер салқындатқыштың төмен өнімділігінде (7 кВт-қа дейін) қолданылады, онда буландырғышқа жылу жүктемесі тұрақты болып қалады, себебі капиллярлық түтікті қызып кету мен қысымды реттеу үшін қолдануға болмайды, бұл оның басты кемшілігі болып табылады.

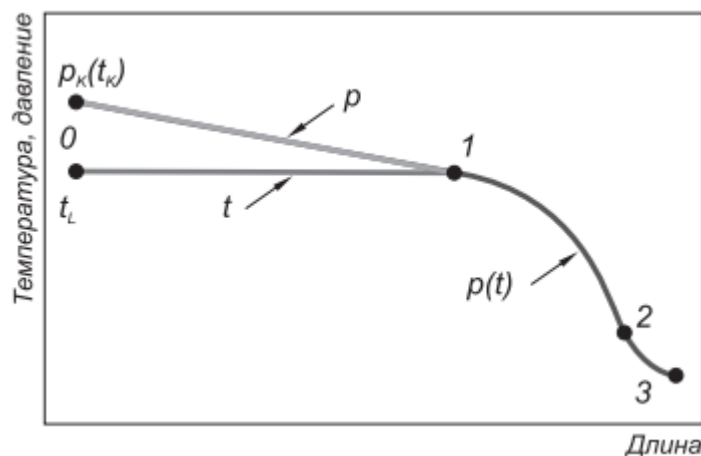
Капиллярлық түтіктердің негізгі артықшылықтары:

- Қарапайымдылық және төмен құны;
- Сенімділік.



2.39- сурет. Сомындары бар капиллярлық түтік

Дроссельдеу процесі суық агентінің өту кезінде капиллярлық тұтқасы келесі түрде елестетуге болады (сур.2.40).



2.40- сурет. Капиллярлық түтікте дроссельдеу процесі

Капиллярлық түтікке кіре берісте (0 нүкте) салқындатқыш сұйық күйде болады және  $t_k$  температурасы мен  $P_k$  конденсация қысымына қатысты белгілі бір гипотермияға ие.

Түтіктің 0-1 бөлігінде сұйық салқындатқыш қарапайым сұйықтық сияқты әрекет етеді, қысымның жоғалуы үйкеліске байланысты және сызықтық сипатқа ие. Бұл жағдайда салқындатқыштың температурасы бір деңгейде сақталады.

Әрі қарай, салқындатқыштың қысымы қанықтыру қысымына дейін төмендейді (1 нүкте) және мұнда алғашқы бу көпіршіктері пайда бола бастайды (салқындатқыш қайнай бастайды). Салқындатқыш қайнаған кезде көп мөлшерде бу шығады және сұйықтықтың қалған бөлігінің температурасы төмендейді, себебі қайнау процесі сырттан жылу берудің орнына қысымның төмендеуіне байланысты жүзеге асырылады.

Қысымның төмендеуі енді сызықтық емес және түтіктің соңына жақындаған сайын артады.

Салқындатқыш екі фазалы күйде болғандықтан, қысымның төмендеуі қанықтыру қысығына сәйкес температураның төмендеуімен бірге жүреді (температура берілген қысымдағы қанықтыру температурасына тең). Сондықтан, 1-ші нүктеден кейін және тоңазытқыш агентінің температурасы қанықтыру қысығына сәйкес төмендейді (1-2 бөлім).

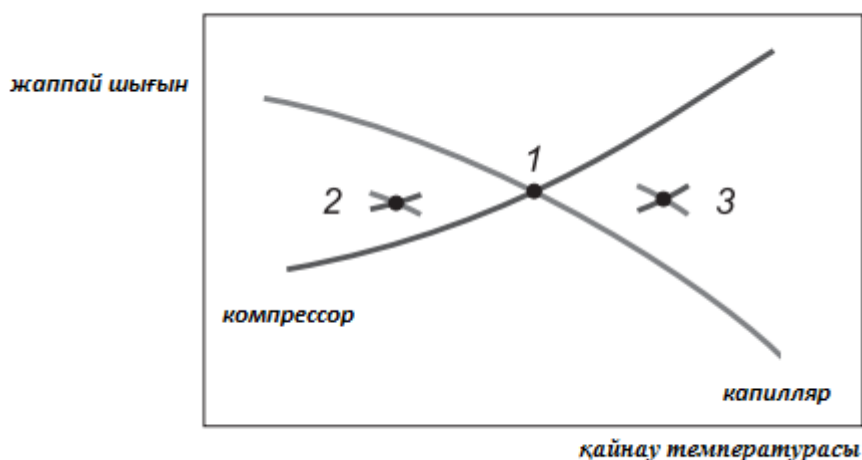
Тұрақты диаметрлі құбырдағы сұйықтықтың жылдамдығы дыбыс жылдамдығынан асып кете алмайды. Егер дыбыс жылдамдығына капиллярлық түтіктің соңында қол жеткізілсе, онда тиісті қысым критикалық деп аталады. Мұндай ток жағдайлары осы капиллярлық түтікті қолдану арқылы қол жеткізуге болатын минималды қайнау қысымын қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда салқындатқыштың шығыны берілген түтік диаметрі үшін максималды мәнге жетеді. Егер буландырғыштағы қысым критикалық қысымнан төмен болса, онда түтіктің шығысында қысымның күрт төмендеуі болады (2-3 сызық).



Буландырғыштағы қысымның критикалық қысымнан төмендеуі ағынның жылдамдығына әсер етпейді. Тек сыни қысымнан үлкен буландырғыштағы қысым кезінде салқындатқыштың шығынын азайтуға болады.

Конденсация температурасының жоғарылауы компрессор арқылы жаппай ағынның азаюына және капиллярлық түтік арқылы жаппай ағынның жоғарылауына әкеледі (сурет. 2.41). Жүйе жоғары конденсация температурасында жаңа тепе-теңдік нүктесін табады.

Осылайша, капиллярлық түтігі бар қондырғыдағы жүктеме жоғарылаған сайын конденсация температурасы да, қайнау температурасы да артады.



1-есептеу нүктесі, 2-жүктеме азайған кезде, 3 — жүктеме артқан кезде

2.41- сурет. Капиллярлық түтіктегі жүктемені өзгерту

Капиллярлық түтіктің өтуі әрдайым ашық болғандықтан, компрессорды өшіру кезінде бүкіл тоңазытқыш машинасындағы қысым теңестіріледі. Мұндай жағдайларда компрессорды бастау оңайырақ.

#### **Капиллярлық түтіктің қабаттасуы үш жағдайда жүреді:**

- ластанған кезде (жүйедегі майдың шамадан тыс мөлшері, ұсақ металл бөлшектері);
- жүйенің тізбегінде ылғал болған кезде (дроссельдеу кезінде су қатып қалады);
- механикалық зақымдану кезінде.

Капиллярлық түтіктің алдында кептіргіш сүзгіні орнату керек. Капиллярлық түтікті капиллярлық түтікке кіре берісте сұйық салқындатқыштан гидравликалық ысырма болатындай етіп орнату керек.

R134a Тоңазытқыш машиналарына арналған капиллярлық түтіктерді (диаметрі мен ұзындығы) таңдау кестесін в.1 қосымшасын қараңыз.

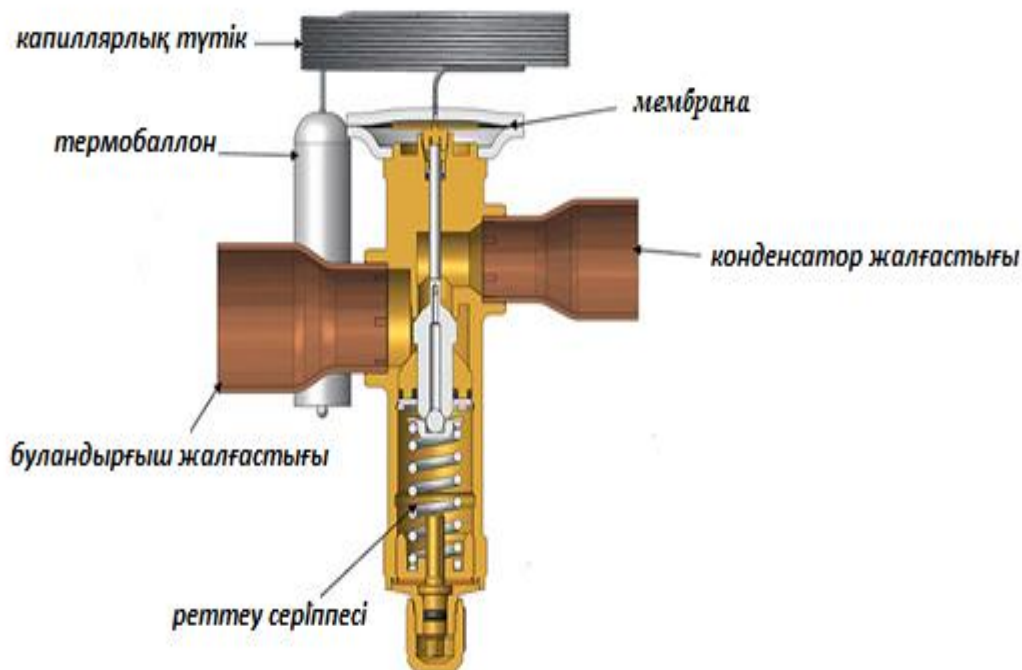
Термореттегіш шұра (ТРШ) – буландырғышқа сұйық суық агентінің берілуін автоматты түрде реттейтін дроссельдеу құрылғысы (сурет. 2.42).

Есептерді орындау және компоненттерді таңдау бағдарламасы, соның ішінде ТРШ [5].

ТРШ-бұл бір жағынан реттелетін серіппемен (жабу үшін) басқарылатын клапан, ал екінші жағынан өзек пен мембрана бар (клапанды ашу үшін жұмыс істейді). Термобаллон буландырғыштан шыққан кезде құбырға бекітіледі. Термобаллон тоңазытқыш машинасындағыдай бірдей салқындатқышпен толтырылған.

Буландырғышқа ауыспалы жылу жүктемесі кезінде салқындатқыштың берілуін реттеу қажет. Мысалы, буландырғышқа жылу жүктемесі төмендеген кезде сұйық салқындатқыш толығымен буланбайды және қалған сұйық салқындатқыш компрессорға түседі, бұл су соққысына әкелуі мүмкін. Ал жылу жүктемесінің жоғарылауымен салқындатқыштың бастапқы шығыны жеткіліксіз болуы мүмкін және тоңазытқыш қондырғысының тиімділігі төмендейді.

Осылайша, терморегуляциялық клапан буландырғышқа жылу жүктемесі төмендеген кезде салқындатқыштың берілуін азайтады және буландырғышқа жылу жүктемесі өскен кезде беруді арттырады.



2.42-сурет. Термореттегіш шұра (тілім)

ТРШ-ның ашылу шамасы буландырғыштан шығатын салқындатқыш агенттің қыздырылған буларының арасындағы температура айырмашылығына және қайнау температурасына, яғни қызып кету мөлшеріне байланысты. Қайнау температурасы буландырғыштағы қайнау қысымына сәйкес келеді және оны манометрмен анықтауға болады.

Суық агентінің қызып кеткен буларының температурасы буландырғыштан шығатын құбырда тіркеледі, оған ТРШ термобаллоны да орнатылады.

**Ұсынылған қызып кету мәндері:**

- Төмен температуралы жүйелер үшін 3-7 К;
- Орташа температура үшін 7-10 К;
- 8-12 К жоғары температуралы (ауа баптау жүйелері);

ТРШ реттеу реттеу бұрандасының көмегімен жүзеге асырылады және модельге және өндірушіге байланысты техникалық құжаттамада сипатталған. Мысалы, кейбір ТРШ модельдерінде (Danfoss T2/TE2) бұранданың бір толық айналымы қызып кету мөлшерін 4 К-ге өзгертеді, ал басқа модельдерде (Danfoss TE5) бұранданың толық айналымы 0,5 к өзгеріс береді. Сондай-ақ, құжаттамада ТРШ-ның зауыттық бастапқы параметрлері сипатталған.

Қысымның шамалы жоғалуы бар шағын буландырғыштармен жұмыс істеу кезінде ішкі теңестіру бар терморегуляциялық клапан қолданылады. Егер буландырғыштың гидравликалық кедергісі айтарлықтай болса (сұйық дистрибьюторы бар буландырғыш қолданылады), онда сыртқы теңдеуі бар терморегуляциялық клапан қолданылады.

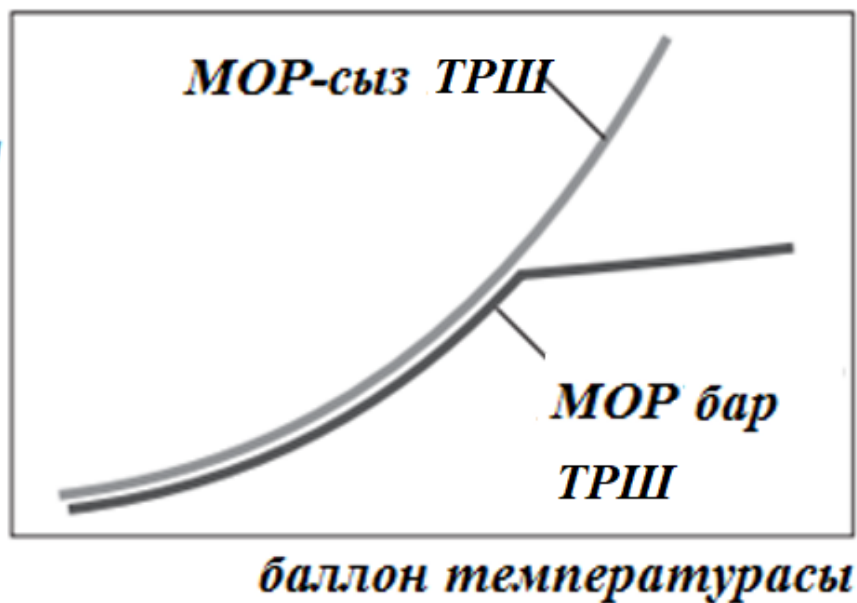
ТРШ үш типті термобаллондармен дайындалады: әмбебап толтырғышпен, МОР толтырумен және адсорбциялық толтырумен. Термобаллонды толтыру түрін таңдау тоңазытқыш машинаның пайдалану шарттарымен анықталады.

1) әмбебап май құю (сұйықтық) термобаллондағы қысым бойынша шектеулер жоқ қондырғыларда қолданылады. Сұйық толтырылған ТРШ-да жанармай құю термобаллонның кез-келген температурасында әрдайым сұйықтық болады және кез-келген жағдайда температураның өзгеруіне сезімталдық сақталады.

2) адсорбциялық жанармай құю суыққа деген қажеттілік салыстырмалы түрде тұрақты болған жағдайда қолайлы, ал қажеттіліктердің жиі өзгеруімен оны пайдалану ұсынылмайды. Термобаллонның температурасы көтерілгенде (қызып кету жоғарылайды), газ сіңіргіш заттан шығады, бұл басқару жолындағы қысымның жоғарылауына және ТРШ ашылуына әкеледі.

3) МОР (Maximal Operating Pressure) (МДР) құю – барынша ден қою қысымына май құю. МОР толтырылған термобаллон құрамында термобаллон температурасы белгілі бір мәнге жеткенде (МОР температурасы деп аталады) термобаллондағы барлық сұйықтық буланып кететіндей етіп ТРШ дайындау процесінде құйылған сұйықтықтың шектеулі мөлшері бар. МОР температурасы жоғарылаған кезде, егер термобаллонның температурасы жоғарыласа, термобаллондағы қысым бұдан былай өзгермейді, себебі онда сұйықтық болмайды (сурет.2.43). Мұндай жанармай құю термобаллондары төмен температуралы тоңазытқыш қондырғыларында қолданылады.

**Баллондағы  
қысым**



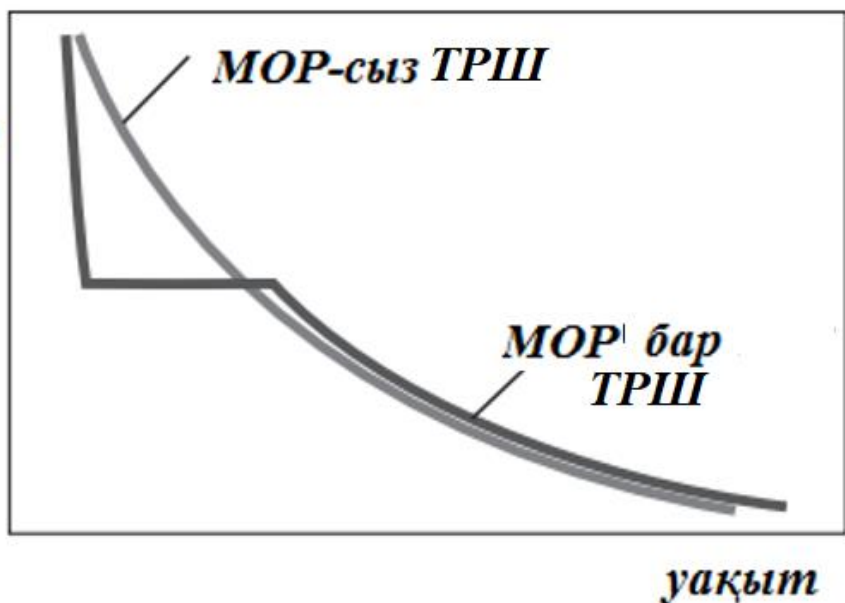
2.43-сурет-MOP толтырумен ТРШ үшін қысымның температураға тәуелділігі

2.44 суретте тоңазытқыш қондырғысын кәдімгі ТРШ және MOP-мен ТРШ іске қосқан кезде қайнау қысымының өзгеру графигін көрсетеді.

Бірінші жағдайда қайнау қысымы баяу төмендейді және компрессор ұзақ уақыт бойы ол жоғары қайнау қысымымен жұмыс істеуге мәжбүр болады, бұл электр қозғалтқышына жүктемені арттырады және қорғаныс құрылғыларының жұмысына немесе электр қозғалтқышының жануына әкелуі мүмкін.

Екінші жағдайда, MOP-мен ТРШ жабылғандықтан, қысым MOP нүктесіне тез түседі, содан кейін ТРШ ашыла бастайды және компрессор ол үшін қауіпсіз қайнау қысымымен өтпелі режимде жұмыс істейді.

**Қайнау  
қысымы**

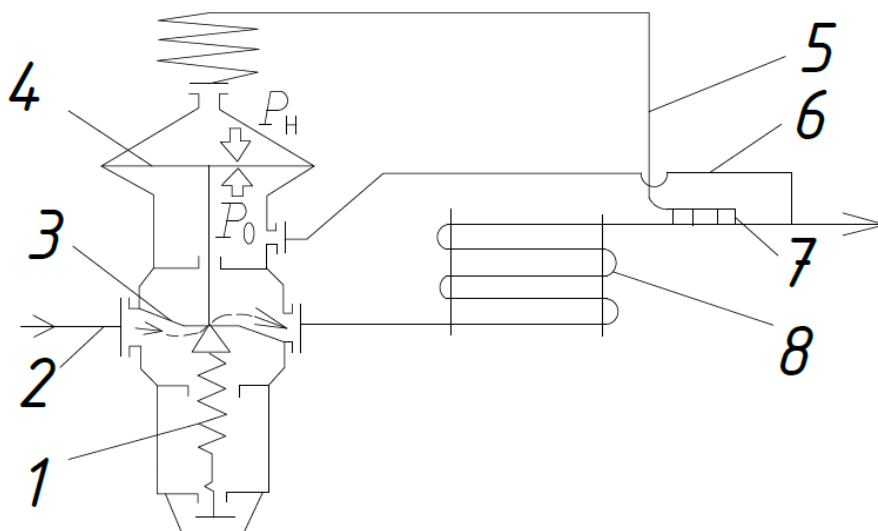


2.44-сурет-тоңазытқыш қондырғысы іске қосылған кезде қайнау қысымының өзгеруі

Осылайша, МОР-мен ТРШ қолдану компрессорды бастапқы кезеңде шамадан тыс жүктемеден қорғайды, сондықтан олар жоғары ауа температурасында немесе салқындатқышта жұмыс істей бастайтын тоңазытқыш қондырғыларында қолданылады. Бұл жағдайда компрессордың электр қозғалтқышы мен конденсатордың өлшемдерін өлшеу қажет емес.

Пайдалану барысында шұраның саңылаусыздығын және оның құбырдағы қосылу орындарын мерзімді тексеру керек. Тығыздықтың бұзылуы бұрандалы қосылыстардың әлсіреуі және тығыздағыштардың шөгуді нәтижесінде пайда болуы мүмкін.

Әрі қарай, механикалық ТРШ құрылымын қарастырып, оның жұмыс принципін қарастырыңыз (суретті қараңыз. 2.45). TRV 3 клапанының орналасуы 4 мембранасына әсер ететін күштердің қосындысымен анықталады. Бір жағынан (жоғарыдан) мембранаға буландырғыштың шығысына бекітілген термобаллон 7 температурасымен анықталатын суық агенті қысымы әсер етеді.  $P_H$  екінші жағынан (төменгі жағында) реттеу серіппесі және буландырғышқа кіретін салқындатқыш қысым 4 мембранаға басылады  $P_{пр} P_0$ . Егер клапан түйіні төмен қарай қозғалса және өту бөлімін ұлғайту арқылы ашылса.  $P_H > P_{пр} + P_0$  Егер, клапан торабы тоқтағанға дейін жоғары қарай жылжып, суық агенті үшін өтетін жолды жабады.  $P_H < P_{пр} + P_0$



1-реттеу серіппесі; 2-сұйық құбыр; 3-клапан қондырғысы;  
4-мембрана; 5-капиллярлық түтік; 6-теңестіру сызығы; 7-термобаллон; 8-буландырғыш

2.45-сурет. Қысымды теңестірудің сыртқы сызығымен ТРШ жұмыс принципі

ТРШ жұмысы келесідей жүзеге асырылады. Тоңазытқыш агент 2 сұйық құбырына кіреді және 3 клапан түйінінен өтеді. Мұнда салқындатқышты дроссельдеу жүреді. Нәтижесінде оның қысымы буландырғыштағы салқындатқыш заттың қайнау қысымына түседі  $P_0$  Әрі қарай, сұйық тоңазытқыш буландырғышқа түседі, онда ол тұрақты қысыммен қайнайды  $P_0$  Егер буландырғышқа жеткілікті жылу түссе, буландырғыштан өткен кезде

барлық сұйық салқындатқыш буланып кетеді. Осыдан кейін ол қызып кете бастайды (яғни оның температурасы қайнау температурасынан жоғары болады).

Осылайша, термобаллон 7 температурасы салқындатқыштың қайнау температурасынан жоғары. Нәтижесінде термобаллондағы қысым буландырғыштағы қысымнан жоғары болады  $P_H P_0$ . Егер буландырғышқа салқындатқыштың жеткіліксіз берілуіне байланысты қызып кету жеткілікті үлкен болса, белгілі бір уақытта термобаллондағы қысым реттелетін серіппенің қысымы мен буландырғыштағы салқындатқыштың қайнау қысымының қосындысынан көп болады  $P_H P_{пр} + P_0$ . Содан кейін клапан түйіні ашыла бастайды. Суық агенті үшін өту қимасы ұлғаяды және суық агентінің көп мөлшері буландырғышқа түсе бастайды. Салқындатқыштың көп мөлшері тез булануға уақыт жоқ, сондықтан салқындатқыштың қызып кету мөлшері азаяды. Әрі қарай, термобаллондағы қысым төмендейді және клапан түйіні жабыла бастайды. Осылайша, қызып кету мөлшері белгілі бір диапазонда сақталады. Егер буландырғышқа жылу ағымы жоғарыласа, қызып кету жоғарылайды, клапан түйіні салқындатқыштың көп мөлшерін бере отырып, қатты ашылады, нәтижесінде қызып кетудің өсуіне жол бермейді. Егер буландырғышқа жылу ағыны азайса, қызып кету азаяды, клапан түйіні жабылады, буландырғышқа салқындатқыш азаяды, нәтижесінде қызып кетудің тым көп түсуіне жол бермейді.

Қызып кету мөлшерін реттеу серіппесі 1 көмегімен реттеуге болады.

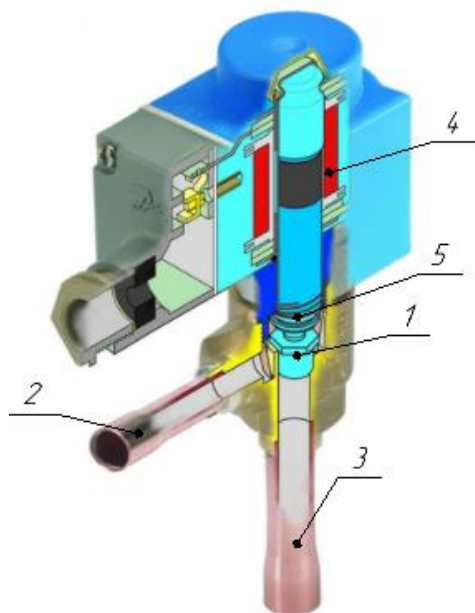
ТРШ белгілі бір минималды мәннен (әдетте 2...3 К) артық қызып кету кезінде ғана тұрақты жұмыс істей алатындығын есте ұстаған жөн. Бұл егер қызып кету мөлшері 2...3 К болса, онда термобаллондағы қысым реттелетін серіппенің қысымына тең болады. Нәтижесінде клапан түйіні жоғары немесе төмен еркін қозғалады. Яғни, ол тұрақсыз күйде. Мұндай жағдайларда ол өздігінен жабылып, ашылуы мүмкін, нәтижесінде салқындатқыш буландырғышқа біркелкі емес бөліктерде беріледі, яғни ТРШ пульсациясы басталады. Сондықтан реттеу серіппесі әрдайым қызып кету көрсетілген мәннен кем болмайтындай етіп орнатылуы керек. ТРШ пульсациясы бірнеше минут аралықпен буландырғыштан шыққан кезде қызып кетудің күрт өзгеруі түрінде көрінеді. Яғни, мұндай жағдайларда бізде қызып кету 0-ден 12 К-ге дейін өзгеруі мүмкін. Белгілі бір жағдайларда сору құбырында су соққыларынан туындаған пульсацияны анық сезінуге болады.

ТРШ пульсациясы-зиянды құбылыс. Себебі, ТРШ пульсациясы кезінде салқындатқыш буландырғышқа біркелкі емес, үлкен бөліктерде беріледі. Нәтижесінде буландырғышта қысымның жоғарылауы байқалады, бұл бүкіл Тоңазытқыш жүйесінің жұмысына әсер етеді: буландырғыштан шыққан кезде ауа температурасы өзгереді, компрессор тұтынатын ток мөлшері өзгереді, қысым қысымы өзгереді. ТРШ пульсациясы кезінде тоңазытқыш жүйесінің жұмысы жағымсыз.

Буландырғышқа салқындатқыштың берілуін реттеуге арналған дроссельдік құрылғылардың тағы бір түрі-электронды терморегуляциялық клапандар (сурет. 2.46).

Электрондық терморегуляциялық клапандарды температура мен қысым датчиктері арқылы клапанды ашуға және жабуға бұйрық беретін контроллер басқарады. Кернеу шарғыға қолданылады, зәкірі бар клапан жоғары қарай тартылады және ашылу орын алады. Шарғыларда кернеу болмаған кезде клапан жабық болады.

Импульстік электрондық клапандардың жұмысы соленоидты клапандар принципiне негiзделген. Мұндай электронды клапандар тек екі позицияда болуы мүмкін – толығымен ашық және толығымен жабық. Қызып кетуді реттеу пульсация арқылы жүреді, яғни.клапанның мерзімді ашылуы және жабылуы. Сондықтан электронды импульсті терморегуляциялық клапандарды бір буландырғыш жүйелерде орнату ұсынылмайды, себебі клапанды ашқан және жапқан кезде жүйеде қысым секіреді, бұл бірнеше буландырғыштары бар жүйелерде байқалмайды.



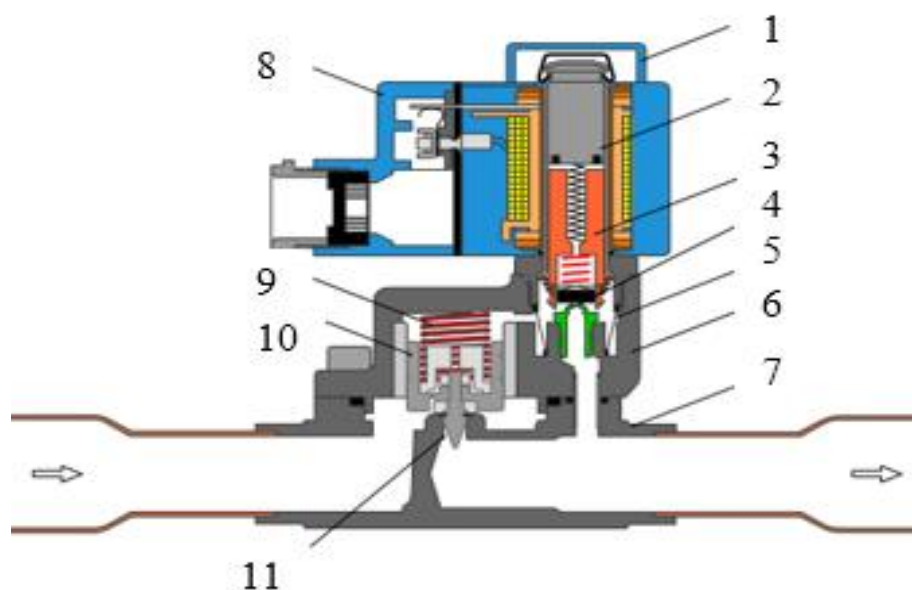
1-дроссельдік клапан қондырғысы; 2-кіріс құбыры; 3-шығыс құбыры; 4-шарғы; 5-клапан

2.46-сурет. Электрондық термореттегіш шұра (импульсті)

Тоңазытқыш қондырғы компрессорының электр қозғалтқышын түсіру үшін автоматтандыру схемасында іске қосу кезінде соленоидты шұрасы бар айналма желіні орнатуға болады. Іске қосу кезінде айналмалы желі іске қосылғаннан кейін 10-15 секундтан кейін соленоидты клапанмен жабылады, компрессор айналымдардың номиналды мәнін алады. Егер компрессордың айдау желісінде айналма жүйе болса, тексеру клапаны қажет. Осылайша, компрессорды іске қосу кезінде түсіру персоналдың көмегінсіз толығымен дербес жүзеге асырылады. Бұл жағдайда тексеру клапанын жабудың тығыздығын мезгіл-мезгіл тексеріп, жою қажет, себебі булану жүйесіне будың ағуы қауіпсіздікті азайтады және тоңазытқыш қондырғысының тиімділігін төмендетеді.

Үлкен электронды терморегуляциялық клапандарда ұшқыш клапан бар (сурет. 2.47), онда шарғы клапанның өзін ашпайды, тек клапанды ашу үшін

қысым түсетін қайта іске қосу арнасы. Бұл құрылым үлкен клапандарда кішкентай шарғыларды қолдануға мүмкіндік береді.



1-шарғының қақпағы; 2-якорьдің жоғарғы бөлігі; 3-якорь; 4-ұшқыш клапан; 5 – сүзгі; 6-корпустың жоғарғы бөлігі; 7-корпустың төменгі бөлігі; 8-негізгі өту; 9-серіппе; 10-клапан торабы

#### 2.47-сурет. 25...100 кВт суықтай өнімділіктегі электрондық импульстік шұралардың конструкциясы

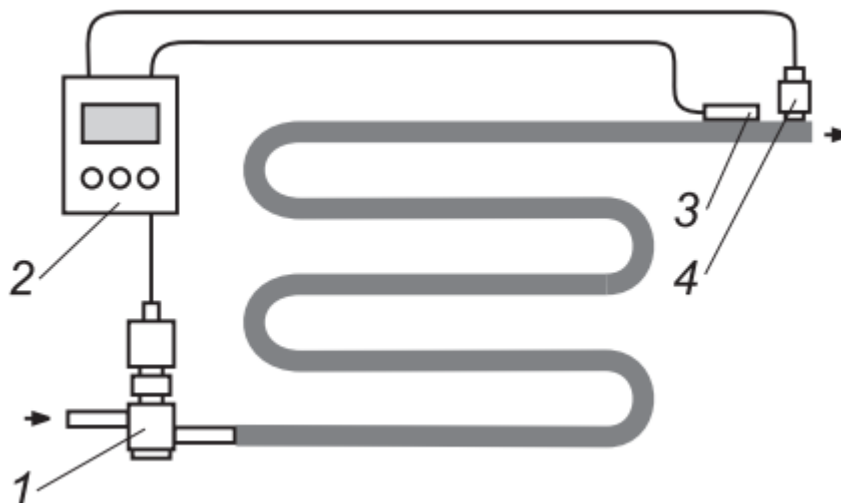
ЭЖК сенімді жұмыс істейді, олардың қалыпты жағдайда қызмет ету мерзімі 5-10 жыл.

Негізгі ақаулар:

- Клапан ашылмайды немесе толығымен ашылмайды: шарғыдағы қуаттың болмауы, оның дұрыс орнатылмауы, сенсорлардың дұрыс жұмыс істемеуі, клапан түйінінің зақымдалуы немесе оның ластануы;
- Жабу кезіндегі шу су соққысының пайда болуын, қысымның тым үлкен дифференциалын немесе сұйық құбырдағы салқындатқыштың жылдамдығын білдіреді.
- Шарғы қатты қызады немесе күйіп кетеді: кернеу проблемалары, дұрыс тамақтанбау, клапанның арматурасы кептеліп, шарғыларға ылғал түседі.

ЭЖК өзінің контроллеріне қосылады, оған буландырғыштан шыққан кезде орнатылған қысым мен бу температурасы датчиктерінен сигналдар түседі (сурет.2.48). Контроллер қайнау температурасы мен қысымын оқиды, қызып кетуді есептейді және HRV үшін белгілі бір ашылу деңгейіне сигнал береді.





1-ЭКК, 2-контроллер, 3 — температура сенсору, 4 – қысым датчигі,  
2.48-сурет. Электронды кеңейту клапанын орнату орны

Қажет болса, модификацияға байланысты контроллер басқа сенсорлардан, мысалы, ауа температурасы сенсоруынан деректерді оқи алады. Қазіргі заманғы ЭКК өнімділіктің кең диапазонында (10-нан 100% - ға дейін) және қысымның төмендеуіне қарамастан 3-5 К деңгейінде тұрақты қызып кетуді сақтауға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта ЭКК-нің екі түрі қолданылады: импульсті модуляциялау және қадамдық электр қозғалтқышы бар (сурет.2.49).



2.49- сурет.Қадамдық қозғалтқышы бар электронды кеңейту клапаны  
(Danfoss ETS 250 034g2602 моделі)

Қадамдық электр қозғалтқышы бар ЭКК жоғары сенімділікпен және реттеудің дәлдігімен, өнімділіктің кең жұмыс ауқымымен ерекшеленеді және оларды 1000 кВт-тан жоғары суық өнімділігі бар қондырғыларда, мысалы, салқындатқыштарда қолдануға болады.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Дроссельдік құрылғылар қандай түрлерге бөлінеді? Сипаттаңыз олардың.
2. ТРШ реттеу қалай жүзеге асырылады?
3. Ұшқыш клапаны бар электронды ТРШ несімен ерекшеленеді?
4. Жылу баллонын толтырудың қандай түрлері бар? Сипаттаңыз олардың.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Тоңазытқыш қондырғысын жөндеуге өтінім келіп түсті, онда дроссельдеу құрылғысы ретінде капиллярлық түтік пайдаланылады. Тоңазытқыш қондырғысының жұмысын бақылау тоңазытқыш қондырғы іске қосылғаннан кейінгі алғашқы минуттарда ол қалыпты жұмыс істейтінін көрсетті. Тоңазытқыш камерасында температура төмендейді. Алайда, камерадағы температура  $0^{\circ}\text{C}$ -қа жақын болған кезде, бірнеше минуттан кейін буландырғыштағы қысым айтарлықтай төмендей бастайды ( $-0,8$  барға жетеді). Бұл жағдайда тоңазытқыштағы температура көтеріле бастайды. Алайда, егер тоңазытқыш ұзақ уақытқа өшірілсе, ол іске қосылғаннан кейін қайтадан қалыпты жұмыс істей бастайды, бірақ біраз уақыттан кейін мәселе қайтадан пайда бола ма? Жүйенің мұндай әрекеті неге байланысты болуы мүмкін екенін қарастырыңыз. Тоңазытқыш қондырғысына салқындатқыштың жеткілікті мөлшері құйылғанын, компрессор жұмыс істейтінін есте сақтаңыз.

## 2.10 Тест

1. Тұрақты жылу жүктемесі бар шағын қуаттылықтағы тоңазытқыш қондырғыларында дроссельдеу құрылғысының қандай түрі орнатылады?

- а) капиллярлық түтік;
- б) ТРШ;
- в) ЭТРШ;
- г) ТРШ және ЭТРШ.

2. Орташа температуралы тоңазытқыш машиналар үшін ұсынылатын қызып кету мәні

- а) 0К;
- б) 3-7К;
- в) 7-10К;
- г) 8-12к.

3. ТРШ реттеу келесі жолдармен жүзеге асырылады ...

- а) бұранданы бұру.
- б) термобаллонды қайта құю.
- в) мембрананы ауыстыру.
- г) термобаллон жағдайының өзгеруі.

4. Электрондық импульстік ТРШ жүйелерде орнату ұсынылады ...

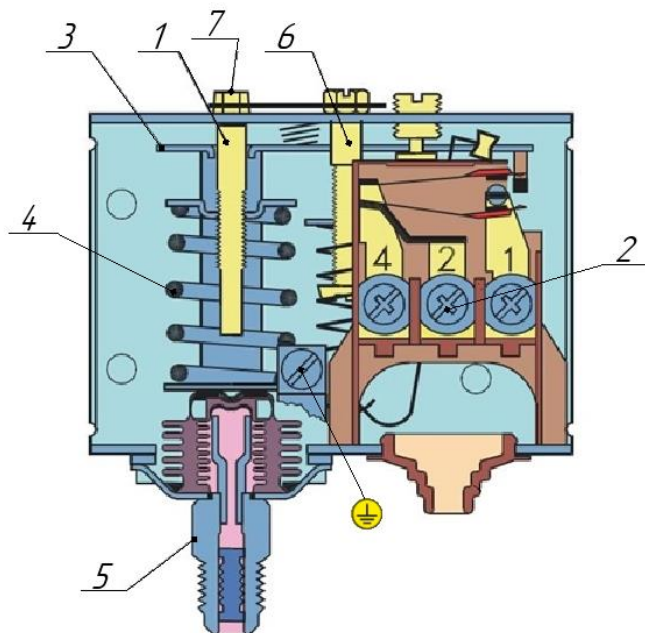
- а) үлкен қуаттар;
- б) шағын қуаттар;
- в) бірнеше буландырғыштармен;
- г) бір буландырғышпен.

5. Термобаллон ТРШ немен толтырылады?

- а) арнайы газбен;
- б) хм-мен бірдей суық агенті;
- в) азотпен;
- г) көмірқышқыл газы.

## 2.11 Автоматика аспаптары

Қысым қосқышы қысымға байланысты электр тізбегін жабуға және ашуға арналған құрылғы (сурет. 2.50).



1-қысымды реттеу бұрандасы; 2-терминалдар; 3-негізгі тұтқа; 4-серіппе және сиффон; 5-бұрандалы қосылыс; 6-қысым дифференциалының реттеу бұрандасы; 7-тоқтатқыш тілімше

2.50- сурет.Қысым қосқыш жобалау

Бақыланатын қысым реле сиффонына түтік арқылы жеткізіледі. Қысымның жоғарылауымен сиффон тілімшенің тұтқасына әсер етеді және байланыстардың механикалық ашылуы орын алады.

Тоңазытқыш қондырғыларында қысым релесін қолданудың негізгі мақсаты компрессорды шамадан тыс жоғары айдау қысымынан және төмен сору қысымынан қорғау болып табылады.

Төмен және жоғары қысымды релелерді ажыратыңыз. Екі блоктың құрылымы бар, бір корпуста екі типті реле, жалпы контактілер тобы бар.

Төмен қысымды реле қосылған қысым төмендеген кезде жұмыс істейді. Кері іске қосу (жабу) қысымның дифференциал мәніне жоғарылауымен жүреді. Төмен қысымды реле компрессордың қуат тізбегін ашады, егер сору қысымы осы компрессор моделі үшін рұқсат етілген диапазоннан асып кетсе немесе артық қысым 0,1...0,5 барға дейін төмендесе. Дифференциал әдетте 4 барға дейін орнатылады.

Жоғары қысымды реле орнатылған қысымнан жоғары қысыммен жұмыс істейді. Кері жабу қысымның дифференциалдық мәннен төмен төмендеуі кезінде пайда болады.

Қысымды белгілеу компрессордың осы моделі үшін (құжаттамаға сәйкес) жұмыс қысымының барынша рұқсат етілген шамасына сәйкес келуі

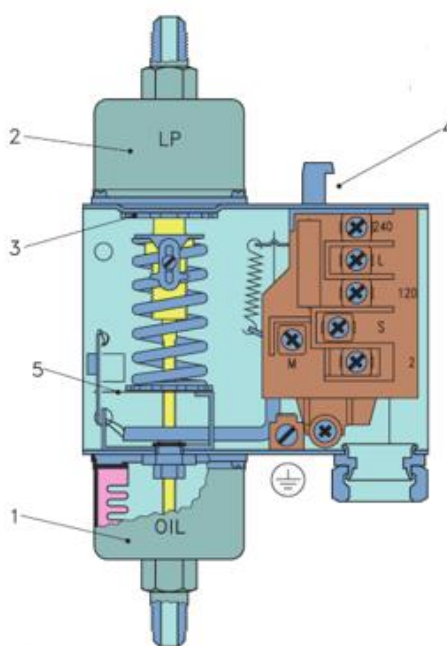
тиіс. Сондай-ақ қондырма тоназытқыш жүйесінің сақтандырғыш клапандарының іске қосылу қысымынан жоғары болмауы тиіс.

Қысым қосқышының тән ақаулары-контактілердің жануы және жабысуы, микро қосқыштың сынуы, қосылатын фитингтердің бітелуі, сальфондардың тұтастығының бұзылуы, құрылғының реттелуі, қосылатын түтіктердің тығыздығының бұзылуы, құрылғының серіппелері икемділікті жоғалтады.

Компрессордың майлау жүйесіндегі май қысымын бақылау үшін компрессордың қызмет ету мерзімін арттыру немесе жеткіліксіз майлаудың салдарынан оның бұзылуын болдырмау үшін майлауды бақылау релесі (RKS) қолданылады.

МБР (сурет. 2.51) егер май сорғысының шығысындағы май қысымы қалыпты майлауды қамтамасыз ету үшін жеткіліксіз болса және майдың жетіспеуіне байланысты компрессордың механикалық зақымдалуын болдырмаса, компрессорды өшіруге қызмет етеді.

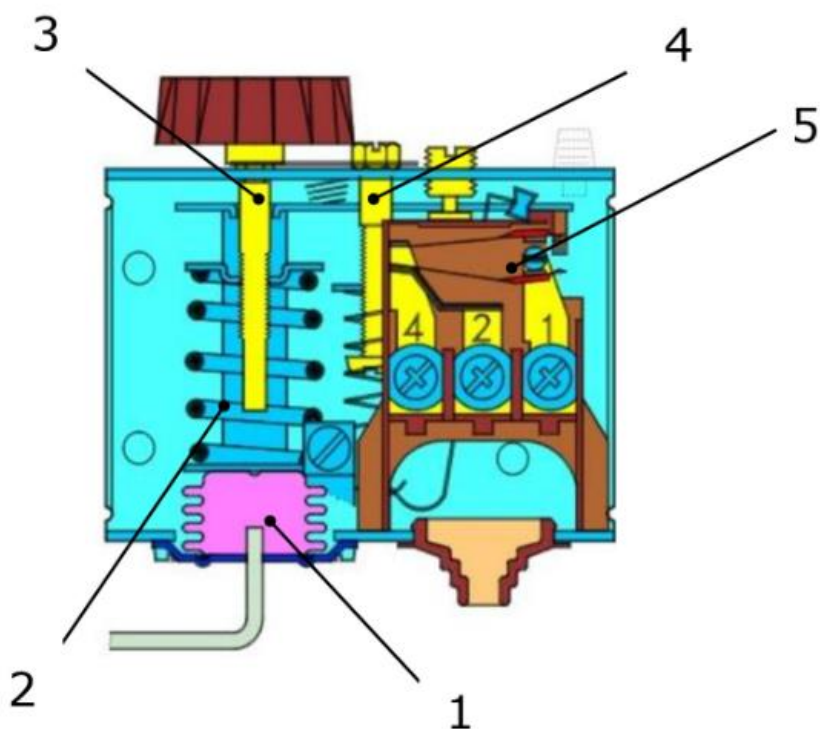
Көптеген ірі компрессорларда (10 кВт-тан бастап) МБР қосуға арналған арнайы розеткалар бар, біреуі компрессордың май сорғысының шығысына, екіншісі компрессордың иінді корпусына қосылады.



- 1-компрессордың майлау жүйесіне қосылған құбыр;  
2-компрессордың төмен қысымды жағына қосылған құбыр; 3-баптау дискісі; 4-қалпына келтіру түймесі; 5-механикалық жүйе

2.51-сурет. ӨҮК ішкі құрылысы

Температура мәндеріне сүйене отырып, электр тізбегін басқаруға арналған температура релесі. Манометрлік типтегі температура релесі бар (сурет.2.52) (температура өзгерген кезде газ қысымының өзгеру принципі) және электронды температура релесі. Температура релесі термореттегіш немесе термостат деп те аталады.



1-сильфон; 2-негізгі серіппе; 3-калибрлеуші бұранда; 4-бұранда реттеу дифференциал; 5-контактілер тобы

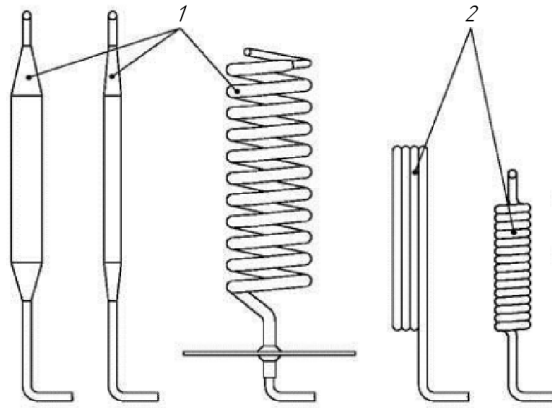
2.52- сурет. Температура релесі

Сильфонға әсер ететін толтырғыштың қысым күші негізгі серіппенің серпімді деформация күшімен теңестіріледі. Камерадағы температура жоғарылаған кезде жылу сезгіш жүйеде қысым жоғарылайды, сильфон қысылады және тұтқалар жүйесі арқылы байланыс жабылады. Камерадағы температура төмендеген кезде жылу сезгіш жүйедегі қысым азаяды және контактілер ашылады.

1 және 4 релелік контактілер әдетте жабық, температура релесі 1 және 2 контактілерін ауыстырып, 4 контактісін бұлдыратады.

ТРШ сияқты, температура релесі әртүрлі таңғыштарда болады: бу түрінде толтырғышпен және адсорбциялық толтырғышпен. Оларды мөлшері бойынша, үлкен адсорбциялық толтырғышы бар сенсорлармен ажыратуға болады (сурет.2.53).

Негізінен, температура релесі буландырғыш пен конденсатордың желдеткіштерін басқару үшін қолданылады. Конструкциясы бойынша манометрлік типтегі термореттегіштер қысым релесіне ұқсас, айырмашылығы Термореттегішті тоңазытқыш қондырғы контурына қосу талап етілмейді, себебі ол термореттегіш шұрадағыдай термобаллонмен жабдықталған.



1-адсорбциялық толтырғышпен; 2-бу толтырғышымен

2.53- сурет. Температура релелік датчиктер

Негізінен, температура релесі буландырғыш пен конденсатордың желдеткіштерін басқару үшін қолданылады. Конструкциясы бойынша манометрлік типтегі термореттегіштер қысым релесіне ұқсас, айырмашылығы термореттегішті тоңазытқыш қондырғы контурына қосу талап етілмейді, себебі ол термореттегіш шұрадағыдай термобаллонмен жабдықталған.

#### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Қысым қосқышының құрылымын сипаттаңыз.
2. Қандай қысым қосқыштары бар?
3. Параметр дегеніміз не, дифференциал дегеніміз не?
4. Майлауды басқару релесінің құрылымын сипаттаңыз, ол қалай жұмыс істейді?

#### Қосымша тапсырмалар

Тоңазытқыш қондырғысында төмен қысымды реле сынған. Сіз ауыстыру үшін жаңа қысым қосқышын сатып алдыңыз. Ескі төмен қысымды реле 1 бар артық қысым кезінде компрессорды өшіргені және 3 бар артық қысым кезінде кері қосылғаны белгілі. Бұл үшін:

1. Контактілердің жабылу қысымын анықтаңыз және оны реттеу бұрандасымен орнатыңыз;
2. Қысымның дифференциалын анықтаңыз және оны екінші реттегіш бұрандамен орнатыңыз.
3. Қысым қосқышын манометрлік коллектор арқылы азот цилиндріне қосыңыз.
4. Шардың клапанын сәл ашып, реленің кіреберісіндегі қысымның жоғарылауын бақылаңыз. Релелік контактілер 3 Бар қысымда жабылатынын анықтаңыз? Егер жоқ болса, қосымша түзету жасаңыз.
5. Әрі қарай, цилиндрдің клапанын жауып, қысым қосқышынан азотты баяу түсіре бастаңыз. Контактілер 1 Бар қысымда ашылатынына назар аударыңыз. Егер жоқ болса, қосымша дифференциалды орнатыңыз және 3-тармақтан бастап қайталаңыз.

## 2.11 Тест

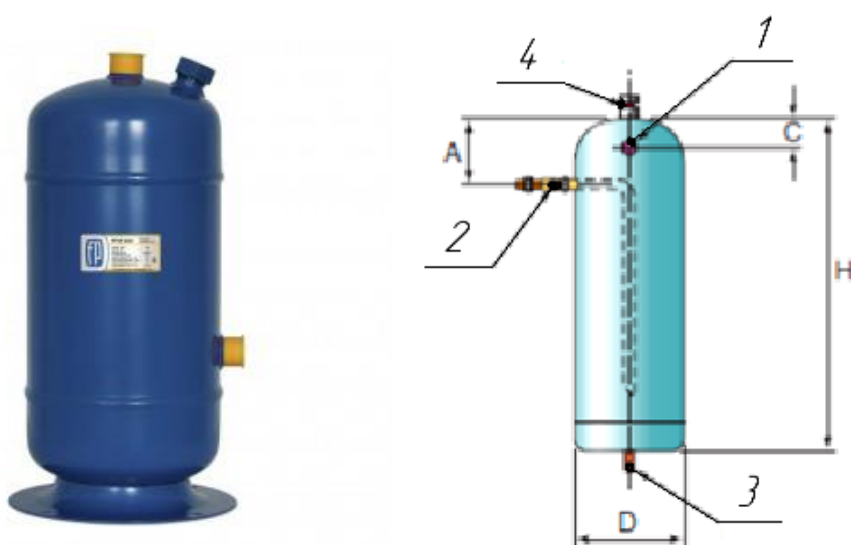
1. Салқындатылған заттың белгілі бір температурасын ұстап тұру үшін қандай автоматты құрылғы қолданылады?
  - а) төмен қысымды реле;
  - б) жоғары қысымды реле;
  - в) термостат;
  - г) ТРШ.
2. Жоғары қысымды реле орнатылған ...
  - а) компрессорды айдау желісінде;
  - б) компрессордың сору желісінде;
  - в) конденсаторда (сұйық желіде);
  - г)буландырғышта.
3. Термостаттар ...
  - а) тек манометрлік.
  - б) тек электронды.
  - в) электрондық және манометрлік.
  - г) жоғары, төмен қысым.
4. Реленің ашылу қысымы минус жабу қысымына тең болады...
  - а) қысымның ең төменгі рұқсат етілген шамасы;
  - б) дифференциал;
  - в) релелік қысым диапазоны;
  - г) қысымның ең жоғарғы мәні.
5. Майлауды басқару релесі ...
  - а) компрессордың майлау деңгейін тұрақты ұстап тұру;
  - б) артық майлаудың алдын алу үшін;
  - в) компрессорды майдың қызып кетуінен қорғау үшін;
  - г) майлау жеткіліксіз болған кезде компрессорды апаттан қорғау үшін.



## 2.12 Қосалқы жабдық

Сызықтық қабылдағыштар (сурет.2.54) - конденсатор мен дроссельдеу құрылғысы арасындағы суық агенті желісіне орнатылатын сыйымдылықтар. Қондырғының суық өнімділігі өзгерген кезде салқындатқыштың қажетті шығыны өзгереді. Суықтың өнімділігін тезірек арттыру үшін сұйық салқындатқыштың қоры болуы керек. Сондай-ақ, қабылдағыш контурдың тоқырауымен байланысты кез-келген жұмыс кезінде барлық салқындатқыштың жинағы ретінде қызмет етеді.

Сызықтық қабылдағыштардың сыйымдылығы толығымен толтырылмау үшін барлық салқындатқыштың массасынан 25-30% артық болуы керек. Жүйеде қабылдағыштың болуы жүйені салқындатқышпен толтырудың қажетті дәлдігін төмендетеді.

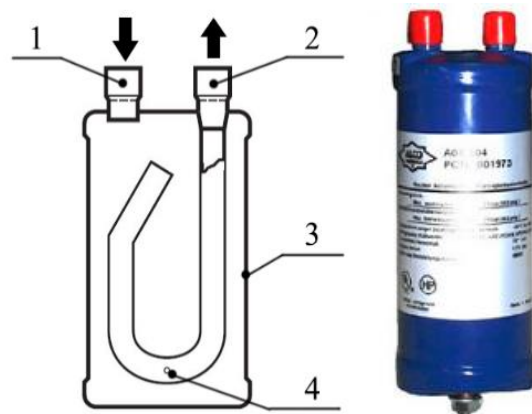


1-кіріс келте құбыры; 2-шығыс келте құбыры; 3-бекіту бұрандасы;  
4-қауіпсіздік клапаны

2.54- сурет. Сызықты қабылдағыш

Сұйық салқындатқышты бөлгіш (сұйық бөлгіш, сұйық қайнатқыш) - сұйық салқындатқыштың түсуінен қорғау үшін компрессордың алдына орнатылатын ыдыс. Сұйық бөлгіште қалған сұйық салқындатқыш қайнатылады.

Сұйық бөлгіш схемасы суретте көрсетілген. 2.55. Шығару түтігі көлемнің жоғарғы жағынан газ тәрізді салқындатқыш сорылатындай етіп орналастырылған. Құбырдың түбіндегі немесе ыдыстың түбіндегі кішкене тесік майды қайтаруға арналған.



1-кіріс келте құбыры; 2-шығыс келте құбыры; 3-корпус;  
4-майды қайтару үшін тесік

2.55-сурет. Сұйық суық агентті бөлгіш

Сұйықтықты бөлгіштің сыйымдылығы тоңазытқыш жүйесіне құйылатын салқындатқыш агент көлемінің 50% - на тең болуы тиіс. Сұйықтық бөлгіштің тиімділігін оны қосымша жылыту арқылы арттыруға болады. Қыздырғышты қамтитын сұйық бөлгіштердің бұл түрі бар.

Май бөлгіш (сур. 2.56) - тоңазытқыш контуры бойынша майдың айналымын шектеу қажет болған жағдайларда тоңазытқыш қондырғысына орнатылатын суық агенті ағынынан майды бөлуге арналған құрылғы.

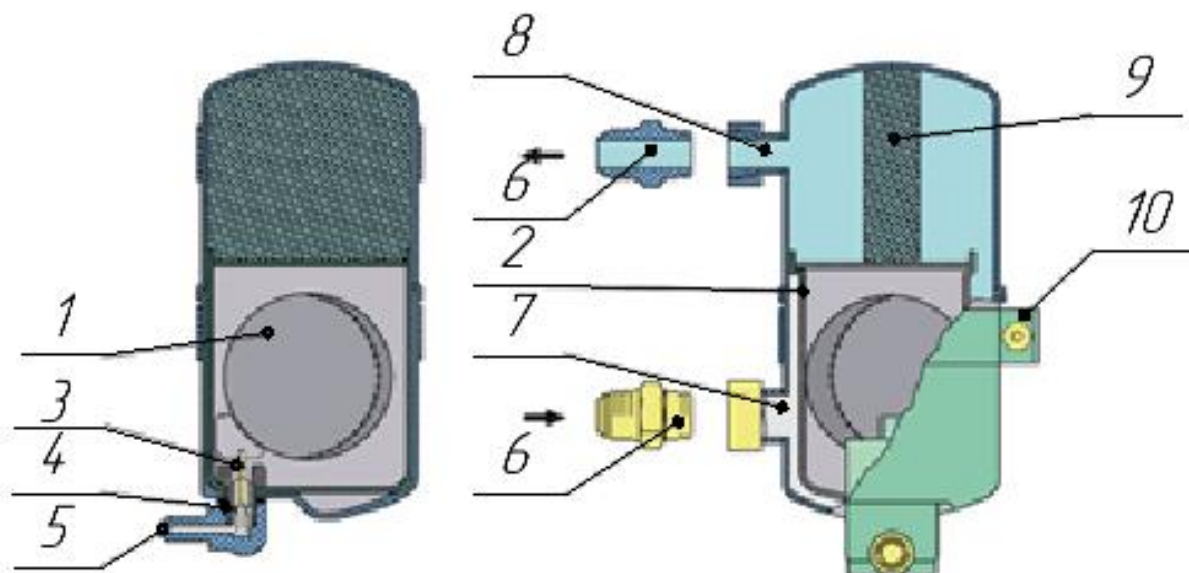
Маймен араластырылатын суық агенттерде жұмыс істеген кезде май бөлгіш компрессордан кейін бірден айдау келте құбырына орналастырылуы тиіс. Бұл жағдайда майдың бөлінуі оңай, себебі оның температурасы жоғары және құрамында салқындатқыштың ең аз мөлшері бар.

Әдетте май бөлгіш компрессорға 90...95% майды қайтара алады. Сондықтан, май бөлгіші бар жүйеде де салқындатқышты компрессор қартеріне қайтару шараларын қамтамасыз ету қажет.

Май бөлгішті пайдалану тоңазытқыш буландырғыштың маймен ластану дәрежесін төмендетеді. Майды қайтару қиын болатын су басқан типтегі буландырғыштары бар жүйелерде май бөлгіштерді пайдалану ұсынылады.

Егер компрессордағы май деңгейі сақталмаса және оны жиі толтыру қажет болса, бұл тоңазытқыш тізбегіндегі ақаулардан туындайды: май бөлгіш барлық майды ала алмайды немесе одан май қайтарылмайды.

Жұмыс режимінің тұрақсыздығы және май бөлгіште майды қайтару клапанының дамымауы, әдетте, ластанудың болуына байланысты, көбінесе тотыққан темір, оның бөлшектері қондырғының ішкі қабырғаларынан бөлініп, түбінде жиналады. Ақаулық қалқыманың дұрыс жұмыс істемеуінен (пункция кезінде) немесе механикалық жетектердің бітелуінен туындауы мүмкін, бұл ластанудың болуына байланысты болуы мүмкін. Сондықтан құрылғыны одан әрі тексеру үшін алып тастау керек және қажет болған жағдайда оны ауыстыру керек. Мұны істеу үшін алдымен компрессорды өшіріп, май бөлгіште орналасқан газды алып тастаңыз. Бөлшектеу кезінде құлаған ауаны шығаруға арналған вакуум вакуумдық сорғымен жасалады.



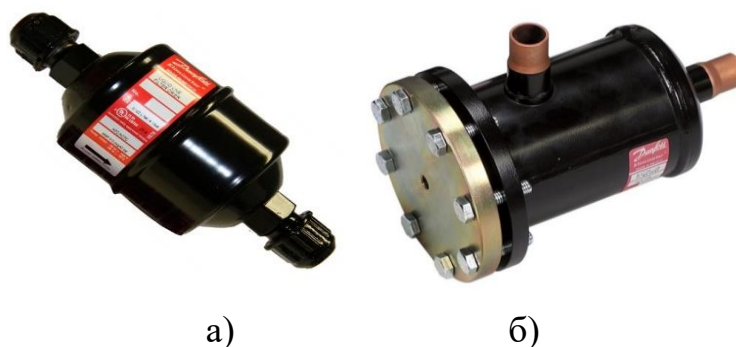
1-қалтқы; 2-май қайтарғыш; 3-тиек ине; 4-тесік; 5-май қайтару келте құбыры; 6-жалғағыш емізік; 7-кіріс жалғастық; 8-шығыс келте құбыры; 9-сүзгі; 10-май бөлгішті бекітуге арналған кронштейн

2.56- сурет. Май бөлгіш

Қатты бөлшектер мен ылғалды ұстап қалу үшін тоңазытқыш тізбегінде әдетте дроссельдеу құрылғысының алдында сүзгі-құрғатқыш орнатылады.

Құрғатқыш сүзгілер адсорбция принципінде жұмыс істейді, яғни химиялық процестің арқасында су буы губка тәрізді құрылымы бар және салмағы бойынша судың 15% - на дейін сақтай алатын адсорбциялық материалдың көптеген қуыстарында сақталады.

Шағын қуаттылықтағы қондырғыларда моноблокты бөлінбейтін сүзгілер қолданылады (сурет. 2.57, а), ал өнеркәсіптік қондырғыларда ауыстырылатын толтырғышы бар жиналмалы сүзгілер қолданылады (сурет. 2.57, б).



2.57-сурет. Сүзгіштер-кептіргіштер: а) ажыратылмайтын; б) ауыстырмалы гильзамен

Сүзгілердің өзектері мынадай материалдардан жасалады:

- 1) молекулалық «елек» түріндегі материал;
- 2) силикон гелі (ылғалды сіңіру үшін);

3) белсендірілген алюминий тотығы және полиэфирлі тор.

Егер өртенген компрессор өзгерсе, онда қысқа уақытқа арнайы қышқылға қарсы сүзгілер орнатылады, содан кейін оларды алып тастайды.

Сүзгі-кептіргішті жүйенің тоңазытқыш контурын ашқан сайын ауыстыру қажет.

2.6-кестеде тоңазытқыш қондырғысын ұзақ қалыпты пайдалану мүмкін болатын ылғалдың рұқсат етілген құрамының мәндері келтірілген (1 ppm = 0.0001%).

2.6-кесте-әртүрлі суық агенттермен жұмыс істеу кезінде ылғалдың рұқсат етілген мөлшері

Тоңазытқыш агент	Ылғал мөлшері (ppm су)	Жегіденің басталуы (ppm су)
R-12	<15	15
R-22, R-500	<25	120
R-502	<5	15
HFC (барлығы)	<50	50

Сүзгі-кептіргіші тоңазытқыш агентінің болмауына байланысты қызып кетуі мүмкін және контурға бұрын ұсталған ылғалдың бір бөлігін шығарады.

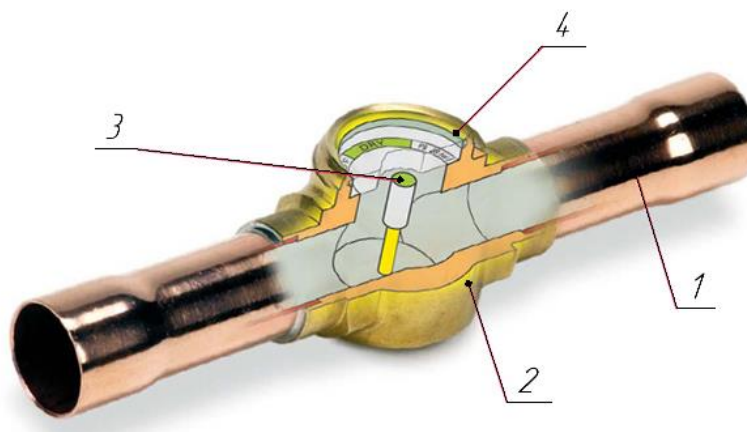
Сүзгі-кептіргіште қысымның төмендеуін өлшеу арқылы сүзгінің тазалық дәрежесі анықталады.

**Сүзгі-кептіргіште қысымның жоғалуы аспауы тиіс:**

- ауа баптау жүйелерінде: 0,50 бар;
- тоңазытқыш қондырғыларында: 0,25 бар;
- мұздатқыш қондырғыларда: 0,15 бар.

Индикаторлық көру әйнегі (сурет. 2.58) Тоңазытқыш машинаның конденсаторын толтыру және контурдағы ылғал индикаторы ретінде қызмет етеді. Конденсатордан кейін сұйық сызыққа орнатылады. Индикатор контурда ылғал болған кезде түсін өзгертеді. Әдетте әйнекте "Wet – дымқыл, Dry – құрғақ" деген түрлі-түсті жазулар болады, индикатор жазудың түсіне байланысты түсін өзгертеді, мысалы, "Wet" деген сары түсті жазудың сары түсі, контурда ылғал болған жағдайда, индикатор сары болады. Егер суық агентінің ылғалдылығы 30 ppm-ден аспаса және ылғалдылығы 150 ppm-ден асатын болса, қарау әйнегінің индикаторы жасыл болады. Егер ылғалдылық 30-дан 150 ppm-ге дейін болса, индикатор сары-жасыл болады.

Әр түрлі өндірушілер түрлі түсті белгілерді қолданады және ылғалдың қандай түске сәйкес келетінін және қайсысы сәйкес келмейтінін жазады, көбінесе жазулардың жанында әйнек моделі мен өндірушісі және максималды қысым көрсетілген. Көбінесе жасыл-сары және көк-қызғылт индикациясы бар көзілдіріктер бар.



1-дәнекерлеуге арналған жалғастық; 2-шыныға арналған бұрандасы бар корпус; 3-индикатор;  
4-бұрандалы тығыздағыш  
2.58- сурет. Қарау әйнегі

Ылғалдылық индикаторы оның түсін өте баяу өзгертетінін есте ұстаған жөн. Сондықтан, салқындатқышта ылғал болмаса да, индикатор ылғалдың болуын көрсететін түсті сақтай алады. Сондай-ақ, кейбір жағдайларда ылғалдылық индикаторы оның түсін мүлдем қалпына келтірмеуі мүмкін. Бұл жағдайда оны ауыстыру қажет болады.

Тоңазытқыш компрессорын іске қосқан кезде қарау әйнегінде көпіршіктердің пайда болуы қалыпты жағдай, бірақ егер олар қондырғының қалыпты жұмыс режимінде пайда болса, бұл екі факторға байланысты болуы мүмкін:

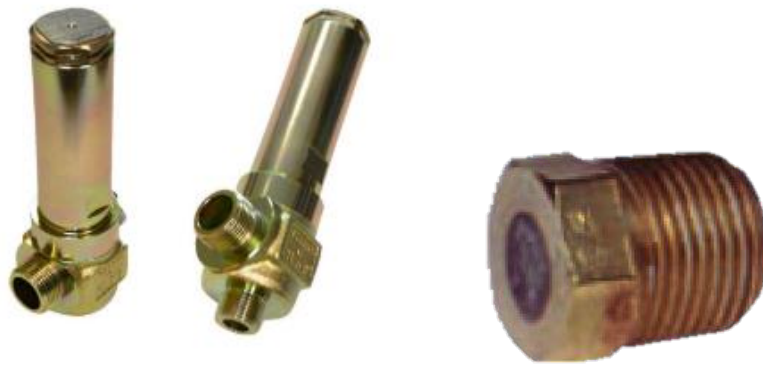
- Контурдағы суық агентінің жеткіліксіз мөлшері;
- Құрғатқыш сүзгінің ішінара бітелуі.

Көру әйнегін дәнекерлеу кезінде оны жақсы салқындату үшін дымқыл шүберекке орау керек. Сондай-ақ, қыздырғыштың жалынын оның бағытына бағыттауға болмайды.

Қауіпсіздік клапаны-бұл ақаулық болған жағдайда тоңазытқыш қондырғысындағы авариялық қысымды төмендетуге арналған құрылғы (сурет. 2.59).

Көптеген тоңазытқыш жүйелерінде қабылдағышта немесе сумен салқындатылған конденсаторда кем дегенде бір қауіпсіздік клапаны немесе сақтандырғыш балқытқыш бар.

2 кг-ға дейін салқындатқыш агентті толтыру көлемі бар шағын тоңазытқыш жүйелерінде қысымды авариялық төмендету үшін қауіпсіздік клапандарының орнына балқыту штепсельдері қолданылады (сурет. 2.59, б). Ол максималды қысымға сәйкес келетін температурада еритін қорытпамен толтырылған бұрғыланған саңылауы бар штепсельден тұрады.



а)

б)

2.59-сурет. Қауіпсіздік клапандары: а) Danfoss SFA 15 t 210 қауіпсіздік клапаны; б) балқыту штепселі (ITE FPA моделі)

Бұл ретте сақтандыру клапаны ресиверге тікелей жақын орналасуы тиіс. Егер қауіпсіздік клапаны қабылдағышқа қосылған ұзын құбырдың соңында орналасса, салқындатқыш құбыр арқылы қозғалғанда қысымның жоғалуына байланысты клапан дұрыс жұмыс істемеуі мүмкін.

Тексеру клапандары-салқындатқыштың тек бір бағытта өтуін қамтамасыз ететін құрылғылар (сурет. 2.60). Тексеру клапандары, әдетте, сұйық салқындатқыштың кері бағытта ағып кетуіне жол бермеу үшін компрессордың шығысында орнатылады, себебі бұл жағдай суық ауа райында мүмкін және ұзақ тоқтағаннан кейін іске қосылған кезде компрессордың су соғу қаупі бар.

Сондай-ақ, кері клапандар компрессордың шығуында, әртүрлі мақсаттағы айналма құбырларда, бірнеше буландырғыштары бар жүйенің буландырғыштарынан шығуда орнатылады.



а)

б)

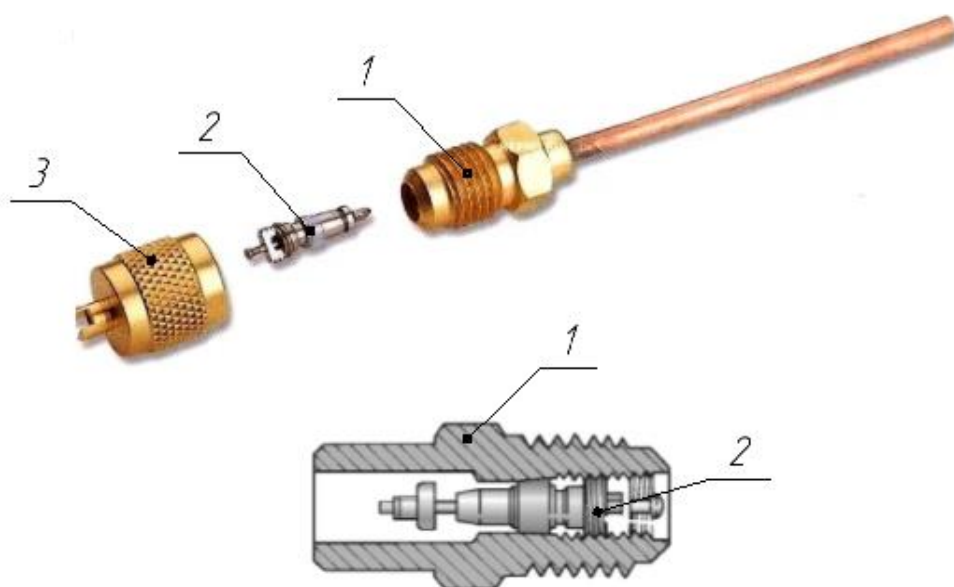
2.60-сурет. Тексеру клапаны: а) тура ағынды; б) бұрыштық

Клапандарды орнатқан кезде клапанды салқындатқыш бағытта дұрыс бағыттау маңызды. Істің өзінде ағынның бағыты көрсеткі арқылы көрсетіледі.

