

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ
Гарант освітньої програми
«Енергетичне машинобудування»
Омельченко О.В.
« ____ » _____ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**
на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
за освітньою програмою «Холодильні машини і установки»

на тему: **ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ГВИНТОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОГО СКЛАДУ»**

Виконав:
здобувач вищої освіти Соколовський Олександр Олександрович
(прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник: к.п.н. Цвіркун Л.О.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Кривий Ріг
2022

4. Охорона праці.
 5. Висновки.
 6. Список використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Основні вузли компресора.
 2. Компресор SRC S-133.
 3. Конструкція клапана фільтра.
 4. Регулятор тиску KVD 15 та пристрій запобіжного клапана.
 5. Вентиль ICS з одним пілотом та електромагнітний клапан EVR 10.
 6. Клапан NRVA та SCA-X 40.
 7. Структурна схема.
6. Дата видачі завдання «30» листопада 2021 р.
7. Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Вступ	31.01.2022-15.02.2022
2	Аналітичний огляд компресорного обладнання	16.12.2022-10.03.2022
3	Технічне оснащення гвинтової холодильної установки для охолоджувального складу	11.03.2022-15.04.2022
4	Охорона праці	16.04.2022-30.04.2022
5	Висновки по роботі	01.05.2022-12.05.2022
6	Оформлення роботи і подання до захисту	16.05.2022-05.06.2022

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Соколовський О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Цвіркун Л.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Обсяг і структура бакалаврської роботи. Повний обсяг бакалаврської роботи – 51 сторінки, в тому числі основного тексту – 45 сторінок. Робота містить: 3 таблиці, 27 рисунків. Список використаних джерел складається з 17 найменувань.

Об'єкт роботи – гвинтова холодильна установка.

Предмет роботи – основні елементи холодильної машини.

Мета роботи – технічне оснащення гвинтової холодильної установки для охолоджувального складу.

Бакалаврська робота присвячена принципу дії гвинтової холодильної машини, підбору її основних елементів. У роботі зазначено, що гвинтові компресори відносять до компресорів об'ємного типу дії. Зараз гвинтові компресори мають експлуатаційні переваги та отримали широкий попит у галузі середньої та високої холодопродуктивності. Гвинтові компресори малої продуктивності перспективні під час роботи у високотемпературних режимах, таких як, режим теплового насоса та режим кондиціонування.

На основі здійсненого аналізу, було обґрунтовано вибір основних елементів холодильної установки, а саме: електронний розширювальний клапан для регулювання витрати холодоагенту; випарник – одним із основних компонентів установки, пластинчастий теплообмінник; фільтр типу DCR та DAS 307 на виході з ресивера та на всмоктувальній лінії компресора вони захищають установку від вологи, кислот та твердих частинок; регулятор тиску в ресивері типу KVD, який є модулюючим регулятором тиску ресивера; запобіжний клапан FP-SV-038; клапан із пілотним керуванням типу ICS, який регулює витрату холодоагенту; електромагнітний клапан EVR 10, який контролює надходження рідкого холодоагенту в економайзер компресорної установки; клапан ROTALOCK FP-RV призначений для замикання та відсічення ресивера; зворотно-запірний клапан SCA-X 40 та NRVA із вбудованою функцією запірної клапана, який призначений для запобігання зворотного струму газу в компресор; оглядове скло SGN Danfoss вказує на надто високий вміст води в системі охолодження.

Було розглянуто принцип дії одноступеневої машини без регенеративного теплообмінника та одноступінчастої машина з регенеративним теплообмінником. Здійснено узагальнення контрольованих параметрів та підбрано необхідні прилади, що здійснюють зняття показань з усіх ділянок системи. Також виміри були поділені на два види: прямі вимірювання та розрахункові вимірювання. Вибраний метод А, який полягає у визначенні кількості теплоти, відведеної від холодоносія у випарнику, шляхом вимірювання витрати холодоносія та перепаду температур холодоносія на вході та виході з випарника, був підібраний за рахунок своєї функціональності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: холодильна машина, компресор, електронний розширювальний клапан, випарник, регулятор тиску в ресивері типу KVD, запобіжний клапан FP-SV-038, клапан із пілотним керуванням типу ICS, електромагнітний клапан EVR 10, терморегулюючий клапан TPB TE 5, оглядове скло, зворотно-запірний клапан.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОМПРЕСОРНОГО ОБЛАДНАННЯ	7
1.1 Класифікація компресорів відповідно до їх принципу дії	7
1.1.1 Відцентровий компресор	7
1.1.2 Струменевий компресор	7
1.1.3 Осьовий компресор	8
1.4 Гвинтові компресори	9
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ГВИНТОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОГО СКЛАДУ	13
2.1 Конструкція та принцип дії гвинтової холодильної установки	13
2.2 Основні елементи гвинтової холодильної установки	16
2.2.1 Електронний розширювальний клапан	16
2.2.2 Випарник	17
2.2.3 Фільтр типу DCR та DAS 307	18
2.2.4 Регулятор тиску в ресивері типу KVD	20
2.2.5 Запобіжний клапан FP-SV-038	20
2.2.6 Клапан із пілотним керуванням типу ICS	21
2.2.7 Електромагнітний клапан EVR 10	22
2.2.8 Терморегулюючий клапан TPV TE 5	23
2.2.9 Оглядове скло	24
2.2.10 Зворотно-запірний клапан SCA-X 40 та NRVA	25
2.3 Основні вимоги та характеристики, що пред'являються до холодильної машини	26
2.4 Контрольовані параметри холодильної машини	27
2.5 Узагальнення контрольованих параметрів	29
2.5.1 Одноступінчаста машина без регенеративного теплообмінника	39
2.5.2 Одноступінчаста машина з регенеративним теплообмінником	30
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
3.1 Шкідливі та небезпечні фактори	38
3.2 Забезпечення умов безпеки праці на виробництві	40
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
ДОДАТКИ	45

ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>				
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>			
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>			
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>			
Технічне оснащення гвинтової холодильної установки для охолоджувального складу			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
			1	51
ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО				

ВСТУП

Актуальність роботи. У роботі зазначено, що гвинтові компресори відносять до компресорів об'ємного типу дії. Зараз гвинтові компресори мають експлуатаційні переваги та отримали широкий попит у галузі середньої та високої холодопродуктивності. Гвинтові компресори малої продуктивності перспективні під час роботи у високотемпературних режимах, таких як, режим теплового насоса та режим кондиціонування. Гвинтові компресори найбільш перспективні для роботи у холодильних установках. На будь-якому підприємстві потрібні саме гвинтові компресори з огляду на їх переваги, наприклад, невисока вібрація, низький рівень шуму, висока ефективність обсягу. Незважаючи на те, що поршневі компресори мають широке застосування, їхні недоліки змушують відмовитися від них. Найбільш вагомим недоліком поршневих компресорів у порівнянні з гвинтовими є сильна вібрація за рахунок зворотно-поступального руху поршня. Пластинчасті насоси також поступаються гвинтовим, з часом їх починає клинити, а пластини перекошуються.

Мета та задачі дослідження. Метою бакалаврської роботи є технічне оснащення гвинтової холодильної установки для охолоджувального складу.

Практична та наукова новизна. У роботі на основі здійсненого аналізу, було обгрунтовано вибір основних елементів холодильної установки, а саме: електронний розширювальний вентиль для регулювання витрати холодоагенту; випарник – один із основних компонентів установки; пластинчастий теплообмінник; фільтр типу DCR та DAS 307 на виході з ресивера та на всмоктувальній лінії компресора, які захищають установку від вологи, кислот та твердих частинок; регулятор тиску в ресивері типу KVD, який є модулюючим регулятором тиску ресивера; запобіжний клапан FP-SV-038; вентиль із пілотним керуванням типу ICS, який регулює витрату холодоагенту; електромагнітний клапан EVR 10, який контролює надходження рідкого холодоагенту в економайзер компресорної установки; вентиль ROTALOCK FP-RV призначений для замикання та відсічення ресивера; зворотно-запірний клапан SCA-X 40 та NRVA із вбудованою функцією запірного клапана, він призначений для запобігання зворотного струму газу в компресор; оглядове скло SGN Danfoss вказує на надто високий вміст води в системі охолодження.

Підібрано необхідні прилади, що здійснюють зняття показників з усіх ділянок системи. Виміри були поділені на два види: прямі вимірювання та розрахункові вимірювання. Вибраний метод А, який полягає у визначенні кількості теплоти, відведеної від холодоносія у випарнику, шляхом вимірювання витрати холодоносія та перепаду температур холодоносія на вході та виході з випарника, був підібраний за рахунок своєї функціональності, завдяки не складним за виконанням датчикам можна знімати показання на всіх необхідних ділянках.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					Технічне оснащення гвинтової холодильної установки для охолоджувального складу	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						1	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>							

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОМПРЕСОРНОГО ОБЛАДНАННЯ

1.1 Класифікація компресорів відповідно до їх принципу дії

1.1.1 Відцентровий компресор

Відцентрові компресори мають конструкцію, що забезпечує радіальний вихідний потік повітря. Потік повітря, потрапляючи на обертове робоче колесо з радіально розташованими крильчатками, за рахунок відцентрових сил викидається до стін корпусу. Далі повітря переміщується в дифузор, де відбувається процес його стиснення, рис. 1.1.

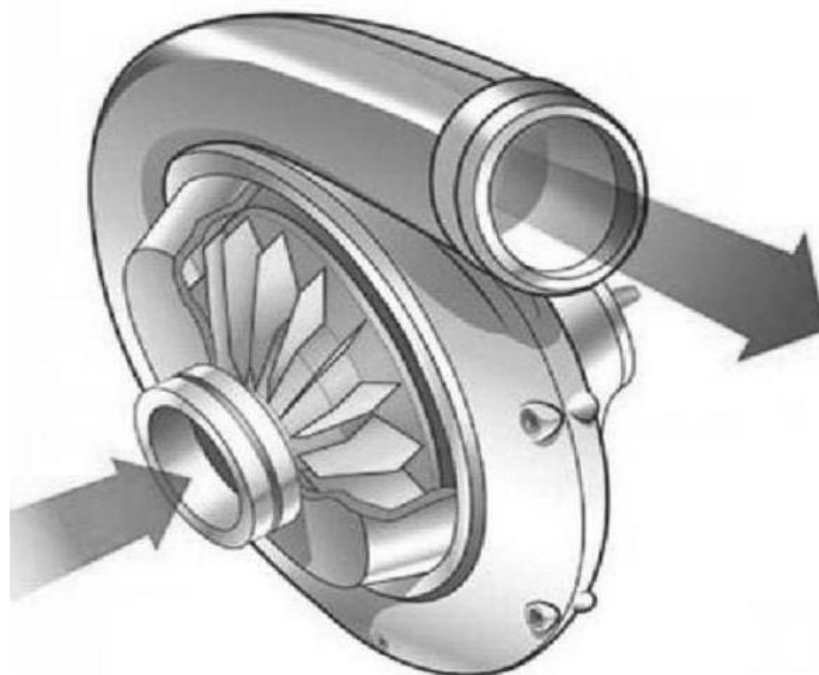


Рисунок 1.1 – Відцентровий компресор

1.1.2 Струменевий компресор

Струменевий компресор відносять до класу газових ежекторів, у проточному каналі яких відбувається змішання двох струменів, що супроводжується збільшенням повного тиску низьконапірного (пасивного) газового потоку за рахунок енергії високонапірного (активного) газового потоку. В результаті повний тиск суміші газів стає більше тиску пасивного газу, але менше тиску активного газу. В якості газів можуть використовуватися водяна пара, вуглеводневі суміші і будь-які інші газоподібні речовини.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.					Технічне оснащення гвинтової холодильної установки для охолоджувального складу	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цвіркун						6	51
Н. Контр.	Омельченко					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Затверд.	Омельченко							

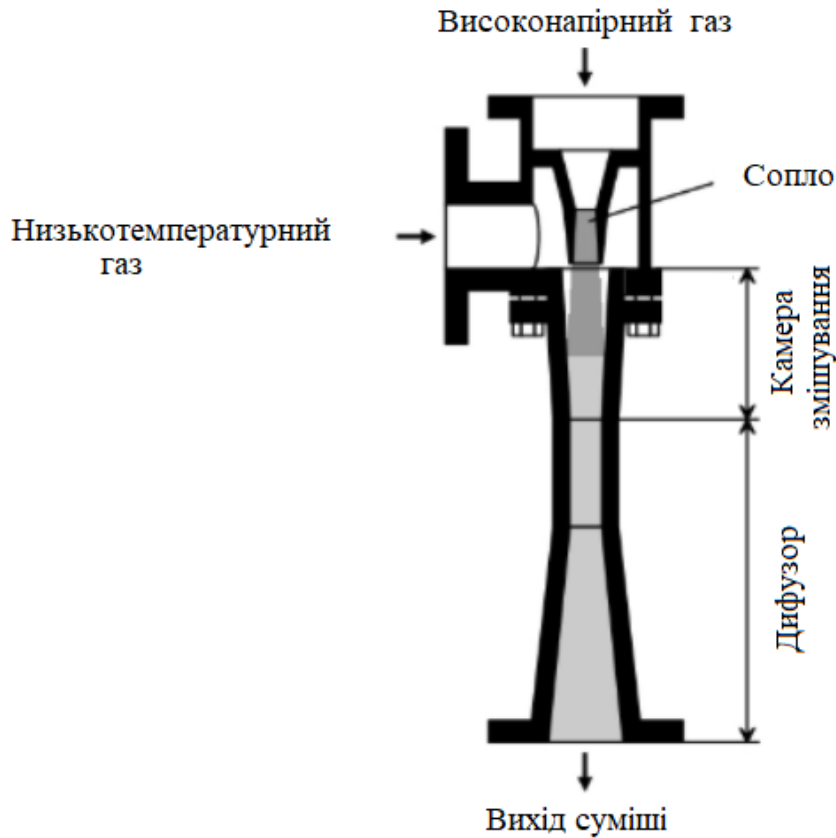


Рисунок 1.2 – Струменевий компресор

1.1.3 Осьовий компресор

Осьовий компресор - це різновид компресорів, призначений для підвищення тиску робочого тіла за рахунок взаємодії останнього з рухомими та нерухомими лопатковими ґратами компресора. Принцип дії осьових компресорів - збільшення повного тиску робочого тіла за рахунок перетворення механічної роботи компресора в кінетичну енергію робочого тіла з подальшим перетворенням її у внутрішню енергію, рис. 1.3.

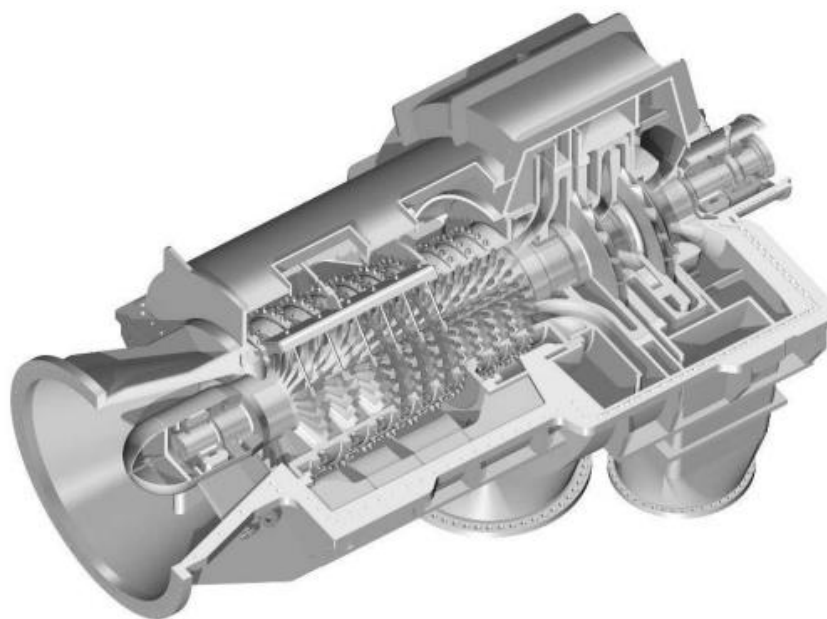


Рисунок 1.3 – Осьовий компресор

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'ємні компресори ділять на ротаційні та поршневі.

