

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра холодильних установок і кондиціонування повітря



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Проект технічного обладнання для системи кондиціонування повітря в вугільній шахті "Степова" холодопродуктивністю 300 кВт

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача

Мовчана С.С.

(прізвище, ініціали)

5

курсу ХМск-752 групи

Керівник

доц. Подмазко О.С.

(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: доц. Піщанська Н.О.

доц. Подмазко О.С.

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 01.06.2023 р., протокол № 10.

Завідувач кафедри ХУіКП _____

Михайло ХМЕЛЬНЮК

(назва кафедри)

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>Низькотемпературної техніки та інженерної механіки</u>
Кафедра	<u>Холодильних установок і кондиціонування повітря</u>
Ступінь вищої освіти	<u>Бакалавр</u>
Спеціальність	<u>142 «Енергетичне машинобудування»</u>
Освітня програма	<u>Енергомашинобудування</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри М.Г. Хмельнюк

«17» березня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мовчана Сергія Сергійовича

- 1.Тема роботи: Проект технічного обладнання для системи кондиціонування повітря в вугільній шахті "Степова" холодопродуктивністю 300 кВт
Затверджена наказом університету від 26.08.2022 р. наказ № 490-03
- 2.Термін здачі здобувачем закінченої роботи 30.05.2023 р.
- 3.Вихідні дані роботи: холодильна потужність 300 кВт; заміна холодильного агента з R22 на R134a; R507; та R407a
- 4.Перелік питань, які потрібно розробити: ВСТУП; ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ; КОНДИЦІОНУВАННЯ В ШАХТІ; ШАХТНИЙ КОНДИЦІОНЕР КПШ 300; ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК; ЗАМІНА ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА І ЗАМІНА КОМПРЕСОРА; РОЗРАХУНОК КОНДЕНСАТОРА; РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА; РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВІДІВ; ОХОРОНА ПРАЦІ НА ШАХТІ; ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ НА ШАХТІ; РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ; АВТОМАТИКА; ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
- 5.Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень): шахтний кондиціонер (види: з переду, з верху та з боку); принципова схема шахтного кондиціонера; аналіз роботи КПШ 300 при заміні холодильного агента; схема автоматизації.

6.Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Піщанська Н.О., доц. ХУ і КП	17.03.2023 р.	15.05.2023 р.
Цивільний захист	Подмазко О.С., доц. ХУ і КП	17.03.2023 р.	20.05.2023 р.
Економічна частина	Піщанська Н.О., доц. ХУ і КП	17.03.2023 р.	25.05.2023 р.

7.Дата видачі завдання

17.03.2023 р.

Керівник

Подмазко Олександр Степанович

Завдання прийняв до виконання

Мовчан Сергій Сергійович

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП; ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ.	01.04.2023 р.	
2	КОНДИЦІОНУВАННЯ В ШАХТІ; ШАХТНИЙ КОНДИЦІОНЕР КПШ 300; ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК; шахтний кондиціонер (види: з переду, з верху та з боку).	10.04.2023 р.	
3	ЗАМІНА ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА І ЗАМІНА КОМПРЕСОРА; РОЗРАХУНОК КОНДЕНСАТОРА; принципова схема шахтного кондиціонера.	20.04.2023 р.	
4	РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА; РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВІДІВ; аналіз роботи КПШ 300 при заміні холодильного агента.	01.05.2023 р.	
5	ОХОРОНА ПРАЦІ НА ШАХТІ; ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ НА ШАХТІ	10.05.2023 р.	
6	РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ.	20.05.2023 р.	
7	АВТОМАТИКА; схема автоматизації.	25.05.2023 р.	

Здобувач-дипломник

Мовчан Сергій Сергійович

Керівник роботи

Подмазко Олександр Степанович

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ. Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник

Мовчан Сергій Сергійович

РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра Мовчана Сергія Сергійовича на тему:
«Проект технічного обладнання для системи кондиціонування повітря в
вугільній шахті "Степова" холодопродуктивністю 300 кВт»

Керівник: доц., к.т.н. Подмазко О.С.

Об'єкт проектування: Проект шахтної СКП на базі агрегату КППШ 300 Шахтний кондиціонер холодильною потужністю 300 кВт це комплекс шахтного холодильного обладнання. Область застосування холодильного обладнання визначається тепловими, геологічними і гірсько-технологічними умовами розробки. Розробка та обґрунтування технічних рішень по штучному охолодженню повітря, забезпечують можливість поліпшення температурних умов в лавах, що відпрацьовують вугільні пласти в складних гірничо-геологічних умовах. В дипломній роботі був проведений тепловий розрахунок холодильного кондиціонера КППШ 300 для 4-х холодильних агентів (R22, R134a, R507a, R407a), холодопродуктивність $Q_o = 300$ кВт. Для цих агентів був проведений аналіз таких параметрів, як: термодинамічна ефективність машини; теоретичний коефіцієнт перетворення; теоретична ступінь термодинамічної досконалості; дійсний коефіцієнт перетворення та дійсна ступінь термодинамічної досконалості. Холодильні агенти R507a і R407a, також можуть замінити R22. Тепловий розрахунок показав, що для застосування на температури $t_k = 20$ °C і $t_0 = 5$ °C, ці два холодильні агенти мають високий кінець стиснення пару. В дипломній роботі також освітлені питання цивільного захисту, охорони праці та економічні питання.

обсяг 87 с., 15 іл., 12 таб., 19 літ.

Ключові слова: СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ,
КОМПРЕСОР, КОНДЕНСАТОР, ТЕМПЕРАТУРА, ТИСК, КОНДИЦІОНЕР,
ПЕРЕСУВНИЙ, ХОЛОДИЛЬНИЙ ЦИКЛ, ХОЛОДИЛЬНІ АГЕНТИ.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Bachelor thesis of Movchan Serhii Serhiyovych on the topic:

"Technical equipment project for the air conditioning system in the Stepova coal mine with a cooling capacity of 300 kW"

Supervisor: associate professor, Ph.D. Podmazko O.S.

Object of design: Project of mine UPC on the basis of the KPH 300 unit. The mine conditioner with a refrigerating capacity of 300 kW is a complex of mine refrigeration equipment. The scope of refrigeration equipment is determined by thermal, geological and mining-technological conditions of development. Development and substantiation of technical solutions for artificial cooling of air, provide an opportunity to improve the temperature conditions in the lava, working coal seams in difficult mining and geological conditions. In the thesis the thermal calculation of the refrigeration conditioner KPH 300 for 4 refrigerants (R22, R134a, R507a, R407a), refrigeration capacity $Q_o = 300$ kW was carried out. For these agents, the analysis of such parameters as: thermodynamic efficiency of the machine; theoretical conversion factor; theoretical degree of thermodynamic perfection; the actual conversion factor and the actual degree of thermodynamic perfection. Refrigerants R507a and R407a can also replace R22. Thermal calculation showed that for use at temperatures $t_k = 20$ °C and $t_0 = 5$ °C, these two refrigerants have a high end of vapor compression. Thesis also covers issues of civil protection, labor protection and economic issues.

volume 87 s., 15 il., 12 tab., 19 lit.