Шредер клапаны немесе алтын клапаны тоңазытқыш қондырғыларында қызмет көрсету порты ретінде, манометрлердің немесе вакуумдық сорғылардың шлангтарын қосу үшін немесе тоңазытқыш агентімен толтыру кезінде қолданылады (сурет. 2.61). Алайда, Шредер клапанының құлыптау элементі үлкен гидравликалық кедергіге ие, сондықтан тізбекті вакуумдау немесе ол арқылы салқындатқышты толтыру төмен жылдамдықпен жүреді.

Клапан шлангтың сомыны оған бекітілгенге дейін жабық күйде қалады, ол арнайы дебаспақоры бар, ол орталық өзекті басып, клапанды ашады.

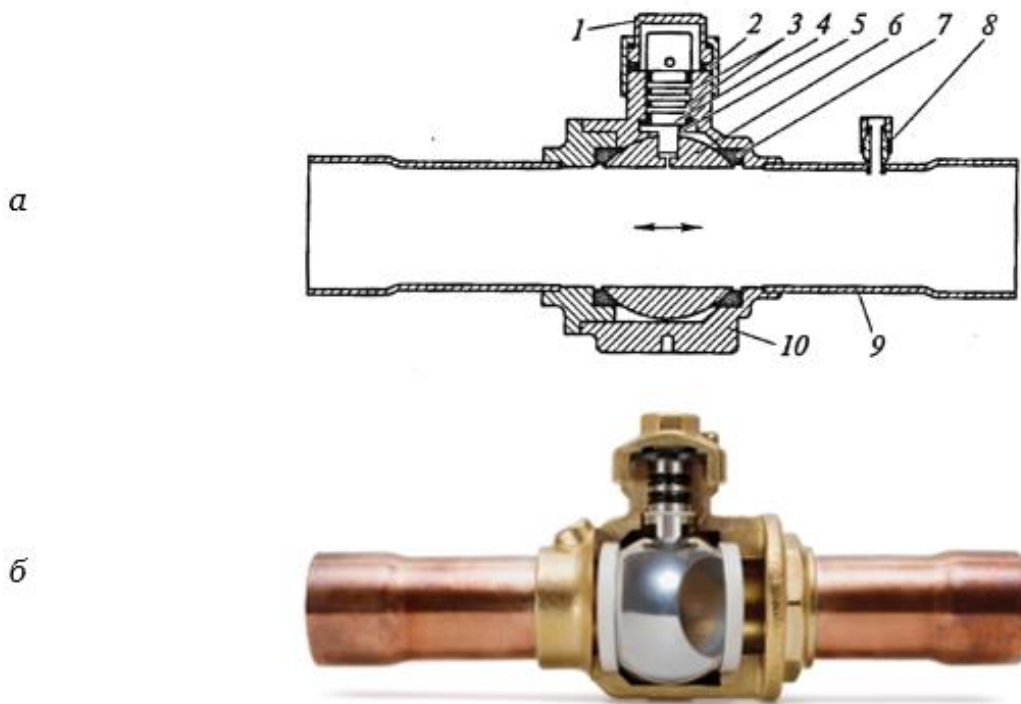
Шредер клапаны уақыт өте келе тығыздығын жоғалту қасиетіне ие, сондықтан клапанның қорғаныш қақпағын (қақпағын) қатайтқан жөн. Сондай-ақ, құлыптау элементі бұралып, қажет болған жағдайда ауыстырылуы мүмкін.



1-клапан корпусы; 2-құлыптау элементі (өзек); 3-қақпақ  
2.61- сурет. Шредер клапан (дәнекерлеу астында)

Шар краны (сурет.2.62) - бекіту (реттеу) элементі сфералық нысаны бар құбыр арматурасының түрі. Тоңазытқыш техникасында бұрандалы қосылыстармен және мыс жағылған құбырлармен дәнекерлеуге арналған нұсқалар бар.

Тоңазытқыш машиналардың шарлы крандары айналдырықді жабатын бұрандалы қалпақшалармен жабдықталады. Шар қақпағының фторопластикалық тығыздағышы арқылы салқындатқыштың ағып кету мүмкіндігін болдырмау үшін қақпақты бұрап алу керек.



1-қақпақ; 2-төсеу; 3-тығыздағыш сақина; 4-айналдырық; 5-шайба; 6-хромдалған шар; 7-қону әйнегі; 8-қысымды өлшеуге арналған фитинг; 9-Құбыр; 10-клапан корпусы  
2.62-сурет. Шарлы кран: а-сызба; б – қимадағы көрініс

Шарлы кранды дәнекерлеу кезінде кранның нығыздағыш элементтерін қызып кетуден қорғау мақсатында оның корпусын дымқыл шүберекпен салқындату керек. Дәнекерлеу кезінде шар краны ашық болуы керек. Құрамында 5% немесе одан көп күміс бар күміс дәнекерлеушіні пайдалану ұсынылады.

Тілімше немесе ине түрінде жасалған жапқыш бұрандалы жұптың көмегімен қозғалатын клапан шұра деп аталады.

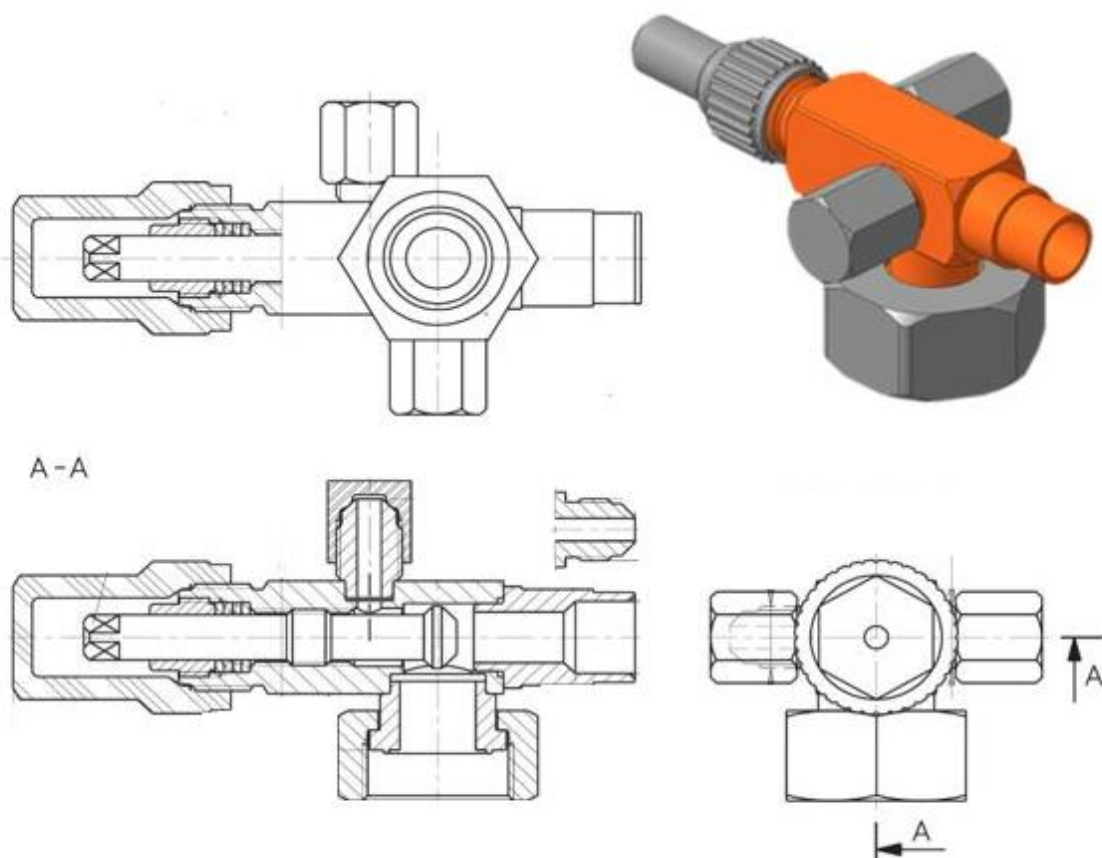
Rotalock типті шұралар көбінесе компрессорлар мен ресиверлерге орнатылады. Осы типтегі клапанның құрылымы 2.63 суретте көрсетілген.

Мұндай кранның басты ерекшелігі-оның манометрлік коллекторды немесе манометрлерді қосуға арналған екі құбыры бар, олардың біреуі негізгі өту толығымен ашық болған кезде толығымен жабық, ал екінші құбыр толығымен ашық.

Шредер клапандары саптамаларға орнатылмағанына назар аударыңыз. Сондықтан, бұл құбырлар салқындатқыштың қозғалысына үлкен қарсылық тудырмайды.

Әдетте олар компрессорлар мен қабылдағыштардың құбырларына орнатылады.



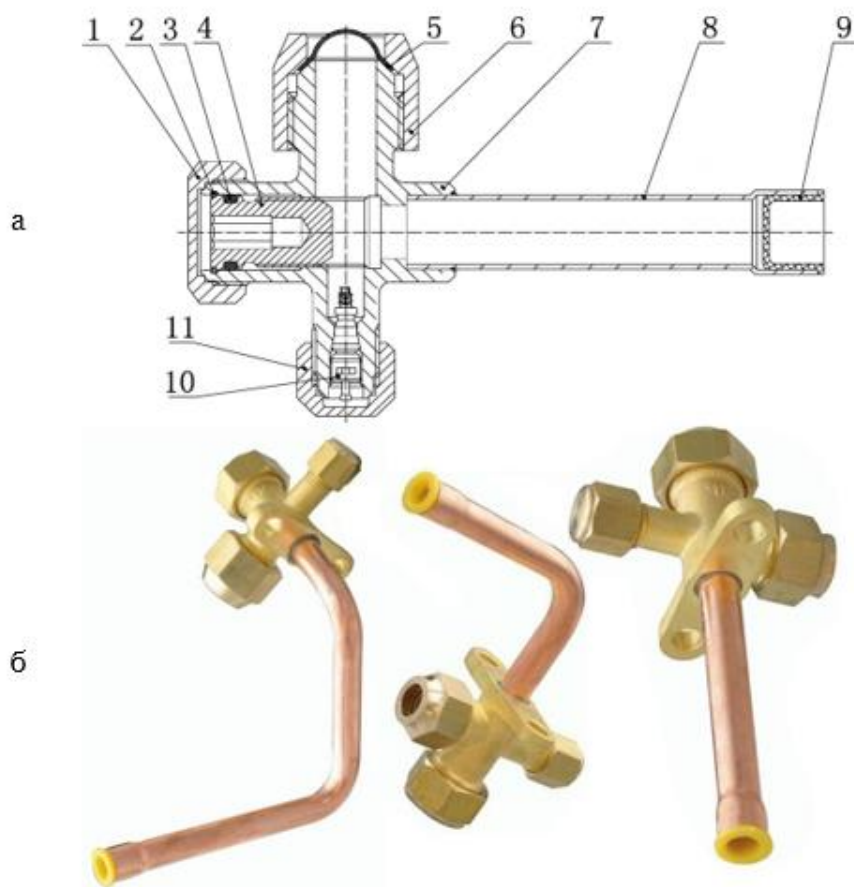


2.63- сурет. Rotalock типті кран құрылғысы

Сплит жүйелерінің сыртқы блогының корпусына екі және үш жақты клапандар орнатылады (2.64 суретті қараңыз), бұл блоктың ішкі көлемін байланыстырушы құбырлардың ішкі көлемінен оқшаулауға мүмкіндік береді. Мұндай желдеткіштерде құлыптау элементі сплит жүйесінің сыртқы блогының ішкі көлеміне қосылған 8 құбырын жаба алады.

Үш жақты клапан мен екі жақты клапанның басты айырмашылығы - клапанның корпусында Шредердің болмауы. Оларды қызмет клапандары немесе кондиционер шүмегі деп те атайды. Сондай-ақ, кері цикл немесе кері цикл (жылу сорғы) деп аталатын тізбектегі салқындатқыш ағынының бағытын өзгертуге арналған 4 жұмыс істейтін клапан бар.

Үш жүрісті сервистік клапандардың көмегімен суық агентімен қосымша құю кезінде контурдағы суық агенті қысымын бақылауға болады.



1-қақпақ; 2-құлыптау сақинасы; 3-тығыздау сақинасы; 4-құлыптау элементі; 5, 9-штепсель; 6-сомын; 7-клапан корпусы; 8-мыс құбыр;

10-Шредер клапаны; 11-қақпақ

2.64 – сурет. Кондиционердің үш жақты шұрасы: а-сызба; б-сыртқы түрі

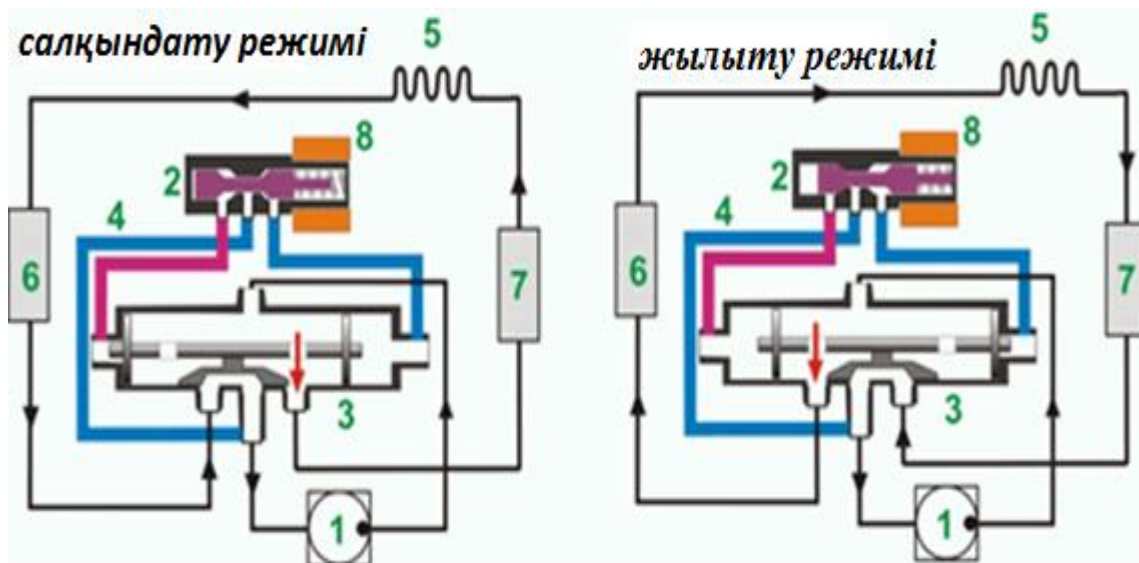
Төрт жақты (кері) клапан (сурет.2.65) салқындату режимі де, жылыту режимі де бар кондиционерлерде қолданылады және осы режимдер арасында ауыстырып қосу (циклді реверсиялау) үшін қызмет етеді.



2.65- сурет.Өрт жақты клапанның пайда болуы

Салқындату режимінде соленоид орамасы қуатсыз және басқару клапаны клапан піспегінің сол қуысын компрессордың алдындағы сору сызығымен байланыстырады. Піспек солға қарай жылжиды және

компрессордың шығысын сыртқы блоктың жылу алмастырғышымен, кіріске ішкі блоктың жылу алмастырғышымен байланыстырады (сурет.2.66).



1-компрессор, 2-басқару клапаны, 3-піспек, 4-ауыспалы капиллярлық түтік, 5-капиллярлық түтік, 6-ішкі кондиционер, 7-сыртқы кондиционер, 8-төрт жақты клапанды орау

2.66- сурет.Төрт жақты клапанның жұмыс принципі

Жылыту режимінде қуат соленоид орамасына беріледі және басқару клапаны піспектің оң қуысын компрессордың алдындағы сору сызығымен байланыстырады. Піспек оңға қарай жылжиды және компрессордың шығысын ішкі блоктың жылу алмастырғышымен, ал кіріс сыртқы блоктың жылу алмастырғышымен байланыстырады.

Кондиционердің жұмыс режимі кенеттен ауысқан кезде (салқындатудан жылытуға және керісінше) конденсатордан компрессорға сұйықтықтың түсуіне жол бермеу үшін компрессордың алдында сұйықтық бөлгіш орнатылуы керек.

Төрт жақты клапандарды пайдалану кезіндегі проблемалардың бірі оның аралық күйде кептеліп қалуы мүмкін. Мұндай кептелу кездейсоқ болуы мүмкін. Негізгі клапан ішінде еркін қозғала алатындықтан, ол соққылар мен дірілдер нәтижесінде (мысалы, тасымалдау кезінде) аралық позицияға ауыса алады. Егер клапан әлі орнатылмаған болса, төменгі үш тесік арқылы ішке қарап, клапанның ішіндегі клапанның орнын тексеру қажет.

Сондай-ақ, клапан оған кез-келген кір кірген кезде кептеліп қалуы мүмкін екенін ескеру қажет. Сондықтан төрт жақты клапаны бар машинаның тоңазытқыш тізбегі мүлдем таза болуы керек.

Сорғылар-аралық салқындатқышы бар тоңазытқыш жүйелерінде, мысалы, айналым сорғысы бар салқындатқыштарда кездеседі (сурет.2.67) буландырғыш арқылы сұйықтықтың қозғалысын қамтамасыз етеді және тұтынушыларға салқындатылған сұйықтықты жеткізеді.



2.67- сурет. Айналмалы сорғы (орталықтан тепкіш)

### Сорғылар жіктеледі:

Жұмыс органының іс-әрекеті мен құрылымы принципі бойынша:

- 1) орталықтан тепкіш қалақты сорғылар;
- 2) орталықтан тепкіш диск сорғылары;
- 3) орталықтан тепкіш өздігінен соратын (сұйық-сақиналы) сорғылар;
- 4) айналмалы сорғылар;
- 5) тісті (ішкі және сыртқы ілмегі бар) сорғылар;
- 6) бұрандалы сорғылар;
- 7) камера сорғылары;
- 8) мембраналық сорғылар;
- 9) тығынжыл және піспекті сорғылар.

Сондай-ақ, сорғылар сыртқы жетегі бар немесе корпустың ішінде электр қозғалтқышы бар, әдетте, шағын қуатты сорғылар ықшам корпустың ішіндегі барлық элементтерді орналастырады. Сорғылар туралы қосымша ақпаратты арнайы әдебиеттерден қараңыз [7].

Ең көп таралған орталықтан тепкіш сорғылар. Олар аз тұтқыр сұйықтықтарды жақсы сорады. Олардың әрекет ету принципі сұйықтыққа орталықтан тепкіш әсер ету күшін құруға негізделген.

Сорғыны таңдау оның негізгі параметрлері бойынша жүзеге асырылады, мысалы:

1. Көлемдік немесе массалық Шығыс ( $m^3 / сағ$ ,  $кг / с$ );
2. Жасалған қысым немесе қысым ( $Па$ ,  $м$ );
3. Қосу өлшемдері (қосылатын келте құбырлардың диаметрі);

Сондай-ақ, сорғының сорылатын сұйықтықпен үйлесімділігін (жегідеге төзімділік және тұтқырлық) ескерген жөн. Сонымен, тұтқыр сұйықтықтар

үшін, мысалы, құрамында көп мөлшерде тұз бар су ерітіндісі үшін редуктор сорғыларын қолдану қажет.

Салқындату жүйелерінің сорғылары үшін температураның жұмыс режимі маңызды параметр болып табылады. Егер сіз  $-10...-15^{\circ}\text{C}$  температурасы бар пропиленгликольді пайдалануыңыз керек болса, онда сіз осы температура мен сұйықтық үшін тиісті сорғыны таңдауыңыз керек.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Ресивер не үшін қажет, ол қандай көлемде болуы керек?
2. Компрессордың кіреберісіндегі сұйықтық бөлгіш не үшін қажет?
3. Кептіргіш сүзгі не үшін қажет, оны қандай жағдайларда ауыстыру қажет?
4. Индикаторлық көзілдірікті орнату туралы айтып беріңіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. R134a салқындатқышының көлемі 300 г болатын тоңазытқыш үшін қабылдағыштың қажетті көлемін анықтаңыз. Каталогтар бойынша өндірушілер арасында ресиверді таңдаңыз. Осындай мөлшердегі тоңазытқыш үшін ресивер қажет пе? Егер жоқ болса, себебін түсіндіріңіз.
2. Қажетті параметрлерге сүйене отырып, салқындату жүйесі үшін сорғы моделін таңдаңыз (пропиленгликоль,  $-5^{\circ}\text{C}$ ): максималды қысым 40 м, өнімділігі 7,5 м<sup>3</sup>/сағ. Келте құбырлардың диаметрлері 1".

## **2.12 Тест**

1. Сервистік жұмыстарды жүргізу, манометрлерді тоңазытқыш қондырғысына қосу үшін мыналар қолданылады ...

- а) балқитын тығын;
- б) тексеру клапаны;
- в) шарлы кран;
- г) Шредер клапаны.

2. Тоңазытқыш қондырғысында ол істен шыққан жағдайда қысымды авариялық төмендетуге арналған құрылғы ...

- а) кері клапан;
- б) қауіпсіздік клапаны;
- в) Шредер клапаны;
- г) шар клапаны.

3. Кептіргіш сүзгі қай жерде орнатылады?

- а) дроссельдеу құрылғысының алдында.
- б) дроссельдеу құрылғысынан кейін.
- в) конденсатордан кейін.
- г) сұйық қабылдағыштың алдында.

4. Сұйықтық бөлгіш көлем болуы керек...

- а) жүйедегі барлық суық агентінің кемінде 50% - ы;
- б) жүйеде барлық суық агентінің кемінде 80% ;

- в) ең көп суық агенті саны;
- г) компрессордың ішкі көлемінен көбірек.

5. СЫЗЫҚТЫҚ қабылдағыш не үшін қызмет етеді?

- а) Тоңазытқыш агентті жинау үшін.
- б) Конденсатордың бетін сұйықтықтан босату, реттеу клапанына біркелкі ағын жасау және тоңазытқыш машинаның қалыпты жұмыс істеуі үшін тоңазытқыш агентінің қорын құру.
- в) Батарейаны еріту немесе жөндеу кезінде сұйық тоңазытқыш агентті уақытша ағызу үшін.
- г) Сұйық бөлгіштерден буланбаған сұйықтықты ағызу үшін.

### **Қысқаша қорытынды**

Бұл бөлімде тоңазытқыш қондырғыларының көптеген элементтері, олардың жіктелуі, құрылым ерекшеліктері және негізгі ақаулары сипатталған. Бұл ақпарат студенттерге тоңазытқыш қондырғысының қандай компоненттері және олардың түрлері туралы толық түсінік алуға көмектесуі керек. Алайда, нақты жабдықпен жұмыс істеу кезінде қолда бар жабдықтың техникалық құжаттамасымен жұмыс істеу, белгілі бір жабдықты жөндеу және оған қызмет көрсету жөніндегі зауыттық нұсқауларды орындау өте маңызды.

### **Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі**

1. Бриганти А. Руководство по техническому обслуживанию холодильных установок и установок для кондиционирования воздуха: Перевод с итальянского/ Под редакцией Гальперина А. Д. – Евроклимат, 2004.
2. Быков А.В., Бежанишвили Э.М., Калнинь И.М. и др.; Холодильные компрессоры под ред. А. В. Быкова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1992. – 304 с.
3. Кэйс В.М., Лондон А.Л. Компактные теплообменники. М.: Энергия, 2007.
4. Доссат Р., Хоран Т. Основы холодильной техники. – М.: Техносфера, 2008. – 824 с.
5. Программа выполнения расчетов и подбора компонентов холодильных машин «Coolselector®2», ссылка на программу: <https://www.danfoss.com/ru-ru/service-and-support/downloads/dcs/coolselector-2/#tab-overview>.
6. Программа подбора продуктов компании Bitzer. Ссылка на программу «Bitzer software»: <https://www.bitzer.de/websoftware/Default.aspx>.
7. Тихоненков Б.П. Насосы и насосные станции. Учебное пособие, 1-ая часть. М.: Изд-во «Альтаир» МГАВТ, 2005. – 296 с.

### **Сурет авторлары мен иелері**

1. ТОО «Тениз» Школа холода, автоматики и электроники (рис.2.1, рис.2.2, рис.2.3);
2. Поршневые компрессоры. Техника безопасности. Ремонт. (рис.2.4) – <https://teplo-faq.net/issledovanie-nastennyx-kotlov/54-split-sistemy/2309-porshnevye-kompressory-tekhnika-bezopasnosti-remont>;
3. Компания Bitzer (Германия). (рис.2.6) – <http://bitzer.ru/> ;
4. Холодильные компрессоры Copeland (рис.2.18) – <http://www.copeland.com.ua/scroll-tandem-units.html>;
5. The Story of Pumps - 2 .(рис.2.15) – <http://www.techstorybook.com/by-discipline/mechanical>;
6. Güntner GmbH & Co. KG (рис.2.33) – <https://www.guentner.eu/>;
7. ПТК Вентлюкс (рис.2.42) – [https://ventlux.ru/image/trv\\_shema.jpg](https://ventlux.ru/image/trv_shema.jpg);
8. AM energy ремонт холодильного оборудования, сайт. (рис.2.39) – <https://amenergy.ru/uploads/s/d/j/x/djxsef62tq8n/img/autocrop/bcb064673468cb51e668659790086a34.png>;
9. Henry Technologies;
10. Fabryka Automatyki „FACH” Spółka Akcyjna;
11. Espa Soğutma Elemanları San. ve Tic. Ltd.

### **3 -БӨЛІМ. ТОҢАЗЫТҚЫШ ЖАБДЫҚТАР МЕН ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫ ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ**

#### **Оқу мақсаттары**

Бөлімден өткеннен кейін білім алушылар:

1. Тоңазытқыш қондырғыларының жалпы ақауларын анықтайды.
2. Белгілі бір ақауларды анықтау үшін қандай өлшеулер жүргізу керектігін түсінеді.
3. Жабдықтарды пайдалану кезінде тоңазытқыш қондырғыларын күту бойынша негізгі ережелерді қолдайды.
4. Ағып кетуді, жанармай құюды, қысуды іздеңіз және оған қажетті құралды біледі.
5. Дәнекерлеу туралы, дәнекерлеудің түрлері туралы, қажетті дайындық операциялары, тоңазытқыш контурын дәнекерлеу және дәнекерлеу кезіндегі қауіпсіздік шаралары туралы түсінікке ие болады.

#### **Қажетті оқу материалдары:**

1. Тоңазытқыш техникасы бойынша бейнедәрістер кешені, "Холод-Клуб" YouTube арнасында вебинарларды еркін қол жеткізуге болады;
2. Суық агентті құюды және эвакуациялауды жаттықтыруға арналған оқу стенді.
3. "Жылу ағыны 3.0" есептеу бағдарламасы, еркін қол жетімді.

#### **Алдын ала талаптар:**

Осы бөліммен жұмыс жасамас бұрын студенттер "Тоңазытқыш техникасының теориялық негіздері" және "Тоңазытқыш машиналар және олардың ақаулары туралы жалпы ақпарат" алдыңғы бөлімдерін оқып шығуы керек.

#### **Кіріспе**

Бұл бөлімде техникалық қызмет көрсетудің басты мақсаттары келтіріледі, пайдалану кезінде тоңазытқыш жабдығының сенімділігі мен тиімділігіне әсер ететін факторлар туралы айтылады. Сондай-ақ, бөлімде тоңазытқыш жабдықтарын диагностикалаудың негізгі әдістері сипатталған, белгілі бір ақаулықты анықтауға көмектесетін әртүрлі әрекеттер сипатталған. Жабдықтың жай-күйін бағалау үшін қандай өлшеулер жүргізу керек. Дәнекерлеу анықтамасы, қыздырғыштармен және дәнекермен жұмыс істеу тәртібі берілген. Қажетті құрал және тоңазытқыш жүйелерін салқындатқышпен толтырудың әртүрлі әдістері сипатталған. Ағып кетуді іздеу әдістері түсіндіріледі. Суық агентті эвакуациялауды, вакуумдауды, компрессорды маймен толтыруды, автоматика құралдарын орнатуды қалай дұрыс жүргізу керектігі туралы. Бұл бөлім "Тоңазытқыш машиналар мен қондырғыларға қызмет көрсетуді орындау" және "жабдықты жөндеу шебері (өнеркәсіпте) "Біліктілігі бойынша практикалық жұмыстарды орындау" кәсіби модульдеріне арналған.



### 3.1 Тоңазытқыш қондырғыларын пайдаланудың негізгі ережелері

Күрделілігі мен жоғары құны, сондай-ақ тоңазытқыш қондырғылардың маңызды рөлі оларды пайдалану мен техникалық қызмет көрсетудің жоғары кәсіби деңгейін қамтамасыз етуді қажет етеді.

Техникалық қызмет көрсетудің негізгі мақсаттары:

- Тоңазытқыш қондырғылары жұмысының сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету;
- Ақаулықтардың алдын алу және жою;
- Тиімділіктің жоғары деңгейін ұстап тұру;
- Көзделген ресурсты қамтамасыз ету және оны ұзарту.

Көп жағдайда тоңазытқыш жабдықтың істен шығуы пайдалану ережелерін нашар игеруіне байланысты болады, бұл орнату режимдерінің дұрыс емес немесе дәл емес реттелуіне әкеледі.

Пайдалану қондырғыда оның қалыпты жұмыс істеуі үшін қажетті күнделікті жұмыстарды жүргізу бойынша арнайы нұсқаулықтарды дайындауды талап етеді. Техникалық қызмет көрсету жөніндегі құрал екі негізгі бөлікті қамтуы тиіс: 1) жабдық, оның сипаттамалары туралы толық ақпарат; 2) техникалық қызмет көрсету жөніндегі ақпарат. Құжаттаманы жұмысшы персонал мұқият зерделеуі тиіс. Тоңазытқыш қондырғысын әрбір сынақтан өткізгеннен кейін акт жасалады.

Тоңазытқыш машиналарды пайдалану кезінде компрессордың бұзылуының негізгі себептері компрессордың дұрыс емес, ауыр жұмыс режимдерін таңдау болып табылады.

Қысымның арақатынасы компрессордың маңызды шарттарының бірі болып табылады. Оның асып кетуі бұзылуға әкелуі мүмкін, ал төмен түсу белгілі бір проблемаларға әкелуі мүмкін. Сондықтан, қондырғыларды пайдалану кезінде компрессор өндірушісімен қарастырылған мәндерді сақтау қажет.

Компрессордың құрылымы мен моделіне, сондай-ақ қондырғының температуралық режиміне байланысты қысым коэффициентінің көрсеткіші 7,5:1-ден 20:1-ге дейін болуы мүмкін. Алайда, бұл көрсеткіш компрессордың жұмыс жағдайының толық көрінісін бермейді. Мысалы, егер компрессордың шығыс сызығында өлшенген абсолютті қысым 20 бар болса, ал сору кезінде 2 бар болса, онда қысым қатынасы  $2:20 = 10:1$  болады, алайда дәл осындай қатынас 25 бар және 2,5 бар абсолютті қысым кезінде болады және компрессордың жұмыс режимі ауыр болады. Тоңазытқыш жабдығымен жұмыс істейтін техникалық мамандар қысымдардың ара қатынасы және оның жұмысқа әсері туралы, компрессордың ресурсы туралы білуі, сондай-ақ барлық қондырғының қалыпты жұмысының көрсеткіштерін білуі тиіс. Компрессорды қысымның қалыпты мәндерінен қорғау үшін қысым қосқышы қолданылады.

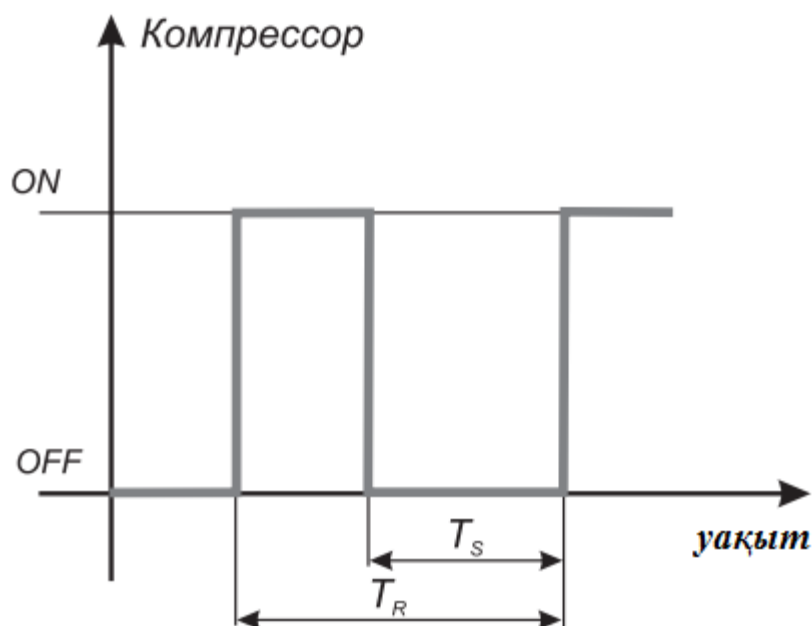
Тоңазытқыш машиналардың компрессорларын бақылау кезінде температураның әсерін де ескерген жөн. Температура 155-160°C жеткенде, піспекті компрессорлардың цилиндрлерінде майлы қабықша буланып, көміртекті жауын-шашын пайда болады. Нәтижесінде лайнерлер, сақиналар

мен піспектердің тозуы артады. Ресурсты жоғарылату үшін температура 150°C аспауы керек, әдетте компрессордың айдау желісіндегі температура осы температурадан 10-25°C төмен болады [1]. Температураның жоғарылауымен компрессорға әсер етуі мүмкін сыртқы жылу көздерінің болуына назар аударған жөн.

Компрессорды жиі іске қосу дұрыс орнатылмаған кезде пайда болады, мысалы, қысым айырмашылығы тым төмен немесе тоңазытқыш есіктерінің жиі ашылуы. Тым жиі іске қосу компрессордың барлық майы тоңазытқыш тізбегінде болатын жағдайға әкелуі мүмкін, себебі әр іске қосу кезінде компрессор майының аз шығуы болады. Жиі іске қосу электр қозғалтқышының қызуына немесе қысқа тұйықталуға әкеледі. Осындай проблемаларды болдырмау үшін ұшырудың ұсынылған саны сағатына 10-12 аспауы керек.

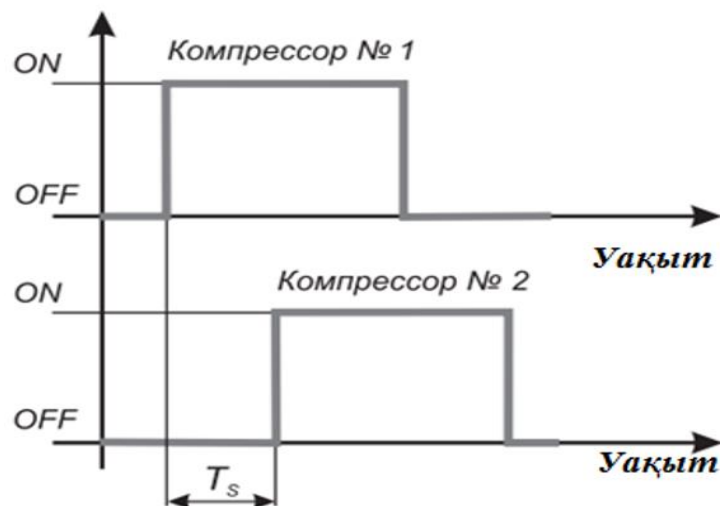
Компрессорларды жол берілмейтін жұмыс режимдерінен қорғау үшін электр моторлары орамаларының температурасын, сондай-ақ компрессордың сағатына қосылу санын және компрессордың ең аз жұмыс уақытын бақылайтын кіріктірілген электрондық құрылғылар қолданылады.

Бұл функциялар контроллерлерде TR қайта іске қосу мен TS кідірту уақыты арасындағы уақыт тапсырмасымен қайталаынады (сурет.3.1).



3.1-сурет. Компрессорды іске қосу арасындағы уақыт

Бірақ егер тоңазытқышта кем дегенде екі компрессор орнатылған болса, онда TS-тің біреуін өшіру және басқа компрессорды қосу арасындағы үзіліс уақыты шамамен 1 минутты құрайды (сурет.3.2), себебі контроллер компрессорлардың ауысуын қамтамасыз етеді, яғни бір компрессор үзілістен кейін өшірілгенде, екіншісі қосылады.



3.2- сурет. Екі компрессорды іске қосу арасындағы уақыт

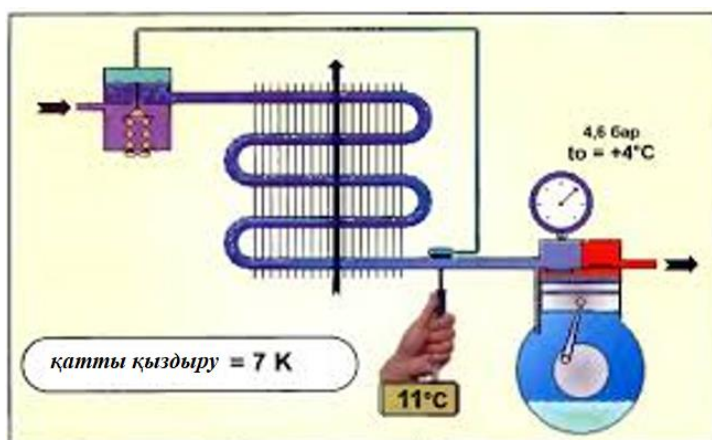
Гидравликалық соққылар сұйық салқындатқыш компрессорлардың жұмыс көлеміне түскен кезде пайда болады. Піспекті компрессорларда бұл клапандардың бұзылуына немесе піспек тобының зақымдалуына әкелуі мүмкін. Сұйық салқындатқыштың компрессорға енуінің негізгі себептері:

- компрессорды өшіру кезінде сұйық салқындатқыштың көші-қоны;
- дұрыс жұмыс істемеу немесе ТРШ-ны дұрыс таңдамау және баптау;
- сору кезінде сұйықтық бөлгішті дұрыс орнатпау (керісінше), сору құбырын дұрыс орнатпау.

Тоңазытқыш қондырғыларын бақылау бойынша тұрақты міндетті операцияларға осындай өлшеулер кіреді:

- компрессор майының деңгейі;
- конденсатор мен буландырғыштағы қысым;
- компрессордағы температура мен май қысымының айырмашылығы;

Сондай-ақ, компрессордың айдау температурасын, буландырғыштың шығысындағы салқындатқыштың қызып кетуін өлшеу ұсынылады (сурет.3.3) және компрессор тұтынатын ток.



3.3- сурет.Қызып кету мөлшерін анықтау

Контурдағы ылғалдың және ластанудың болуы тоттың пайда болуына, салқындатқыш пен майдың ыдырауына байланысты қышқылдардың пайда

болуына әкелуі мүмкін, бұл одан да көп жегідеге әкеледі. Тізбекте қышқыл пайда болған кезде майды толығымен ауыстыру және қышқылға қарсы сүзгіні орнату, сондай-ақ құрғатқыш сүзгіні ауыстыру қажет.

Компрессор қоршаған ортаның төмен температурасында жұмыс істеген кезде, барлық тоңазытқыш қондырғыларында компрессор өшірілген кезде барлық уақытта қосылуы керек иінді жылытқышты пайдалану керек.

Картер жылытқышы компрессор тоқтаған кезде картерге сұйықтықтың түсуін азайтады, сонымен қатар ішіндегі майды қыздырады. Төмен температура мен суық желге ұшыраған кондиционерлерде май тұтқырлық мәндеріне жетуі мүмкін, онда компрессор жеткілікті жоғары қысымды қамтамасыз ете алмайды. Осыған байланысты, дифференциалды май қысымы қосқышының іске қосылуына байланысты қондырғының суық іске қосылуын бұғаттау қаупі бар.

Кейде температура соншалықты төмен, ол іске қосылған кезде қысым буландырғышына сұйық тоңазытқыш агентін беру үшін жеткіліксіз болады. Осыған байланысты, тоңазытқыш қондырғысында бірнеше секунд ішінде вакуум пайда болу қаупі бар, бұл компрессорды тоқтатумен төмен қысымды реле іске қосылады.

Кірістірілген иінді қыздырғыш болмаған жағдайда, компрессор иінді корпусының төменгі бөлігімен байланыста орнатылған электр жылытқышын пайдалану мүмкін шешім болып табылады. Іске қосу кезінде компрессорға сұйық салқындатқыштың жиналуын болдырмау үшін компрессор корпусының ішінде шамамен 5...7°C температура сақталуы керек. Жылытқышты термостатпен басқаруға болады.

Компрессордың теріс ауа температурасында ұзақ уақыт тұрып қалуынан кейін, компрессордың өзін қоспас бұрын, сұйық салқындатқыштың компрессордан толық булануын қамтамасыз ету үшін кем дегенде бірнеше сағат (кейде 12 сағатқа дейін) жұмыс істеуі керек.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Техникалық қызмет көрсету және техникалық құжаттаманы жүргізу қандай басты мақсаттарды көздейді?
2. Температура режимі қондырғының жұмысына қандай әсер етеді?
3. Компрессорлардың жиі іске қосылуына не себеп болуы мүмкін?
4. Тоңазытқыш қондырғысын бақылау және бағалау кезінде қандай операциялар жасалады?

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Буландырғыштың шығысындағы қызып кету мөлшерін қолданыстағы тоңазытқыш машинасында немесе стендте анықтаңыз. Ол үшін қажет: манометр және термометр. Қандай жағдайларда қызып кетуді манометрсіз түзетуге болады?
2. Тоңазытқыш компрессорының жұмыс режимін жиі іске қосу үшін бағалаңыз, 10,30 минутты қанша компрессордың іске қосылғанын және бұл ұсынылған мәндерге сәйкес келетіндігін есептеңіз.

### 3.1 Тест

1. Тоңазытқыш қондырғысын әрбір сынаудың нәтижелері бойынша
  - а) акт;
  - б) бұйрық;
  - в) жарлық;
  - г) талап.
2. Техникалық қызмет көрсету кезінде пайдалану тоңазытқыш жабдықтарды орындайды ... кәсіпорындар
  - а) персонал;
  - б) басшылық;
  - в) клиенттер;
  - г) бәсекелестер.
3. Тоңазытқыш қондырғысын іске қоспас бұрын, сіз жазбалармен танысуыңыз керек ...
  - а) акт;
  - б) хаттама;
  - в) схема;
  - г) журнал.
4. Қоршаған ортаның төмен температурасында барлық тоңазытқыш қондырғыларында пайдалану ұсынылады ...
  - а) 4 жүріс клапаны;
  - б) қартер жылытқышы;
  - в) жиілік реттегіші;
  - г) сызықтық қабылдағыш.
5. Компрессорды іске қосудың ұсынылған саны аспауы тиіс ...
  - а) Сағатына 50-60 ұшыру.
  - б) Сағатына 10-12 ұшыру.
  - в) Сағатына 3-7 ұшыру.
  - г) Сағатына 1 іске қосу.

### 3.2 Тоңазытқыш машинаның жұмысын диагностикалау

Көбінесе, қондырғыны визуалды тексеру арқылы сіз негізгі ақауларды анықтай аласыз. Алынған нәтижені растау үшін қажетті өлшеулерді жүргізіңіз.

Қолмен қарапайым пальпациялау арқылы сіз сорғышта және компрессордың айдау аймағында салқындатқыштың жоғарылаған немесе төмен температурасының болуын анықтай аласыз.

Бастиектер температурасының жоғарылауы немесе компрессордың авариялық тоқтауы электр желісінің мүмкін болатын ақауларын (жоғары немесе төмен кернеу), суық агенті немесе компрессор майының жеткіліксіз мөлшерін, қысымның жоғары арақатынасын көрсетеді.

Діріл мен шу деңгейінің жоғарылауы көбінесе компрессордың ішкі бөліктерінің жоғары тозуынан немесе майлаудың болмауынан болады.

Компрессордың май деңгейін тексеру терезесін тексергенде, майдың көбіктенуін байқауға болады, бұл компрессор корпусына сұйық салқындатқыштың енуін көрсетеді. Сұйық салқындатқыштың едәуір мөлшерімен және оның белсенді булануымен мұздату жүреді, компрессор корпусының төменгі бөлігі қыраумен жабылады.

Компрессорды іске қосу/іске қосудың жиі циклдері автоматиканың дұрыс орнатылмағанын немесе орнатудағы суық агентінің жеткіліксіз мөлшерін көрсетеді [2].

Конденсаторға кіре берістегі жоғары температура тоңазытқыш тізбегінде ауаның немесе конденсацияланбаған газдардың болуын көрсетеді.

Конденсатордағы гипотермияның жоғарылауы жүйеде салқындатқыштың шамадан тыс толтырылуын (егер ТРШ болса), конденсатордың ластануын немесе конденсаторға ауа жеткіліксіз жеткізілуін көрсетеді.

Қызып кетудің жоғарылауы жүйеде салқындатқыштың жетіспеушілігін, буландырғышқа салқындатқыштың жеткіліксіз жеткізілуін көрсетеді (ТРШ сынуы, капиллярлық түтіктің бітелуі, соленоидты клапанның кептелуі және т.б.).

Сұйық сызықтағы индикаторлық әйнек тізбекте ылғалдың болуын көрсетеді, ал тұрақты жұмыс режимінде көпіршіктердің болуы конденсатордың жеткіліксіз өнімділігін көрсетеді (оның ластануына, желдеткіштердің істен шығуына, ауа ағынына кедергі келтіруіне байланысты). Сондай-ақ, көпіршіктер салқындатқыштың жетіспеушілігімен байқалады.

Сүзгі-кептіргіште аяздың пайда болуы оны қажетті ауыстыру туралы сигнал береді.

Желдеткіштердің жұмысын, аялдамаларды және олардың құжаттамада көрсетілген параметрлерге сәйкестігін міндетті түрде бақылау қажет.

Кәдімгі фреон тоңазытқыш машиналарының тоңазытқыш тізбегін ашқанда өткір иіс компрессордың электр қозғалтқышының жануын көрсетуі мүмкін, себебі аз мөлшерде салқындатқыштарда тән иіс болмайды.

Электр қозғалтқышының фазаларының бірінде қуаттың болмауы басқа фазаларда қуаттың теңгерімсіздігін тудырады, нәтижесінде тұтыну тогы едәуір артады, егер компрессордың қорғаныс жүйесі жұмыс істемесе, онда электр қозғалтқышының шамадан тыс жүктелген орамалары күйіп кетеді.

Компрессорларды өндірушілер көрсеткен фазалық кернеудің ауытқуының рұқсат етілген максималды мәні 2% құрайды, бұл электр қозғалтқышының температурасының шамамен 8% көтерілуіне әкеледі.

Мысалы, электр кернеуі үш фазада өлшенді:

$$L1 = 215 \text{ В}, L2 = 221 \text{ В}, L3 = 224 \text{ В},$$

олардың орташа кернеу мәні  $(L1 + L2 + L3) / 3 = 220 \text{ В}$ . Теңгерімсіздіктің максималды мәні L1 фазасында болады:  $220 - 215 = 5 \text{ В}$ . Сонда пайыздық теңгерімсіздік болады:

$$\text{теңгерімсіздік (\%)} = \frac{5}{220} \cdot 100\% = 2,27\%.$$

Демек, теңгерімсіздік көрсеткіші 2% - дан асады және компрессордың жұмыс істеу шарттары қолайсыз.

Бір фазаның үзілуіне байланысты үш фазалы электр қозғалтқышының жануы кезінде электр қозғалтқышының тек екі орамасының зақымдануы байқалады. Жоғалған фазаға қосылған орам тұтас болады.

Егер металл чиптері немесе басқа металл бөлшектері электр қозғалтқышының орамаларына енсе, орамалардың оқшаулауына зақым келеді, бұл жергілікті қысқа тұйықталуға әкеледі.

Ротор мен статор арасындағы қашықтық өте аз, және осы екі бөліктің арасында үйкеліс пайда болуы үшін мойынтіректің аз тозуы, үйкеліс сонымен қатар орамалардың оқшаулауына және қысқа тұйықталуға әкеледі.

Ағымдағы кемпірауыздар (сурет.3.4) оқшауланған өткізгіштегі ток күшін анықтау үшін қолданылады.

Электрлік сипаттамаларды өлшеу кезінде маңызды:

- Толық және ішінара жүктемеде өлшеулер жүргізу.
- Алынған шамаларды дұрыс талдап, олардың себептерін анықтаңыз.

Өртенген компрессорды ауыстырған кезде оның істен шығу себебін дұрыс анықтау керек, себебі жаңадан орнатылған немесе қалпына келтірілген компрессордың жағдайы осыған байланысты болады.



3.4- сурет. Ағымдағы кемпірауыздар

Сұйық жылу алмастырғыштардың тиімділігін жоғалту (жылу алмастырғыштың кірісі мен шығысындағы сұйықтықтың температуралық айырмашылығының төмендеуі) жылу алмасу бетінің сұйықтық жағынан да, салқындатқыш жағынан да ластануын көрсетуі мүмкін. Сұйықтықтың температуралық айырмашылығының жоғарылауы гидравликалық тізбектің ластануына немесе сорғының тозуына байланысты оның жеткіліксіз тұтынылуын көрсетуі мүмкін [3].

Ақаулардың шамамен 90% - ы тоңазытқыш қондырғысының "тән нүктелеріндегі" қысым мен температураны өлшеу кезінде анықталады. Тоңазытқыш жабдықтарын диагностикалау кезінде жүргізілетін басты өлшеулер:

- Конденсация түйінінің қысымы және оның оңтайлы режим мен қоршаған орта температурасына сәйкестігі;
- Буландырғыштағы қысым және оның камерадағы оңтайлы режим мен ауа температурасына сәйкестігі;
- Компрессордың соруындағы құбырдың температурасы және қызып кетуді анықтау;
- Компрессордың жылу жүктемесін бағалау үшін айдау құбырының температурасы (компрессордағы температурадан 10-25°C төмен);
- Электр қозғалтқыштарының электрлік сипаттамаларын өлшеу: кернеу, іске қосу токтары, жұмыс тогының мөлшері және олардың паспорттық мәндерге сәйкестігі.

#### **Ұсынылған температура мәндері:**

Ауаны салқындату конденсаторларында ауа температурасы мен салқындатқыш конденсация температурасы арасындағы температура



айырмашылығы 10-20 К құрайды. 4-7 К конденсатордан шыққан кезде суық агентінің салқындауы.

Буландырғыштар үшін 6-10 К сақтау камераларын, 16-20 К ауа кондиционерлерін салқындату кезіндегі температуралық қысым (камерадағы ауа температурасы мен суық агентінің қайнау температурасы арасындағы айырмашылық ретінде айқындалатын). Суық агентінің қызып кету шамасы 5-тен 8 К-ге дейін.

Жоспарлы тексерулер жүргізу барысында салқындатылатын көлемдегі ауа айналымының параметрлерін: ауаның температурасы мен салыстырмалы ылғалдылығын, ауаның шығыны мен қозғалыс жылдамдығын өлшеу жүргізіледі.

Ауа жылдамдығын өлшеу үшін анемометр сияқты өлшеу құралы қолданылады, ылғалдылық психрометрмен анықталады (сурет.3.5).



а)

б)

3.5 – сурет. Анемометр (А); электрондық психрометр (Б)

Рұқсат етілген минималды мәннен төмен кернеу электр қозғалтқышының тұтынылатын тогының рұқсат етілген мәннен жоғарылауына әкеледі, бұл электр қозғалтқышының қызып кетуіне, компрессордың электр қозғалтқышында қысқа тұйықталудың пайда болуына әкелуі мүмкін.

#### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Тоңазытқыш қондырғыларын диагностикалау кезінде өлшеудің негізгі түрлері қандай?
2. Тоңазытқыш қондырғыларын диагностикалау үшін қандай арнайы құрал қолданылады?
3. Жылу алмастырғыштың тиімділігін жоғалтуға не себеп болуы мүмкін?

4. Үш фазалы электр қозғалтқышының жануы бір фазаның үзілуіне байланысты болғанын қалай анықтауға болады?

### Қосымша тапсырмалар

1. Төменде көрсетілгендерден тоңазытқыш қондырғысының жұмысын диагностикалау бойынша мүмкін болатын ең көп әрекеттерді орындаңыз.
2. Сіз қандай кемшіліктерді анықтадыңыз және оларды қалай жоюға болады?

### 3.2 Тест

1. Буландырғыштағы салқындатқыштың қайнау қысымына және сору құбырының температурасына сәйкес келетін температура айырмашылығымен қандай параметрді анықтауға болады?

- а) буландырғыштағы температуралық қысым;
- б) камерадағы орташа температура;
- в) гипотермия;
- г) қызып кету.

2. Фазалық кернеудің тербелістерінің максималды рұқсат етілген мәні?

- а) 0-1%;
- б) 2%;
- в) 5%;
- г) 5-8%.

3. Электр кернеуін өлшеу үш фазада жүргізілді:  $L1 = 210 \text{ В}$ ,  $L2 = 220 \text{ В}$ ,  $L3 = 222 \text{ В}$ . Теңгерімсіздік көрсеткіші маңызды ма?

- а) 2%.
- б) 3,31%.
- в) 2,27%.
- г) 4,31%.

4. Буландырғыштағы салқындатқыштың жеткіліксіз шығыны көрсетілуі мүмкін ...

- а) камерадағы температураның төмендеуі;
- б) төмен қызып кету;
- в) қызып кетудің жоғарылауы;
- г) желдеткіштерді жиі қосу.

5. Компрессордың дірілі мен шу деңгейінің жоғарылауы жиі туындайды ...

- а) компрессордың қызып кетуі;
- б) төмен кернеулі желі;
- в) ішкі бөліктердің тозуы;
- г) суық агентті жеткіліксіз толтыру.

### 3.3 Суық агентінің кемуін іздеу, ылғалды вакуумды жою, суық агентті толтыру

Тоңазытқыш қондырғыларын орнатқаннан кейін олардың беріктігі мен тығыздығын сынау міндетті қадам болып табылады, бұл операция сығымдау деп те аталады.

Тоңазытқыш қондырғыларында сығымдау контурдың ішіндегі қысымды 2,5 барға дейін жеткізу үшін жеткілікті тоңазытқыш агенттің аз мөлшерін (газ тәрізді күйде) пайдалана отырып, кейіннен 15 барға реттелген қысым редукторымен және авариялық клапанмен жаракталған баллондардан құрғақ азотты немесе көмірқышқыл газын қосу жолымен 12 барға дейін арттыра отырып жүргізіледі.

Құрғақ азот пен көмірқышқыл газы жоғары қысымды баллондарда жеткізіледі, сондықтан дайындық кезеңінде сақтық шараларын сақтау керек, атап айтқанда құю кезінде баллонды тік күйінде бекіту керек. Тоңазытқыш тізбегімен жұмыс жасау кезінде атмосфераға азот немесе көмірқышқыл газының түсу мүмкіндігіне байланысты ешқандай тыйым жоқ, бірақ жұмыс жүргізілетін бөлмеде осы газдардың концентрациясының жоғарылауына назар аударған жөн. Азот пен көмірқышқыл газынан басқа қысыммен техникалық газдарды қолдануды болдырмау керек. Мысалы, жоғары қысымдағы оттегі маймен байланысқан кезде жарылуы мүмкін.

Сығымдау кезінде қоспада белгілі бір мөлшерде Тоңазытқыш заттың болуы ағып кетуді детектордың көмегімен анықтау үшін қажет.

Алайда, жұмыс кезінде механикалық зақымдану немесе тоңазытқыш жүйесінде дұрыс орнатылмаған кезде салқындатқыш ағып кетуі мүмкін:

- өте кішкентай, оны анықтау мүмкін емес және шығарылған салқындатқышты тұтыну шамалы, ал тоңазытқыш жүйесі онымен ұзақ уақыт жұмыс істей алады; маңызды, яғни қысқа уақыт ішінде тоңазытқыш тізбегі босатылады;
- ол мезгіл-мезгіл пайда болады (қысым мен температураның жоғарылауымен немесе төмендеуімен, діріл пайда болған кезде).

Салқындатқыштың ағып кетуі қондырғы өнімділігінің төмендеуін және компрессордың төмен сору қысымын көрсетеді.

Әдетте ағып кету келесі жерлерде пайда болады: дәнекерленген тігістер, бұрандалы қосылыстар, құбырлардың иілісі.

Елеулі ағып кетулермен тән дыбыс естіледі және ағып кетуді "құлақпен" табуға болады. Суық агенттегі май ағып кету орнында із қалдыруы мүмкін.

Кішкентай ағып кетулерді іздеу арнайы ағынды іздегіштердің көмегімен жүзеге асырылады (ауадағы салқындатқыш детектор күріш. 3.6) немесе барлық күдікті жерлерге сабын ерітіндісін жағу арқылы. Бұл жағдайда ағып кету орнында көпіршіктер пайда болады.

Егер бөлмеде салқындатқыштың көп мөлшері болуы мүмкін болса, ағынды іздегішті қолданар алдында бөлмені желдету керек. Ағын іздегіштер салқындатқыштың белгілі бір түріне арналған, бұл міндетті түрде олардың нұсқауларында көрсетілген. Сондай-ақ, ағынды іздегіштер тоңазытқыш

қондырғысының бетіндегі сабынға немесе майға реакция жасай алады, сондықтан ағынды іздегішті қолданар алдында оны тазарту ұсынылады. Әдетте ағынды іздегіштерде дыбыстық және жарық көрсеткіші болады.



3.6-сурет. Электронды ағын іздегіштер

Тоңазытқыш контурын вакуумдау жүйеден ауа мен ылғалды кетіру үшін жүзеге асырылады. Контурдағы ылғалдың салдары әртүрлі, ең ауыр салдары – майдың ыдырауы және оның майлау қасиеттерінің жоғалуы, капиллярлық түтіктің қатып қалуы, қатты коррозия.

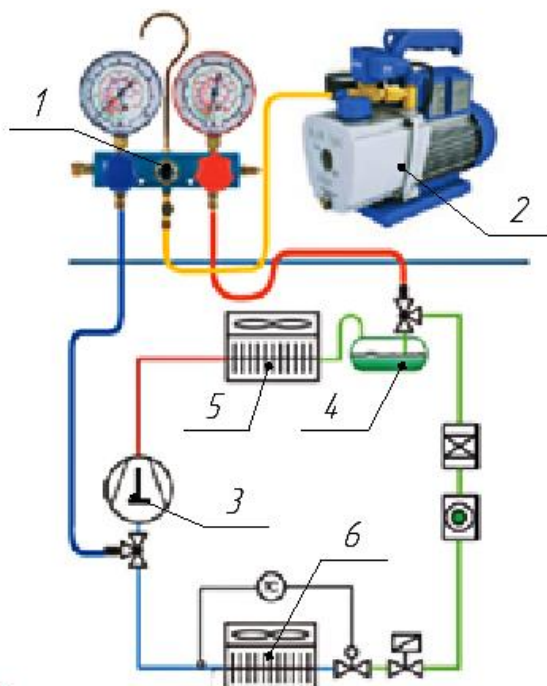
Ылғалды жою вакуумдық сорғының көмегімен жүзеге асырылады (сурет. 3.7). Қысым 0,023 барға (20°C температурада) немесе 0,006 барға (0°C температурада) төмендеген кезде тізбектегі ылғал қайнай бастайды және ауа мен басқа газдармен бірге қоршаған ортаға бу түрінде шығарылады.



3.7- сурет. Вакуумдық сорғы

Вакуумды ылғалды жою үшін тоңазытқыш жүйесіне қосылу келесі жерлерде жүзеге асырылады (сурет. 3.8):

1. Сұйық желіде ресиверге оның "роталок" шұрасы арқылы қосылу.
2. Сору желісіне компрессордың сервистік жалғастығына қосылу.



1-манометрлік коллектор; 2-вакуумдық сорғы; 3-компрессор;  
4-ресивер; 5-конденсатор; 6-буландырғыш  
3.8- сурет.Вакуумдау

Айта кету керек, тоңазытқыш машинаны толтыру кезінде шлангтарды қосу вакуумдаумен бірдей схема бойынша жүреді.

Вакуумдық сорғыны пайдалану кезінде ондағы май деңгейін бақылау қажет. Вакуум жасамас бұрын, барлық пайдаланылмаған Шредер клапандарының қақпақтармен жабылғанын тексеріңіз. Олар арқылы ауа сорылады.

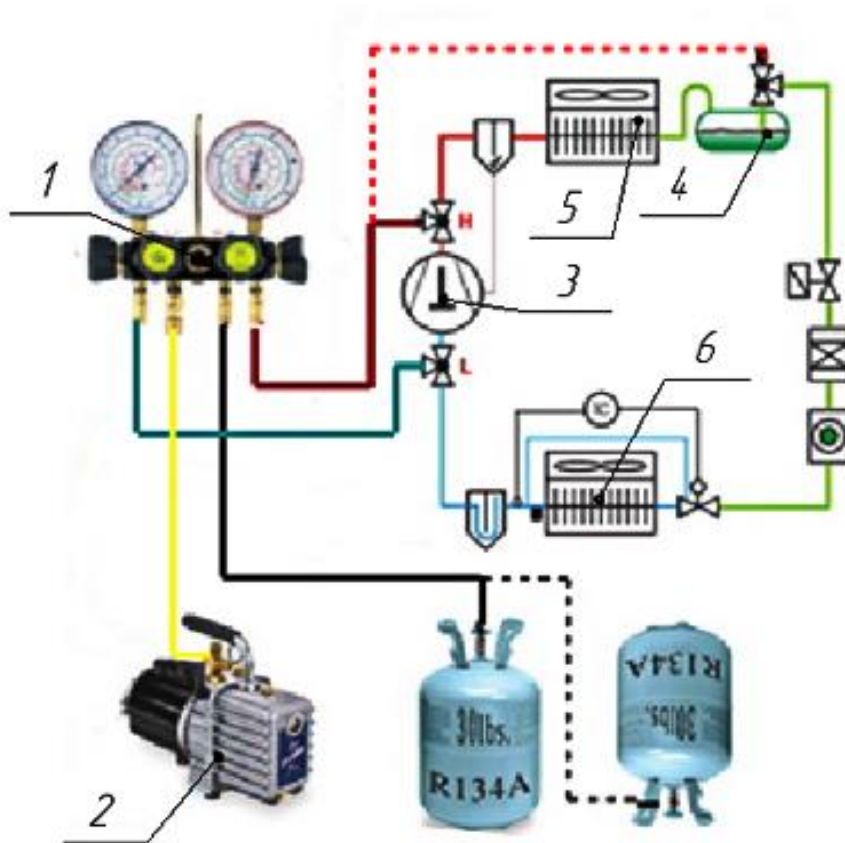
Вакуумдау уақыты тоңазытқыш тізбегінің ішкі көлеміне, тізбектегі ылғалдың мөлшеріне және қоршаған температураға байланысты. Вакуум 0,001 барға жеткенде, вакуумды тоқтатуға болады.

Вакуумдық сорғыны ажыратпас бұрын, белгіленген разряд деңгейіне жеткенде, ауа тізбегіне оралмас үшін вакуумдық сорғының шлангтарын жабу керек. Осыдан кейін "разрядтың бұзылуы" деп аталады – жоғары қысым жағынан сұйық салқындатқышты енгізу. Бұл компрессордың иінді корпусына сұйық тоңазытқыштың белгілі бір мөлшерін тигізбеу үшін жасалады, бұл оны маймен араластыруға әкеледі. Жоғары қысымды жағынан тізбекке енгізілген салқындатқыш компрессордың шығыс клапанын жабады.

**Вакуумдағаннан кейін тоңазытқыш контуры салқындатқышпен толтырылады.**

Алдымен, цилиндрді қосқан кезде құбыршектегі ауа ішке кірмеуі үшін шлангты салқындатқышпен үрлеу керек.

Май құю кезіндегі суық агенті мөлшері суық агенті бар баллон орналастырылатын таразылармен белгіленеді. Жүйені суық агентінің қажетті мөлшерімен толтырған кезде май құю тоқтатылады. Толтыру схемасы 3.9. суретте көрсетілген.



1-манометрлік коллектор; 2-вакуумдық сорғы; 3-компрессор;  
4-ресивер; 5-конденсатор; 6-буландырғыш  
3.9-сурет. Суық агентті толтыру

Құю кезінде салқындатқыш цилиндр салқындатылып, цилиндр ішіндегі қысым төмендейді және цилиндрдегі қысым жүйенің қысымымен теңестірілгенге дейін құю процесі баяулайды және одан әрі толтыру мүмкін болмайды. Баллонды жылыту үшін баллонды шамадан тыс қыздырудан қорғаумен жабдықталған суық агенті бар баллондарға арналған арнайы жылытқышты пайдаланады. Қыздырғышты немесе баллонның жергілікті қызып кетуіне әкелетін және қауіпті емес басқа әдістерді қолдануға тыйым салынады.

Бу салқындатқышты толтыру (3.9-сурет, қатты сызық) цилиндр сору желісіне қосылған кезде жүзеге асырылады, компрессор қосылады, ол салқындатқышты төмен қысым жағына шығарады.

Егер ресивер болса, үлкен тоңазытқыш қондырғыларын тезірек толтыру үшін сұйық салқындатқышпен толтыру әдісі қолданылады (3.9-сурет, нүктелі сызықтар). Құю ресиверге баллоннан сұйық суық агентті құю арқылы жүргізіледі.

Құюды мынадай түрде жүргізу ұсынылады: алдымен суық агенті массасының шамамен 80% сұйық суық агентімен толтыру, содан кейін сору желісіне қосу және компрессор қосылған кезде газ тәрізді суық агентімен қосымша құю жүргізіледі.

Әрбір тоңазытқыш машинасы үшін суық агентінің қажетті саны құжаттамада, сондай-ақ корпусқа бекітілген техникалық сипаттамалары бар арнайы тақтайшада көрсетілуі тиіс.

Егер салқындатқыштың қажетті мөлшері белгісіз болса және жүйеде бар салқындатқыштың мөлшерін анықтау мүмкін болмаса, құю конденсатордағы салқындатқыштың шамадан тыс салқындауына, буландырғыштағы қызып кетуіне, қайнау және конденсация қысымына, компрессордың тогына, буландырғыштың қату дәрежесіне, конденсатор мен буландырғыштағы температура қысымына, сұйық құбырдың бақылау әйнегіндегі бу көпіршіктерінің болуына назар аударып отырып жүзеге асырылады. Бұл жағдайда тізімделген параметрлерден кем дегенде бірнеше параметрлерді бақылау ұсынылады.

Суық агенттермен жұмыс істеу кезінде қорғаныс көзілдірігі мен қолғап кию қажет. Сұйық суық агентінің теріге және көзге түсуі ауыр күйікке әкелуі мүмкін.

**Компрессор қозғалтқышы жанғаннан кейін тізбекті тазарту.** Компрессорлардың негізгі өндірушілері сұйық сызықта да, сору сызығында да кептіргіш сүзгілерді орнату әдісін қолдануды ұсынады.

Тоңазытқыш тізбегін терең тазарту үшін келесі әрекеттерді орындау жеткілікті:

1. Тоңазытқышты стандартты құрылғыларды қолдана отырып, жоғалтпай жинаңыз. Алып өртеп компрессор және орнату жаңа.

2. Тазарту нәтижелерін одан әрі салыстыру үшін жаңа компрессордан май үлгісін алыңыз.

3. Егер компрессорда крандар болса, оны тоңазытқыш агентінен босатыңыз. Қалған тізбек оқшауланған күйде қалады, салқындатқышты эвакуациялағаннан кейін компрессор шүмектерін ашып, сұйық сызықтағы клапанды және буландырғышты вакуумдау кезінде тоңазытқыш агенттің мөлшерін азайтуға қабілетті басқа да қозғалыс клапандарын жабыңыз. Бұл операция кезінде ластаушы заттардың бір бөлігі компрессор арқылы өтетініне қарамастан, бұл қажетті жұмыс уақытының көптігіне байланысты оған зиянды емес. Ластану кейіннен сүзгілермен жойылады.

4. Қондырғының барлық қауіпсіздік жүйелерін (ТРШ, соленоидты клапандар және басқа басқару құрылғылары) тексеріңіз. Бұрын орнатылған барлық кептіргіш сүзгілерді ауыстырыңыз, барлық торлы сүзгілерді тазалаңыз немесе ауыстырыңыз, ылғалдылық детерминантын орнатыңыз.

5. Сору сызығына қажетті көлемдегі сүзгі кептіргішті және сұйықтық сызығында аз мөлшерде орнатыңыз.

6. Егер компрессорда крандар болмаса, бұрын сипатталған әдістемеге сәйкес тізбектегі разрядты орнатыңыз.

7. Бұрын жиналған тоңазытқыш агентін жүктеңіз, қажет болған жағдайда салқындатқыштың қажетті мөлшерін қосыңыз.

8. Компрессор мен орнатуды іске қосыңыз. Сүзгі-кептіргіште ластану жиналған кезде ондағы қысымның жоғалуы артады және сүзгідегі қысымды 4 сағаттан кейін, жақсырақ манометр блогының көмегімен тексеру қажет.

Егер қысымның төмендеуі өндіруші рұқсат ететін шекті мәндерден асып кетсе, сүзгіні ауыстырып, орнатуды қайтадан іске қосу керек.

9. Орнатуды 48 сағат бойы жүргізіп, содан кейін майдың түсі мен иісін тексеріңіз. Мүмкіндігінше майдың қышқылдығына талдау жасаңыз. Егер майда қышқыл болса, өткір иіс бар, ал ылғалдылық индикаторы контурдағы ылғалдың нормадан жоғары екенін білдіреді, кептіргіш сүзгілерді немесе олардың жеңдерін ауыстырыңыз. Сақтық мақсатында компрессор майын ауыстыруға болады. Орнатуды 48 сағат ішінде жүргізіп, жоғарыда аталған әрекеттерді қайталаңыз. Мұнай таза, иіссіз болғанша және оның түсі бұрын алынған үлгіден өзгеше болмайынша циклды қайталау қажет.

10. Тазалау процедурасы аяқталғаннан кейін, оның жұмыс жағдайлары қалыпты екеніне көз жеткізу үшін екі аптадан кейін қондырғының күйін тексеріңіз.

**Тоңазытқыш агентті жинау (эвакуациялау) келесі жағдайларда қажет:**

- Тоңазытқыш қондырғысымен қандай да бір жөндеу жұмыстарын жүргізу қажет болған жағдайда (компрессорды ол жанған кезде ауыстыру, ТРШ ауыстыру және басқа да жұмыстар);
- агрегатты бөлшектеу кезінде кәдеге жаратуға тапсыру алдында.