Поршневі:

- подвійної чи одинарної дії;
- масляні та безмасляні;
- кутові, горизонтальні, вертикальні;
- з різною кількістю циліндрів.

Оскільки поршковий компресор має кривошипно-шатунний механізм, поршень здійснює зворотно-поступальні рухи у робочій камері, через що її обсяг то зменшується, то збільшується, рис. 1.4.

Розглянувши класифікацію компресорів, їх види та різні властивості, дійшли висновку, що гвинтові компресори, найбільш підходящі для роботи у холодильних установках. На будь-яких підприємствах потрібні саме гвинтові компресори з огляду на їх переваги, які були вказані в першому розділі, наприклад, невисока вібрація, низький рівень шуму, висока ефективність обсягу. Незважаючи на те, що поршкові компресори також хороші у виконанні, їхні недоліки змушують відмовитися від них.

Найбільш вагомим недоліком поршкових компресорів у порівнянні з гвинтовими є сильна вібрація за рахунок зворотно-поступального руху поршня. Пластинчасті насоси також поступаються гвинтовим, з часом їх починає клинити, а пластини перекошуються. Тому був зроблений вибір на користь гвинтових компресорів.

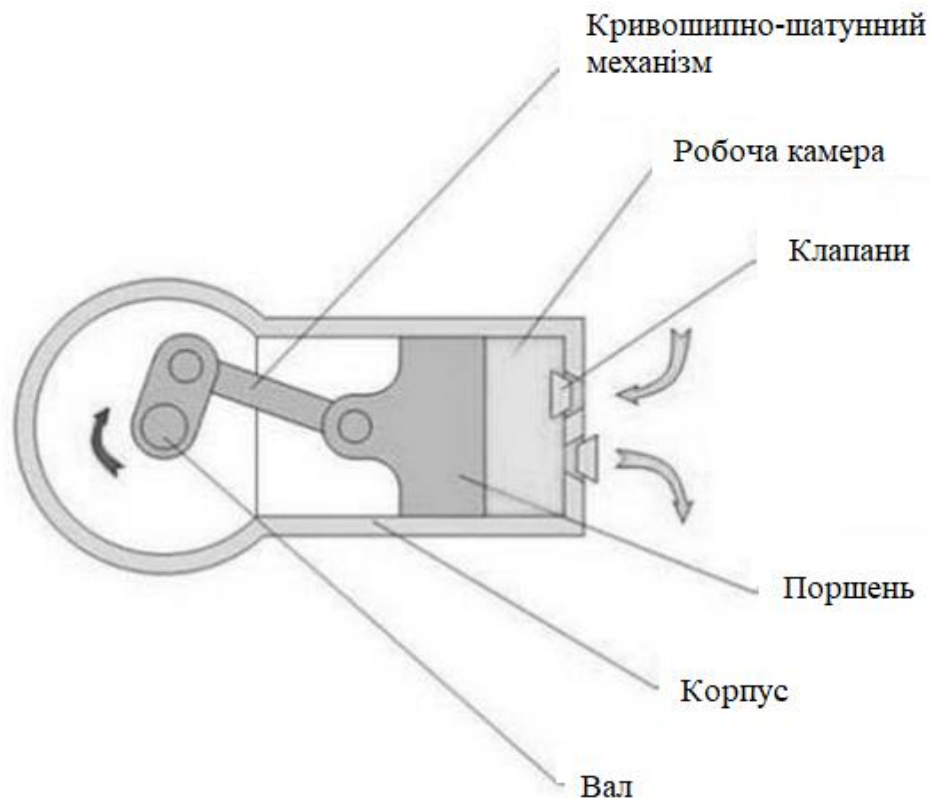


Рисунок 1.4 – Поршковий компресор

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До роторних машин відносять:

- гвинтові компресори;
- спіральні компресори;
- роторно-пластинчасті установки;
- рідинно-кільцеві.

1.1.4 Гвинтові компресори

Гвинтові компресори складаються з одного або кількох гвинтів, які знаходяться в зчепленні і встановлені у герметичному корпусі, рис. 1.5.

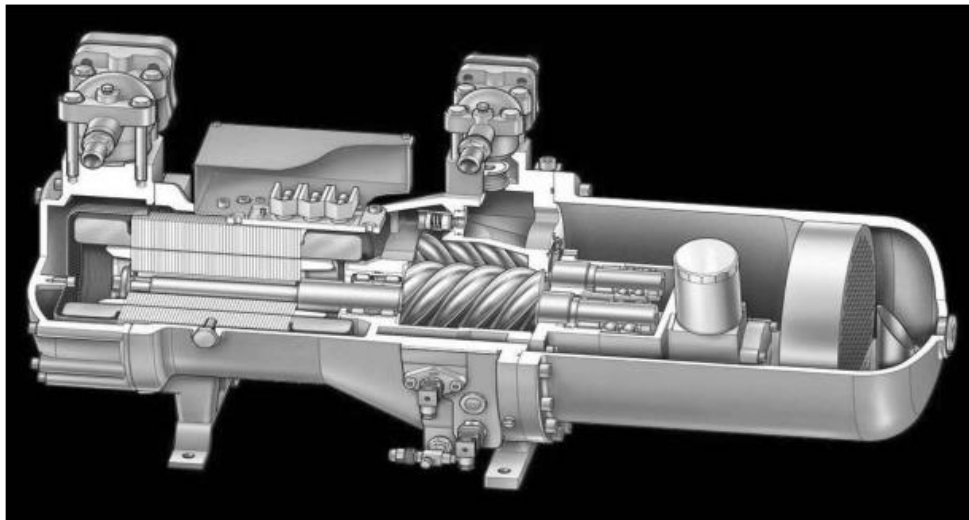


Рисунок 1.4 – Гвинтовий компресор

Гвинтовий напівгерметичний компресор. Основним вузлом є гвинтовий напівгерметичний компресор. Компресор є гвинтовою машиною маслонаповненого типу, який призначений для стиснення та переміщення холодоагенту. Компресор виготовлений в єдиному блоці (модулі) з масловіддільником, зворотним клапаном, масляним фільтром та іншим обладнанням (рис. 1.5).

У гвинтовому компресорі використовується об'ємний тип стиснення. Газоподібний холодоагент проходячи через гвинти стискається і змішується з маслом. Масло служить для динамічного ущільнення зазорів між суміжними роторами, для змащування підшипників та охолодження компресора. Поділ холодоагенту та олії відбувається в контурі маслосепаратора за рахунок:

- різниці швидкостей холодоагенту та олії;
- впливу на стінку корпусу в масляному резервуарі;
- протікання через фільтруючий елемент.

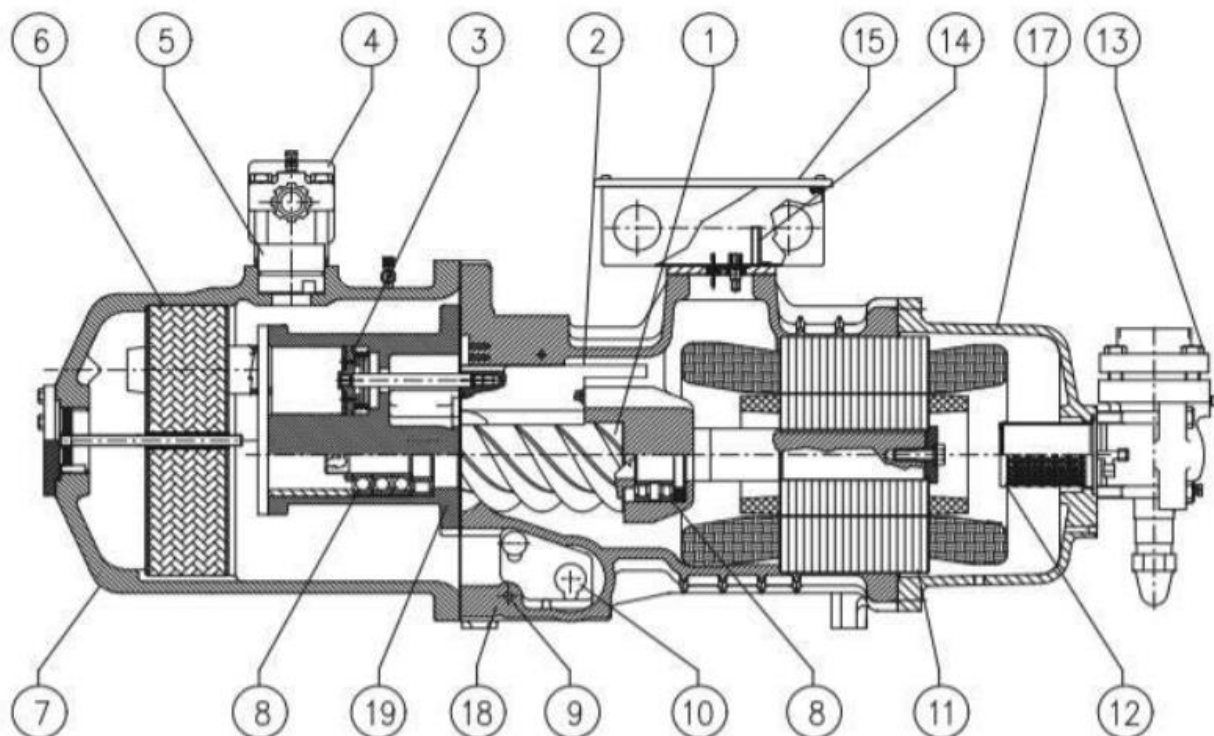


Рисунок 1.5 – Основні вузли компресора

На рис. 1.5 зображено: 1 – ротори; 2 – слайд клапан; 3 – поршня керування клапаном; 4 – розвантажувальний клапан запірний; 5 – зворотний клапан; 6 – масловіддільник; 7 – сепаратор; 8 – підшипники кочення; 9 – підігрівач картера; 10 – масляний фільтр; 11 – електродвигун; 12 – всмоктуючий фільтр; 13 – всмоктуючий клапан; 14 – пристрій захисту; 15 – електрична коробка; 16 – кришка всмоктування; 17 – корпус; 18 – опора.

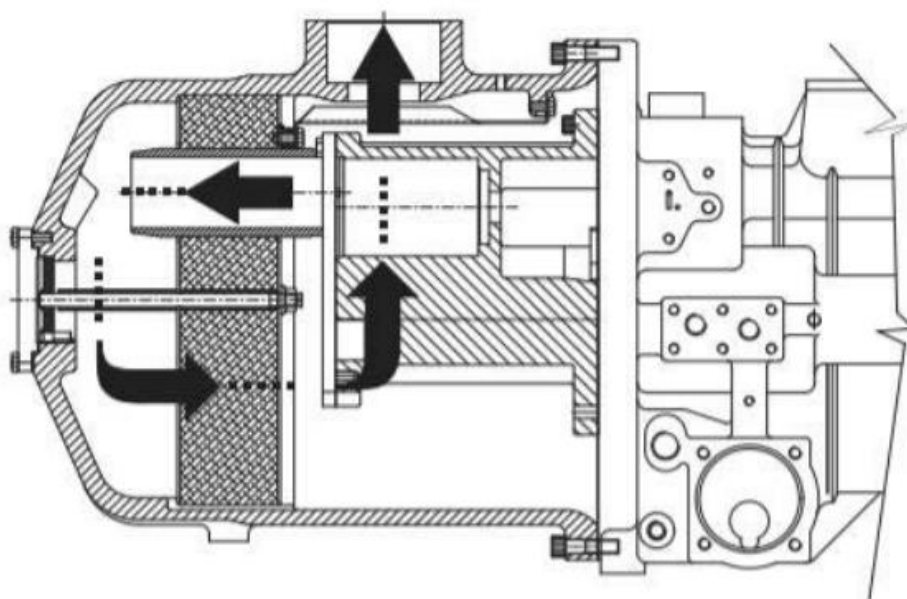


Рисунок 1.6 – Сепарація олії

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

На рис. 1.6 стрілкою вказано рух з початку суміші газу та олії, потім, газ слідує очищеним від олії в конденсатор для охолодження. Для запобігання надмірного розчинення холодоагенту в олії, в періоди зупинки компресора, встановлюється нагрівач олії рис. 1.7. Нагрівач повинен бути включений щонайменше за 24 години до моменту запуску компресора.



Рисунок 1.7 – Нагрівач олії

Рівень олії, залитої в компресор, визначається через оглядове скло, рис.1.8, яке встановлене на торцевій стороні компресора.



Рисунок 1.8 – Оглядове скло

У нормальній позиції рівень масла встановлений між $\frac{1}{2}$ і $\frac{3}{4}$ оглядового скла. Тривала та інтенсивна піна вказує на знаходження в олії холодоагенту.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ГВИНТОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОГО СКЛАДУ

2.1 Конструкція та принцип дії гвинткової холодильної установки

Компресор відводить пари фреону, що випаровуються з випарника, стискає їх до тиску конденсації та спрямовує в конденсатор. В конденсаторі під дією потоку повітря, створюваного вентилятором, теплота від охолоджуємого об'єкта і теплота, яка рівна індикаторній потужності компресора та частині теплоти, що виділяється обмотками електродвигуна компресора, відводиться в навколишнє середовище. Стислі пари фреону конденсуються та надходять у ресивер. Ресивер служить для збирання та зберігання всього фреону, що у системі. З ресивера фреон, проходячи через фільтр-осушувач, надходить в електронний розширювальний вентиль, де дроселюється, переходячи з рідкого стану в газоподібний, і заходить у випарник. У випарнику весь фреон остаточно закінчує фазовий перехід із рідини в газ, попутно поглинаючи тепло холодоносія. Потім перегрітий газ проходячи через фільтр-осушувач надходить на всмоктування в компресор.

Для збільшення холодопродуктивності в установці є економайзер, який забирає частину основного потоку та проходячи через терморегулюючий вентиль доохолоджує основний потік за принципом випарника. Частина потоку, охолодивши основний, повертається в компресор, пройшовши через антикислотний фільтр, і охолоджує його і масло. Опорні віброгасники служать для того, щоб вібрації, що виникають під час роботи компресори, не передавалися на будівельну конструкцію.

У цій холодильній установці є основні вузли: компресор SRC S-133, ресивер FP-LRH-100.0 K1 (найчастіше він називається лінійним ресивером, ресивер фреону, ресивер аміаку, якщо система працює на аміаку).

Основна його функція зберігати достатній обсяг холодоагенту в рідкому стані. Також одним з основних елементів холодильного контуру є конденсатор КН1, в якому відбувається перехід холодоагенту з газоподібного стану в рідкий з пониженням температури на відповідну кількість градусів. Сама холодильна система (весь контур) ділиться на дві частини: контур високого тиску та контур низького тиску. Поділяють ці два контури на дві частини, оскільки він замкнутий. На виході з компресора зона високого тиску та високої температури, а на всмоктуванні низький тиск.

ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>				
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>			
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>			
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>			
Технічне оснащення гвинткової холодильної установки для охолоджувального складу			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
				<i>Аркушів</i>
				25
			ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	



Рисунок 2.1 – Компресор SRC S-133

Технічні характеристики гвинтового компресора SRC S-133 наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

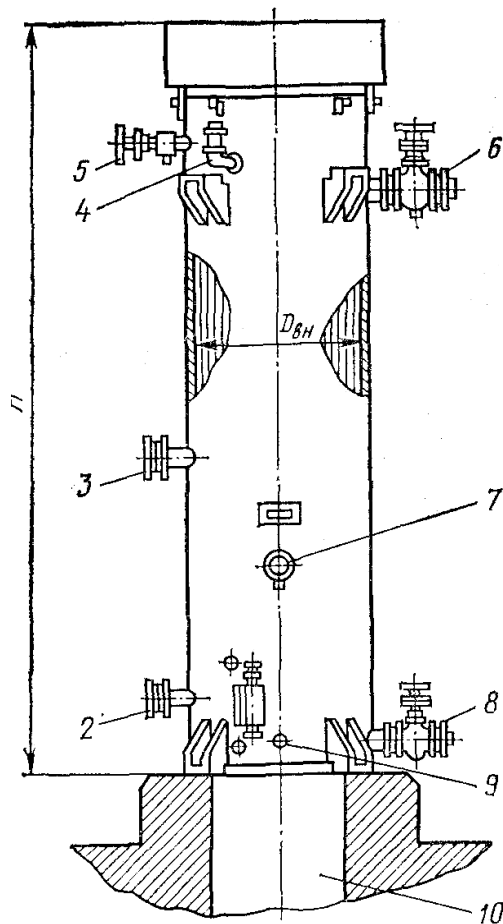
Технічні характеристики гвинтового компресора SRC S-133

Технічні характеристики	Опис
Холодопродуктивність (кВт) при: Ткип=5°C Ткон=38°C	137,7
Потужність електродвигуна (кВт) при: 50Hz	30
Об'єм масла (л)	6,3
Діаметр патрубків (внутрішній) – нагнітання	1 5/8"
Діаметр патрубків (внутрішній) – всмоктування	2 1/8"
Маса (кг)	330

Почнемо із боку низького тиску. Газ із низьким тиском потрапляє на вхід у компресор SRC-S-133 (тиск може бути різним: 1, 2, 3, 4 атм.) після випарника D118-E-90 температура досить низька, може бути навіть негативною. Якщо система аміачна, то на вході до компресора температура може бути до -30 градусів, якщо тиск падає майже до 0. Але до цього не доводиться, зазвичай, система працює в оптимальному форматі. За допомогою компресора ми збільшуємо тиск фреону (газу) до потрібного значення, якщо взяти знову ж таки аміак, то до 13 атм. Над газом відбувається робота, він нагрівається, тепло частково уноситься теплообмінником, якщо винесено контур теплообмінника (теплообмінник необхідний при роботі з великими потужностями), або тепло витрачається, щоб нагріти газ з мінімальної температури, що на вході, до 50-60 градусів на виході.

Після цього газ спрямовується в конденсатор КН1. На виході з компресора знаходяться зворотний клапан SCA-X 40, контрольно-вимірювальні прилади: два манометри МН1 та МН2, датчик тиску та два реле тиску РЕ1 та РЕ2.

Реле тиску у разі аварійних значень тисків відключає сам компресор та привід. Далі розташовуються два вентиля ІСS-40 і GBC 42s за допомогою яких ми можемо провести технічне обслуговування установки і замкнути (розділити) сторони для того, щоб повністю не розбирати систему. У цій установці використовується фреон 134А. Це один із самих популярних фреонів для побутового використання, промислового. Будь-який домашній холодильник працює на ньому. Газ з параметрами до 80 градусів, тиск до 14 бар.



- 1 – показчик рівня;
- 2 – патрубок до відокремлювача повітря;
- 3 – патрубок до зрівняльної лінії;
- 4 – запобіжний клапан;
- 5 – вентиль для спуску повітря;
- 6 – патрубок для входу аміаку;
- 7 – манометр;
- 8 – патрубок для виходу рідкого аміаку;
- 9 – вентиль для спуску масла;
- 10 – відведення води;
- 11 – лапи кріплення

Рисунок 2.2 – Конденсатор

Конденсатор КН1 охолоджує газ у трубах до температури 40 градусів за рахунок обдування решітки теплообмінника звичайним повітрям (вентилятором), при збереженні тиску. Холодоагент у замкнутому контурі має здатність міняти свій агрегатний стан під тиском при певній температурі. Тобто при 80 градусах і 14атм холодоагент знаходиться у газоподібному стані, якщо ми знизимо температуру до 40 градусів, то він зріджується.

Рідина направляється в лінійний ресивер (через зворотний клапан NRV 35, необхідний для того, щоб не було зворотної протоки, а компресор, щоб не було зворотної протоки + обертання в інший бік гвинтової пари. Запірний вентиль GBC 35s потрібен для нормальної роботи, обслуговування установки, для перезаправки обладнання, для відсікання конденсатора чи самого ресивера.

Фреон в рідкому вигляді накопичується в ресивері для зберігання холодоагенту. На лінійному ресивері розташовуються запобіжні клапани FP-SV-038 та FP-TV-114-038. Вони спарені для того, щоб під час роботи установки можна було перевіряти один із клапанів, що знаходиться в резерві. У ресивері розташовується реле рівня для візуального спостереження кількості рідкого фреону Далі рідкий холодоагент проходить через фільтр-осушувач DCR 09611s (якщо в системі залишається волога, то вона залишається в ньому). Також на лінії встановлено вічко SGN 10s для того, щоб бачити чи йде фреон. Після цього фреон потрапляє на додатковий теплообмінник, який має назву економайзер D62-E-20.

Суть економайзера у тому, що частина потоку відбирається, потрапляє на терморегулюючий вентиль TPB TIE 1/2×5/8 та після TPB рідина починає скидати тиск та кипіти. Ця кипляча рідина взаємодіє з основним потоком в економайзері та доохолоджує його на пару градусів. Виходить економайзер – це якийсь холодильник у холодильнику. Доохолоджений фреон йде далі і потрапляє на основний TPB ETS 25C і потрапляє у випарник D118-E-90. У випарнику відбувається теплообмін між киплячим фреоном і тим, що нам потрібно охолодити. Далі фреон, що повністю випарувався, прямує вбік компресора і починається все наново.

2.2 Основні елементи гвинтової холодильної установки

2.2.1 Електронний розширювальний вентиль

Для регулювання витрати холодоагенту, що надходить у випарник, встановлюється електронний розширювальний вентиль. Регулювання здійснюється за рахунок підтримки перегріву холодоагенту на заданому рівні, рис. 2.3.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

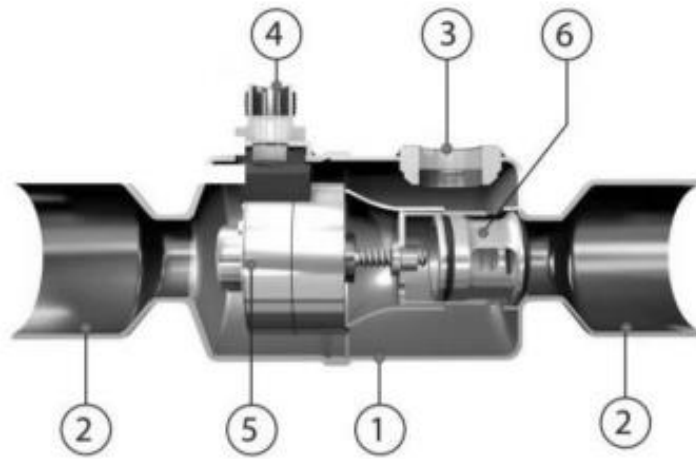


Рисунок 2.3 – Конструкція клапана

На рис. 2.3. зображено: 1 – корпус клапана з нержавіючої сталі, 2 – біметалеве з'єднання, оглядове скло з індикатором вологості, електричний роз'єм M12, кроковий мотор, барабан і повзун.

Електронний розширювальний вентиль має вбудоване оглядове скло з індикатором вологості. Наявність оглядового скла дозволяє перевірити фізичне положення повзуна в клапані.

Це також допомагає визначити напрямок потоку холодоагенту в системі. Недостатнє переохолодження може призводити до прориву газу, який можна бачити через оглядове скло. Індикатор вологості у оглядовому склі вказує на сухий або вологий стан холодоагенту шляхом зміни кольори.

На рис. 2.4 показано як змінюється положення сідла щодо оглядового скла зі збільшенням ступеня відкриття клапана.

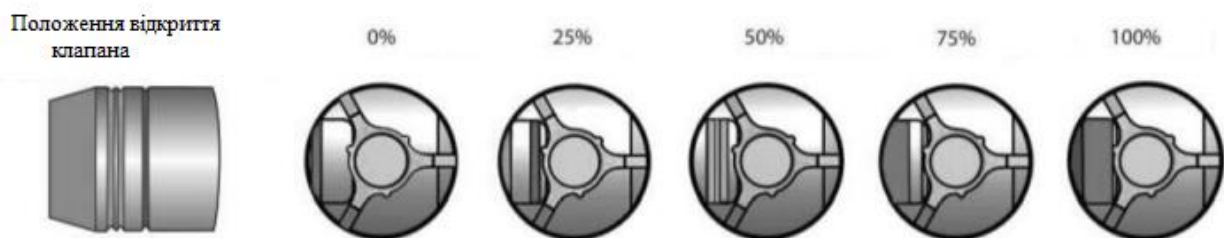


Рисунок 2.4 – Положення відкриття клапана

2.2.2 Випарник

Одним із основних компонентів установки виступає випарник – пластинчастий теплообмінник, у якому холодоагент відбирає необхідну кількість тепла у холодоносія (10⁰С), повністю випаровується та перегрівається. Показник перегріву (5К) гарантує відсутність вологи на вході у компресор, рис. 2.5.

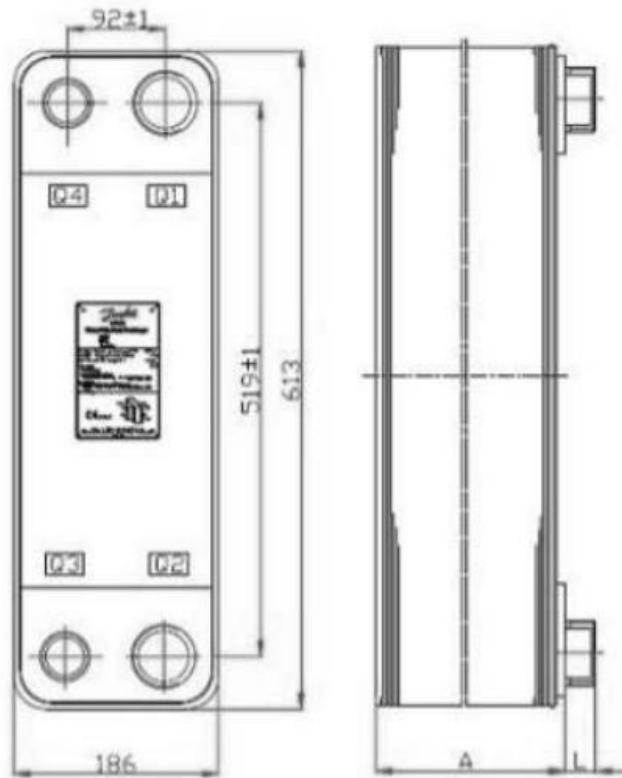


Рисунок 2.5 – Випарник

Потік холодоагенту надходить із ЕРВ у лінію Q3, де за рахунок нижчої температури та переходу фазового стану відбирає тепло у холодоносія, наступною протитечією по лінії Q1-Q2, повністю випаровується, переходячи в газоподібний стан, і надходить на всмоктування в компресор.

Економайзер служить для збільшення холодопродуктивності шляхом доохолодження основного потоку. Потік із ресивера, пройшовши фільтр-осушувач, надходить у лінію економайзер Q1. Частина потоку відокремлюється і, в протитечії основному, надходить через ТРВ у лінію Q3. Далі основний потік впливає з лінії Q2 на ЕРВ і у випарник, а потік, що відділився, з лінії Q4 слідує через антикислотний фільтр у компресор.

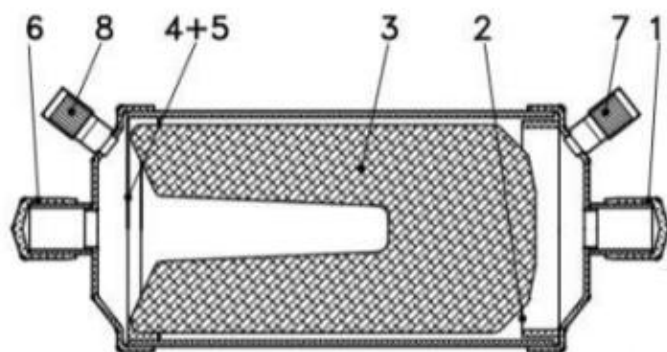
2.2.3 Фільтр типу DCR та DAS 307

На виході з ресивера та на всмоктувальній лінії компресора встановлені фільтри-осушувачі DCR зі змінним твердим сердечником. Вони захищають установку від вологи, кислот та твердих частинок. Твердий сердечник забезпечує високу продуктивність осушення та виключає утворення кислот у системі.



Рисунок 2.6 – Конструкция фильтра-осушувача

Антикислотний фільтр DAS встановлений в лінії ЕСО. Він служить для очищення установки з фторомістким холодоагентом від продуктів згорання обмоток електродвигуна.



1. Входний штуцер
2. Пружина
3. Тверда сердцевина
4. Металева сітка
5. Перфорована пластина
6. Герметичний ковпачок
7. Входний Шредер-клапан
8. Вихідний Шредер-клапан

Рисунок 2.7 – Конструкция фільтра

Твердий сердечник фільтра 3 на 70% складається з активованого алюмінію та на 30% з матеріалу типу «молекулярне сито» і поглинає як кислоту так і воду. Два клапани Шредера 7,8 дозволяють вимірювати перепад тиску на фільтрі. Сітка фільтра 4,5 утримує тверді частки розміром понад 125 мкм із мінімальною втратою тиску. Пружина 2 служить для захисту серцевини від пошкоджень при вібраціях. Мідний штуцер 1 під паяння для під'єднання до трубопроводу.

2.2.4 Регулятор тиску в ресивері типу KVD

KVD є модулюючим регулятором тиску у ресивері. Він відкривається при зниженні тиску в ресивері та пропускає гарячий газ для підтримки тиску в ресивері на заданому (регульованому) рівні.

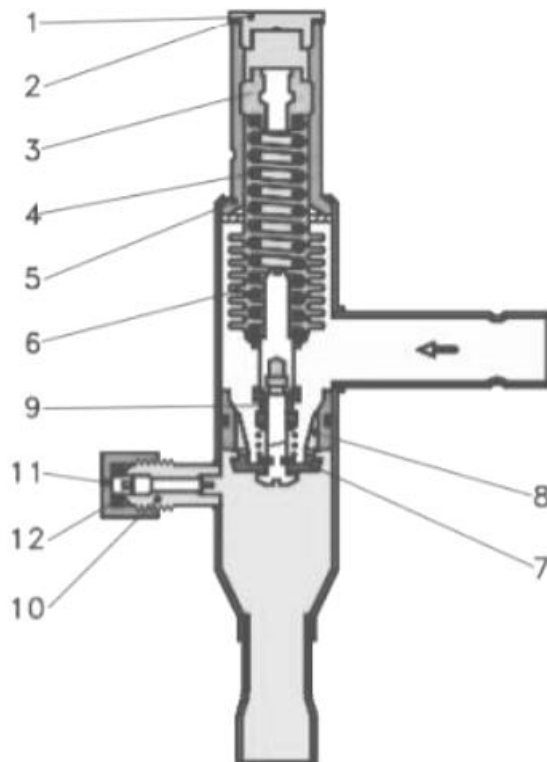


Рисунок 2.8 – Регулятор тиску KVD 15

На рис. 2.8 зображено: 1 – захисний ковпачок; 2 – прокладання; 3 – регулювальний гвинт; 4 – основна пружина; 5 – корпус клапана; 6 – врівноважуючий сильфон; 7 – пластина клапана; 8 – посадкове сидло; 9 – демпфуючий пристрій; 10 – штуцер для приєднання манометра; 11 – ковпачок; 12 – прокладка.

KVD забезпечує регулювання тільки залежно від випускного тиску. Зміна тиску на стороні впуску регулятора не впливає на ступінь відкриття, оскільки KVD оснащений сильфонами, що вирівнюють.