Keywords: AIR CONDITIONING SYSTEM, COMPRESSOR, CONDENSER, TEMPERATURE, PRESSURE, AIR CONDITIONER, MOBILE, REFRIGERATION CYCLE, HOLODYLENE.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ.....	10
2 КОНДИЦІОНУВАННЯ В ШАХТІ.....	12
3 ШАХТНИЙ КОНДИЦІОНЕР КПШ 300.....	16
4 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК.....	23
5 ЗАМІНА ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА І ЗАМІНА КОМПРЕСОРА.....	33
6 РОЗРАХУНОК КОНДЕНСАТОРА.....	42
7 РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА.....	47
8 РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВІДІВ.....	52
9 ОХОРОНА ПРАЦІ НА ШАХТІ.....	53
10 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ НА ШАХТІ.....	64
11 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ.....	69
12 АВТОМАТИКА.....	81
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	86

						Проект тех. обладнання для СКП в вугільній шахті "Степова" холодопродуктивністю 300 кВт		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Мовчан С.С.</i>			<i>Розрахунково- пояснювальна записка</i>	6	6	87
<i>Перевір.</i>		<i>Подмазко О.С.</i>				ОНТУ гр. ХМск-752		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

ВСТУП

Процес видобутку вугілля в шахтах відбувається при наявності ряду несприятливих факторів: висока температура рудників атмосфери, запиленість і т.д. Висока температура в забої виникає через тепловиділення від гірського масиву, що транспортується вугілля і працюючих механізмів. Внаслідок цих процесів у шахтах Донецького басейну, де видобуток вже здійснюється на глибині понад 1500 м, температура у виробках виїмкових дільниць становить 32 - 36 ° С, а в підготовчих виробках 34 - 38 ° С. Такі умови роботи суперечать «Правилам безпеки ведення гірничих робіт у вугільних шахтах», це означає, що видобуток вугілля в шахтах не повинна здійснюватися без додаткових заходів з нормалізації параметрів шахтної атмосфери. Наявність вищезазначених факторів призводить до зниження працездатності шахт є рів і вед є т до різкого погіршення їх здоров'я. Згідно з вимогами «Правил безпеки ведення гірничих робіт у вугільних шахтах» температура рудничної атмосфери на робочих місцях з урахуванням швидкості і відносної вологості повітря не повинна перевищувати 22-26 ° С. Однак, як показує практика такі умови не дотримуються на більшості шахт Донбасу, що значною мірою відбивається на їх техніко-економічних показниках. З цього випливає, що основним завданням вугільної промисловості є забезпечення оптимальних параметрів рудничної атмосфери. Існують різні методи штучного охолодження рудничної атмосфери: осушення повітря сорбентами, охолодження повітря рідким віз-духом, пропускання повітря через тепловирівнювальні канали, охолодження повітря водою і т.д., але всі ці способи мають обмежену область застосування і невисоку ефективність охолодження, внаслідок чого їх застосовують допоміжними при наявності центральних шахтних кондиціонерів або умов провітрювання. Основним способом нормалізації теплових умов у виробках глибоких шахт є штучне охолодження повітря за допомогою холодильних машин і зовнішнього місцевого провітрювання повітрям, взятого з потоку

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

свіжого струменя. Установки для кондиціювання рудникового повітря залежно від місць положення холодильної машини і повітроохолоджувачів поділяються на три групи:

1) Повітроохолоджуючі установка з розташуванням холодильної машини на поверхні. У цьому випадку охолодження повітря може бути централізованим (коли все повітря охолоджується на поверхні або в приствольному дворі), груповим (коли повітроохолоджувачі обслуговують групу ділень) та місцевим (при охолодженні повітря на відкаточному штреку поблизу очисного вибою);

2) Повітроохолоджуючі установка з розташуванням холодильної машини в шахті (при цьому може бути здійснено централізоване, групове і місцеве кондиціювання рудникового повітря);

3) Цей тип установки вважається самим практичним, тому що він найбільш оптимально вирішує всі поставлені завдання для нормалізації шахтної атмосфери. Також він є менш енергоспоживаючим в порівнянні з повітроохолоджуючі установкою з розташуванням холодильної машини на поверхні. Наприклад, потужність тільки однієї такої холодильної станції, розташованої на поверхні шахти, становить від 4 до 20 МВт, у той час як потужність холодильної установки з підземним розташуванням становитиме 130-300 кВт. Однією з найважливіших проблем відпрацювання вугільних пластів на великих глибинах є підвищення температури рудникової атмосфери. Основними причинами підвищення температури повітря є велика протяжність і розгалуженість вентиляційних мереж виробок, а також тепловиділення порід, що транспортується вугілля, працюючих електричних машин і механізмів. На глибинах понад 1000 м температура гірського масиву може досягати до 50 ° С. Температура повітря у виробках виїмкових ділень досягати в окремих випадках до 36 ° С, у підготовчих тупикових виробках до 34 - 38 ° С. Важкі температурні умови у забоях негативно позначаються на здоров'ї гірників, забезпеченні безпеки робіт, на продуктивності праці та

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

техніко-економічних показниках шахт. Зниження температури в глибоких вугільних шахтах здійснюється за рахунок посиленого провітрювання виробок, маневрування їм, загально шахтного і дільничного кондиціювання, а також застосування індивідуальних проти теплових засобів. Існують наступні способи зниження температури повітря в рудничних виробках без штучного його охолодження:

1) Підвищення інтенсивності провітрювання окремих ділянок або шахти в цілому. При збільшенні швидкості руху повітря він менш тривалий час знаходиться в контактi з нагрівальними його породами, з поверхнями, що віддають теплоту окислювальних процесів та іншими джерелами тепла і, отже, менше нагрівається.

2) Здійснення такої схеми провітрювання, при якій передбачався б найбільш короткий шлях свіжого струменя до робочих вибоїв. Наприклад, в певних умовах може виявитися доцільним застосування діагональної схеми провітрювання з розташуванням флангових стволів не у кордонів, а в середині кожного з крил, з подачею свіжого повітря в шахту по цих стовбурах і виходом вихідного струменя у центрі шахтного поля.

У деяких випадках можлива подача повітря за спеціальними вентиляційним виробках з підвищеними швидкостями його руху. При цьому слід, однак, враховувати, що надмірне підвищення швидкості (понад передбачених ПБ) себе не виправдовує.

3) Запобігання зволоження повітря шляхом вжиття заходів щодо усунення капежа, ізоляції водовідливних канавок і т. д.

4) Теплоізоляція стінок знову проведених виробок і теплоізоляція трубопроводів свіжого повітря.