Бұл операция: газ тәрізді және сұйық күйде салқындатқыш затты алып тастау, оны тазарту және арнайы қайта пайдалануға болатын сыртқы цилиндрде одан әрі жинақтау. Суық агентті эвакуациялауды жүзеге асыру үшін осы операцияға арнайы арналған жабдық – суық агентті эвакуациялау станциясы пайдаланылады.

Баллонға суық агентті құю бойынша кез келген операция келесі параметрлерді алдын ала білуді талап етеді:

1. Сіз қызмет көрсететін тоңазытқыш қондырғысындағы салқындатқыштың болжамды мөлшері;
2. Суық агенті үшін бар баллондардың өлшемдері;
3. Суық агентке арналған бос баллондардың массасы;
4. Суық агентке арналған баллондардың максималды сыйымдылығы;
5. Баллондарда қанша суық агенті бар

Суық агентті эвакуациялау станциясы-бұл көптеген түрлі суық агенттермен жұмыс істей алатын компрессорды (әдетте майсыз) қамтитын арнайы құрылғы (сурет. 3.10). Майсыз компрессор құрамында майы жоқ таза жаңа салқындатқыш агентті сорып алса, істен шығуы мүмкін, себебі компрессорды майлау тоңазытқыш қондырғысынан сорылатын салқындатқыш агентте бар маймен қамтамасыз етіледі. Компрессорға кірер алдында сүзгінің болуы міндетті, себебі ластану оны зақымдауы мүмкін, сондықтан сүзгісіз станцияны пайдалануға тыйым салынады.

Әртүрлі көлемді өнімділік модельдері бар. Ірі тоңазытқыш қондырғысынан суық агентті сорып алуды жүргізу үшін тиісті өнімділіктегі суық агентті эвакуациялау станциясын пайдалану керек.



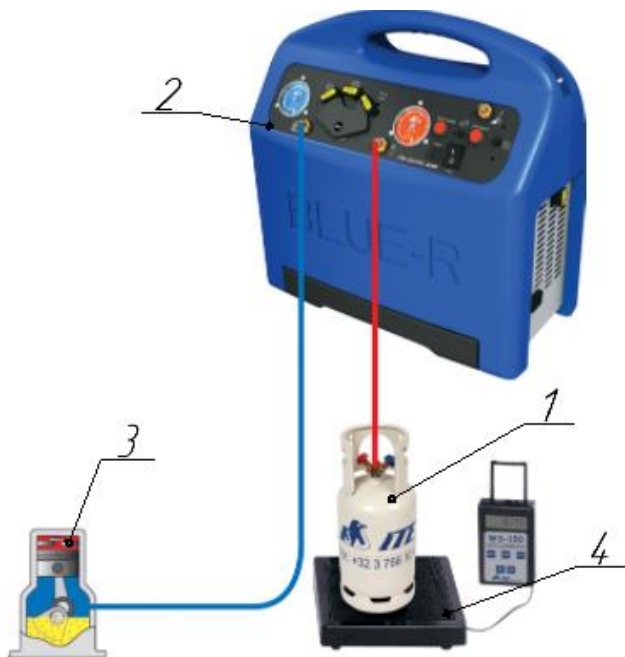


3.10-сурет. Суық агентті эвакуациялау станциясы

Жанармай құю сияқты, салқындатқышты жинау эвакуация станциясының мүмкіндігіне байланысты екі негізгі жолмен жүзеге асырылуы мүмкін:

- 1) бу күйінде салқындатқышты жинау (сурет. 3.11);
- 2) суық агентті сұйық күйде жинау (сурет. 3.12).

Екінші әдіс сізге тезірек жинауға мүмкіндік береді. Алайда, кейбір суық агентті эвакуациялау станциялары тек газ тәріздес күйдегі суық агентімен жұмыс істей алады және сұйық суық агенті түспеуі тиіс, сондықтан қолданыстағы жабдықтың нұсқаулығымен танысу қажет.



1-манометрлік коллектор; 2-вакуумдық сорғы; 3-компрессор; 4-ресивер; 5-конденсатор; 6-буландырғыш

3.11-сурет. Тоңазытқыш агентті бу күйінде жинау

Қосылым эвакуациялау станциясының жалғастығын сору желісіндегі төмен қысымды қондырғы жағына қарай икемді шланг арқылы орындалады. Суық агентті жинауға арналған баллон станцияның шығару жалғастығымен қосылады. Суық агентті мөлшерін есепке алу үшін баллон таразының көмегімен өлшенеді. Салқындату қондырғысын жинау процесі эвакуация станциясы қосылған кезде басталады, ал тоңазытқыш қондырғы өшірулі қалады. Суық агентті эвакуациялау процесінің аяқталғаны туралы шам сигнал береді және станция өшірілуі мүмкін. Осыдан кейін бірнеше минут кідіріп, тоңазытқыш қондырғысындағы қысымды байқау ұсынылады. Егер тізбекте қысымның қарқынды өсуі байқалса (тоңазытқыш агентінің түріне және қондырғының құрылымына байланысты), бұл сұйық салқындатқыштың қалдықтары қалғанын және салқындатқышты эвакуациялау процесін қайта бастау керек екенін білдіреді.

Сұйық күйде салқындатқышты жинау тезірек жүреді, бұл әдіс үшін 3.12. суретте көрсетілгендей эвакуация станциясын қосу керек. Суық агентті жинауға арналған баллонның екі жалғастығы болуы тиіс.



1-манометрлік коллектор; 2-вакуумдық сорғы; 3-компрессор;  
4-ресивер; 5-конденсатор; 6-буландырғыш

3.12-сурет. Сұйық күйдегі тоңазытқыш агентті жинау

Суық агентті сұйық жинау кезінде эвакуациялау станциясының сорғыш жалғастығы баллонға қосылады және оның контурында вакуум пайда болады. Баллон мен тоңазытқыш агрегаты арасындағы қысым айырмашылығының нәтижесінде сұйық суық агенті баллонға айдалады.

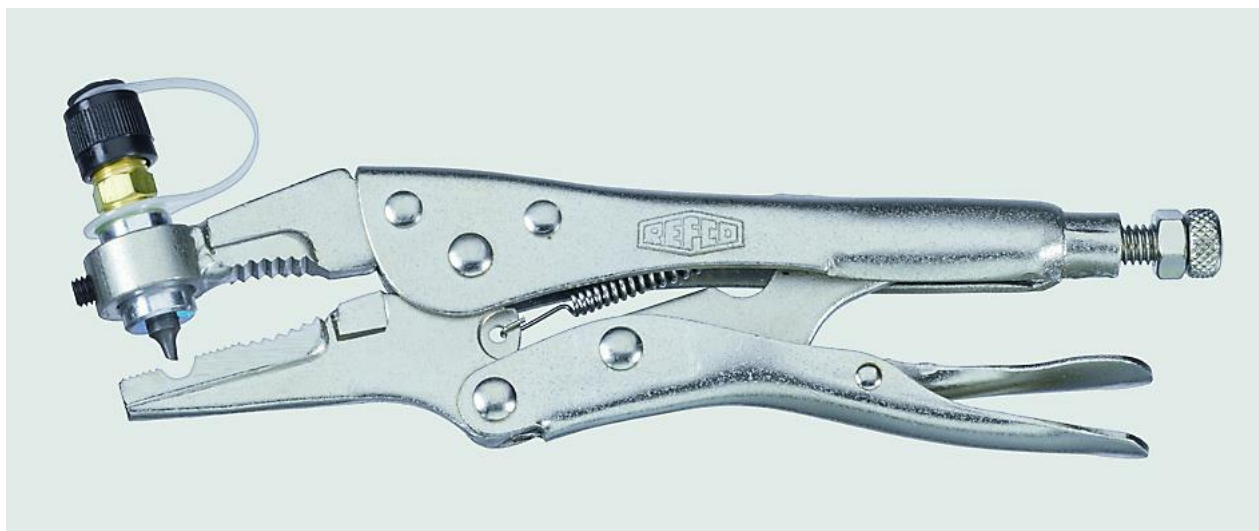
Өртенген компрессоры бар жүйеден суық агентті эвакуациялау кезінде майды ауыстыру қажет. Сондай-ақ, сүзгі кептіргішті ауыстырыңыз егер компрессор жанғаннан кейін қалдықтармен ластанған маймен жұмыс жасалса немесе жиналған тоңазытқыш агент түрі бұрын өңделгеннен өзгеше болса. Суық агентті эвакуациялау кезінде маман баллонның толтырылуын бақылауы тиіс, бұл ретте баллон өз көлемінің 75-80% - на барынша толтырылуы мүмкін. Цилиндр толып кетсе, ол сұйықтықтың температуралық кеңеюіне байланысты жарылуы мүмкін, бұл ауыр жарақатқа әкелуі мүмкін, салқындатқыштың максималды массасы кестеде көрсетілген.3.1.

Шынында да, толып жатқан цилиндрдегі қысым (немесе күтпеген салқындатқышпен толтырылған цилиндр) өте ауыр апаттың үлкен қаупін тудыруы мүмкін (20°C температурада R12 қаныққан буының қысымы 4,7 бар, R502 — 10 бар, А R23 - 40 бардан асады).

3.1-кесте-көлемі 11,9 литр баллондағы суық агентінің максималды рұқсат етілген массасы

Суық агенті	Жаңа суық агентімен максималды толтыру, кг	Пайдаланылған суық агентті барынша толтыру
R12	13,6	12,2
R22	12,2	10,9
R134a	12,3	11,0
R502	12,4	11,1
R404 A	9,7	8,7
R407 C	11,3	10,1
R402 A	10,4	9,3
R402 B	10,9	9,8
R401 A/B	12,0	10,8
R410 A	10,2	9,1

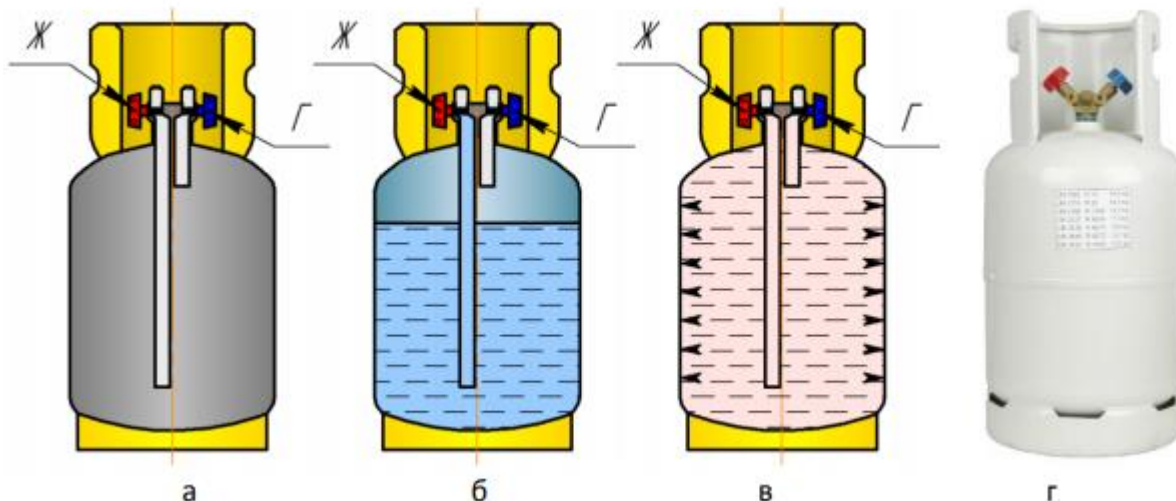
Егер қондырғының ішіне кіру мүмкіндігі болмаса және сіз оны өзіңіз жасағыңыз келсе (мысалы, күріште көрсетілген кез-келген жолды тесуді қамтамасыз ететін арнайы жылдам орнатылатын клапанның көмегімен). 3.13 регенерация станциясының компрессоры ешқашан сұйықтықты сорып алмауы керек екенін еске саламыз. Шынында да, регенерация станциясының компрессорына кіре берісте орнатылған сұйықтық бөлгіш тек гидравликалық соққылардан қорғауға арналған және ешқандай жағдайда сұйықтықтың көп мөлшерін үздіксіз ағып кетуден қорғай алмайды.



3.13-сурет. Құбырларды тесуге арналған тез алынатын құрал

Суық агенті үшін қайта пайдалануға болатын баллон (сурет.3.14) - бұл беріктілігі жоғары кәдімгі баллоннан ерекшеленетін, суық агентті тасымалдауға және сақтауға арналған арнайы сыйымдылық, сондай-ақ суық агентті толтыру және құю ыңғайлылығы үшін қосымша шұралары және ондағы қысымның шамадан тыс өсуі салдарынан баллонның ажырауын болдырмауға арналған қосымша құрылғылар (қалтқы датчиктер, сақтандырғыш клапандар және т.б.) бар.

Бұл баллондар тұтынушылардың қарамағына суық агенттерді жеткізушілерден түседі. Олар жұмыстан шығарылады.



а – бос; б-рұқсат етілген деңгейге дейін сұйық суық агентімен толтырылған; в-суық агентімен толтырылған; г-сыртқы түрі

3.14-сурет. Суық агентке арналған көп рет қолданылатын баллон

Баллондардың көпшілігі екі шұрамен жабдықталған. Баллонның ішіндегі "Ж" сұйық шұрасы баллонның түбіне дейін жететін сифон түтігімен жалғанады. "Г" газ шұрасы баллонды толтырудың ең жоғары деңгейіне (80%) дейін жететін түтікпен байланысты.

Сондай-ақ, цилиндрде қауіпсіздік клапаны немесе балқыту штепсели болуы керек, олар қысым осы цилиндр үшін рұқсат етілген деңгейден жоғары болған кезде бұзылады. Қауіпсіздік клапаны әдетте цилиндрдің жоғарғы жағында сұйық және газ тәрізді салқындатқышты беру үшін клапандар арасында орнатылады (3.15 суретті қараңыз).

Қазіргі уақытта 10, 22 немесе 65 кг затты құюға арналған әртүрлі мөлшердегі баллондар шығарылады. Бұл жағдайда планшетте көбінесе цилиндрге құйылатын салқындатқыштың массасы емес, цилиндрдің ішкі кеңістігіне орналастырылған су көлемі көрсетіледі. Мысалы, W. C. 21.5 цилиндріндегі белгілеу мұндай цилиндрге 21,5 литр сұйықтық кіретінін білдіреді. Бұл жерде "W. C." белгісі "су сыйымдылығы" немесе "су сыйымдылығы" дегенді білдіреді.



3.15-сурет. Қауіпсіздік клапаны

Бос цилиндрдің массасы да жиі көрсетіледі. Бірдей ішкі көлемі бар цилиндрлерде әртүрлі массалар болуы мүмкін екенін есте сақтаңыз. Бұл әр түрлі өндірушілер цилиндр жасау үшін әртүрлі материалдарды қолданатындығына байланысты.

Ешқашан баллонмен жұмыс істеуге арналмаған салқындатқыштар үшін баллондарды пайдаланбаңыз.

Егер жабдықты пайдалану кезінде ағып кету байқалса, онда ағып кетуді барынша азайту немесе қолданыстағы жабдықты жаңасына және басқа салқындатқышқа ауыстыру бойынша шаралар қабылдау қажет. Суық агентінің жылдық тұтынуы сатып алуды тіркеу және жабдыққа техникалық қызмет көрсету журналындағы жазбалар бойынша белгіленеді.

Қазіргі заманғы халықаралық стандарттар тоңазытқыш қондырғыларды пайдалану кезінде салқындатқыш агенттің ысырабын есепке алуды талап етеді.

Сондықтан әр қызмет көрсетілетін тоңазытқыш қондырғысынан қанша салқындатқыш зат эвакуацияланғанын жазу ұсынылады. Осы журналға енгізілген жазбаларды тексеруші табиғат қорғау ұйымдары зерделеуі мүмкін екенін есте сақтаңыз. Суық агентті есепке алу журналының қарапайым нысанының мысалы 3.2-кестеде келтірілген.

### Кесте 3.2-эвакуацияланған суық агентті есепке алу журналы

Күні	Суық агенті қайдан эвакуацияланды	Салмағы, кг

Аяқталу күні: \_\_\_\_\_ бет деректемелері ұйымдастыру

#### **R22 суық агентін R407c суық агентімен ауыстыру (ретрофит).**

1. Ескі салқындатқышта жұмыс істеген кезде тоңазытқыш қондырғысының жұмыс циклінің параметрлерін жазыңыз: қысым мен қайнау және конденсация температурасы, салқындатқыштың қызып кету және гипотермия мәні, компрессор тұтынатын ток, жүйеде салқындатқыштың массасы.

2. Ескі R22 салқындатқышын жүйеден эвакуациялаңыз.

3. Ескі майды жүйеден ағызыңыз. Шағын қуатты саңылаусыз қондырғылардан майды ағызу компрессорды бөлшектеуді қажет етеді. Май сору желісі арқылы ағызылады. Ірі жүйелерде май сепаратордан және клапандар болса, қондырғының ең төменгі нүктелерінен ағызылады. Тығыздағыштар мен тығыздағыштардың полиэфир синтетикалық майымен үйлесімділігін тексеріңіз.

4. Тұтқырлығы алынатын тұтқырлыққа тең келетін полиэфир майын таңдаңыз.

5. Жүйеге полиэфир майын құйылғанға тең мөлшерде құйыңыз.

6. Жүйені ескі R22 салқындатқышымен толтырыңыз және 24-48 сағатқа қосыңыз.

7. Қайта жуу 2-3 рет жасалады.

8. ТРШ кептіргіш сүзгілерін ауыстырыңыз. R22 бар жүйелерде қолданылатын сүзгілерді R407C көмегімен қолдануға болмайды, себебі олар R32 сіңіреді.

9. Жүйенің ағып кетуін тексеріңіз.

10. Вакуумдау стандартты әдістеме бойынша 1,5 мбар қалдық қысымға дейін жүргізіледі. R407c хладондарын вакуумдау және толтыру кезінде жеке манометрлік коллекторды, шлангтарды, вакуумдық сорғыны пайдалану қажет.

11. Сұйық фазада салқындатқышпен жанармай құю. Алдымен компрессор өшірілген кезде салқындатқыш массасының 80% - ын жоғары қысымды желіге құю ұсынылады. Қалған салқындатқыш сорғыш желісіне қосылады (компрессор жұмыс істемей тұрғанда!).

12. Қысым мен ТРШ қорғаныс қосқышының параметрін реттеңіз (немесе ТРШ ауыстырыңыз).

13. Жаңа салқындатқыштағы тоңазытқыш қондырғысының жұмысын 48 сағат ішінде тексеріңіз.

14. Майдың құрамын тексеріңіз.

15. Ретрофит жүргізілгені туралы жүйенің корпусына жазбалар жасаңыз. Жаңа планшеттерде салқындатқыштың түрін, толтырылған майды, қызмет көрсететін ұйымның байланыс мәліметтерін, ретрофиттің күнін, жүйеде бұрын қандай салқындатқыш болғанын, салқындатқыштың ағып кетуін іздеудің қолданылған әдісін көрсету қажет.

16. Сондай-ақ, ретрофитке дейін жүйеде қандай қысым болғанын және оны өткізгеннен кейін болаты белгілеңіз. Компрессордағы ток мөлшерін жазыңыз. Жүйеден суық агентімен не істегеніңізді жазыңыз:оны тазалау немесе қалпына келтіру үшін тапсыру.

### **Жүйеден конденсацияланбайтын газдарды шығару.**

Егер жүйеге ауа кірсе, ол үнемі газ тәрізді күйде болады және тоңазытқыш машинаның қалыпты жұмысына кедергі келтіреді. Нәтижесінде машинаның зақымдануы мүмкін химиялық реакциялардың пайда болуын болдырмау үшін, сондай-ақ жүйенің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін ауаны алып тастау керек.

Ауа қабылдағыш пен конденсатордың жоғарғы жағында жиналады. Жүйеде ауаның болуының белгісі-жоғары конденсация қысымы (қалыптыдан жоғары). Қысымның жоғарылау дәрежесі қол жетімді ауа мөлшеріне байланысты.

Жүйені конденсацияланбаған газдардың болуын тексеру үшін оның компрессорын тоқтатып, тоңазытқыш қондырғысының барлық ыдыстары мен аппараттарының температурасы қоршаған орта температурасына тең болғанша күту керек. Процесті жылдамдату үшін конденсатор мен ауа салқындатқыштың желдеткіштерін қосуға болады. Осыдан кейін айдау жағындағы қысым өлшенеді. Қысым берілген қоршаған орта температурасында салқындатқыштың қаныққан буларының қысымына тең болуы керек. Егер жүйеде конденсацияланбайтын газдар болса, айдау жағындағы қысым қаныққан салқындатқыш булардың қысымынан жоғары болады.

Жүйеден конденсацияланбаған газдарды келесідей алып тастаңыз.

1. Конденсацияланбаған газдардың түсу тәсілін анықтайды және жояды;

2. Манометрлерді жүйеге қосыңыз;

3. Агрегат тоқтатады. Конденсатор желдеткіші қосулы қалады. Конденсатор 10 минут бойы салқындатылады. Осы уақыт ішінде конденсацияланбаған газдар аппараттың жоғарғы бөлігіне көтеріледі;

4. Егер қондырғыда үрлеу клапаны болса, ол ауаны үрлеу үшін қолданылады. Егер мұндай клапан болмаса, компрессордың айдау сызығында манометрлік фитинг қолданылады;

5. Жүйеден конденсацияланбаған газдарды шығару үшін үрлеу клапаны біртіндеп ашылады. Үрлеу салқындатқыш агенттің қайнауын және конденсацияланбаған газдарды салқындатқыш агент буымен қайта араластыруды, сондай-ақ салқындатқыш агенттің артық мөлшерін шығаруды болдырмау үшін баяу, қысқа циклдармен жүзеге асырылады. Үрлеу процесі қысқа үзілістен кейін қайталанады және 3 немесе 4 рет орындалады;

6. Әрі қарай, олар машинаны қосады және қысым қысымын тексереді. Егер қысым тым жоғары болса, үрлеу қайталанады.

Егер жүйеде сервистік фитингтер болмаса, сіз салқындату агентін вакуумдау және жаңа жанармай құю жүйесінен толық шығаруға тура келеді.

### **Салқындатқыш түрін келесі жолдармен анықтауға болады:**

1. Қолданыстағы тоңазытқыш қондырғысында ақпараттық тақтайшалар бойынша, сондай-ақ компрессорда, ТРШ-да немесе тоңазытқыш қондырғысының корпусында жасалған жазулар бойынша.
2. Температураны қоршаған ортамен теңестіргеннен кейін ыдыстағы қысым мөлшері бойынша.
3. Суық агенттерді (газ талдағыштарды) сәйкестендіруге арналған құрылғының көмегімен.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Тоңазытқыш тізбегіндегі ағып кетуді іздеудің қандай әдістері бар?
2. Ағып кетуді табу, вакуумдау, салқындатқышты эвакуациялау үшін қандай арнайы құрал қолданылады?
3. Салқындатқышты толтырудың қандай әдістері бар, олардың әрқайсысы не үшін қолданылады?
4. Суық агенті жинау не үшін қажет?

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Суық агенті бар баллонның массасы бойынша онда қандай газ бар екенін анықтауға бола ма? Неліктен?
2. Вакуумдық сорғылардың әртүрлі модельдерін зерттеңіз, олар несімен ерекшеленеді?
3. Жоғары қысымды цилиндрлермен жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік техникасын мұқият оқып шығыңыз.
4. Сабын ерітіндісін немесе ағынды іздегішті (бар болса) пайдаланып, тоңазытқыш қондырғысының ағып кетуі мүмкін жерлерді тексеріңіз. Егер қондырғыда артық қысым болмаса, онда оған азот немесе басқа инертті газ айдау керек.



### 3.3 Тест

1. Сұйық күйде салқындатқышты толтыру әдісі не үшін қолданылады?
  - а) дәлірек толтыру үшін;
  - б) тезірек толтыру үшін;
  - в) қауіпсіз жанармай құю үшін;
  - г) баллон жылытқышының жоқтығынан.
2. Тоңазытқыш контурын салқындатқышпен толтырмас бұрын ...
  - а) суық агенті баллонын жылыту;
  - б) компрессор майын ауыстырыңыз;
  - в) вакуум жасаңыз;
  - г) Тоңазытқыш агентін тазалаңыз.
3. Циклдегі қысымға жеткенде вакуумды тоқтатуға болады ...
  - а) 0 бар;
  - б) 0,1 бар;
  - в) 0,01 бар;
  - г) 1 бардан аз.
4. Суық агенті бар баллонды қосқаннан кейін суық агентті толтыру кезінде ...
  - а) оны мықтап бекітіңіз;
  - б) цилиндрдегі қысымды өлшеңіз;
  - в) шлангты жабыңыз;
  - г) шлангты салқындатқышпен үрлеңіз.
5. Жанармай құю кезінде салқындатқыш мөлшерін есепке алу қалай жүзеге асырылады?
  - а) Баллондағы қысым бойынша;
  - б) Баллондағы суық агенті массасы бойынша;
  - в) қондырғыдағы қысымның өзгеруі бойынша;
  - г) баллон температурасының өзгеруі бойынша.

### **3.4 Дәнекерлеу және дәнекерлеу. Құбырларды дәнекерлеуге дайындау**

Дәнекерлеу - бұл екі бөлікті жылытуды және олардың арасына дәнекерлеуді, бір бөліктен тұратын және саңылаусыз қосылысты алуды қамтитын технологиялық операция. Тоңазытқыш жүйелерін орнату кезінде ең үлкен тығыздықты қамтамасыз ету үшін дәнекерленген қосылыстарға артықшылық беріледі.

Дәнекер-қосылатын бөліктерге қарағанда төмен балқу температурасы бар қорытпа. Дәнекерлеуші түрі оның құрамындағы металдардың қатынасымен анықталады. Тоңазытқыш жүйелерінің мыс құбырларын дәнекерлеу үшін мыс қатты дәнекерлеушілер қолданылады.

Егер дәнекерлеуші құрамында күміс болса, оны күміс деп атайды. Күмістің мөлшері неғұрлым көп болса, дәнекерлеудің балқу температурасы соғұрлым төмен болады, дәнекерлеудің сулануы және оның дәнекерлеу орны жақсы болады. Күміс дәнекерлеуші діріл жүктемелерін бастан кешіретін қосылыстарды дәнекерлеу кезінде, сондай-ақ мыс болатқа қосылған кезде қолданылады (күмістің пайызы 15% - дан асады).

Дәнекерлеу алдында жұптасатын бөліктердің беттерін дайындау керек. Дәнекерлеу қосылымы екі түтіктен тұруы керек: олардың біреуі үлкен диаметрге дейін жаншылуы керек, осылайша бір түтік екіншісінің ішіне таяз тереңдікке еніп, 0,05-0,015 мм капиллярлық бос орын қалдырады.

Дәнекерлеудің жақсы таралуы үшін бетті кірден, майдан, механикалық зақымданудан, бояудан тазарту керек. Сондай-ақ, оксид қабықшасын алып тастау керек, ол үшін ағын қолданылады. Паста түріндегі ағын қыздыруды бастамас бұрын қолданылады, ал ұнтақты ағынды сумен паста күйіне дейін сұйылту керек. Ағынды дәнекер жолағына қолдануға болады. Егер ағын тым көп болса, артық мөлшері құбырдың ішіне түсіп, металдардың жегідесін тудыруы мүмкін. Мыс-фосфорлы дәнекерлерді пайдаланған кезде, "мыс-мыс" дәнекерлеу кезінде флюс талап етілмейді.

**Құбырларды жылыту үшін газ қоспаларында қыздырғыштар қолданылады:**

- пропан-бутан-ауа;
- пропан-бутан-оттегі;
- ацетилен-ауа;
- ацетилен-оттегі.
- МАРР газ (пропинді, пропадиенді және басқа көмірсутектердің қоспасы);

Арнайы электр жылытқыштары бар.

"Газ-оттегі" қоспаларын қолдану (сурет. 3.16, а) үлкен жылу қуатына ие және жылдам дәнекерлеуге мүмкіндік береді.

Салқындағаннан кейін және жұмсақтықтың жоғарылауынан кейін оның қызғылт реңктері құбырдың қызып кетуін көрсетуі мүмкін.



а)

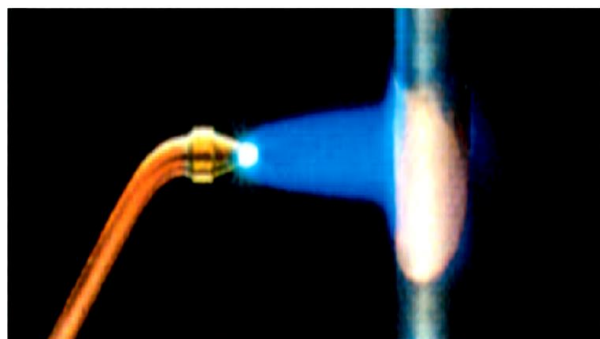


б)

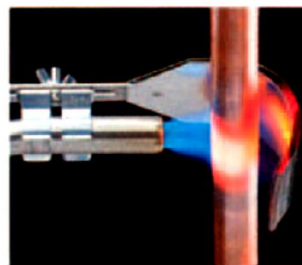
3.16- сурет. Құбырларды дәнекерлеуге арналған жылытқыштар: а-пропан-оттегі бекеті;

Б-оттық үшін MAPP газ

Түтік қызған кезде қыздырғышты қыздырылған құбырдың бойымен жүргізу керек және ешқашан бір жерде тоқтамаңыз. Бұл мыстың қызып кету қаупін азайтады. Қолданылған ағын қайнай бастайды, содан кейін таза сұйықтық болады. Қыздырылған құбыр ашық қызыл реңкке айналуы керек. Жылу шығынын азайту үшін, әсіресе пропан алауын қолданғанда, шағылыстырғыштар қолданылады (сурет. 3.17 б).



а



б



3.17-сурет. Дәнекерлеу алдында құбырды қыздыру: а-пропан-оттегі оттығы; б-шағылыстырғышы бар пропан оттығы

Жылытуды қалың, үлкен бөліктен бастау керек. Соленоидты клапандарды, ТРШ-ны, шар клапандарын және басқа элементтерді жылыту кезінде зақымдалуы мүмкін, олардың құрылымында қолданылатын тығыздағыш материалдардың қызып кетуіне жол бермеу үшін оларды дымқыл шүберекпен орау керек.

Қыздырғаннан кейін дәнекерлеуші штанганы енгізу керек. Егер құбыр жеткілікті түрде қызған болса, дәнекер жанасқанда ериді және құбырдың бетіне тарала бастайды. Бұл жағдайда сұйық дәнекер температура жоғары болатын бағытта қозғалады, осылайша дәнекерлеу кезінде дәнекерлеушінің "қозғалысын" басқаруға болады.

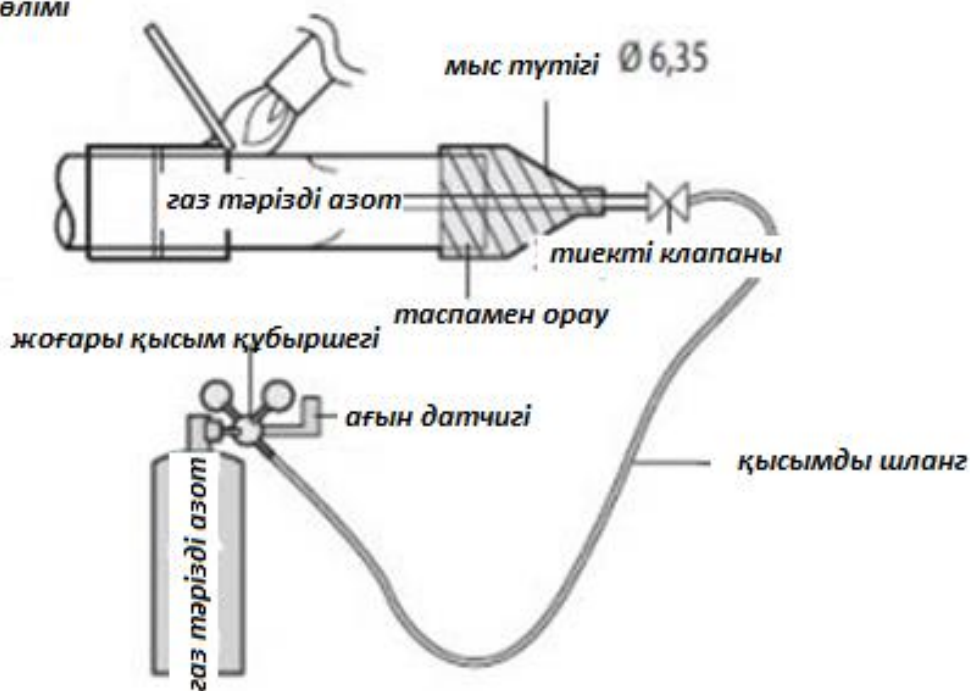
Бөліктер арасындағы капиллярлық алшақтық дәнекермен толтырылғаннан кейін, оны барлық жағынан қуыстардың, тесіктердің бар-жоғын тексеріп, қажет болған жағдайда оларды жылытып, жою керек.

Дәнекерлеу аяқталғаннан кейін шамамен 3-5 минут күту керек, содан кейін дәнекерлеу орнын дымқыл шүберекпен немесе сумен салқындату керек. Сонымен бірге тазалау беті құбырларды қабыршақтар мен қалдықтарын флюс.

Жақын орналасқан қосылыстарды дәнекерлеу кезінде алдыңғы тігісті ерітпеу үшін белгілі бір дәнекерлеу тізбегін сақтау керек. Мысалы, тісті дәнекерлеу кезінде ең жоғарғы тігіс әдетте соңғы болып жасалады.

Дәнекерлеу кезінде құбырлардың ішкі бетін қабыршақтың пайда болуынан қорғау үшін (оңай қабыршақтанатын мыстың тотыққан қабаты) құбырларды азотпен үрлеу қолданылады (сурет.3.18).

*дәнекерлеу бөлімі*



3.18- сурет. Дәнекерлеу кезінде азот беру

Баллонды азотпен қосу редуктор арқылы орындалады және ең аз ықтимал қысым қойылады (0,2 бардан артық емес). Құбырдағы газдың жылдамдығы шамамен 5 м/мин болуы керек.

Компрессорды немесе құбырдың кез-келген бөлігін бөлшектеу үшін дәнекерленген қосылыстарды еріту керек. Дәнекерлеу қосылысты дәнекердің балқу температурасына дейін біркелкі қыздыру арқылы жүзеге асырылады, содан кейін бөліктер еркін бөлінеді. Қалған дәнекерді алып тастау керек.

Бұл жағдайда тоңазытқыш тізбегінде салқындатқыштың болмауы өте маңызды. Көптеген тоңазытқыштар ашық жалынмен байланысқан кезде өте улы химиялық қосылыстар түзеді, оларды деммен жұту кезінде бірден улануға болады.

Қатты сатушылар құрамында кадмий болуы мүмкін-денеде жиналып, ауыр улануды тудыруы мүмкін улы металл. Сондықтан мұндай дәнекерлеушілерді өте сақтықпен қолдану ұсынылады: олармен тым ұзақ байланыста болмаңыз, дәнекерлеу кезінде пайда болған булармен дем алмаңыз, дәнекерлеуден кейін қолыңызды жуыңыз.

Тоңазытқыш магистральдар үшін мыс және болат құбырлар ең көп қолданылады. Құбырлардың диаметрі 54 мм-ден аз болса, мыс құбырлар қолданылады, ал болаттан жоғары. Аммиакты салқындату машиналары үшін тек болат құбыр қолданылады, себебі аммиак мысты коррозиялайды. Кейде алюминий құбырлары да кездеседі (мысалы, автомобиль кондиционерлерінде).

Мыс құбырлары шұңқырлармен (әдетте ең кіші диаметрлі құбырлар) және шыбықтармен (суықтай илектелген) жеткізіледі.

Суықтай илектелген түтіктер қаттырақ және соққы жүктемелеріне жақсырақ қарсы тұрады, алайда, егер қажет болса, олардың деформациясы (ролл, иілу), мұндай құбырларды алдын-ала тазарту керек (500...600°C температураға дейін немесе қызылға дейін, содан кейін баяу салқындатыңыз), содан кейін құбырлар икемді болады.

Құбырлар метрикалық және дюймдік өлшемдерге ие (3.3-кесте), мыс құбырлары көбінесе дюйм өлшемдерінде кездеседі. Құбыр қабырғасының қалыңдығы оның диаметріне байланысты.

3.3-кесте-фреон магистральдарына арналған дюймдік құбырлар (DIN EN 12735-1)

Сыртқы диаметрі, мм (дюйм)	Қабырға қалыңдығы, мм	Сыртқы құбыр диаметрі, мм (дюйм)	Қабырға қалыңдығы, мм
6,35 (1/4)	0,8	28,58 (1 1/8)	1,0
9,52 (3/8)	0,8	31,8 (1 1/4)	1,1
12,7 (1/2)	0,8	34,92 (1 3/8)	1,1
15,88 (5/8)	1,0	38,1 (1 1/2)	1,15
19,05 (3/4)	1,0	44,59 (1 5/8)	1,25
22,22 (7/8)	1,0	50,8 (2,0)	1,4
25,4 (1,0)	1,0		

Құбырларды кесу кезінде олардың көлденең қимасы сопақ болмауы керек, сонымен қатар металл чиптердің ішке кіруіне жол бермеу керек.

Мыс құбырларын кесу үшін құбыр кескіштерді қолданыңыз (сурет.3.19).

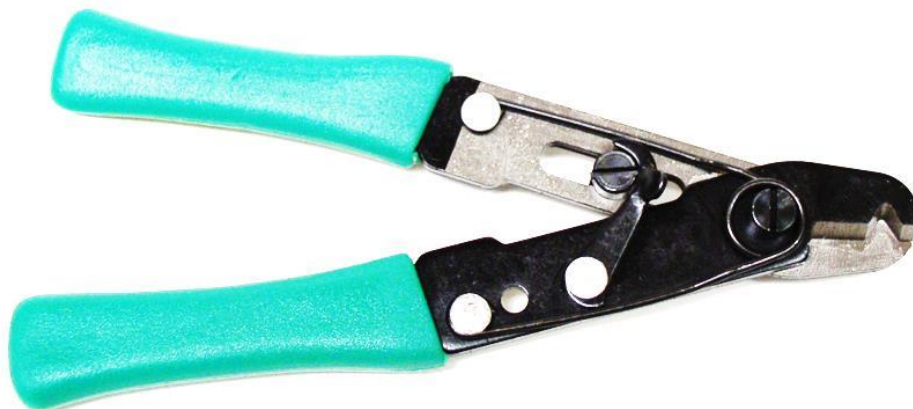


3.19- сурет.Роликті құбыр кескіштер

Құбырды деформациясыз дұрыс кесу құбыр кескішті құбыр біліктің айналасында 5-7 рет айналдырғаннан кейін қол жеткізіледі, әр кезде диск кескішті құбырға 0,2 мм тереңдікке енгізу керек.

Роликті құбыр кескіштерде кесуге болатын құбыр диаметрінің әртүрлі диапазоны бар. Көбінесе жұмыс кезінде кәдімгі құбыр кескіш орналастырылмайтын жерде кішкене мыс түтікті кесу қажет болады, және осы мақсаттар үшін құралдар қорындағы ықшам құбыр кескішті алу ұсынылады.

Шағын диаметрлі құбырлар 2-ден 8 мм-ге дейін, оның ішінде капиллярлық түтіктер құбыр кескіш және капиллярлық қайшылармен кесілуі керек (сурет. 3.20).



3.20- сурет.Капиллярлық құбырларды кесуге арналған қайшы

Кесілгеннен кейін құбырды кесу кескішпен немесе фаскамен өңделуі керек (сурет.3.21). Қажет болса, құбырдың ұштарын калибрлеуге және сопақтан туралауға болады.



3.21-сурет. Құбырлардың жиектерін тазалауға арналған Шабер және жүз түсіргіш

Құбырларды бұғу кезінде бастысы-оларды сындырмау. Құбырдың сынуы иілу кезінде дөңгелектеу диаметрі тым аз болған кезде пайда болады.

Қолмен иілу радиусы құбырлардың сыртқы диаметрі 6...8 құрайды. Кіші диаметрмен иілу кезінде гофралар, сынықтар және құбырлардың деформациясы пайда болуы мүмкін. Қажет болса, кіші өлшемдегі иілу радиусын алыңыз және диаметрі 19 мм-ден асатын құбырлар үшін құбыр иілгіштерін пайдалану керек. Құбырлар қолмен, пневматикалық, гидравликалық және электр жетегімен болуы мүмкін.

**Құбыр иілімдері: қолмен; пневматикалық; гидравликалық; электр жетегі бар.**

Ең жиі кездесетін қолмен жасалған құбырлар, олар қол жетімді және оңай тасымалданады, бірақ орнатушыдан белгілі бір күш талап етеді. Қолмен жасалған құбырлар әртүрлі конструкцияларда болады (сурет.3.22).



1-серіппелі; 2-арбалетті; 3-иінтіректі  
3.22-сурет. Қол құбырлар

Дәнекерлеу алдында, екі құбырды жалғаған кезде, біреуі екіншісіне кішкене саңылаумен кіруі керек. Ол үшін бір құбыр роликке ұшырайды, яғни.сәл кеңейеді.

Құбырларды илеу үшін екі түрлі роликтер қолданылады (сурет.3.23): қарапайым және эксцентрик. Ролл әртүрлі диаметрлі құбырларға арналған саптамаларды қамтитын жиынтықпен бірге келеді.

Кеңейтілетін құбыр соққымен қысылады. Құбыр ернеулер конусының биіктігінің 1/3 бөлігінде ернеулер жазықтығынан жоғары шығуы үшін түтікті соққыларға қысыңыз. Оған құбыр қажет болғанша бұранда берілісінен берілетін күшпен кеңейткіш саптама енгізіледі.

Дәнекерленген қосылыстардан басқа, бұрандалы және ернемекті құбырлар да бар. Сомындың астындағы бұрандалы қосылыс үшін құбыр да жаншылады,бірақ арнайы конустық саптамамен. 90° бұрышпен жасалған конустық кеңейту фитингтің ұшына еніп, сомынмен басылады.



1-эксцентрлік; 2-саптамалар жиынтығы бар кәдімгі  
3.23-сурет. Біліктеу

Сондай-ақ, құбырларды фитингтермен қосуға болады (сурет.3.24). Фитингтер өте алуан түрлі, олардың тізіміне түтіктер, бұрылыстар, тістер, кресттер және т. б. кіреді.



3.24-сурет. Құбырларды жалғауға арналған фитингтер: бұрмалар, қалаштар, ұшайырлар, жалғастырғыштар, өтпелі жалғастырғыштар



Арматура алдын-ала жағылған, бұл құбырды орнатуды жеңілдетеді.

Механикалық беріктігі үшін құбырларды дәнекерлеу кезінде құбырлар тікелей цилиндрлік қоңыраулардың көмегімен қосылады. Мыс құбырында пайда болған цилиндрлік қоңыраудың минималды тереңдігі құбырдың диаметріне байланысты (кесте.3.4).

Кесте 3.4-қоңыраудың минималды тереңдігі

Сыртқы құбыр диаметрі, мм (дюйм)	Кең қоныштың тереңдігі, мм	Сыртқы құбыр диаметрі, мм (дюйм)	Кең қоныштың тереңдігі, мм
6,35 (1/4)	5	28,58 (1 1/8)	13
9,52 (3/8)	6	31,8 (1 1/4)	16
12,7 (1/2)	7	34,92 (1 3/8)	17
15,88 (5/8)	7	38,1 (1 1/2)	18
19,05 (3/4)	8	44,59 (1 3/8)	20
22,22 (7/8)	9	50,8 (2)	22

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Дәнекерлеу және дәнекерлеу дегеніміз не?
2. Дәнекерлеу үшін қандай арнайы құрал қолданылады?
3. Тоңазытқыш жабдықтарын дәнекерлеу үшін дәнекердің қандай түрлері қолданылады?
4. Дәнекерлеу жұмыстарын жүргізу кезінде сақтық шаралары туралы айтып беріңіз.

### Қосымша тапсырмалар

1. Мыс құбырларын дәнекерлеуге арналған газ қыздырғыштарымен және пропан-оттегі қондырғыларымен жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік ережелерін біліңіз.
2. Мыс құбырларын дәнекерлеу туралы, құралды қалай дұрыс ұстау керектігі, дәнекерлеуді қалай қолдану керектігі және дәнекерлеудің басқа әрекеттері туралы қол жетімді бейне оқулықтармен танысыңыз.
3. Дәнекерлеу жаттығуын орындаңыз. Мұны істеу үшін сізге қажет: Марр газ оттығы, отқа төзімді қолғап, қауіпсіздік көзілдірігі, 1-2 шыбықтың мыс дәнекерлеушісі, ұзындығы шамамен 10 см кішкентай диаметрі бар 3 мыс құбыр (1/4"), бірдей мөлшердегі мыс тіс, металл вице, шелек су және шүберек. Құбырдың үш бөлігін тістерге дәнекерлеңіз.

### 3.4 Тест

1. Жақсы тарату үшін дәнекерлеуші қолданылады ...
  - а) жоғары температура;
  - б) сапалы дәнекер;
  - в) азотпен үрлеу;
  - г) флюс.
2. Алдында дәнекерлеу қажет (артығын алып тастаңыз)?
  - а) дәнекерлеу бетін дайындаңыз;
  - б) құбырларды сумен шайыңыз;
  - в) ағынды жағыңыз;
  - г) қыздырғыштың қысымын тексеріңіз.
3. Дәнекерлеу кезінде соленоидтардың, ТРШ, қарау әйнектерінің және басқа құрылғылардың қызып кетуінен қорғау қалай жүзеге асырылады?
  - а) бөлшектер дымқыл шүберекпен оралған;
  - б) бөлшектер құрғақ азотпен үрленеді;
  - в) дәнекерлеуді мезгіл-мезгіл тоқтатыңыз;
  - г) оларды қызып кетуден қорғаудың қажеті жоқ;
4. Кәдімгі пропан қыздырғышына қарағанда МАРР газы бар қыздырғыштың қандай артықшылығы бар?
  - а) МАРР газ арзан;
  - б) цилиндр МАРР газ жеңіл;
  - в) МАРР газы бар қыздырғыш күшті;
  - г) ешқандай артықшылықтар.
5. Дәнекерлеуден кейін тыйым салынады ...
  - а) дәнекерленген қосылысты дереу және тез салқындатыңыз;
  - б) дәнекерлеуді дереу тексеріңіз;
  - в) бетті масштабтан тазалаңыз;
  - г) бірнеше минуттан кейін дәнекерленген қосылысты сумен салқындатыңыз.

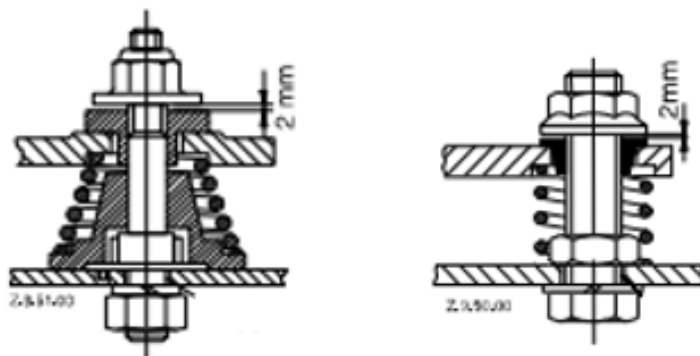
### 3.5 Компрессорды жүйеге қосу

Компрессорды тоңазытқыш машинаның контурына қосу бірнеше кезеңнен тұрады:

#### 1. Компрессорды орнатуға дайындау, іргетасты дайындау

Тоңазытқыш қондырғыларының компрессорлары, әдетте, сору және айдау кезінде орнатылған, белгілі бір артық қысыммен (2-2, 5 бар) маймен және құрғақ ауамен толтырылған, толық құрастырмалы түрде жеткізіледі. Жинаққа монтаждау жиынтығы (тасымалдау бұрандамалары немесе ілмектер) кіруі мүмкін. Қосымша жабдықты бастапқыда орнатуға немесе бөлек жеткізуге болады. Өндірушіге байланысты компрессорлар әртүрлі түрде жабдықталған. Компрессорға арналған құжаттар жиынтығы болуы керек. Орнатпас бұрын, тоңазытқыш жүйесінің салқындатқыш агентінің үйлесімділігіне, бастапқыда компрессорға құйылған майдың түріне, майдың тұтқырлығына қондырғының температуралық режиміне сәйкестігін тексеру қажет. Егер компрессор корпусында қарау әйнегі болса, қондырғыны қоспас бұрын компрессордағы май деңгейін тексеріңіз (май деңгейі қарау шынысының биіктігінің 1/4-тен 3/4-ке дейін алуы тиіс).

Компрессорды орнатудың алдын-ала кезеңіне орнату алаңын дайындау кіреді. Ірі компрессорлар үшін құжаттама талаптарына байланысты бұрандамалар үшін дайындалған құдықтары бар арнайы іргетас қажет. Компрессор дірілге қарсы тіректерге орнатылады (сурет. 3.25) және оны деңгей бойынша салыстыру жүргізіледі [4].



3.25-сурет. Дірілге қарсы тіректер

#### 2. Құбырларға қосылу

Компрессорды қосу бір "фокусқа" ие, яғни айдау және сору құбырларының тоңазытқыш машинаның қосылған түйіндерімен сәйкестігі міндетті болып табылады. Компрессорды тоңазытқыш тізбегіне қоспас бұрын, құбырды ықтимал масштабтағы бөлшектерден немесе басқа зиянды қоспалардан тазартқан жөн. Компрессорды ауыстырған кезде кептіргіш сүзгіні міндетті түрде ауыстыру қажет.

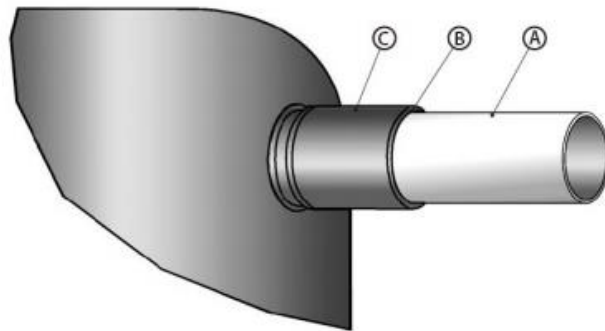
Компрессорды құбырға дәнекерлеу кезіндегі әрекеттер тізбегі келесідей:

1. Қыздырғышты құбырдың айналасына жайлап жылжытыңыз және А аймағын біркелкі жылытыңыз (сурет.3.26) қажетті температураға жеткенше;

2. Қыздырғышты В бөлігіне жылжытыңыз және қыздырғышты дәнекерлеу температурасына жеткенше түйіспенің айналасына бұраңыз;

3. Қыздырғышты түйіспеге айналдырып, дәнекерлеуді енгізіңіз. Буынға сұйық дәнекерлеудің таралуын қамтамасыз етіңіз. Көп дәнекерлеуді пайдаланбаңыз;

4. Шілтерді С учаскесіне бағыттау, бұл дәнекердің түйісу саңылауына құйылу мүмкіндігін береді. Бұл жағдайда дәнекерлеуші компрессорға кездейсоқ түспеуі үшін қысқа уақыт ішінде с аймағына жылу беру керек.



3.26- сурет. Құбырларды компрессорға қосу

Тоңазытқыш қондырғысының құбырын дайындау немесе монтаждау кезінде контурдан барлық ластануларды (үгінділер, металл жоңқасы, дәнекерлеу элементтерінің қалдықтары) алып тастау керек, себебі олар ерте компрессорға түседі. Олардың тым кішкентай болуына байланысты мұндай ластану металл тормен қарапайым сүзгілерден өтуі мүмкін. Сонымен қатар, бұл бөлшектердің жоғары жылдамдығы қарапайым торлы сүзгілердің бұзылуына әкелуі мүмкін, сондықтан компрессордың сору сызығында қысымның минималды жоғалуын қамтамасыз ететін және компрессордың қорғаныс деңгейін жоғарылататын ерекше берік құрылымы бар сүзгілердің орнатылуы маңызды.

Компрессордың түтіктерін мыс-күміс дәнекерлеумен дәнекерлеу ұсынылады, себебі жұмыс кезінде бұл қосылыстарға айтарлықтай діріл жүктемелері әсер етеді. Мысалы, шағын піспекті компрессорлар үшін саптамалардың ішкі диаметрі 6,2 мм болуы мүмкін. Олар диаметрі 6,35 мм дюймдік мыс құбырларын сала алмайды. Бұл жағдайда компрессордың түтіктерін жаншуға болады. Келтеқұбырларды жаншу 0,3 мм-ден аспауы тиіс. Түтіктің сынуын болдырмас үшін, жаншылған кезде қарсы күш қолданыңыз. Сондай-ақ, саптаманың ұшының диаметрін арнайы атқыштардың көмегімен азайтуға болады. Дәнекерлеу кезінде кемінде 2% күмістен тұратын дәнекерлеуді қолданған жөн.

Үрлеу штепсельдерді алып тастау кезінде басталып, дәнекерлеу жұмыстары жүріп жатқан кезде үнемі жалғасуы керек. Егер компрессорда жаңғақтары бар клапандар қолданылса, оларды компрессорды орнатқаннан кейін дереу жауып, соңғысын атмосферадан немесе әлі де вакуумдалмаған жүйеден оқшаулау керек.

Компрессордың келте құбырларын қосқаннан кейін бүкіл контурды сынау (престеу), вакуумдау және жүйені суық агентімен толтыру жүргізіледі.

Әрі қарай, электр желісін компрессордың электр қорабына қосу керек.

Ескі компрессордан жаңасымен іске қосу құрылғыларын пайдаланбаңыз. Олар жаңа компрессордың істен шығуына себеп болуы мүмкін.

Компрессорлардың параллель қосылуымен жасалған қондырғылар жалпы тоңазытқыш тізбегін пайдаланады. Мұндай қондырғылар арнайы өндіріс және пайдалану нормаларымен жобалануы тиіс.

Компрессорларды параллель қосу белгілі бір артықшылықтар береді, олардың бастысы – қондырғының жұмысын жақсы реттеу және сәйкесінше энергияны тұтынуды азайту. Үш компрессорды параллель қосу арқылы орнату схемасы В. 2-3 қосымшасында келтірілген.

Бірнеше компрессоры бар жүйелерді дұрыс орнатудың негізгі шарты-барлық компрессорлар арасында қайтарылатын майдың біркелкі таралуын қамтамасыз ету. Ол үшін екі әдісті қолданыңыз:

Теңестіру құбыры бар жүйе (3.27-сурет): компрессорлардың қартерлерін жалпы май беру желісімен қосу. Бұл әдісті үштен аспайтын компрессорлар болған кезде қолдануға болады, ал олар бірдей өндірістерде болуы керек.



3.27- сурет. Теңестіру құбыр жүйесі

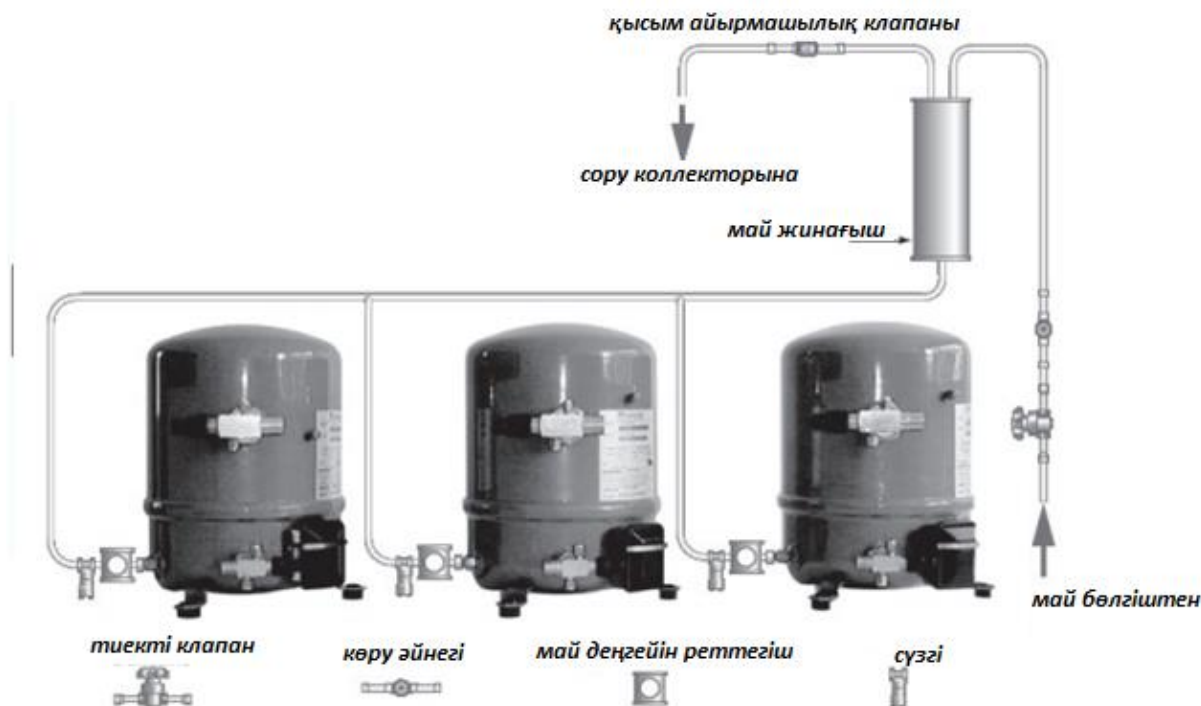
Май деңгейін реттегіштері бар жүйе (3.28-сурет): әрбір компрессорға май деңгейін реттегіш орнатылады, олардың әрқайсысы айдау сызығындағы май бөлгішке қосылған. Мұндай жүйе 4 немесе одан да көп компрессорлар болған кезде немесе әртүрлі өнімділігі бар компрессорлар жүйеге қосылған кезде қолданылады.

Сондай-ақ, қайтарылған майдың мөлшері күмән туындаған кезде май бөлгішті қолданатын жүйелерді қолдану ұсынылады.

Май деңгейін реттегіш қарау шынысын бекітуге арналған компрессордың жалғастығында орнатылуы тиіс. Май жинағышқа кіретін май бөлгіште ұсталады.

Өз кезегінде май деңгейін реттегіштері бар жүйелер:

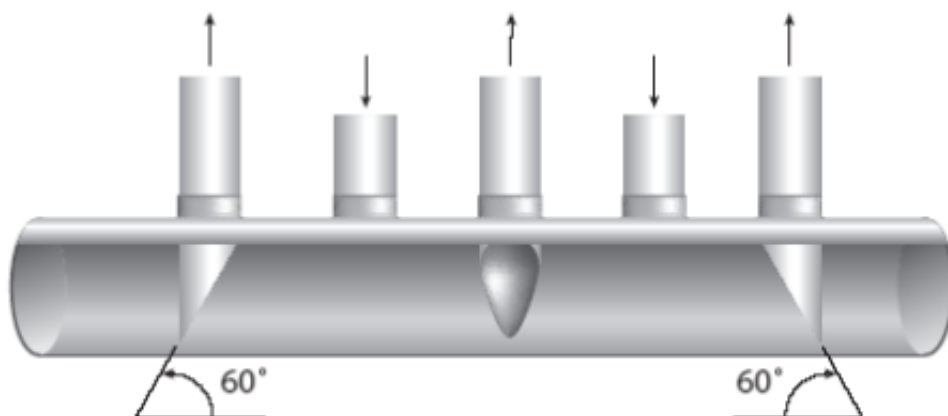
- Әрбір компрессорға жеке май бөлгіштерді пайдалана отырып;
- Айдау желісінде бір жалпы май бөлгішті қолдану арқылы.



3.28- сурет. Жеке мұнай деңгейін реттегіштер жалпы май бөлгішпен

Компрессорларды параллель қосу кезінде сору коллекторы компрессорларға мүмкіндігінше жақын болуы керек. Коллектор мен компрессор арасындағы құбырлар дірілді сөндіргіштермен болуы тиіс.

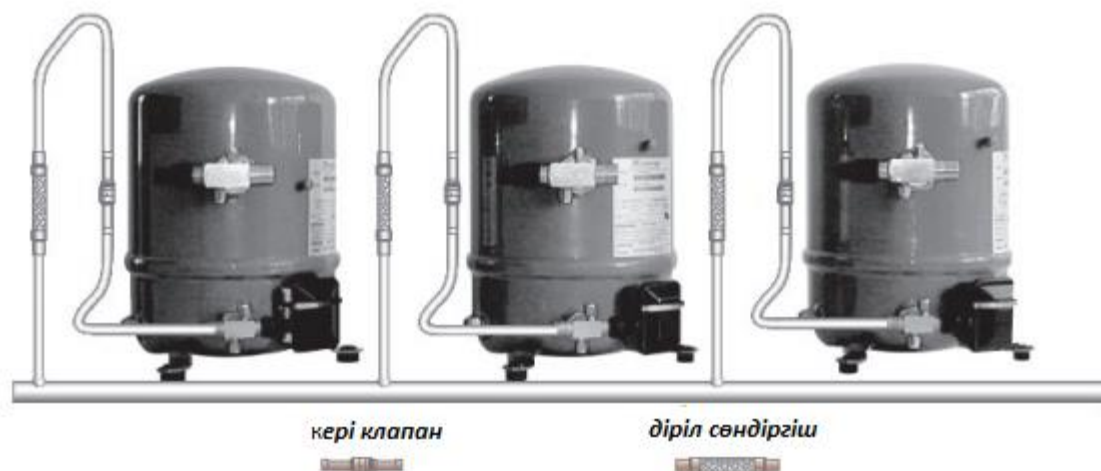
Компрессорлардан шығатын түтіктер коллектордың ішіне кіріп,  $60^\circ$  бұрышпен кесілуі керек (сурет.3.29). Бұл әдіс құбырға кіре берісте газдың жоғары жылдамдығын дамытуға мүмкіндік береді және компрессорға майдың қайтарылуын жақсартады. Коллектордың бұл нұсқасы коллектор компрессорлардың сору құбырларына қарағанда жоғары деңгейде орналасқан жағдайда орындалады.



3.29-сурет. Сору коллекторының схемасы

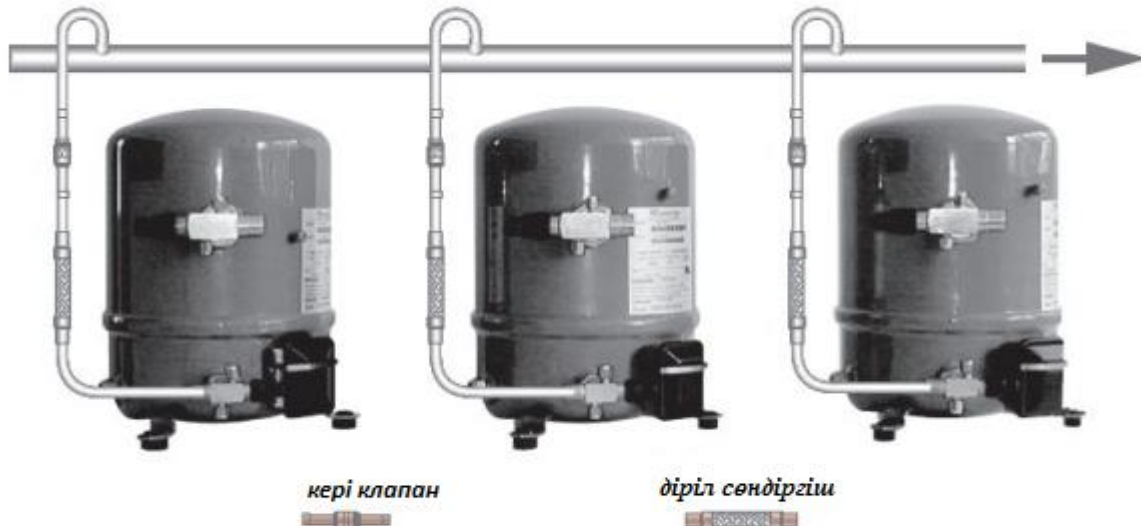
Айдамалау коллекторының конструкциясы бар, ол оларды өшірген кезде компрессорға салқындатқыш пен майдың кері ағуын болдырмауы тиіс.

Мүмкіндігінше компрессорлардың айдау келте құбырлары деңгейінен төмен айдау коллекторын орнату қажет (сурет.3.30).



3.30-сурет. Сықау коллекторының оны сықау келтеқұбырларының деңгейінен төмен орналастыру кезіндегі конфигурациясы

Айдау коллекторын төменгі деңгейде орналастыру мүмкіндігі болмаған жағдайда, түтіктер коллекторға жоғарғы жағынан кіретіндей етіп дәнекерленген (сурет.3.31)

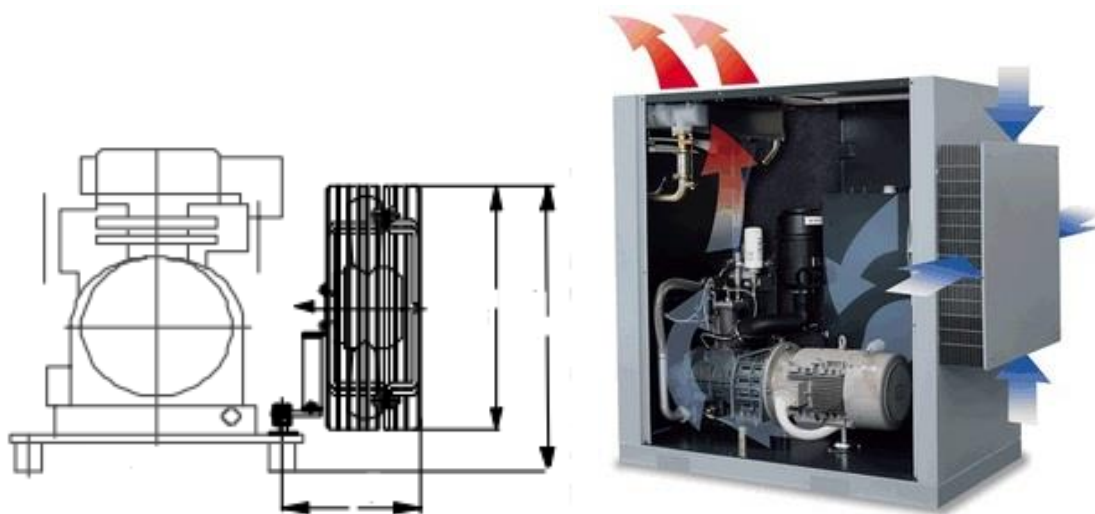


3.31-сурет. Айдағыш келтеқұбырлардың деңгейінен жоғары орналастыру кезінде айдағыш коллектордың конфигурациясы

Коллектордың мөлшері тым үлкен болмауы керек, себебі шамадан тыс коллектор ондағы майдың тоқырауына ықпал етеді. Коллектордың көлденең қимасының ауданы оған кіретін немесе шығатын келте құбырлардың аудандарының қосындысына тең болуы тиіс.

## **Компрессорды салқындатудың, майлауды салқындатудың қосымша жүйелерін орнату.**

Компрессорды ауамен салқындату үшін желдеткіш орнатылады, үрлеудің көлденең бағыты бар, компрессорды бөлек желдеткіші бар арнайы корпусқа орнатуға болады (сурет. 3.32).



3.32-сурет. Компрессорды қосымша ауамен салқындату

Температураны  $100^{\circ}\text{C}$  - ден төмен ұстаған жағдайда майды салқындату қажет. Көбінесе майды салқындату үшін су мен ауамен салқындатылған май айналымының контурлары қолданылады.

Компрессордың сору және айдау сызығындағы шүмектер толығымен ашық екеніне көз жеткізіңіз.

### **3. Компрессорды электр тізбегіне қосу.**

Электр компоненттерін қосу жобалық құжаттамаға және электр жабдығының қауіпсіздік қағидаларына сәйкес жүргізіледі.

Кабельді электр қорабына енгізу орны арнайы тығыздағыштың көмегімен саңылаусыз жабылуы тиіс. Тығыздау болмаған кезде су электр кабелінің бетіндегі компрессорға түсуі мүмкін, бұл қысқа тұйықталуға әкеледі.

Кабельді электр қорабына салмас бұрын, кабельді енгізу үшін тесік деңгейінен төмен түсетін цикл жасаған жөн. Бұл кабель арқылы электр қорабына конденсат тамшыларының ағып кетуіне жол бермейді.

Компрессорды іске қоспас бұрын, қысым релесі, контроллер, ТРШ, соленоидты клапандар және т.б. сияқты барлық қорғаныс құралдары мен автоматика құрылғыларының жұмыс істеп тұрғанына, тиісті түрде реттелгеніне, дұрыс қосылғанына және тоңазытқыш компрессорлардың қалыпты режимде жұмыс істеуіне дайын екендігіне көз жеткізіңіз.

Ақаулықтың себебі кабель болуы мүмкін, сирек емес, күрделі проблемалардың көзі қарапайым үзіліс болып табылады. Кабельді ауыстыру-жөндеу қажет болуы мүмкін ең қарапайым жағдай. Кез келген жағдайда, электр жабдығымен қандай да бір жұмысты бастамас бұрын электр өлшеу құралдарының көмегімен электр тізбектерінің кернеуде емес екеніне көз жеткізу қажет.



Әрі қарай, компрессорды қоспас бұрын, электр қозғалтқышының орамаларының электрлік кедергісін тексеру ұсынылады. Мұны істеу үшін корпуста бояусыз орын табу керек немесе оны өз қолыңызбен аздап сүрту керек. Мультиметрдің бір зондын электр байланысына, ал екінші зондты компрессор корпусына бекітіңіз. Құрылғы шексіз-үлкен қарсылықты көрсетуі керек. Олай болмаған жағдайда, компрессорды одан әрі пайдалану ұсынылмайды, себебі төмен электр кедергісі орамалардың электр окшаулауының бұзылуын және корпуста қысқа тұйықталудың пайда болуымен компрессордың тез істен шығу мүмкіндігін көрсетеді. Қозғалтқышпен және іске қосу релесімен одан әрі жұмыс істеу кезінде сақтық шараларын сақтау керек.

Токты тексеру үшін жұмыс релесі қажет, яғни сынақтарды бастамас бұрын сіз оның жұмысына сенімді болуыңыз керек. Токты мультиметрмен тексеру өте ыңғайлы, онда байланыс кемпірауыздармен жүзеге асырылады. Қозғалтқыш қуаты 140 Вт болған кезде ток 1,3 амперге тең болады. Шамалардың қатынасы қозғалтқыштың басқа қуат көрсеткіштерінде бірдей болып қалады.

#### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Компрессорды орнатуға дайындау туралы айтып беріңіз.
2. Компрессор келте құбырларын тоңазытқыш машинаның контурына дәнекерлеудің қандай ерекшеліктері бар?
3. Қажет болса, компрессорға қандай қосымша жабдық орнатылуы мүмкін?
4. Электр бөлігін орнату кезінде қандай талаптарды сақтау керек?