2.2.5 Запобіжний клапан FP-SV-038

Запобіжний клапан FP-SV-038, рис.2.9, призначений для захисту ресивера від неприпустимого перевищення тиску за допомогою скидання надлишку робочого середовища.

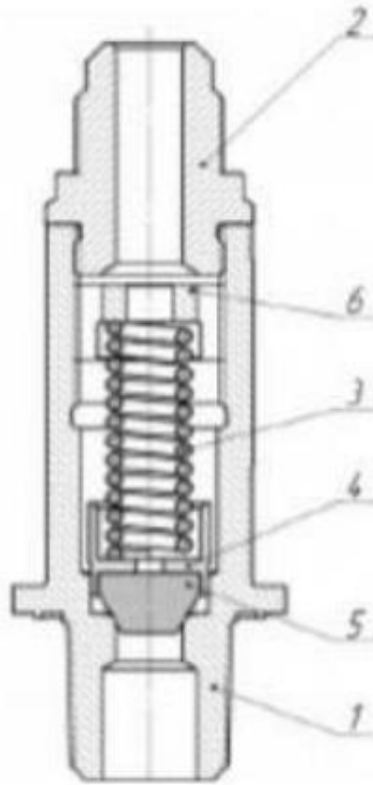


Рисунок 2.9 – Пристрій запобіжного клапана

Клапан складається з корпусу 1, в якому розташований 4 поршень з ущільненням 5. Поршень з ущільненням, пружини 3 і пружини 6, притиснутий до сидла корпусу. Штуцер 2 призначений для приєднання до відповідної лінії. Перевищення тиску налаштування (3 МПа) викликає стиснення пружини та відкриття поршня зі скиданням середовища через штуцер.

2.2.6 Вентиль із пілотним керуванням типу ICS

Регулятор ICS – це основний вентиль із сервоприводом, функції якого визначаються типом використовуваного пілотного вентиля (пілота).

Основний вентиль з пілотом (пілотами) регулює витрату холодоагенту по пропорційному або релейному (двопозиційному) закону регулювання відповідно до типу пілотного вентиля.

Ступінь відкриття клапана основного вентиля залежить від різниці тисків p_2 та p_3 , що діють на верхню та нижню поверхні поршня сервоприводу (3b) відповідно. Якщо ця різниця дорівнюватиме 0, вентиль буде повністю закритий. Якщо ця різниця дорівнюватиме 0,2 бара і більше, вентиль повністю відкритий. При різниці тиску (p_2-p_3), що лежить між 0,07 та 0,2 бара, ступінь відкриття вентиля буде прямо пропорційним цій різниці. Утворювальна поверхня вентильного клапана (3e) має V-подібну форму, що забезпечує вентилю ідеальні регулювальні характеристики при низьких навантаженнях. Завдяки зазору між шпинделем (3g) та опорною пластиною пружини (3h) тиск p_3 , що діє на нижню поверхню поршня сервоприводу, буде рівним тиску p_4 на виході із регулятора. Ступінь відкриття вентиля, таким чином, регулюється тиском p_2 ,

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

що діє на верхню поверхню поршня, яке дорівнює чи більше тиску p_4 на виході з регулятора.

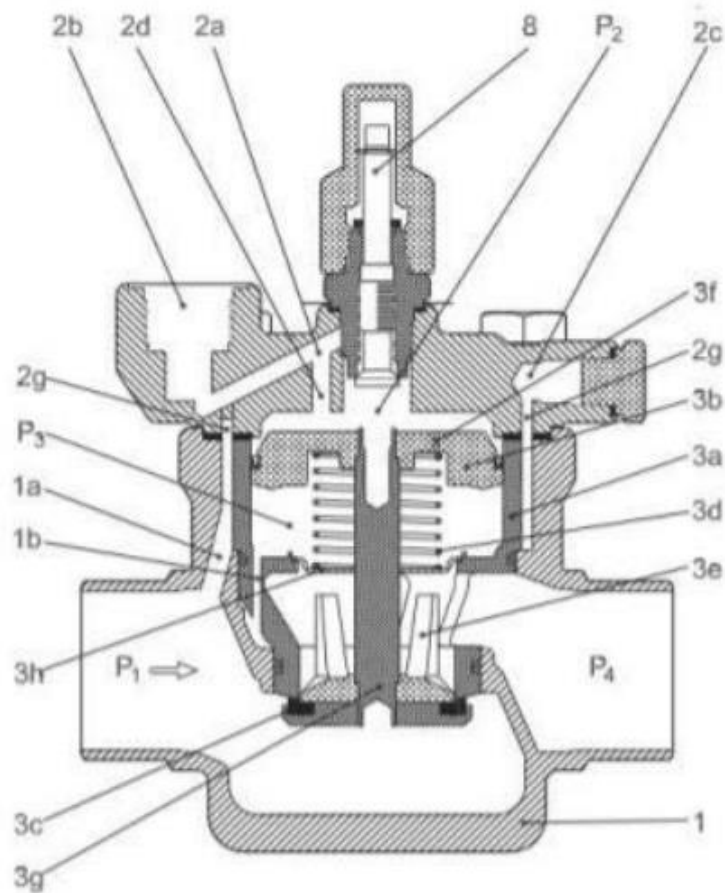


Рисунок 2.10 – Вентиль ICS з одним пілотом

Звідси випливає, що: $p_2 = p_4$ - вентиль повністю закритий; якщо $p_2 = p_4 + 0,2$ бар (3 фунт/дюйм²) – вентиль повністю відкритий; якщо $p_4 \leq p_2 \leq p_4 + 0,2$ бар (3 фунт/дюйм²) - рівень відкриття вентиля пропорційний.

Максимальний тиск p_2 , який може діяти на верхню поверхню поршня сервопривода (3b), зазвичай дорівнює тиску p_1 на вході у регулятор. Вхідний тиск p_1 поширюється каналами (1a, 1b, 2f, 2b (канали для пілотів), 2a, 2d), просвердленим у корпусі вентиля (1) та кришки (40), йде через пілоти та впливає на верхню поверхню поршня (3b).

Величина тиску p_2 та ступінь відкриття регулятора залежать від ступеня відкриття пілота. Зрівняльний отвір (3f) у поршні сервоприводу приводить тиск p_2 у відповідність до ступеня відкриття пілота.

2.2.7 Електромагнітний клапан EVR 10

Клапан EVR 10 є електромагнітним клапаном із сервоприводом, який при залученні частотного перетворювача компресора менше ніж на 75% перекидає лінію економайзера.

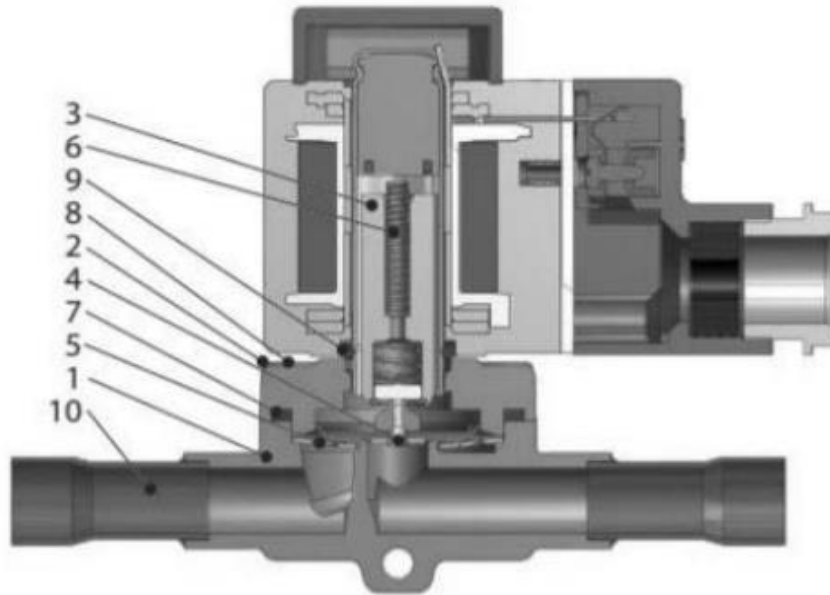


Рисунок 2.11 – Електромагнітний клапан EVR 10

На рис. 2.11 зображено: 1 – корпус клапана; 2 – кришка; 3 – арматура у зборі; 4 – мембрана у зборі; 5 – опорна шайба; 6 – пружина арматури; 7 – ущільнення; 8 – гвинти; 9 – кільце ущільнювача; 10 – штуцер під пайку.

Клапани EVR 10 є клапанами з сервоприводами та «плаваючою мембраною»(4). Керуючий отвір з нержавіючої сталі знаходиться в центрі мембрани. Пластина сідла встановлюється безпосередньо на арматуру (3). Коли на котушку не подається струм, головний та керуючий отвір закритий. Керуючий та головний отвір утримуються в закритому положенні зусиллям пружини арматури та перепадом тиску між входом та виходом.

При подачі живлення на котушку арматура переміщується вгору під дією магнітного поля котушки і керуючий отвір відкривається. Це дозволяє знизити тиск над мембраною, тобто простір над мембраною з'єднується із виходом клапана. Перепад тиску між входом і виходом віджимає мембрану від основного отвору та відкриває його для максимальної витрати. Тому певний мінімальний перепад тиску необхідний для відкриття клапана та підтримання його у відкритому положенні. Мінімальний перепад тиску для безпечної роботи клапанів EVR 10 становить 0,03 бар. При відключенні живлення керуючий отвір закривається. Завдяки зрівняльним отворах у мембрані тиск над мембраною збільшується до того ж значення, що тиск на вході, і мембрана закриває головний отвір.

2.2.8 Терморегулюючий вентиль ТРВ ТЕ 5

Терморегулюючий вентиль ТІ 5 контролює надходження рідкого холодоагенту в економайзер компресорної установки. Він перешкоджає попаданню рідкого холодоагенту в компресор. Витрата холодоагенту регулюється з його перегріву на виході з економайзера.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Принцип дії терморегулюючого вентиля заснований на використанні залежності зміни різниці між температурою кипіння у випарнику та температурою пари, що виходять з нього, від теплового навантаження на випарник.

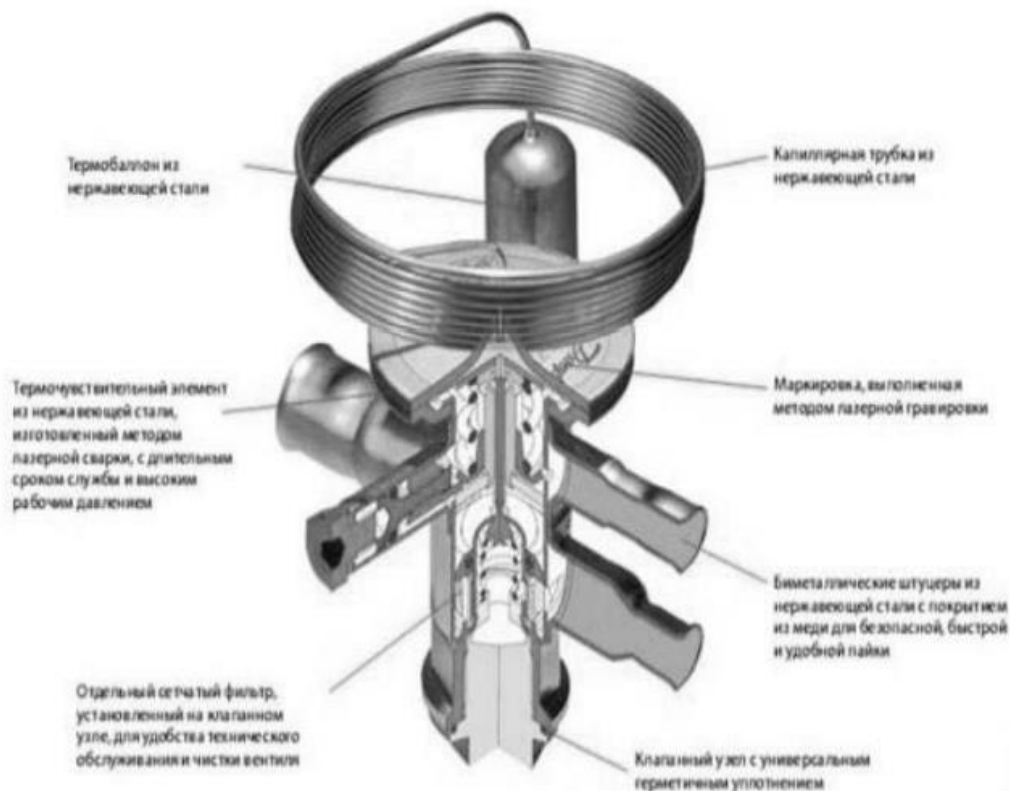


Рисунок 2.12 – Пристрій TRV TI 5

Вентиль ROTALOCK FP-RV

Вентилі Rotalock призначені для замикання та відсічення ресивера, що дозволяє проводити своєчасне обслуговування та полегшує заміну обладнання. Два сервісні порти призначені для приєднання контрольно-вимірювального обладнання та автоматики, а також шлангів заправки.

Технічні характеристики:

Максимальний робочий тиск: 45 бар від -10 до 140°C;

32 бар від -40 до 140°C;

Температура середовища: -40 до 140°C;

Навколишня температура: -40 до 70°C;

Зовнішні витоки: макс. 3 г/рік

2.2.9 Оглядове скло

Оглядове скло SGN Danfoss вказує на надто високий вміст води в системі охолодження, на недостатнє переохолодження та недостатню заправку холодоагенту. Оглядове скло SGN забезпечене індикатором вологості, який змінює свій колір, показуючи рівень вмісту вологи в холодоагенті.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Рисунок 2.13 – Оглядове скло SGN 10s

2.2.10 Зворотно-запірний клапан SCA-X 40 та NRVA

У лінії нагнітання компресора встановлений SCA-X-40, рис. 2.14 – зворотний клапан із вбудованою функцією запірного клапана. Він призначений для запобігання зворотного струму газу в компресор, а також для замикання нагнітальної лінії для проведення сервісних робіт із компресором.

Зворотний клапан NRVA, рис. 2.15, призначений запобігання зворотного струму газу у випарник і встановлений у всмоктувальній лінії компресора.

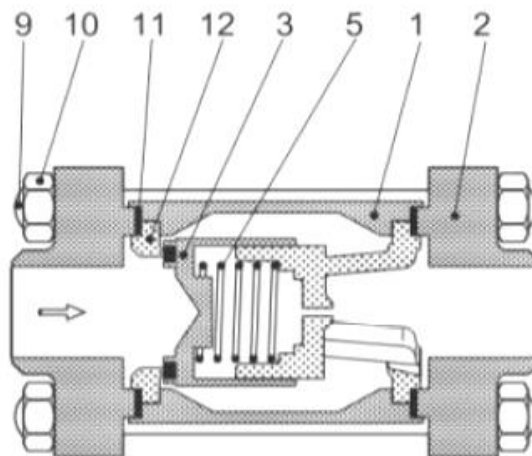


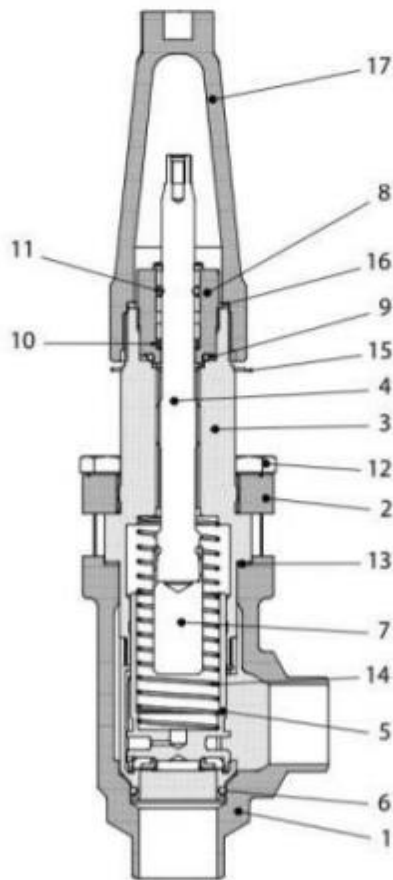
Рисунок 2.15 – Клапан NRVA

На рис. 2.15 позначено: 1 – корпус; 2 – фланці; 3 – конус клапана; 5 – пружина; 9 – болти; 10 – NUT; 11 – прокладка; 12 – посадкове сидло.