5) Застосування індивідуальних засобів захисту від впливу високої температури.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Шахтний кондиціонер холодильною потужністю 300 кВт це комплекс шахтного холодильного обладнання. Область застосування холодильного обладнання визначається тепловими, геологічними і гірськотехнологічними умовами розробки. Розробка та обґрунтування технічних рішень по штучному охолодженню повітря, забезпечують можливість поліпшення температурних умов в лавах, що відпрацьовують вугільні пласти в складних гірничо-геологічних умовах. При проведенні розрахунків ми можемо сказати, що заміна холодильного агента з R22 на R134a показує гідності. До них відносяться:

- можливість роботи при дуже високих температурах навколишнього середовища;
- збільшення енерго ефективності середньо температурних ХУ на 20%;
- робочий тиск нагнітання нижче майже в 2 рази;
- збільшення терміну служби КМ;
- зниження встановленої потужності на об'єкті;
- зниження "вуглецевого сліду".

До того, холодильний агент R134a відповідає нормам Кіотського та Монреальського протоколам. Безпечні для озону холодоагенти коштують у кілька разів дорожче, ніж традиційні, але все частіше R134a використовується в обладнанні промислового характеру, і у кондиціонованому обладнанні. При заміні поршневого компресора існував ряд достоїнств і перевага гвинтового компресора перед ним:

- це більш низькі шумові характеристики;
- менша вага - немає необхідності будувати фундамент під компресорну установку;
- менші габарити;
- менше витрата масла;

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- менше споживання електроенергії;
- менше вібрації;
- менше пульсація;
- ресурс гвинтового компресора в 3-4 рази більше, ніж у поршневого;

При виборі та конструюванні конденсатора існували фактори, які впливали на його конструктивні особливості. Головним з них є висока температура повітря в забої, де відбувається видобуток вугілля. Адже повітряний конденсатор не підійшов би до таких умов експлуатації. Конденсатор відповідає всім нормативним вимогам роботи в шахті:

- висока інтенсивність теплообміну;
- малі гідравлічні втрати;
- можливість очищення внутрішньої поверхні труб від водяного каменю механічним способом;
- простота конструкції;

При конструюванні повітроохолоджувача існували також фактори, від яких залежала конструктивна особливість теплообмінного апарату. Руднична атмосфера шахти містить в собі великий вміст пилу і частинок, які можуть забруднювати поверхню повітроохолоджувача. У зв'язку з цим, при розрахунку і конструюванні апарата були використані гладкі труби. Сам апарат складається з двох гладкотрубних батарей. Очищення батарей від забруднення пилом відбувається за рахунок форсунок. Вибір допоміжного обладнання виходив з холодопродуктивності холодильної машини, її характеристик і конструктивного виконання. До цього обладнання відноситься: терморегулюючий вентиль (Danfos PHT 85) мановакууметр (МВПЗ-У1), датчики реле тиску (Д21ВМ), запірні вентиля (Dy 6, Dy 50, Dy 100)

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 КОНДИЦІОНУВАННЯ В ШАХТІ

Вентиляція і кондиціонування в підземних шахтах

Головне завдання вентиляції шахт - забезпечення достатньою кількістю повітря всіх робочих місць і шляхів переміщення в підземних виробках, щоб скоротити до прийняттого рівня ті забруднювачі, з якими неможливо боротися будь-якими іншими засобами. Де глибина і температури скельних порід такі, що температури повітря занадто високі, можна використовувати механічні системи для посилення позитивного ефекту вентиляції.

Атмосфера шахти

Склад газової оболонки, навколишнього землі, варіює залежно від місця менше, ніж у межах 0.01%, і склад "сухого" повітря зазвичай приймається так: азот - 78.09%, кисень - 20.95%, аргон - 0.93% і двоокис вуглецю - 0.03% . Водяна пара також присутня в різних кількостях залежно від температури, тиску повітря і наявності вільних водних поверхонь. У міру того, як вентилюють повітря проходить через шахту, концентрація водяної пари може значно змінюватися, і це зміна - предмет окремого вивчення психрометрів. Визначення стану водяної пари і сухій повітряній суміші в тій чи іншій конкретній точці вимагає знання трьох вимірних незалежних властивостей: барометричного тиску і температур сухого і вологого кульок термометра.

Вимоги до вентиляції

Забруднювачі, з впливом яких потрібно боротися за допомогою розсіює вентиляції - це, перш за все, гази і пил, хоча може представляти проблему і іонізуюча радіація, пов'язана з природно присутнім радоном, особливо в уранових рудниках і там, де підвищені фонові концентрації урану в розроблюваних або сусідніх скельних породах. Кількість повітря, необхідного для зниження концентрації забруднювачів, буде залежати як від

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інтенсивності забруднення, так і від ефективності інших заходів боротьби типу зрошення для придушення пилу або систем метанового дренажу у вугільних шахтах. Мінімальна швидкість потоку повітря визначається забруднювачем, що вимагає найбільшого розрідження, з урахуванням можливих побічних ефектів і синергізму, коли один забруднювач може посилювати ефект іншого.

На підставі цього визначається мінімальна необхідна швидкість повітря, яка зазвичай буває 0.25 м / с і збільшується в міру того, як зростає температура повітря.

Теплові навантаження шахти

Теплове навантаження шахти - це навантаження теплоти в шахті, менша, ніж охолоджуюча здатність повітря, що вентилює. Теплове навантаження шахти включає ефекти самостиску повітря в повітряних потоках всмоктування (конверсія потенційної енергії до ентальпії в міру того, як повітряні потоки йдуть вниз у шахту), потоку теплоти в шахту від навколишнього скельної породи, теплоти, що виходить із ламається скельної породи або будь-якої води з тріщин перш, ніж вона віддалена з вентиляційної виробки або робочих розділів шахти, і теплоти, получающейся від роботи будь-якого обладнання, що використовується в ломці руди і процесах перевезення. Охолоджуюча здатність повітря вентиляції залежить як від проектних теплових умов на робочих місцях, так і від фактичних кліматичних умов на поверхні. Хоча відносний внесок кожного джерела теплоти в загальна її кількість специфічний для кожного конкретного місця, зазвичай головне джерело - самостиску, що дає 35-50% загальної кількості тепла. Принаймні зростання глибини шахти самостиску може доводити охолоджуючу здатність повітря до того, що її значення стає негативним, і ефект надходження більшої кількості повітря повинен збільшити навантаження охолодження в шахті. У цьому випадку кількість подається вентиляції повинно бути мінімальним, наскільки це узгоджується з контролем забруднювачів, і потрібне посилення інтенсивності охолодження, щоб забезпечити продуктивні і безпечні умови

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

праці. Глибина видобутку, при якій охолодження стає необхідним, буде залежати, насамперед, від поверхневих кліматичних умов, відстаней, на які повітря слід через вентиляційні повітряні мережі всмоктування до того, як він буде використаний, і масштабом використання великого устаткування (на дизельній або електричній тязі).