#### **Қосымша тапсырмалар**

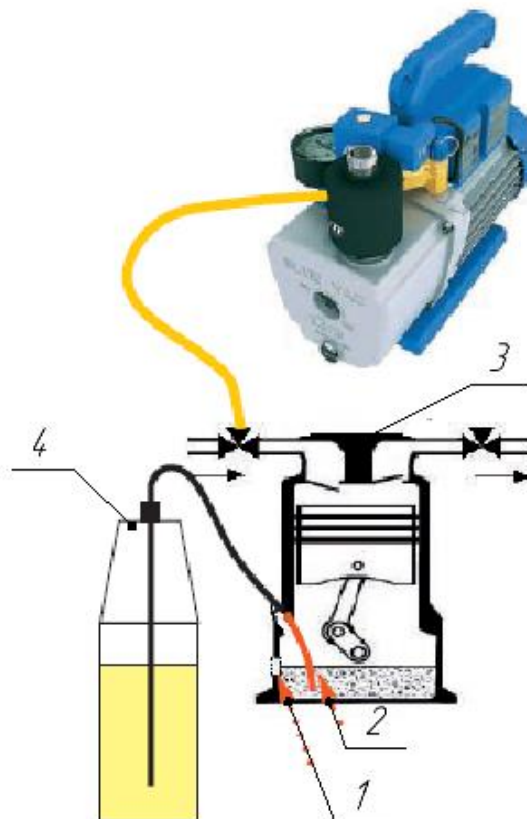
1. Үш фазалы электр қозғалтқышының орамаларын (жұлдыз, үшбұрыш) қосу схемаларын зерттеңіз. Осы немесе басқа схема электр қозғалтқышының жұмысына қалай әсер етеді?
2. Компрессорларға арналған тіректерді есептеу әдістерін табыңыз немесе дайын шешімдерді зерттеңіз. Неліктен кейбір ауа өткізбейтін компрессорлар дірілді сөндіретін құрылғыларсыз мықтап бекітілген?
3. Тоңазытқыш тізбегіне параллель орнату үшін компрессорлардың қандай түрі қолайлы (тоңазытқыш машинасына 3 немесе одан да көп дана)? Дайын қосылу схемаларын зерттеңіз, онда қандай компрессорлар қолданылады?

### 3.5 Тест

1. 100°C жоғарыда компрессор мұнай қыздыру қаупі бар ...
  - а) майлауды бақылау релесі;
  - б) майды салқындату жүйесі;
  - в) басқа майды қолданыңыз;
  - г) компрессорды ауыстырыңыз.
2. Бұрандалы компрессорларды өндіруші қандай түрде жеткізеді?
  - а) бөлшектелген түрде;
  - б) компрессор, электр қозғалтқышы;
  - в) агрегат түрінде;
  - г) компрессор, май бөлгіш.
3. Компрессорды қосқан кезде дәнекерленген қосылыстарға қандай талап қойылады?
  - а) діріл жүктемелеріне төтеп беруі тиіс.
  - б) жоғары қысымға төтеп беруі керек.
  - в) шыдауы тиіс температуралық ауытқуы.
  - г) арнайы талаптар жоқ.
4. Үш фазалы компрессордың электр желісінің бір фазасының үзілуіне не себеп болады?
  - а) бір ораманың жануы;
  - б) екі ораманың жануы;
  - в) барлық орамалардың жануы;
  - г) қуаттың жоғалуы.
5. Артық нұсқаны жойыңыз. Компрессорды іске қоспас бұрын...?
  - а) автоматика аспаптары жарамды;
  - б) тоңазытқыш камерасына жылу жүктемесі бар;
  - в) қуат көзі дұрыс қосылған;
  - г) жүйеде салқындатқыш бар.

### 3.6 Компрессорды маймен толтыру және май деңгейін тексеру

Компрессордың техникалық құжаттамасында майдың түрі, оның суық агентімен үйлесімділігі, майды ауыстыру мерзімділігі көрсетілуі тиіс. Көрсетілген регламент бойынша майды ауыстыру қажет. Вакуумдық сорғымен май құю схемасы 3.33 суретте көрсетілген.



1 - қарау терезесі; 2-мыс түтік; 3-компрессор; 4-май цилиндрі  
3.33-сурет. Майды вакуумдық сорғымен толтыру

Әдетте майды ауыстыру жиілігі компрессордың 10-12 мың сағат ішінде немесе ірі тоңазытқыш қондырғыларында 3 жыл жұмыс істейді. Аса жауапты жағдайларда майды тоңазытқыш қондырғы пайдалануға берілгеннен кейін компрессор 100 сағат жұмыс істегеннен кейін ауыстыруға болады. Мұндай бастапқы май ауыстыру қажеттілігі өндірушінің техникалық регламентіне байланысты.

Компрессор ұзақ тоқтаған кезде картердегі май суық агентімен қанықтырылады. Компрессордың келесі іске қосылуы кезінде иінді қораптағы қысымның күрт төмендеуі салқындатқыштың майдан шығуына әкеледі, бұл соңғысының көбіктенуімен бірге жүреді.

Көбік мойынтіректердегі, цилиндр қабырғаларындағы және басқа бөліктердегі май қабатын бұзады, бұл компрессордың кептелуіне әкеледі. Сонымен қатар, майды тоңазытқыш тізбегіне шығару жүреді, бұл компрессордың айдау клапандарының істен шығуына әкелуі мүмкін.

Компрессорды маймен толтыру оны тоңазытқыш тізбегіне орнату кезінде жүзеге асырылады. Жаңа компрессорлар қажетті мөлшерде маймен бірге келеді және оларды толтыру қажет емес. Пайдалану барысында май

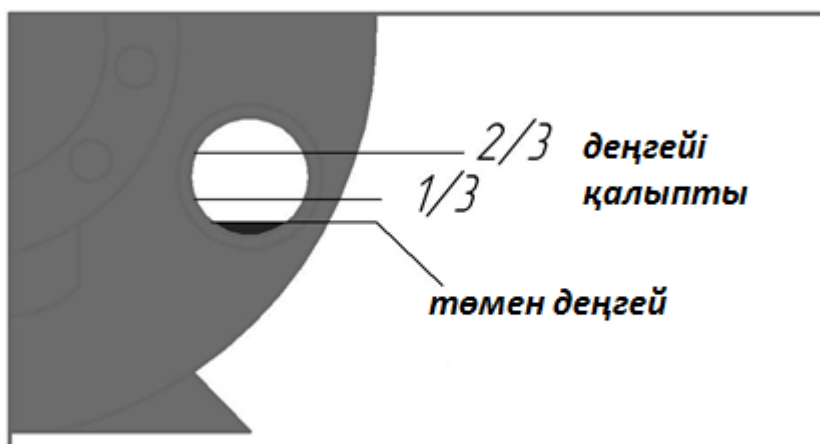
деңгейі талап етілетіннен төмен төмендеген кезде қосымша құю қажеттілігі туындауы мүмкін. Май компрессор корпусының төменгі бөлігінде орналасқан жанармай құю үшін арнайы клапан арқылы беріледі. Егер ол осындай операцияларға бейімделсе, май бөлгіш арқылы жанармай құюға болады.

Жанармай құю үшін электр немесе қол жетегі бар май сорғысын қолданыңыз.

Компрессор майын ауыстыру көп уақытты қажет етеді (егер компрессорды жүйенің қалған бөліктерінен крандармен ажырату мүмкін болмаса), себебі майды ауыстыру қажет:

1. Суық агентті эвакуациялау, төгу және оны тазарту;
2. Компрессор майын ағызу;
3. Паллетті бөлшектеу, тор сүзгісін, металл бөлшектерін ұстауға арналған магниттерді тазалау;
4. Паллет орнату және жаңа май құю;
5. Тоңазытқыш жүйесін вакуумдау;
6. Тоңазытқыш контурын суық агентімен толтыру.

Компрессордың май деңгейін тексеру көзбен шолып, компрессордың май деңгейінің индикатор терезесін үнемі тексеріп отыру арқылы жүзеге асырылады (сурет. 3.34), сондай-ақ автоматты режимде, майлау деңгейін бақылау релесінің көмегімен.



3.34- сурет. Компрессордың қарау әйнегі

Екінші әдіс орташа және жоғары суық өнімділігі бар жартылай саңылаусыз компрессорлар үшін қолданылады және объектіде көптеген компрессорлар болған кезде қажет.

Майлауды бақылау релесі май жетіспеген жағдайда компрессорды тозудан қорғайды.

**Тоңазытқыш техникасындағы майлардың негізгі түрлері [7].**

Минералды май-құрамында хлор бар суық агенттермен (ХВУ: R11, R12, R22) және көмірсутектермен қолданылады.

Алкилбензол майлары-синтетикалық майлар, олар термиялық тұрғыдан төзімді және минералды майлармен салыстырғанда суық агенттермен жоғары

араласады (кесте.3.5). Қондырғыны R12 суық агентінен өтпелі суық агенттердің біріне ауыстыру кезінде (ретрофит) жүйеге дәл осы май түрін құю ұсынылады.

Полиалкиленгликоль майлары (ПАГ немесе PAG) - R134a суық агентімен қолданылатын синтетикалық майлар. Осы типтегі майлардың негізгі ерекшеліктері:

- Жоғары гигроскопиялық (ылғалды сіңіре алады). максималды қалдық ылғалдылық-300 ppm. Жұмыс кезінде бұл мән 700 ppm аспауы керек;
- Жоғары жылу тұрақтылығы;
- Хлорға сезімтал (R12).
- Полиалкиленгликоль майлары мыс компоненттері бар жүйелерде қолданылмайды (мыс тұндыру әсері), себебі олар ылғалды сіңіру қабілетіне ие.

Полиэфир майлары (POE) – көптеген салқындату және кондиционерлеу жүйелерінде қолданылатын синтетикалық майлар. Қасиеттері бойынша бұл майлар PAG майларына ұқсас. Алайда, олар жүйеде ылғалға аз төзімді. Полиэфир майларын пайдалану кезінде жүйеде судың мөлшері 100 ppm аспауы керек. Май құтылары бірнеше рет пайдалануға жарамсыз. Канистр ашылғаннан кейін майды дереу пайдалану керек, себебі ол сыртқы ауамен әрекеттесе бастайды.

Поливинилэфир майлары (PVE) – сипаттамалары бойынша минералды майларға ұқсас, сондай-ақ жақсы майлаушы қасиеттері бар және жақсы ерігіштігі бар және сумен өзара әрекеттеспейтін (PAG майларына ұқсас).

3.5-кесте - майлардың суық агенттермен үйлесімділігі

Суық агенті түрі	Майлаудың рұқсат етілген түрлері	Үйлесімді салқындатқыштардың мысалдары
Озонды бұзатын суық агенттер – ГФУ(CFC), ГХФУ (HCFC)	MO, A, MA, PAO, PO	R12, R22, R502, R13, R123, R503, R142v, R21, R141v және т. б.
Ретрофитке арналған қоспалар	MO, A, MA, PO	R402A, R402B, R401A және т. б.
Озон қауіпсіз суық агенттер және олардың қоспалары-ГФУ(HFC)	PVE, POE, PAG, A	R134a, R125, R404A, R507, R407C, R410A және т. б.
Табиғи суық агенттер	MO, PAG, A, MA, PAO, PO	R717, R290, R723, RE170, R744, R600a және т. б.

Майлар: MO-минералды майлар; а – алкилбензол майлары; MA – минералды және алкилбензол майларының қоспасы; PAO-поли-α – олефин майлары; PAG – полиалкиленгликоль майлары; POE – полиэфир майлары, PVE-поливинилэфир майлары.

Араластыру дегеніміз — май мен сұйық салқындатқыштан біртекті масса қалыптастыру, ал ерігіштігі-бұл майды бу фазасында салқындатқышпен қанықтыру.

Араластыру дәрежесі майдың компрессорға қаншалықты жақсы немесе нашар оралғанына, сондықтан компрессордың жеткілікті майланғанына байланысты.

Кейбір салқындатқыштармен май толығымен араласады (R12, R21, R500), ал басқалармен — тек ішінара (R22, R152, R501, R502). Кейбір R13, R44, R115, R503 салқындатқыштары маймен өте нашар араласады, ал R717 (аммиак) маймен араласады. R717-де жұмыс істейтін тоназытқыш жүйелерін жобалау кезінде май бөлгішті қамтамасыз ету керек, компрессорды май өздігінен ағып кетуі үшін төменгі нүктеге қою керек.

Піспекті компрессоры бар салқындатқыштарда фреон мен майдың стратификациясы қолайсыз фактор болып табылады, әсіресе компрессордың бастапқы кезеңінде: маймен салыстырғанда тығыздығы мен тұтқырлығы төмен сұйық салқындатқыш тез майланатын беттерге түседі. Майлаудың жеткіліксіздігіне байланысты құрғақ үйкеліс және жұптасқан бөліктердің тозуы мүмкін. Өзара еритін май-фреон ерітінділерін немесе қоспасыз-үйкеліс түйіндеріне майдың үздіксіз түсуін қамтамасыз ететін автоматты жүйелерді қолданған жөн. Аммиакты және көмірқышқыл газын салқындататын машиналарда бұл проблема майдың жоғары тығыздығына және май сепараторларының рөлін атқаратын қабылдағыштардың болуына байланысты аз маңызды.

Суық агенттермен өзара ерігіштігі бойынша майға қойылатын талаптар май фреон қоспасы тоназытқыш машинаның бүкіл контуры бойынша қозғалатын саңылаусыз агрегаттар үшін өте маңызды.

Піспекті салқындатқыштарда майды жүйеге механикалық түрде алып кету мөлшері бойынша тұрақты болады. Салқындатқыш агенттегі майдың концентрациясы  $t_0$  және ТС-ге байланысты өзгереді.  $T_0$  қайнау температурасының төмендеуімен майдың концентрациясы күрт артады, нақты суық өнімділігі төмендейді.

Майдың тығыздағыштарға әсері келесі салдарға әкелуі мүмкін:

1. Майды тығыздағыш материалмен сіңіру нәтижесінде төсемдердің кебуі (ісінуі) ;
2. Майлаушы материалдарды, пластиктендіретін және тотығуға қарсы қоспаларды электродтардан алудың нәтижесі болып табылатын тығыздағыштарды мыжу.

Майды ауыстырмас бұрын, әсіресе ретрофит кезінде, жаңа майдың құрылымдық материалдармен үйлесетініне және ісінуге, тығыздағыштардың мыжылуына, олардың жыртылуына және т. б. әкелмейтініне көз жеткізу керек. Мұндай мәселелерді шешудегі кейбір ұсыныстар кестеде келтірілген. Бағалау шкаласы бойынша 3.6: 5 — өте жақсы, 4 — жақсы, 3 — қанағаттанарлық, 2 — қанағаттанарлықсыз.

### 3.6-кесте-майлардың материалдармен үйлесімділігі

Материал төсеу	Май түрі			
	ӘБ	РАО	РАG	РОЕ, PVE
Табиғи резеңке (NR)	2	2	2	2
Изопрен (IR)	2	2	4	2
Акрилонитрилбутадиен (NBR)	5	4	3	4
Стирол-бутадиен (SBR)	2	2	5	2
Хлоропрен (CR)	3	4	2	2
Бутил (IIR)	2	2	3	3
Силикон (VMQ)	3	4	4	5
Фторсиликон (FVMQ)	5	5	5	5
Фторкөміртект (FPM)	5	5	5	5
Полиакрилат (ACM)	4	4	2	4
Хлорлы полиэтилен (CSM)	3	3	2	2
Этилен-пропилен (EPDM)	2	2	5	2
Полиуретан (EU)	4	4	3	4
Политетрафторэтилен (тефлон) (PFTE)	5	5	5	5
Полисерн этилен (T)	5	5	2	4

Бағалау шкаласы: 5 – өте жақсы, 4 – жақсы, 3 – қанағаттанарлық, 2-қанағаттанарлықсыз.

Майлар: MO-минералды майлар; а – алкилбензол майлары; MA – минералды және алкилбензол майларының қоспасы; РАО-поли- $\alpha$  – олефин майлары; РАG – полиалкиленгликоль майлары; РОЕ – полиэфир майлары, PVE-поливинилэфир майлары.

Компрессорды жүйеге шығаратын майдың мөлшері оның техникалық жағдайына және компрессордың жұмыс режиміне байланысты. Жылу алмасу аппараттарына түсетін май олардың жылу берілуін нашарлатады. Сонымен қатар, тіпті ең тиімді май бөлгіштер компрессордан салқындатқышпен бірге алынған майдың 80-90% - дан аспайды. Сондықтан тоңазытқыш жүйесі май жылу алмастырғыштарда жиналмайтындай етіп жасалған. Кейбір ескірген жүйелерде жылу алмастырғыштардан майды алып тастау қолмен жасалуы мүмкін. Әдетте бұл операция қар жамылғысын алып тастау арқылы жүзеге асырылады (еріту немесе тазалау).

**Майлауды ауыстыру орташа жоспарлы жөндеу кезінде жүзеге асырылады.**

Тоңазытқыш компрессордан майды алып тастау себептері:

1. Шамадан тыс толтыру салдарынан компрессордың иінді корпусын маймен толтыру;
2. Май сақиналарының тозуы және нашар жұмыс істеуі немесе басқа тығыздықтардың болуы;
3. Майлау жүйесіндегі қысым тым жоғары;
4. Картерге сұйық тоңазытқыш агенттің түсуі нәтижесінде майды көбіктендіру;

5. Шамадан тыс жоғары айдау температурасы.

6. Компрессордың қысқа ұзақтығы бар компрессорды жиі іске қосу.

Тоңазытқыш қондырғысын пайдалану кезінде майлардың көптеген көрсеткіштері өзгереді: тұтқырлық, қышқыл саны, түсі, тығыздығы; механикалық қоспалар пайда болады.

Майдың түсі (ІҚЖ немесе NPA бірліктерінде) 4-5-тен аспауы, ал қышқыл саны (1 г майға мг КОН) 0,1-0,2-ден аспауы тиіс. Майдың тұтқырлығын 10-15% – дан аспайтын, ал тығыздығын  $\pm 0,02-0,03$  г/см<sup>3</sup> аспайтын етіп өзгертуге жол беріледі. Майдағы механикалық қоспаларды 0,05–0,15% - дан асырмауға жол беріледі.

Оптикалық құрылғы рефрактометр (сурет.3.35), майдың келесі қасиеттерін анықтауға мүмкіндік береді: майдың түрі (минералды немесе синтетикалық), майдың тұтқырлығы, майдың қалдық қорын анықтау.



3.35 сурет.Рефрактометр

Әр түрлі мақсаттағы рефрактометрлер бар, мысалы, салқындатқыштың қату температурасын анықтайтын рефрактометрлер бар.

Майлардың моторесурсы-1-ден 25000 сағатқа дейін. Бұл ретте майы тиіс бұза материалдар, төсемдер мен агрессивтілік таныту қатысты конструкциялық және электр оқшаулағыш материалдары.



### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Компрессордағы майды мезгіл-мезгіл ауыстыру не үшін қажет?
2. Компрессор майын ауыстыру кезінде қандай қосымша операциялар жасалады?
3. Тоңазытқыш машиналарда майдың қандай түрлері қолданылады?
4. Соның салдарынан жүруі мүмкін деңгейін төмендету май компрессорда пайдалану процесінде?

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Компрессордың май деңгейін тексеріңіз, оны қандай компрессорларда жасау мүмкін емес?
2. Компрессордың қолданыстағы моделі үшін майды таңдау керек. Компрессордың төлқұжатын зерттеп, майдың түрін, түпнұсқасын немесе аналогын табыңыз (бағасы бойынша салыстырыңыз), қажетті майдың мөлшерін қараңыз.

### 3.6 Тест

1. Құрамында хлор бар салқындатқыш агенттерді қолданатын тоңазытқыш қондырғыларда осы типтегі майлар қолданылады

- а) минералды;
- б) PAG;
- в) POE;
- г) PVE.

2. Мұнай піспекті компрессордың иінді корпусына майдың деңгейі ... өлшеуіш шыны деңгейінде болатындай мөлшерде құйылады.

- а) 1/2;
- б) 2/3;
- в) 1/4;
- г) 4/5.

3. Компрессордан майдың кетуін азайту үшін ...

- а) майлауды бақылау релесі;
- б) ресивер;
- в) май бөлгіш;
- г) компрессордың басқа түрі.

4. Май бөлгіш арқылы, жалғастық болған жағдайда, ж ...үзеге асыруға болады

- а) вакуумдау;
- б) майды ағызу;
- в) суық агентті қосымша құю;
- г) май құю.

5. Майды толығымен ауыстырған кезде (компрессорды толығымен бөлшектеу арқылы) олар міндетті түрде жүзеге асырылады ...

- а) май сорғысын ауыстыру;
- б) майлауды бақылау релесін ауыстыру;
- в) бүкіл майлау жүйесін тазалау;
- г) майды тазарту.

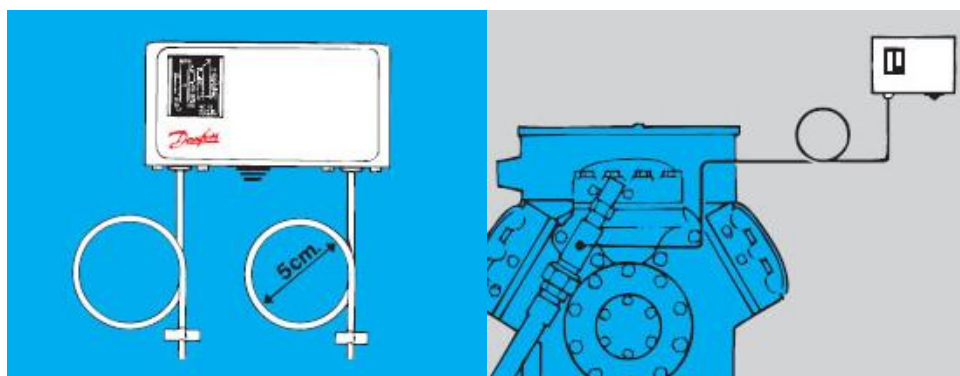
### 3.7 Автоматты бақылау құралдары мен құралдарын монтаждау

Қысым қосқыштары мен престостаттар тегіс беттерге арнайы кронштейндермен орнатылады, сондықтан оларды күту және реттеу ыңғайлы.

Осы құрылғылардың сальфондарын тоңазытқыш жүйесіне қосу құбыр өткізгіштің қажетті учаскелеріне капиллярлық түтіктерді дәнекерлеу арқылы жүзеге асырылады. Орнату кезінде сұйық салқындатқыштың сальфондарға түсуіне жол бермеу керек, бұл оның жұмысының бұзылуына әкелуі мүмкін.

Сұйықтықтың жиналуы құрылғы салқындаған жағдайда пайда болуы мүмкін, мысалы, бөлмедегі ауа ағыны немесе егер құрылғы оның төменгі бөлігіндегі құбырға қосылған болса немесе құбырдың астында орналасқан болса.

Тым қатты тербелістер капиллярлық түтіктерді бұзуы мүмкін, сондықтан түтіктерді бекіту кезінде артық бөлігі сақиналы циклмен бүктеледі (сурет. 3.36) тербелістер тербелмелі бөліктердің қозғалуымен сәйкес келетіндей және трубкалардың жүктемелері мен қажалуы болмайтындай етіп жүргізіледі. Сынуды болдырмау үшін қысым релесін өндірушілер болат капиллярларды немесе үлкен диаметрлі түтіктерді (6 мм) пайдалануды ұсынады.



3.36- сурет. Капиллярлық түтікті бекіту

Төмен қысымды релені орнату келесі ретпен жүзеге асырылады:

1. Қысым дифференциалын реттейді;
2. Реленің жұмыс қысымын реттеңіз;
3. Тексереді параметрлері.

Төмен қысымды релені тексеру үшін сору қысымының төмендеуі сұйық магистральда немесе компрессордың алдында клапанның қабаттасуына әкеледі.

Тексеру үшін жоғары қысымды реле әдетте конденсатор желдеткішімен қабаттасады және конденсация қысымын таңдалған қысымға жеткізеді. Қысым релесінің ақаулығы жағдайында агрегаттың авариялық тоқтатылуын дереу жүзеге асыру қажет. Қауіпсіз болу үшін жоғары қысымды релені азот цилиндріне қысым редукторымен қосу арқылы тексеруге болады және реленің іске қосылғанына көз жеткізу үшін қысымды қажетті мәндерге біртіндеп жеткізуге болады.

Камерадағы температураны реттеу үшін термостаттарды орнату еркін ауа айналымы бар жерде жүзеге асырылады. Ауа ағынында орналасуға жол берілмейді. Термостат жылу оқшауланған табаққа орналастырылған және камера қабырғасымен байланыста емес.

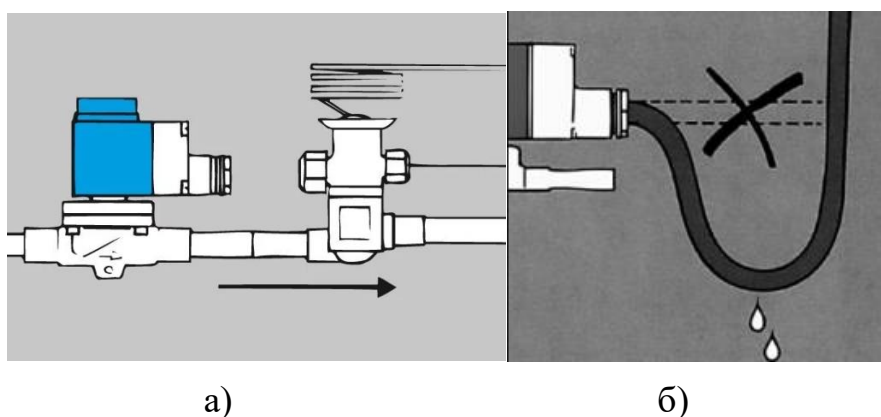
Реленің сенімді жұмыс істеуі үшін ең суық нүкте өлшенген ортаның температурасын қабылдайтын жылу жүйесінің бөлігінде екеніне көз жеткізу керек.

Термостаттар толтырудың екі түрімен келеді: бу және адсорбция. Толтырудың әр түрі үшін температура диапазоны төменде көрсетілген:

Адсорбциялық жанармай құю үшін:  $-40 \dots +60 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Бу құю үшін:  $-55 \dots +40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Соленоидты клапандар қатаң белгіленген бағытта, тоңазытқыш тізбегіндегі салқындатқыш бағытта орнатылады. Бағыт клапан корпусындағы көрсеткімен бейнеленген. Соленоидты клапан сұйықтық жолында ТРШ-ға мүмкіндігінше жақын орналасқан (сурет. 3.37, а), бұл жерде су соққыларының ықтималдығы аз.

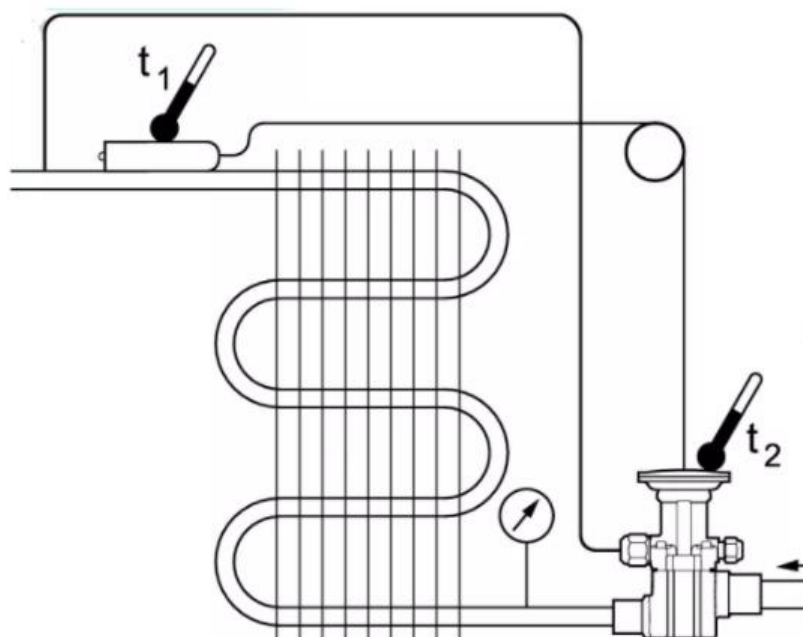


3.37- сурет. Соленоидты клапанның орналасуы

Шарғының кабельмен байланысы күшті және тығыз болуы керек. Корпусқа ылғалдың енуіне жол бермеу үшін кабель кірер алдында аздап түсіп кетуі керек (сурет. 3.37, б).

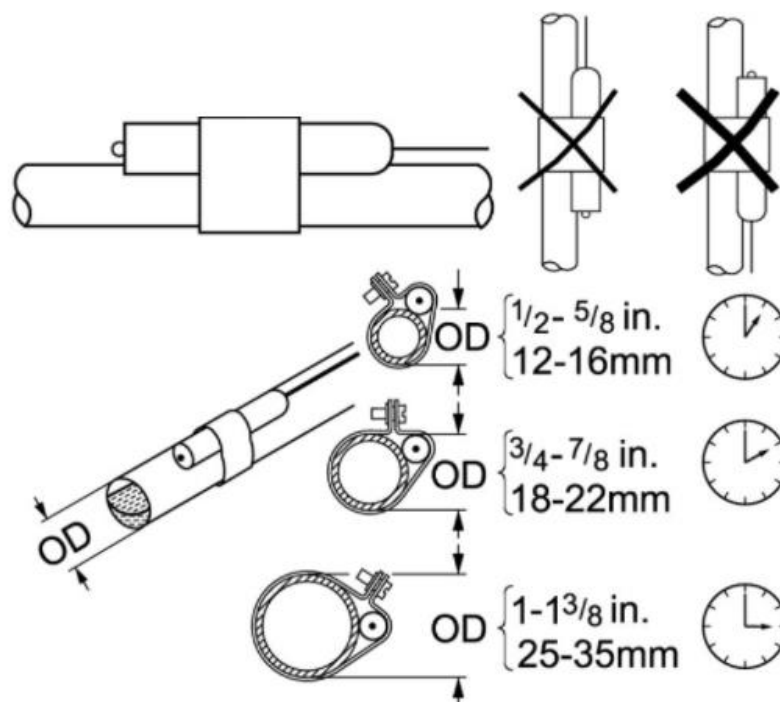
Термореттегіш шұраны (ТРШ) орнату буландырғыш алдында, сұйық құбырда жүзеге асырылады. ТРШ дәнекерлеу кезінде оны дымқыл шүберекке орап, қызып кетуден қорғау керек. Термобаллон ТРШ құбырға буландырғыштан кейін қысқышпен бекітіледі (3.38-сурет). Термобаллонды орнату құбырдың көлденең бөлігінде ғана рұқсат етіледі, ал егер оған дейін ТРШ-да теңестіру сызығы болса. Сондай-ақ, тоңазытқыш қондырғысында регенеративті жылу алмастырғыш болған кезде термобаллон буландырғыш пен жылу алмастырғыш арасында бекітіледі.

Өзекке киілмеген шарғыны қосуға жол бермеңіз. Сонымен қатар, ол арқылы үлкен ток өтуі мүмкін, бұл оның қызуы мен күйіп кетуіне әкеледі.



3.38- сурет.ТРШ орналасқан жері

ТРШ дәлірек жұмыс істеуі үшін құбырдағы термобаллонның орналасуы құбырдың диаметріне байланысты өзгереді. - Сур. 3.39 диаметріне байланысты ТРШ термобаллонын бекіту схемасы көрсетілген.



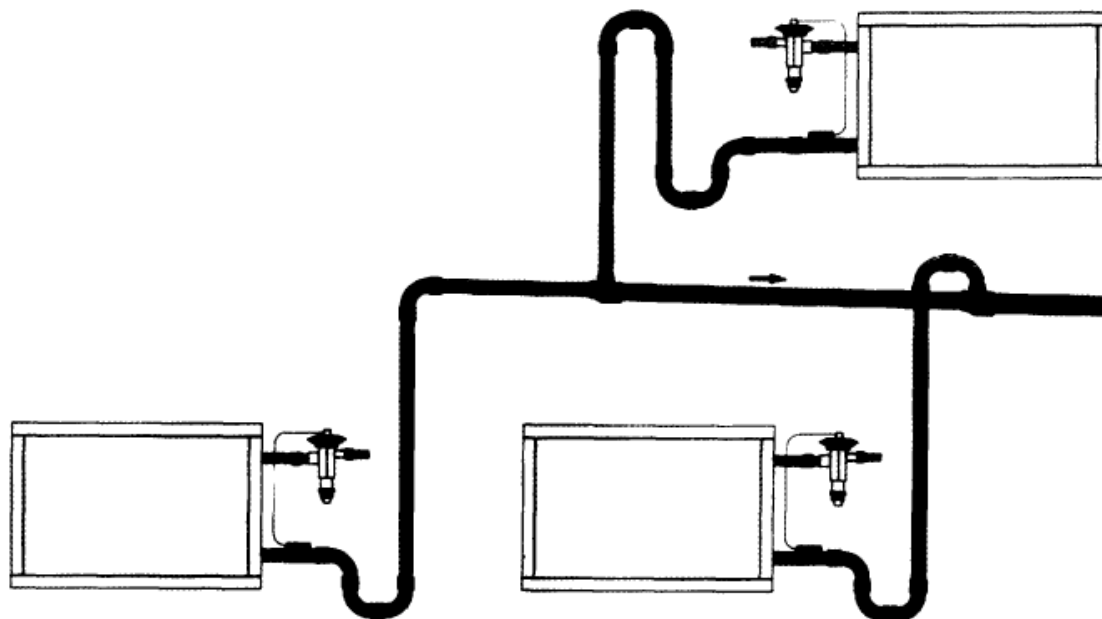
3.39-сурет.ТРШ термобаллонын бекіту

Термобаллонды тік жерге немесе май тұзағынан кейін орнатуға тыйым салынады.

Температураны реттейтін желдеткіштерде төмен температурада тізбектегі су қатып, клапанның өзегін жауып, салқындатқыш агенттің буландырғышқа өтуіне мүмкіндік бермейді. Өз кезегінде, судағы оттегі

клапан бағанының жегідесіне әкелуі мүмкін, жоғары температурада компрессордан газ шыққан кезде оттегінің болуы компрессор майының тотығуына және жануына әкелуі мүмкін.

Бірнеше буландырғыш қондырғыларда компрессор буландырғыштан төмен орналасқан кезде, ауырлық күші әсерінен сұйықтықтың компрессорға оралуын болдырмас үшін сұйықтық дискісін буландырғыштан жоғары орнату керек. Құбырдың дұрыс орналасуының мысалы суретте көрсетілген.3.40. Сондай-ақ, бұл жағдайда бірнеше ТРШ жұмысының бір-біріне өзара әрекеттесуіне жол берілмейді.



3.40-сурет. Бірнеше буландырғыштары бар қондырғыларда сору желілерінің орналасуы

ТРШ және басқа автоматиканы баптау туралы толығырақ мына жерде [6].

#### **Майлауды бақылау релесін монтаждау (МБР).**

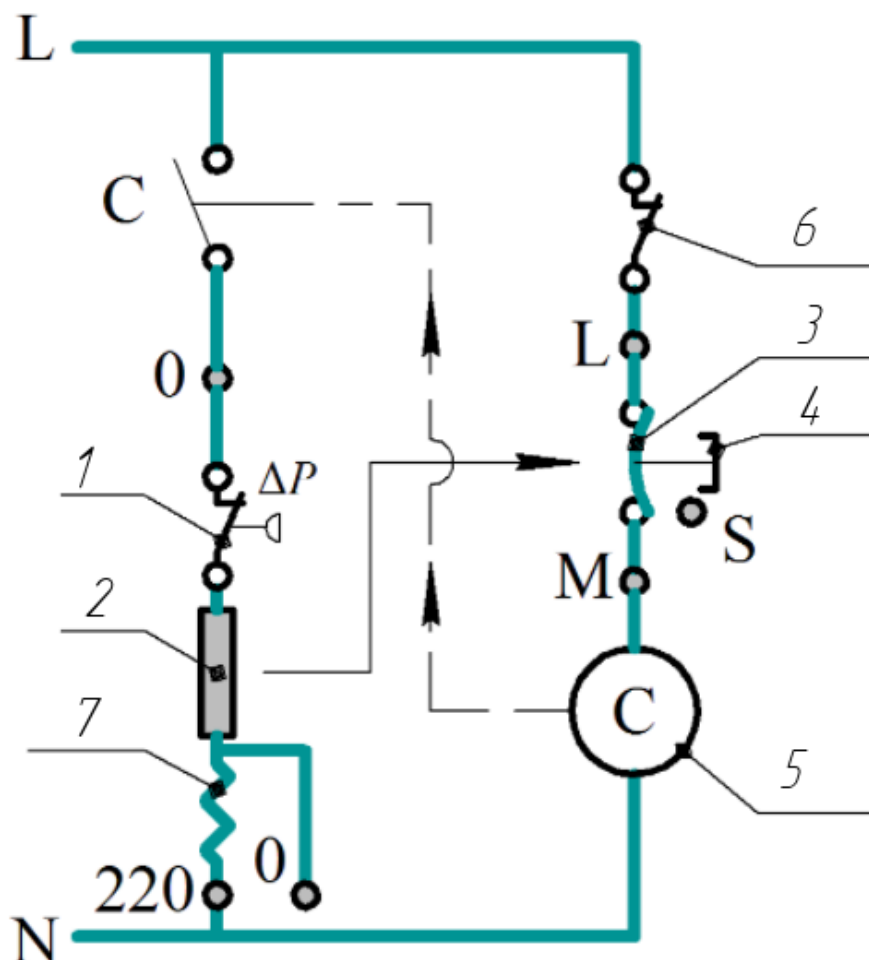
Егер сіз МБР-ны өзіңіз орнатсаңыз, сифондардың ішіне бөгде заттардың (металл бөлшектері, қабыршақтар) түсуін болдырмау үшін реле корпусын иінді қораптағы май деңгейінен төмен орнату ұсынылмайды.

Май сифонын картердің ең төменгі нүктесіндегі майды ағызуда арналған тесікке қосуға болмайды. Сондай-ақ, ешқашан майды сорғыны маймен толтыру үшін тесікке қоспаңыз. Екі жағдайда да сифондарда қысым айырмашылығы болмайды және МБР компрессорды өшіреді.

МБР келте құбырларындағы сомындарды тарту кезінде сифондарды орамау үшін екі кілтті міндетті түрде пайдаланыңыз.

Орнатқаннан кейін картер жылытқышының жұмысын тексеріңіз. Егер жылытқыш қызбаса, басқару тізбегінде 24 емес, электр желісінің қалыпты кернеуі берілгеніне көз жеткізіңіз. Компрессор картерінің жылытқышы жұмыс істеген кезде картердің температурасы қоршаған орта температурасынан 20к жоғары болуы тиіс.

Егер бұл мүмкін болса, 3.41-суретте көрсетілгендей, компрессор стартерінің қалыпты ашық контактісі арқылы электр жылытқышты желіге қосу ұсынылады.



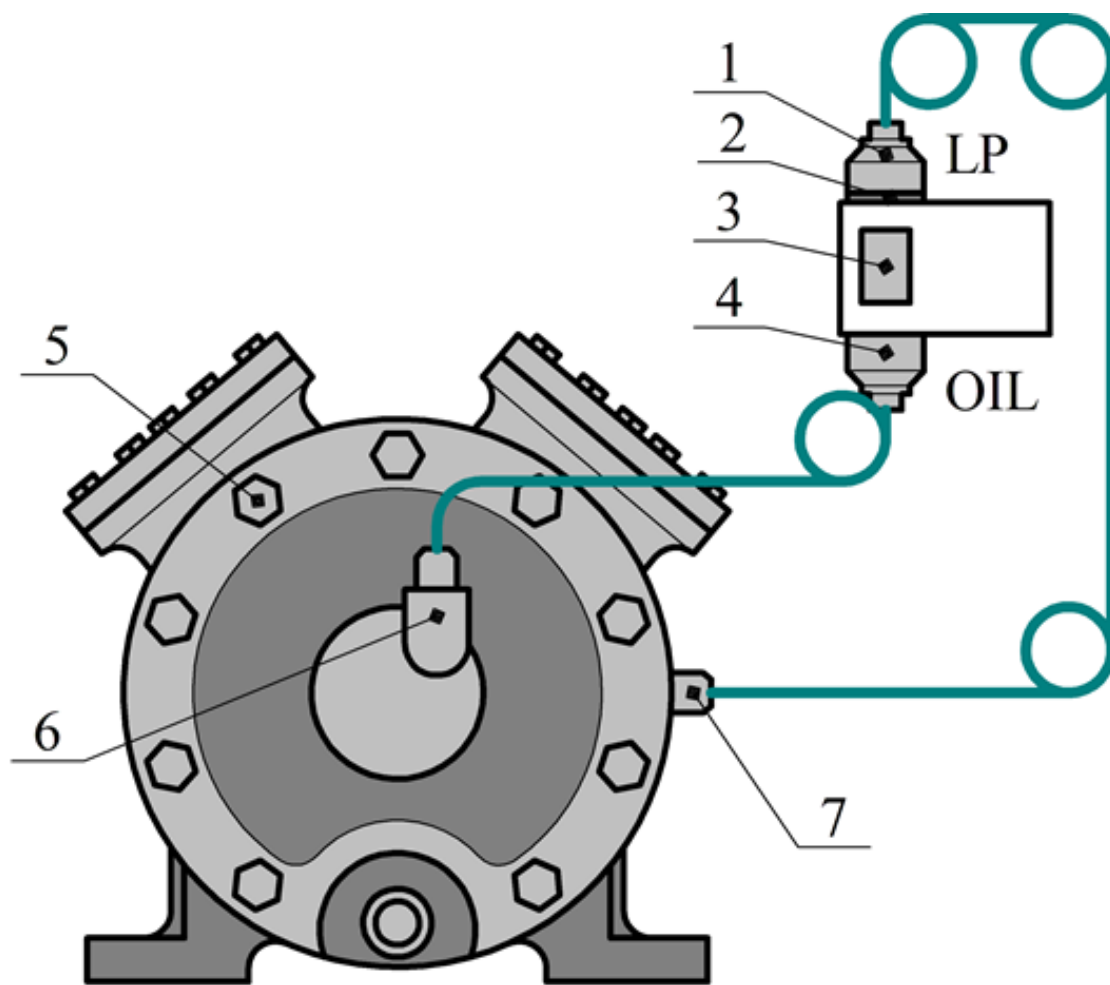
1-қысымның төмендеуімен басқарылатын МБР контактісі; 2-қыздыру элементі; 3-биметалдық тілімше; 4-қалпына келтіру түймесі; 5-контактордың соленоиды; 6-басқару тізбегі; 7-қосымша қарсылық

3.41-сурет.МБР қосу (электр бөлігі)

МБР-ны компрессорға қосу схемасы 3.42-суретте көрсетілген. LP әріптерімен белгіленген жоғарғы сальфон (1) компрессор иінді корпусына қосылып, май сорғысының кіріс қысымын бақылайды.

Жоғарғы сальфонның капиллярлық түтігі тікелей картерге қосылған (7).

Май белгілеген төменгі сальфон (4) май сорғысынан шығатын қысымды бақылайды. Төменгі сальфонның капиллярлық түтігі май сорғысының шығысына қосылады (6).



1-төмен қысымды сиффон LP (НД); 2 – реттеу бұрандасы; 3 – МБР; 4 – мұнай қысымының сиффоны; 5 – компрессор; 6 – май сорғысының шығуы; 7-компрессор иінді білігінің келте құбыры

3.42-сурет. МБР-ны компрессорға қосу

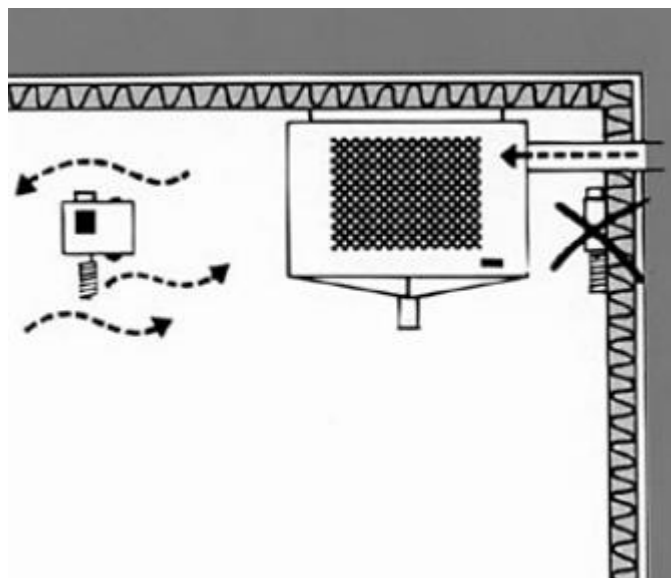
Реттеу бұрандасы (2) кесілген диск түрінде жасалады және LP сиффонының жағында орналасқан. Кейбір модельдерде бұранданы орнату реле корпусының қақпағы алынып тасталған кезде ғана мүмкін болады.

Реленің іске қосылуы компрессордың ажыратылуына әкеледі. Осыдан кейін оның қуатын корпуста "қалпына келтіру" түймесін басқаннан кейін ғана қосуға болады.

Температура реттегішінің дәлдігі оның тоңазытқышта дұрыс орнатылуына байланысты. Температура реттегіші (термостат) ауа айналымы тым аз болмайтындай етіп орналастырылған, бұл оның жұмыс ауқымын 3-4°C арттыруы мүмкін.

Термостаттың сезімтал элементі ауаның еркін айналымы ағынында болуы керек, бірақ ағын шамадан тыс болмауы керек (тікелей бағытталған). Сондай-ақ тоңазытқыш камерасының есіктерінің жанында монтаждауға жол берілмейді. Термостат ешқашан камераның суық қабырғасына қойылмайды, бірақ жылу оқшаулағыш табаққа орнатылуы керек (сурет.3.43).

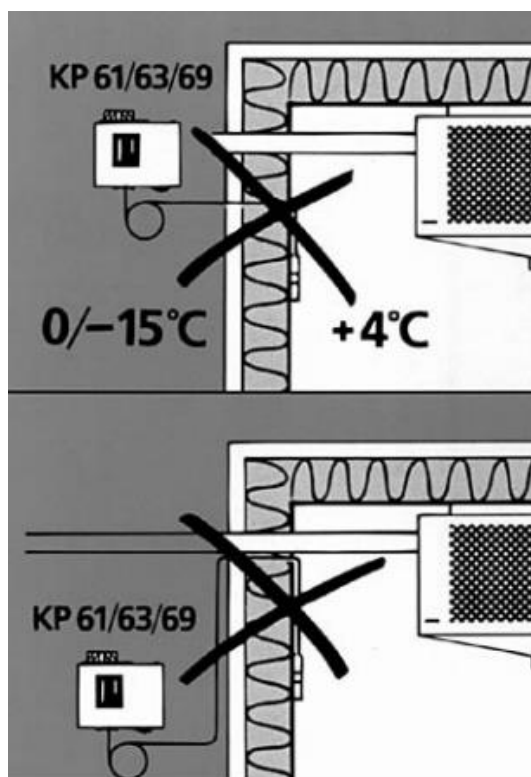




3.43- сурет. Камерадағы термостаттың орналасуы

Капиллярлық түтіктері бар басқа автоматика құрылғыларындағыдай, түтіктер діріл мен басқа жүктемелерге ұшырамауы керек, бұл олардың бұзылуына әкеледі.

Бумен толтырылған термостаттар температурасы кейде тоңазытқышқа қарағанда төмен болуы мүмкін бөлмелерде орнатылмайды (сурет.3.44). Мұндай жағдайларда термостаттардың басқа түрін қолдану ұсынылады.



3.44- сурет. Термостатты орнату

Бу толтырылған термостаттардың капиллярлық түтіктері мен сору құбырлары қабырғалардан өтпейтіндей етіп орнатылады.

### **Төрт жақты клапанды орнату**

Төрт жақты клапан ауырлық күшінің әсерінен алтынтің ығысу мүмкіндігін болдырмау үшін көлденең қалыпта орналасуы керек.

Төрт жақты клапанды дәнекерлеу кезінде негізгі орауыштың фторопластикалық тығыздағыштарын шамадан тыс қыздыру мүмкіндігін болдырмау үшін оны дымқыл шүберекпен орау керек. Дәнекерлеуді жеңілдету үшін газ қыздырғышына арналған U-тәрізді арнайы саптаманы қолдану ұсынылады (сурет.3.45).



3.45- сурет. Төрт жақты клапанды дәнекерлеуге арналған саптама

Ескерту: қыздырудан бұрын, қызып кетпес үшін клапанды дымқыл сүлгімен орап алған жөн.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Автоматика құрылғыларының электр қосылыстарына қандай негізгі талаптар қойылады?
2. Автоматика құрылғыларының капиллярлық түтіктерін орнатуға қандай талаптар қойылады?
3. Термостаттарды орнату туралы айтып беріңіз.
4. Термобаллонды орнату схемасын қалай түсінесіз (сурет. 3.39)?

### **Қосымша тапсырмалар**

1. YouTube-тегі Coolselector2 бағдарламасының шолуын қараңыз, бағдарламаның негізгі параметрлері мен құралдарын қараңыз.
2. 1кВт суықтай өндіретін тоңазытқыш қондырғысы үшін камерадағы температуралық режимі  $-5^{\circ}\text{C}$ , және Алматы қаласының климаттық жағдайлары үшін COOLSELECTOR2 бағдарламасының көмегімен ТРШ таңдау қажет.

### 3.7 Тест

1.  $-40...+60^{\circ}\text{C}$  температуралық режимде термостатты толтырудың қандай түрін қолдану ұсынылады?
  - а) бу;
  - б) сұйық;
  - в) адсорбциялық;
  - г) маңызды емес.
2. Қысым қосқышын орнатқан кезде капиллярлық түтіктерді қорғау керек ...
  - а) дірілден ысқылау;
  - б) созылу;
  - в) температураның кеңеюі;
  - г) бу.
3. Соленоидты клапанның шарғысы орналасуы керек ...
  - а) төменнен;
  - б) жанынан;
  - в) жоғарыдан;
  - г) айырмашылықсыз.
4. Егер сильфон зақымдалса, қысым релесі ұсынылады ма?
  - а) сильфонды қалпына келтіру;
  - б) релені толығымен ауыстырыңыз;
  - в) сильфонды басқа релемен алмастыру;
  - г) релені орнату орнын өзгертіңіз.
5. ТРШ нақты жұмыс істеуі үшін, өлшемі 1 дюйм болатын түтікке термобаллон орнатылады (кұбырға қатысты сағаттық бағытта)
  - а) 12 сағатқа (жоғарыдан);
  - б) 1 сағатқа (сәл оң жақта);
  - в) 6 сағатқа (төменнен);
  - г) 3 сағатқа (оң жақта).

### 3.8 Автоматика құралдары мен қосымша жабдықтарды жөндеу

Шағын тоңазытқыш қондырғыларында қолданылатын ажыратылмайтын сүзгілер кептіргіштер толығымен ауыстырылады. Суық агенті эвакуацияланады, сүзгі дәнекерленеді және оны жаңасына ауыстырады.

Ірі тоңазытқыш қондырғыларында бөлшектенетін сүзгілерге қызмет көрсету үшін екі жағынан тиек шұралары көзделуі тиіс.

Сүзгі жеңінің өзгеруі келесідей:

1. Екі жапқыш шұра жабылады, сүзгі контурдан ажыратылады.
2. Бір қалыпты әлсіреуі бұрандамалар қақпақтар, алдын-ала алып тастау қысым сүзгісінде.
3. Қақпақты шешіп, сүзгі жеңін тез өзгертіңіз.
4. Сүзгі қақпағының толық созылмауы, құлыптау клапандарының бірін ашып, ауаны сүзгіден шығару керек.
5. Қақпақтың бұрандамаларын түпкілікті қатайту және бекіту клапандарын ашу.
6. Сүзгіні ағып кетуді тексеру.

ТРШ саңылаусыздығының бұзылуы бұрандалы қосылыстардың әлсіреуі және тығыздағыштардың шөгуді нәтижесінде ұзақ уақыт жұмыс істеген кезде пайда болуы мүмкін.

Шұраны жалғау орындарының саңылаусыздығын қалпына келтіру үшін ернемектер мен теңестіру желілерінің бекіту сомындарын тарту керек. Егер ағу жалғастықты корпуспен бұрау орнында орнатылса, саңылаусызды қалпына келтіруге жалғастықты тарту арқылы қол жеткізуге болады. Орнату түйінінің тығыздағышындағы ағып кету сомынды жеткізу жинағына кіретін арнайы кілттің көмегімен қатайту арқылы жойылады.

Егер бұрандалы қосылыстарды қайта қатайту кезінде тығыздықты жоғалту жалғасса, ТРШ бөлшектеу және оның тығыздағыштарын ауыстыру қажет. Егер мембрана немесе басқа ішкі бөліктер зақымдалған болса, оларды ауыстыруға болады, ТРШ ішкі бөліктері толығымен бөлшектеледі.

Егер ТРШ жұмысында пульсация пайда болса, оны қайта конфигурациялау немесе егер қайта конфигурациялау көмектеспесе, оны ауыстыру қажет, себебі ол еркін таңдалмайды (шамадан тыс).

ТРШ-да будың болуы тізбекте тоңазытқыш агентінің болмауына немесе клапан алдындағы қысымның жоғары төмендеуіне әкелуі мүмкін, сонымен қатар конденсатор мен ТРШ арасындағы биіктіктің қатты айырмашылығы болуы мүмкін.

Термостаттар мен қысым релесінің жұмысына байланысты ақаулар олардың конфигурациясын бұзу нәтижесінде пайда болуы мүмкін, сондықтан сіз қайтадан конфигурациялауыңыз керек.

Контактілерді тотықтырған кезде оларды механикалық түрде тазартуға болады. Көбінесе құрылғыны толығымен ауыстыру ұсынылады, әсіресе сенімділік үшін, әсіресе сезімтал элементтермен (сильфонмен) және реленің тоқырауымен байланысты бұзылулар кезінде.

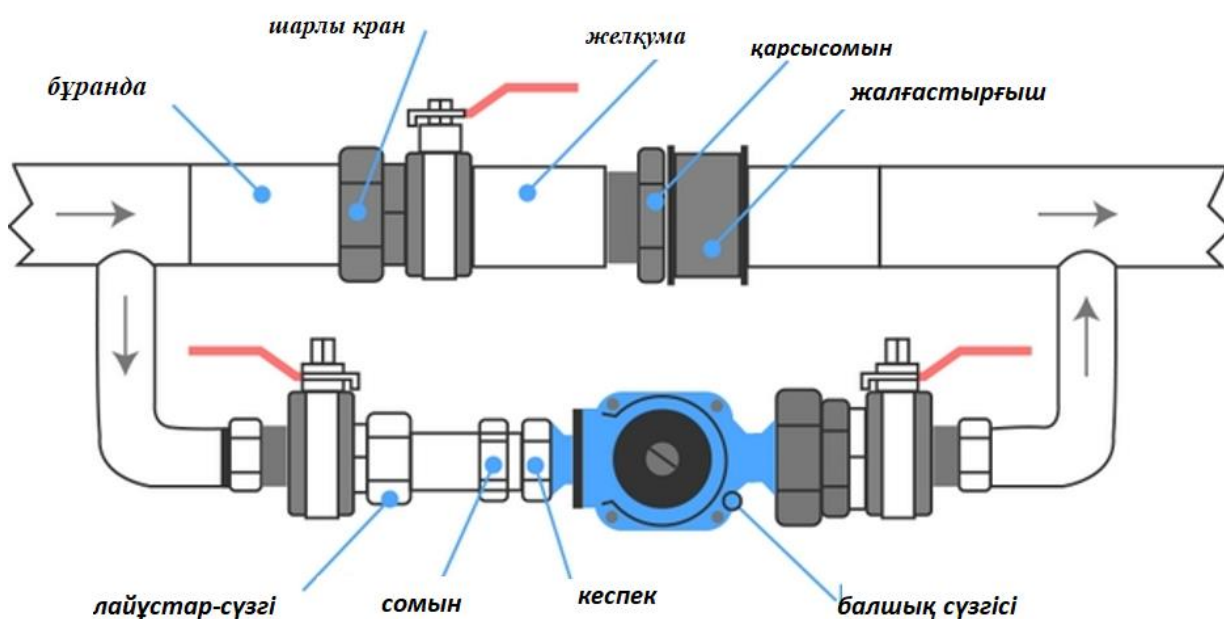
Ауа жылу алмастырғыштарының желдеткіштерінің шуылы мен дірілі жоғарылаған кезде, мойынтіректер мен желдеткіш білігінің артқы жағының болуын тексеру және қажет болған жағдайда оларды ауыстыру қажет. Сондай-ақ, доңғалақты, оның бекітілуін және еркін соққыны тексеру қажет.

Кейбір жағдайларда жөндеу жұмыстарын жүргізуге болатынына қарамастан, көбінесе бүкіл құрылғыны ауыстыру ұсынылады. Бұл құрылғы көрсеткіштерінің сенімділігі мен дәлдігін қамтамасыз етеді.

Тоңазытқыш қондырғыларында суды, тұзды немесе басқа сұйықтықтарды айдау үшін әртүрлі типтегі орталықтан тепкіш сорғылар қолданылады. салқындатылған үй-жайларды желдету, ауа салқындатқыштардағы және ауаны салқындату конденсаторларындағы ауаны мәжбүрлі конвекциялау үшін орталықтан тепкіш желдеткіштер қолданылады.

Сорғылар қажетті көлем беру және жасалған қысым бойынша таңдалады. Көбінесе тек бір сорғы орнатылатын және басқа резервтік жүйелерде. Нәтижесінде, бірінші сорғымен кез-келген жұмысты орындау кезінде сіз қосалқы қондырғыны қосуға болады, осылайша салқындату жүйесінің жұмысын тоқтатпаңыз.

Сорғыны бөлшектеу қажет болған жағдайда гидравликалық тізбекті босатпау үшін сорғы айналма құбыр арқылы орнатылады (сурет.3.46).



3.46- сурет. Сорғыны айналма құбыр арқылы орнату

Батарейаларға сұйықтықтың төменгі берілуімен сорғы-айналым жүйелері үшін айналым жиілігі (бүкіл жүйенің тәулігіне сорылатын сұйықтық көлемі) 3-тен 5-ке дейін.

Батарейаларға сұйықтықтың жоғарғы берілісі бар жүйелер үшін айналым жиілігі құбырдың ұзындығына байланысты өзгереді (кесте.3.7).

3.7-кесте-жүйе айналымының қажетті еселігінің құбыр ұзындығына тәуелділігі (сұйықтықты батареяларға жоғарғы деңгейде беру кезінде)

Құбыр ұзындығы, м	50 - 100	100 - 200	200-ден жоғары
Айналым жиілігі	10 - 15	5 - 10	3 - 5

Жоғарғы сұйықтық берілетін ауа салқындатқыштар үшін айналым еселігі 25-30 - ға тең қабылданады.

Сорғыларға техникалық күтім жасау сорғыларды тығыздау, мойынтіректерді майлау, жетек механизмдерін реттеу арқылы сұйық салқындатқыштың ағып кетуін тексеру және жою болып табылады.

Сорғылар мен желдеткіштерді профилактикалық тексеру олардың жұмысының әрбір 1000 сағатында жүргізіледі, бұл ретте тексеру бірқатар операцияларды қамтиды:

1. Мойынтіректерді майлау және реттеу;
2. Тығыздағыштарды толтыру, тығыздағыштарды ауыстыру;
3. Жетек механизмдерін баптау, біліктердің туралануын тексеру;
4. Ернемекті қосылыстардың тартылуының біркелкілігін тексеру.

Сорғылар мен желдеткіштерді шағын жөндеу кезінде профилактикалық тексеру операцияларына қосымша бұрандалы қосылыстарға ақау табу және жөндеу, ротордың теңгерілуін және ротор мен желдеткіш корпусының арасындағы саңылауды тексеру, орталықтан тепкіш сорғы білігінің жылжуын тексеру, мойынтіректерді жуу, бұрандамаларды, оның ішінде іргетастарды тарту жүргізіледі.

Сорғылар мен желдеткіштерді орташа жөндеу 16 мың сағаттан кейін жүргізіледі және шағын жөндеуге қосылатын операциялардың көлеміне бөлшектерді толық бөлшектеу және ақаулау, қажет болған жағдайда оларды жөндеу, сырғанау мойынтіректерін жөндеу, жылжымалы мойынтіректерді ауыстыру, жұмыс дөңгелектері мен роторларды теңгеру бойынша операциялар қосылады.

Сорғылар мен желдеткіштерді күрделі жөндеу олардың 32 мың сағат жұмысынан кейін жүргізіледі және орташа жөндеу жұмыстарының көлеміне қосымша негізгі бөлшектерді (білікті) металдау, балқыту тәсілімен қалпына келтіруді, сорғылардың жұмыс дөңгелектерін ауыстыруды, желдеткіш корпусының бөлшектерін ауыстыруды, ілінісу жалғастырғыштарын ауыстыруды қамтиды.

Бекіту арматурасын жөндеу және сынау. Бекіту арматурасының негізгі ақаулары:

1. Клапанды будың байланыс беттерінің (алтын беттері) пішіні мен ластануының ақаулары.
2. Тығыздағыш сақиналар мен төсемдердің зақымдануы.
3. Клапандар корпусы мен қақпақтарының ақаулары (жарықтар, жарықшақтар, жегіделік бұзылулар).

Геометриялық пішіндегі ақаулар ақаудың сипаты мен мөлшеріне байланысты әртүрлі жолдармен жойылады.

Мысалы, ақаулықтың тереңдігіне байланысты олар жойылады: 0,05 мм – ге дейін-тегістеу, 0,05-0,5 мм абразивті тегістеу, содан кейін тегістеу және тегістеу арқылы 0,5 мм-ден астам бетті өңдеу.

Тегістеу арнайы құрылғылардың көмегімен жүзеге асырылады – белгілі бір кедір-бұдырлы жұмсақ ұсақ түйіршікті шойыннан жасалған. Сонымен қатар, сүртілетін беттер әдетте керосин немесе майы бар абразивті ұнтақтан жасалған жұқа қабатпен жабылған.

Егер айтарлықтай жарықтар болса және корпусстың, қақпақтың қалыңдығының 30% - дан асатын тереңдіктегі басқа да бұзылулар болса, мұндай бөліктер қабылданбайды.

### **Мойынтіректерді монтаждау.**

Дұрыс орнату және одан әрі техникалық қызмет көрсету кезінде мойынтіректер ұзақ қызмет мерзімі бар өте сенімді механикалық элементтер болып табылады.

Орнатпас бұрын құрылымның сызбаларын оқып, анықтау керек:

- мойынтіректерді құрастырудың дұрыс тәртібі;
- қажетті өлшемді және мойынтірек түрін тексеріңіз;
- қолайлы майлау материалы және оның мөлшері;
- орнату әдісі және қажетті құралдар;

Әдетте, мойынтіректерді бөлшектеу және монтаждау құралдары мойынтіректің мөлшеріне байланысты, себебі  $d \leq 80$  мм және  $D \geq 200$  мм үлкен өлшемді мойынтіректер бар.

Мойынтіректер үшін олардың тазалығы, сақтау орнынан бастап мойынтіректің орнына дейін өте маңызды.

Мойынтіректі орнатуды бастамас бұрын, тиісті компоненттерді дайындап, келесі әрекеттерді орындаңыз:

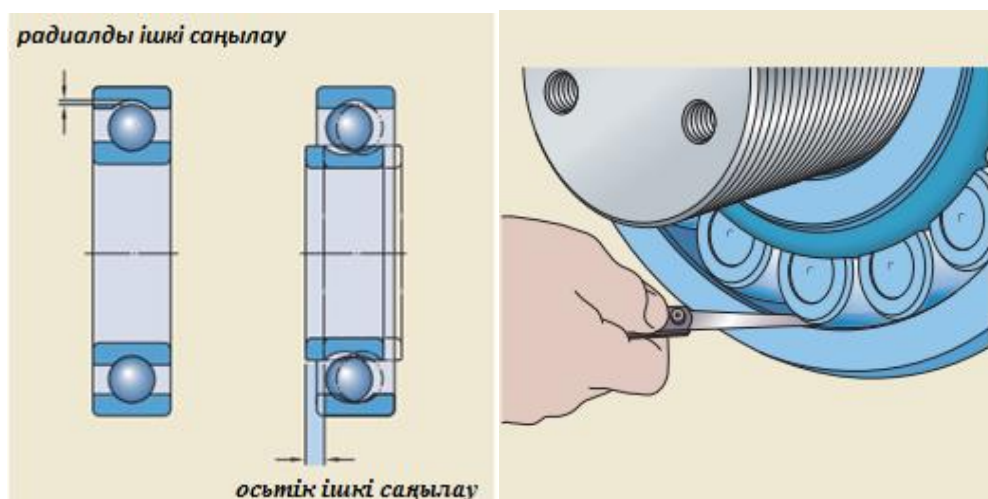
- Мойынтіректің алдындағы білікке орналасқан бөлшектерді орнатыңыз.

- Білікке және/немесе корпусқа тығыз отырғызу үшін мойынтіректерге жұқа май қабатын жағыңыз.

- Білікке және/немесе корпусқа еркін отырғызу үшін мойынтіректерге антифреттинг пастасының жұқа қабатын жағыңыз.

Орнатудан бұрын мойынтіректің ішкі тазалығының мөлшері мен жұмыс жағдайындағы мойынтіректің тазалығының арасындағы айырмашылықты түсіну керек. Саңылау дейін монтаждау, әдетте, көп жұмыс.

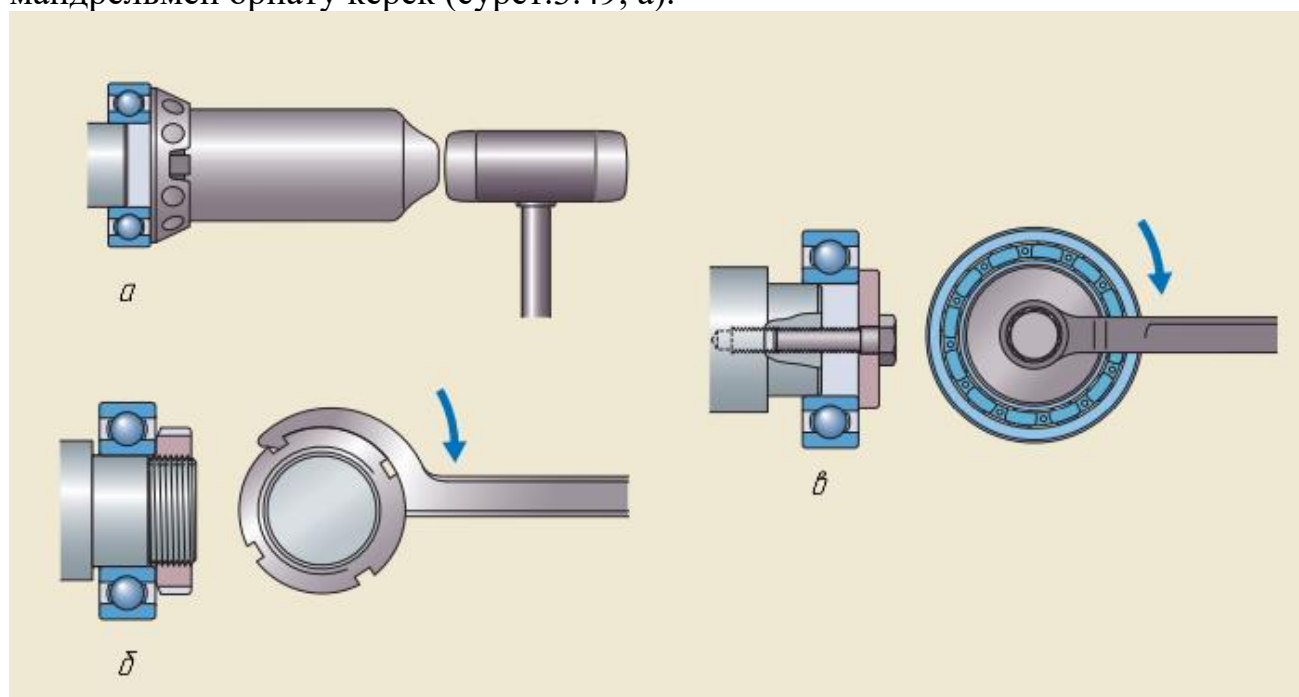
Орташа және үлкен көлемді сфералық роликті мойынтіректер мен роликті мойынтіректердің радиалды ішкі саңылауын өлшеу, әдетте, зондтың көмегімен жүзеге асырылады (сурет.3.48).



3.48-сурет. Калибрленген зондтар арқылы саңылауды өлшеу

Білікке мойынтіректерді орнату суық күйде және қыздыру элементтерін қолдану арқылы болады.

Мойынтіректерді суық күйде орнату әдетте тезірек болады, бірақ мойынтірек орнатылатын машинаның құрылымымен қамтамасыз етілуі керек, мысалы, мойынтіректі өстік бекітуге арналған арнайы сомынды қолдану үшін сыртқы жіптің болуы (сурет.3.49, В) немесе жұмыс білігінің ішіндегі бұрандалы тесіктер, сондай-ақ мойынтіректерді білікті бекіту үшін. Шағын мойынтіректерді соққы құралы мен мойынтіректің астындағы мандрельмен орнату керек (сурет.3.49, а).

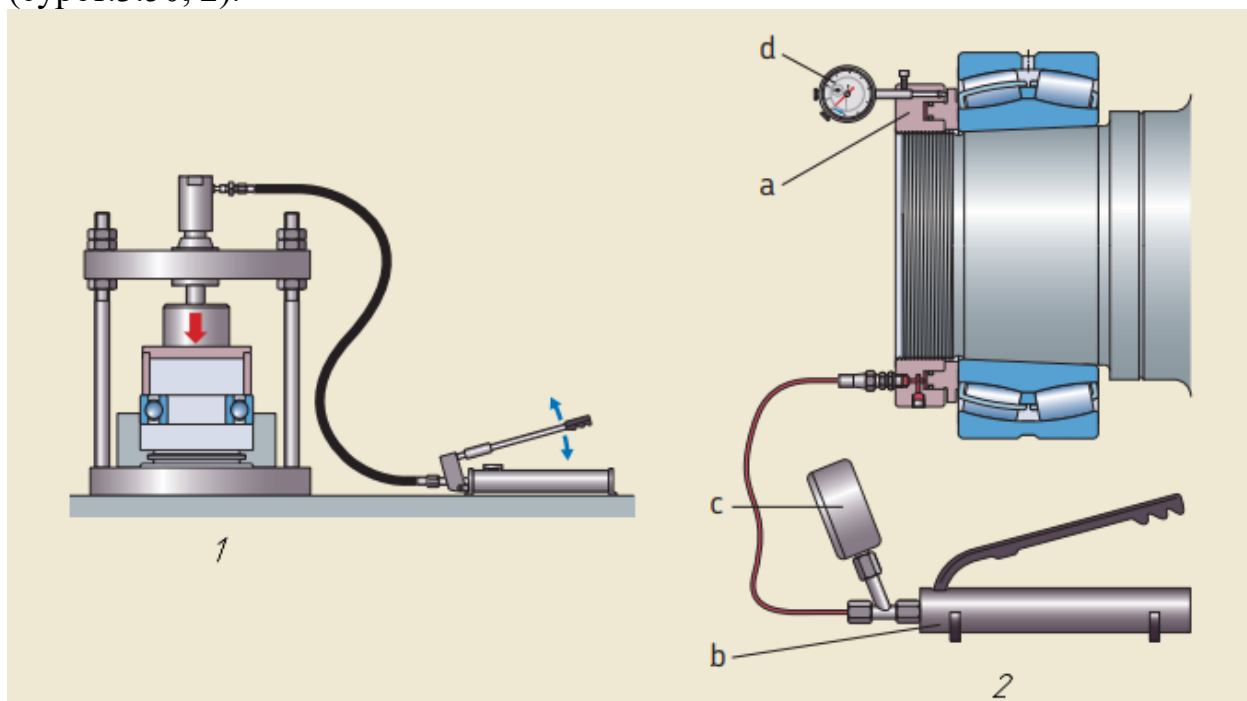


3.49-сурет. Мойынтіректі суық күйде монтаждау әдістері

Көптеген мойынтіректерді орнату үшін механикалық немесе гидравликалық баспаны пайдалану ұтымды. Баспақты қолданған кезде баспақ пен мойынтірек сақинасының арасына орналастырылған монтаж жеңін қолдану керек (сурет.3.50).