Зворотний клапан, кутовий, встановлений у лінії між конденсатором і ресивером, і служить для запобігання зворотного рідкого струму холодоагенту у випарник.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Ресивер призначений для зберігання рідкого холодоагенту, збору рідини після конденсатора, створення запасу холодоагенту в системі та рівномірної подачі холодоагенту у випарник.



На рис. 2.16 показано: 1 – корпус; 2 – кришка клапана; 3 – внутрішня вставка; 4 – шпindel; 5 – конус; 6 – кільце ущільнювача; 7 – подовжувач шпинделя; 8 – ущільнювальні кільця (сальник); 9 – ущільнювальна шайба; 10 – сальник із пружинним підтисканням; 11 – кільце ущільнювача; 12 – болти; 13 – прокладка; 14 – пружина; 15 – розпізнавальне кільце; 16 – прокладка ущільнювального ковпачка; 17 – ковпачок

Рисунок 2.16 – Клапан SCA-X 40

2.3 Основні вимоги та характеристики, що пред’являються до холодинної машини

Ця таблиця складена на основі тих параметрів, які замовники запитують найчастіше. Ознайомившись з технічними вимогами підприємства «Агрохолдінг» та на основі вище зазначених вимог в табл. 2.2 показані найнеобхідніші параметри.

Таблиця 2.2

Порівняння параметрів побажань замовників із стандартом

Найменування параметру	Одиниця вимірів	Контроль згідно ДСТУ
Холодопродуктивність	кВт	+
Об’єм ресивера хладагента	л	
Потужність споживана на валу двигуна, не більше	кВт	+
Тип холодоагенту	-	
Тип холодоносія	-	

Температура холодоносія • на вході • на виході	°С	+
Витрата холодоносія	м ³ /год	+
Марка компресора	-	
Фірма (виробник)	-	
Маса компресора	кг	
Марка застосовуваної олії	-	
Кількість олії, заливальної в компресор	л	
Потужність номінальна	кВт	+
Частота обертів номінальна	Об/хв	+
Напруга живлення номінальна	В	+
Частота струму номінальна	Гц	+
Виконання за способом монтажу	-	
Рівень шуму, не більше	дБ(А)	
Тип системи охолодження конденсатора	-	
Електроventильатор конденсатора	-	
Витрата охолоджуючого повітря	м ³ /год	+
габаритні розміри установки, не більше мм	мм	+
Маса установки	кг	+

2.4 Контрольовані параметри холодильної машини

1. Холодопродуктивність машин та агрегатів слід визначати у всьому діапазоні робочих температур охолоджуваного середовища з інтервалом (5±2,5) °С або на номінальному режимі та режимі максимальної та мінімальної продуктивності при специфікаційних значеннях температури та витрати охолоджуючого середовища. Температуру конденсації встановлюють у межах ±2 °С від зазначеної у програмі випробування.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Режими, при яких визначають номінальну холодопродуктивність, встановлюють у НТД на конкретну машину (агрегат). Перевірка на режимах мінімальної продуктивності допускається здійснювати за рахунок дроселювання парів холодоагенту на вході в компресор до тиску, який заданий програмою випробувань.

2. Холодопродуктивність машин для охолодження повітря визначають на сухому режимі без вологовипадання та інеюутворення.

3. Випробування проводять у режимі, що встановився:

– при випробуванні машин, незалежно від методу, повинні вимірюватися такі параметри. Відхилення цих параметрів від середньоарифметичних значень, отриманих за результатами вимірювань, повинні бути не більше:

- 1) температура рідкого холодоносія на виході з випарника $\pm 0,2$ °C
- 2) температура повітря (газу) на вході в охолоджувач повітря ± 1 °C
- 3) температура охолоджуючого середовища на вході в конденсатор:
- 4) води $\pm 0,3$ °C
- 5) повітря ± 1 °C
- 6) масова витрата рідкого холодоносія $\pm 2\%$
- 7) масова витрата повітря через повітроохолоджувач $\pm 4\%$
- 8) масова витрата води в конденсаторі $\pm 2\%$
- 9) масова витрата повітря в конденсаторі $\pm 4\%$

– при випробуванні компресорно-випарних агрегатів, незалежно від методу, необхідно виміряти такі параметри.

Відхилення цих параметрів від їх середньоарифметичних значень, отриманих за результатами вимірювань, повинні бути не більше:

- 1) температура рідкого холодоносія на виході з випарника $\pm 0,2$ °C
- 2) температура холодоагенту перед регулюючим вентилям ± 2 °C
- 3) тиск холодоагенту на виході з компресора $\pm 2\%$
- 4) тиск холодоагенту перед регулюючим вентилям $\pm 2\%$
- 5) масова витрата рідкого холодоносія $\pm 2\%$

– при випробуванні компресорно-конденсаторних агрегатів незалежно від методу, повинні вимірюватися наступні параметри та відхилення цих параметрів від їх середньоарифметичних значень, отриманих за результатами вимірювань, повинні бути не більше:

- 1) температура перегрітої пари холодоагенту на вході в компресор ± 3 °C
- 2) тиск перегрітої пари холодоагенту на вході в компресор $\pm 1\%$
- 3) тиск кипіння холодоагенту (для двоступінчастих агрегатів відповідає
- 4) тиску парів холодоагенту на всмоктуванні першого ступеня) $\pm 1\%$
- 5) температура охолоджуючого середовища на вході в конденсатор:
- 6) води $\pm 0,3$ °C
- 7) повітря ± 1 °C
- 8) масова витрата охолоджуючого середовища в конденсаторі:
- 9) води $\pm 2\%$
- 10) повітря $\pm 4\%$

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

При випробуванні компресорно-конденсаторного агрегату у складі машини в яку він входить, вимоги до режиму, що встановився: тиск і температуру холодоагенту на вході в компресор приймають як середні за цикл їхнього коливання.

4. Для машин та агрегатів на базі компресорів із зовнішнім приводом повинна вимірюватися частота обертання валу компресора з відхиленням $\pm 1\%$ від середньоарифметичного значення, отриманої за результатами вимірів. Встановлена частота обертання не повинна відрізнятись від номінальної більш ніж на $\pm 10\%$ для машин та агрегатів з поршневими компресорами та на $\pm 3\%$ - для решти.

5. Для машин та агрегатів на базі компресорів із вбудованим електродвигуном має вимірюватися напруга електромережі, яка не має відрізнятись від номінальної більш ніж на $\pm 3\%$.

Допускається проводити випробування при більшому коливанні напруги при умові визначення частоти обертання валу компресора, яка не повинна відрізнятись від встановленої при випробуванні більш ніж на $\pm 1\%$.

6. Для машин та агрегатів, які можуть бути випробувані тільки у споживача, допускається збільшення відхилення параметрів.

7. Машини та агрегати на місці експлуатації випробовують після виконання пуско-налагоджувальних робіт відповідно до технічного опису та інструкції з експлуатації. Машина чи агрегат повинні забезпечувати підтримання температури холодоносія, що відповідає специфіці даного експлуатуючого підприємства, але в межах технічних умов на цю машину чи агрегат.

8. Відповідно до вказівок програми випробувань можуть вимірюватися: температура води на вході та виході з сорочки компресора та маслоохолоджувача, витрати води через сорочку компресора та маслоохолоджувача.

9. До початку вимірювань машина чи агрегат повинні пропрацювати не менше 1 год в режимі, що встановився.

2.5 Узагальнення контрольованих параметрів

2.5.1 Одноступінчаста машина без регенеративного теплообмінника

1. Опис та умови застосування методу

1.1.1. Метод полягає у визначенні кількості теплоти, відведеної від холодоносія у випарнику, шляхом вимірювання витрати холодоносія та перепаду температур холодоносія на вході та виході з випарника.

1.1.2. Перепад температур холодоносія на вході та виході з випарника повинен бути:

- для рідкого холодоносія – не менше $3\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- для повітря (газу) – не менше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.2. Основні умови випробування

Додатково до вимог, повинна підтримуватись величина різниці температур холодоносія на вході та виході з випарника з відхиленням від встановленої різниці температур під час випробувань не більш ніж $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

1.3. Додаткові виміри

Повинні бути виміряні такі параметри:

1.3.1. Для машин для охолодження рідини, для компресорно-випарювальних та компресорно-конденсаторних агрегатів – температура холодоносія на вході у випарник;

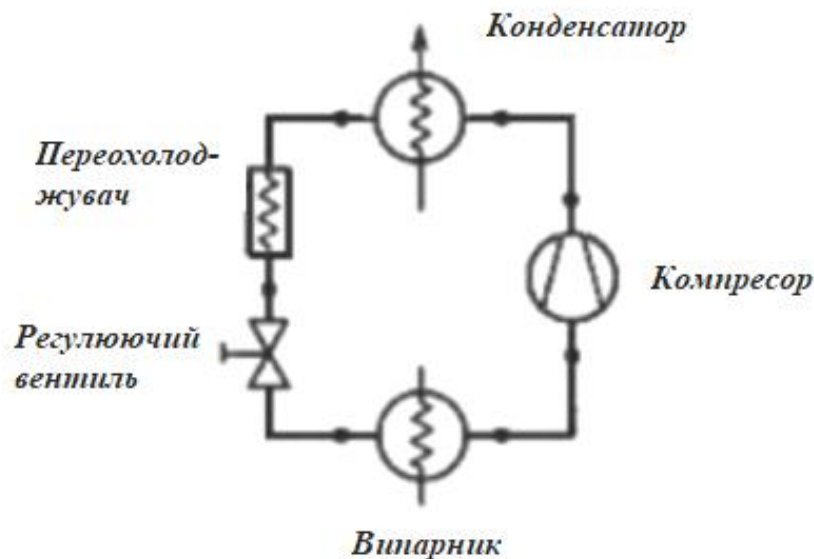


Рисунок 2.17 – Одноступенева машина без регенеративного теплообмінника

1.3.2. Для машин для охолодження повітря – температура повітря на виході з повітроохолоджувача;

1.3.3. Для компресорно-конденсаторних агрегатів:

- а) тиск рідкого холодоагенту перед регулюючим вентилем;
- б) температура рідкого холодоагенту перед регулюючим вентилем;
- в) тиск холодоагенту на виході з випарника;
- г) температура холодоагенту на виході з випарника;
- д) споживана потужність циркуляційного насоса

(вентилятора) холодоносія (якщо він знаходиться між точкою вимірювання температури холодоносія та випарником);

- е) температура навколишнього повітря;
- ж) барометричний тиск.

2.5.2 Одноступінчаста машина з регенеративним теплообмінником

1.1. Опис та умови застосування методу

1.1.1. Метод полягає у заміні нормального навантаження випарника іншим, джерелом теплоти, що піддається вимірюванню, який здатний забезпечити робочий режим машини, що встановився.

В якості теплового джерела можуть бути використані електропідігрів або гаряча рідина. Допускається застосування інших джерел тепла.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо в якості джерела теплоти використовують рідину, то витрата її через випарник повинна забезпечувати перепад температур на вході та виході не менше ніж 3 °С.

1.1.2. При випробуванні машин з камерними охолоджувачами повітря повітроохолоджувач(і) поміщають у калориметричну камеру або холодильну камеру споживача.

1.1.3. По можливості камера має бути ізольована таким чином, щоб теплопритоки через стінки камери не перевищували 5% холодопродуктивності.

Якщо тепловтрати через стінки камери перевищують 5% холодопродуктивності машини, температура навколишнього середовища навколо камери повинна підтримуватися постійною в межах ± 1 °С - для камер з внутрішніми габаритними розмірами до (2x2x2) м включно та ± 2 °С – для камер із внутрішніми габаритними розмірами понад (2x2x2) м.

1.1.4. Нагрівач калориметричної камери повинен бути сконструйований та розташований таким чином, щоб тепловий потік не був спрямований прямо на повітроохолоджувач, а також на місце вимірювання температури та на стінки камери.

1.2. Основні умови випробувань

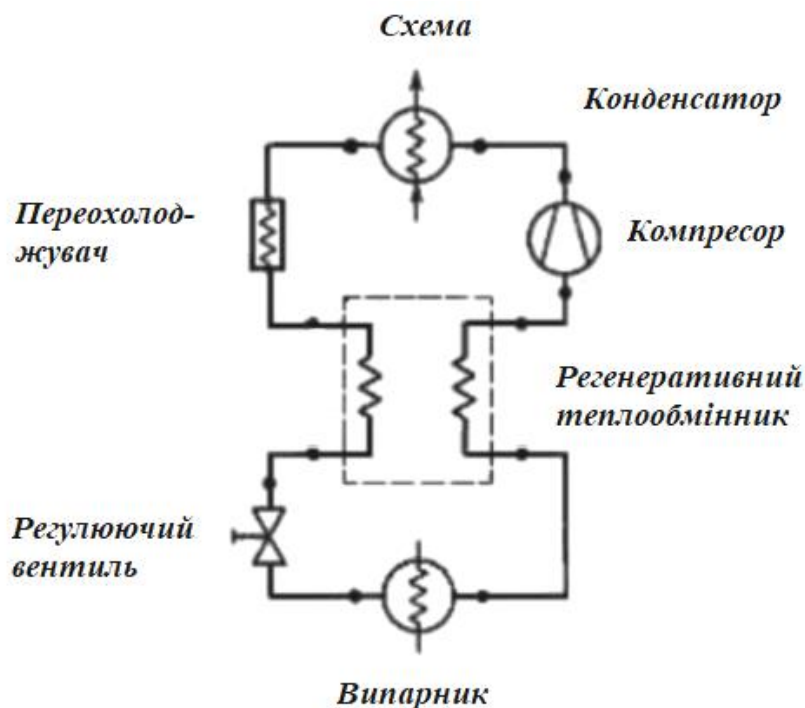


Рисунок 2.18 – Одноступінчаста машина з регенеративним теплообмінником

Якщо джерело теплоти рідина, то повинні вимірюватися наступні параметри, відхилення їх від встановлених значень за час випробування повинні бути не більше:

температура рідини на вході в нагрівач $\pm 0,2$ °С, витрати рідини через нагрівач $\pm 2\%$, різниця температур рідини на вході та виході з нагрівача $\pm 0,2$ °С.

1.3. Додаткові виміри

Додатково мають бути виміряні такі параметри:

1.3.1. Для всіх видів обладнання, що випробовується:

а) параметри нагрівача:

джерело теплоти – електропідігрів

потужність, що підводиться до нагрівача;

джерело теплоти – рідина

температура рідини на виході з нагрівача

б) споживана потужність циркуляційного насоса холодоносія або вентилятора камери;

в) середня температура середовища у джерелі теплоти чи камері;

г) температура навколишнього повітря;

д) барометричний тиск.

1.3.2. Для машин для охолодження рідини, для компресорно-випарювальних агрегатів та для компресорно-конденсаторних агрегатів, випробовуваних у складі машини (стенду) з випарником для охолодження рідини:

а) температура холодоносія на вході у випарник;

б) температура холодоносія на вході в нагрівач;

в) температура холодоносія на виході з нагрівача.

1.3.3. Для компресорно-конденсаторних агрегатів:

а) тиск холодоагенту на вході в регулюючий вентиль;

б) температура холодоагенту на вході в регулюючий вентиль;

в) тиск холодоагенту на виході з випарника;

г) температура холодоагенту на виході з випарника.