Крижані системи і місцеві холодильники

Проохолоджується здатність крижаної води, що подається під землю в обсязі 1.0 л / с, - від 100 до 120 кВт. На шахтах, де охолодження потрібно у великому масштабі на глибині більше 2 500 м, витрати на циркуляцію охолодженої води можуть виправдовувати заміну її льодом. Якщо взяти до уваги приховану теплоту танення льоду, що проохолоджується здатність кожного 1.0 л / с збільшується приблизно в чотири рази, таким чином скорочуючи масу води, яка повинна бути накачана з шахти назад до поверхні. Скорочення потужності накачування внаслідок використання льоду для перенесення холоду відшкодовує збільшення потужності охолоджуючого заводу, необхідної для виробництва льоду, і нездійсненність отримання енергії. Розвиток - це зазвичай діяльність з видобутку з найбільшими тепловими навантаженнями щодо кількості повітря, доступного для вентиляції. Це часто призводить до температур на робочих місцях, значно більш високим, ніж зустрічаються при іншій видобувній діяльності на тій же шахті. Там, де застосування охолодження - проблема, що обмежує діяльність шахти, місцеві холодильники, спеціально призначені для вентиляції, можуть затримувати її загальну роботу. Місцевий холодильник - по суті мініатюрний підземний охолоджуючий завод, де теплота відводиться в рециркуляційний повітря від джерела і зазвичай забезпечує від 250 до 500 кВт охолодження.

Контроль і критичні ситуації

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обстеження вентиляції, яке включає вимірювання потоку повітря, забруднювачів і температур, робиться на стандартному підставі для того, щоб виконати і встановлені законом вимоги і забезпечити і далі міри ефективності використовуваних методів управління вентиляцією. Де цього вимагає практика, важливі параметри типу роботи головного вентилятора перевіряються безперервно. Деяка ступінь автоматичного контролю можлива там, де критичний забруднювач перевіряється безперервно і, якщо заздалегідь встановлений ліміт перевищено, може бути запитане коригувальну дію. Більш детальні обстеження барометричного тиску і температур робляться рідше і використовуються для того, щоб підтвердити опору повітряної траси і допомогти в плануванні розширення існуючої діяльності. Ця інформація може використовуватися, щоб коригувати мережеві опору моделювання і відображати фактичний розподіл потоку повітря. Системи охолодження можуть також моделюватися, а потік і вимірювання температури аналізуватися для визначення фактичної діяльності обладнання та контролю будь-яких змін. Критичні ситуації, які можуть зачіпати вентиляційну систему - це пожежі в шахтах, раптові вибухи газу та подавати живлення. Про пожежі і вибухах мова буде йти в іншому місці цієї глави, а збої харчування - єдина проблема в глибоких шахтах, де температури повітря можуть збільшуватися до небезпечних рівнів. Зазвичай використовують резервний вентилятор на дизельній тязі, щоб гарантувати слабкий потік повітря через шахту за цих умов. Зазвичай коли під землею трапляється критична ситуація типу пожежі, краще не зв'язуватися з вентиляцією, поки персонал, знайомий з нормальним характером потоку, все ще під землею.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНДИЦІОНЕР КПШ-300