Сыртқы жіпке бекітілген және гидравликалық баспақ принципі бойынша жұмыс істейтін гибриді құрылғылар бар – гидравликалық жаңғақ (сурет.3.50, 2).



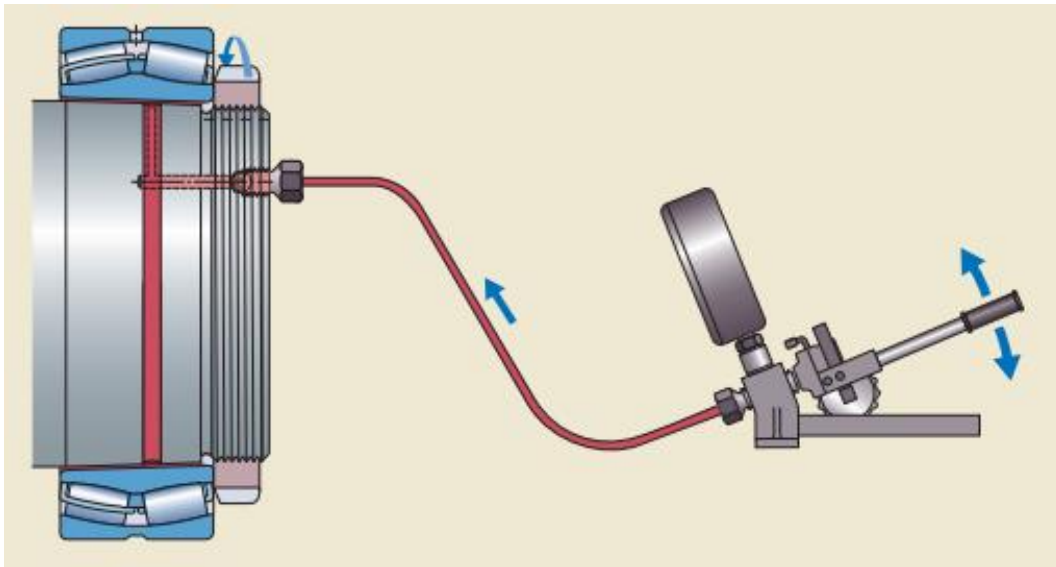
a - гидравликалық сомын; b-гидравликалық сорғы; c-манометр;  
d-сағаттық индикатор

3.50- сурет. Жеңі бар гидравликалық баспақ (1); гидравликалық жаңғақ (2)

Сағат түріндегі индикатор өстік ығысу шамасын үлкен дәлдікпен өлшеуге мүмкіндік береді.

Гидро керу әдісі (сурет.3.51) мойынтіректерді конустық тесікпен орнату кезінде уақыт пен күш-жігерді айтарлықтай үнемдеуге көмектеседі.

Гидро керу әдісін қолданған кезде, ішкі мойынтірек сақинасы мен біліктің кону мойыны арасында жоғары қысымды май бетіне май қабықшасын қалыптастырады. Бұл май қабықшасы біріктірілген монтаж беттерін бөледі және олардың арасындағы үйкелісті айтарлықтай азайтады. Бұл әдісті қолдану үшін білік конструкциясы май сорғысын қосу үшін бұрандалы саңылауы бар май арналарын қамтамасыз етуі керек.



3.51- сурет. Гидро керу әдісі

Қыздырылған күйде орнату мойынтірек сақинасы мен білік немесе корпус арасындағы қажетті температура айырмашылығына жеткенде жүзеге асырылады, бұл тартылу мөлшері мен орынның диаметріне, сондай-ақ мойынтіректің түріне байланысты.

Қыздыру кезінде:

- Ашық мойынтіректер 120 °С жоғары температураға жол бермейді;
- Тығыздалған мойынтіректер 80 °С жоғары температураға жол бермейді;

Мойынтіректерді қыздырған кезде олардың бөлек жерлерде қызып кетуіне жол бермеу керек. Мойынтіректерді біркелкі жылыту үшін индукциялық жылытқыштарды қолдану ұсынылады (сурет.3.52). Қыздыру кезінде қыздыру плиталарын қолданған жағдайда, мойынтірек бірнеше рет төңкерілуі керек. Тығыздағыштары бар мойынтіректерді жылыту үшін жылыту плиталарын пайдалануға тыйым салынады.



а)



б)

3.52- сурет. Индукциялық жылытқыш (а);  
Жылыту плитасы (б)

### **Тыйым салынады! Мойынтіректерді жылыту үшін ашық отты пайдаланыңыз.**

Сондай-ақ, мойынтіректерге арналған басқа да жылыту құрылғылары бар: алюминий жылыту сақиналары; жылыту шкафтары; инфрақызыл радиаторлар; жылыту панельдері; май ванналары.

Мойынтіректерді бөлшектеу кезінде олар зақымдалуы мүмкін, сондықтан мүмкін болса, мойынтіректерді ақаулармен бөлшектеу керек.

Бөлшектеу кезінде маңызды: мойынтіректердің жергілікті қызып кетуіне жол бермеу және жылжымалы денелер арқылы мойынтіректерге күш салмау.

Мойынтіректерді бөлшектеу үшін қолданылатын құралдар мен әдістер мойынтіректің мөлшеріне байланысты.

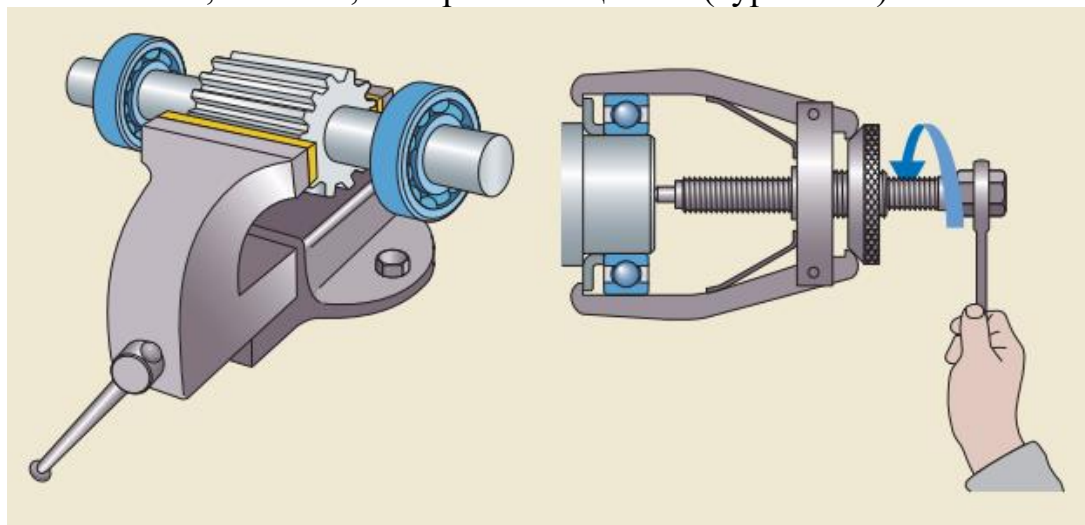
Бөлшектеудің дайындық кезеңіне келесі әрекеттерді жатқызуға болады:

1. Мойынтірек торабын және оның айналасындағы жұмыс орнын тазарту.
2. Пайдаланылған майды ағызуға және сынамаларды жинауға арналған сыйымдылықтарды дайындау.
3. Тиісті еріткішті дайындау, мысалы, керосин, бензин, спирт ерітіндісі.

#### **Ұсынылған мойынтіректерді бөлшектеу әдістері:**

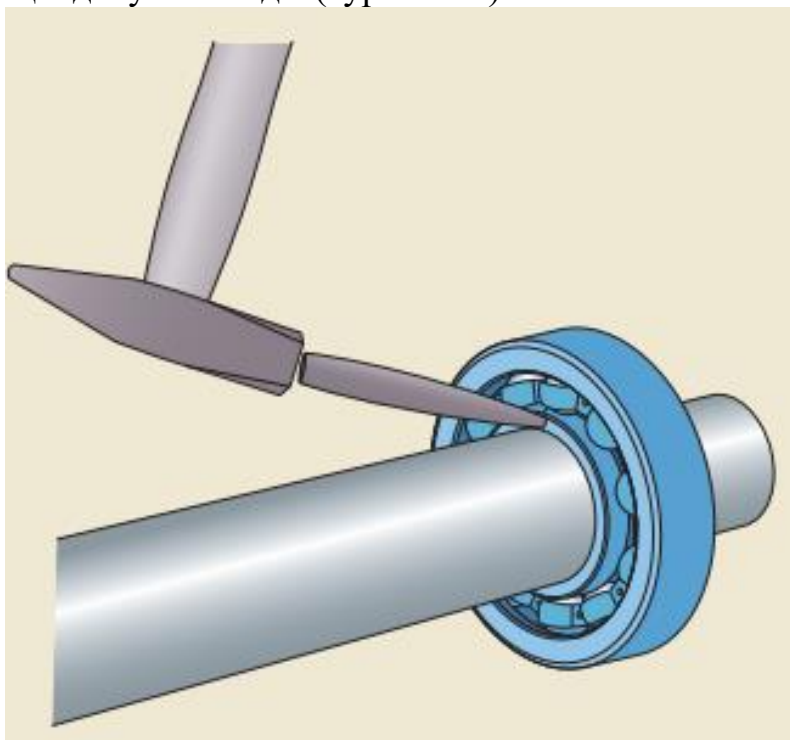
- қолмен (тартқыштың көмегімен);
- қыздырумен;
- гидро керу көмегімен;
- гидравликалық құралдардың көмегімен.

Қолмен бөлшектеу кезінде мойынтіректері бар білік бөлшектің зақымдалуын, оның бұралуын және т. б. болдырмау үшін қысқыштарда бекітіледі. Шағын өлшемді мойынтіректер механикалық тартқыштардың көмегімен бөлшектеледі. Тартқыштың күші ішкі сақинаға немесе оған қосылған бөлікке, мысалы, лабиринтті сақинаға (сурет.3.53).



3.53- сурет. Механикалық тартқышты пайдалану

Егер қолайлы тартқыш болмаса, мойынтіректі орындықтан шығару үшін балғамен және төмен қаттылықтағы болаттан жасалған тескішті немесе ұқсас құралды қолдануға болады (сурет.3.54).



3.54-сурет. Балғамен қолмен бөлшектеу

Балғамен ішкі сақинаның бүкіл бетіне жеңіл соққылар жасау керек. Ішкі сақинаны абайлап түртіңіз білік немесе мойынтіректің өзі зақымдалуы мүмкін. Егер алынатын мойынтірек қайта пайдаланылса, бұл әдіс ұсынылмайды.

Гидравликалық тартқыштың көмегімен бөлшектеу, шын мәнінде, механикалық тартқыштың көмегімен орнатудан ерекшеленбейді, себебі тартқыштардың Құрылымы ұқсас, ажыратқыштар үшін жасалған күш-жігер айырмашылық болады. Гидравликалық тартқыштар сыртқы диаметрі 500 мм-ге дейін мойынтіректерге арналған стандарттарға ие.

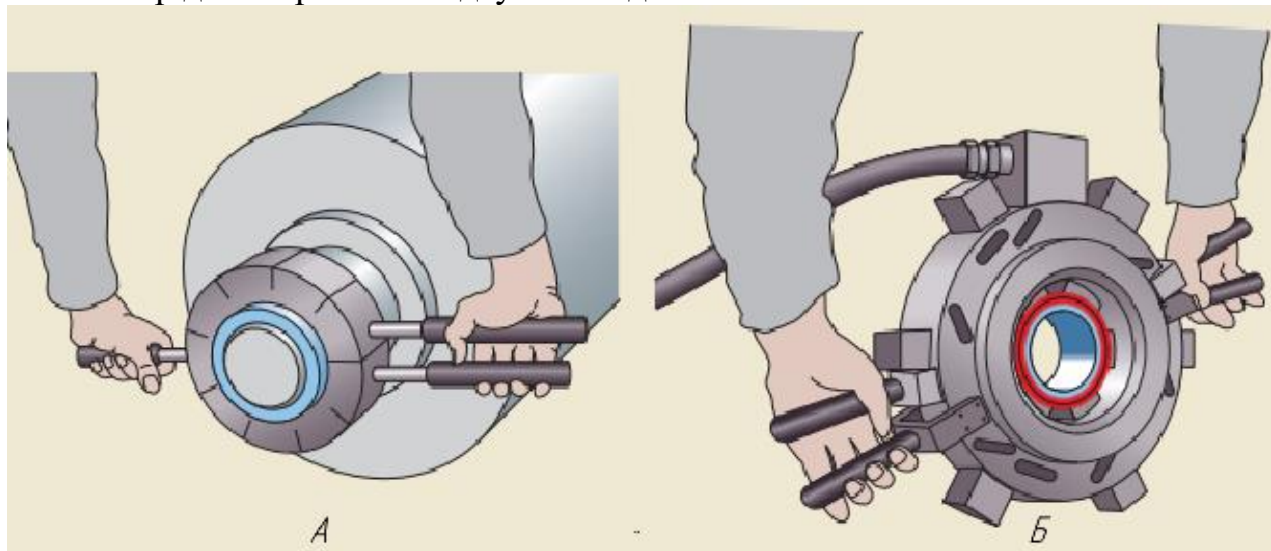
Мойынтіректі біліктің ұшына өстік күш қолданып, баспақ көмегімен білікке арналған орыннан бөлшектеу өте ыңғайлы. Бұл жағдайда ішкі мойынтірек сақинасын қолдау керек.

Қыздыру арқылы бөлшектеу иненің роликті мойынтіректерінің немесе цилиндрлік роликті мойынтіректердің ішкі сақиналарын бөлшектеу кезінде қолайлы әдіс болып табылады. Көбінесе бұл үшін екі құрал қолданылады: қыздыру сақиналары немесе индукциялық жылытқыштар (3.55-сурет).

Қыздыру сақиналары алюминий қорытпасынан жасалған және слоттары мен жылу оқшауланған тұтқалары болуы керек. Жегідеге төзімді май қыздыру сақинасына қолданылады, ол қыздыру сақинасы мен мойынтірек сақинасы арасындағы байланысты жақсартуға мүмкіндік береді. Әрі қарай, қыздыру сақинасы қыздыру плитасына салынып, шамамен 280°C температураға дейін сақталады. Содан кейін сақина жоғары температураға ие болған кезде, ол мойынтіректің ішкі сақинасына орнатылады және жылу

оқшауланған тұтқалардың қысылуымен бекітіледі. Мойынтіректің ішкі сақинасын орнату босатылғаннан кейін, мойынтірек қыздыру сақинасының айналмалы қозғалыстарымен алынып тасталады.

Егер әртүрлі диаметрдегі ішкі сақиналарды жиі бөлшектеу қажет болса, реттелетін индукциялық жылытқышты пайдалану ұсынылады. Құрылым бойынша индукциялық жылытқыш қыздыру сақиналарына ұқсас, тек оны алдын-ала жылытудың қажеті жоқ, сонымен қатар оны мойынтіректердің белгілі бір диаметріне бейімдеуге болады.



3.55- сурет. Қыздыру сақинасы (А); индукциялық жылытқыш (Б)

#### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Кептіргіш сүзгіні ауыстыру туралы айтып беріңіз, ол қандай жағдайларда қажет.
2. ТРШ герметикалығымен проблемалар туындаған жағдайда қандай әрекеттер жасау керек?
3. Сорғылар мен желдеткіштерді жөндеу туралы айтып беріңіз.
4. Бекіту арматурасын жөндеу неден тұрады?

#### **Қосымша тапсырмалар**

1. Гидравликалық тізбектерге арналған сүзгілердің әртүрлі модельдерін, сондай-ақ жиналмалы кептіргіш сүзгілерді өзіңіз зерттеңіз. Бұл модельдер қандай критерийлер бойынша ерекшеленуі мүмкін? Бар контур үшін дұрыс емес конфигурация сүзгісін таңдауға бола ма?
2. МЕМСТ 3325-85 көмегімен. Жылжымалы мойынтіректер. Шақтама өрістері және біліктер мен корпусстардың қондыру беттеріне қойылатын техникалық талаптар. 6-205 мойынтіректері үшін орынның мөлшері мен ауытқуларын анықтаңыз, қосылыстың қонуы қалыпты.

### 3.8 Тест

1. Сүзгіні ауыстыру қажеттілігі туралы куәландырады ...
  - а) оны қыздыру;
  - б) оның қатып қалуы;
  - в) оның дірілі;
  - г) оның ісінуі.
2. Егер ТРШ тығыздығы жоғалса (әсіресе кішкентай модельдер, егер бұрандалы қосылыстарды тарту көмектеспесе)?
  - а) оны дәнекерлеу;
  - б) оны толығымен ауыстырыңыз;
  - в) ағын реттегішінің басқа түріне ауыстыру;
  - г) Бұрандалы қосылыстарды ауыстырыңыз.
3. Желдеткіштің қалыпты жұмысының басты белгісі ...
  - а) жоғары ауа ағыны;
  - б) төмен ток тұтыну;
  - в) төмен діріл және шу;
  - г) корпусты жылыту.
4. Бекіту арматурасының негізгі ақаулары ...
  - а) клапанды жұптың байланыс бетінің пішіні мен ластануының ақаулары;
  - б) тығыздағыш сақиналар мен төсемдерді бүлдіру;
  - в) клапандар корпусы мен қақпақтарының ақаулары (жарықтар, раковиналар, жегіделік бұзылулар);
  - г) жоғарыда аталғандардың барлығы.
5. Үлкен тоңазытқыш қондырғыларында қызмет көрсетудің қарапайымдылығы үшін орнатылады ...
  - а) ауыстырылатын гильзасы бар сүзгі кептіргіші;
  - б) бөлінбейтін сүзгі кептіргіштер;
  - в) бірнеше құрғатқыш сүзгілер;
  - г) сүзгі кептіргішті орнатпаңыз.

### 3.9 Буландырғыштар мен ауа салқындатқыштарды монтаждау

Буландырғыштар, конденсаторлар сияқты, аздап артық қысыммен құрғақ азотпен толтырылады.

Төмен қысым жағынан тығыздыққа сынау 10 бар қысыммен жүргізіледі. Қысымның жоғарылау жылдамдығы минутына 1 бардан аспауы керек.

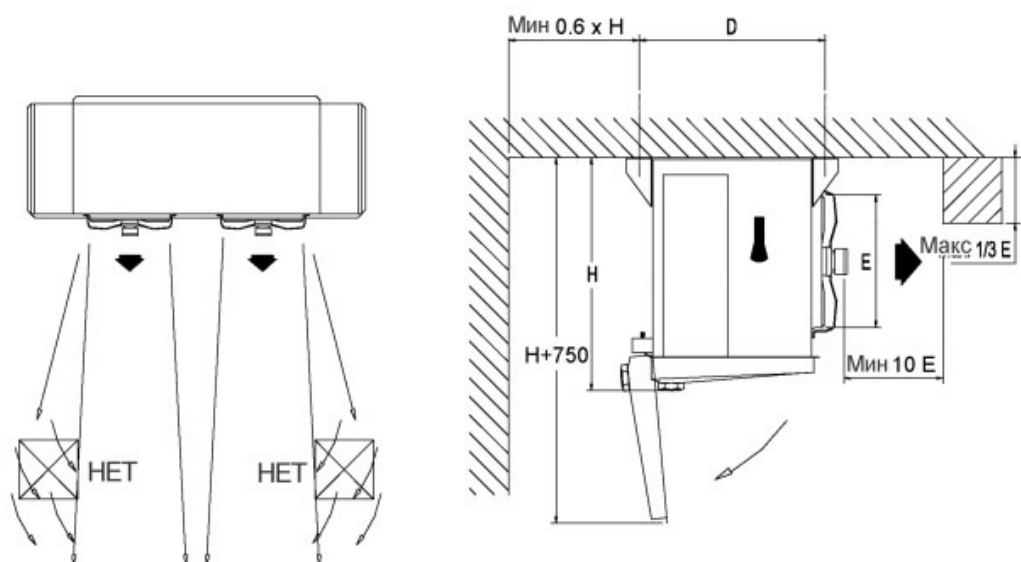
Камерада ауа салқындату блогын орнатқан кезде ұсынылады:

1. Айналым кезінде ауаның еркін ағынын қамтамасыз етіңіз. Яғни, желдеткіштердің алдындағы кеңістікті бұғаттамаңыз.

2. Ауа салқындатқыштың артқы жағы мен камера қабырғасы арасындағы алшақтықты қадағалаңыз (салқындатқыштың биіктігінің 60%).

3. Жабдықтың төменгі және бүйірлеріне қызмет көрсету үшін қажетті кеңістікті қалдырыңыз (әр жағынан шамамен 200 мм, 100-ден төмен).

Бұл ережелер 3.56-суретте көрсетілген.



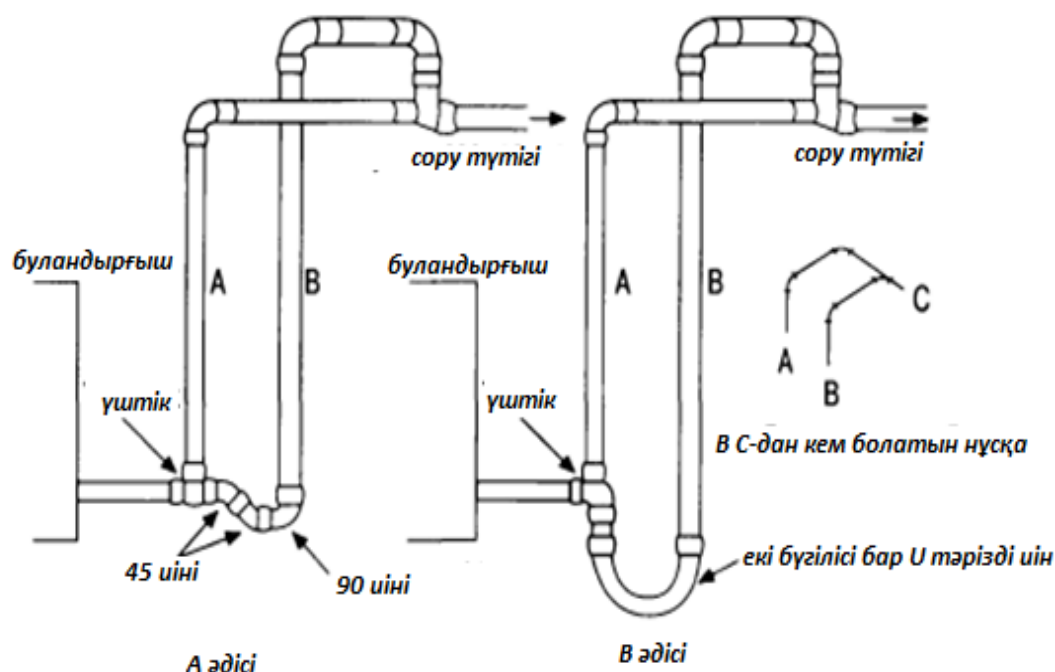
3.56-сурет. Тоңазытқыш камерасындағы ауа салқындатқыштың ұсынылатын орны

Буландырғышты бекіту кезінде буландырғыштың өзі ғана емес, сонымен қатар жылу алмастырғыш жабылуы мүмкін салқындатқыш пен мұздың массасын да ескеру қажет. Осы факторлардың нәтижесінде буландырғыштың массасы 1,5-2 есе артуы мүмкін. Дәл осындай жүктеме үшін буландырғыштың бекітпелерін есептеу қажет.

Орнату кезінде компрессорға майдың қайтарылуын қамтамасыз ету маңызды шарт болып табылады. Сору желісінде құбыр май көтергіш ілмек түрінде жасалады.

Май жинауға арналған май көтергіш ілмектер (тұндырғыш) құбырдың әрбір тік учаскесінің немесе биіктігі 0,9-1,2 м-ден асатын көтергіштің негізінде орнатылуы тиіс (сурет. 3.57). Сондай-ақ, егер сору сызығы одан жоғары деңгейге көтерілсе, циклды буландырғыштың шығысына қою керек. Тұндырғыштардың функциясы - майды компрессорға қайтаруды жеңілдету және осылайша оның буландырғышта жиналуына жол бермеу.

Буландырғыш пен компрессорға кіру арасындағы сызық мүмкіндігінше түзу болуы керек. Тұндырғыштарды сәйкес келмейтін жерлерде орнатпау өте маңызды, себебі сызық кедергіні айналып өтуі керек, себебі оларда май сақталады.



3.57-сурет. Тоңазытқыш желіде май жинауды жүзеге асыратын тұндырғыштарды монтаждау мысалдары

#### Пайдалануға беру процесінде мынадай:

- Желдеткіштердің айналу бағытын тексеріңіз және қажет болған жағдайда өзгертіңіз.
- Барлық коммутациялық және реттеуші құрылғылардың жұмысын реттеңіз және тексеріңіз.

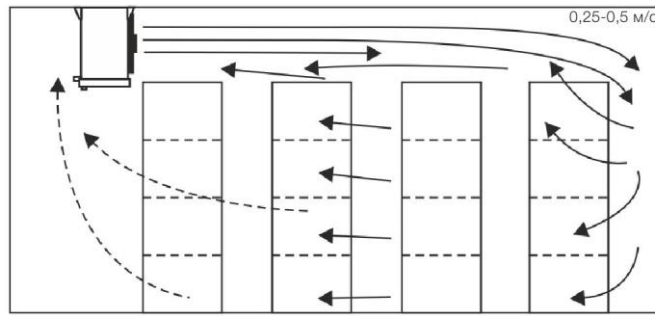
Ауа салқындатқышы камерада ол жасаған ауа ағыны салқындатылған өнімге түспейтіндей етіп орналасуы керек.

Ауа ағынының салқындатылатын өнімнің үстіндегі тоңазытқыштың төбесінің астына түскені жөн.

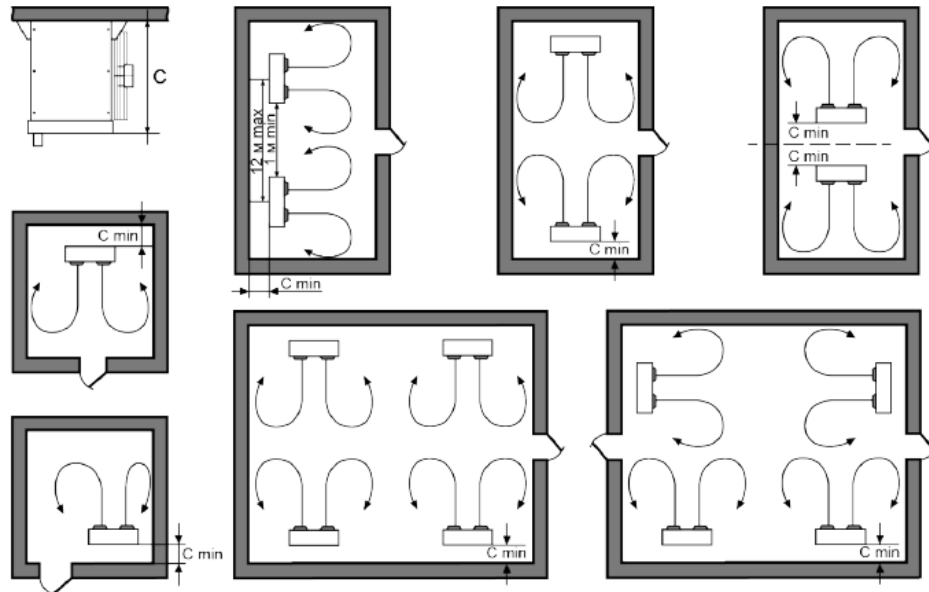
Ауа салқындатқышы камераның барлық көлемінде ауа айналымын қамтамасыз етуі тиіс.

Камерадағы ауа салқындатқыштардың ұсынылатын орналасуы және камерадағы ауа айналымы 3.58 және 3.59 суреттерде көрсетілген.





3.58-сурет. Тоңазытқыш камерасындағы ауа айналымының мысалы

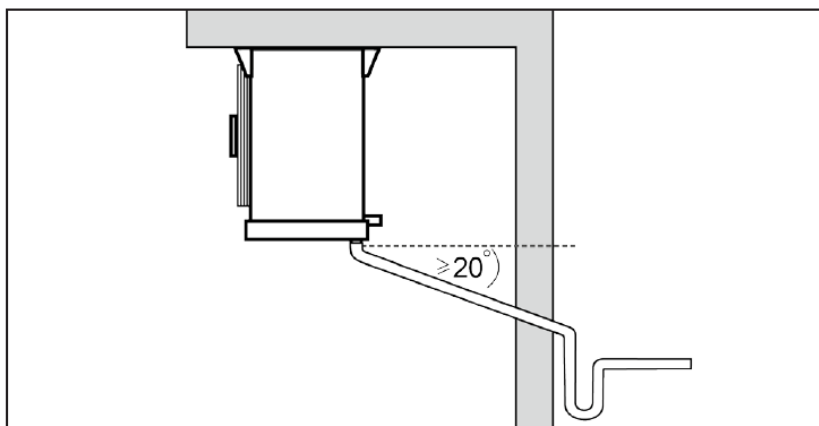


3.59-сурет. Ауа салқындатқыштарды орналастырудың ұсынылатын нұсқалары

Ауа салқындатқыштың паллетінен конденсатты шығару жүйесінің болуы және жұмыс істеуі міндетті болып табылады. Құрғатқыш құбырдың диаметрі буландырғыштың мөлшеріне сәйкес келуі керек. Құрғатқыш құбыр қажет мезгіл-мезгіл тексеру және тазалау. құрғату құбыры қатып қалуы мүмкін нұсқаны қарастырған жөн, сондықтан құрғату құбырын оқшаулау керек және суық мезгілде икемді қыздыру элементтерімен жылыту керек.

Су төгетін жолды науаға судың еркін шығарылуын қамтамасыз ететін етіп қосыңыз. Көлбеу бұрышы кем дегенде  $20^\circ$  болуы керек. Қосылым ауа өткізбейтін болуы керек. Құбырдың айналасындағы теріс температуралар кезінде магистралда оны жылыту және/немесе жылу оқшаулағышты орнату арқылы судың қатып қалуын болдырмау қажет. Егер су төгетін желіні жылыту мүмкіндігі болса, жылытқышты электр қосылымдарының схемасына сәйкес қосыңыз.

Науаға жылы ауаның магистраль арқылы енуіне жол бермеу үшін шаралар қолданыңыз, мысалы, салқындатылатын бөлмеден тыс жерде орнатылған гидравликалық ысырма (3.60).



3.60- сурет. Ағызу магистралін қосу

Жылу алмасу бетінде қалыңдығы 2 мм немесе одан да көп аяз қабаты пайда болған кезде буландырғышты еріту керек.

Қолданылатын әдіске қарамастан ауа салқындатқыштардың еруі жылу алмастырғыштың беттерін аяз бен мұздан толық босатуға әкелуі тиіс.

Еру жиілігі мен ұзақтығы салқындатылған көлемдегі ауадағы ылғал мөлшеріне байланысты. Ылғал атмосфералық ауадан есік арқылы салқындатылатын көлемге түсіп, салқындатылған өнімдерден шығарылуы мүмкін.

Жөндеу қажеттілігі пайдалану кезінде және жоспарлы-алдын алу тәртібімен (жылына бір рет тексеру жүргізу кезінде) айқындалады.

Жылу алмастырғыштардың, атап айтқанда буландырғыштардың дұрыс жұмыс істеуінің негізгі шарттары:

- Контурдың тығыздығын сақтау;
- Ішіндегі жылу алмасу беттерінің тазалығы;
- Дұрыс айналым режимі (жұмыс жылдамдығы);
- Өнімділікті дұрыс реттеу (автоматика құралдарын баптау).

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Тоңазытқыш камерасына ауа салқындату блогын орнату кезінде қандай талаптарды орындау керек?
2. Буландырғышты пайдалану кезінде нені тексеру керек?
3. Буландырғышты еріту жиілігі неге байланысты?
4. Буландырғыштардың дұрыс және сенімді жұмысының негізгі шарттарына не жатады?

### Қосымша тапсырмалар

1. Егер буландырғыш қабырғадан 1.6 м қашықтықта бекітілген болса, су төгетін жолды буландырғыштан шығару үшін тесіктің биіктігін есептеңіз (3.60 сурет сияқты).

2. Буландырғыш пен компрессор арасындағы қашықтық көлденеңінен 6 м, тігінен 2 м (компрессор буландырғыштан жоғары). Мұнай көтергіш ілмектер мен құбырдың көлбеуін ескере отырып, буландырғыш пен компрессор арасындағы құбыр желісін сызбалық түрде сызыңыз.

### 3.9 Тест

1. Буландырғыштарды сынау кезінде қысымның жоғарылауының рұқсат етілген жылдамдығы ...

- а) минутына 1 бар;
- б) минутына 5 бар;
- в) сағатына 10 бар;
- г) 10 сек үшін 1 бар.

2. Буландырғышты бекіту кезінде мыналарды ескеру қажет ...

- а) буландырғыштың массасы ғана;
- б) буландырғыштың массасы қар жамылғысымен бірге;
- в) суық агенті және қар жамылғысы бар буландырғыштың массасы;
- г) маңызды емес.

3. Егер дұрыс таңдалмаса, буландырғыштың шеттері арасында тым аз алшақтық пайда болуы мүмкін

- а) желдеткіште ауа ағынының болмауы;
- б) буландырғыштың тиімділігі төмендейді;
- в) ауа ағынын аязбен ішінара жабу;
- г) ауа ағынының толық жабылуы.

4. Жылу алмасу бетіндегі аяз қабатының қалыңдығы қандай болса, буландырғышты жібіту керек?

- а) 1 мм;
- б) 2 мм және одан астам;
- в) кем дегенде 3 мм;
- г) 3-5 мм.

5. Буландырғышты компрессорға қатысты қандай биіктікте орналастыру ұсынылады?

- а) компрессордан жоғары буландырғыш;
- б) компрессордан төмен буландырғыш;
- в) бір деңгейде;
- г) маңызды емес.

## **Тоңазытқыш жабдықтарды пайдалану, монтаждау және қызмет көрсету кезіндегі қауіпсіздік техникасы**

### **Жалпы ережелер**

Қауіпсіздік техникасы қағидалары дайындаушы зауыт жабдықпен бірге жеткізетін нұсқаулықтарды алмастырмайды. Сондықтан ауаны баптау қондырғылары мен тоңазытқыш жабдығын пайдаланатын адамдар жабдыққа қоса берілген нұсқаулықтармен мұқият танысуы тиіс.

Сондай-ақ, бұл құжат нормативтік құжаттарды алмастырмайды және тоңазытқыш жабдықтарына қызмет көрсету кезінде кездесетін барлық қауіпті факторлар туралы толық ақпарат бере алмайды.

Қауіптілік дәрежесін анықтау үшін келесі терминдер пайдаланылды:

**Қауіпті!** Бұл ауыр жарақатқа немесе өлімге әкелетін қауіп бар екенін білдіреді.

**Ескерту!** Бұл қауіпті немесе қауіпті жұмыс әдістері ауыр жарақатқа немесе өлімге әкелуі мүмкін дегенді білдіреді.

**Назар аударыңыз!** Бұл жұмыстың ықтимал қауіпті немесе қауіпті әдістері кішігірім жарақаттарға әкелуі мүмкін дегенді білдіреді.

**Қауіпсіздік техникасы ережелері.** Бұл қауіпсіз жұмыс тәжірибесі үшін қажет жалпы нұсқаулық.

### **Жеке қорғау**

#### **Ескерту!**

1. Ылғал қолдарыңызбен электр қосылыстарына тигізбеңіз.
2. Ылғал жерде немесе дымқыл аяқ киімде электр жабдықтарына қол тигізбеңіз.
3. Заттардың құлауы мүмкін болса, қорғаныс каскасын немесе басқа қорғаныс киіңіз.

#### **Назар аударыңыз!**

1. Қауіпсіздік көзілдірігін бүйірлік қалқандармен киіңіз.
2. Орнатылған компрессордың электр қозғалтқышы жанғаннан кейін машина түйіндерімен жұмыс жасағанда қолғап киіңіз.
3. Химиялық заттармен жұмыс жасағанда, дәнекерлеу, кесу, тегістеу немесе дәнекерлеу кезінде, сондай-ақ осы операциялар жүзеге асырылатын жерде көзілдірік пен қолғап киіңіз.
4. Табақ металымен жұмыс жасау кезінде көзілдірік пен жұмыс киімін киіңіз.
5. Ауыр жүкпен жұмыс істеген кезде немесе оны көтерген кезде арнайы аяқ киім киіңіз.
6. Доғалық дәнекерлеу, газбен дәнекерлеу және дәнекерлеу кезінде күйіктен қорғау үшін арнайы киім киіңіз.
7. Шу деңгейі 90 дБ-ден жоғары жерде жұмыс істеген кезде құлағыңызға арнайы қорғаныс киіңіз.
8. Сақиналарды, еркін ілулі киімдерді, ұзын галстуктарды немесе қолғаптарды қозғалмалы жетек белдіктерімен немесе жабдықтарымен жұмыс жасамаңыз.

9. Электр жабдықтарымен жұмыс кезінде сақиналар мен сағаттарды киюге болмайды.

### **Қауіпсіздік техникасы ережелері**

1. Жұмыс орныңызды таза және ұқыпты ұстаңыз.
2. Сұйықтықты еденге төкпеңіз. Кез-келген сұйықтық, әсіресе майдың іздері бар сұйықтық немесе майдың өзі төгілгеннен кейін бірден еденнен шығарылуы керек.
3. Егер сіз ауырып қалсаңыз, жұмысты тоқтатыңыз. Науқас адам байқауды жоғалтады, сондықтан жазатайым оқиғаларға бейім.

### **Суық агенті бар баллондарды сақтау және олармен жұмыс істеу**

1. Суық агенті бар баллонды ашық жалынмен қыздырмаңыз. Егер баллонды жылыту қажет болса, жылы суды немесе баллондар үшін арнайы электр жылытқышты пайдаланыңыз.
2. Салқындатқыш баллондарды тікелей күн сәулесі түсетін жерлерде сақтамаңыз.
3. Салқындатқыш баллондарды қоршаған орта температурасында сақтамаңыз, бұл қауіпсіздік клапанының параметрінен жоғары қысым жасайды (әдетте 50°C).
4. Бір рет қолданылатын баллондарды қайта қолданбаңыз. Бұл қауіпті және заңсыз.
5. Қайта пайдалануға болатын баллондарды олардың ең жоғары сыйымдылығының көлемі бойынша 80% артық толтырмаңыз.
6. Суық агенті үшін Баллондағы сақтандыру құрылғыларын ауыстырмаңыз.
7. Қосылымды қатайту кезінде артық күш салмаңыз.
8. Жүйеде қысымның күрт көтерілуіне жол бермеу үшін цилиндр клапандарын баяу ашыңыз.
9. Суық агенті бар баллон шұрасына қызмет көрсету кезінде тиісті кілтті пайдаланыңыз.
10. Салқындатқыш цилиндрдің құрылымын өзгертпеңіз.
11. Суық агенті үшін баллондарды тастамаңыз немесе ұрмаңыз.
12. Егер қандай да бір себептермен олардың температурасы -20°C-тан төмен түссе, баллондарды ұқыпты ұстау керек. Бұл жағдайда металл сынғыш болады және салыстырмалы түрде оңай құлап кетуі мүмкін.
13. Цилиндрді оның корпусында көрсетілгеннен басқа салқындатқышпен зарядтамаңыз.
14. Суық агенті маркасын анықтау үшін баллондағы белгілерге толық сенбеңіз.
15. Қайта пайдалану цилиндрін артық салқындатқышпен зарядтамаңыз.
16. Егер баллонның конструкциясы қалпақты көздесе, оны пайдаланбасаңыз, қалпақты баллонға қойыңыз.
17. Тасымалдау кезінде баллонның жалғастықтары пластмасса немесе металл тығындармен жабылуы тиіс;

18. Суық агенті бір цилиндрден екінші цилиндрге құйылған кезде қысымның пульсациясының алдын алыңыз.

19. Баллондарды жылыту құралдарының жанында сақтамаңыз.

20. Барлық шлангтарды, арматураларды және зарядтау құбырларын мезгіл-мезгіл тексеріп отырыңыз. Қажет болса, оларды ауыстырыңыз.

21. Жарамдылық мерзімі өткен баллондарды пайдаланбаңыз.

22. Сыртқы механикалық зақымдану және тот іздері бар баллондарды пайдаланбаңыз.

23. Қайта пайдалануға болатын салқындатқыш баллондарды ешқашан босатпаңыз. Қабырғалардың жегідесіне әкелуі мүмкін атмосфералық ылғалдың енуіне жол бермеу үшін оларға шамадан тыс қысым қалдырған жөн.

24. Баллонды пайдаланар алдында оның онда пайдаланылатын суық агенті жасай алатын қысымға есептелгеніне көз жеткізіңіз.

25. Барлық цилиндрлерді зақымданбау үшін салқындатқышпен бекітіңіз. Оларды келесідей бекіту ұсынылады:

а. Үлкен шарды оның жағына қойып, оның сырғып кетуіне жол бермеңіз;

б. Шағын цилиндрді тік ұстаңыз және оны белдікпен немесе шынжырмен бекітіңіз.

### **Суық агентінің ағуына жүйені тексеру. Қысым жүйесін сынау**

1. Тоңазытқыш жүйесінің тығыздығын сынау кезінде оттегін пайдаланбаңыз. Оттегі мен май қоспасы жарылғыш.

2. Азоты бар баллон сыналатын жүйеге қысым редукторын пайдалана отырып қосылуы тиіс.

3. Саңылаусыздыққа сынау кезінде жүйенің белгіленген сынама қысымынан аспаңыз.

4. Жүйенің тығыздығын азотпен сынау кезінде манометрі бар редукторды қолданыңыз.

5. Жүйенің саңылаусыздығын сынау аяқталғаннан кейін баллонды азотпен ажыратыңыз.

6. Жүйенің саңылаусыздығын қысыммен сынау кезінде редуктор мен сыналатын жүйе арасында артық құрылғыларды (манометрлік коллекторларды, құбыршектер қосқыштарын) орнатпаңыз.

7. Саңылаусыздыққа сынау кезінде жүйені азотпен толтыру кезінде қысымның өсу жылдамдығы минутына 1 бардан аспауы тиіс.

## **Суық агенттер**

### **Ескерту!**

1. Мұқият желдетуден бұрын тоңазытқыш жабдығы бар жабық үй-жайға кірмеңіз. Салқындатқыштар ауадан ауыр және ауаны шығарып, жабық жерлерде жиналуы мүмкін.

2. Жұмыс істеңіз екеуміз пайдалана отырып, тіршілікті қамтамасыз ету құралдары.

3. Сұйық суық агентінің теріге немесе көзге түсуіне жол бермеңіз. Егер бұл орын алса, дереу теріні жуып, сумен шайыңыз. Көзіңізді дереу сумен шайыңыз және дәрігерге қаралыңыз.

4. Түгін іздегіштен немесе ашық жалыннан бу шығармаңыз. Булар болуы мүмкін суық агентінің тотығу өнімдері (фосген және басқа қосылыстар) улы болып табылады.

5. Тоңазытқыш контурын немесе салқындатқыш баллондарды ашуға байланысты кез-келген операция үшін қауіпсіздік көзілдірігін киіңіз.

6. Сұйық салқындатқыштармен жұмыс кезінде қорғаныс қолғаптарын киіңіз.

7. Кейбір салқындатқыштар жарылғыш және өрт қауіпті болуы мүмкін. Мұндай салқындатқыштардың буы жиналуы мүмкін бөлмелерде ешқашан ашық отты пайдаланбаңыз.

8. Жанғыш суық агенттерді қолдануға арналмаған тоңазытқыш қондырғыларына жанғыш суық агенттерді толтырмаңыз.

### **Назар аударыңыз!**

1. Барлық салқындатқыш зат алынғанша құбырды немесе ыдысты дәнекерлеуді немесе кесуді жүзеге асырмаңыз.

2. Салқындатқыш буы бар бөлмеде ашық отты пайдаланбаңыз. Бөлмені оған кіргенге дейін мұқият желдетіңіз.

3. Суық агенті буымен толтырылған бөлмеде темекі шегуге болмайды. Бұл жағдайда сіз ауыр улануды ала аласыз.

### **Қауіпсіздік техникасы ережелері**

1. Жабық үй-жайда суық агенті буының концентрациясын арттыруға жол бермеңіз. Салқындатқыш оттегін шығарып, тұншығуды тудыруы мүмкін.

2. Қыздырғыш құрылғылардың, мысалы, газ жанарғыларының немесе суық агенті буымен толтырылған үй-жайдағы қосылған электр аспаптарының жұмысына жол бермеңіз. Жоғары температура суық агентінің қауіпті заттарға, мысалы, тұз қышқылы мен фосген газына ыдырауына әкелуі мүмкін.

3. Егер қатты тітіркендіретін иіс байқалса, барлық жұмыс істейтін қызметкерлер мен басшылықты ескертіп, бөлмеден дереу шығыңыз.

## **Піспекті компрессорлар**

### **Қауіпті!**

1. Электр схемасы толық өшірілгенге дейін электр сымымен жұмыс жасамаңыз.

2. Егер электр схемасы қуатталған болса, омметрмен өлшемеңіз.

### **Ескерту.**

1. Жүйені вакуумдау үшін ауа өткізбейтін немесе шаңсыз компрессорды қолданбаңыз.

2. Кіріктірілген электр қозғалтқышының орамасы күйіп кетуі мүмкін және ауыр апатқа әкелуі мүмкін.

3. Компрессорды тоңазытқыш жүйесінен ажыратқан кезде дәнекерлеу машинасын пайдаланбаңыз. Май жануы мүмкін және қатты күйікке әкелуі мүмкін.

4. Салқындатқышты жүйеден тартылмаған қосылыстар немесе зақымдалған құбыр арқылы шығармаңыз. Қысым өлшегішті пайдаланып салқындатқыштың шығуын реттеңіз.

5. Терминал қорабының қақпағы алынып тасталған кезде компрессордың электр қозғалтқышына кернеу бермеңіз.

6. Қысым болған кезде компрессор бұрандамаларын босатпаңыз немесе бұрап алмаңыз.

7. Суық агентті жүйеден 0-0,01 МПа артық қысымға дейін босатыңыз.

8. Сору және айдау желдеткіштері жабық болған кезде компрессорды қоспаңыз.

9. Электр тізбегі мен қосылыстарға қызмет көрсету кезінде барлық қосқыштарды өшіріңіз және бұғаттаңыз.

### **Назар аударыңыз!**

Кез-келген түйінге қызмет көрсетер алдында көп компрессорлық жүйеде барлық компрессорлық клапандарды жабыңыз, әйтпесе майды теңестіру сызығы қызмет көрсетілетін компрессордағы қысымның төмендеуіне жол бермейді.

## **Ауаны өндеуге арналған жабдық**

### **Қауіпті!**

1. Желдеткіш жұмыс істейтін камераға кірмеңіз.

2. Егер ол жұмыс істесе, қолыңызды қондырғыға немесе желдеткіш камерасына салмаңыз.

3. Электр тізбектеріне, қыздыру элементтеріне немесе қосылыстарға сөндірілгенге дейін, ажыратқыштарды құлыптап, сақтандырғыштарды шешкенге дейін қызмет етпеңіз.

### **Ескерту!**

1. Белбеу қоршауын орнатқанға дейін белдік жетегі бар жабдықты қоспаңыз.

2. Жетектері өшірілгенге дейін ауа жапқыштарына қызмет көрсетпеңіз.



3. Барлық адамдар бөлмеден шығарылғанға дейін буландырғышты салқындатқыш буымен үрлеменіз.

4. Ауаны өңдеу қондырғысының ішінде дәнекерлеу немесе кесу кезінде жеткілікті желдетуді қамтамасыз етіңіз.

5. Шатырға орнатылған қондырғылардың тиісті жерге қосылуын қамтамасыз етіңіз.

#### **Назар аударыңыз!**

1. Доңғалақтың еркін айналуына жол бермеу үшін шпагатты арқанмен немесе белдікпен бекітпей желдеткіштерге қызмет етпеңіз.

2. Жүйенің саңылаусыздығын сынау кезінде сынама қысымнан асырмаңыз.

3. Ауаны өңдеу қондырғысының ішінде дәнекерлеу немесе кесу кезінде жанғыш материалдарды қорғауды қамтамасыз етіңіз.

#### **Қауіпсіздік техникасы ережелері.**

1. Ауаны өңдеу жабдықтарын пайдалану және қызмет көрсету кезінде жабдықтың зақымдалуын болдырмау үшін қауіпсіз жұмыс әдістерін қолданыңыз.

#### **Ацетилен-оттекті дәнекерлеу және кесу**

##### **Қауіпті!**

1. Дәнекерлеу мен кесуден басқа оттегін пайдаланбаңыз.

2. Тоңазытқыш жүйесінің тығыздығын тексеру үшін оттегін пайдаланбаңыз.

##### **Ескерту.**

1. Оттегі бар баллондарды майдың немесе майлау материалдарының жанында сақтамаңыз.

2. Оттегі бар баллондарды жанғыш материалдардың жанында сақтамаңыз.

3. Оттегі бар баллондарға май жағылған қолғаппен және қолмен тимеңіз.

4. Салқындатқыштың буымен толтырылған атмосферада дәнекерлеуге немесе кесуге болмайды.

5. Жанғыш материалдардың жанында дәнекерлеуге немесе кесуге болмайды.

6. Қысыммен жұмыс істейтін құбырларды немесе ыдыстарды олар герметизацияланғанға дейін дәнекерлеуге немесе кесуге болмайды.

7. Бөлменің жеткілікті желдетілуін қамтамасыз етпестен дәнекерлеу немесе кесу жасамаңыз.

8. Газқағарды немесе басқа да тыныс алу аппаратын пайдаланыңыз және желдетілмейтін үй-жайда дәнекерлеу немесе кесу жұмыстарын жүргізу қажет болған жағдайда бірге жұмыс істеңіз.

9. Дәнекерлеу және кесу кезінде арнайы көзілдірік пен қолғап киіңіз.

#### **Назар аударыңыз!**

1. Оттегі мен ацетилен баллондарын бір-бірінің жанында сақтамаңыз.

2. Оттегі мен ацетилен баллондарын жылу көзінің жанында сақтамаңыз.

3. Өту жолдарын, баспалдақ торларын және сатыларды дәнекерлеу жабдығымен бөгеменіз.

4. Оттегі мен ацетилен цилиндрлерін белдіктермен немесе тізбектермен тік ұстаңыз.

5. Дәнекерлеу және кесу кезінде тиісті жұмыс киімін киіңіз.

#### **Қауіпсіздік техникасы ережелері.**

1. Зақымдалған немесе тозған шлангтарды пайдаланбаңыз.

2. Ацетилен-оттекті дәнекерлеу және кесу аппараттары үшін арнайы жасалғандардан басқа қосқыштарды пайдаланбаңыз.

3. Баллондағы шұраны ашқан кезде редуктордың жанында тұрмаңыз.

4. Дәнекерлеу қыздырғыштарын тек арнайы тұтандырғышпен жағыңыз.

5. Құбырлардағы, баллондардағы және шлангтардағы белгілерді сақтаңыз.

6. Редуктордың реттеу бұрандасын цилиндрде клапан ашылғанша босатыңыз.

7. Тексеріңіз жапқыш шұралар мен жалғау дейін.

#### **Тоңазытқыш жабдығы және ауаны баптау қондырғылары (жалпы талаптар)**

##### **Ескерту!**

1. Қысымда тұрған тоңазытқыш құбырларына майыстырмаңыз және баспаңыз.

2. Салқындатқыш бар бөлмеде дәнекерлеу немесе кесу жасамаңыз.

3. Салқындатқыштың шығарылуын болдырмау үшін жіптің жеткілікті екеніне көз жеткізбей, майлы сомынды босатпаңыз.

4. Баспалдақтар мен баспалдақтарды салқындатқыш құбырларға сүйеменіз.

5. Осы жабдыққа сәйкес келетін қосалқы бөлшектерді ғана пайдаланыңыз.

6. Салқындатқыш, су және бу құбырларындағы клапандарды олар ашылғанға дейін ашыңыз.

7. Арматураны, құбырларды және клапандарды тоттану, ағып кету, зақымдану немесе тоттың бар-жоғын мезгіл-мезгіл тексеріп отырыңыз.

#### **Қауіпсіздік техникасы ережелері.**

1. Жабдықты іске қосқанға дейін барлық тасымалдау бұрандамалары мен бітеуіштердің алынғанына көз жеткізіңіз.

2. Суық агенті пен май деңгейінің көзілдірігін жарықтар үшін мезгіл-мезгіл тексеріп отырыңыз.

3. Қарау әйнектерінен мұзды кетіру үшін сұйық суару құралдарын қолданыңыз.

4. Көру әйнектерінен мұзды сындырмаңыз.

5. Есіңізде болсын, қызмет клапандарын ашқаннан кейін олар тығыздағыштардың зақымдалуына байланысты жабылмауы мүмкін. Сіз бұл жағдайда не істейтіндігіңізді алдын-ала ойластыруыңыз керек.

**Орталықтан тепкіш компрессоры бар су салқындататын машиналар (жылу алмастырғыш аппараттар)**

**Қауіпті!**

1. Жүйенің саңылаусыздығын сынау кезінде белгіленген сынама қысымнан асырмаңыз.

2. Тығыздықты сынау және тоңазытқыш жүйесін үрлеу үшін оттегіні пайдаланбаңыз.

3. Қауіпсіздік клапандарын ажыратпаңыз.

4. Егер қауіпсіздік клапандары жұмыс істемесе, машинаны пайдаланбаңыз.

**Ескерту!**

1. Қауіпсіздік клапандарын жөндемеңіз.

2. Қауіпсіздік клапандарын ажыратпаңыз.

3. Ғимарат ішіндегі қауіпсіздік клапандарын шешпеңіз.

4. Қысым астында тұрған тоңазытқыш жүйесін ашпаңыз.

5. Барлық қауіпсіздік клапандарын жылына кемінде бір рет тексеріңіз.

6. Жүйеге зарядтау алдында салқындатқыш маркасын тексеріңіз.

7. Жөндеу басталғанға дейін құрамында суық агенті бар үй-жайды желдетіңіз.

**Назар аударыңыз!**

Сұйық қойманың қақпағындағы бұрандамаларды одан су толық түскенше босатпаңыз.

**Орталықтан тепкіш компрессоры бар су салқындататын машиналар (электр схемалары және реттегіштер)**

**Қауіпті!**

1. Кернеуді тексермес бұрын тиісті нұсқауларды оқып шығыңыз.

2. Қол құрылғыларымен жоғары кернеуді (600 және одан жоғары) өлшемеңіз.

3. Жоғары кернеуді өлшеу кезінде ток және кернеу трансформаторларын қолданыңыз.

**Ескерту!**

1. Тек ажыратылған және құлыпталған электр тізбектеріне қызмет етіңіз.

2. Ажыратқышты ажыратып, агрегатты тоқтатпаңыз.

3. Кернеу тізбегіндегі қарсылықты өлшемеңіз.

4. Электр конденсаторларының толық зарядсызданғанына көз жеткізбестен бұрын тоңазытқыш қондырғыларының электр тізбектеріне қызмет көрсетпеңіз.

6. Барлық электр жабдықтарын жерге қосыңыз.

**Назар аударыңыз!**

1. Барлық тізбектер тоқтан ажыратылғанға дейін электр тізбегін тексермеңіз.

2. Сақтандырғыштар үшін оқшауланған тартқыштарды қолданыңыз.

### **Қауіпсіздік техникасы ережелері.**

1. Құралдар мен бөлшектерді құрал немесе іске қосу шкафтарында сақтамаңыз.
2. Өлшеу құралдарын олардың мақсатына сәйкес қатаң қолданыңыз.
3. Электр сымдарын мезгіл-мезгіл тексеріп отырыңыз, зақымдалған сымдарды, қосқыштар мен қосылыстарды ауыстырыңыз немесе жөндеңіз.

### **Орталықтан тепкіш компрессоры бар су салқындататын машиналар (қосылыстар)**

#### **Қауіпті!**

1. Барлық айналмалы бөліктер тоқтағанша қоршауды шешпеңіз.
2. Барлық бұрандамалар қатайғанша құрылғыны қоспаңыз.
3. Жойыңыз барлық материалдар мен құрал-жабдықтар іске қосуға дейін агрегат.

#### **Ескерту.**

1. Айналмалы қосылыстардың жанында тұрмаңыз.
2. Қорғанys қоршаулары жоқ белдік жетегі бар қондырғыны қоспаңыз.

#### **Назар аударыңыз!**

1. Барлық кілттер, масштабты құрылғылар және т.б. жойылғанша құрылғыны қоспаңыз.
2. Барлық бекіту бұрандамаларын қатайтыңыз және олардың қысылуын екі рет тексеріңіз.
3. Майлауды және қосылыстардың сәйкестігін мезгіл-мезгіл тексеріп отырыңыз.

### **Су салқындататын машиналар (ортадан тепкіш компрессор)**

#### **Қауіпті!**

1. Салқындатқыштың қыздырылған буы бар құбырлардың барлық қосылыстарын тексергенге дейін компрессорды қоспаңыз.
2. Компрессорды ауыстыру тұтқасының жанында тұрмаңыз.
3. Компрессорды қосқанға дейін іске қосу және пайдалану жөніндегі нұсқаулықпен танысыңыз.

#### **Ескерту!**

1. Вакуум астында тұрған кезде компрессордағы триггерлерді ашпаңыз.
2. Салқындатқыштың бу беру реттегішін ашпаңыз.
3. Салқындатқыш бу беруді реттеу тұтқасын бұғаттамаңыз.
4. Қауіпсіздік клапанын жаппаңыз.
5. Есептіден жоғары айналу жиілігі кезінде компрессорды пайдаланбаңыз.
6. Компрессор корпусын бұзудан қорғау үшін компрессордың Шығыс құбыры мен құлыптау клапанының арасына қауіпсіздік клапанын орнатыңыз.
7. Компрессорды бөлшектегенге дейін кіріс және шығыс құбырларына тиісті штепсельдерді орнатыңыз.

### **Назар аударыңыз!**

1. Компрессорға немесе оның түйіндеріне қызмет көрсету кезінде тиісті жұмыс киімін киіңіз.

2. Сұйықтықты төкпеңіз және бөлменің еденіне майланған шүберектерді лақтырмаңыз.

### **Қауіпсіздік техникасы ережелері.**

1. Барлық қауіпсіздік және басқару құрылғыларын тексергенге дейін компрессорды пайдаланбаңыз.

2. Қауіпсіздік құрылғылары мен жылдамдықты ауыстыру құрылғыларын жыл сайын тексеріп, реттеңіз.

### **Электр қауіпсіздігі**

Жұмыс кезінде электр жабдықтары әрқашан сақ болу керек. Тоңазытқыш жүйелері кернеуі 220-дан 380 В-қа дейінгі желілермен қоректенеді. Мұндай желілермен жұмыс істеу кезіндегі қателіктер ауыр жарақатқа немесе өлімге әкелуі мүмкін.

Ешқашан қуатталған жүйемен жұмыс жасамаңыз. Әрқашан, мүмкін болған кезде, электр тізбегінің өшірілгенін үш сатылы тексеріңіз:

1. Құрылғылардың дұрыс жұмыс істейтініне көз жеткізу үшін өлшеу құрылғыларын әдейі жұмыс істейтін электр тізбегінде сынап көріңіз.

2. Өлшеу құрылғыларының көмегімен электр тізбегінің токтан ажыратылғанын тексеріңіз.

3. Өлшеу құралдарын олардың әлі де сынбағанына көз жеткізу үшін жұмыс тізбегінде қайта тексеріңіз.

Жұмыс кезінде әрдайым ажыратқыштарға ескерту белгілерін орнатыңыз, бұл ажыратқышты қолдануға болмайды, себебі электр тізбегі техникалық қызмет көрсетіледі және адамдар онымен жұмыс істейді.

Ең маңызды ереже: «егер адам өз әрекеттері туралы алдын-ала ойламаса, ешқандай қорғаныс құралы адамды қорғай алмайды».

Ажыратқыштардың, сақтандырғыштардың және кез-келген басқа қауіпсіздік құрылғыларының болуына қарамастан, электр тізбегін қол тигізбестен бұрын өшіру фактісін өзіңіз тексеріңіз.

Сіз жұмыс істейтін тізбектегі кернеулерге арналған өлшеу құралдарын қолданыңыз. Қайталап айтса: «Әрқашан ойлауға алдында түртіп не!».

Жабдықтың кейбір бөліктері әсіресе қауіпті болуы мүмкін, себебі сіз олар туралы білмейсіз. Кейбір ауа баптау жүйелерінде электр тізбегінің бір сымын (екеуін де емес) ажырататын контактор (қосқыш) бар. Мұндай ажыратқыштар токтың өтуі үшін тізбек жабық болуы керек деп болжайды. Қауіп-бұл сымдардың біреуі әлі де ауаны салқындату жүйесіне кернеу бере алады. Егер техник осы сым мен жерге тиіп кетсе, ол токпен соғылады. Басқа контакторлар екі сымды да ажыратады. Олар әлдеқайда қауіпсіз.

Сіз жұмыс істейтін адамдармен әзіл айтпаңыз. Біреу электр тізбектерімен немесе қозғалмалы механизмдермен жұмыс істеген кездегі әзілдер мен әзілдер жиі жарақат алады. Сіздің жарақатыңызды тудыруы мүмкін басқа біреуге жол бермеңіз.

Жалғыз жұмыс жасамаңыз. Әрқашан көмекшілермен жұмыс жасаңыз, әсіресе жұмыс қиын жерлерде немесе кернеулі электр тізбектеріне жақын жерде болса. Жақын жерде әрдайым қажет болған жағдайда электр қуатын өшіріп, алғашқы көмек көрсететін біреу болуы керек.

Мүмкіндігінше бір қолмен жұмыс жасаңыз. Адам үшін ең қауіпті жағдай-ток бір қолынан адам денесі арқылы екінші қолына өтетін жағдай. Бұл жағдайда ток тікелей жүрек арқылы өтеді, бұл өте қауіпті.

Алғашқы көмек әдістерін үйреніңіз. Электр желілерімен жұмыс істейтін кез-келген адам алғашқы көмек көрсете алуы керек.

### **Қысқаша қорытынды**

Бұл бөлімге ерекше назар аудару керек, себебі оның қызмет ету мерзімі мен сақталатын өнімдердің сапасы тоңазытқыш жабдықтарына техникалық қызмет көрсетуге байланысты, бұл тұтастай алғанда кәсіпорынның инвестициясына тікелей әсер етеді. Сондай-ақ, бұл материалды жақсы есте сақтау үшін практикалық сабақтарды өткізіп, осы бөлімді практикалық жағынан пысықтаған жөн. Нақты қондырғыларда және құралмен кез-келген оқу жұмыстарын жүргізудің басты шарты-адамдардың қауіпсіздігі.

### **Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі**

1. 1. Котзаогланиан П. Пособие для ремонтника. Справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования. – Эдем, 2007.

2. Бриганти А. Руководство по техническому обслуживанию холодильных установок и установок для кондиционирования воздуха: Перевод с итальянского/ Под редакцией Гальперина А. Д. – Евроклимат, 2004.

3. Семенов Ю.В. Системы кондиционирования воздуха с поверхностными воздухоохладителями. – ТЕХНОСФЕРА, 2014.

4. Бохан, К. А. Ремонт холодильных установок: учебное пособие. – Брянск, 2015.

5. Полевой А. А. Монтаж холодильных установок: Учеб. пособие для вузов. – СПб.: Политехника, 2005. – 259 с.

6. Danfoss. Руководство для монтажников: <https://www.danfoss.com/ru-ru/service-and-support/downloads/dcs/guide-for-installers/>.

7. Цветков О.Б., Цветков О.Н., Лаптев Ю.А. Масла низкотемпературных установок: Учеб.-метод. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2016. 56 с.

8. National Refrigerant Reference Guide. Sixth Edition. National Refrigerants, Inc. 2016.

9. Полевой А.А. Автоматизация холодильных установок и систем кондиционирования воздуха – СПб.: «Профессия», 2010. – 244 с.

10. Программа расчета параметров капиллярной трубки: Capillary Tube Sizing – <http://boxload.tecumseh.com>.

### **Сурет авторлары мен иелері**

1. Детектор CERCAFUGHE A INFRAROSSI (сур.3.6) – <https://www.ricambirefrigerazione.com/cercafughe/5232cercafugheainfrarossi.html>;
2. Вакуумный насос VE-135(сур.3.7) – [https://omsk.pulscen.ru/products/vakuumny\\_nasos\\_ve\\_135\\_odnostupenchaty\\_127683534](https://omsk.pulscen.ru/products/vakuumny_nasos_ve_135_odnostupenchaty_127683534);
3. Способы заправки хладагентом (сур. 3.8, сур.3.9) – <https://artreg.ru/zapravka-bytovogo-kondicionera-svoimi-rukami-kak-zapavit.html>
4. Сбор холодильного агента (сур.3.11, сур. 3.12) – <http://www.apimh.by/Page.aspx?FileName=page91.html>
5. Нагреватели (сур..3.16) – <https://afalina96.ru/files/products/post-gazovuj-bgo-50-4-vsh.1200x800.jpg>
6. Схемы закрепления ТРВ (сур.3.38, сур.3.39) – [http://radio-sauvagine.com/index.php?id\\_product=7329&controller=product](http://radio-sauvagine.com/index.php?id_product=7329&controller=product);
7. Монтаж подшипников иллюстрации SKF Group.

## **4- БӨЛІМ. НЕГІЗГІ ТОҢАЗЫТҚЫШ ЖАБДЫҚТАРЫН ЖӨНДЕУ**

### **Оқу мақсаттары**

Бөлімден өткеннен кейін білім алушылар:

1. Компрессорларды жөндеудің негізгі принциптерін, кезеңдерін біледі.
2. Барлық типтегі компрессорларды жөндеу ерекшеліктерін түсіну және ажыратады.
3. Ең көп тозуға ұшыраған компрессордың негізгі әлсіз жақтарын біледі.
4. Компрессор мен тоңазытқыш қондырғысына қызмет көрсету бойынша негізгі жұмыстардың тізімін, олардың жиілігін көрсетіңіз.
5. Белгілі бір типтегі жылу алмасу жабдықтарына қызмет көрсету үшін қажетті жұмыстардың тізімін жасайды.
6. Тоңазытқыш қондырғыларының дұрыс орнатылмаған буландырғыштары мен конденсаторларын анықтайды.
7. Тоңазытқыш машиналардың жылу алмасу жабдықтарына қойылатын беріктік талаптарын және тығыздық пен беріктікке сынау қалай жүргізілетінін біледі.
8. Жылу алмастырғыштың құрылымына және шөгінділердің түріне байланысты жылу алмасу бетін тазартудың бір немесе басқа әдісін қашан қолдану керектігін түсінеді.

### **Қажетті оқу материалдары:**

1. Өлшеу аспаптары: штангенциркуль, микрометр, нутромер.
2. Тоңазытқыш қондырғысының ақауларын іздеу бойынша оқу стенді.

### **Алдын ала талаптар:**

Осы бөліммен жұмыс жасамас бұрын, жақсы түсіну үшін студенттер стандарттау және техникалық өлшеу; машина бөлшектері; құрылымдық материалдар сияқты техникалық пәндердің негізгі принциптерімен танысуы керек. Осы бөліммен жұмыс жасамас бұрын, студенттер тоңазытқыш машиналардың жылу алмастырғыштарының барлық түрлерін сипаттайтын №2 кітап бөлімін толығымен оқып, бекітуі керек.

### **Кіріспе**

Бұл бөлімде тоңазытқыш машиналардың компрессорларын жөндеудің негізгі принциптері көрсетілген. піспектік, бұрандалы, спиральды, орталықтан тепкіш компрессорлардағы ең ықтимал ақаулар сипатталған. Кейбір бөлшектерді қалпына келтіру әдістері, бөлшектердің тозу дәрежесін анықтауға арналған арнайы өлшеу құралы келтірілген. Бөлімде компрессорлық жабдықтың ақаулары және жалпы алғанда тоңазытқыш қондырғысына мерзімді қызмет көрсету, оған барлық қажетті қосымша басқару және реттеу элементтері кіреді. Бұл бөлімнің ақпараты "Бөлшектерді, тораптарды және аппараттарды жөндеу және қалпына келтіру операцияларын жүргізу" кәсіби модулін ашуға бағытталған.



## 4.1 Піспекті компрессорларды жөндеу

Піспекті компрессорлардың тозу дәрежесі оның ақаулығы кезінде анықталады. Жөндеудің орындылығын негізінен оның экономикалық жағы анықтайды, яғни қондырғының толық ауыстырылуымен салыстырғанда жөндеу тиімді болуын анықтайды. Бұл негізгі бөліктердің тозу дәрежесіне және жөндеуден кейінгі компрессордың қалдық ресурсына байланысты.

Компрессорларды жөндеу бірқатар дәйекті операцияларды қамтиды:

- компрессорды жөндеуге дайындау;
- бөлшектеу;
- бөлшектерді өлшеу;
- бөлшектерді, тораптарды жөндеу;
- құрастыру;
- сынамалау.

Бөлшектеу алдында компрессорды суық агенті пен майдан босату керек. Компрессорда, мысалы, жұмыс қуысында артық жоғары қысым болмағанына көз жеткізу керек.

Компрессордың бірнеше бірдей бөліктері бар (В. 1 қосымшасы), олар біріктірілген беттермен басқа бөліктерге бекітіліп, өңделді, әрі қарай құрастыру кезінде оларды бірге жинау керек. Ол үшін бөлшектердің бөліктері, егер олар өндірушімен таңбаланбаған болса, таңбалады. Таңбалау Болат таңбалармен немесе бояумен жүргізіледі, белгілер ұштасатын беттердің жанына қойылады.

Компрессор бөлшектелгеннен кейін қараңыз. "Компрессорды ауыстыру" [1]. Ең алдымен, компрессор түйіндерге бөлінеді (байланыстырушы өзек-піспек тобы, клапан, май сорғысы). Тораптар міндетті түрде жуылғаннан кейін бөлшектеледі.