1.3.4. Для компресорно-конденсаторних агрегатів, що випробовуються у складі машини (стенда) з випарником для охолодження рідини – температура холодоносія на виході з випарника.

Нижче було складено таблицю на основі методів випробування холодильних машин. Підбрано необхідні прилади, що здійснюють зняття показань з усіх ділянок системи. Також виміри були поділені на два види: прямі вимірювання та розрахункові вимірювання. Прямі вимірювання це вимірювання, значення яких ми знімаємо безпосередньо з датчиків.

Розрахункові ж виміри потрібно вираховувати, використовуючи різні характеристики конкретної холодильної установки. Вибраний метод В був підібраний за рахунок своєї функціональності, завдяки не складним за виконанням датчикам можна знімати показання на всіх необхідних ділянках. Також зупинився вибір саме на 2 методи, тому що підприємство «Агрохолдінг» може реалізувати саме ті датчики та пристрої, які є в цьому методі.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Основні прилади для зняття показань

Параметр	Позначення	Пристрій	Метод А	Метод В
Прямі вимірювання				
Температура навколишнього повітря	$t_{\text{навк}}$	Термометр	—+	+
Температура газу на виході з випарника	$t_{\text{г/вих}}$ АТ1	Термометр	+	+
Температура рідкого холодоносія на вході в випарник	$t_{\text{ж/вх}}$ АТ2	Термометр	+	+
Температура рідини на вході/виході з випарника	$t_{\text{w1/tw2}}$	Термометр	+	+
Температура повітря (газу) на виході з повітроохолоджувача		Термометр	+	-
Температура рідкого холодоагенту перед регулюючим вентилем	$t_{\text{ж/вхРВ}}$	Термометр	+	+
Температура рідини на вході в нагрівач	$t_{\text{вхАТ2}}$	Термометр	-	+
Температура на виході з нагрівача	$t_{\text{вихАТ2}}$	Термометр	-	+
Витрата ч/з нагрівач	Q	Витратомір	+	+
Об'ємна витрата рідини	V_w	Витратомір	+	+
Потужність електрична	Ne	Ватметр	+	+

Тиск рідкого холодоагенту перед регулюючим вентилем	Рж/вх РВ	Манометр	+	+
Тиск холодоагенту на виході з випарника	Рвих АТ1		+	+
Розрахункові виміри				
Корисна холодопродуктивність	Q_o^k		+	+
Тепловий потік	$Q_{\text{кам}}$		+	+
Масова витрата	G_a		+	+
Теплопрохідність	KF		-	+

Так як джерело теплоти рідина, корисну холодопродуктивність знаходимо за формулою:

$$Q_o^n = V_w \rho_w C_w (t_{w1} - t_{w2}) + Q_{\text{кам}} + Q_s + \Sigma Q_{\text{тр}}$$

де V_w – об'ємна витрата рідини;

ρ_w – щільність рідини;

C_w – питома теплоємність;

t_{w1}/t_{w2} – температура рідини на вході/виході з випарника.

$Q_{\text{кам}}$ – тепловий потік із навколишнього середовища через стінки калориметра або калориметричної камери визначають за формулою:

$$Q_{\text{кам}} = KF(t_{\text{в ср}} - t_{\text{кам ср}})$$

Теплопровідність визначають за трьома значеннями різниці температур, які мають бути в межах 10 °С – 40 °С. Температуру повітря, прийняту для визначення теплопровідності, визначають, як середньоарифметичне значення температур, виміряних не менше ніж в 5 точках на відстані 0,15 м від стіни камери. При плоских стінках точки вимірювання повинні розташовуватися у середині кожної стінки. Температури 5 окремих точок не повинні відрізнятися одна від одної не більш ніж на 3 °С.

Теплопровідність камери визначають за такою формулою:

$$KF = \frac{N_{\text{кам}}}{t_{\text{в ср}} - t_{\text{кам ср}}}$$

де $N_{\text{кам}}$ – потужність електронагрівачів калориметра або камери.

Тепловий потік до холодоносія від циркуляційного насоса визначають за формулою:

$$Q_s = N_3 \eta$$

де N_3 – потужність електрична (споживана з мережі);
 η – ККД двигуна.

Теплові потоки до трубопроводів холодоагенту визначають за формулами:

а) до трубопроводів холодоагенту між регулюючим вентилем та випарником:

$$Q_{\text{тр}} = KF(t_{\text{в}} - t_0)$$

де t_0 – температура насичення, що відповідає тиску на виході з випарника.

б) до трубопроводів холодоагенту між випарником та компресором:

$$Q_{\text{тр}} = KF(t_{\text{в}} - t_{\text{ср}})$$

де $t_{\text{ср}}$ – середня температура в частині циркуляційної системи, прийнята в якості середньої температури зовнішньої поверхні, що контактує з навколишнім повітрям.

Масову витрату холодоагенту визначають за формулою, якщо джерело теплоти – рідина:

$$G_a = \frac{V_w \rho_w c_w (t_{w1} - t_{w2}) + Q_{\text{кам}} + Q_s \pm \sum Q_{\text{тр}}}{i_7 - i_5}$$

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насос Н качає робочу рідину, в даному випадку воду, з бака Б. Лінії після насоса розташований зворотний клапан К.О, для запобігання зворотного перетікання рідини в насос. Манометр підключений до триходового крану для того, щоб при розборі системи можна було скинути тиск манометра, а лише після зняття його. Далі розташована лінія перепуску для найбільш точного регулювання та розрахунку витрати рідини, що проходить через витратомір РМ. Дросель Др1 відноситься до лінії перепуску, з його допомогою здійснюється регулювання подачі на систему.

Дросель Др2 встановлений для підтримки тиску у системі. Після проходження РМ рідина взаємодіє з теплообмінником АТ2 вода-вода та при взаємодії підвищує свою температуру. За допомогою датчиків ДТ1 та ДТ2 ми знімаємо показання температури холодоносія до і після цього теплообмінника. На вході до другого теплообмінника АТ1, до якого підключено об'єкт випробування О.І. розташований датчик температури холодоносія ДТ3, для зняття показань перед гарячою взаємодією води та об'єктом випробувань, безпосередньо холодильною установкою

Таблиця 2.4

Скорочення

Позначення	Найменування
АТ1	Теплообмінник фреон-вода
АТ2	Теплообмінник вода-вода
ДТ1, ДТ2	Датчики температури холодоносія на $V_x/V_{вих}$ із нагрівача
ДТ3, ДТ4	Датчики температури холодоносія на $V_x/V_{вих}$ з випарника
ДТ5, ДТ6	Датчики температура холодоагенту на $V_x/V_{вих}$ із випарника
РМ	Витратомір
Н	Насос
М	Манометр
Др1, Др2	Дроселя
Ф	Фільтр сітчастий
ВН	Вентиль
ОІ	Об'єкт випробування
К.О	Зворотний клапан

Після проходження другого теплообмінника стоїть другий датчик температури ДТ4, з нього теж знімаються показання і після ми рахуємо ΔT , щоб подивитися правильність роботи стенду, що охолодження йде у повній мірою. У разі поломки, виходу з ладу або вироблення свого життєвого циклу певного елемента, у всіх необхідних місцях стоять кульові крани ВН, для найбільш зручного розбору системи та заміни елемента.

Розроблена схема дозволяє реалізувати метод А та В у повному обсязі для вироблених холодильних машин підприємство «Агрохолдінг». Метод В став найбільш підходящим та оптимальним варіантом для реалізації, рис. 2.19.

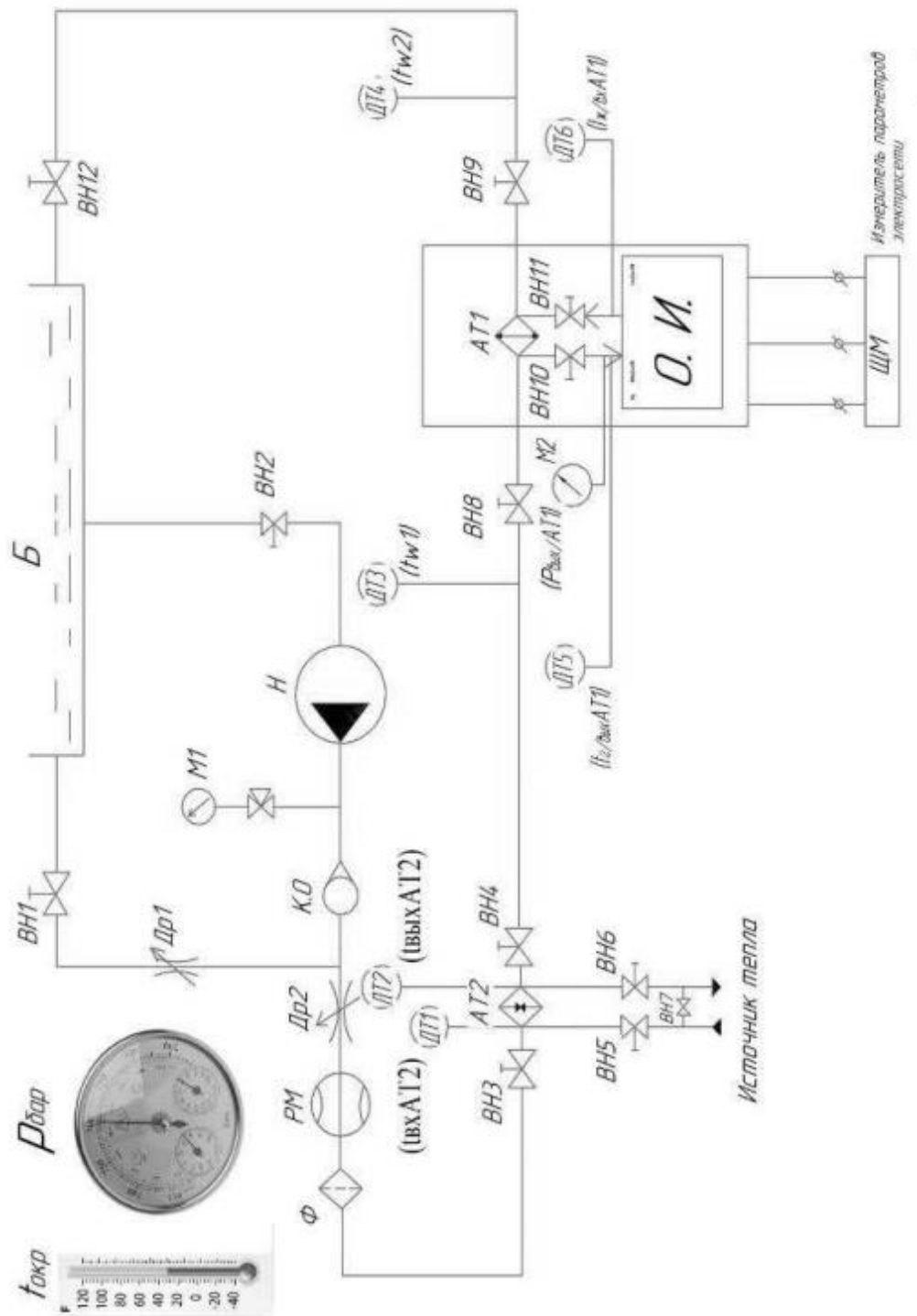


Рисунок 2.19 – Структурна схема

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Шкідливі та небезпечні фактори

Правила безпечного виробництва повинні дотримуватися на будь-яких підприємствах, зокрема харчових. Харчові компанії повинні суворо дотримуватися всіх правил техніки безпеки. На підприємствах харчової промисловості існує низка шкідливих і небезпечних факторів, що впливають на працівників:

– фізичні, що викликають травми кінцівок, забиття, порізи, тимчасова втрата слуха, погіршення або тимчасова втрата зору, наприклад, ріжуче колюче обладнання, елементи, що крутяться, перемішують агрегати, а також шум, вібрація від обладнання, надто яскраве або недостатнє світло;

– хімічні – вплив розчинів для промивання обладнання, передозування препаратів, опіки від дії кислот тощо;

– термічні – опіки від нагрівального обладнання, переохолодження в камерах охолодження та заморозки продукції

– електростатичні – вплив електрики від приладів та обладнання.

Відповідальність за безпеку працівників на харчовому підприємстві несе роботодавець, який забезпечує належний огляд та перевірку обладнання, його технічне обслуговування, вживає заходів щодо забезпечення пожежної та виробничої безпеки, створює відділ по охорони праці з виробництва.

На виробничому підприємстві може працювати цілий штат співробітників з охорони праці на чолі з інженером з техніки безпеки, або позаштатний інженер чи обслуговуюча компанія. У будь-якому випадку, на особа, відповідальна за безпеку працівників, накладаються на певні посадові обов'язки:

– перевірка, контроль технічного обслуговування обладнання;

– забезпечення контролю мікроклімату у приміщеннях згідно нормативним документам (температура та вологість повітря, тиск, освітлення тощо);

– проведення інструктажів з техніки безпеки та пожежної безпеки серед виробничих працівників та адміністративних працівників підприємства.

Існує кілька видів інструктажів з техніки безпеки: вступний, первинний, повторний цільовий та інші.

Найбільш важливим є вступний інструктаж при прийомі співробітника на роботу, первинний інструктаж проводиться під час перекладу працівника на іншу посаду.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					Технічне оснащення гвинтової холодильної установки для охолоджувального складу	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						3	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>							

Повторний інструктаж проводиться раз на квартал із кожним працівником незалежно від того як давно він проходив якийсь із інструктажів. Цільовий інструктаж проводиться при введенні нових посадових обов'язків працівника або при впровадженні нового обладнання.

Найважливішим завданням забезпечення безпеки на виробництві є своєчасний контроль усіх процесів та швидке якісне усунення всіх неполадок.

Пожежна безпека підприємства також перебуває у низці найважливіших задач забезпечення охорони праці працівників. Для запобігання загоранням на підприємстві передбачено організацію системи автоматичного оповіщення та система автоматичного гасіння пожежі. При задимленні або замиканні проводів, системи миттєво включає оповіщення та системи спринклерних розбризкувачів у місцях виявлення спалаху. Для працівників передбачено систему евакуації з будівлі, з якої вони ознайомлюються під час проходження інструктажів. Система евакуації включає оповіщувачі, вказівні знаки, звуковий супровід [16].

Крім сучасних засобів гасіння пожежі, на підприємстві є пожежні рукави, підключені до відокремленої системи водопроводу, вогнегасники, механічні засоби гасіння спалахів.

Для припинення горіння за допомогою піни застосовують спеціальні вогнегасники, піногенератори та установки для отримання повітряно-механічної піни.

Крім пінних вогнегасників застосовуються газові вогнегасники. До них відносяться вуглекислотні аерозольні та вуглекисотно-брометиллові. Вони застосовуються при гасінні різних речовин, а також електроустановок під напругою.

Порошкові вогнегасники застосовують для гасіння невеликих за площею пожеж горючих рідин, газів, електроустановок під напругою до 1000 В.

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння у виробничих, складських, допоміжних приміщеннях, будинках, спорудах, а також на території підприємств встановлюються спеціальні пожежні щити, яких знаходяться ті засоби пожежогасіння, які можуть застосовуватися в даному приміщенні, споруді, установці.

Крім виконання технічних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки на підприємстві обов'язково проводяться організаційні події. До них відносяться: навчання працюючих, розробка та реалізація норм, правил, інструкцій пожежної безпеки, виготовлення та застосування засобів наочної агітації щодо забезпечення пожежної безпеки та інше.

До обов'язків працівників виробництва входить:

- дотримання посадових інструкцій, вказівок інструктажів;
- використання засобів індивідуального захисту – спецодягу, взуття, масок, рукавичок тощо;
- знання інструкцій з експлуатації обладнання;
- забезпечення безпеки на робочому місці – відключення приладів, використання приладів за призначенням.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

2.2 Забезпечення умов безпеки праці на виробництві

Необхідно дотримуватися вимог, що висуваються до технологічного обладнання. Машини та агрегати слід встановлювати на міцній станині, щоб уникнути перекидання, вібрації, довільного переміщення та поштовхів. При безпечному обслуговуванні обладнання необхідно взяти до уваги розташування його в цеху.