На освоєних шахтах Донбасу глибинах 1000-1400 м температура вміщають гірських порід становить 45-55°C. Інтенсифікація очисної виїмки, що супроводжується зростанням енергоозброєності виїмкових дільниць і збільшенням навантажень на очисні вибої, при високих температурах вміщує гірського масиву обумовлює формування важких кліматичних умов у гірничих виробках виїмкових дільниць. Без застосування засобів поліпшення теплових умов температура повітря в лавах перевищує регламентовану на 6-12°C і досягає 32-38°C. При подальшому поглибленні гірничих робіт температурний фактор може стати обмежуючим у розвитку вуглевидобутку без застосування засобів локалізації теплоприпливів та боротьби з нагріванням рудникового повітря. Світова практика свідчить, що основним напрямком поліпшення мікроклімату на робочих місцях у глибоких шахтах і рудниках є штучне охолодження повітря. У вітчизняній практиці для штучного охолодження рудникового повітря створені шахтні пересувні кондиціонери КПШ 300. КПШ 130 холодильної потужністю 300 кВт і 130 кВт відповідно, комплекс шахтного холодильного обладнання. Область застосування холодильного обладнання визначається тепловими, геологічними і гірськотехнологічними умовами розробки. Розробка та обґрунтування технічних рішень по штучному охолодженню повітря, забезпечують можливість поліпшення температурних умов в лавах, що відпрацьовують вугільні пласти в складних гірничо-геологічних умовах. В осінньо-зимовий період року без застосування заходів щодо поліпшення теплових умов прогнозується зниження температури повітря до 28,5 - 32,5 °C на вході і до 31 - 34 °C на виході лави. Проектом кондиціонування повітря нормалізація температурних умов у панельній лаві передбачена установкою на базі комплексу шахтного холодильного обладнання з водо охолоджувальною машиною КПШ 300.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування установки кондиціонування рудникового повітря, обладнаної водоохолоджувальними машинами, дозволяє забезпечити виїмкових ділянку повітроохолоджувальними пристроями для конкретного об'єкта охолодження. За наявності мобільних повітроохолоджувальних пристроїв забезпечується можливість нормалізації температурних умов при мінімальних витратах холоду за рахунок прийняття оптимальних рішень з їх розміщення. Досвід застосування установок кондиціонування повітря, обладнаних кондиціонерами КПШ 300, на шахтах ім. О. О. Скочинського, «Прогрес», «Шахтарська-Глибока», «Червоний партизан» з глибиною відпрацювання пластів 1200-1300 м свідчить, що позитивні результати в поліпшенні теплових умов в лавах досягаються при мінімально можливих видаленнях кондиціонера від вікна лави. В умовах 1-ої панельної лави ЦПУ граничне видалення кондиціонера від вікна лави має прийматися рівним 100 м. При роботі кондиціонера КПШ 300 в повітроподаючому ходку на відстані 50-100 м від вікна лави прогнозується зниження температури вступника в лаву повітря до 18,5-19,5 °С. У той же час компресорно-конденсаторний і повітро-обробний агрегати кондиціонера КПШ 300 відповідно до вимог заводу виробника повинні розміщуватися в гірничій виробці на загальній горизонтальній площадці. При розміщенні кондиціонерів у зазначених пунктах виробок протяжність шляху проходження охолодженого повітря кочістному забою складе 300-400 м. При русі охолодженого повітря з температурою 13-16 °С у вільному перерізі виробок, температура вміщають гірських порід в яких становить 47-50 °С, температура його на вході лави прогнозується на рівні 23,1-26,2 °С. На виході з лави її значення прогнозується на рівні 29,3-31,3 °С. З метою зниження втрат холоду в дільничних повітроподавальних виробках з високими температурами вміщує гірського масиву передбачено подачу охолодженого повітря від кондиціонерів до входу його в лаву здійснити по вентиляційних трубопроводах діаметром 0,8-1,0 м.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова температура повітря на вході в західну частину панельної лави прогнозується на рівні 20 °С, що на 3-5 °С нижче, ніж при подачі охолодженого повітря по вільному перетину виробки. У шахті діють загальношахтні і місцеві системи кондиціонування повітря. Загальношахтні системи призначені для охолодження повітря у виробках, провітрюваних за допомогою вентиляторів головного провітрювання протягом усього періоду експлуатації шахти (стаціонарні системи). Такі системи включають холодильні установки та пристрої для зниження тиску холодоносія (теплообмінники високого тиску, гідротурбіни), повітроохолоджувачі (трубчасті або зрошувальні теплообмінники), пристрої для відведення тепла за межі шахти, циркуляційні трубопроводи, насосне обладнання, засоби автоматики та ін. Сучасні комбіновані системи кондиціонування повітря включають в себе холодильні установки на денній поверхні і під землею і повітроохолоджувачі, розміщені в декількох пунктах по ходу руху вентиляційного струменя (багатоступінчасті системи). Системи кондиціонування повітря з холодильною установкою на денній поверхні або на робочому горизонті, але з відведенням тепла на поверхню виконуються двоконтурними. У перший контур (високого тиску) включається устаткування, розташоване на поверхні, і підземне пристрій для зниження гідростатичного тиску (теплообмінник високого тиску, гідротурбіна). Вони пов'язані між собою трубопроводами (розраховані на високий тиск), по яких циркулює первинний холодоносій або конденсаторна вода. Другий контур (низького тиску) призначений для подачі вторинного холодоносія від теплообмінника (турбіни) або від підземної холодильної установки до повітроохолоджувачем, а також (при підземній холодильній установці) для подачі конденсаторної води другого контуру від теплообмінника (турбіни) до конденсаторів холодильної установки. Іноді в шахтах застосовують повітряні конденсатори, розташовані на вихідному струмені і охолоджувані повітрям.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для охолодження повітря, що подається на провітрювання тупикових підготовчих виробок, випускаються шахтні пересувні кондиціонери КПШ 300 холодильної потужністю 300 кВт. В якості робочої речовини в них використовується агент R22. Ефект охолодження повітря 16-18 °С. Технологічні схеми пересувних холодильних установок з кондиціонерами КПШ 300 розрізняються способами подачі охолодженого повітря від кондиціонерів до об'єктів охолодження і способами відводу теплоти конденсації холодильного агента. Аналіз результатів шахтних спостережень і проектних матеріалів свідчить, що на шахтах, що використовують кондиціонери КПШ 300 для охолодження повітря в тупикових підготовчих виробках (ім. О.О.Скочинського, "Комсомольська") кондиціонери розміщувалися в гирлах виробок. Подача охолодженого повітря від кондиціонерів до вибоїв здійснена за гнучким вентиляційним трубопроводах діаметром 800 мм. Довжина вентиляційних трубопроводів становила 480-1000 м. Холодильна потужність, що забезпечується кондиціонерами, дозволила нормалізувати температурні умови в привибійних зонах тупикових виробок. Температура подаваного на провітрювання тупикових вибоїв повітря знижена з 28,6-33,2 °С до 23,0-23,8 °С. Внаслідок втрат холоду у вентиляційних трубопроводах знижена температура вихідного з тупикових виробок повітря на 1-3 °С. У привибійних робочих зонах температура повітря підтримувалася на рівні регламентованих значень. Подача охолоджуваного в кондиціонерах КПШ 300 повітря в лави на глибинах до 1000 м (ім. В.В.Вахрушева, ім. Ф.Е.Дзержинського, ім. М.В.Фрунзе, ім. Космонавтів) передбачалася, переважно, по вільному перетину виробок. Зниження температури повітря на вході лав при цьому досягається на 1,3-7,1 °С. На глибинах 1300-1360 м температура повітря на вході лав при роботі пересувних холодильних установок з кондиціонерами КПШ 300 склала 29,1-29,7 °С, що обумовлено інтенсивними теплоприпливами і нагріванням повітря від впливу тепловиділяючих елементів гірського масиву і працюючих енергоустановок. При цьому нормалізація температурних умов не забезпечує як уздовж очисних

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибоїв, так і на вході лав. При подачі охолодженого повітря від кондиціонера до вікна лави по вентиляційному трубопроводу (шахти "Прогрес", ім. Ф.Е. Держинського) вплив тепловиділень гірського масиву і електроспоживачів на тепловий стан охолодженого повітря зменшувалася, що дозволило підтримувати температуру повітря на вході лав на рівні 22-24 ° С. Відведення теплоти конденсації холодильного агента при роботі кондиціонерів передбачений зворотною водою, охолоджуваною вихідної вентиляційних струменем. Для цієї мети кондиціонери комплектуються водоохолоджувальними модулями ОКВШ 200, розміщеними у виробках з вихідною вентиляційної струменем. Застосування водоохолоджувальних модулів забезпечує нормальну роботу кондиціонерів КПШ 300. При великій віддаленості виробок з вихідним струменем для розміщення водоохолоджувальних модулів або недостатньому витраті вихідного повітря в них для відводу теплоти конденсації холодильного агента використовується освітлена шахтна вода. При цьому нагріта конденсаторна вода по трубопроводах відводиться за межі охолоджуваної вироблення і видається на поверхню насосами шахтного водовідливу. Практичний інтерес представляють реалізовані на шахті ім. А.А.Скочинського технологічні схеми пересувних холодильних установок з кондиціонерами КПШ 300 і проточними схемами відводу ті-плоти конденсації холодильного агента. При проведенні допоміжного ухилу № 2 центральної панелі відвід теплоти конденсації холодильного агента здійснено проточною водою, що перекачується з водозбірника західної панелі шахти в центральні водозбірник. При цьому з магістрального трубопроводу діаметром 200 мм, прокладеного по 1-му західному польовому відкатних штреків гір. 1200 м, відбір води для охолодження конденсатора передбачений з використанням примикає до нього трубопроводу діаметром 100 мм і допоміжного насоса. Фізико-хімічні характеристики води задовольняли вимогам, що пред'являються до якості води, що подається на конденсатор. Для виключення попадання в конденсатор механічних домішок перед насосом встановлювався фільтр. Застосування в