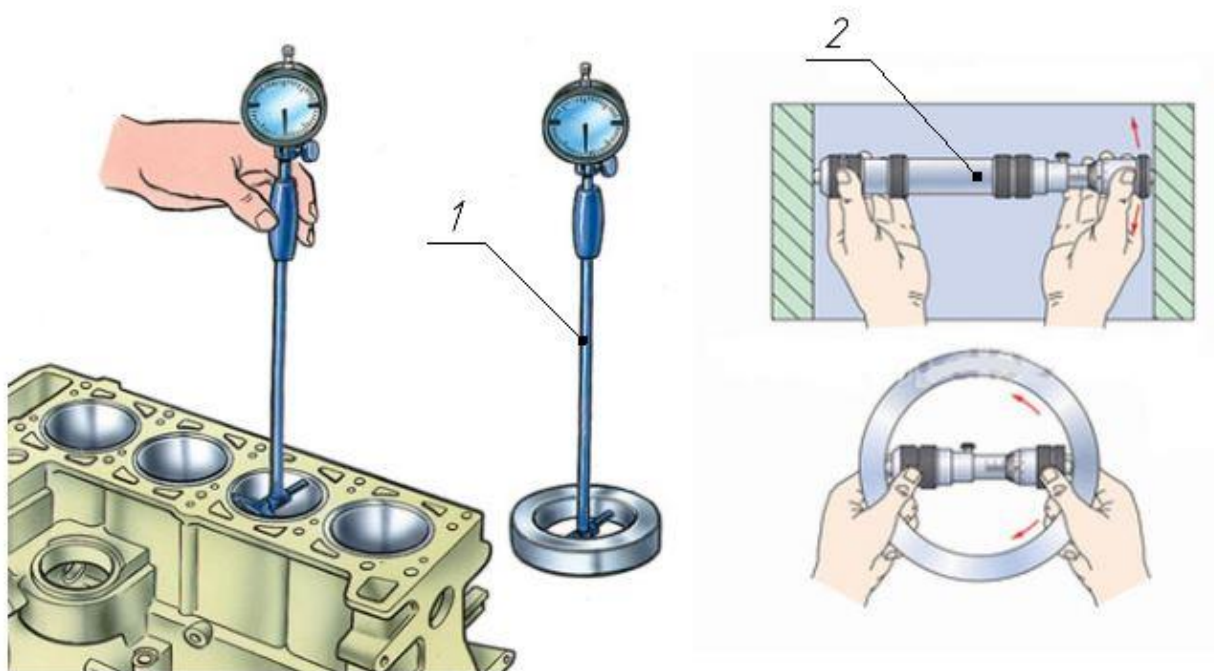
Бөлшектерді, мысалы, мойынтіректерді тарту арқылы ажырату арнайы тартқыштар мен престердің көмегімен жүзеге асырылады. Бөлшектерге зақым келтірмеу үшін алынбалы құрылғылардың мандрельдері, бөлшектердің өзінен (алюминий, жез, мыс) жұмсақ материалдардан жасалған кескіштер қолданылады.

Тозған бөлшектерді олардың пішініне (тесік – ішкі жұмыс бетімен, білік – сыртқы жұмыс бетімен) және тозу сипатына байланысты жөндеу:

- Бөлшектердің түйісетін беттеріндегі бастапқы саңылауларды қалпына келтіру;
- Бөлшектердің бір-біріне қатысты дұрыс геометриялық пішіні мен орнын қалпына келтіру.

Піспекті компрессордың цилиндрлері компрессордың негізгі бөліктерінің бірі болып табылады, оның жұмыс сипаттамалары көбіне байланысты болады. Цилиндр піспек сақиналарына үйкеліс кезінде тозады. Қозғалыс нәтижесінде ол: биіктікте – конустық пішінді, көлденең қимада – сопақша пішінді алады. Цилиндрдің беті тегіс болуы керек (немесе жоғары тормен), соққыларсыз және басқа әсерлерсіз. Ауытқулар цилиндрдің бетін

өлшеу құралы – штихмас (нутромер – 4.1 сурет) көмегімен өлшеу кезінде жазылады).

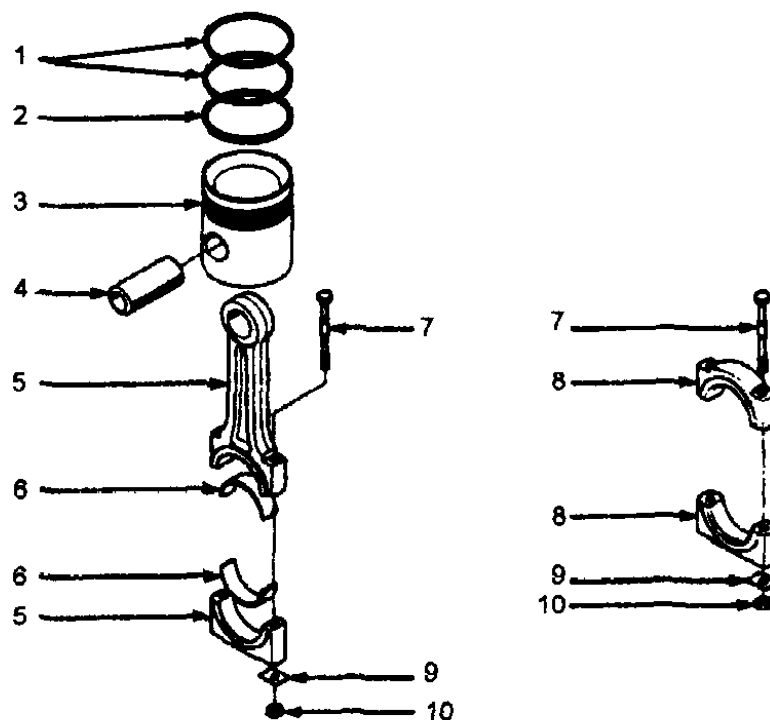


1-индикаторлық; 2-микрометриялық  
4.1-сурет. Нутромерлер

Тозуы шекті ауытқулардан асатын цилиндрлер келесі жөндеу мөлшеріне қарай бұрғыланады және тегістеледі. Цилиндр үлкен өндіріс кезінде беріктік шарттарына сәйкес келмеген жағдайда, жөндеуді толығымен ауыстыру, басу мүмкіндігі бар. Өлшемдердің шекті ауытқулары, конустығы, сопақтығы, қажетті саңылаулардың шамалары, цилиндрлерді бұрғылауға арналған жөндеу өлшемдері компрессорға қоса берілетін арнайы жөндеу құжаттамасында көрсетіледі.

Компрессордың піспегі пішіннің ауытқуымен, піспек саусағының диаметрінің ұлғаюымен, сақиналар үшін піспек ойықтарының ұлғаюымен өлшенеді. Піспек мен цилиндр арасындағы алшақтық қажетті май қабатының екі қалыңдығынан, піспек мен цилиндрдің жылу кеңеюіне төзімділіктен, құрастыру кезінде бұрмалануға төзімділіктен анықталады.

Піспектік сақиналар ең үлкен әсерге есептеледі және піспектік топтың басқа бөліктері арасында ең көп тозуға ұшырайды, себебі оларды ауыстырудың ең аз құны бар (сурет.4.2). Бұл піспек сақиналары мен цилиндр материалдарының арнайы таңдауымен түсіндіріледі, сондықтан үйкеліс кезінде цилиндрлер сақиналарға қарағанда аз тозады.



1-тығыздағыш сақина; 2-май тартқыш сақина; 3-піспек; 4-саусак; 5-байланыстырушы өзек; 6-мойынтірек төсемі; 7-бұранда; 8-байланыстырушы шыбық қақпағы; 9-тоқтатқыш; 10-жаңғақ

4.2- сурет. Иінді механизм және төмен қысымды өтпейтін піспек

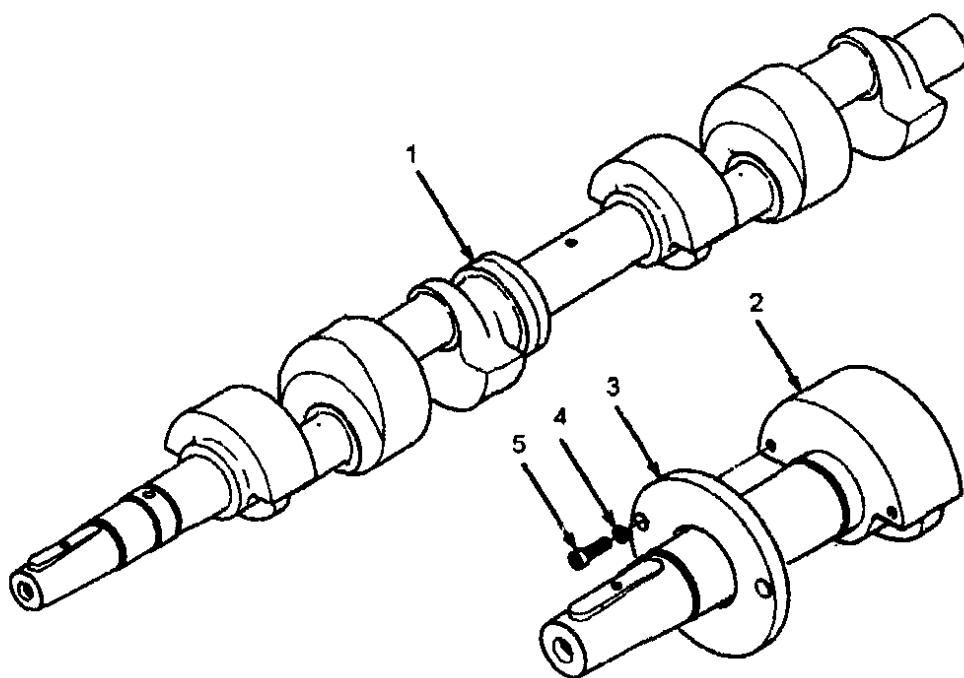
Иінді білік-компрессордың ең қымбат және жауапты бөлігі және ең үлкен ресурсы бар. Барлық басқа бөліктердің тозуы иінді біліктің геометриясына байланысты. Біліктің тозуы үйкеліс орындарында біліктің мойын төсеніштерімен жүреді (сурет.4.3). Әдетте мойындардың тозуы біркелкі емес, цилиндрліктің бұрмалануы байқалады. Лайнерлер жөндеу өлшемдерінің басқа лайнерлерімен ауыстырылады, алшақтық қажетті жөндеу мөлшеріне Тегістеу арқылы қамтамасыз етіледі. Иінді білікті өңдеу кезінде алдымен байланыстырушы өзек, содан кейін негізгі мойындар өңделеді.

Тозған кезде жылжымалы мойынтіректер жоғары шу шығарып, жылынуды бастайды. Жылжымалы мойынтіректер жөнделмейді, бірақ жаңаларына ауыстырылады. Мойынтіректерді білікке қондыруды жеңілдету үшін олар 15 минут ішінде 90-100°C температурада май ваннасында қызады. Баспақтауды қолмен бұрау арқылы, бірқалыпты жүрістің болуына және люфттің болмауына тексереді, сондай-ақ мойынтіректерді радиалды және өстік соғудың шамасына, сондай-ақ олардың отыратын орындарына тексереді.

Компрессордың айдау және сору клапандары жиі тексеруді қажет етеді, оларды әр алдын-алу кезінде қарау керек. Клапанның тілімшелері жарылған, деформацияланған кезде, айтарлықтай тозған кезде (бастапқы мәннен 0,8 шамаға дейін) ауыстырылуы тиіс. Жинақтағы клапан керосинді тілімшемен жабылған каналдарға құю арқылы тығыздыққа тексеріледі.

Компрессорды құрастыру кезінде абразивті бөлшектердің компрессорға енуіне жол бермеу үшін тазалықты сақтау керек. Компрессор

білігін қолмен бірнеше рет бұраңыз, білік пен электр қозғалтқышының айналу бағытының дұрыстығын тексеріңіз.



1,2-інді білік; 3-шеңбер; 4-шайба; 5-бұранда  
4.3- сурет. Іінді білік

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Компрессорларды жөндеу қандай операцияларды қамтиды?
2. Бөлшектеу кезінде компрессор бөлшектерін таңбалау не үшін қажет?
3. Піспекті компрессордың қандай бөліктері ең көп тозуға ұшырайды және шығын материалдары болып табылады?
4. Компрессордың айдау және сору клапандарын жөндеу нені қамтиды?

### Қосымша тапсырмалар

Bitzer 6he-28y поршенді компрессорын бөлшектеу кезінде (В. 1 қосымшасын қараңыз) электр қозғалтқышында орналасқан мойынтіректердің бірі айтарлықтай тозуға ұшырағаны анықталды. Сонымен қатар, ол қызып кетудің айқын іздерін көрсетеді (күйік пайда болды). Екінші мойынтірек өзгеріссіз қалды және айқын тозу белгілері жоқ. Осы компрессордың маймен қамтамасыз ету жүйесінің жұмысын талдағаннан кейін сынуға не себеп болуы мүмкін деп болжауға тырысыңыз?

## 4.1 Тест

1. Оларды ауыстыруға жататын компрессор клапандарының критикалық тозу шамасы қандай?

- А) бастапқы көрсеткіштен 0,9;
- Б) бастапқы көрсеткіштен 0,8;
- В) бастапқы көрсеткіштен 0,5;
- Г) бастаушыдан 0,4.

2. Мойынтіректерді білікке шамадан тыс тарту арқылы орнату не әкеледі?

- а) жұмысқа қабілеттілік артады;
- б) сенімділік артады;
- в) беріктігі артады;
- г) радиалды қону саңылауын жоюға әкеледі.

3. Иінді біліктің мойындарын жөндеу өлшемдеріне арналған дөңгелек тегістеу машиналарында өңдеу реті

- а) алдымен байланыстырушы шыбықты, содан кейін тамыр мойындарын тегістеңіз;
- б) байырғы, содан кейін байланыстырушы өзек;
- в) кезек-кезек тегістеледі;
- г) маңызды емес.

4. Піспектің қызмет ету мерзімінің көрсеткіші қандай?

- а) диаметрі;
- б) поршеннің деформациясы;
- в) жоғарғы піспек сақинасының астындағы ойықтың тозу шамасы;
- г) ойық пен сақина арасындағы саңылау.

5. Піспектік саусақтың геометриялық параметрлері шөгу кезінде қалай өзгереді?

- а) сыртқы диаметрі артады;
- б) ұзындығы артады;
- в) саусақтың ұзындығы қысқарады, ал сыртқы диаметрі артады;
- г) ұзындығы азаяды.

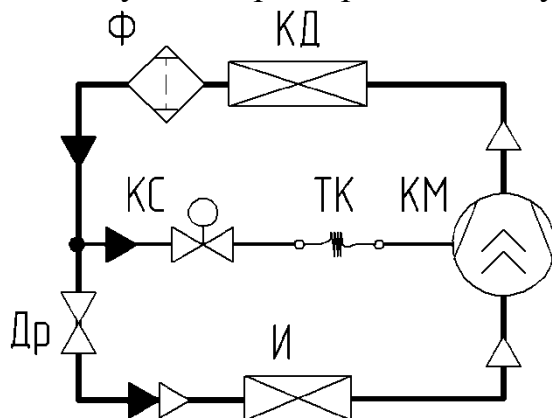
## 4.2 Спиральды компрессорлардың ерекшеліктері

Көптеген спиральды компрессорлар саңылаусыз корпуста жасалады және айтарлықтай ақаулар мен тозу жағдайында компрессор толығымен жаңасына ауыстырылады. Жартылай саңылаусыз спиральды компрессорларды жөндеу кезінде спиральдарға зақым келуі мүмкін факторларға ерекше назар аудару керек. Спиральдар-ең қымбат және технологиялық тұрғыдан күрделі элементтер. Олардың беті ешқандай зақым келтірместен және зақымдалмай таза болуы керек. Спиральдардың бетін тегістеу жүйеде ылғалдың болуын айтады.

Көптеген спиральды компрессорлар сұйық салқындатқышты бүрку арқылы қолданылады (сурет.4.4).

Егер спиральды компрессор тоқтаған кезде қатты шу естілсе, металл жарылып кетсе, бұл дұрыс жұмыс істемеу салдарынан кері сору клапаны зақымдалғанын білдіреді.

Үлкен тозу кезінде клапан плитасы сынуы мүмкін және компрессордың апатқа ұшырауына әкелуі мүмкін. Қозғалысты компрессор білігінен жылжымалы спиральға (Олдхэм жалғастырғыштары) беру үшін жалғастырғыштың зақымдануы компрессордың кептелуіне әкеледі.



КМ-компрессор; КД – конденсатор; ф-сүзгі-құрғатқыш; КС – соленоидты клапан; ТК-капиллярлық түтік; Др-дроссельдеу құрылғысы; И-буландырғыш

4.4-сурет. Сұйық тоңазытқыш агентті спиральды компрессорға айдау (мысалы, Copeland Scroll zf24k4e компрессоры)

Компрессорды сынамалы іске қосу алдында компрессордың автоматты қорғау және суықтың өнімділігін реттеу жүйелерінің дұрыс орнатылуына және жарамдылығына көз жеткізу керек.

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Саңылаусыз компрессорлардың қандай ерекшеліктері бар?
2. Тоқтаған кезде спиральды компрессордың қатты шуылына не себеп болуы мүмкін?
3. Олдхэм ілінісі дегеніміз не?
4. Спиральды компрессордың жұмысын реттеу қандай жабдықтың көмегімен жүзеге асырылады?

## Қосымша тапсырмалар

1. Компрессордың орамаларын бір-бірімен жабуды тексеріңіз. Мұны істеу үшін сізге омметр қажет. Орамдағы үзіліс кезінде омметр қандай мәнді көрсетуі керек?
2. Егер компрессор жұмыс кезінде қысым жасамаса, қандай әрекеттерді орындау керек? Тоңазытқыш қондырғысында салқындатқыштың жеткілікті мөлшері бар екені белгілі.

## 4.2 Тест

1. Спиральды компрессорды тоқтатқан кезде қатты шу, металл жарықшағы естіледі. Бұл нені білдіреді?
  - а) бұл қалыпты жағдай;
  - б) майдың болмауы;
  - в) зақымдалған тексеру клапаны;
  - г) спиральдардың үлкен тозуы.
2. Спиральды компрессорлардың қай элементінің зақымдануы ең маңызды болып табылады?
  - а) Олдхэм жалғастырғышының зақымдануы;
  - б) спиральдардың зақымдануы;
  - в) клапандардың зақымдануы;
  - г) біліктің зақымдануы.
3. Дұрыс емес техникалық қызмет көрсету немесе құрылымдық ақаулар нәтижесінде жұмыс аяқталуының болжамды мерзімінен бұрын бөлшектердің істен шығуы деп аталады ...
  - а) авариялық тозу;
  - б) жабдықтың істен шығуы;
  - в) сыну;
  - г) табиғи тозу.
4. Тоңазытқыш контурын ашқан кезде компрессордың жануы туралы куәландырады ...
  - а) компрессор корпусының сыртқы зақымдануы;
  - б) электр сымдарының зақымдануы;
  - в) күшті иіс;
  - г) құбырдың қатты жегідесі.
5. Спиральды компрессорлар қандай салқындату жүйесімен жабдықталған?
  - а) әуе;
  - б) сұйық;
  - в) маймен салқындату;
  - г) суық агентінің сіңірілетін буларымен салқындату.

### 4.3 Бұрандалы компрессорлардың тозуы және жөндеу

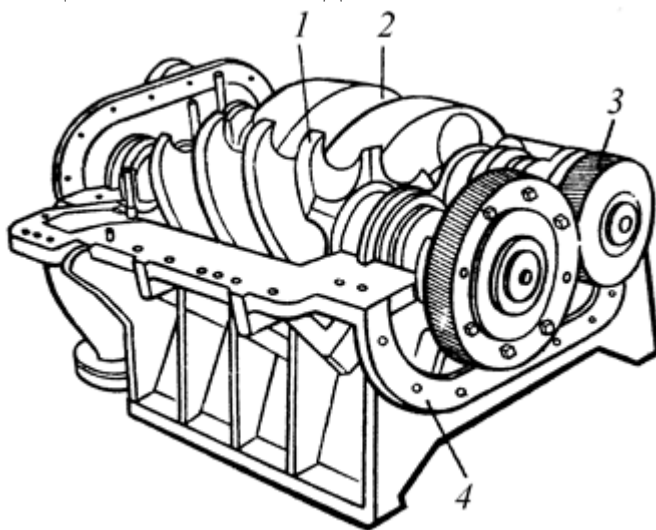
Компрессорды жөндеу қажеттілігі оның тозу салдарынан, сондай-ақ апаттық бұзылулардың салдарынан талап етілетін ең аз мөлшерден төмен жұмыс сипаттамаларын жоғалтқан кезде туындайды.

Бұрандалы компрессорлардың тозған бөліктері мыналарды қамтиды:

- кинематикалық жұптар, тіреуіш, тіреуіш мойынтіректер;
- тығыздау;
- өнімділікті реттеу торабы;
- контакт беті, жетек және жетек бұрандалары;
- мұнай айналымы жүйесінің құрылғылары.

Бұрандалы компрессорлардағы тірек мойынтіректері ретінде майлау және салқындату үшін май арналары арқылы берілетін сырғанау мойынтіректері қолданылады. Мойынтірек түйіндерінде компрессордағы радиалды және өстік күштер теңдестіріледі, сондықтан мойынтіректерді уақтылы ауыстыру және оларды майлаумен қамтамасыз ету қажет.

Жетек пен жетек бұрандасы арасындағы байланыс берілістерін пайдалану (4.5-сурет) бұрандалардың беттерінің тозуын болдырмайды, себебі байланыс болмайды, ал бұрандалы жұптың тығыздығы саңылауды маймен толтырумен қамтамасыз етіледі.



1,2-бұрандалар, 3-байланыс берілісі, 4-корпус

4.5- сурет. Байланыс берілісі бар бұрандалы компрессор

Бұрандалар арасындағы дұрыс емес алшақтық болған кезде бұрандалы жұптың қатты және біркелкі емес тозуы болады.

Күш берудің берілісі болмаған кезде бұрандалар тозуға ұшырайды, бұл бұрандалардың жанасу нүктесіне, майлау жағдайларына байланысты, бірақ тұтастай алғанда бұрандалы компрессорлардың мотор ресурсы жеткілікті үлкен және тек май ауыстыру және ұсақ техникалық қызмет көрсету кезінде 20 мың сағатқа жетеді.

Маймен толтырылған бұрандалы компрессорлардың тығыздағыштары басқа компрессорлардан ерекшеленбейді және оларды уақтылы ауыстыру қажет.



Бұрандалы компрессорлардың реттелетін шарғылық құрылғысы қалыпты жағдайда, өнімділік жиі өзгермейді және аз мөлшерде іс жүзінде ешқандай операцияларды қажет етпейді. Жөндеу тығыздағышты қатайтуға және бағыттаушы кілтті ауыстыруға дейін азаяды.

#### **Май жүйесін жөндеу кезінде:**

1. Металл жонқаларды ұстау үшін сүзгілер мен магниттерді тазалау.
2. Май каналдары мен арматураны керосинмен жуу.
3. Майдың ағып кетуін анықтау және жою.
4. Майлауды бақылау релесін, майды қайтару жүйесін (қалтқы май бөлгішті) тексеру.
5. Май сорғысын ақаулау және жөндеу.

Май құбыры мен арматураны май шөгінділерінен немесе күйіктен тазарту үшін бір тәулікке керосинге жібітеді. Тазарту үшін басқа еріткіштер де қолданылады, бірақ оларды қолданар алдында осы сұйықтықтың компрессор материалдарымен үйлесімділігіне көз жеткізу керек.

Қысым мен өнімділік жеткіліксіз болған кезде Май сорғылары жөндеуді қажет етеді. Жөндеу кезінде тығынжыл мен цилиндрдің қажетті саңылаулары немесе жұмыс редукторлары арасындағы Бос орындар қалпына келтіріледі.

Бұрандалы компрессорларды домалату май жүйесін тексергеннен кейін жүргізіледі.

Жөндеуден кейін майлау жүйесінің барлық элементтері тексеріледі, сығылған ауамен үрленеді, барлық ластанулар алынып тасталуы және барлық учаскелердің өткізгіштігі бақылануы тиіс.

Бұрандалы компрессорлар үшін негізгі жұмыстардың белгілі бір номенклатурасы көзделеді (кесте.4.1), ағымдағы жөндеу (ТР) интервалдарымен -10 мың сағат; орташа жөндеу (СР) – 20 мың сағат; күрделі жөндеу (КР) – 40 мың сағат (аталған мәндер шамамен алынған және компрессорлардың әрбір моделі үшін өндіруші әдетте өзі белгілі бір жөндеу аралық аралықтарды белгілейді).

#### **4.1-кесте-бұрандалы компрессорларды жөндеу түрлері бойынша негізгі жұмыстардың номенклатурасы**

Құрастыру бірлігі	Жұмыс номенклатурасы		
	ТР	СР	КР
Компрессор жиынтығы	Роторлардың өстік екпінін өзгерту	Электр қозғалтқышсыз бөлшектеу. Монтаждау. Сынақтар. Сынаудан кейін роторлардың өстік екпінін өлшеу.	
Өнімділікті реттеу тетігі	–	Цилиндрді тегістеу. Штокты металдандыру. Кречердің ойығын өңдеу	
	–	Сақиналарды ауыстыру	Сақиналарды, шарғыларды ауыстыру

#### 4.1 кестенің жалғасы

Тірек мойынтірек	–	Радиалды-тіреуіш мойынтіректерді ауыстыру	
	–	–	Шыны тесік
Сырғанау мойынтіректері	–	Мойынтіректі қайта құю немесе ауыстыру	
Жалғастырғыш	–	–	Серпімді жеңді ауыстыру
Ротор қорғасын	–	Майысқақ төлкені және бұранданың ұштарын ажарлау. Нығыздағыш белбеулерді кейіннен өңдей отырып балқыту	Тығыздағыш төлке, мойынтіректі төлке ауыстыру. Нығыздағыш белбеулерді кейіннен өңдей отырып балқыту. Ұштарын тегістеу. Динамикалық теңдестіру
Басқарылатын Ротор	–	Бұрандалардың ұштарын тегістеу. Нығыздағыш белбеулерді кейіннен өңдей отырып балқыту	Мойынтіректерді ауыстыру. Нығыздағыш белбеулерді кейіннен өңдей отырып балқыту. Ұштарын тегістеу. Динамикалық теңдестіру
Соңғы тығыздау	Жылжымалы тығыздағыш сақиналарды ысқылау	Жылжымалы тығыздағыш сақиналарды ағу және ысқылау	
		–	Фторопласт сақинасын ауыстыру
Сору корпусы	–	Соңғы бетінің тесігі	
		–	Дефектоскопия
Роторлар корпусы	–	–	Ішкі бетін металдандыру арқылы қалпына келтіру. Тесік
Айдау корпусы	–	Соңғы бетінің тесігі	
		–	Дефектоскопия
Бағыттаушы	–	–	–
Түсіру құрылғысының піспегі	–	Қаптау, тесу	Жаңасын жасау
Гильза	–	Тесік	Жасау жаңа

#### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Бұрандалы компрессорлардың қандай бөліктері ең көп тозуға ұшырайды?
2. Бұрандалы компрессорлардың жалпы ресурсы қандай?
3. Бұрандалы компрессор қандай жағдайда жұмыс істейді, реттегіш шарғылар жақсы техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді?
4. Бұрандалы компрессордың май жүйесін жөндеу кезінде не орындалады?

#### Қосымша тапсырмалар

1. Жоспарлы профилактикалық жөндеу (ППР), ППР қандай элементтерді қамтиды? Артықшылықтары мен кемшіліктері.
2. Компрессорға қажетті жөндеу мен тексеруді қосу қажет журнал кестесін жасаңыз.

### 4.3 Тест

1. Компрессор қысымды нашар қысады және қызады. Бұл нені білдіреді?

- а) бұл қалыпты жағдай;
- б) майдың болмауы;
- в) зақымдалған тексеру клапаны;
- г) мойынтіректердің зақымдануы.

2. Содан шамадан тыс жүктелуден қорғайтын тізбек үзгіш іске қосылады?

- а) желінің төмен кернеуі;
- б) клапандардың зақымдануы;
- в) бұрандалардың жұмыс бөлігінің зақымдануы;
- г) қызып кету.

3. Спиральды компрессордың негізгі тірек мойынтіректері?

- а) баббитті астарлар;
- б) жылжымалы мойынтіректер;
- в) шарикті мойынтіректер;
- г) роликті мойынтіректер.

4. Қандай құрылымдық элемент бұрандалы жұптың тозу дәрежесін едәуір төмендетеді?

- а) бұрандалы жұпты беттік өңдеу;
- б) бұрандалы жұптың байланыс берілісі;
- в) май салқындатқышы;
- г) реттеуші алтын құрылғысы.

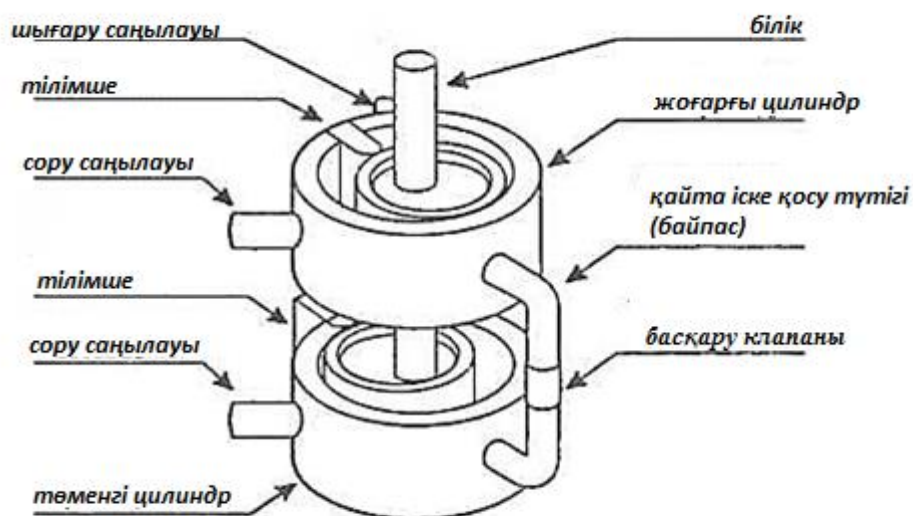
5. Айдау қысымының белгіленген максималды мәннен жоғары болуына не себеп болуы мүмкін?

- а) клапандардың тозуы;
- б) алтын құрылғысының ақаулығы;
- в) майды салқындату жүйесінің ақаулығы;
- г) қысым реттегішінің ақаулығы.

#### 4.4 Ротациялық компрессорларды жөндеу

Ротациялық компрессорларды пайдалану кезінде конъюгация ең көп тозуға ұшырайды: тілімшелер – ротор ойықтары, тілімшелер – цилиндр. Айналмалы компрессорларды жөндеу цилиндрдің тозуын, тілімшелердің ойықтарын, тілімшелерді ауыстыруды және қажетті саңылауларды қалпына келтіруді тексерумен байланысты. Уақыт өте келе тілімшені сығуға арналған серіппені ауыстыру керек, себебі оның әлсіреуі мен бұзылу қаупі бар.

Кейбір айналмалы компрессорлар бірнеше роторлармен жасалады (сурет.4.6). Бұл жағдайда мұндай компрессорды құрастырудың қосымша талабы бірнеше роторларды теңдестіру болып табылады.



4.6- сурет. Екі роторлы айналмалы компрессор

Ротациялық компрессорды құрастыру кезінде саңылаулардың шамасын тексереді: ротор мен цилиндр арасындағы радиалды, 0,18-0,20 мм тең; жылу, 0,5-0,6 мм тең (ішкі сақиналар мен мойынтіректер роликтері арасындағы жалпы өстік саңылау бекітілген сыртқы қақпақтарда); роторлардың ұштары мен қақпақтар арасындағы минималды өстік саңылаулар, тең 0,10 - 0,12 мм (қашықтан сақина мен төсемнің қалыңдығымен реттелетін), сондай-ақ ротор мен тілімше ұзындығының айырмасы 0,7-1,0 мм.

Компрессорлық тақталарда жиектер ең көп тозады және өткір бұрыштар мен жергілікті чиптер пайда болады, ал тілімшенің биіктігі төмендемейді. Чиптер, стратификация және өткір бұрыштар аралау арқылы жойылады, бұрыштар файлмен шамамен 2 мм радиусқа дейін дөңгелектенеді. Едәуір тозған кезде (ұзындығының 10-15% - ға азаюы) тілімшелер ауыстырылады.

Айналмалы компрессор бөліктерінің тозуын жөндеу және анықтау әдістері піспекті компрессорларды жөндеу кезіндегі негізгі әдістерге ұқсас.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Айналмалы компрессорлардың қандай бөліктері ең көп тозуға ұшырайды?
2. Компрессордың ішкі бөліктерінің салқындауы нені көрсетуі мүмкін?
3. Айналмалы компрессордың плиталарын жөндеу кезінде қандай операциялар жасалады?
4. Айналмалы компрессордың ойықтарын жөндеу кезінде қандай операциялар жасалады?

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Өздеріңіз білетіндей, тоңазытқыш машиналардың шағын саңылаусыз компрессорлары кез-келген күрделі жөндеу жұмыстарына жарамсыз және істен шыққан кезде олар толығымен ауыстырылады. Неліктен, сынғаннан кейін, мұндай компрессорлар толығымен ауыстырылса, бөлшектелетінін түсіндіріңіз.
2. Тоңазытқыш машинаның ұзақ жұмыс істеместен бұрын, компрессорды іске қоспас бұрын қандай операцияларды орындау керек?

#### 4.4 Тест

1. Ротациялық компрессордың тілімшелерін қандай тозу (ұзындықтың төмендеуі) мәнімен ауыстыру керек?

- а) 1-2%;
- б) 3-5%;
- в) 5-10%;
- г) 10-15%.

2. Ротор ойықтары мен тілімшелерден басқа, жөндеу кезінде міндетті түрде ауыстыру қажет ...

- а) тілімшелердің серіппелері;
- б) мойынтіректер;
- в) клапан;
- г) жалғастырғыш.

3. Айналмалы компрессорды пайдалану кезіндегі маңызды ерекшелік

...

- а) баббитті астарлар;
- б) роторға тиімді салқындату қажет;
- в) роторды салқындату қажет емес;
- г) күрделі майлау жүйесі.

4. Ротор мен цилиндр арасындағы оңтайлы алшақтықтың мөлшері?

- а) 0,01-0,02 мм;
- б) 0,10-0,20 мм;
- в) 0,18-0,20 мм;
- г) 0,018-0,020 мм..

5. Айналмалы роторлы айналмалы компрессорларда тілімшелер цилиндрге орталықтан тепкіш күшпен басылады. Бұл құрылымның қандай ерекшеліктері бар?

- а) тілімшелердің төмен тозуы;
- б) тілімшелердің жоғары тозуы;
- в) тілімшелердің айналмалы жылдамдығы белгілі бір шектерде болуы керек;
- г) айналу жиілігін реттеу мүмкіндігі.

## 4.5 Орталықтан тепкіш және біліктік компрессорларды жөндеу

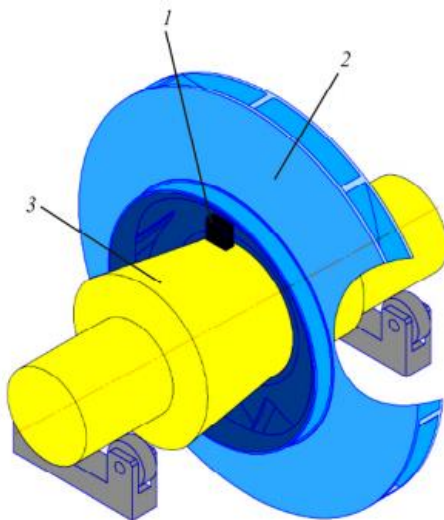
Орталықтан тепкіш компрессорларда үйкелетін және тиісінше тозуға ұшырайтын бөлшектердің саны барынша азайтылады.

Қалыпты жұмыс жағдайында және бөлшектердің табиғи тозуы кезінде компрессорларды жөндеу әдетте үйкеліс пайда болатын жерлердің дұрыс пішінін қалпына келтіруге дейін азаяды.

Біліктің мойындары мен сырғанау мойынтіректерінің орналасуы тозуға өте сезімтал.

Айнарудың жоғары жылдамдығына және сонымен бірге түйіндердегі кішігірім саңылауларға байланысты орталықтан тепкіш компрессорларды жөндеудегі негізгі еңбек сыйымдылығы роторды теңдестіру және орталықтандыру, барлық олқылықтарды тексеру болып табылады. Мұндай конструкциясы апатты сынған неғұрлым елеулі.

Орталықтан тепкіш компрессордың роторын теңдестіру кезең-кезеңмен, әртүрлі ұшақтарда жүзеге асырылады. Жұмыс доңғалақтары дәл теңдестіру процесінен өтеді, оған ротор элементінің жүктемесін конустық мандрельге орнатумен теңдестіру кіреді (сурет.4.7).



1-теңдестіру салмағы; 2-құрама ротордың элементі (доңғалақ);  
3-конустық мандрель

4.7-сурет. Жұмыс дөңгелегін дәлме-дәл теңдестіру

Кинетикалық сығымдаудың барлық компрессорларын (біліктік, ортадан тепкіш) пайдалану кезінде жұмыс ортасы қысымы мен шығысының күрт ауытқуымен байланысты олардың тұрақсыз жұмысы байқалуы мүмкін. Бұл процесс помпаж деп аталды. Компрессордың қалыпты жұмысын сақтау және помпажды жою үшін компрессордың жұмыс ортасын оңтайлы тұтынуды қолдайтын автоматты реттегіштер қолданылады.

Компрессорды бөлшектеу және бөлшектерді тексеру кезінде ротор білігінің жай-күйіне (жарықтар мен басқа да ақаулардың болуы), дискілер мен жұмыс дөңгелектерінің жай-күйіне (олардың радиалды соғуының және корпусың жанасуының іздері мен тығыздағыштарының болуы) ерекше назар аударылады. Әдетте білікке, иық пышақтарына және дискілерге

жарықтар анықталған кезде, бұл бөліктер құрастыру кезінде сенімділік пен дәлдікке ауыстырылады.

Орталықтан тепкіш компрессорды құрастыру кезінде лабиринтті тығыздағыштардағы аралықты өлшеу және реттеу маңызды. Төмендетілген алшақтық үйкеліс бөлшектерін қатты қыздыруға әкелуі мүмкін. Үшін ескертуге және жоюға дірілдің компрессорлар жөніндегі анықтау қажет иілу, баланстау және біліктерді ортаға дәл келтіруді агрегат. Біліктің бүгілуін тексеру әртүрлі учаскелердегі соққы индикаторларының көмегімен жүзеге асырылады. Рұқсат етілген шамадан асып кеткен кезде білік түзетілуі керек.

Орталықтан тепкіш компрессорлардың агрегаттарына техникалық қызмет көрсету бойынша негізгі операциялар 4.2-кестеде көрсетілген, ол агрегаттарды дайындаушының нұсқаулығын ауыстырмайтынын және кестедегі мәліметтер индикативті болып табылатынын ескерген жөн.

Кесте 4.2-орталықтан тепкіш компрессорлары бар тоңазытқыш топтарына техникалық қызмет көрсету жоспары

Операция түрі	Айына бір рет	Тоқсанына бір рет	6 айда бір рет	Рет	Қажет болған жағдайда
<b>Компрессор</b> - Көрсеткіштерді анықтау	x				
<b>Қозғалтқыш</b> - Орамдарды оқшаулау - Фазалық тепе-теңдікті анықтау (10%-ға дейін) - Клеммалар мен оқшаулағыштар блогының жағдайы (тазалау)		x	x	x	
<b>Майлау жүйесі</b> - Май желілеріндегі температура - Салқындату тізбегіндегі температура - Салқындату контурының торлы сүзгісі (тазалау) - Соленоидтардың жұмыс істеуі - Майды талдау - Майдың түсі, оның мөлшері - Май сүзгісін ауыстыру - Талдау нәтижелері бойынша май ауыстыру	x x    x	   x   		  x x	     x x
<b>Сору сызығындағы жылжымалы қалақтардың жұмыс істеуі</b> - Компрессордың толық жүктемемен жұмыс істеуі, токты өлшеу - Төмен жүктемесі бар компрессордың жұмысы, токты өлшеу - Су температурасын тексеру - Компрессордың ішкі бөліктерін тексеру		x x x			   x



#### 4.2 кестенің жалғасы

<b>Реттеу</b>					
- Реттегіштердің жұмысын тексеру	x				
- Калибрлеу және жұмыс істеуін тексеру			x		
- Жылжымалы ықтырмаларды калибрлеуді тексеру			x		
- Қозғалтқыштың жүктеме шектегішін тексеру			x		
- Мұнай сорғысын тексеру			x		
<b>Сақтандырғыштар</b>					
- Дабыл релесі		x			
- Сорғыны құлыптау		x			
- Май температурасын шектегіш		x			
- Жоғары және төмен қысымды реле		x			
- Сору температурасы бойынша шектегіш		x			
- Айдау температурасы бойынша шектегіш		x			
- Төмен қысымды реле рингінің үзілісі		x			
- Диф. май сорғы релесі		x			
- Май сорғысының апаттық таймері		x			
<b>Конденсатор</b>					
- Сипаттамаларды анықтау	x				
- Судың сапасын тексеру		x			
- Түтіктерді тазалау					x
- Түтіктердің қабырғаларының қалыңдығын тексеру					x
- Маусымдық сипаттағы авариялық жүйелер					x
<b>Буландырғыш</b>					
- Сипаттамаларды анықтау	x				
- Судың сапасын тексеру		x			
- Буландырғыш түтіктерді тазалау					x
- Түтіктердің қабырғаларының қалыңдығын тексеру					x
- Маусымдық сипаттағы авариялық жүйелер					x
<b>ТРШ</b>					
- Қызып кету мөлшерін тексеру		x			
<b>Агрегатты жалпы тексеру</b>					
- Сипаттамаларды анықтау	x				
- Суық агентінің ағуын тексеру		x			
компрессорға қосылу		x			
жалғаулар к трубкам		x			
мұнай сорғы желісіне қосылу		x			
жылу алмастырғыштардың апаттық клапандары		x			
- Дірілді тексеру		x			
<b>Іске қосқыштар</b>					
- Байланыс топтарын тексеру		x			
- Кернеу секірулеріне қарсы сақтандырғыштарды тексеру		x			
- Электр сымдарының қосылуын тексеру		x			
<b>Қосымша құрылғылар</b>					
- Айналма клапан (байпас), тексеру		x			
- Сұйықтық инъекциясын тексеру		x			

## 4.5 Тест

1. Орталықтан тепкіш компрессорларды жөндеу мен басқа түрлерін жөндеудің айырмашылығы неде?

- а) теңдестіру мен орталықтандырудың еңбек сыйымдылығы;
- б) бөлшектерді қалпына келтірудің күрделілігі;
- в) жөндеуге жарамдылығы төмен;
- г) құрастырудың қарапайымдылығы.

2. Орталықтан тепкіш және біліктік компрессорлардың қандай ерекшеліктері оларды уақтылы күтіп ұстаудың маңыздылығын анықтайды?

- а) қатты үйкелетін бөлшектерді қыздыру;
- б) жоғары айналу жылдамдығы;
- в) төмен айналу жылдамдығы;
- г) сырғанау мойынтіректерінің болуы.

3. Орталықтан тепкіш типтегі динамикалық компрессорлар, атап айтқанда, маңызды емес...

- а) желі кернеуінің төмендеуі;
- б) майдың тазалық дәрежесі;
- в) сұйық суық агентінің түсуі;
- г) талап етілетін сығу дәрежесі.

4. Мұнай эмульсиясының май сорғысы арқылы өту кезінде суға түсу және пайда болу себеп болады...

- а) мойынтіректерді шамадан тыс қыздыру;
- б) мойынтіректерді шамадан тыс салқындату;
- в) су соққысы;
- г) компрессордың сығылу дәрежесін арттыру.

5. Орталықтан тепкіш компрессордың помпажына не себеп болады?

- а) компрессорды дұрыс орнатпау;
- б) суық агентінің жеткіліксіз шығынымен;
- в) жеткіліксіз майлау;
- г) дұрыс емес орталықтандыру және теңдестіру.

## 4.6 Конденсаторларды жөндеу

Дайын конденсаторлар алдын-ала дайындалған, құбырлары өшірілген (көбінесе дәнекерленген) және азотпен немесе құрғақ ауамен толтырылған. Қоса берілген құжаттар жиынтығында беріктікке жүргізілген сынақтар туралы актілер болуға тиіс. Конденсатордың тығыздығы қысым астында азоттың болуын көрсетуі мүмкін. Көбінесе, кез-келген сынақтардан өткеннен кейін конденсаторға арнайы жапсырмалар желімделеді, оларда сынақтар жүргізілген қысым мөлшері жазылған, анықтамалықты қараңыз [2].

Тығыздыққа сынау барлық тоңазытқыш контурын монтаждағаннан кейін жүргізіледі. Жоғары қысым жағы бөлек сыналады. Тығыздыққа сынақтар есептік жұмыс қысымына тең қысым кезінде жүргізіледі. Есептік жұмыс қысымының шамасы өнеркәсіптік қауіпсіздік стандарттарында (мысалы, MEMST EN 378 стандартында) белгіленеді және нақты жағдайда ауамен салқындату конденсаторы бар қондырғылар үшін +63°C температурада толтырылатын суық агентінің қаныққан буларының қысымына сәйкес келуі тиіс, мысалы, R-410A суық агентінің қаныққан буларының артық қысымы +63°C кезінде 39,5 бар мәні болады, ал R-134a артық қысымы осындай температурада 17 бар болады. Температура мен қысымның сәйкестігін диаграммалармен немесе арнайы бағдарламалардың көмегімен тексеруге болады. Сынақ жүргізер алдында қондырғы құрамында қысымның осы шамаларға дейін жоғарылауы кезінде зақымдалуы мүмкін элементтердің (манометрлер, қысым релесі, қысым датчиктері және т.б.) жоқтығына көз жеткізу қажет.

Ғимараттың сыртындағы конденсаторлар жерге, шатырға немесе қабырғаның бүйіріне орнатылады. Ең көп таралған орнату көлденең шатырларда. Конденсатор іргетасқа якорь бұрандамаларымен мықтап бекітілуі керек. Желдеткіштерден дірілді сөндіру үшін конденсатор тіректерінің астына резеңке қойындылар салынады.

Конденсаторды қосқаннан кейін желдеткіштердің қалыпты жұмысына көз жеткізу керек. Айналу бағытының дұрыстығына, сыртқы шу мен дірілдің жоғарылауына назар аудару керек, сонымен қатар желдеткіштің жұмыс режимдерін конфигурациялауды, оның айналуын реттеуді тексеру қажет.

Егер түтіктердің қабырғалары зақымдалған болса, оларды жою керек, себебі иілген тақталар жылу алмастырғыш арқылы ауаның өтуіне кедергі келтіруі мүмкін. Ол үшін арнайы тарақтар бар, олардың көмегімен сіз қабыршақтың пішінін тез қалпына келтіре аласыз. Кесуді болдырмау үшін қырынумен жақын байланыста қандай да бір жұмыстарды сақтықпен жүргізу қажет.

### **Конденсаторларға қажетті мерзімді қызмет көрсету:**

- Тексеру және қажет болған жағдайда жылу алмастырғыштың бетін сумен немесе сығылған ауамен тазарту, айына 1 рет. Әсіресе көктем-жаз мезгілінде.
- Электрлік және механикалық компоненттерді тексеру, шамамен 4 айда 1 рет.

Тоңазытқыш қондырғысын іске қосқаннан кейін және оның қалыпты жұмыс режимін орнатқаннан кейін салқындатқыштың конденсация температурасы мен көше ауасының температурасы арасындағы айырмашылықты өлшеу және жазу ұсынылады. Бұл мән бойынша конденсаторды немесе басқа ақауларды тазарту қажеттілігін одан әрі бағалауға болады.

Авариялық қысымды төмендетуге арналған барлық құрылғылар (қауіпсіздік клапаны, балқыту штепселі және т.б.) тексерілгенге дейін және дұрыс орнатылмайынша құрылғыны іске қоспау өте маңызды. Егер қысымды авариялық төмендету құрылғылары агрегатты іске қоспас бұрын іске қосылса (ашылса), ашу себептерін анықтау және жою, ал кейін агрегатты іске қосу қажет.

Ағызудың барлық клапандарын, балқымалы тығындарды және қысымды түсірудің басқа да құрылғыларын (жылына кемінде бір рет) мұқият тексеру қажет. Егер тоңазытқыш қондырғы жегідеге ықпал ететін ортада орналасса, мұндай тексерулер жиі жүргізіледі. Егер авариялық қысымды төмендететін құрылғыларда коррозия белгілері мен әртүрлі шөгінділер анықталса, оларды жаңаларына ауыстыру керек және жөндеуге немесе аяқтауға тырыспау керек.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Жоғары қысым жағынан тоңазытқыш контурының тығыздығына сынақтар қалай жүргізіледі?
2. Конденсаторлар қалай жиналады?
3. Ауаны салқындату конденсаторы орнатылған жерге қандай талаптар қойылады?
4. Конденсаторларға қажетті мерзімді қызмет көрсету туралы айтып беріңіз.

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Ауамен салқындату конденсаторы бар пайдаланылатын тоңазытқыш қондырғылардың бірінде суық агентінің ағып кетуінің анық болуын куәландыратын белгілер байқалады. Жөндеуші қолданыстағы тоңазытқыш қондырғысында салқындатқыштың ағып кету орнын оқшаулауға тырысады. Қондырғыны тексеру барысында ағып кету ауаны салқындату конденсаторының бір жерінде екендігі анықталды. Ағып кету орнын анықтау үшін жөндеушінің қандай әрекеттерді сипаттаңыз? Ағып кетуді оңай анықтау үшін қондырғы қандай режимде жұмыс істеуі керек деп ойлаңыз? Компрессорды қосу керек пе? Конденсатор желдеткішін қосу керек пе?

2. Әрі қарай, жөндеуші сынуы бар нақты дәнекерлеу тігісін тапты деп есептеп, осы ақаулықты жою туралы нұсқаулық жасаңыз. Қандай дайындық шараларын жүргізу керектігін, ағып кетуді қалай жою керектігін, сондай-ақ ағып кетудің жойылғанына және конденсаторда басқа ағып кету орындарының жоқтығына қалай көз жеткізуге болатындығын сипаттаңыз?

#### 4.6 Тест

1. Ауамен салқындату конденсаторын сынау қысымының шамасы температура кезінде пайдаланылатын суық агентінің қанығу қысымына сәйкес келе ме?

- а) + 40°C;
- б) + 50°C;
- в) + 53°C;
- г) + 63°C.

2. Конденсатор желдеткіштері тудыратын ауа қозғалысының дұрыс бағыты қандай?

- а) жылу алмастырғыштан ауаның қозғалысы;
- б) жылу алмастырғышқа ауаның қозғалысы;
- в) сағат тілі бағыты бойынша;
- г) маңызды емес.

3. Тиімді жылу алмасуды сақтау үшін конденсаторлар қажет пе?

- а) мезгіл-мезгіл өзгерту;
- б) мезгіл-мезгіл жуыңыз;
- в) үнемі тексеріп отырыңыз;
- г) суық агентті тазарту.

4. Беріктікке жүргізілген сынақтар туралы ...

- а) Жарлық;
- б) Бұйрық;
- в) акт;
- г) талап.

5. Конденсаторды орнатуға тыйым салынады ...

- а) төбесінде;
- б) іргетаста;
- в) жерде;
- г) қабырғада.

#### 4.7 Қаптама құбырлы жылу алмастырғыштарды жөндеу

Пайдалану процесінде қаптамалы құбырлық жылу алмастырғыштар болып, олардың түрлі зақымданулары, олардың жұмыс қабілеттілігін бұзатын. Жылу алмастырғыштардың зақымдануы келесі факторларға байланысты:

1. Жегіде-жылу алмастырғыш материалдарына қатысты агрессивті заттардың әсерінен тотығу процестерінің болуына байланысты.
2. Эрозия-құбырлар арасындағы кеңістіктегі механикалық суспензиялардың механикалық әсері. Сұйықтықтардың жоғары температурасына ұшыраған кезде эрозия.
3. Жылу процестері: рұқсат етілген нормадан жоғары қызып кету, металдардың термиялық кеңеюі.
4. Механикалық процестер: салқындатқыш ағындағы діріл кезінде түтіктердің тозуы.

Жылу алмастырғыштардың жұмыс сипаттамаларын қалпына келтіру үшін жүргізілетін жұмыстардың негізгі түрлеріне мыналар жатады: құбыр тақталарын және камераны (қаптаманы) тоттануға қарсы өңдеу және тазалау; жылу алмастырғыш түтіктердің өздерін тазалау (ішінде және сыртында); жылу алмастырғыштағы контурлар арасындағы саңылаусыздықты қалпына келтіру; күрделі жөндеу кезінде оларды кейіннен ауыстыра отырып, зақымдалған түтіктерді бітеу. Сонымен қатар, қабық-құбырлы жылу алмастырғыштардың ресурсы өте үлкен және 40 мың сағатқа немесе одан да көпке жетуі мүмкін.

Ағымдағы жөндеу мыналарды қамтиды:

- Бекіту арматурасын тексеру және тексеру, қажет болған жағдайда оны ауыстыру.
- Бақылау-өлшеу аспаптарын (БӨА) және автоматика құралдарын тексеру және баптау.
- Қосымша жүйелерді (құрғатқыш жүйелерді, конденсатты бұруды) тексеру және баптау.
- Жылу алмастырғыштың ішкі беттерінің жағдайын тексеру.

Орташа жөндеуге ағымдағы жөндеудің барлық жұмыстарынан басқа, сондай-ақ:

- сақтандырғыш құрылғыларды тексеру (мысалы, гидравликалық престе);
- барлық құбыр жүйесінің саңылаусыздығын тексеру және ағып кетулерді жою;
- барлық тығыздамаларды, бұрандалы қосылыстардың төсемдерін тексеру;
- кейбір түйіндер мен элементтерді қалпына келтіру;
- жылу алмастырғыштың бояуы мен оқшаулауын қалпына келтіру.

Күрделі жөндеу кезінде жылу алмастырғыш толығымен бөлшектеледі, қажет болған жағдайда құбырлардың шоғырын немесе бүкіл жылу алмастырғышты ауыстыруға болады.

- Автоматика құралдарымен және басқа қосалқы бөлшектермен бірге жылу алмастырғышты толық бөлшектеу.
- Жуу және тазалау (механикалық және химиялық).
- Бөлшектердің барлық ақауларын анықтау және оларды қалпына келтіру немесе ауыстыру.
- Тораптар мен қосылыстарды құрастыру, автоматика аспаптарын монтаждау.
- Аппаратты тексеру, оны сынау және пайдалануға беру.

Құбыр тақталарын тазарту әдетте щеткалармен немесе судың қысымымен жүзеге асырылады, егер су тізбегіндегі шөгінділерден жуу болса.

Шөгінділердің түріне байланысты жылу алмастырғыштардың бетін әртүрлі тәсілдермен тазарту керек (кесте.4.3). Тазалау компрессорлар мен басқа да жұмыстарды алдын ала жоспарлау керек, "жұмысты ұйымдастыру" бөлімін қараңыз [3].

4.3- кесте. Жылу алмасу аппараттарын тазалау әдістері

Тазарту әдістері мен құралдары	Шөгінділердің түрлері		
	Қайнаған	Механикалық	Биологиялық
Химиялық тазарту	+	-	-
Механикалық тазалау	+	+	+
Жоғары қысымды орнату	+	+	+
Гидравликалық тапанша	-	+	+
Кеуекті шарлармен тазарту	+	-	+
Сумен ауамен тазалау	-	+	+
Термиялық және вакуумдық кептіру	-	-	+
Жылдам жуу	-	+	+
Электр-гидрокомпульсивті	+	-	-

Мұнай шөгінділерінен немесе басқа көмірсутек қосылыстарынан тазарту үшін химиялық әдіс қолданылады, себебі ол ең тиімді және оны жылу алмастырғышты толығымен бөлшектеместен жасауға болады. Ол үшін химиялық ерітіндіні айдауға арналған сорғы бар резервуарды қамтитын айналым жүйесі жиналады. Тазарту үшін сұйықтық ретінде әртүрлі қышқылдардың ерітінділері қолданылады (минералды қышқылдар, сульфамин қышқылы, трисодифосфат ерітіндісі), сұйықтықтың түрі аппарат материалдары мен ерітілетін шөгінділерге байланысты анықталады. Құрғақ тазалаудан кейін тізбекті реактивтерден толық тазарту және жуу қажет.

Механикалық тазарту көп уақытты қажет етеді және құрылғыны бөлшектеу немесе күрделі жөндеу кезінде қолданылады. Металл руфтардың көмегімен (ұзын сүмбілермен), сондай-ақ жоғары қысымдағы су немесе ауа көмегімен механикалық тазалау жүргізіледі.

Зақымдалған түтіктерді сөндіруге болады, осылайша жылу алмастырғыштың жұмысын ең жақын күрделі жөндеуге дейін қалпына келтіруге болады, қараңыз. "Жылу алмасу аппараттарын жөндеу" [4]. Алайда, бұл әрекетпен жылу алмасудың жалпы ауданы азаяды және жылу алмастырғыштың тиімділігі төмендейді.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Қабық-құбырлы буландырғыштардың жылу алмасу бетінің күйіне қандай факторлар әсер етеді?
2. Қабық-құбырлы жылу алмастырғыштарға қызмет көрсету бойынша негізгі мерзімді жұмыстарды тізімдеңіз.
3. Құбырлы жылу алмастырғыштарды тазартудың қандай әдістері бар? Сипаттаңыз олардың.
4. Қабық-құбырлы жылу алмастырғышты күрделі жөндеу нені қамтиды?

### **Қосымша тапсырмалар**

Жөндеуге конденсатор функциясын орындайтын қабық-құбырлы жылу алмастырғыш кірді. Жылу алмастырғышты тексеру оның салқындатқыштың айналымына арналған барлық кеңістігі масштабтың едәуір қабатымен жабылғанын көрсетті. Оны жою үшін химиялық әдісті қолдану туралы шешім қабылданды. Алайда, қақтан тазарту үшін жылу алмастырғыштың ішкі көлемін ұзақ уақыт жуу қажет екендігі белгілі.

Сондықтан жылу алмастырғышты жуу үшін қарапайым қондырғыны жасаңыз. Қондырғыны жасау кезінде жуу сұйықтығымен байланыста жегідеге ұшырамайтын сорғыны таңдауға тырысыңыз.



## 4.7 Тест

1. Суық агенті тізбегінде судың немесе ауаның болуы ...
  - а) эрозия;
  - б) коррозия;
  - в) термиялық кеңею;
  - г) компрессор өнімділігінің өзгеруі.
2. Қабық-түтік конденсаторын механикалық тазарту әдісінің кемшілігі қандай?
  - а) төмен тиімділік;
  - б) құралдардың жоғары құны;
  - в) үлкен еңбек сыйымдылығы;
  - г) шағын кезеңділік.
3. Химиялық тазарту әдісінің артықшылығы?
  - а) төмен құны;
  - б) аппаратты талдаусыз әдіс;
  - в) жоғары тиімділік;
  - г) шағын кезеңділік.
4. Қаптама-құбыр конденсаторын химиялық әдіспен тазалау қашан қажет?
  - а) тиімділік төмендеген кезде;
  - б) орташа жөндеу кезінде;
  - в) жылу тасымалдағышты ауыстыру кезінде;
  - г) күрделі жөндеу кезінде.
5. Қандай жағдайда корпус-түтік конденсаторының зақымдалған түтіктерін сөндіруге болады?
  - а) кез келген жағдайда;
  - б) кез келген жағдайда тыйым салынады;
  - в) түтік пакеті толығымен өзгереді;
  - г) егер конденсатордың ауданын азайту аса маңызды болмаса.

## 4.8 Тілімшелі жылу алмастырғыштарды жөндеу

Тілімшелі жылу алмастырғыштардың құрылымы үлкен беткі қабаты бар сұйықтық үшін салыстырмалы түрде тар каналдарға байланысты сұйықтық ағынын араластырудың ең жоғары деңгейімен сипатталады.

Пайдалану кезіндегі негізгі проблема-жылу алмасу беттерінің су жағынан да, фреон жағынан да ластануы (майдың тұнбасы). Сондай-ақ, тізбектегі судың қатып қалуына жол бермеу керек.

Сондықтан жобалау кезінде су кіреберісіндегі жылу алмастырғыштар алдында торлы сүзгілерді орнатуды қамтамасыз ету қажет. Тілімшелі жылу алмастырғыштардың типтік ақаулары, олардың себептері мен жою әдістері 4.4-кестеде келтірілген.

4.4-кесте. Тілімшелі жылу алмастырғыштардың типтік ақаулары

Ақаулық түрі	Себебі	Жою әдісі
Аппараттағы қысымның жоғалуы, қысым бойынша нормадан жоғары шығындар	Аппараттың ластануы	ТҚК пайдалануға бергенге дейін құбырларды жуу ТҚ тазалау Аппарат алдында сұйықтықтарды сүзу
	Сұйықтықтың жоғары тұтқырлығы	Тұтқырлықты тексеру, әсіресе тұтқырлығы жоғары орта болған кезде
	Желіге дұрыс қосылмау	Сызбаға сәйкес қосылудың дұрыстығын тексеріңіз. Жақтауды және/немесе тақтайшаны бұру; бұл әдетте мүмкін, себебі біздің жақтауымыз симметриялы құрылымға ие
	Жоғары тұтыну	Жол берілетін шығысты тексеру
Жылу беруді төмендету	Бетінің механикалық ластануы	ТҚ тазалау Аппарат алдында сұйықтықтарды сүзу
	Тұтыну тым үлкен	Ағынды реттеу
	Құрылымын дұрыс қоспау	Сызбаға сәйкес байланыс жасаңыз
	Аппаратта қайталама ортаның жинақталуы (мысалы, мұнай, конденсацияланбайтын газдар және)	Екінші ортаны шығару үшін тиісті құрылғыларды орнатыңыз

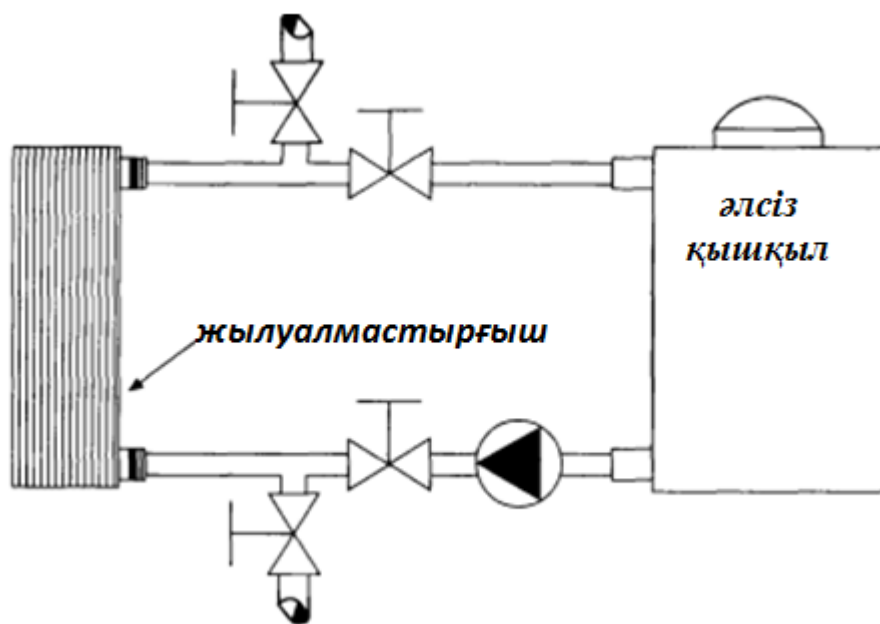
#### 4.4 кестенің жалғасы

Тығыздықты жоғалту	Максималды асып кету. рұқсат етілген қысым	Жұмыс қысымын төмендетіңіз
	Қысым секірулері / қысымның күрт ауытқуы	Жүйедегі қысымның көтерілуін/ауытқуын жою
	Қызып кету, мысалы. бір жақты ыстық орта беру нәтижесінде	ТҚҰ қызып кету мүмкіндігін жою. Тығыздағыштарды ауыстыру, басқа материалдан жасалған тығыздағыштарды қолдану
	Ағып жатқан сұйықтықтың әсерінен тығыздағыштардың химиялық ыдырауы	Тығыздағыштарды ауыстыру, басқа материалдан жасалған тығыздағыштарды қолдану Аралық айналым тізбегін қолданыңыз
Жұмыс ортасын араластыру	Пакетті дұрыс жинамау	Пакет тілімшелер сипаттамасына сәйкестігін тексеру
	Тілімшелердің жегідесі	Коррозия себептерін анықтау және жою, тілімшені немесе тілімше пакетін ауыстыру Төзімді материалдан жасалған тілімшелердің жаңа пакетін пайдалану
	Құрылымын желіге дұрыс қоспау	Сызбаға сәйкес қосылудың дұрыстығын тексеру Жақтауды және/немесе тақтайшаларды бұраңыз; бұл әдетте мүмкін, себебі біздің жақтауымыз симметриялы құрылымға ие.

Дәнекерленген тілімшелі жылу алмастырғыштар бөлінбейтін құрылымға ие және оларды тек химиялық тазартуға болады. Сондықтан жылу алмастырғышқа қосымша суды өңдеу және оны химиялық тазарту жүйесі жиі қажет (күріш. 4.8).

Жуу сұйықтығын айдау (әлсіз қышқылдардың 5% ерітіндісі, мысалы, оксал) қалыпты айналым кезінде көрсеткіштен 1.5 есе көп көлемдік ағынмен жүзеге асырылады. Бұл тиімдірек тазарту үшін қажет. Содан кейін қышқыл ерітіндісінің қалдықтарын кетіру үшін жылу алмастырғышты сумен шайыңыз.

Егер ластану және май шөгінділері сияқты факторлар жылу алмастырғыштардың тиімділігін төмендетсе, онда әсерді бағалау үшін жылу алмастырғыштардың есептелген тиімділігін арнайы бағдарламаларда көруге және нақты бағдарламалармен салыстыруға болады [5].



4.8- сурет. Дәнекерлеу тілімшесінің жылу алмастырғышын химиялық тазарту жүйесі

Әдетте мұз судың шығысында, буландырғыштың төменгі бөлігінде пайда болады, онда судың температурасы минималды болады. Суды пайдаланатын буландырғышта салқындатқыштың температурасы салқындатқыштың қату нүктесіне тең немесе одан төмен болмауы керек.

Су тізбегіндегі температура сенсоры (жылу алмастырғыштан шыққан кезде) төтенше термостат рөлін атқаруы керек және су температурасы тым төмен болған кезде құрылғыны өшіруі керек. Сондай-ақ, су ағынының релесін орнату қажет, сондықтан су айналымы кенеттен тоқтаған кезде тоңазытқыш қондырғы жұмысын тоқтатады.

Тілімшелі жылу алмастырғыштарды пайдалану кезінде оны жарамсыз етуге қабілетті тағы бір мәселе-су соққысы.

Су соққысы құбырдағы соленоидты клапан жабылған кезде пайда болады, сондықтан тегіс жабылатын құрылғыларды пайдалану немесе су соққысы кезінде кеңейту үшін контейнер орнату ұсынылады.

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Салқындатқыштың жылу алмастырғыштың ластануына қандай негізгі фактор әсер етеді?
2. Тілімше буландырғышында судың қатып қалуын болдырмау үшін қандай әдістер қолданылады?
3. Жылу алмастырғышты құрғақ тазарту үшін қандай ерітінділер қолданылады?
4. Жылу алмастырғышты құрғақ тазалау кезіндегі әрекеттер алгоритмін сипаттаңыз.

## Қосымша тапсырмалар

Тоңазытқыш қондырғылардың бірінде буландырғыш ретінде плиталық жылу алмастырғыш қолданылады. Көрсетілген жылу алмастырғыш суды салқындатады. Пайдаланудың әр екі жылында жылу алмастырғыштың еріксіз өсуі байқалады, содан кейін оны жуу керек. Сонымен қатар, бірдей суды салқындататын ұқсас қондырғыларда екі жыл жұмыс істеген кезде масштабтың іздері пайда болмайды. Жылу алмастырғыш ластануға ұшыраған қондырғыны зерттеу барысында бұл жылу алмастырғыш айтарлықтай шамадан тыс өлшенгені анықталды (яғни, жылу алмасу бетінің ауданы талап етілгеннен екі есе үлкен, ал салқындатқыштың (судың) нақты шығыны ұсынылғаннан екі есе төмен). Бұл жағдайда масштабтың жеделдетілген тұндыруының себептерін анықтаңыз? Масштабты тұндыру мәселесін қалай шешуге болады?

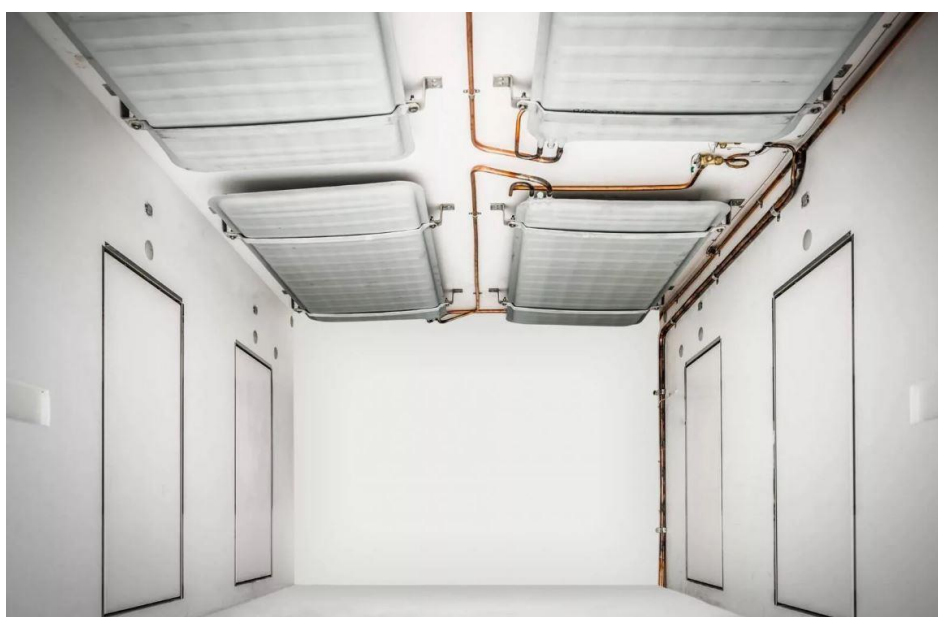
### 4.8 Тест

1. Дәнекерленген тілімше конденсаторының кемшілігі ...
  - а) беріктігі төмен;
  - б) жоғары баға;
  - в) үлкен өлшемдер;
  - г) сынған кезде толығымен ауыстырылады.
2. Салқындатқыш үшін сорғы істен шыққан кезде плиталық буландырғышта не болуы мүмкін?
  - а) буландырғыштың тиімділігін төмендету;
  - б) компрессордың қызып кетуі;
  - в) жылу алмастырғышты мұздату;
  - г) жылу алмастырғыш тілімшелерінің пайда болған мұзбен жарылуы.
3. Салқындатқыш сорғы кенеттен тоқтаған жағдайда не болуы керек?
  - а) компрессорды өшіру хм;
  - б) ерітуді қосу;
  - в) ТРШ-ны жабу;
  - г) дабылды қосу.
4. Жылу алмастырғышты әлсіз қышқыл ерітіндісімен жуғаннан кейін ...
  - а) жылу алмастырғышты сумен шайыңыз;
  - б) жылу алмастырғышты сілтімен шайыңыз;
  - в) жылу алмастырғышты үрлеу;
  - г) ыстық бумен үрлеңіз.
5. Кезеңдік қызмет көрсету жылу алмастырғыштар міндетті түрде жүргізеді ...
  - а) жылу алмастырғышты толық бөлшектеу;
  - б) оны механикалық тазалау;
  - в) автоматика аспаптарын тексеру;
  - г) оның тоқырауы.