Регулювання, мастило та ремонт машини проводиться після відключення обладнання від мережі, вивішуючи попереджувальну табличку «Не включати». Щоб забезпечити безпечне обслуговування машин, потрібно надати вільний доступ до них. Проходи біля віконних прорізів повинні бути шириною не менше 1 м, а основні проходи не менше 1,5 м забезпечити безпеку робітників тепловиділяючі поверхні апаратів та трубопроводів покриваються ізоляційним матеріалом. Щоб запобігти опікам температура поверхні ізоляції не повинна бути більше 45°C. Забезпечується витяжною системою вентиляції обладнання, яке інтенсивно виділяє тепло, вологу та шкідливі речовини. Умовам навколишнього середовища приміщень, повинні відповідати: захисна та пускова арматура та електродвигуни.

Щоб обслуговувати апарати, прилади, машини, механізми та комунікації на виробництві допускаються особи, які пройшли спеціальну підготовку, знайомі з принципом роботи та їх пристроєм, з якими було проведено відповідний інструктаж з техніки безпеки.

Інструкції з надання першої допомоги при нещасних випадках та інструкції з обслуговування машин повинні бути вивішені на робочих місцях біля технологічних ліній.

Безпосередньо, перед тим як розпочати роботу, необхідно оглянути та перевірити своє робоче місце. Щоб переконатися у правильній роботі основних вузлів та машини її роботу перевіряють на холостому ході та малу швидкість. Щоб запобігти травмуванню у обслуговуючого персоналу, на небезпечних ділянках обладнання, потрібно встановити кожухи та огорожі.

Для запобігання опікам у обговорювального персоналу та зменшення втрат тепла повинні бути покриті теплоізоляційним матеріалом: трубопроводи для гарячої води, парові та пароводяні сорочки.

Пар починають пускати в пароводяну сорочку після заповнення водою ємнісних теплообмінних апаратів, а ванна має бути заповнена сумішшю для морозива.

Надійно повинні бути заземлені: станини машин, електродвигуни та пускова апаратура.

Перед усуненням несправності в електричній схемі обладнання, з нього має бути знято напругу. Категорично забороняється виробляти перевірку наявності напруги руками; розміщувати сторонні предмети всередині пульта управління, обливати електродвигуни та шафи з електроустановки водою. Електродвигуни вологого типу використовуються у приміщеннях з підвищеною вологістю, в яких знаходяться душова, варильна апаратура, мийка.

Для холодильників, низькотемпературних приладів та фризерів: не можна допускати перевантаження охолоджувальної камери, оскільки через це

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

погіршується умови зберігання продуктів. У жодному разі не можна очищати випарник обладнання від інею гострими предметами, так як це може випустити з неї фреон та порушити герметичність системи.

Не рекомендується зберігати продукти близько до стін і на випарнику. Щоб не втрачати холод і скоротити витрати електроенергії необхідно як можна рідше відчиняти двері холодильного обладнання. Необхідно мити обладнання щонайменше 1 раз на тиждень. Щоб уникнути зниження продуктивності обладнання потрібно періодично очищати його від пилу. Якщо іскряться прилади контролю та управління, з'явився витік олії та фреону, що характерно появами маслянистих плям у місцях з'єднання трубок, таке обладнання не можна використовувати. Під час запуску та зупинці фрізерів повинен дотримуватися встановленого порядку відкривання та закривання вентилів. Рідкий аміачний вентиль закривається, якщо під час роботи обладнання, з'являється запах аміаку, то потрібно попередньо вимкнувши з роботи обладнання та приступити до усунення витіку аміаку [17].

Інгаляцію теплою парою, з вмістом 1 – 2 % лимонного розчину кислоти слід провести при отруєнні аміаком. Камери загартовування та зберігання готової продукції повинні бути оснащені системою сигналізації безпеки для можливості виходу людей, які випадково залишилися в закритому приміщенні.

Для запобігання забруднення навколишнього середовища через викиди в атмосферу аерозолів та газів на молочних підприємствах проводяться відповідні спеціалізовані заходи, а також заходи з запобігання потраплянню в стічні води змивних і промивних вод, містять жири та білкові відходи, відпрацьовані хімічні реагенти, дезинфікуючі та миючі засоби.

Попадання в повітряне середовище шкідливих домішок, таких як пари, пил та гази порушують її склад та призводить до її зміни. Вплив цих факторів на повітряне середовище, несприятливо позначається здоров'я робітників і продуктивність праці.

Для дотримання та підтримки охорони навколишнього середовища та здоров'я населення для всіх заводів, що переробляє молочну продукцію, необхідно здійснення умов, згідно з вимогами щодо санітарної захисту навколишнього середовища відповідно до основних нормативних документів.

Перед скиданням стічних вод у систему підприємства повинні зробити локальне очищення та знезараження цих вод до колі-індексу не більше 1000 та індексу – фага не більше 1000 БОЕ дм³. Перед викидом відпрацьованого повітря, з вмістом його складі аерозолі в атмосферу, він повинен бути очищений на спеціальних фільтрах. Адміністрація підприємства зобов'язана проводити заходи з охорони навколишнього середовища, узгодивши їх із територіальними центрами Держсанепіднагляду, ґрунтуючись на інвентаризації виробничих процесів та обладнання, через які в довкілля виділяються шкідливі речовини.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота присвячена принципу дії гвинтової холодильної машини, підбору її основних елементів. У роботі зазначено, що гвинтові компресори відносять до компресорів об'ємного типу дії. Зараз гвинтові компресори мають експлуатаційні переваги та отримали широкий попит у галузі середньої та високої холодопродуктивності. Можливість роботи гвинтових компресорів у будь-яких режимах парових холодильних машин та теплових насосів на різних робочих речовинах, компактність, надійність, довговічність та досить високі енергетичні характеристики сприяє їх широкому застосуванню й у машинах малої продуктивності. Гвинтові компресори малої продуктивності перспективні під час роботи у високотемпературних режимах, таких як, режим теплового насоса та режим кондиціонування.

У першому розділі розглянуто класифікацію компресорів, їх види та різні властивості. На основі здійсненого аналізу, було зроблено висновок, що гвинтові компресори найбільш перспективні для роботи у холодильних установках. На будь-яке підприємство потрібні саме гвинтові компресори з огляду на їх переваги, наприклад, невисока вібрація, низький рівень шуму, висока ефективність обсягу. Незважаючи на те, що поршневі компресори мають широке застосування їхні недоліки змушують відмовитися від них. Найбільш вагомим недоліком поршневих компресорів у порівнянні з гвинтовими є сильна вібрація за рахунок зворотно-поступального руху поршня. Пластинчасті насоси також поступаються гвинтовим, з часом їх починає клинити, а пластини перекошуються.

Другий розділ присвячено особливостям конструкції та принципу дії гвинтової холодильної установки. На основі здійсненого аналізу наукових джерел, було обґрунтовано вибір основних елементів гвинтової холодильної установки, а саме:

– електронний розширювальний клапан для регулювання витрати холодоагенту, що надходить у випарник, який встановлюється у електронний розширювальний клапан. Регулювання здійснюється за рахунок підтримки перегріву холодоагенту на заданому рівні;

– випарник – одним із основних компонентів установки, пластинчастий теплообмінник, у якому холодоагент відбирає необхідне кількість тепла у холодоносія (10 °С), повністю випаровується та перегрівається. Показник перегріву (5 К) гарантує відсутність вологи на вході у компресор;

– фільтр типу DCR та DAS 307 на виході з ресивера та на всмоктувальній лінії компресора встановлені фільтри-осушувачі DCR зі змінним твердим сердечником. Вони захищають установку від вологи, кислот та твердих

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>					Технічне оснащення гвинтової холодильної установки для охолоджувального складу					
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
									2	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>							ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>									

частинок. Твердий сердечник забезпечує високу продуктивність осушення та виключає утворення кислот у системі;

– регулятор тиску в ресивері типу KVD, який є модулюючим регулятором тиску ресивері. Він відкривається при зниженні тиску в ресивері та пропускає гарячий газ для підтримки тиску в ресивері на заданому (регульованому) рівні;

– запобіжний клапан FP-SV-038 призначений для захисту ресивера від неприпустимого перевищення тиску за допомогою скидання надлишку робочого середовища;

– вентиль із пілотним керуванням типу ICS. Регулятор ICS – це основний вентиль із сервоприводом, функції якого визначаються типом використовуваного пілотного вентиля (пілота). Основний вентиль з пілотом (пілотами) регулює витрату холодоагенту пропорційному або релейному (двопозиційному) закону регулювання відповідно до типу пілотного вентиля;

– електромагнітний клапан EVR 10, який при залученні частотного перетворювача компресора менше, ніж на 75% перекриває лінію економайзера;

– терморегулюючий вентиль TPB TE, який контролює надходження рідкого холодоагенту в економайзер компресорної установки. Він перешкоджає попаданню рідкого холодоагенту компресор;

– вентиль ROTALOCK FP-RV призначені для замикання та відсічення ресивера, що дозволяє проводити своєчасне обслуговування та полегшує заміну обладнання. Два сервісні порти призначені для приєднання контрольно-вимірювального обладнання та автоматики, а також шлангів заправки;

– зворотно-запірний клапан SCA-X 40 та NRVA із вбудованою функцією запірного клапана. Він призначений для запобігання зворотному струму газу в компресор, а також для замикання нагнітальної лінії для проведення сервісних робіт з компресором;

– оглядове скло SGN Danfoss вказує на надто високе вміст води в системі охолодження, на недостатнє переохолодження та недостатню заправку холодоагенту. Оглядове скло SGN забезпечене індикатором вологості, яке змінює свій колір, показуючи рівень вмісту вологи в холодоагенті.

На підприємстві «Агрохолдінг» (м. Дніпропетровськ) було розглянуто принцип дії одноступеневої машини без регенеративного теплообмінника та одноступінчастої машина з регенеративним теплообмінником. Здійснено узагальнення контрольованих параметрів та підібрано необхідні прилади, що здійснюють зняття показань з усіх ділянок системи. У процесі вимірювання застосовувалося два методи:

Метод А полягає у визначенні кількості теплоти, відведеної від холодоносія у випарнику, шляхом вимірювання витрати холодоносія та перепаду температур холодоносія на вході та виході з випарника.

Метод В полягає у заміні нормального навантаження випарника іншим, джерелом теплоти, що піддається вимірюванню, який здатний забезпечити робочий режим машини, що встановився.

Вимірювання були поділені на два види: прямі вимірювання та розрахункові вимірювання. Дано перевагу більш універсальному методу А за рахунок своєї функціональності.

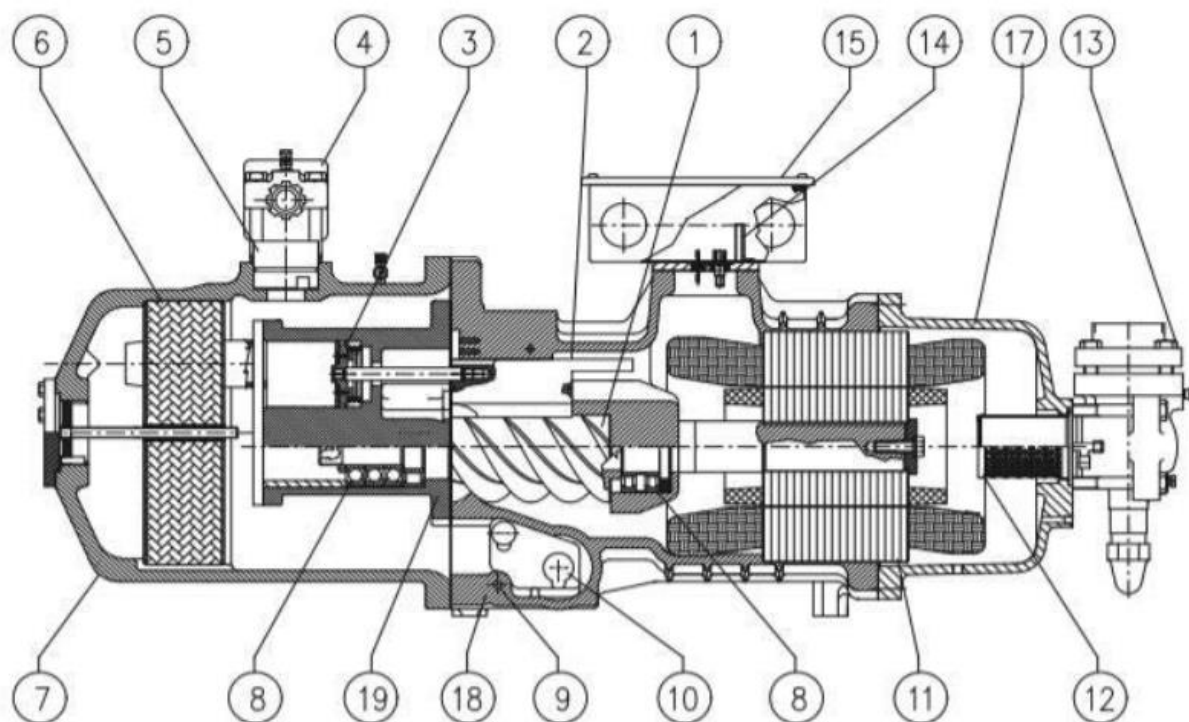
					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хмельнюк М.Г. Холодильні установки спеціального призначення. Одес. нац. акад. харч. технологій. Херсон : Вид. Грінь Д.С., 2013. 488 с.
2. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів. К.: НУХТ, 2007. 335 с.
3. Холодильні установки: Підручник / 6-е вид., перероблене і доповнене / І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Лар'яновський та ін.; За ред. І.Г. Чумака. Одеса: Рефпринтінфо, 2006. 550 с.
4. Лозовський А.П., Іванов О.М. Основи холодильних технологій. Суми: Університетська книга, 2018. 280 с.
5. Подмазко О.С., Мурашов В.С. Холодильна техніка і технологія. Одеса, Видавничий центр ОДАХ, 2015. 200 с.
6. Холодильні установки. Проектування / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю., Лар'яновський С.Ю., Чумак Н.І., Оніщенко В.П. Одеса : Друк, 2008. Том 2, 186 с.
7. Сайт ТДАУ ім. Дмитра Моторного [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.tsatu.edu.ua > orhv > uploads > sites.
8. Мнацаканов Г. К. Основи проектування холодильників. Одеса: Інститут низькотемпературної техніки ОДАХ, 2004. 71 с.
9. Гуртовенко Ю.О. Проектування холодильників. Біла Церква: Технологіко-економічний коледж Білоцерківського національного аграрного університету, 2010. 124 с.
10. Теплові процеси та апарати: навч. посібник / Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонюк, Г.Л. Рябцев, М.В. Сезонов. К.: НМЦВО, 2000. 372 с
11. Компресорні станції транспортних засобів / В.Х. Далека, М.А. Голтв'янський, А.В. Коваленко, В.І. Скуріхін; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Х: ХНУМГ, 2014. 128 с
12. Мальгина Е.В., Мальгин Ю.В. Холодильные машины и установки. М. : Пищевая промышленность, 1991, 609 с.
13. Холодильна техніка. Лагутін А.Ю., Лар'яновський С.Ю., Чумак Н.І., Оніщенко В.П. Одеса : Друк, 2008. Том 1, 145 с.
14. Холодильні установки. Проектування / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю., Лар'яновський С.Ю., Чумак Н.І., Оніщенко В.П. Одеса : Друк, 2008. Том 2, 186 с.
15. Ткачук К.Н., Филипчук В.Л., Каштанов С.Ф., Зацарний В.В., Полукаров О.І. та ін. Виробнича санітарія: Навчальний посібник. Рівне: 2012. 443 с.
16. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник / Я. І. Бедрій, В. Я. Нечай. Львів: Магнолія 2006, 2007. 499 с.
17. Джигирей В. С. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник / В.С. Джигирей, В.Ц. Жидецький. Львів: Афіша, 2000. 256 с.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А
Основні вузли компресора



Основні вузли компресора

1 – ротори; 2 – слайд клапан; 3 – поршня керування клапаном; 4 – розвантажувальний клапан запірний; 5 – зворотний клапан; 6 – масловідділювач; 7 – сепаратор; 8 – підшипники кочення; 9 – підігрівач картера; 10 – масляний фільтр; 11 – електродвигун; 12 – всмоктуючий фільтр; 13 – всмоктуючий клапан; 14 - пристрій захисту; 15 – електрична коробка; 16 – кришка всмоктування; 17 – корпус; 18 – опора.