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системі відводу теплоти конденсації холодильного агента насоса ЦНС 38/176 і відповідаючих засувок у вузлі відбору холодної води забезпечило можливість використання одного магістрального трубопроводу для підведення холодної і скидання отепленої в конденсаторі води та безперебійної роботи кондиціонера. Така ж система відводу теплоти конденсації використана на шахті ім. А.А.Скочинського у складі пересувної холодильної установки з кондиціонером КПШ 300 для охолодження повітря в 2-й західній лаві ухилом поля центральної панелі. У цілому застосування пересувних холодильних установок, обладнаних кондиціонерами КПШ 300, дозволяє нормалізувати теплові умови в тупикових підготовчих виробках різного призначення на освоєних глибинах і поліпшити температурні умови в гірських виробках виїмкових ділянок. Нормалізація температурних умов у гірничих виробках виїмкових ділянок на глибинах 1100-1400 м повинна забезпечуватися водоохолоджувальними машинами, що комплектуються мобільними засобами охолодження повітря.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики кондиціонера

Найменування	Од. вим.	Значення
Холодопродуктивність	кВт	300
Потужність (номінальна)	кВт	80
Споживана потужність(максимальна)	кВт	90
Ефект охолодження повітря	°С	35
Холодильний агент R22		
Маса установки	кг	6300
Параметри повітря, що поступає на повітроохолоджувач:		
- Температура	°С	32
- Відносна вологість	%	75
- Витрата	м ³ / ч	27000

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметри води, що поступає на конденсатор:		
- Температура;	°С	35
- витрата	м ³ /ч	50

Машина складається з двох агрегатів: компресорно-конденсаторного та повітрооброблюючого. Компресорно-конденсаторний блок складається з: компресора, електродвигуна, двох кожухотрубних конденсаторів, фільтра-осушувача, масловіддільника, приладами автоматики, контрольно вимірних приборів, арматури. Повітрооброблюючий блок складається: воздухоохолоджувача, терморегулюючого вентиля, розподільвача холодильного агента, арматури.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

4 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

Тепловий розрахунок холодильного кондиціонера КПШ 300 ведеться для 4х холодильних агентів (R22, R134a, R507a, R407a), на холодопродуктивність $Q_o = 300$ кВт.

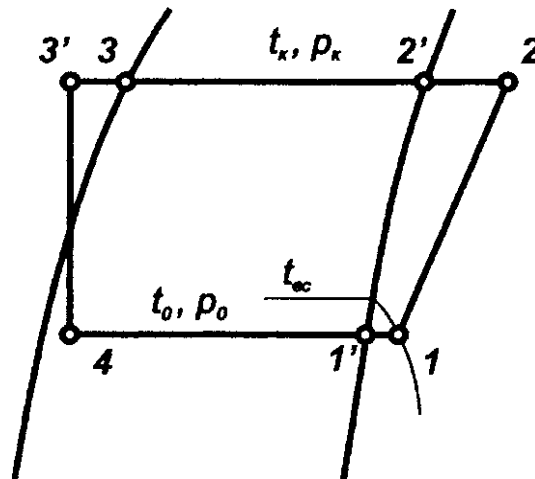


Рисунок 4.1 - Цикл холодильної машини

Лінія 1' - 1 процес перегріву парів в випарнику-повітроохолоджувачі;

Лінія 1 - 2 процес стиску парів холодоагенту в компресорі ;

Лінія 2 - 3 процес конденсації пари холодоагенту в конденсаторі ;

Лінія 3 - 3' процес переохолодження рідкого холодоагенту в конденсаторі ;

Лінія 3' - 4 процес дроселювання холодоагенту в регулюючому вентилі ;

Лінія 4 - 1' процес кипіння холодоагенту в випарнику-повітроохолоджувачі ;

Температура кипіння холодоагенту t_0 5 °С

Температура повітря на виході з повітроохолоджувача t_b 15 °С

Температура води на вході в конденсатор t_{w1} 32 °С

Температура конденсації t_k 50 °С

Приймаємо перегрів на всмоктуванні в компресор $\Delta t_0 = 15$ °С

Приймаємо переохолодження холодоагенту в конденсаторі $\Delta t_k = 5$ °С.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Холодильний агент R22.

Побудовою холодильного циклу в $\lg P - h$ діаграмі знаходимо характерні точки.

Параметри характерних точок занесені в таблицю.

Таблиця 4.1 – Вихідні данні для розрахунку

	Позн.	Од. вим.	1	1'	2	3	3'	4
Тиск	P	Бар	5,8	5,8	19	19	19	5,8
Температура	t	°C	20	5	85	50	45	5
Ентальпія	h	кДж/кг	617	607	648	469	462	462
Питомий обсяг	v	м ³ /кг	0,045					

1) Питома масова холодопродуктивність:

$$q_0 = h_1 - h_4 \quad (4.1)$$

$$q_0 = 617 - 462 = 155, \text{ кДж/кг};$$

2) Питома об'ємна холодопродуктивність:

$$q_v = q_0 / v_1 \quad (4.2)$$

$$q_v = 155 / 0,045 = 3444, \text{ кДж/кг};$$

3) Питома адіабатна робота стиску:

$$l = h_2 - h_1 \quad (4.3)$$

$$l = 648 - 617 = 31, \text{ кДж/кг};$$

4) Масова витрата агенту:

$$M_a = Q_0 / q_0 \quad (4.4)$$

$$M_a = 300 / 155 = 1,9354, \text{ кг/с};$$

5) Дійсна об'ємна видатність компресора:

$$V_d = M_a \cdot v_1 \quad (4.5)$$

$$V_d = 1,9354 \cdot 0,045 = 0,0871, \text{ м}^3/\text{с};$$

6) Коефіцієнт подачі компресора:

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w \quad (4.6)$$

λ_c - Коефіцієнт подачі, враховуючий вплив “мертвого простору”:

$$\lambda_c = 1 - c \cdot [(p_k/p_o)^{1/m} - 1] \quad (4.6.1)$$

де:

$c = 0,015 \div 0,05$ – відносна величина мертвого простору, приймаємо $c = 0,0325$.

$m = 1,0 \div 1,05$ – для фреонів показник політропи розширення з мертвого простору, приймаємо $m = 1,025$.

$$\lambda_c = 1 - 0,0235 \cdot [(19/5,8)^{1/1,025} - 1] = 0,9290$$

λ_w - Коефіцієнт подачі враховуючий втрати при дроселюванні в клапанах, при підігріві стінок циліндра в процесі всмоктування, при перетіканні пари з порожнини стискання в порожнину всмоктування в результаті внутрішніх нещільностей:

$$\lambda_w = T_o/T_k \quad (4.6.2)$$

$$\lambda_w = 278/323 = 0,8606$$

$$\lambda = 0,9290 \cdot 0,8606 = 0,7996;$$

7) Теоретичний об'єм, описаний поршнями компресора:

$$V_h = V_d/\lambda \quad (4.7)$$

$$V_h = 0,0871/0,799 = 0,1172, \text{ м}^3/\text{с};$$

8) Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = M_a \cdot l_a \quad (4.8)$$

$$N_a = 1,9354 \cdot 31 = 61,194, \text{ кВт};$$

9) Індикаторна потужність компресора:

$$N_i = N_a/\eta_i \quad (4.9)$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_i = 61,194 / 0,8732 = 70,0802, \text{ кВт}$$