#### 4.9 Қабырға және төбе батареяларын жөндеу

Қабырғалық және төбелік батареялар температурасы 0°C-тан төмен камераларды салқындату үшін қолданылады. Құрылыс түрі бойынша оларды тегіс құбырлы немесе плита-құбырлы буландырғыштар деп те атайды. Буландырғыштардың бұл түрінің артықшылығы стандартты ауа салқындатқыштармен салыстырғанда олардың өнімділігіне аз әсер етеді. Буландырғыштардың бұл түріндегі ауа айналымы табиғи, яғни салқындату желдеткіштері жоқ, сондықтан азық-түлік сақтау камераларында аз кептіру пайда болады, бұл плюс. Бұл құрылымның кемшілігі-жылу берудің төмен коэффициенті, нәтижесінде мұндай батареялардың үлкен аудандары мен металл сыйымдылығы (сурет. 4.9).

Қабырғалық батареялар қажетті ауа аралығын жасау үшін қабырғалардан 150-200 мм қашықтықта орнатылады.



4.9-сурет. Салқындатуға арналған батареялармен жабдықталған камера (жүк рефрижераторы)

Мұндай буландырғыштар тез ериді. Алайда, еріту үшін мұндай буландырғыштары бар тоңазытқыш машина өшіріледі, бұл сөзсіз салқындатылған көлемдегі температураның айтарлықтай жоғарылауына әкеледі. Бұл буландырғыштардың ең сирек кездесетін құрылымы.

Жөндеу циклінің құрылымы өндіріс сипатына, құрылғы түріне және тұтастай тоңазытқыш қондырғысына байланысты. Қабырғалық және төбелік батареяларды жөндеу тоңазытқыш қондырғылардың жылу алмасу аппараттарын жөндеудің негізгі принциптеріне сәйкес жүзеге асырылады:

- Жылу алмасу бетін тазарту;
- Контурдың саңылаусыздығын қалпына келтіру;
- Реттеуші құрылғылар мен арматураны жөндеу.

Қызмет көрсету кезеңділігі: әрбір үш айда – профилактикалық тексеру, жыл сайын – ағымдағы жөндеу, 3 жылдан кейін – орташа жөндеу, және 12 жылдан кейін – күрделі жөндеу.

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Қандай жағдайларда қабырға мен төбелік батареялар камераны салқындатқыш ретінде қолданылады?
2. Қабырғалық және төбелік батареялар қалай орнатылады?
3. Тоңазытқыш қондырғыларының жылу алмастырғыштарын жөндеу кезінде қандай негізгі принциптерді сақтау керек?
4. Батареяларды қажетті жөндеу жұмыстарының жиілігі қандай?

### Қосымша тапсырмалар

1. "Сэндвич" панельдерінің төбесі бар тоңазытқыш бар, егер батареяның салмағы салқындатқыш пен аязсыз 30 кг болса, 4 төбелік батареяларға арналған бекіткіштерді таңдау керек. Батареялардың өлшемдері еркін болуы мүмкін.

### 4.9 Тест

1. Қабырғалық және төбелік батареяларды орнатудағы маңызды ерекшелік:
  - а) температураның баяу өзгеру жылдамдығы;
  - б) өте жоғары тиімділік;
  - в) жоғары салмақ, металл сыйымдылығы;
  - г) температураның өзгеруінің жоғары жылдамдығы.
2. Қабырғалық және төбелік батареяларды монтаждау температуралық режимі бар тоңазытқыш камераларда жүзеге асырылады ...
  - а) 0°С төмен;
  - б) 0 ... +5°С;
  - в) -15 ... -10°С;
  - г) -20°С төмен.
3. Қабырғалық және төбелік батареялармен бірге қандай ауа айналымы жүйесі қолданылады?
  - а) табиғи.
  - б) мәжбүрлі.
  - в) реттелетін газ ортасы.
  - г) барлық түрлері.
4. Батареялар қабырғалардан қандай қашықтықта орнатылады?
  - а) 0 мм;
  - б) 20-50 мм;
  - в) 150-200 мм;
  - г) 300-400 мм.
5. Қабырғаға және төбеге арналған батареяларды жиі жуу қандай мақсатта қажет?
  - а) тиімділікті арттыру үшін;
  - б) санитарлық мақсатта;
  - в) камерадағы ауаны ылғалдандыру үшін;
  - г) өнімнің кебуін азайту үшін.

## **Қысқаша қорытынды**

Тоңазытқыш компрессоры тоңазытқыш машиналардың ең қымбат және жауапты құрамдас бөлігі болып табылады, ол барлық модификациялардың толық тізіміне ие, сондықтан компрессорларды жөндеу осы оқулықта бөлек бөлім бөлінген. Бұл тақырыпты тереңірек зерттеу үшін көптеген мамандандырылған әдебиеттер мен көптеген машина жасау пәндерін білу қажет. Іс жүзінде компрессор өндірушісінің өзі жасаған жөндеу және техникалық қызмет көрсету нұсқауларына көп көңіл бөлінеді, мұндай ақпарат ең қолайлы болады. Бұл нұсқаулықтарда, әдетте, қажетті жұмыс түрлері және олардың жиілігі, жөндеу өлшемдері мен қажетті бөлшектердің нөмірлері, ұсынылған майлар мен герметиктер және т.б. көрсетілген [10].

Жылу алмастырғыш жабдықты жөндеу мен техникалық қызмет көрсетудің негізгі принциптері: жылу беру коэффициентін жоғары деңгейде ұстау және тығыздықты сақтау. Сондай-ақ, жылу алмастырғышты орнатуға назар аударған жөн. Жоғары температурада жұмыс істейтін жылу алмастырғыштар жұмыс кезінде жабдықты сақтауға ерекше назар аударуды қажет етеді.

## **Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі**

1. Лэнгли Б. Руководство по устранению неисправностей в оборудовании для кондиционирования воздуха и в холодильных установках – Евроклимат, 2003. – 218 стр.
2. Skuhede Claes. Технический справочник по пластинчатым теплообменникам / Alfa Laval. - Алонте: Alfa Laval, 2001. - 170 с.
3. Дмитриев В. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования. Цикл лекций. - Кишинев, ТУМ, 2008. - 113 с.
4. Легаев А.И., Куничан В.А., Волкова Н.Н. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования отрасли. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2016. — 144 с.
5. «Guentner product calculator» программа подбора и расчета эффективности теплообменников: <http://www.guentner.ru/nou-khau/product-calculator-gpc/gpc-software/>.
6. Милованов В.И. Долговечность малых холодильных компрессоров. - М.: Агропромиздат, 1991. - 176 с
7. Дячек П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2013. - 432 с.
8. А.В. Быков, Э.М. Бежанишвили, И.М. Калнинь и др. Холодильные компрессоры / под ред. А. В. Быкова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1992. - 304 с.
9. Котзаоглиан П. Пособие для ремонтника. Справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования. – Эдем, 2007.
10. Запасные части компрессоров «Copeland» : [http://www.phs-holod.ru/doc\\_38.html](http://www.phs-holod.ru/doc_38.html).



### **Сурет авторлары мен иелері**

1. Нутромеры индикаторные и микрометрические (сур.4.1) – <https://instanko.ru/izmereniya/nutromer-eto.html>;

2. Кривошипно-шатунный механизм (сур.4.2) – [http://www.ekscom.ru/catalog/КОМАТСУ/pogruzchiki\\_kolesnye/wa70011\\_sn\\_a20001up/dvigatel/porshen/](http://www.ekscom.ru/catalog/КОМАТСУ/pogruzchiki_kolesnye/wa70011_sn_a20001up/dvigatel/porshen/).

3. Фото камеры (сур.4.9) – <http://ivs-auto.ru/servis/avtorefrijeratoryi/refrijeratoryi-evtekticheskie/evtekticheskie-plityi>

## **5- БӨЛІМ. ОҢТАЙЛЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМДЕРДІ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ**

### **Оқу мақсаттары**

Бөлімден өткеннен кейін білім алушылар:

1. Салқындатудың технологиялық режимдерін ажырату, салқындатудың белгілі бір режимінің мақсаттары мен ерекшеліктерін түсінеді.
2. Өнімдерде болатын биохимиялық процестерді оларды сақтау кезінде түсіндіреді.
3. Химиялық, тағамдық технологияларда тоңазытқыш жабдықтарды қолдану туралы түсінікке ие болады.
4. Өнімді өңдеудің қолданылатын түріне (салқындату, мұздату және басқа да технологиялық режимдерге) байланысты тоңазытқыш жабдықты таңдайды.
5. Берілген мысалдарға сүйене отырып, суық қолданылатын белгілі бір технологиялық процесті талдайды.

### **Қажетті оқу материалдары:**

1. CoolPack бағдарламалық кешені;
2. "Coolselector®2" тоңазытқыш машиналарының компоненттерін есептеу және іріктеу бағдарламасы.

### **Алдын ала талаптар:**

Осы бөліммен жұмыс жасамас бұрын, студенттер тереңірек түсіну үшін тамақ техникасы мен технологиясына кіріспемен танысып, органикалық химия туралы алғашқы білімі болуы керек. Сондай-ақ, оқу құралының алдыңғы бөлімдерін зерттеу қажет.

### **Кіріспе**

Бұл бөлімде тамақ, қайта өңдеу және мұнай-химия салаларында әртүрлі технологиялық процестерде тоңазытқыш техникасын пайдалану мысалдары келтірілген. Салқындатудың негізгі режимдері, олардың айырмашылықтары мен қолданылуы туралы айтылады. Сондай-ақ, бөлімде салқындатылған өнімдерде болатын негізгі биохимиялық процестер, температураның төмендеуі осы процестерге қалай әсер ететіні туралы айтылады. Сақтау камераларында тазалықты сақтауға немесе сақтау кезінде өнімнің сапасын жақсартуға арналған қосымша құрылғылар көрсетілген. Бұл бөлімнің ақпараты "салаларда тоңазытқышты өңдеудің оңтайлы технологиялық режимдерін қамтамасыз ету" кәсіби модулін ашуға бағытталған.

## 5.1 Тамақ, қайта өңдеу мұнай-химия өнеркәсібінде суықты қолдану

Технологиялық өнімдердің температурасын қоршаған ортадан төмен төмендету қажет болатын әртүрлі технологиялық процестерді жүзеге асыру жасанды суықты қолданумен байланысты [1].

Жаңа сүтті алғашқы өңдеу кезінде оны 8...5°C температураға дейін салқындату керек, әрі қарай тасымалдау үшін және жақсы сақтау үшін сүт бірден 4...5°C температураға дейін салқындатылады. Бұл процесс сүт салқындату қондырғысының көмегімен жүзеге асырылады (сурет. 5.1). Аралық салқындатқышы бар схемалар да мүмкін.



5.1-сурет. Сүт салқындатқыш қондырғы

Сүтті пастерлеудің соңғы кезеңі-оны 3...5°C сақтау температурасына дейін салқындату. Ол үшін тілімшелі пастерлеу қондырғысының жеке секциясына салқындатқыш беріледі.

Сары майды өндіру үшін жоғары майлы крем (83%) май түзгіште 11...14°C температураға дейін салқындатылады.

Балмұздақ фризердің көмегімен жасалады (сурет.5.2). Фризерде кремді масса бір уақытта салқындатылады, араластырылады және ауамен босатылады.

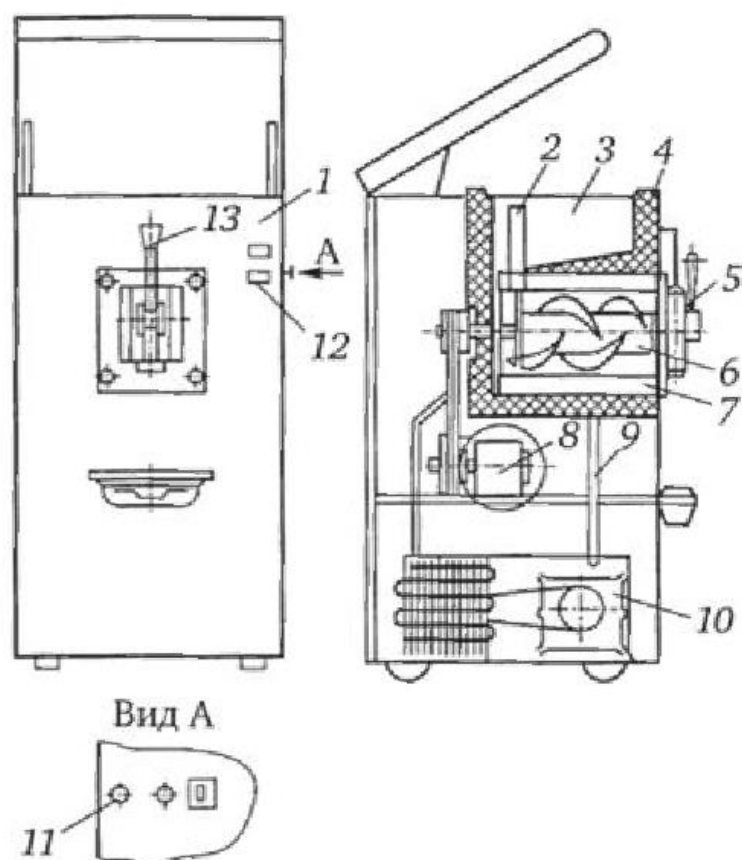
Фризер тоңазытқыш қондырғысын (компрессор және жылу алмастырғыш) қамтиды, жұмыс цилиндрінің қабырғалары арасында орналасқан буландырғышпен құбырлар жүйесімен қосылады.

Құс фабрикаларында суық салқындату, құстың қаңқаларын кейіннен сақтау үшін мұздату үшін қолданылады. Құсты салқындату үшін салқындатқыш туннельдер қолданылады, онда қозғалатын арбаның торлы сөрелеріне қойылған құс температурасы 0,5...2°C болатын суық ауамен (4 м/с) қарқынды түрде үрленеді. Ұзақ мерзімді сақтау үшін салқындатылған құс қатып қалады. Жұмыртқаларды сақтау -1°C, ұзақ сақтау -2,5°C температурада жүзеге асырылады.

Балық және балық өнімдерін ұзақ уақыт сақтау -20°C және одан төмен температурада жүзеге асырылады. Теңіз кемелері мен жағалаудағы

кәсіпорындарда мұзды тұзды мұздату қолданылады, онда балық қабаттарға мұзды тұзды қоспаға салынады. Балықты қатырады және қатарлап сақтайды.

Шарап өндірісіндегі суық ашытқыны тұндыру кезінде салқындату, ашыту кезінде белгілі бір температураны сақтау үшін қолданылады. Суслонь тұндыру салқындатқыш ерітіндісі бар құбырлар бар үлкен ыдыстарда жүреді. Ашытқыны ашыту кезінде төмен температура шараптың сапасына оң әсер етеді. 14...18°C температурада ашыту кезінде азотты заттардың ең аз мөлшері және алкоголь мөлшері көп шарап алынады, мұндай ашыту ұзаққа созылады. Шарапты салқындату үшін әртүрлі құрылымдағы жылу алмастырғыштар қолданылады.



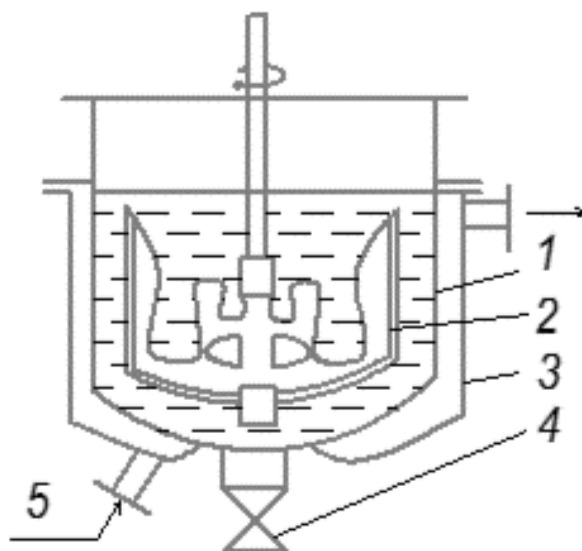
1-корпус; 2-диспенсер; 3-сұйыққойма; 4-жылу оқшаулау; 5-таңдау құрылғысы; 6 — араластырғыш; 7-жұмыс цилиндрі; 8-араластырғыш жетегі; 9-құбыр; 10-тоңазытқыш қондырғы; 11-термостат; 12-шкала; 13-тұтқа

5.2- сурет. Фризер ФМ-1

Химиялық және мұнай зауыттарындағы бірқатар процестерде артық жылу мөлшері көп. Бұл жылу суды немесе басқа сұйық салқындатқыштарды сіңіру аммиакты салқындату машиналары арқылы салқындату үшін қолданылады.

Жасанды суық жоғары сапалы, төмен қату температурасы бар майларды алу үшін мұнай өңдеуде қолданылады. Бұл процесс депарафинизация деп аталады. Депарафинизация селективті еріткіштердің (бензол және т.б.) көмегімен және кейіннен кристаллизаторлардың жылу

алмасу аппараттарында май ерітіндісін салқындату арқылы жүзеге асырылады (сурет.5.3), кристалды фазада парафинді оқшаулау мақсатында. Әдетте шикізатты салқындату  $-25...-35^{\circ}\text{C}$  температурада, салқындатқыштың қайнау температурасы  $-33...-43^{\circ}\text{C}$  болады.



1-корпус; 2-араластырғыш; 3-салқындатқыш жейде; 4-түсіру құрылғысы; 5-салқындатқыш Суды жеткізу

### 5.3-сурет. Мерзімді әсер ететін төмен температуралы кристаллизатор

Бензиннің октандық мәнін жақсартудың бір әдісі-алкилаттан жылуды кетіру үшін  $0...10^{\circ}\text{C}$  температурада жүзеге асырылатын күкірт қышқылының алкилдену процесі.

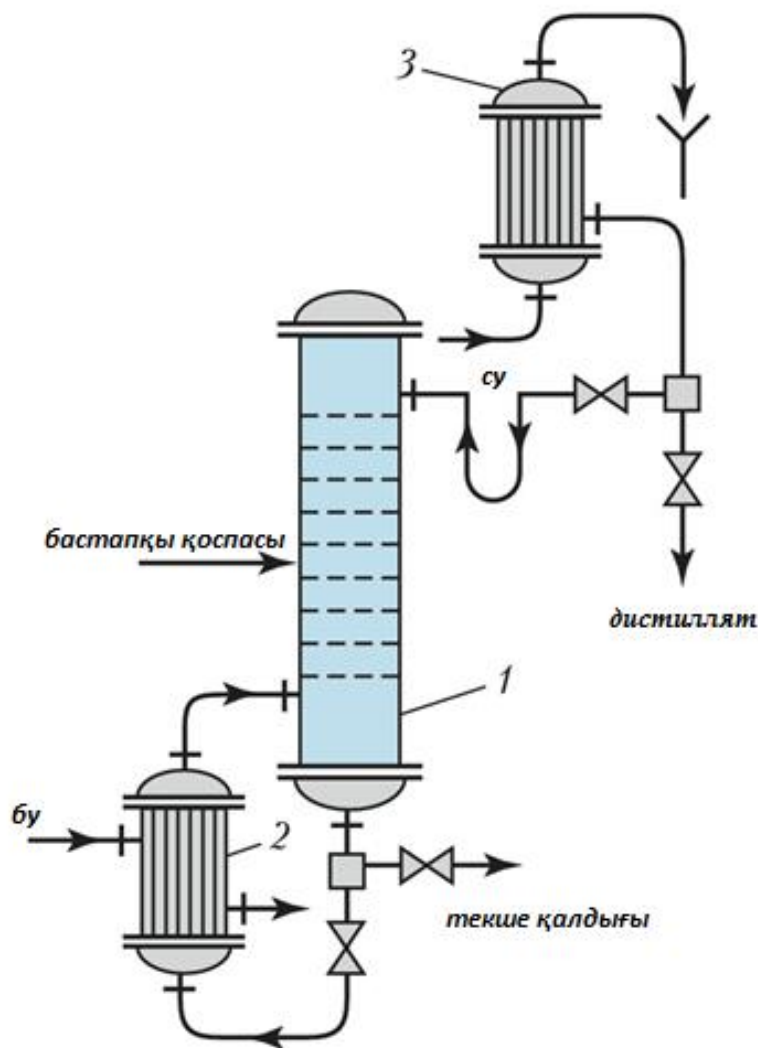
Мұнай және кокс газдарының бөлінуі олардан белгілі бір компоненттерді алу үшін қолданылады, мысалы, нафталин немесе бензол, процесс  $5^{\circ}\text{C}$  температурада бензол мен нафталин буларының конденсациясымен байланысты.

Тоқыма өнеркәсібіне арналған бояғыштар жасалған паранитроанилинді өндіруде суық қажет. Аралық өнімді нитрлеу процесі жылу мөлшерінің көптігімен жүреді, оны аппараттың салқындатқыш күртешелері шығарады және процестің өзі  $1...3^{\circ}\text{C}$  температурада жүреді.

Ректификация-булану мен конденсация сатыларын біріктіру арқылы біртекті сұйық қоспаны құрамдас бөліктерге бөлу процесі.

Ректификация-бұл қоспаның құрамдас бөліктерінің әр түрлі өзгергіштігіне негізделген дистилляция түрі, соның арқасында бастапқы қоспаның бөлінуі орын алады.

Ректификациялық қондырғының принципті сызбасы 5.4-суретте көрсетілген.



1-баған; 2-буландырғыш (қайнатқыш); 3 – конденсатор

5.4-сурет.Ректификациялық қондырғы

Бөлінген қоспасы бағанның ортаңғы бөлігіне әртүрлі күйлерде (бу, сұйықтық) енеді. Жылу энергиясы бағанның төменгі бөлігіндегі буландырғышқа жеткізіледі, нәтижесінде сұйықтықтың бір бөлігі буланып, бағанға қарай жылжиды.

Колоннаның жоғарғы жағында орнатылған конденсаторда жылу мөлшері шығарылады, бұл бағаннан көтерілген будың бір бөлігінің конденсациясына әкеледі, конденсаторда сұйықтықтың конденсациясымен бірге бөлінетін жылу энергиясын сіңіру қажет. Ол үшін әдетте сұйық жылу алмастырғыштар қолданылады, онда салқындату ортасының қажетті температурасы тоңазытқыш қондырғылардың көмегімен сақталады. Алынған сұйықтық қайтадан бағанға ағып кетеді. Осылайша, бағанада қарама-қарсы бағытта үздіксіз қозғалатын бу мен сұйықтық ағындары пайда болады, ал буландырғыштағы жылу беру және бағанның бүкіл биіктігі бойынша конденсатордағы ағын температура мен концентрация айырмашылығын жасауға мүмкіндік береді, бұл бу мен сұйықтық арасындағы жылу мен масса алмасуды тудырады.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Сүт салқындатқышы дегеніміз не?
2. Шарап өндірісінде тұрақты ашыту температурасын не үшін сақтау керек?
3. Қандай химиялық процестерде суық болу керек?
4. Балмұздақ өндірісінде фризерде қандай процестер жүреді?

### **Қосымша тапсырмалар**

1. Суық қолданылатын кез-келген құрылғы туралы ақпаратты табыңыз. Құрылғының қай түйінінде тоңазытқыш тізбегі біріктірілген, қай салқындатқыш қолданылады? Бұл құрылғы қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңіз.
2. Тоңазытқыш қондырғылары үшін буландырғыштың температуралық режимі әрқашан  $0^{\circ}\text{C}$  - ден төмен бола ма?

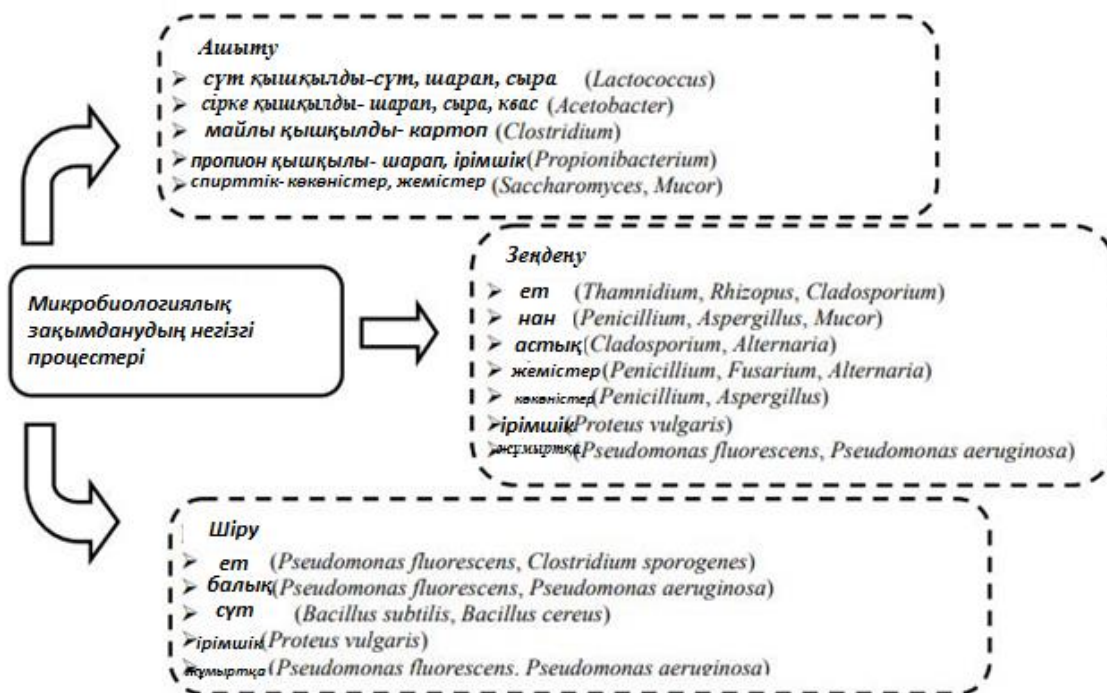
## 5.1 Тест

1. Балмұздақ жасау үшін қолданылатын құрылғы қалай аталады?
  - а) фризер;
  - б) салқындатқыш;
  - в) май дайындаушы;
  - г) салқындатқыш туннель.
2. Пастерлеудің қай кезеңі-салқындату?
  - а) алдын ала;
  - б) бірінші;
  - в) негізгі;
  - г) қорытынды.
3. Бастапқы қоспадан қатты фазадағы компонентті алу үшін қандай құрылғы қолданылады?
  - а) салқындатқыш;
  - б) кристаллизатор;
  - в) ректификациялық қондырғы;
  - г) барлық түрлері.
4. Шарапты ашыту кезінде сапалы болу үшін сусын қажет ...
  - а) салқындату;
  - б) қыздыру;
  - в) белгілі бір температураны ұстап тұру;
  - г) булану.
5. Тауық жұмыртқаларын ұзақ уақыт сақтау қандай температурада жүзеге асырылады?
  - а)  $+2,5^{\circ}\text{C}$ ;
  - б)  $0^{\circ}\text{C}$ ;
  - в)  $-1^{\circ}\text{C}$ ;
  - г)  $-2,5^{\circ}\text{C}$ .



## 5.2 Салқындату, мұздату режимдерін қамтамасыз ету

Азық-түлік өнімдерін салқындатудың мақсаты-эртүрлі биохимиялық процестердің баяулауы нәтижесінде олардың сақтау мерзімін арттыру. Өнімдердің құрамындағы айтарлықтай айырмашылыққа байланысты бұл процестер (сурет.5.5) эртүрлі және ерекше тәсілді талап етеді.



5.5 – сурет. Микробиологиялық бүлінудің негізгі процестері және олардың қоздырғыштары (бактериялар)

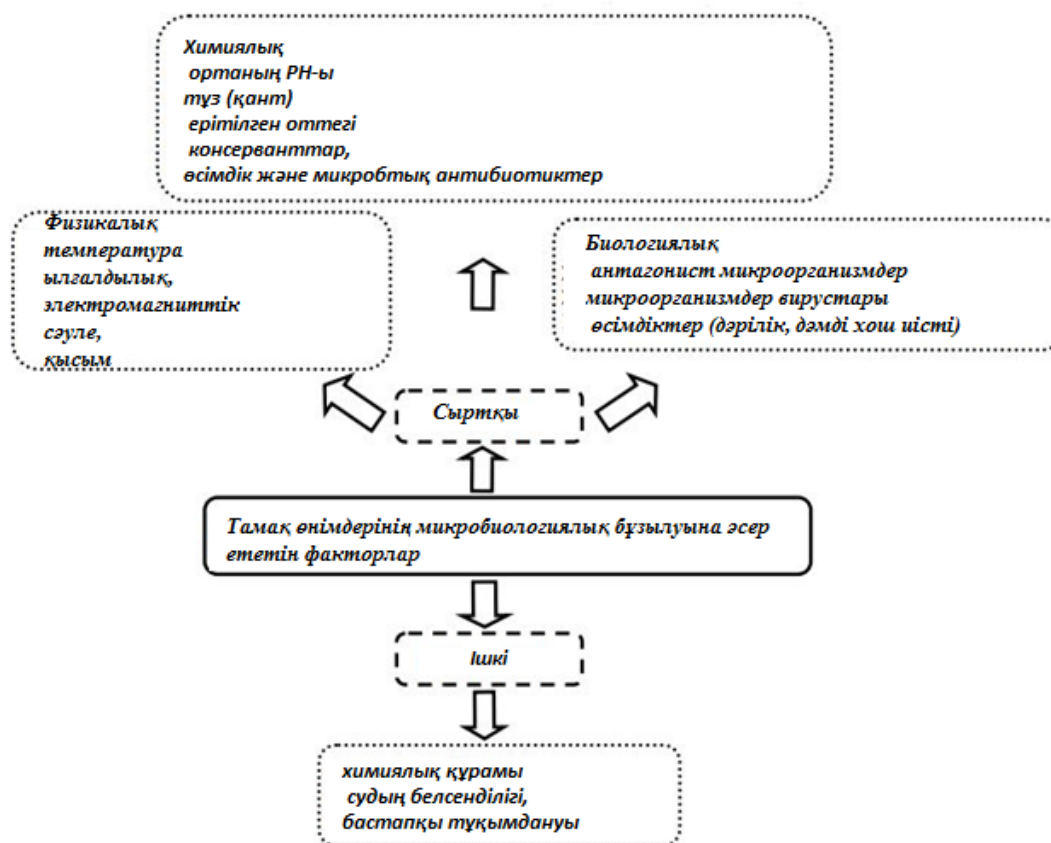
Өсімдік өнімдерінде салмақ биохимиялық ыдырау реакцияларына байланысты өзгереді, олар жиналғаннан кейін тездетіледі. Салмақ жоғалтудың, сондай-ақ өсімдік өнімдерінің сапасын жоғалтудың алдын алу үшін оларды жинағаннан кейін бірден салқындату керек, мысалы, жемістерді 21°C температурада үш күндік қартаю кезінде олардың сақтау мерзімін бір айға қысқартады. Көптеген биохимиялық процестер жылу шығарумен бірге жүреді, сондықтан салқындату неғұрлым тез және тезірек жүргізілсе, биохимиялық процестер соғұрлым баяулайды және өнімдерден аз жылу шығады.

Құрамында май бар өнімдерде май қышқылдарының ыдырауы және тотығуы жүреді. Қажетсіз өзгерістермен күресу үшін құрамында майы бар өнімдер 90-100°C температурада өңделеді, содан кейін салқындатылып, төмен температурада сақталады.

Малды сойғаннан кейін бұлшықет тіндерінің өлімнен кейінгі қатаюы (қаңқаның қатаюы) жүреді, гликогеннің ыдырауы және сүт қышқылының жиналуы жүреді және бұлшықет тінінің қышқылдығы артады, содан кейін автолизде (ферменттердің әсерінен тіндердің одан әрі ыдырауы) бұлшықет тінінің біртіндеп жұмсаруы процесі жүреді, яғни еттің пісуі деп аталады [4].

1-2°C температурада еттің пісетін уақыты шамамен 10-14 күн, ал 10-15°C температурада, бар болғаны 4-5 күн болады. Піспеген ет қатты және құрғақ болады. Ет тоңазытылған деп саналады, жамбас бұлшықетінің қалыңдығына жеткенде, температура 0 ... 4°C.

Микроорганизмдердің белсенділігіне және, тиісінше, өнімнің бұзылуына келесі факторлар әсер етеді (сурет.5.6).



5.6-сурет. Өнімдердің микробиологиялық бұзылуына әсер ететін факторлар

Салқындаған кезде ет құрамындағы және оның бетіндегі ылғалдың бір бөлігінің булануына байланысты массасының шамамен 1-2% жоғалтады.

Микроорганизмдердің тіршілік әрекеті өнімдердің химиялық құрылымына әсер етеді, ал қолайсыз жағдайларда (температураның жоғарылауы) улы ыдырау өнімдері жиналады.

Салқындату-бұл дене температурасын немесе затты төмендету процесі. Бұл процесс сақтау кезінде пайда болатын өнімдердің микробиологиялық бұзылу процестерін бәсеңдету үшін қолданылады.

Өнімдерді ұзақ сақтауға дайындау үшін мұздату қолданылады, бұл тағамға төзімділік береді, биохимиялық реакцияларды баяулатады. Мұздату кезінде өнімдер криоскопиялық температурадан 10 ... 30°C температураға дейін салқындатылады, яғни. заттардың толық қату температурасы (әдетте - 3...0°C диапазонында, өнімге байланысты). Әйтпесе, мұздату-бұл мұздату (кристалдану) нүктесінен төмен температурада өнімдерді салқындату

процесі, бұл сақтау кезінде өнімнің бүлінуін іс жүзінде тоқтатуға мүмкіндік береді.

Мұздату-бұл температураның аралық режимі, салқындату мен мұздату арасындағы орта немесе мұздату өнімді толық емес мұздату деп атауға болады. Тоңазытылған ет  $-4^{\circ}\text{C}$  температураға дейін тоңазытылады, ал бұлшықет қалыңдығында  $0...-3^{\circ}\text{C}$  температураны сақтайды. Мұздатылған етті сақтау камерадағы температурада  $-2^{\circ}\text{C}$  және салыстырмалы ылғалдылық 90% болады. Бұл жағдайда сақтау мерзімі 20 күнге жетуі мүмкін. Мұздатылған өнімдерде салқындату кезінде бірдей ішкі процестер жүреді, бірақ олар баяу жүреді және нәтижесінде сақтау мерзімі артады.

Әр түрлі жануарлардың еті үшін мұздату ұзақтығы әртүрлі (кесте.5.1).

5.1-кесте. Етті мұздату ұзақтығы

Паспорт ауа температурасы, $^{\circ}\text{C}$	Ауа айналымы кезінде мұздату ұзақтығы, сағ					
	Табиғи	Мәжбүрлі	Табиғи	Мәжбүрлі	Табиғи	Мәжбүрлі
	сиыр еті		шошқа еті		Қой еті	
-20	14	10	12	8	5	4
-23	12	8	10	6	4	3
-30	10	6,5	8	4	3	2
-35	8,5	5	6	3	2	1,5

Кәдімгі аяздан жоғары жылдамдықпен ерекшеленетін соққыны мұздату сияқты нәрсе бар. Еуропалық стандарттар бойынша температура өнімнің түріне байланысты 2-ден 24 сағатқа дейін  $+5$ -тен  $-35^{\circ}\text{C}$ -қа дейін төмендейді. Соққы қатқан кезде өнімнің қалыңдығында салыстырмалы түрде кішкентай су мұз кристалдары пайда болады. Бұл ретте ұсақ кристалдар мұз себеп жоқ елеулі бұзылу құрылымын, өнімнің (ол кезде әдеттегі мұздату). Нәтижесінде, соққыға ұшыраған кезде, өнімдер өз дәмін жақсы сақтайды.

Тұшпара, тауық еті және т.б. сияқты кейбір тамақ өнімдері арнайы спиральды мұздатқыштарда соққыға ұшырайды (5.7 сурет). Спиральды жылдам мұздатқыш-бұл жылу оқшауланған тоңазытқыш, оның ішінде спираль түрінде таспалы транспортер орналасқан. Конвейер арқылы өтетін өнім қуатты ауа салқындатқышпен үрленеді.



5.7-сурет. Спиральді жылдам мұздатқыш аппарат

Еріту-құрамындағы мұзды кристалдану мақсатында өнімдерге жылу беру.

Еріту процесінің мақсаты - тіндердің ылғалды максималды сіңіруі және өнімдердің бастапқы қасиеттерін толық қалпына келтіру.

Ерітілген етті шұжық цехтарының шикізат бөлімшелерінің жинағыштарының аспалы жолдарында 4°C температурада және 85% - дан кем емес салыстырмалы ылғалдылықта 8 сағат бойы сақтайды.

Тамақ өнімдерінің негізгі түрлерін сақтау кезіндегі температуралық режимдердің мәндері кестелерде көрсетілген (В. 4-қосымша).

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Зақымдалған кезде өсімдік өнімдерінде қандай процестер жүреді?
2. Малды сойғаннан кейін ет өнімдерінде қандай процестер жүреді?
3. Мұздату дегеніміз не және ол қандай мақсатта жүзеге асырылады?
4. Шок мұздату дегеніміз не және ол қарапайым аяздан қалай ерекшеленеді?

### Қосымша тапсырмалар

1. Соққыны мұздатуға арналған аппаратты және жылдам мұздатуға арналған аппаратты тексеріңіз. Оларды стандартты тоңазытқыш қондырғыларынан қандай құрылымдық элементтер ажыратады? Бұл құрылғыларда мұздатудың жоғары жылдамдығына не себеп болады?

## 5.2 Тест

1. Неліктен температура төмендеген кезде өнімді сақтау мерзімі артады?

- а) өнімдердің ішкі құрылымының өзгеруіне байланысты;
- б) биохимиялық процестердің баяулауына байланысты;
- в) барлық микробтардың өлуі;
- г) өнімдердің қатаюы.

2. Өсімдік өнімдерін жинау кезінде олардың сапасын жақсарту және сақтау мерзімін арттыру үшін не істеу керек?

- а) жиналғаннан кейін бірден салқындатыңыз;
- б) біршама уақыт аралығынан кейін салқындату;
- в) дереу мұздатыңыз;
- г) кептіріңіз, содан кейін қартаюдан кейін салқындатыңыз.

3. Малды сойғаннан кейін белгілі бір шыдату, яғни еттің пісуі қажет болатын қандай процесс жүреді?

- а) салқындату;
- б) өздігінен қыздыру;
- в) ұшаның қатаюы;
- г) ыдырау.

4. Еттің пісу процесі 10-15°C температурада қанша уақытқа созылады?

- а) 10-14 сағат;
- б) 10-14 тәулік;
- в) 4-5 сағат;
- г) 4-5 күн.

5. Соққыны мұздату процесі келесі кезеңде жүреді ...

- а) бірнеше тәулік;
- б) 2-ден 24 сағатқа дейін;
- в) 1-2 сағат;
- г) 30 мин.

### 5.3 Тамақ өнімдерін сақтау режимін сақтау

Тоңазытқыш қондырғысының санитарлық жағдайы. Сақтау кезінде тамақ өнімдеріне келесі талаптар қойылады:

1) азық-түлік өнімдері сақтауға түскен кезде сапасы туралы куәліктері (сертификаттар, жинау күні, ветеринариялық тексеру және т. б.) болуы тиіс;

2) өнім түріне және қолданыстағы техникалық нұсқаулықтарға сәйкес жүктерді орналастыру, оларды қатарлау, температуралық режим, камерадағы ауаның ылғалдылығы, сақтау ұзақтығы жүргізілуі тиіс;

3) әр түрлі тағам түрлерін бөлек сақтау керек. Мысалы, пияз мен картопты бірге сақтау қажет емес, себебі олар жағымсыз иіс алады. Немесе көкөністерді алмамен бірге сақтау қажет емес. Сақтау кезінде алма этилен шығарады, ол басқа тағамдардың пісіп жетілуін және бүлінуін тездетеді. Осындай бірлескен реакциялардың алуан түрлілігіне байланысты жаңа өнімдер сақтауға түскен кезде тексерілуі керек тамақ өнімдерінің үйлесімділігінің анықтамалық кестелері бар.

4) персонал сақталатын өнімдерге ақаулардың немесе бүліну белгілерінің болуына мерзімді тексеру жүргізуі тиіс.

Сақтау кезінде азық-түліктің биологиялық бүлінуімен күресу үшін тоңазытқыш камераларды дезинфекциялау маңызды [2].

Тоңазытқыш камераларды дезинфекциялау мезгіл-мезгіл (алдын алу мақсатында) жылына кемінде екі рет, камераны түсіргеннен кейін немесе өнімдердің бүлінуіне әкелетін дамушы микроорганизмдер (зең, сапрофиттік бактериялар және т.б.) анықталған кезде жүргізіледі. Дезинфекцияның жиілігі сақталатын өнімдердің сапасына және олардың орау түріне байланысты белгіленуі маңызды. Кейбір жағдайларда ай сайын дезинфекция қажет болуы мүмкін. Дезинфекция химиялық және физикалық құралдармен жүзеге асырылады.

Санитариялық бақылау салқындалатын объектіні және тұтастай бүкіл кәсіпорынды санитариялық немесе ветеринариялық дәрігер қарап тексеру арқылы жүзеге асырылады. Тексеру нәтижелері арнайы журналға жазылады немесе арнайы акт жасалады.

Микроорганизмдерді бейтараптандыру үшін ультракүлгін сәулемен емдеу әдісі жиі кездеседі. Радиацияның әсерінен кейбір тамақ өнімдері бактериостатикалық қасиеттерге ие болады, яғни микроорганизмдер сәулелендірілген өнімге түскен кезде өледі, олардың өсуі кешеуілдейді немесе айтарлықтай ауытқулармен дамиды. Ультракүлгін өңдеу үшін бактерицидті шамдар қолданылады, олар төмен қысымды газ шығаратын лампалар болып табылады. Бактерицидті шамдар еденнен кемінде 2 м биіктікте орнатылады. Бактерицидтік шамның тұтынылатын қуаты үйжайдың 1 м<sup>3</sup>-не 0,75...1 Вт-тан аспауы тиіс.

Бактерицидті шамдармен мезгіл-мезгіл сәулеленетін салқындалатын етті сақтау мерзімі 2-2,5 есе артады. Ірімшіктердің сәулеленуі ірімшік басын 3-4°C температурада сәулелендіргенде, зең кезеңін 4 айдан 6 айға дейін

кешіктіруге мүмкіндік бергенін көрсетті. Сүттің қысқа мерзімді сәулеленуі оның қышқылдығының өсу жылдамдығын күрт төмендетеді.

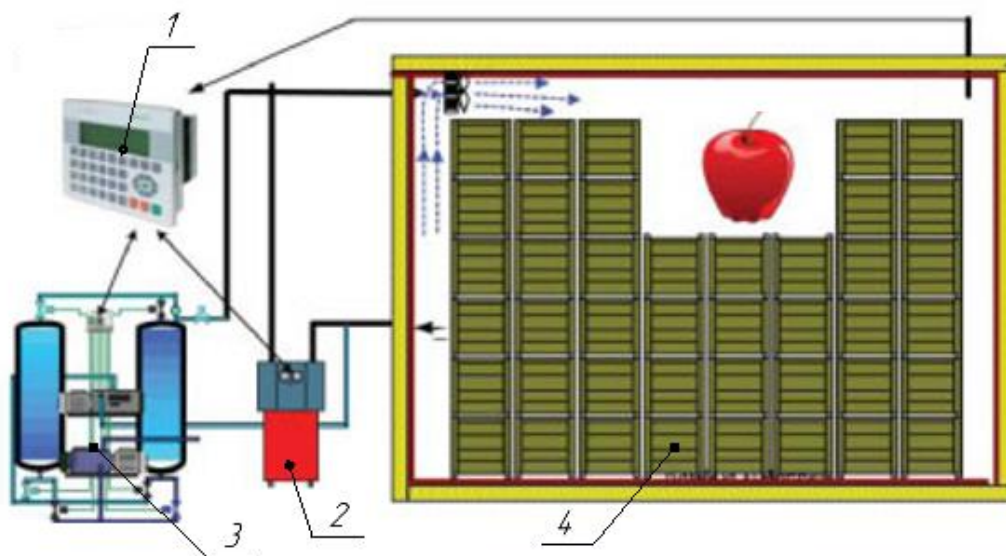
Айта кету керек, ультракүлгін сәуле адамның көру органдарына және ашық теріге теріс әсер етеді.

Озон микробқа қарсы әсерге ие, бактерия жасушаларының қабығына әсер етеді және оны бұзады. Озондау тоңазытқыш камераларды өңдеудің заманауи аналогы болып табылады, қауіпсіз, аз уақытты алады, барлық жағымсыз иістерді кетіруге мүмкіндік береді. Озондау үшін арнайы озон генераторы немесе озонатор деп аталады. Жұмыс аймағының ауасындағы озонның шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШЖК) — 0,1 мг/м<sup>3</sup>. Дезинфекциялау мақсатында озонды қолданған кезде үй-жай ауасындағы озонның концентрациясы 10 мг/м<sup>3</sup> және одан да көп болуы мүмкін. Сондықтан озон генераторы персоналдың бақылауымен және оны қолдану ережелеріне сәйкес қатаң түрде жұмыс істеуі керек: бөлме мен ондағы өнімдерді өңдеу адамдар болмаған кезде жабық жерде жүргізілуі керек. Озондаудан кейін адамдарды үй — жайға жіберуге озон генераторы өшірілген сәттен бастап 2,5-3 сағаттан ерте емес уақытта рұқсат етіледі.

Жемістер мен көкөністерді газ құрамымен ерекшеленетін атмосферада сақтау реттелетін газ ортасында (RGS) сақтау деп аталады, бұл жағдайда тоңазытқыштар оттегінің, көмірқышқыл газының, азоттың және басқа заттардың белгілі бір концентрациясын ұстап тұруға арналған арнайы құрылғылармен жабдықталған (сурет.5.8).

Ауаның құрамы жидектер мен жемістердің көмірқышқыл газына сезімталдығына байланысты. Өнімдердің сезімталдығы төмен болған кезде CO<sub>2</sub>-ні 5-тен 10% - ға дейін, оттегі құрамы 11-ден 16% - ға дейін арттыруға жол беріледі.

РГО камераларындағы оттектен айырмашылығы, көмірқышқыл газы тотығу мен ыдырау процестерін тежейді, сонымен бірге уақытша микроорганизмдерді жояды, сондықтан CO<sub>2</sub> мөлшері артады. Нәтижесінде камерадағы атмосфера компоненттерінің пайызын өзгерту арқылы ұзақ сақтауға қол жеткізуге болады (5.2-кесте).



1-автоматты басқару жүйесі; 2-адсорбер CO<sub>2</sub>; 3-азот генераторы; 4-сақтау камерасы

5.8-сурет. Реттелетін газ ортасында сақтау технологиясын іске асыру

5.2-кесте. Ортаның газ құрамына байланысты жемістерді сақтау ұзақтығы

Жемістер	Ортаның қалыпты құрамымен	РГО-ДА
Алма (Голден Делишес)	5 ай.	8 ай.
Алмұрт (Вильямс)	2 ай.	5 ай.
Жүзім	3 ай.	6 ай.
Шабдалы	5 апта	10 апта
Шие	10 күн	32 күн
Қара қарақат	7 күн	42 күн
Құлпынай	5 күн	30 күн

Мысалы, реттелетін газ ортасы бар камераларға газ камераларын жатқызуға болады. Өздеріңіз білетіндей, банандар жиналып, жасыл жолмен тасымалданады және банан газ камераларын жемістердің уақтылы және біркелкі пісуі үшін пайдаланады. Піспеген күйде жиналған банандар табиғи түрде пісіп жете алмайды, ал пісу процесін ынталандыру арнайы газ – азот пен этилен қоспасы арқылы жүзеге асырылады, оны банан газы деп те атайды.

Камерада қажетті параметрлер сақталады: температура (+18...+20 °С), салыстырмалы ылғалдылық (шамамен 90 %), ауа айналымының еселігі, газ қоспасының мөлшері мен концентрациясы. Пісу процесі 4-тен 8 күнге дейін созылады, содан кейін жемістер презентацияға ие болады.

#### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Салқындатқыштың реттелетін газ ортасы дегеніміз не?
2. Камерадағы ауа құрамы қандай мақсатпен өзгереді?
3. Озондау не үшін қолданылады?
4. Банан пісетін камера дегеніміз не?



## Қосымша тапсырмалар

1. Ауа салқындатқышы бар алмаларды сақтауға арналған тоңазытқыш бар. Камерада қандай ауа температурасын сақтау керек? R404a бар буландырғышта қандай қысым болады? Егер буландырғыштың орнына сұйық салқындатқыш қолданылса, салқындатқыштың қандай температурасы қажет.
2. Бір кондитерлік кәсіпорында сақтау мерзімін арттыру үшін тарату желісіне жібермес бұрын өнімді +3°C дейін салқындату туралы шешім қабылданды. Салқындатылған кондитерлік өнімдер салқындатылмаған фургондарға жөнелтуге жіберілді. Алайда, өнімді бірінші рет жеткізгеннен кейін, оның барлығы конденсат тамшыларымен жабылғандығы анықталды. Неліктен бұл тамшылар пайда болғанын түсіндіріңіз? Олар өнімнің сапасы мен сақтау мерзіміне қалай әсер етуі мүмкін? Тасымалданатын өнімде конденсат тамшыларының пайда болуын қалай болдырмауға болады?

## 5.3 Тест

1. Дезинфекция және санитариялық бақылау міндетті түрде жүргізіледі ...
  - а) арнайы тестілеу;
  - б) қызметкерлерді тексеру;
  - в) журналдардағы есеп;
  - г) бөгде мамандарды тарту.
2. Тоңазытқыш камерасын бактерицидті шамдармен ультракүлгін сәулелендіру кезінде персонал ...
  - а) тоңазытқышта жұмысын жалғастыра алады;
  - б) өңдеу кезінде камерадан тыс болуы керек;
  - в) көру мүшелері мен теріні қорғау құралдарын кию керек;
  - г) немесе б, немесе в.
3. Озонның қандай әрекеті арқасында озондау қолданылады?
  - а) жағымсыз иістерді жою;
  - б) бактерияға қарсы әсері;
  - в) микроорганизмдерге пайдалы әсер;
  - г) азық-түлік өнімдерінің ыдырауы.
4. Реттелетін газ ортасын (РГО) пайдалану кезінде камерадағы ауа құрамы қалай өзгереді?
  - а) көмірқышқыл газының концентрациясы артып, оттегі азаяды;
  - б) көмірқышқыл газының концентрациясы төмендейді, ал оттегі артады;
  - в) тек азоттың концентрациясы артады;
  - г) азот концентрациясы төмендейді.
5. Банандарды сақтау кезінде азот пен этилен газдарының қоспасы не үшін қолданылады?
  - а) дәмін жақсарту үшін;
  - б) тез пісу үшін;
  - в) ұзақ сақтау үшін;
  - г) аталғандардың барлығы.

### **Қысқаша қорытынды**

Температура мен ылғалдылықтың дұрыс режимін, сондай-ақ өнімнің белгілі бір түрі үшін салқындату жылдамдығын сақтау мерзімін арттыруға және оның сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Жабдыққа салынған материалдық инвестициялардың орындылығы өнімнің сапасына байланысты. Сондықтан тоңазытқыш жабдықты жобалау және пайдалану кезінде қажетті температура мен ылғалдылық режимін сақтау қажет. Ылғалдылықты есептеу және температура жағдайлары туралы қосымша ақпарат төменде келтірілген әдебиеттерде бар.

### **Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі**

1. Гриценко В.В. Процессы и аппараты пищевых производств / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2014. – 208 с.
2. Бурашников Ю. М. Охрана труда в пищевой промышленности, общественном питании и торговле: учеб. пособие для нач. проф. образования / Ю. М. Бурашников, А. С. Максимов. — 8-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 320 с.
3. Колтунов В.А. Качество плодоовощной продукции и технология ее хранения. Ч. I. Качество и сохранность картофеля и овощей: Монография. — К.: Киев. нац. тор.- экон. ун-т, 2004. -568 с.
4. Шарафутдинов, Балакирев, Сибаттулин: Стандартизация, технология переработки и хранения продукции животноводства, учебники для вузов – Лань, 2019. – 624 с.
5. Хачкевич Ю.Г. Хранение плодов и овощей. – Мн.: Харвест, 2003. — 192 с.
6. «Теплопритоки» - программа для теплового расчета холодильных камер: <https://www.softportal.com/get-42239-teplopritoki.html>.

### **Сурет авторлары мен иелері**

1. Молокоохладитель (сур.5.1) – <http://www.oborud.info/product/jump.php?16708&a=1&c=1653>;
- 2.Схема РГС (сур.5.8) – <https://www.rsholod.ru/katalog/agrokompleks/reguliruemaya-gazovaya-sreda-dlya-fruktov-i-ovoshchey/>.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл оқулықта авторлар өте күрделі және кең материалды ұсынудың ең қол жетімді түрлерін қолданды, объективті болуға және белгілі бір бөлімді білу қажеттілігін көрсетуге тырысты.

Ұсынылып отырған оқу құралы «1119000 – Тоңазытқыш-компрессорлық машиналар мен қондырғылар» мамандығы бойынша жаңартылған үлгілік оқу жоспары мен бағдарламасына сәйкес әзірленген. Әр бөлім белгілі бір кәсіби модульді ашу үшін қолданылады. Нақты теориялық материал ұсынылған, білім мен тест сұрақтарын тексеру үшін тест сұрақтары берілген. Теориялық ақпаратты жақсы түсіну және бекіту үшін білім алушылар, әсіресе тоңазытқыш қондырғыларына қызмет көрсету және жөндеу бойынша қандай да бір жұмыстарды жүргізуге байланысты тақырыптар бойынша практикалық сабақтар өткізуі қажет.

Оқу құралының бөлімдері тоңазытқыш жабдықтарының диагностикасы мен жөнделуіне арналған, атап айтқанда тоңазытқыш компрессорларды жөндеу, автоматты бақылау және басқару аспаптарын жөндеу, негізгі жылу алмасу аппараттары мен суды салқындатуға арналған құрылғыларды жөндеу және қосалқы жабдықтарды жөндеу, және жүйелерді сынау, тоңазытқыш қондырғыларын іске қосу. Жеке тарауларда тоңазытқыш қондырғыларын орнатудың қауіпсіздігі туралы сұрақтар сипатталған. Нұсқаулықта Тоңазытқыш қондырғыларын заманауи орнатудың күрделі және даулы мәселелерін заманауи түсіндіру берілген.

Материал 1119000 – «Тоңазытқыш - компрессорлық машиналар мен қондырғылар» мамандығы бойынша техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім беру жүйесі үшін өзектендірілген үлгілік оқу жоспарына сәйкес құрылымдалған.

## ГЛОССАРИЙ

Азеотропты қоспа-құрамы қайнау және конденсация кезінде өзгермейтін екі немесе одан да көп сұйықтық қоспасы, яғни сұйық және бу фазаларының тепе-теңдік құрамдарының теңдігі бар қоспасы. Қайнау және конденсация кезінде ол бір компонентті зат сияқты әрекет етеді. Бұл жағдайда қайнау және конденсация процесінде қоспаның температурасы өзгермейді.

Құрылғы-бұл тоннельден кіші және бөлмеде орнатылған сыйымдылығы мен өлшемдері бар толық зауыттық дайындық құрылғысы.

Вакуумдау-аппараттардан (ыдыстардан) газды, буды атмосфералықтан төмен қысым алу мақсатында шығару (сору).

Біліктеу-құбырды деформациялаудың технологиялық операциясы.

Жаныштау-құбырларды жаныштауға арналған құрал.

Ылғал мөлшері (ылғалды ауа үшін) – абсолютті құрғақ ауаның 1 кг-на келетін массасы бойынша (әдетте грамммен) көрсетілген су буының мөлшері.

Ылғалды ауа-құрғақ ауа мен су буының қоспасы.

Ауа-бұл жер атмосферасын құрайтын газдардың қоспасы (негізінен көмірқышқыл газы, азот және оттегі 98-99%, сонымен қатар аргон, су, сутегі).

Ауа салқындатқышы-ылғалды ауаны салқындатуға арналған буландырғыш.

Суық агентті қалпына келтіру (немесе регенерация) – қайта өңдеу және кәдеге жаратылған ОБЗ-ны сүзу, ылғалды жою, дистилляциялау/айдау және химиялық өңдеу сияқты операциялардың көмегімен заттарды белгілі бір тазалық стандартына дейін қалпына келтіру мақсатында жақсарту. Бұл операция арнайы жабдықты пайдалануды және салқындатқыштың сапасын міндетті түрде химиялық талдауды қамтиды, оны әдетте тек арнайы кәсіпорында жасауға болады.

Газ-заттың үш агрегаттық күйінің бірі, оны құрайтын бөлшектер (молекулалар, атомдар немесе иондар) арасындағы өте әлсіз байланыстармен, сондай-ақ олардың үлкен қозғалғыштығымен сипатталады. Бұл курста газ температурасы бар қысыммен қайнау температурасынан әлдеқайда жоғары зат деп аталады.

Су соққысы – гидравликалық соққы - 1. сұйық суық агентінің компрессорды сығымдаудың жұмыс органына түсуі; 2. сұйықтықпен толтырылған кез-келген жүйеде қысымның жоғарылауы осы сұйықтықтың ағу жылдамдығының тез өзгеруіне байланысты.

Градирня-атмосфералық ауаның бағытталған ағынымен су ағынын салқындатуға арналған құрылғы.

Докипатель-сұйықтық бөлгішті қараңыз.

Драйвер-салқындатқышты атмосфералық ауамен салқындатуға арналған жылу алмастырғыш.

Дроссельдеу — құбырдың өту каналының тарылуы арқылы-дроссель арқылы немесе кеуекті септум арқылы ағып жатқан кезде газ немесе бу қысымының төмендеуі.

Суық агентті толтыру-тоңазытқыш машинаға суық агентінің қажетті және жеткілікті мөлшерін толтыру үшін қажетті іс-қимылдар жиынтығы.

Мінсіз газ-бұл газдың математикалық моделі, онда молекулалық кинетикалық теория аясында мыналар болжанады: газды құрайтын бөлшектердің өзара әрекеттесуінің потенциалдық энергиясын олардың кинетикалық энергиясымен салыстырғанда елемеуге болады; газ бөлшектерінің жалпы көлемі шамалы; бөлшектер арасында алыс әсер ететін тартылыс немесе иілу күштері жоқ, бөлшектердің бір-бірімен және кеме қабырғаларымен соқтығысуы мүлдем серпімді.

Булану-заттың сұйық күйден бу немесе газ тәрізді күйге фазалық ауысу процесі, заттың бетінде пайда болатын буландырғыш-салқындатылатын денеден жылу бөлінетін қабырға арқылы қайнаған салқындатқыштың ағынына өтетін жылу алмастырғыш.

Буландырғыш-айналасында салқындатқыш айналатын жылан тәрізді буландырғыш бар цилиндрлік қабықтан пайда болған буландырғыш.

Қабық-түтік буландырғышы - түтіктердің шоғырынан пайда болған буландырғыш, олардың екі ұшы да қаптамаға бекітілген құбыр тақталарына бекітіліп, өз кезегінде бір немесе екі қақпақпен жабылады немесе жабылмайды; сұйықтықтардың бірі құбырлар арқылы, екіншісі құбырлар мен корпустың арасындағы кеңістікте өтеді.

Тілімшелі буландырғыш-екі тілімшедан тұратын буландырғыш, олардың арасында салқындатқыш агент айналымына арналған арналар немесе тілімшеға дәнекерленген немесе екі тілімшенің арасына қысылған құбырлар орналасқан.

Рециркуляциялық буландырғыш-буды сұйықтықтан бөлуге арналған сепараторы бар су басқан буландырғыш; буланбаған суық агенті ауырлық күші есебінен немесе сорғы немесе эжектор көмегімен буландырғышқа кіруге қайтарылады.

Параллель түтіктері бар буландырғыш-екі ұшынан коллектор арқылы қосылған параллель құбырлар қатарынан пайда болған буландырғыш.

Капиллярлық түтік-бұл кіші диаметрлі түтік, ол арқылы өтетін газ немесе сұйықтық ағынына үлкен гидравликалық қарсылық жасайды. Онда дроссельдеу болуы мүмкін.

Картер-жұмыс бөлшектерін қолдауға, оларды қорғауға және майлау майының қорын орналастыруға арналған машиналардың немесе механизмдердің (қозғалтқыштың, редуктордың, мысалы, беріліс қорабының), қорап құрылымының негізгі корпус бөлігі.

Қайнау-бұл сұйықтықта, оның бос бетінде де, көлемінің ішінде де болатын қарқынды булану процесі.

Компрессор-бұл газды немесе буды жылжытуға, беруге және сығуға арналған машина.

Бұрандалы компрессор-айналмалы компрессор, онда ортаны қысу бұрандалы тістері бар екі ротордың көмегімен жүзеге асырылады.

Ауа компрессоры-ауаны сығу үшін қолданылатын компрессор.

Саңылаусыз компрессор-ішінде ротор және электр қозғалтқышының орамасы бар, ал картерден тыс жылжымалы элементтер жоқ суық агенті үшін өткізбейтін ажыратылмайтын картері бар компрессорлық агрегат.

Саңылаусыз алмалы – салмалы компрессор (немесе жартылай саңылаусыз) - жөндеу жүргізуге немесе қызмет көрсетуге мүмкіндік беретін бұрандалы қосылыстары бар, суық агенті үшін өткізбейтін картері бар компрессорлық агрегат. Электр қозғалтқышының роторы мен орамасы картердің ішінде болады. Картерден тыс жылжымалы бөліктер жоқ.

Конденсатор-қоршаған ортаға жылу шығару кезінде салқындатқыш ағынының конденсациясына арналған жылу алмастырғыш.

Суды салқындату конденсаторы-салқындатқыш конденсацияның жылуы сұйықтық ағынына (әдетте су) бөлінетін конденсатор.

Ауамен салқындату конденсаторы-суық агенті конденсациясының жылуы қоршаған ортаға ауамен шығарылатын конденсатор.

Буландырғыш конденсатор-конденсация жылуы буланатын сұйықтықпен қоршаған ортаға шығарылатын конденсатор. Бұл жағдайда буланған сұйықтық салқындатқыштан қабырғаға бөлініп, қоршаған ортаға атмосфералық ауа ағынымен жеткізіледі.

Тұрақсыз нүкте (фазалық өту) – заттың сұйық және газ тәрізді фазалары арасындағы айырмашылықтар жоғалатын температура мен қысым мәндері. Заттың тұрақсыз нүктеден жоғары күйінде заттың конденсациясы болмайды.

Неазеотропты қоспа-құрамы қайнау және конденсация кезінде өзгертін екі немесе одан да көп сұйықтықтардың қоспасы.

Сығымдау-күбырдың немесе қысыммен жұмыс істейтін басқа жабдықтың беріктігі мен тығыздығына (саңылаусыздығына) гидравликалық немесе пневматикалық сынақтар.

Суару градирнясы-айналымдағы суды салқындатуға арналған құрылғы, онда су ауада ішінара булану арқылы салқындатылады.

Сұйықтық бөлгіш-сұйық зат тамшыларын ылғалды бу ағынынан бөлуге арналған аппарат.

Майды бөлгіш-майды суық агенті буынан бөлуге арналған компрессорлық тоңазытқыш машинасындағы құрылғы.

Салыстырмалы ылғалдылық-су буының мөлшерінің ауаның белгілі бір температурада болуы мүмкін су буының мөлшеріне қатынасы.

Жылыту коэффициенті-жылу сорғысының конденсаторында (кВт) бөлінетін жылу қуатының жылу сорғысының энергия тұтынуына қатынасы (кВт).

Салқындату-физикалық дене температурасын төмендету процесі. Табиғи салқындату-физикалық дененің температурасы қоршаған орта температурасынан жоғары болған кезде қоршаған ортаға жылуды қайтару арқылы салқындату процесі.

Жасанды салқындату-тоңазытқыш машинаны пайдалану есебінен қоршаған ортаға қарағанда төмен температураға дейін салқындату.

Дәнекерлеу-бұл бөлшектер арасында қосылатын бөлшектердің материалына (материалдарына) қарағанда анағұрлым төмен балқу температурасы бар балқытылған материалды (дәнекерді) енгізу арқылы әртүрлі материалдардан бөлшектердің бір бөліктен тұратын қосылуын алу үшін қолданылатын технологиялық операция.

Бу-қысым кезінде конденсация температурасына жақын температурада газ тәрізді зат.

Ылғалды бу-бұл жұқа бөлшектер түрінде бірдей сұйықтық бар қаныққан бу.

Қаныққан бу-сол құрамдағы сұйықтықпен немесе қатты денемен тепе-теңдікте болатын бу.

Қыздырылған бу-берілген қысым кезінде қайнау температурасынан жоғары температура.

Қызып кету-бу затының температурасы бар қысымда қайнау температурасынан жоғары.

Гипотермия-конденсацияланған сұйықтық температурасының берілген қысымдағы конденсация температурасынан төмендеуі

Дәнекерлеу-балқытылған түрде қосылған бөліктер арасындағы кеңістікті толтыратын және салқындағаннан және қатайғаннан кейін дәнекерленген қосылыс түзетін материал.

Тұздық-әдетте судағы тұздың ерітіндісі.

Реле-электрлік немесе электрлік емес кіріс әсерлерінің берілген өзгерістері кезінде электр тізбегін тұйықтауға немесе ашуға арналған электрлік немесе электрондық құрылғы (кілт).

Ресивер-суық агенті немесе жылу тасымалдағышты жинақтауға арналған сыйымдылық.

Суық агентті рециркуляциялау (немесе рециклинг) – сүзуді, ылғал мен майды кетіруді қамтитын бастапқы тазарту процесінен кейін кәдеге жаратылған озонды бұзатын заттарды қайта пайдалану. Бұл операция дала жағдайында жүргізілуі мүмкін.

Соленоидты клапан-электрлік басқарылатын, Сұйықтықтар мен газдардың барлық түрлерінің ағынын реттеуге арналған электромеханикалық құрылғы сигнал.

Қысымды арттыру дәрежесі - компрессордан шығатын қысымның компрессорға кіретін қысымға қатынасы.

Сублимация-заттың сұйық күйде болмай қатты күйден газ тәріздес күйге фазалық ауысуы.

Сыра (шарап) - жүзім шырыны.

Құрғақ ауа - су буы жоқ ауа.

Температураның сырғуы-тұрақты қысым кезінде қайнау немесе конденсация кезінде азеотропты емес қоспаның температурасының өзгеруі.

Температура слайд - "температура слайдын" қараңыз.

Жылу алмастырғыш-өзара бөлінген екі орта арасында жылу беруге арналған аппарат.

Салқындатқыш-жылу энергиясын бір жерден екінші жерге беру үшін қолданылатын сұйық немесе газ тәрізді зат.

Термобаллон-температураны өлшеу және реттеу жүйелерінің құрамында температураның бастапқы түрлендіргіші (датчигі) ретінде пайдаланылатын автоматтандыру жүйесіндегі сезімтал элемент.

Термодинамикалық жүйе-көптеген бөлшектерден тұратын және оны сипаттау үшін жеке бөлшектердің микроскопиялық сипаттамаларын тартуды қажет етпейтін макроскопиялық физикалық жүйе.

Термодинамикалық процесс-термодинамикалық жүйенің макроскопиялық күйінің өзгеруі.

Термореттегіш шұра (ТРИШ) – буландырғыштан шығатын жерде суық агентінің қызып кету шамасы бойынша буландырғышқа суық агентінің берілуін автоматты түрде реттеуге арналған механикалық немесе электромеханикалық құрылғы.

Ағын іздегіш-тоңазытқыш машинаның құбырлары мен аппараттарынан суық агентінің ағу орындарын іздеуге арналған құрылғы.

Шық нүктесі-ондағы су буы қанықтыру шекарасына жетуі үшін, яғни газдың салыстырмалы ылғалдылығы 100% болатындай ауа салқындауы керек температура.

Суық агентті кәдеге жарату (немесе рекуперациялау) – машиналардан, жабдықтардан, саңылаусыз ыдыстардан оны тазартпай және сапасын бағаламай ОБЗ алу, жинау және сақтау. Қазақстанда ОБЗ тұтынуды есепке алу ережелеріне сәйкес бұл ОБЗ болып табылмайтын басқа химиялық заттарды өндіру үшін шикізат ретінде қолдану болып табылады.

Суық агентті жою-озон қабатын қоса алғанда, қоршаған ортаға зиянды әсер етпейтін құрауыштарға оларды трансформациялау немесе ыдырату арқылы жою.

Флюс-органикалық және бейорганикалық шыққан, оксидтерді дәнекерленген беттерден шығаруға, беткі кернеуді азайтуға, сұйық дәнекерлеушінің таралуын жақсартуға және/немесе қоршаған ортаның әсерінен қорғауға арналған зат (көбінесе заттардың қоспасы).

Фреон-суық агенті ретінде қолданылатын қаныққан алифатты фтор бар көмірсутектер тобының техникалық атауы.

Суық агенті-температурасы жоғары денелерге беру үшін температурасы төмен денелерден жылуды сіңіріп, тоңазытқыш цикліне қатысатын зат.

Салқындатқыш-температурасы қоршаған орта температурасынан төмен салқындатқыш. Әдетте салқындатқыш салқындатқыштан салқындатқыштың буландырғышына жылу беру үшін қолданылатын салқындатқыш деп аталады.

Тоңазытқыш машина-қоршаған орта температурасынан төмен температураны жасанды түрде төмендетуге және ұстап тұруға арналған құрылғы.

Тоңазытқыш агент (суық агенті) – тоңазыту машинасының жұмыс заты, ол қайнаған кезде салқындатылатын объектіден жылуды алады, содан кейін қысылғаннан кейін оны конденсация есебінен салқындататын ортаға береді.



Тоңазытқыш коэффициенті-кВт-та көрсетілген тоңазытқыш машинаның суық өнімділігінің және оның кВт-та көрсетілген энергия тұтынуының қатынасы.

Салқындатқыш-сұйықтықты салқындатуға арналған тоңазытқыш.

Суық агентті эвакуациялау-суық агентті тоңазытқыш машинадан сыртқы ыдыстарға (баллондарға) оны қоршаған ортаға тастамай-ақ жылжыту үшін қажетті іс-қимылдар жиынтығы.

GWP (Global warming potential) – жаһандық жылынудың әлеуеті. Парниктік газдардың ғаламдық жылынуға әсер ету дәрежесін анықтайтын Коэффициент.