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Основні вузли компресора		
<i>Розроб.</i>					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>					1	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>						

Додаток Б
Компресор SRC S-133



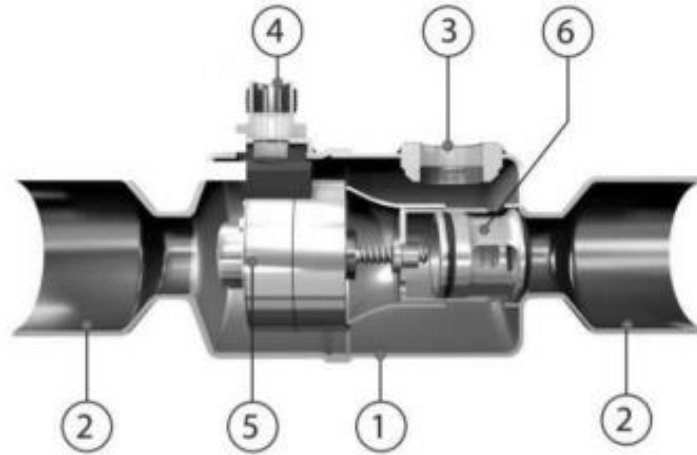
Компресор SRC S-133

Технічні характеристики гвинтового компресора SRC S-133

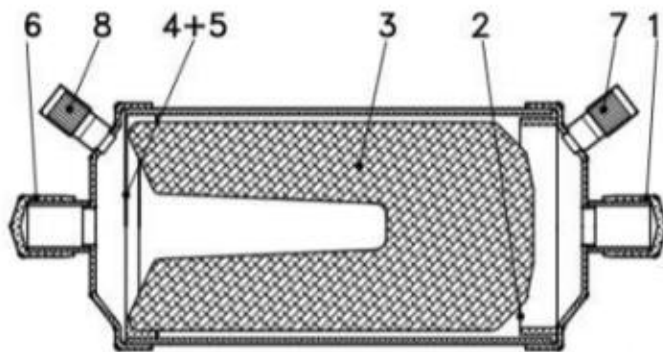
Технічні характеристики	Опис
Холодопродуктивність (кВт) при: $T_{кип}=5^{\circ}C$ $T_{кон}=38^{\circ}C$	137,7
Потужність електродвигуна (кВт) при: 50Hz	30
Об'єм масла (л)	6,3
Діаметр патрубків (внутрішній) – нагнітання	1 5/8"
Діаметр патрубків (внутрішній) – всмоктування	2 1/8"
Маса (кг)	330

					ДонНУЕТ.142 ЕМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					Компресор SRC S-133	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						1	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО			
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>							

Додаток В
Конструкція клапана фільтра



Конструкція клапана

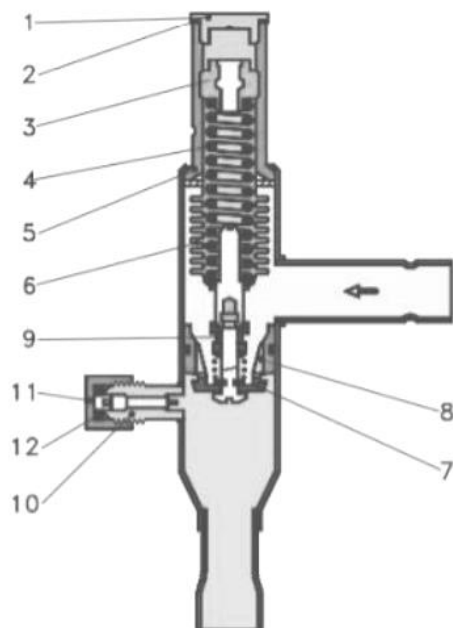


- 1. Вхідний штуцер
- 2. Пружина
- 3. Тверда серцевина
- 4. Металева сітка
- 5. Перфорована пластина
- 6. Герметичний ковпачок
- 7. Вхідний Шредер-клапан
- 8. Вихідний Шредер-клапан

Конструкція фільтра

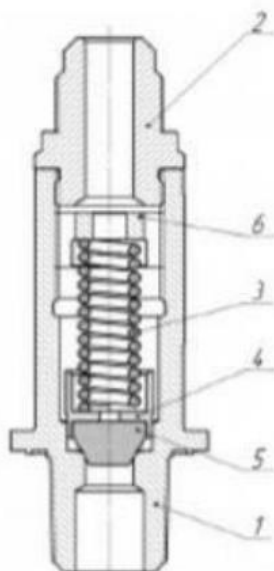
					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					Конструкція клапана фільтра	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						1	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>							

Додаток Г
Регулятор тиску KVD 15 та пристрій запобіжного клапана



Регулятор тиску KVD 15

1 – захисний ковпачок; 2 – прокладання; 3 – регулювальний гвинт; 4 – основна пружина; 5 – корпус клапана; 6 – врівноважуючий сільфон; 7 – пластина клапана; 8 – посадкове сідлище; 9 – демпфуючий пристрій; 10 – штуцер для приєднання манометра; 11 – ковпачок; 12 – прокладання

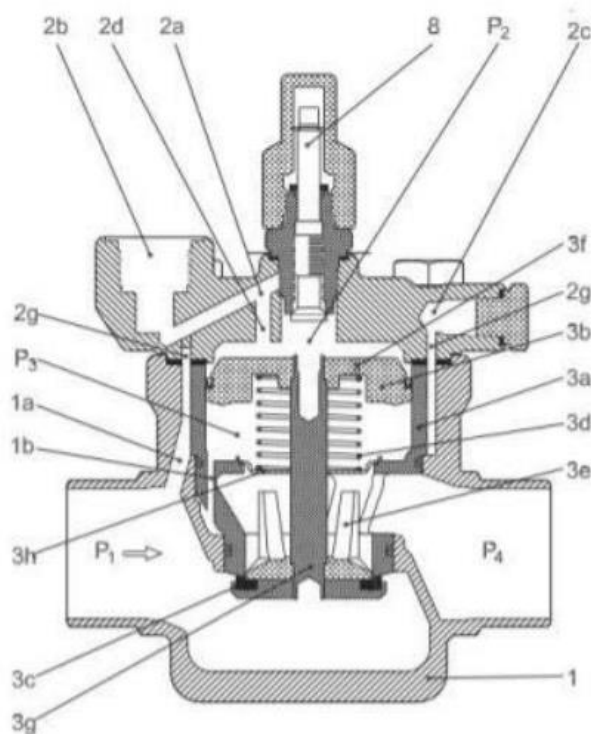


Пристрій запобіжного клапана

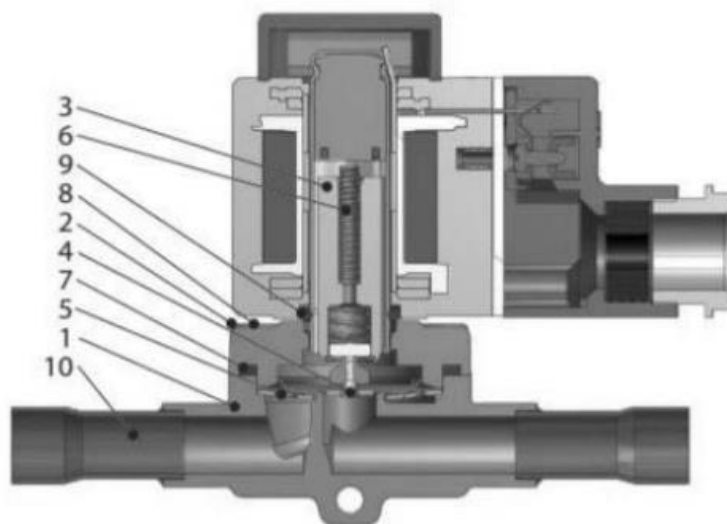
					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>					1	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>				Регулятор тиску KVD 15 та пристрій запобіжного клапана		

Додаток Д

Вентиль ICS з одним пілотом та електромагнітний клапан EVR 10



Вентиль ICS з одним пілотом

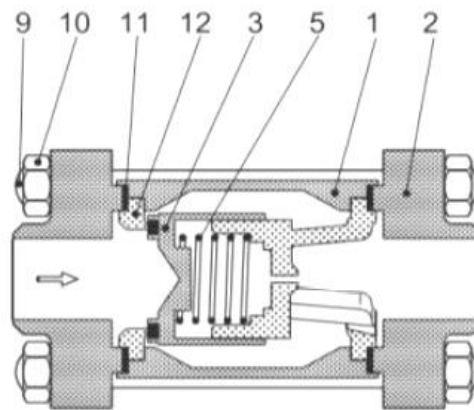


Електромагнітний клапан EVR 10

1 – корпус клапана; 2 – кришка; 3 – арматура у зборі; 4 – мембрана у зборі; 5 – опорна шайба; 6 – пружина арматури; 7 – ущільнення; 8 – гвинти; 9 – кільце ущільнювача; 10 – штуцер під пайку

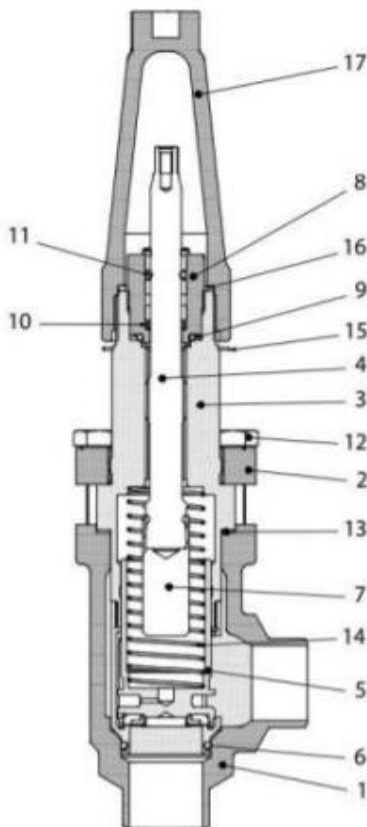
					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					Літ.	Арк.	Архувів
Перевір.	Цвіркун					1	51
Н. Контр.	Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Затверд.	Омельченко						
Вентиль ICS з одним пілотом та електромагнітний клапан EVR 10							

Додаток Е
Клапан NRVA та SCA-X 40



Клапан NRVA

1 – корпус; 2 – фланці; 3 – конус клапана; 5 – пружина; 9 – болти; 10 – NUT; 11 – прокладка; 12 – посадкове сидло

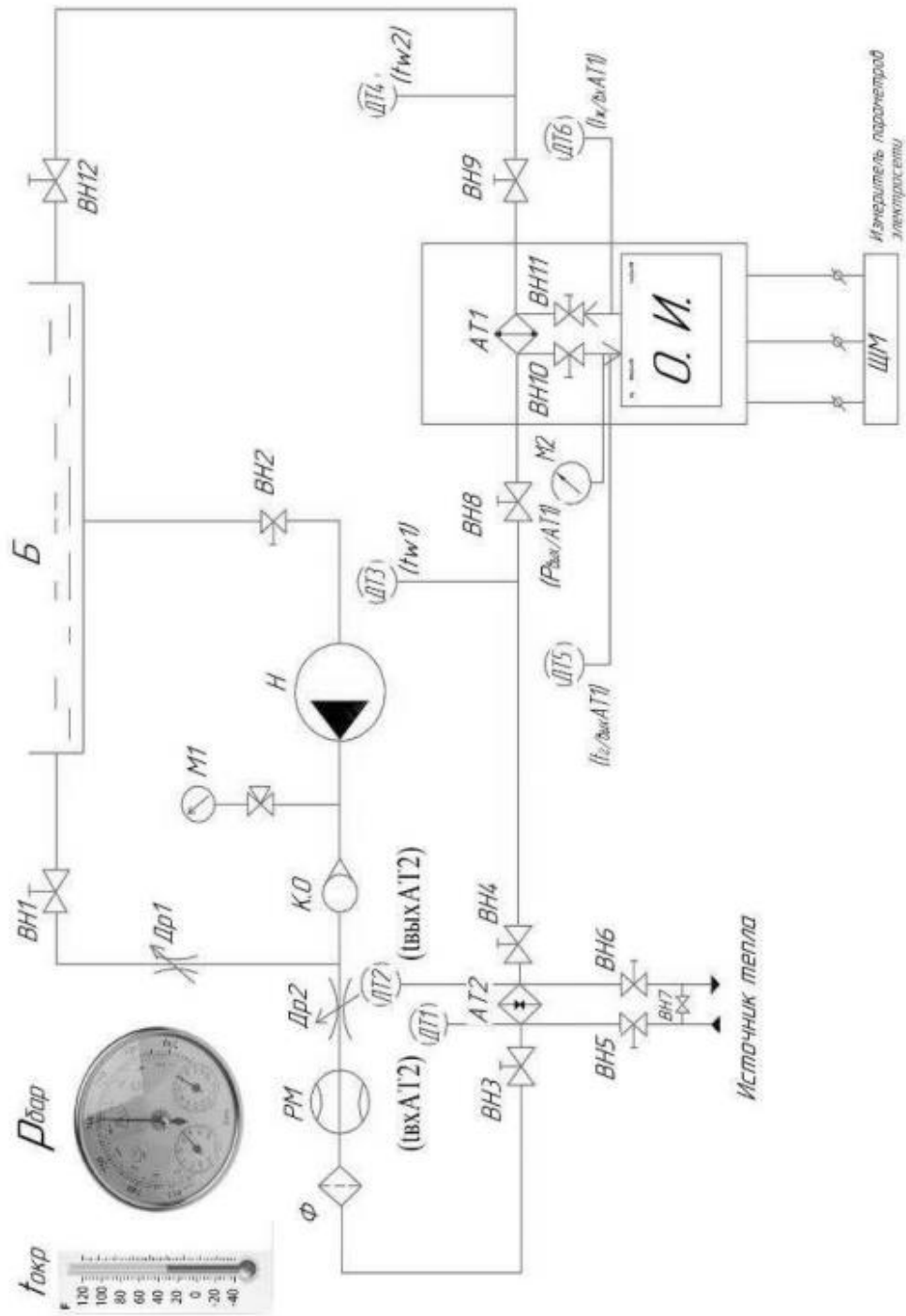


Клапан SCA-X 40

1 – корпус; 2 – кришка клапана; 3 – внутрішня вставка; 4 – шпindelь; 5 – конус; 6 - кільце ущільнювача; 7 – подовжувач шпинделя; 8 – ущільнювальні кільця (сальник); 9 – ущільнювальна шайба; 10 – сальник із пружинним підтисканням; 11 - кільце ущільнювача; 12 – болти; 13 – прокладання; 14 – пружина; 15 – розпізнавальне кільце; 16 - прокладання ущільнювального ковпачка; 17 – ковпачок

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Клапан NRVA та SCA-X 40		
<i>Розроб.</i>							
<i>Перевір.</i>		<i>Цвіркун</i>				1	51
<i>Н. Контр.</i>		<i>Омельченко</i>			ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>		<i>Омельченко</i>					

Додаток Є
Структурна схема



Структурна схема

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.					Структурна схема	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цвіркун						1	51
Н. Контр.	Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО			
Затверд.	Омельченко							