η_i – індикаторний КПД компресора

$$\eta_i = \lambda_w + b t_o \quad (4.9.1)$$

де b - коефіцієнт для фреону, $b = 0,0025$

$$\eta_i = 0,8606 + 0,0025 \cdot 5 = 0,8732;$$

10) Потужність тертя:

$$N_{тр} = V_h \cdot p_{тр} \quad (4.10)$$

де $p_{тр} = 50 \div 70$ кПа, середній тиск тертя.

$$N_{тр} = 0,1172 \cdot 60 = 7,0344, \text{ кВт};$$

11) Ефективна потужність компресора:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (4.11)$$

$$N_e = 70,0802 + 7,0344 = 77,1146, \text{ кВт};$$

12) Електрична потужність компресора:

$$N_{эл} = N_e / \eta_{дв} \quad (4.12)$$

$$N_{эл} = 77,1146 / 0,932 = 82,74, \text{ кВт};$$

13) Термодинамічна ефективність машини в цілому:

$$COP_{теор} = q_o / l \quad (4.13)$$

$$COP_{теор} = 155 / 31 = 5;$$

14) Теоретичний коефіцієнт перетворення:

$$COP_{Карно} = T_o / (T_k - T_o) \quad (4.14)$$

$$COP_{Карно} = 278 / (323 - 278) = 6,177$$

15) Теоретична ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{СТС}^{теор} = COP_{теор} / COP_{Карно} \quad (4.15)$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta_{\text{СТС}}^{\text{теор}} = 5 / 6,177 = 0,8094$$

16) Дійсний коефіцієнт перетворення:

$$\text{COP}_{\text{действ}} = Q_o / N_e \quad (4.16)$$

$$\text{COP}_{\text{действ}} = 300 / 77,1146 = 3,8903$$

17) Дійсна ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{\text{СТС}}^{\text{действ}} = \text{COP}_{\text{действ}} / \text{COP}_{\text{Карно}} \quad (4.17)$$

$$\eta_{\text{СТС}}^{\text{действ}} = 3,8903 / 6,177 = 0,6229.$$

Холодильний агент R134a.

Побудовою холодильного циклу в lgP - h діаграмі знаходимо характерні точки.

Параметри характерних точок занесені в таблицю.

Таблиця 4.2 – Вихідні данні для розрахунку

	Позн.	Од. вим.	1	1'	2	3	3'	4
Тиск	P	Бар	3,6	3,6	14,2	14,2	14,2	3,6
Температура	t	°C	20	5	70	50	45	5
Ентальпія	h	кДж/кг	416	400	448	272	260	260
Питомий обсяг	v	м ³ /кг	0,058					

1) Питома масова холодопродуктивність:

$$q_o = 416 - 260 = 156, \text{ кДж/кг};$$

2) Питома об'ємна холодопродуктивність:

$$q_v = 156 / 0,058 = 2689, \text{ кДж/кг};$$

3) Питома адіабатна робота стиску:

$$l = 448 - 416 = 32, \text{ кДж/кг};$$

4) Масова витрата агенту:

$$M_a = 300 / 156 = 1,9230, \text{ кг/с};$$

5) Дійсна об'ємна видатність компресора:

$$V_d = 1,9230 \cdot 0,058 = 0,1113, \text{ м}^3/\text{с};$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт подачі компресора:

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w$$

$$\lambda_c = 1 - 0,0235 \cdot [(14,2/3,6)^{1/1,025} - 1] = 0,9096$$

$$\lambda_w = 278/323 = 0,8606$$

$$\lambda = 0,9290 \cdot 0,8606 = 0,7996;$$

б) Теоретичний об'єм, описаний поршнями компресора:

$$V_h = 0,1113 / 0,7996 = 0,1391, \text{ м}^3/\text{с};$$

7) Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = 1,9230 \cdot 32 = 61,536, \text{ кВт};$$

8) Індикаторна потужність компресора:

$$N_i = 61,536 / 0,8732 = 70,4718, \text{ кВт}$$

9) Потужність тертя:

$$N_{тр} = 0,1391 \cdot 60 = 8,346, \text{ кВт};$$

10) Ефективна потужність компресора:

$$N_e = 70,4718 + 8,346 = 78,8179, \text{ кВт};$$

11) Електрична потужність компресора:

$$N_{эл} = 78,8179 / 0,932 = 84,5685, \text{ кВт};$$

12) Термодинамічна ефективність машини в цілому:

$$COP_{теор} = 156/32 = 4,875;$$

13) Теоретичний коефіцієнт перетворення:

$$COP_{Карно} = 278 / (323 - 278) = 6,177;$$

14) Теоретична ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{СТС}^{теор} = 4,875 / 6,177 = 0,7892;$$

15) Дійсний коефіцієнт перетворення:

$$COP_{действ} = 300 / 78,8179 = 3,8062;$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16) Дійсна ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{\text{СТС}}^{\text{дійств}} = 3,8062 / 6,177 = 0,6161.$$

Холодильний агент R507.

Побудовою холодильного циклу в lgP - h діаграмі знаходимо характерні точки.

Параметри характерних точок занесені в таблицю.

Таблиця 4.3 – Вихідні данні для розрахунку

	Позн.	Од. вим.	1	1'	2	3	3'	4
Тиск	P	Бар	7,6	7,6	21	21	21	7,6
Температура	t	°C	20	5	70	50	45	5
Ентальпія	h	кДж/кг	376	365	405	270	258	258
Питомий обсяг	v	м ³ /кг	0,027					

1) Питома масова холодопродуктивність:

$$q_0 = 376 - 258 = 116, \text{ кДж/кг};$$

2) Питома об'ємна холодопродуктивність:

$$q_v = 116/0,027 = 4296, \text{ кДж/кг};$$

3) Питома адіабатна робота стиску:

$$l = 405 - 376 = 29, \text{ кДж/кг};$$

4) Масова витрата агенту:

$$M_a = 300/116 = 2,5830, \text{ кг/с};$$

5) Дійсна об'ємна видатність компресора:

$$V_d = 2,5830 \cdot 0,027 = 0,0696, \text{ м}^3/\text{с};$$

6) Коефіцієнт подачі компресора:

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w$$

$$\lambda_c = 1 - c \cdot [(p_k/p_o)^{1/m} - 1]$$

$$\lambda_w = 278/323 = 0,8606$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$\lambda = 0,9314 \cdot 0,8606 = 0,7993;$$