ODP (ozone depletion potential) – жер атмосферасының озон қабатының бұзылуына әртүрлі заттардың әсер ету дәрежесін анықтайтын коэффициент.

## Тест жауаптары

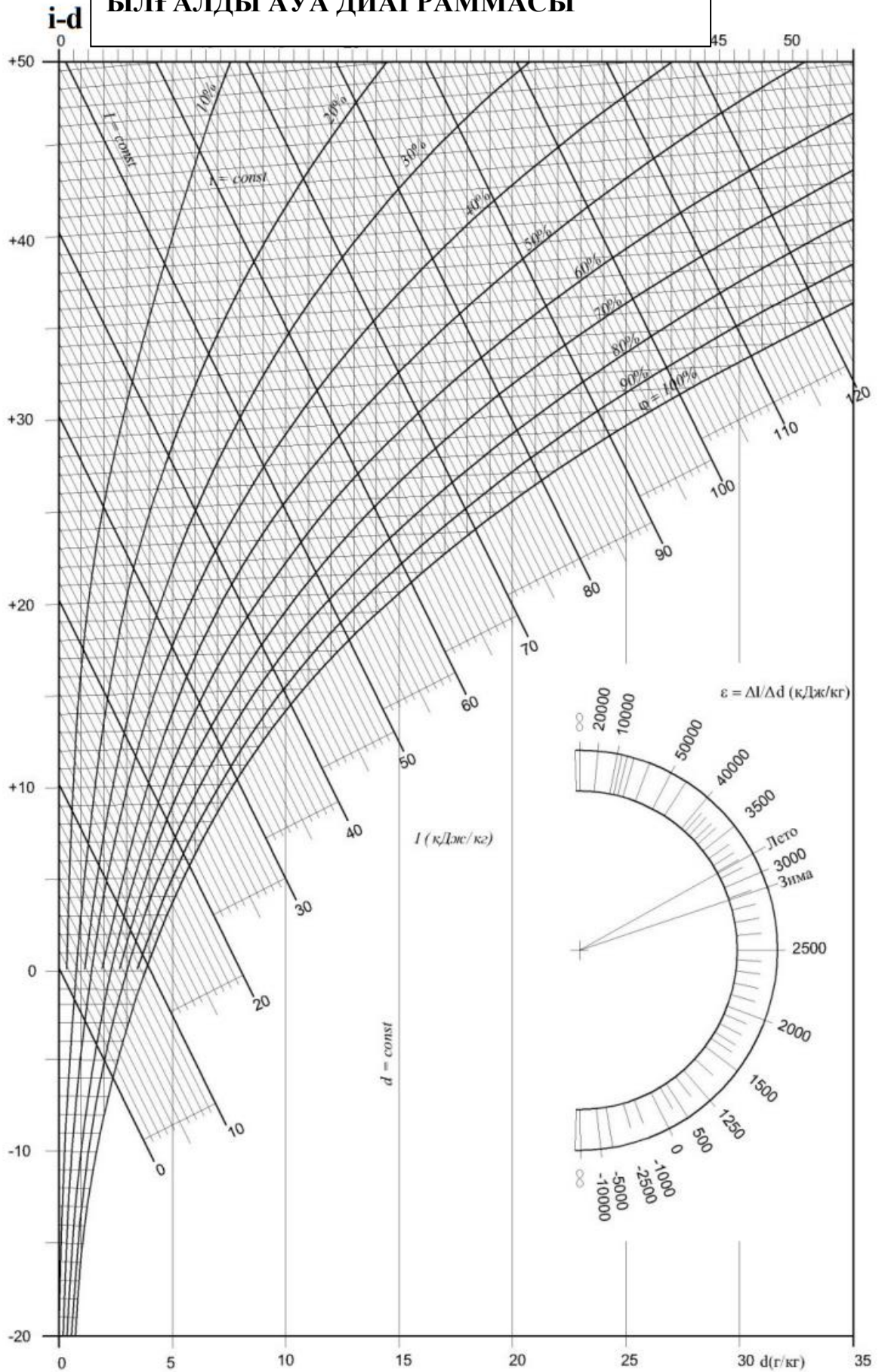
Тест/ Сұрақ нөмірі	1	2	3	4	5
<b>Тоңазытқыш техникасының теориялық негіздері</b>					
1.1 Тест	а	в	в	а	г
1.2 Тест	б	а	г	б	в
1.3 Тест	б	а	в	а	в
1.4 Тест	б	в	г	б	а
1.5 Тест	а	б	г	в	в
<b>Тоңазытқыш машиналар және олардың ақаулары туралы жалпы мәліметтер</b>					
2.1 Тест	а	б	в	б	а
2.2 Тест	в	б	а	в	г
2.3 Тест	в	б	б	а	г
2.4 Тест	б	в	г	а	б
2.5 Тест	а	г	г	б	в
2.6 Тест	г	в	а	б	в
2.7 Тест	а	а	в	б	в
2.8 Тест	в	а	а	б	г
2.9 Тест	б	а	а	б	в
2.10 Тест	а	в	а	в	б
2.11 Тест	в	а	в	б	г
2.12 Тест	г	б	а	а	б
<b>Тоңазытқыш жабдықтар мен қондырғыларды жөндеу және қызмет көрсету</b>					
3.1 Тест	а	а	г	б	б
3.2 Тест	г	б	б	в	в
3.3 Тест	б	в	в	г	б
3.4 Тест	г	б	а	в	а
3.5 Тест	б	в	а	б	б
3.6 Тест	а	б	в	г	в
3.7 Тест	в	а	в	б	г
3.8 Тест	б	б	в	г	а
3.9 Тест	а	в	г	б	в
<b>Негізгі тоңазытқыш жабдықтарын жөндеу</b>					
4.1 Тест	б	г	а	в	в
4.2 Тест	в	б	а	в	г
4.3 Тест	в	а	б	б	г
4.4 Тест	г	а	б	в	в
4.5 Тест	а	б	в	а	б
4.6 Тест	г	а	б	в	в
4.7 Тест	б	в	б	а	г
4.8 тесті	г	г	а	а	в
4.9 Тест	в	а	а	в	б
<b>Оңтайлы технологиялық режимдерді қамтамасыз ету</b>					
5.1 Тест	а	г	б	в	г
5.2 Тест	б	а	в	г	б
5.3 Тест	в	г	б	а	б

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

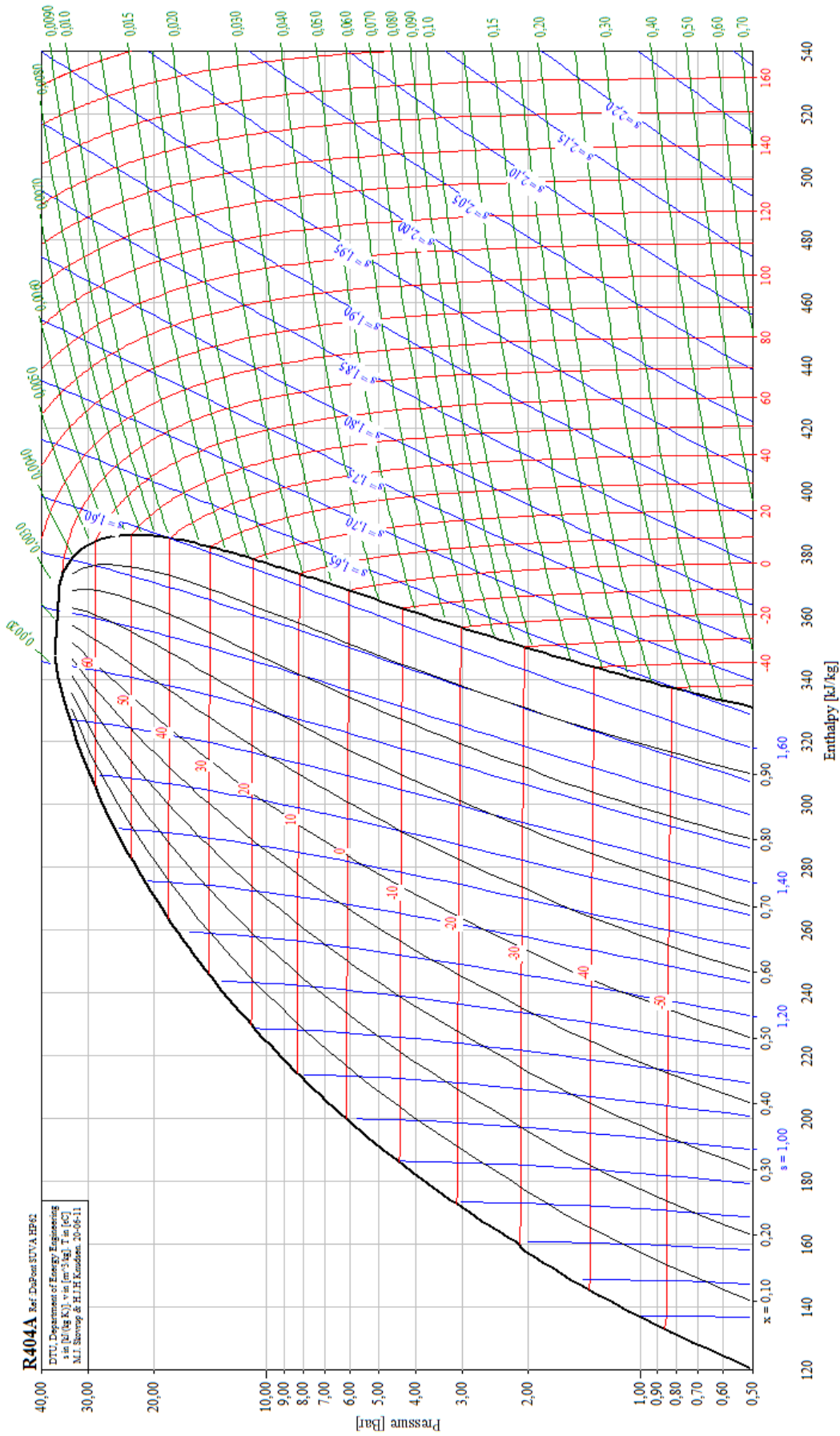
1. Альфа Лаваль. Пластинчатые теплообменники холодильных систем. – Италия, 2001.
2. Асамбаев, А. Ж., Омаров, М. С. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования: учебник. – Алматы, 2003.
3. Банов, М. Д. Сварка и резка материалов: учебное пособие / М. Д. Банов, Ю. В. Казаков, М. Г. Козулин – М.: Издательский центр «Академия», 2000.
4. Бараненко А. В., Бухарин Н.Н., Пекарев В.И., Сакун И.А., Тимофеевский Л.С. – СПб, Политехника, 1997.
5. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянов А.В. Холодильная техника. Свойства веществ: Справ. 4-е изд., перераб. — СПб.: Агропромиздат, 1999. — 320 с.
6. Бохан, К. А. Ремонт холодильных установок: учебное пособие. – Брянск, 2015.
7. Бриганти А. Руководство по техническому обслуживанию холодильных установок и установок для кондиционирования воздуха: Перевод с итальянского/ Под редакцией Гальперина А. Д. – Евроклимат, 2004.
8. Бурашников Ю. М. Охрана труда в пищевой промышленности, общественном питании и торговле: учеб. пособие для нач. проф. образования / Ю. М. Бурашников, А. С. Максимов. — 8-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 320 с.
9. Быков, А.В. Теплообменные аппараты. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
10. Дмитриев В. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования. Цикл лекций. - Кишинев, ТУМ, 2008. - 113 с.
11. Доссат Р., Хоран Т. Основы холодильной техники. – М.: Техносфера, 2008. – 824 с
12. Илюхин В.В., Монтаж, наладка, диагностика, ремонт и сервис оборудования предприятий молочной промышленности / В. В. Илюхин, И. М. Тамбовцев, М. Я. Бурлев. – СПб: ГИОРД, 2006.
13. Кобулашвили Ш. Н. Холодильная техника. Энциклопедический справочник. Том 2. –Госторгиздат, 1961.
14. Колтунов В.А. Качество плодоовощной продукции и технология ее хранения. Ч. I. Качество и сохранность картофеля и овощей: Монография. — К.: Киев. нац. тор.- экон. ун-т, 2004. -568 с.
15. Котзаоглиан П. Пособие для ремонтника. Справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования. – Эдем, 2007.
16. Курылев, Е. С. Холодильные установки / Е. С. Курылев, Н. А. Герасимов. – Л.: Машиностроение, 1980.

17. Кэйс В.М., Лондон А.Л. Компактные теплообменники. М.: Энергия, 2007.
18. Легаев А.И., Куничан В.А., Волкова Н.Н. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования отрасли. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2016. — 144 с.
19. Мааке, В. Учебник по холодильной технике / В. Мааке, Г.-Ю. Эккерт, Ж.-Л. Кашпен. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1998.
20. Милованов В. И. Долговечность малых холодильных компрессоров. – Агропромиздат, 1991.
21. Полевой А.А. Холодильные установки. — СПб.: «Профессия», 2011. — 472 с.
22. Семенов Ю.В. Системы кондиционирования воздуха с поверхностными воздухоохладителями. – ТЕХНОСФЕРА, 2014.
23. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Редактор Л. В. Гессен Том 4. Кинетика, теплота, звук. – АСТ, 2019
24. Хачкевич Ю.Г. Хранение плодов и овощей. – Мн.: Харвест, 2003. — 192 с.
25. Холодильная техника. Различные области применения холода. Справочник, под ред. А.В. Быкова. – М.: Агропромиздат, 1985.
26. Цой А. П. Холодильная техника и технология потребителей холода. Учебное пособие. Алматы, 2012. – 510 с
27. Шалбаев, К. К. Холодильные машины и установки. – Алматы: Министерство образования РК, 2005.
28. Шарафутдинов, Балакирев, Сibaгaттулин: Стандартизация, технология переработки и хранения продукции животноводства, учебники для вузов – Лань, 2019. – 624 с.
29. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. 23-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989.
30. Danfoss Commercial Compressors – 2004.
31. Skuhede Claes. Технический справочник по пластинчатым теплообменникам / Alfa Laval. - Алонте: Alfa Laval, 2001. - 170 с.

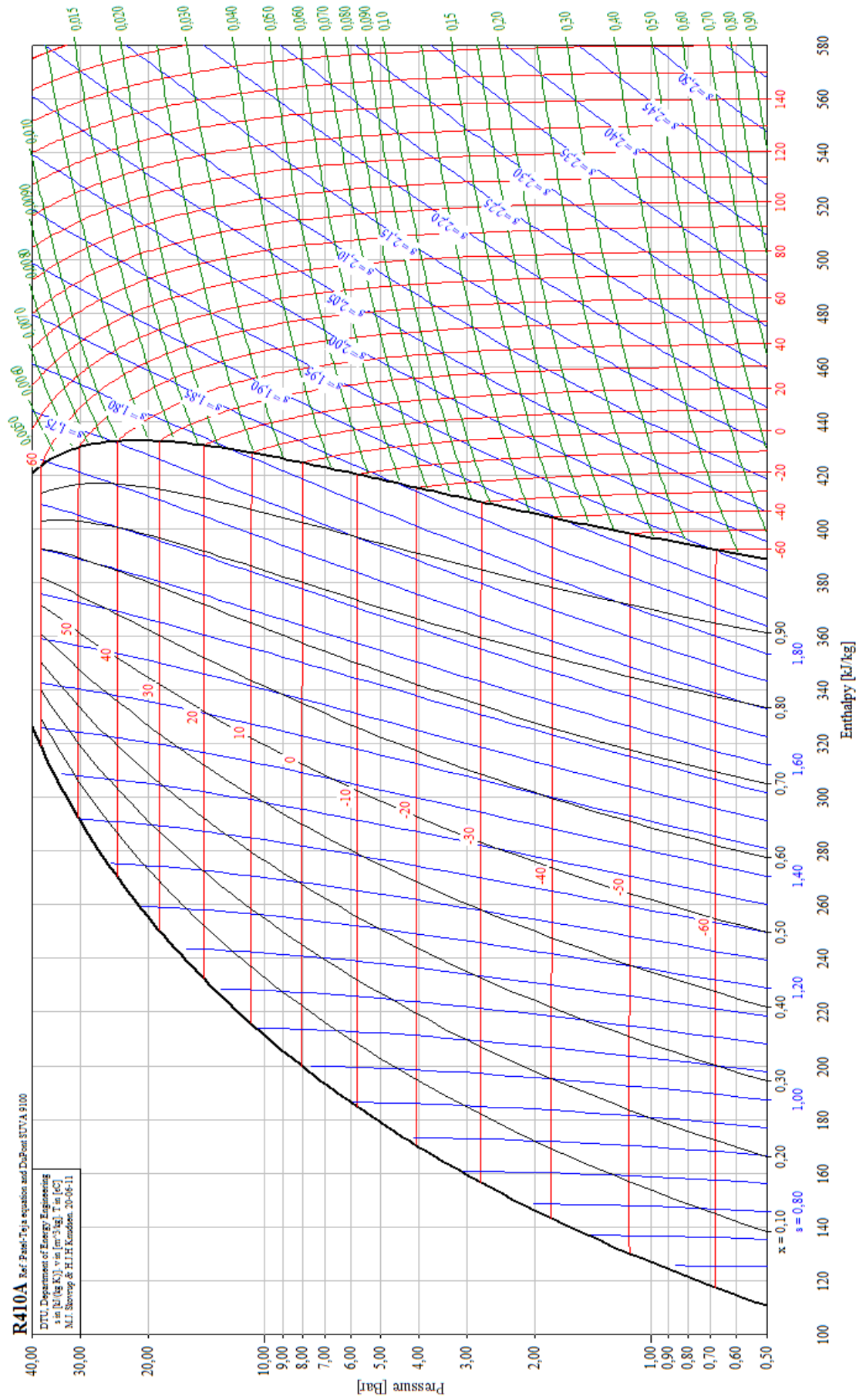
**ЫЛҒАЛДЫ АУА ДИАГРАММАСЫ**



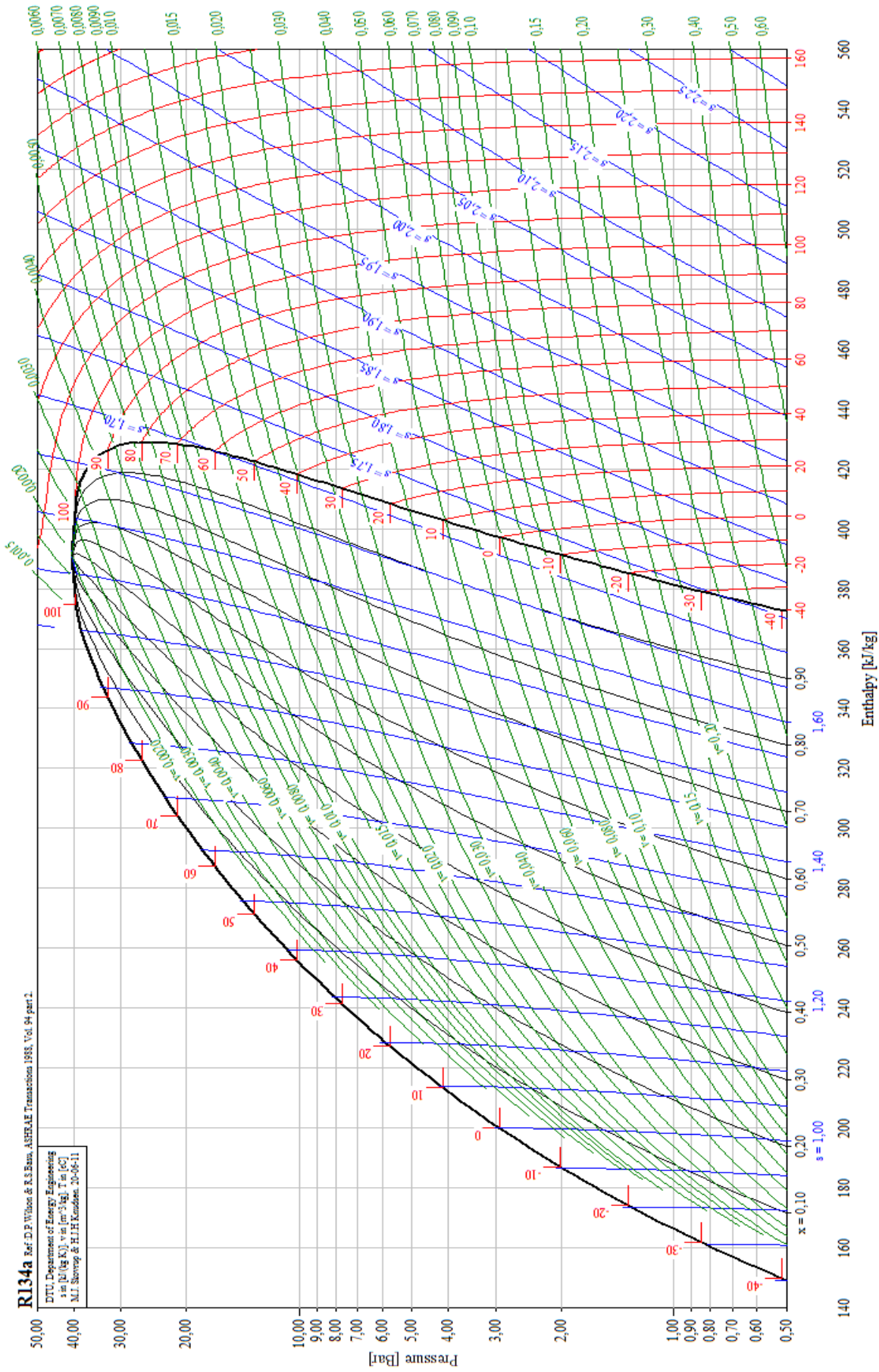
## А. 2 қосымшасы



### А. 3 қосымшасы

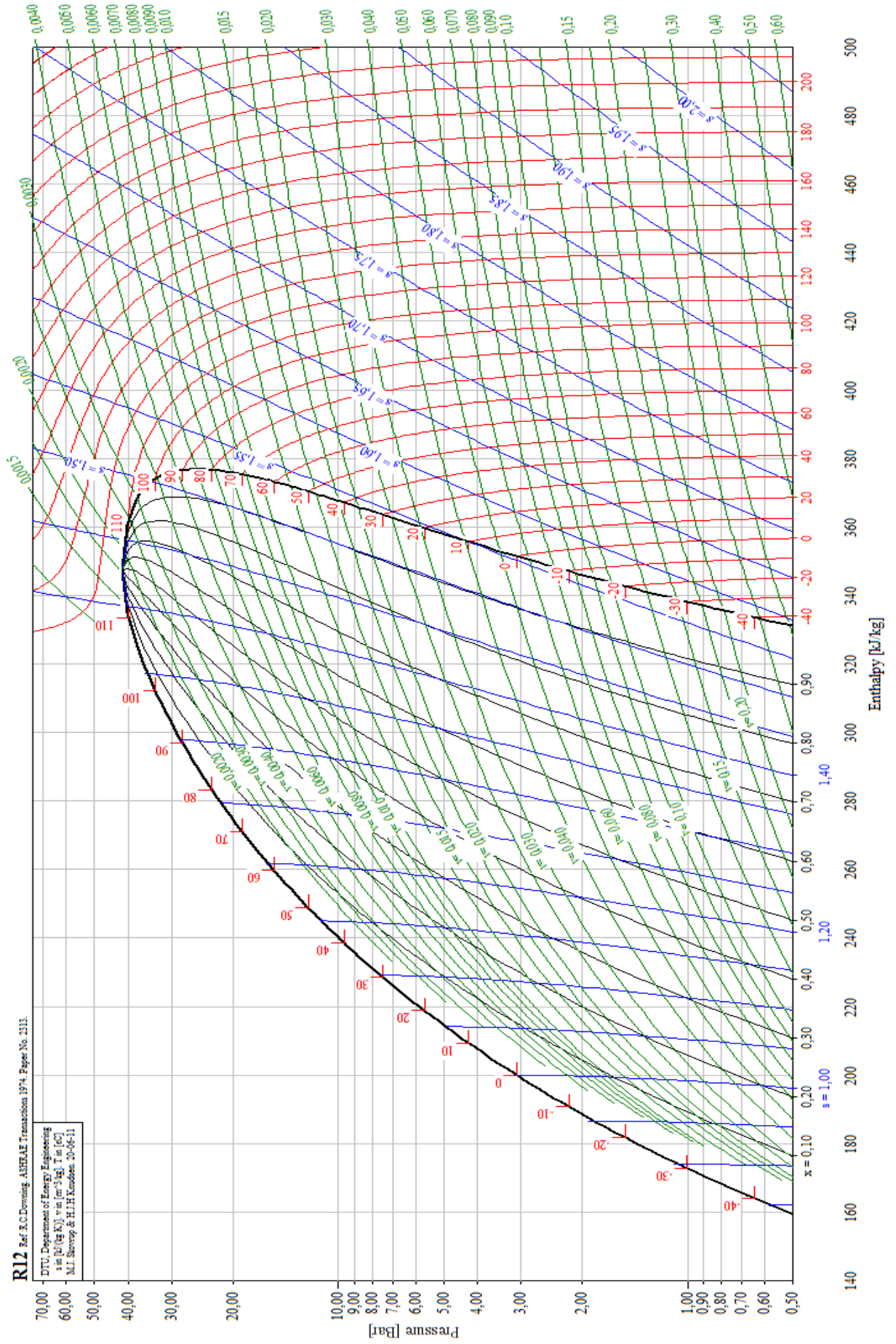


# А. 4 қосымшасы

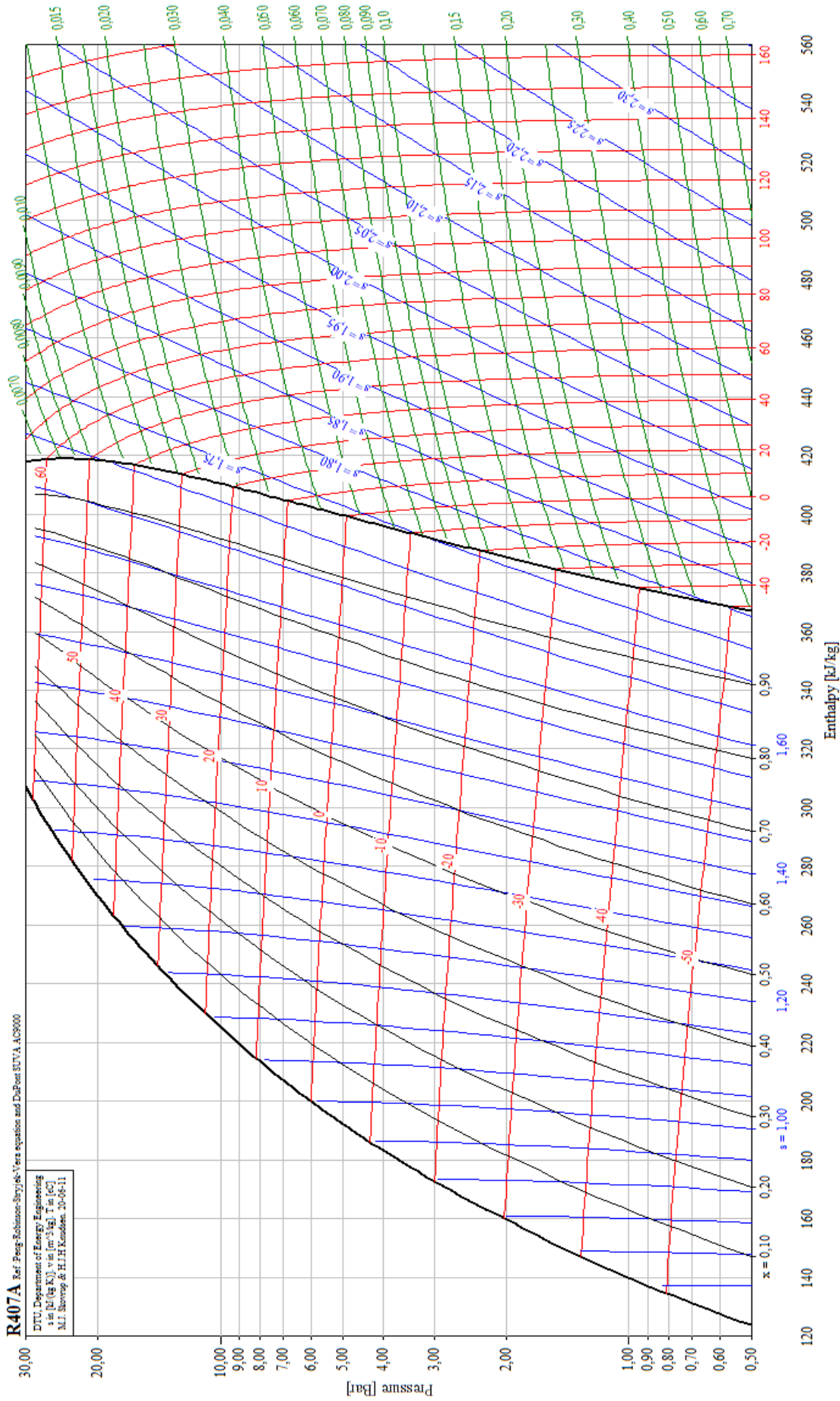




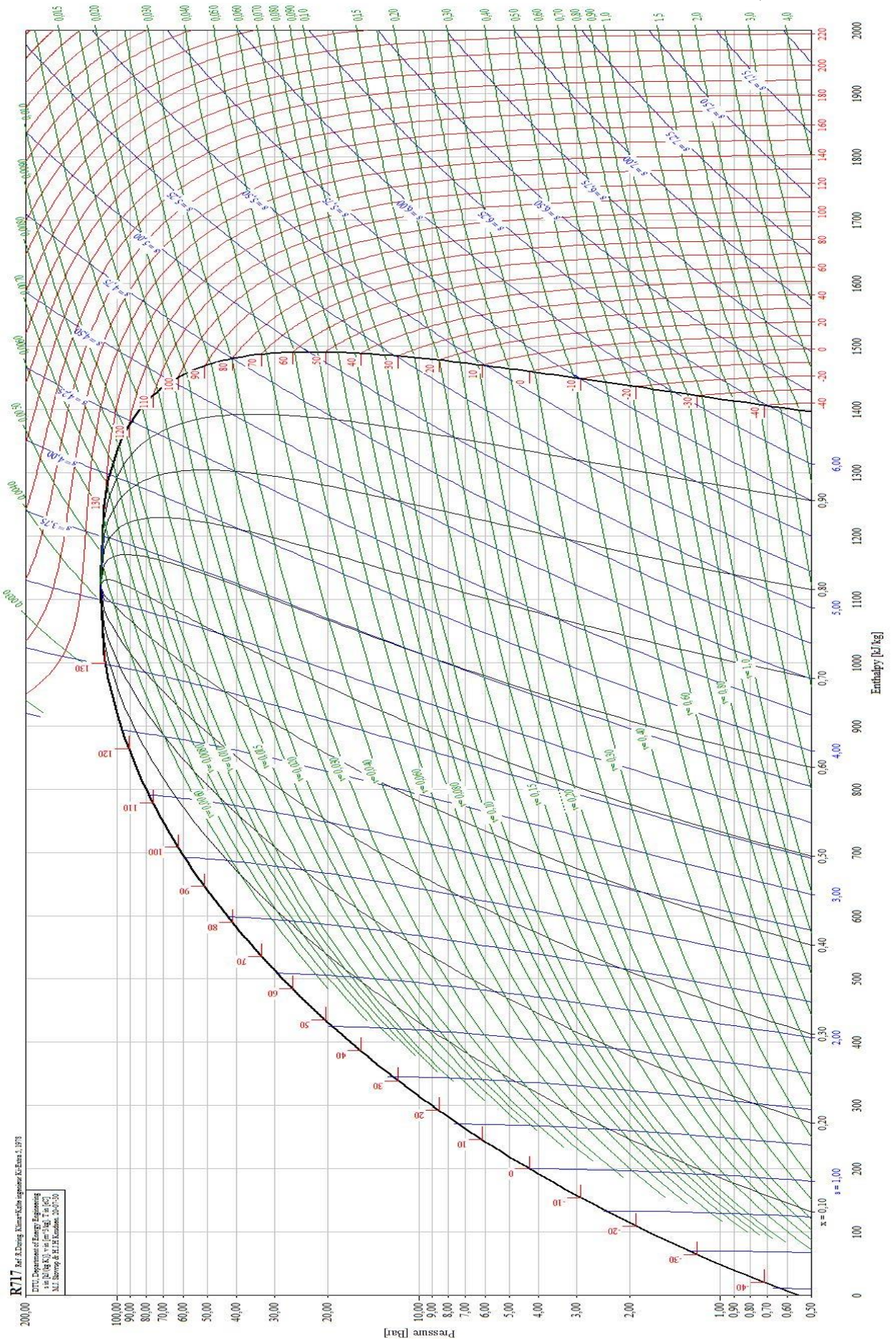
# A. 5 қосымшасы



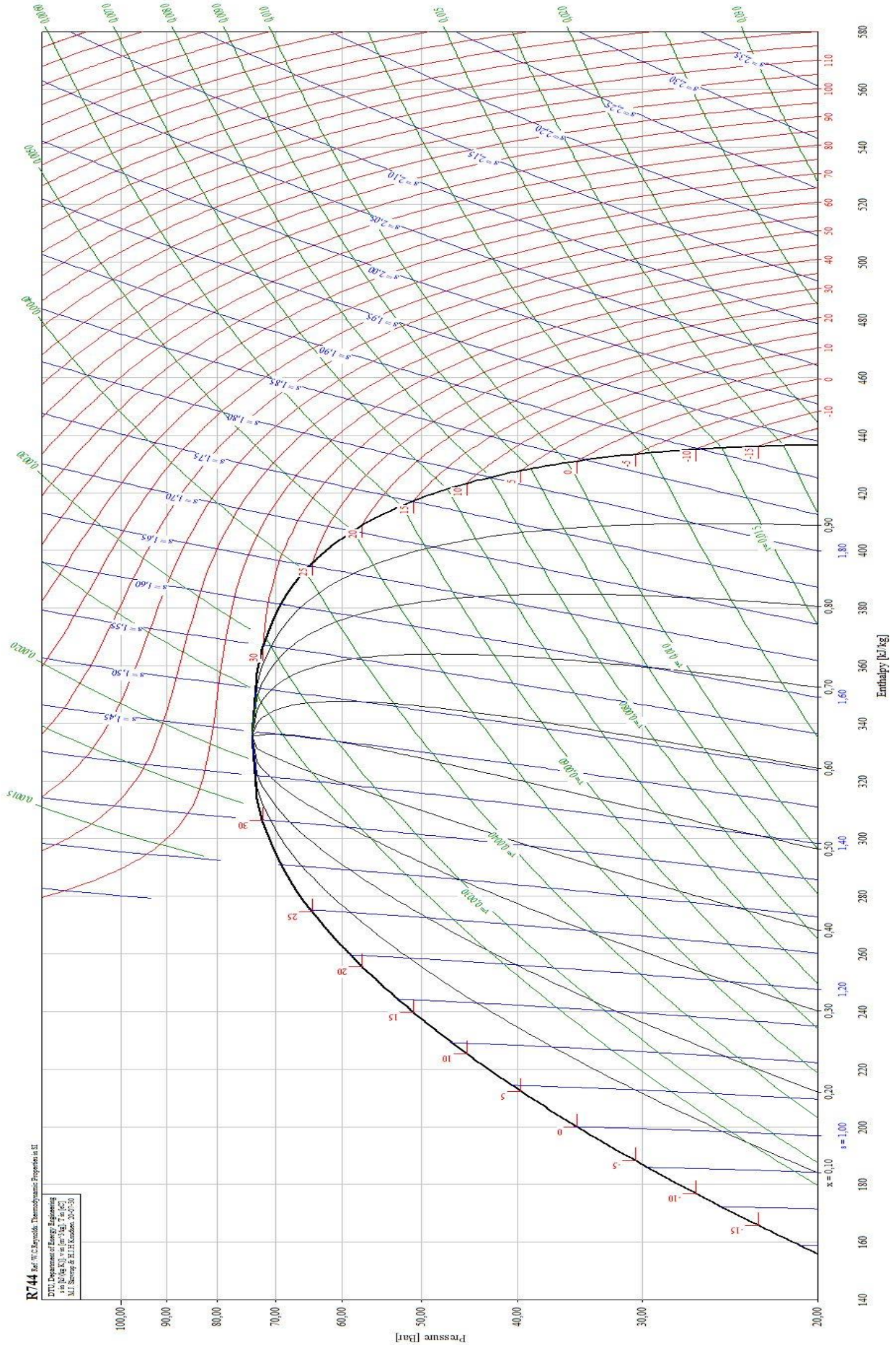
# А. 6 қосымшасы



# A. 7 қосымшасы

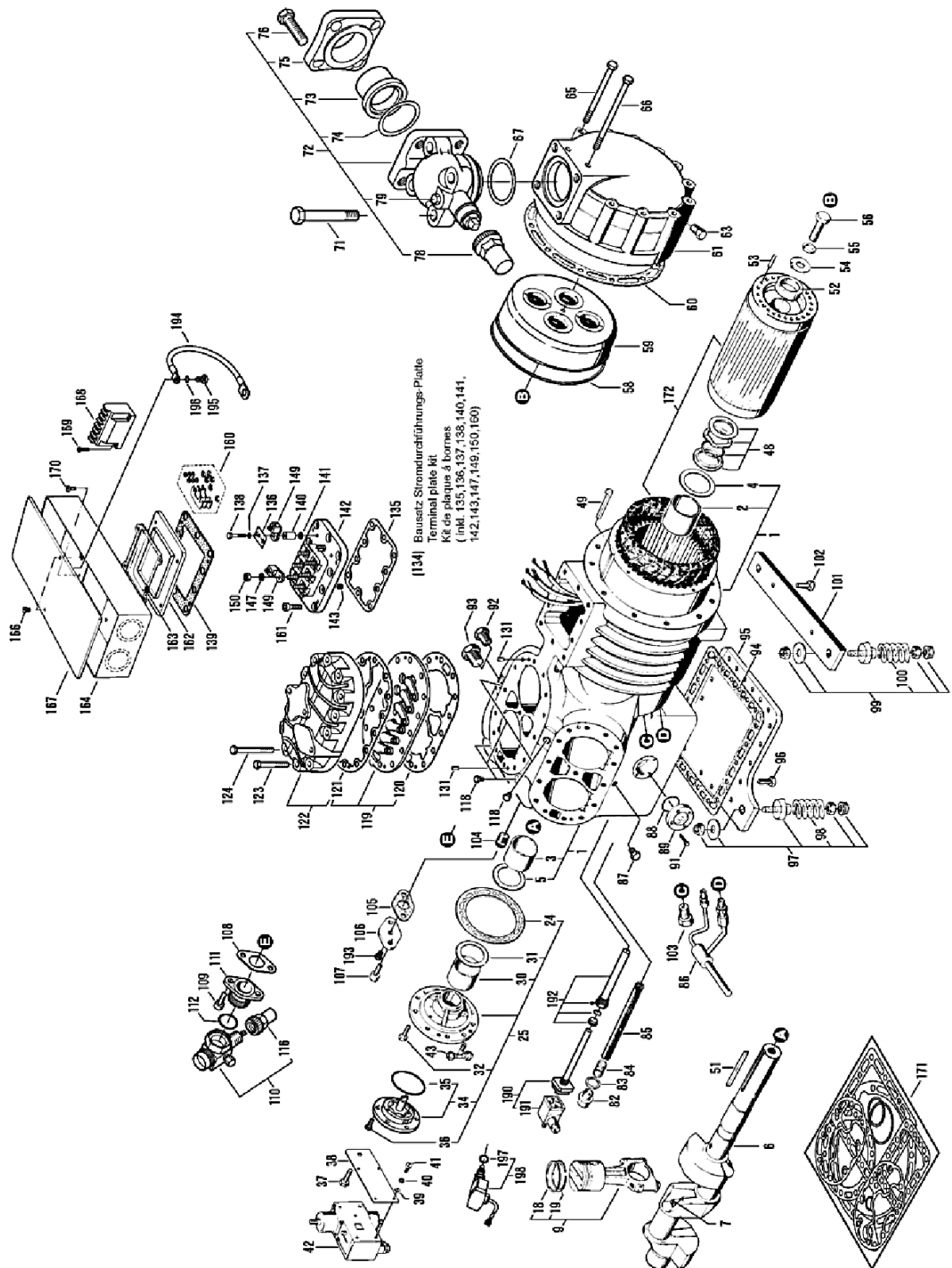


# А. 8 қосымшасы



## Б. 1 қосымшасы

### Bitzer 6he-28y компрессорлық құрастыру схемасы

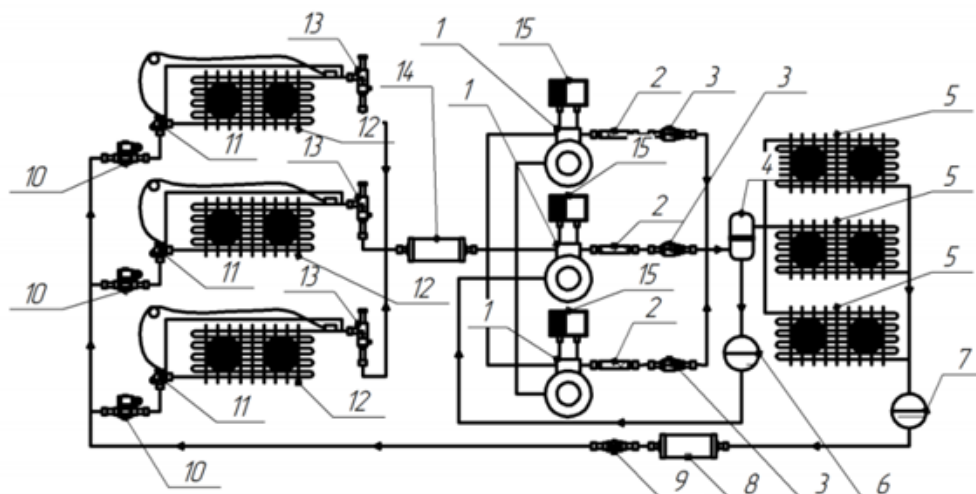


№	Кол-во саны	Атауы (ағылш.)	Атауы	Салмағы, кг	Мөлшері
1		housing	корпус	66	Ø70
2	1	bearing bush	мойынтірек жең	0,1	Ø50 x Ø45 x 47,5
3	1	bearing bush	мойынтірек жең	0,1	Ø50 x Ø45 x 47,5
4	1	thrust washer	төзімді шайба	0,013	Ø62 x Ø48 x 1,7
5	1	thrust washer	төзімді шайба	0,013	Ø62 x Ø48 x 1,7
6	1	crankshaft	иінді білік	12	Ø45 x 570
7	3	sealing screw	тығыздау бұрандасы	0,003	M8 x 1
9	6	connecting rod / piston	байланыстырушы өзек / піспек	0,5	Ø70
10	6	connecting rod	бұлғақ	0,270	
15	6	piston	піспек	0,3	Ø69,96 mm
16	6	wrist pin		0,05	Ø20 x Ø13 x 56
17	6	retaining ring with lugs	құлақ сақинасы	0,005	Ø20 x 1
18	6	compression ring	Қысу сақинасы	0,007	Ø 70 x 1,5
19	6	compression ring	Қысу сақинасы	0,009	Ø 70 x 1,5
24	1	gasket	төсеу	0,017	Ø182 x Ø133 x 1
25	1	bearing cover complete	мойынтірек қақпағы жиынтықта	7,5	
26	1	oil pressure relief valve	май қысымын төмендететін клапан	0,04	1/4
29	1	gasket ring	сақиналы сақина	0,001	A10 x 15 x 1
30	1	bearing bush	мойынтірек жең	0,1	Ø50 x Ø45 x 47,5
31	1	thrust washer	төзімді шайба	0,013	Ø62 x Ø48 x 1,7
32	10	Cheese Head Screw	цилиндр басы бар бұранда	0,026	M10 x 30
34	1	oil pump	май сорғы	0,85	
35	1	O-ring	о-төрізді сақина	0,001	Ø74 x 2
36	6	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,01	M8 x 20
37	1	cheese head screw	цилиндр басы бар бұранда	0,03	M10 x 30
38	1	fixing plate	бекіту тақтасы	0,126	140 x 40 x 3
39	2	washer	шайба	0,001	A 4,3
40	2	single coil spring washer	серіппелі шайба	0,001	A 4,3
41	2	cheese head screw	цилиндр басы бар бұранда	0,001	M 4x8
42	1	differential oil pressure cut-out	дифференциалды май қысымы	1,2	100 x 50 x 130
43	2	Schrader valve	Шредер клапаны	0,056	
48	1	shaft seal	білік тығыздағышы	150	
49	1	gib-headed key	кілтек	0,048	5 x 5 x 60
51	1	parallel key	кілтек	0,09	A12 x 8 x 100
52	0	is not required for this type !	бұл түрі үшін қажет емес!		
53	0	is not required for this type !	бұл түрі үшін қажет емес!		
54	1	thrust washer	төзімді шайба	0,08	Ø54 x Ø17 x 5
55	1	thrust washer	төзімді шайба	0,002	S 16
56	1	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,01	M16 x 45
58	1	retaining ring with lugs	құлақ сақинасы	0,1	Ø230
59	1	suction gas filter	газ сору сүзгісі	0,4	Ø220 x 50
60	1	gasket	төсеу	0,04	Ø286 x Ø236 x 0,38
61	1	housing cover	корпус қақпағы	15,5	Ø286 x 134
63	1	Sealing Plug	тығыздағыш штепсельдер	0,027	1/4"
65	10	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,12	M12 x 120
66	2	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,145	M12 x 150
67	1	gasket	төсеу	0,003	Ø76 x Ø60 x 1
71	4	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,182	M16 x 100
72	1	Shut-Off Valve	шұра	7	Ø54 (2 1/8)
73	1	Pipe Connection	құбырларды қосу	0,33	Ø54 (2 1/8")
74	1	Gasket	толтырғыш	0,006	Ø75 x Ø61 x 2
75	1	Clamping Plate	қысқыш плита	1,133	110 x 110
76	4	Hexagon Head Screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,108	M16 x 55
78	1	Protective Cap	қорғаныс қақпағы	0,046	
79	1	Sealing Plug	тығыздағыш штепсельдер	0,027	1/4"
82	1	sealing screw	тығыздау бұрандасы	0,07	M26 x 1,5
83	1	Gasket Ring	сақиналы сақина	0,009	A 26 x 31 x 2
84	1	pressure spring	серіппе	0,005	Ø23,5 x 28 x 1,8
85	1	oil filter	май сүзгісі	0,041	Ø20 x 200
86	1	oil return system	майды қайтару жүйесі	0,1	
87	1	Sealing Plug	тығыздағыш штепсельдер	0,027	1/4"
88	1	O-ring	о-төрізді сақина	0,001	Ø36,3 x 1,78
89	1	sight glass	көру әйнегі	0,18	Ø67 x 8,5
91	4	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,006	M6 x 20
92	1	sealing plug	тығыздағыш тығын	0,1	1/2
93	1	sealing plug	тығыздағыш тығын	0,1	3/4
94	1	gasket	төсеу	0,035	
95	1	bottom plate	төменгі тілімше	6,5	270x360x12
96	23	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,018	M10 x 25
97	1	vibration damper set	дірілге қарсы жинақ	0,19	Lo=42
98	2	damper element	демпферлік элемент	0,05	Lo=42
99	1	vibration damper set	дірілге қарсы жинақ	0,19	Lo=48
100	2	damper element	демпферлік элемент	0,05	Lo=48
101	1	foot	тілімше	2,3	369 x 60 x 13 x Ø21

№	Кол-во	Атауы (ағылш.)	Атауы	Салмағы, кг	Мөлшері
102	2	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,018	M10 x 25
103	2	gas equalising valve	газды теңестіру клапаны	0,1	
104	2	Pressure relief valve	қысымды төмендететін клапан	0,13	3/4"
105	1	Gasket	толтырғыш	0,004	91 x 52 x 1
106	1	blind flange	бітеуіш	0,32	91 x 52 x 13. Во. 1/8" NPTF
107	2	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,028	M10 x 30
108	1	gasket	төсеу	0,002	91 x 52 x 1
109	2	Cheese Head Screw	цилиндр басы бар бұранда	0,024	M10 x 25
110	1	shut-off valve	шұра	1,25	Ø35L (1 3/8") - 2"
111	1	Flange	ернемек	0,40	91x48x52, - 2"
112	1	Gasket Ring	сақиналы сақина	0,001	Ø45,5 x Ø42,5 x 1,5
116	1	protective cap	қорғаныс қақпағы	0,028	
118	4	sealing plug	тығыздағыш тығын	0,013	1/8
119	3	valve plate	клапан плитасы	2,4	
120	3	gasket	төсеу	0,041	253 x 155 x 1,0 (Ø70)
121	3	gasket	төсеу	0,005	253 x 155 x 0,5
122	3	cylinder head	цилиндр қақпағы	7	
123	36	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,001	M10 x 70
124	9	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,062	M10x90
131	6	parallel pin	штифт	0,01	6H 11 x 20
132	1	Set screw	орнату бұрандасы	0,005	M10 x 12
134	1	terminal plate kit	соңғы тілімше жиынтығы	2	
135	1	gasket	төсеу	0,012	165 x 120 x 0,4
136	1	Metal Plate For Grounding	жерге қосуға арналған металл тілімше	0,001	M6
137	1	thrust washer	төзімді шайба	0,002	S 6
138	1	hexagon head screw	алтыбұрышты бас бұрандасы	0,008	M6 x 35
139	1	gasket	төсеу	0,002	165 x 120 x 3
140	1	Spacer Sleeve	телкесі	0,018	D 14x6,3x21,4
141	1	toothed washer	тісті жуғыш	0,001	A6,4
142	1	terminal plate	терминал тілімше	1,6	
143	6	hexagon nut	алтыбұрышты жаңғақ	0,002	M5
147	6	single coil spring washer	серіппелі шайба	0,001	A 8
149	7	cable connector	кабель қосқышы	0,03	
150	6	hexagon nut	алтыбұрышты жаңғақ	0,005	M 8
160	1	conversion kit	қайта жабдықтауға арналған жиынтық	0,03	
161	10	cheese head screw	цилиндр басы бар бұранда	0,03	M10 x 20
162	1	centering plate	орталық тілімше	0,11	167 x 122 x 12
163	1	gasket	төсеу	0,011	133 x 117 x 2
164	1	terminal box	тарату қорабы	0,6	313 x 175 x 84
166	6	cheese head screw	цилиндр басы бар бұранда	0,002	M5 x 20
167	1	cover	қақпақ	0,2	313 x 175
168	1	protection device	қорғау құрылғысы	0,06	
169	2	Cross Recessed Raised Screw	крест тәрізді бұранда	0,004	M4 x 10
170	4	cross recessed raised screw	крест тәрізді бұранда	0,02	M6 x 16
171	1	gasket set	төсемдер жиынтығы	0,34	
172	1	built-in motor	кіріктірілген қозғалтқыш	48	Ø223
175	1	gasket	төсеу	0,002	165 x 120 x 3
176	1	gasket	төсеу	0,005	
190	1	Crankcase Heater	Картер жылытқышы	0,22	
191	1	electric connector of the machine / device	электр машина / құрылғы қосқышы	0,034	Тип GDM 209
192	1	heater sleeve	жылытқыш жең	0,13	3/8
193	1	sealing plug	тығыздағыш тығын	0,013	1/8
194	1	cable	кабель	0,05	M6 x 220
195	1	cross recessed raised screw	крест тәрізді бұранда	0,005	M6 x 12
196	1	toothed washer	тісті жуғыш	0,001	A6,4
197	1	Gasket Ring	сақиналы сақина	0,001	A20 x 24 x 1,5
198	1	differential oil pressure cut-out	дифференциалды май қысым қосқышы	0,25	

## Б. 2 қосымшасы

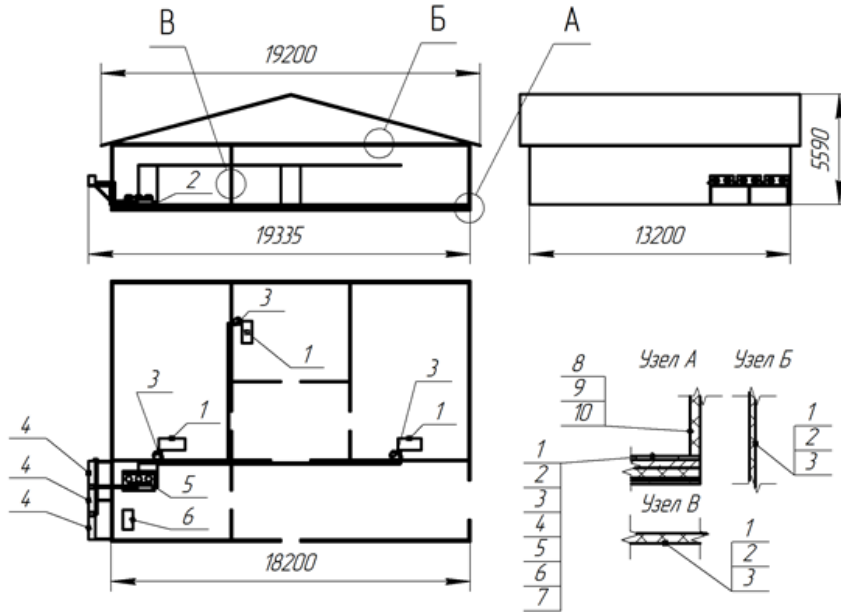
### Үш компрессоры, конденсаторлары және буландырғыштары бар тоңазытқыш қондырғысының орналасу схемасы



№	Атауы	кол-да
1	компрессор	3
2	вибро сөндіргіш	3
3	кері клапан	3
4	май бөлгіш	1
5	ауаны салқындату конденсаторы	3
6	май ресивері	1
7	желілік ресивер	1
8	сүзгі кептіргіштер	1
9	көру әйнегі	1
10	соленоидты шұра	3
11	термореттегіш шұра	3
12	ауа салқындатқыш	3
13	булану қысымын реттегіш	3
14	ауыстырылатын қатты өзегі бар сүзгі кептіргіші	1
15	төмен және жоғары қысымды қос блокты реле	3



Тоңазытқыш пен қондырғының жоспары



№	Атауы	Саны
1	Ауа салқындатқыш	3
2	Агрегаттың вибро негізі	1
3	Термореттегіш шұра	3
4	Ауамен салқындату конденсаторы	3
5	Фреон агрегаты, жиынтықта: ресивер, май бөлгіш, 2 кептіргіш сүзгі, 3 реле басатын компрессор, ылғалдылық индикаторы, 3 кері клапан	1
6	Электр тарту шкафы	1

Атауы	
<b>А торабы</b> Еден және сыртқы қабырға	
1	Ауыр бетоннан жасалған монолитті бетон жабыны
2	Армобетон тұтастырғышы
3	Рубероид
4	Пенопласт
5	Рубероид
6	Цемент құм ерітіндісі
7	Тығыздалған құм
8	Болат илемі
9	Пенополиуретан
10	Болат илемі
<b>Б торабы</b> Ішкі қабырға	
1	Болат илемі
2	Пенополиуретан
3	Болат илемі
<b>В торабы</b> Жабын	
1	Болат илемі
2	Пенополиуретан
3	Болат илемі

**В. 1 қосымшасы**

**R134a Тоңазытқыш қондырғыларына арналған капиллярлық түтіктерді таңдау кестесі**

Суық өнімділігі		КАПИЛЛЯРЛЫҚ ТҮТІК	
ASHRAE шарттары бойынша (ккал/сағ)	SECOMAF шарттары бойынша (Вт)	Ішкі диаметрі (мм)	Ұзындығы (м)
2210	2298	2	2
1987	2066	2	2,5
1818	1891	2	3
1679	1746	2	3,5
1500	1560	1,8	2,5
1258	1308	1,8	3,5
1179	1226	1,5	1,5
1022	1063	1,5	2
908	944	1,5	2,5
824	857	1,5	3
756	786	1,5	3,5
701	729	1,5	4
645	671	1,2	1,5
554	576	1,2	2
490	510	1,2	2,5
442	460	1,2	3
391	407	1	1,5
333	346	1	2
294	306	1	2,5
264	275	1	3
241	251	1	3,5
210	218	0,8	1,5
179	186	0,8	2
157	163	0,8	2,5
145	151	0,7	1,5
123	128	0,7	2
108	112	0,7	2,5
97	101	0,7	3
94	98	0,6	1,5
79	82	0,6	2
70	73	0,6	2,5
62	64	0,6	3
56	58	0,5	1,5
48	50	0,5	2
42	44	0,5	2,5

Назар аударыңыз! Әрқашан капиллярлық түтікті таңдағанда, осы кестеге ғана емес, компрессор өндірушісінің құжаттамасына назар аударыңыз.

Конденсация температурасы (°C) 45

Гипотермия температурасы (°C) 45

Сору температурасы (°C) 32

Конденсация температурасы 1 К-ге көтерілгенде капилляр ұзындығының 2% - ға артуы.

## В. 2 қосымшасы

### Суық агенттердің физикалық қасиеттері

#### Хлорфторкөміртектер

Обозначение	Химическая формула	$t_0, ^\circ\text{C}$	$t_{кр}, ^\circ\text{C}$	$p_{кр}, \text{МПа}$	ODP	GWP
R11	$\text{CCl}_3\text{F}$	23,8	198,0	4,41	1,0	4000
R12	$\text{CCl}_2\text{F}_2$	-29,8	112,0	4,13	1,0	8500
R12B1	$\text{CClBrF}_2$	-3,7	154,5	4,124	3,0	-
R13	$\text{CClF}_3$	-81,4	28,8	3,87	1,0	11700
R13B1	$\text{CBrF}_3$	-57,7	67,0	3,985	10,0	5600
R113	$\text{CClF}_2-\text{CCl}_2\text{F}$	47,6	214,1	3,41	0,8	5000
R114	$\text{CClF}_2-\text{CClF}_2$	3,8	145,7	3,26	1,0	9300
R115	$\text{CClF}_2-\text{CF}_3$	-38,0	80,0	3,16	0,6	9300

#### Гидрофторхлоркөміртектер

Обозначение	Химическая формула	$t_0, ^\circ\text{C}$	$t_{кр}, ^\circ\text{C}$	$p_{кр}, \text{МПа}$	ODP	GWP
R21	$\text{CHCl}_2\text{F}$	8,7	178,45	5,19	0,04	-
R22	$\text{CHClF}_2$	-40,8	96,1	4,986	0,05	1700
R123	$\text{CF}_3-\text{CCl}_2\text{H}$	27,9	183,7	3,67	0,02	93
R124	$\text{CHClF}-\text{CHF}_3$	-13,2	122,2	3,57	0,023	480
R141b	$\text{CH}_3-\text{CClF}_2$	32,2	204,4	4,25	0,11	630
R142b	$\text{CH}_3-\text{CClF}$	-9,8	137,0	4,14	0,06	2000
R502	R22/R115	-45,4	82,2	4,08	0,18	4510
R503	R13/R23	-88,7	19,5	4,36	0,5	11900
R504	R32/R115	-57,2	66,4	4,76	0,133	2900

#### Озонға қауіпсіз суық агенттер

Хладагент	Химическая формула	$t_0, ^\circ\text{C}$	$t_{кр}, ^\circ\text{C}$	GWP
R23	$\text{CHF}_3$	- 82,1	25,9	12000
R32	$\text{CH}_2\text{F}_2$	- 51,7	78,2	550
R125	$\text{CHF}_2-\text{CF}_3$	- 48,1	66,2	3400
R143a	$\text{CH}_3-\text{CF}_3$	- 47,2	72,9	4300
R161	$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{F}$	- 37,1	102,2	12
R218	$\text{C}_3\text{F}_8$	- 36,6	71,9	8600
R134a	$\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$	- 26,1	101,1	1300
R152a	$\text{CH}_3-\text{CHF}_2$	- 24,0	113,3	120
R131i	$\text{CF}_3\text{I}$	- 22,5	122,0	1
R227ea	$\text{CF}_3-\text{CHF}-\text{CF}_3$	- 15,6	102,8	3500
R236fa	$\text{CF}_3-\text{CH}_2-\text{CF}_3$	-1,4	124,9	9400
R245fa	$\text{CHF}_2-\text{CHF}-\text{CHF}_2$	15,1	154,1	950
R116	$\text{C}_2\text{F}_6$	- 78,2	19,86	11400
RC318	$\text{C}_4\text{F}_8$	-5,85	115,32	5279
RE347mcc	$\text{CF}_3-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\text{O}-\text{CH}_3$	34,2	164,55	368
R846	$\text{SF}_6$	- 63,8	45,56	24900
R1234yf	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$	- 29,45	95,65	4

**В. 3 қосымшасы**

**Бірліктердің халықаралық жүйесі, ӨЖ**

**Негізгі шамалар**

Шамасы		Бірлік			
Атауы	Өлшем белгісі	Атауы		Белгісі	
		орыс	француз / ағылшын	орыс	халықаралық
<u>Ұзындығы</u>	L	<u>метр</u>	mètre/metre	м	m
<u>Массасы</u>	M	<b>килограмм</b> [К 2]	kilogramme/kilogram	кг	kg
<u>Уақыты</u>	T	<u>секунд</u>	seconde/second	с	s
<u>Электр тогының күші</u>	I	<u>ампер</u>	ampère/ampere	Ал	A
Термодинамикалық температура	Ө	<u>Келвин</u>	kelvin	К	К
<u>Заттар саны</u>	N	<u>моль</u>	mole	моль	mol
<u>Жарық күші</u>	J	<u>кандела</u>	candela	КҚ	cd

**Туынды шамалар**

Шамасы	Бірлік		Белгісі		Негізгі бірліктер
	орыс атауы	француз / ағылшын атауы	орыс	халықаралық	
<u>Жазық бұрыш</u>	<b>радиан</b> [К 3]	radian	рад	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
<u>Дене бұрышы</u>	<b>стерадиан</b> [К 3]	steradian	ср	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
Цельсий Температурасы [К 4]	<u>Цельсий дәрежесі</u>	degré Celsius/degree Celsius	°C	°C	К
<u>Жиілік</u>	<u>герц</u>	hertz	Гц	Hz	$s^{-1}$
<u>Күші</u>	<u>ньютон</u>	newton	Н	N	$кг \cdot м \cdot с^{-2}$
<u>Энергия</u>	<u>джоуль</u>	joule	Дж.	J	$H \cdot M = кг \cdot м^2 \cdot с^{-2}$
<u>Қуат</u>	<u>ватт</u>	watt	Вт	W	$Дж / с = кг * м^2 * с^{-3}$
<u>Қысым</u>	<u>паскаль</u>	pascal	Па	Pa	$H/m^2 = кг * м^{-1} * с^{-2}$
<u>Жарық ағыны</u>	<u>люмен</u>	lumen	лм	lm	$кд * ср$
<u>Жарықтандыру</u>	<u>люкс</u>	lux	лк	lx	$лм / м^2 = кд * ср/м^2$
<u>Электр заряды</u>	<u>кулон</u>	coulomb	Кл	C	$A * с$
<u>Потенциалдар</u>	<u>вольт</u>	volt	В	V	$Дж / Кл = кг *$

Шамасы	Бірлік		Белгісі		Негізгі бірліктер
	орыс атауы	француз / ағылшын атауы	орыс	халықаралық	
<u>айырмасы</u>					$m^2 \cdot c^{-3} \cdot A^{-1}$
<u>Қарсылық</u>	<u>ом</u>	ohm	Ом	$\Omega$	$V / a = kg \cdot m^2 \cdot c^{-3} \cdot A^{-2}$
<u>Электроемкость</u>	<u>фарад</u>	farad	Ф.	F	$Cл / B = c^4 \cdot A^2 \cdot kg^{-1} \cdot m^{-2}$
<u>Магнит ағыны</u>	<u>вебер</u>	weber	ДБ	Wb	$kg \cdot m^2 \cdot c^{-2} \cdot A^{-1}$
<u>Магниттік индукция</u>	<u>тесла</u>	tesla	Тл	T	$ДБ / m^2 = kg \cdot c^{-2} \cdot A^{-1}$
<u>Индуктивтілік</u>	<u>генри</u>	henry	Гн	H	$kg \cdot m^2 \cdot c^{-2} \cdot A^{-2}$
<u>Электр өткізгіштік</u>	<u>сименс</u>	siemens	См	S	$Ом^{-1} = c^3 \cdot A^2 \cdot kg^{-1} \cdot m^{-2}$
<u>Радиоактивті көздің белсенділігі</u>	<u>беккерель</u>	becquerel	Бк	Bq	$c^{-1}$
Иондаушы сәулеленудің сіңірілген дозасы, керма	<u>грей</u>	gray	Гр	Gy	$Дж / кг = m^2 / c^2$
Иондаушы сәулелену дозасының баламасы	<u>зиверт</u>	sievert	Зв	Sv	$Дж / кг = m^2 / c^2$
<u>Катализатор белсенділігі</u>	<u>катал</u>	katal	кат	kat	моль / с

**В. 4 қосымшасы**

**Тамақ өнімдерін сақтау режимдері**

Сауда және қоғамдық тамақтандыру кәсіпорнындағы тоңазытқыштардың ішкі ауасының есептік параметрлері

Өнім атауы	Есептік температура, °С	Есептелген салыстырмалы ылғалдылық, %	Келіп түсетін өнімдердің температурасы, °С	Өнімдерді сақтау мерзімі, тәулік
Ет, құс еті, жартылай фабрикаттар	0	85	5	3
Балық	-2	85	5	3
Сүт және сүт өнімдері	2	80	8	2
Гастрономиялық тауарлар	0	80	5	3
Жемістер, көкөністер, сусындар	4	80	20	3
Тамақ қалдықтары	0	85	20	2
Мұздатылған және мұздатылған өнімдер	-15	90	-12	3

**Тарату тоңазытқыштарындағы өнімдерді сақтау режимдері**

Тарату үй-жайларының камералары	Есептелген ауа параметрлері		Өнімнің температурасы, °С		Сақтау немесе мұздату ұзақтығы
	Температура, °С	Салыстырмалы ылғалдылық, %	Оқуға түсушінің	шығатын	
<b>Сақтау камералары</b>					
Салқындатылған өнімдер	-3-тен 4-ке дейін	85-90	12	0	1-6 ай (ірімшіктер) 6-8 ай (жұмыртқа)
Салқындатылған ет	2	85-90	8	2	10-15 тәулік
<b>Тоңазытқыштардағы мұздатылған өнімдердің сыйымдылығына байланысты</b>					
3000 т кем	-20	95-98	-8	-20	8-10 ай
3000 т және одан астам	-25	95-98	-8	-25	10-12 ай
<b>Тоңазытқыштардағы сыйымдылығы әмбебап камералар</b>					
3000 т кем	0/-20	85-90/95-98	Салқындатылған немесе мұздатылған өнімдер үшін пайдалануға байланысты		
3000 т астам	0/-25	85-90/95-98			
Мұздатқыш камералар	-30	95-98	4	-8	20-22 сағ
Жүктеу және түсіру камерасы	-20	90-95	12	-8	-
Сұрыптау камералары және экспедиция	0	85-90	-	-	-

**Ет комбинаттарының тоңазытқыштарында өнімдерді сақтау режимдері**

Камералардың атауы	Ауа параметрлері		Өнімнің температурасы		Сақтау немесе суықтай өңдеу ұзақтығы, сағ
	Температура, °С	Салыстырмалы ылғалдылық %	Бастауыш	Соңғы	
<b>Камералар</b>					
Жылдам бір сатылы ет салқындату	-3	95-98	39	4	16
Бір фазалы етті мұздату	-30	95-98	39	-8	27
Туннельде мұздату	-30	95-98	39	-8	10
<b>Ет сақтау</b>					
Салқындатылған	-1	85-90	4	-1	24
балмұздақ	-20	95-98	-8	-20	24
<b>Ішкі өнімдерді салқындату</b>					
Сөрелерде	-1	95-98	32	4	24
Туннельдерде	-1	95-98	32	4	4
Тағамдық ерітілген майды салқындату және қысқа мерзімге сақтау	+4	85-90	27-40	8-10	2 (сақтау)
Экспедиция	12	85-90	-	-	-

**Өнеркәсіптік балық тоңазытқыштарының болжамды өнімділігі**

Тоңазытқыштың шартты сыйымдылығы, т	Мұздатқыш камералардың өнімділігі, т / тәул.	Батарея сыйымдылығы, т	Мұз зауытының өнімділігі, т / тәул.	Мұз қоймасының сыйымдылығы, т
100	10	20	5	30
200	20	40	15	80
300	30	50	20	100
750 және одан көп	50-70	75	-	-

## Г. 1 қосымшасы Компрессорларды беру коэффициенттері

Төменде әртүрлі компрессорлар үшін жем коэффициенттерінің мәндерінің мысалдары келтірілген.

1. Ескі үлгідегі піспекті компрессорлар үшін (2a110-7, 2a220-7) Қысымның 2-ден 10-ға дейін көтерілу дәрежелері аралығында:

$$\lambda = 1 - 0,05 \left( \frac{p_k}{p_0} \right).$$

2. Жартылай саңылаусыз піспекті Bitzer компрессорлары үшін:

$$\lambda = 1 - 0,043 \left( \frac{p_k}{p_0} \right).$$

3. Ескі модельдердің бұрандалы компрессорлары үшін:

$$\lambda = a_0 + a_1 \left( \frac{p_k}{p_0} \right) + a_2 t_k + a_3 \left( \frac{p_k}{p_0} \right) t_k + a_4 \left( \frac{p_k}{p_0} \right)^2 + a_5 \left( \frac{p_k}{p_0} \right)^2 t_k,$$

онда  $t_k$  - конденсация температурасы, °C;

$a_0, \dots, a_5$  - кестеде анықталған компрессор моделіне байланысты қабылданатын коэффициенттер. 1.  $a_1 a_2 a_3 a_4 a_5$

Маркасы	Коэффициенттер						Ескертпе
	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	
21A130-7-1	0,9	0,0055	-0,0029	0	-0,0038	0	$p_k/p_0 = 2 \dots 6$ ; $t_k = 30 \dots 50 \text{ } ^\circ\text{C}$
21A130-7-3	0,7411	0,0214	-0,0010	-0,0001	-0,0019	0	$p_k/p_0 = 6 \dots 11$ ; $t_k = 30 \dots 50 \text{ } ^\circ\text{C}$
21A280-7-1	0,9573	0,0019	-0,0019	-0,0003	-0,0018	0	$p_k/p_0 = 2 \dots 6 \text{ K}$ ; $t_k = 30 \dots 50 \text{ } ^\circ\text{C}$

4. Сондай-ақ, салқындатқыш курткалары бар аммиакты тік және V-тәрізді компрессорлардың берілу коэффициентін формула бойынша есептеуге болады:

$$\lg \lambda = (0,012 + 0,437C) \left( 1 - \frac{p_k}{p_0} \right)$$

мұндағы C-цилиндрдің жұмыс көлемінің фракцияларындағы зиянды кеңістіктің мөлшері (0,02...0,08).

5. Ескі үлгідегі ротациялық компрессорларды беру коэффициенті [4, б. 86]:

$$\lambda = 1 - a \frac{p_k}{p_0},$$

мұндағы-ірі машиналар үшін тең коэффициент ; және шағын машиналар үшін  $.aa = 0,05a = 0,1$