7) Теоретичний об'єм, описаний поршнями компресора:

$$V_h = 0,06966 / 0,7993 = 0,0871, \text{ м}^3/\text{с};$$

8) Адиабатна потужність компресора:

$$N_a = 2,5830 \cdot 29 = 74,8243, \text{ кВт};$$

9) Індикаторна потужність компресора:

$$N_i = 74,8243 / 0,8732 = 85,6874, \text{ кВт}$$

10) Потужність тертя:

$$N_{\text{тр}} = 0,0871 \cdot 60 = 5,226, \text{ кВт};$$

11) Ефективна потужність компресора:

$$N_e = 5,226 + 85,6846 = 90,9061, \text{ кВт};$$

12) Електрична потужність компресора:

$$N_{\text{эл}} = 90,9061 / 0,932 = 97,5387, \text{ кВт};$$

13) Термодинамічна ефективність машини в цілому:

$$\text{COP}_{\text{теор}} = 116 / 29 = 4;$$

14) Теоретичний коефіцієнт перетворення:

$$\text{COP}_{\text{Карно}} = 278 / (323 - 278) = 6,177;$$

15) Теоретична ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{\text{СТС}}^{\text{теор}} = 4 / 6,177 = 0,6539;$$

16) Дійсний коефіцієнт перетворення:

$$\text{COP}_{\text{действ}} = 300 / 90,9061 = 3,3001;$$

17) Дійсна ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{\text{СТС}}^{\text{действ}} = 3,3001 / 6,177 = 0,5394.$$

Холодильний агент R407a.

Побудовою холодильного циклу в lgP - h діаграмі знаходимо характерні точки.

Параметри характерних точок занесені в таблицю.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4 – Вихідні данні для розрахунку

	Позн.	Од. вим.	1	1'	2	3	3'	4
Тиск	P	Бар	7	7	24	24	24	7
Температура	t	°C	20	5	70	50	45	5
Ентальпія	h	кДж/кг	388	372	417	281	270	270
Питомий обсяг	v	м ³ /кг	0,03					

1) Питома масова холодопродуктивність:

$$q_0 = 388 - 270 = 118, \text{ кДж/кг};$$

2) Питома об'ємна холодопродуктивність:

$$q_v = 118/0,03 = 3933, \text{ кДж/кг};$$

3) Питома адіабатна робота стиску:

$$l = 417 - 388 = 29, \text{ кДж/кг};$$

4) Масова витрата агенту:

$$M_a = 300/118 = 2,5423, \text{ кг/с};$$

5) Дійсна об'ємна видатність компресора:

$$V_d = 2,5423 \cdot 0,03 = 0,076, \text{ м}^3/\text{с};$$

6) Коефіцієнт подачі компресора:

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w$$

$$\lambda_c = 1 - 0,0235 \cdot [(24/7)^{1/1,025} - 1] = 0,9453$$

$$\lambda_w = 278/323 = 0,8606$$

$$\lambda = 0,9453 \cdot 0,8606 = 0,8135;$$

7) Теоретичний об'єм, описаний поршнями компресора:

$$V_h = 0,076 / 0,8135 = 0,0934, \text{ м}^3/\text{с};$$

8) Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = 2,5423 \cdot 29 = 73,7267, \text{ кВт};$$

9) Індикаторна потужність компресора:

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_i = 73,7267 / 0,8732 = 85,4327, \text{ кВт}$$

10) Потужність тертя:

$$N_{\text{тр}} = 0,0934 \cdot 60 = 5,604, \text{ кВт};$$

11) Ефективна потужність компресора:

$$N_e = 5,604 + 85,4327 = 91,0367, \text{ кВт};$$

12) Електрична потужність компресора:

$$N_{\text{эл}} = 91,0367 / 0,932 = 97,6059, \text{ кВт};$$

13) Термодинамічна ефективність машини в цілому:

$$\text{COP}_{\text{теор}} = 118 / 29 = 4,068;$$

14) Теоретичний коефіцієнт перетворення:

$$\text{COP}_{\text{Карно}} = 278 / (323 - 278) = 6,177;$$

15) Теоретична ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{\text{СТС}}^{\text{теор}} = 4,068 / 6,177 = 0,6585;$$

16) Дійсний коефіцієнт перетворення:

$$\text{COP}_{\text{действ}} = 300 / 91,0367 = 3,2953;$$

17) Дійсна ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{\text{СТС}}^{\text{действ}} = 3,2953 / 6,177 = 0,5234.$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЗАМІНА ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА І ЗАМІНА КОМПРЕСОРА

Заміна холодоагентів в діючому обладнанні

Розвиток холодильної техніки в даний час знаходиться під впливом трьох визначених екологічними проблемами взаємо пов'язаних факторів:

- вимог Монреальського протоколу про припинення споживання речовин, що руйнують озоновий шар (в першу чергу широко поширеного холодоагенту R12) і про тимчасове і кількісному обмеження застосування речовин перехідною групи, що мають малий потенціал руйнування озонового шару (ODP)

- вимозі Кіотського протоколу до «Рамкової конвенції ООН про зміну клімату» про регулювання емісії парникових газів (речовин, що мають високий потенціал глобального потепління - GWP), до яких відносяться широко застосовуваний холодоагент R134a і багато інших речовин, що використовуються в холодильній техніці;

- традиційного вимоги до підвищення енергоефективності всіх видів холодильної техніки, що обумовлено зростаючою конкуренцією на вітчизняному ринку і положеннями певних законів «Про енергоефективність» та вимогами стандартів про обов'язкове визначенні та інформуванні споживачів про клас енергоефективності холодильних установок.

Аналізуючи найбільш відомі, розроблені в різний час в нашій країні і за кордоном, холодоагенти - замітники R12, R 22, R 502 і інших, можна переконатися, що у кожного з них є вразливі місця з точки зору виконання перерахованих вимог. Тому в перспективі всі вони можуть виявитися об'єктами різного роду екологічного регулювання, яке в кінцевому підсумку зведеться до заборон їх виробництва та споживання. Крім того, для усвідомленого застосування альтернативних речовин у виробництві нової

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

техніки та сервісі експлуатується парку холодильного обладнання необхідно мати досить великий обсяг інформації про термодинамічних властивості цих речовин, їх взаємодії з іншими матеріалами і речовинами в холодильній машині, а також дані про санітарно-гігієнічних властивостях і т.д. Ці відомості не завжди є для пропонованих на ринку речовин, у тому числі і вітчизняних. Важливими чинниками успішного впровадження нових холодоагентів є також наявність вітчизняного виробництва як самих речовин, так і компресорів, призначених для роботи на них, і можливість експорту холодильної техніки, що працює на таких речовинах. Перш ніж розглядати властивості холодоагентів, зупинимося на основних вимогах, пропонованих до них. Вимоги до холодоагент поділяються на такі групи:

- екологічні - Озонобезпечні (ODP), низький потенціал глобального потепління (GWP), негорючість і нетоксичність;
- термодинамічні - велика об'ємна холодопродуктивність; низька температура кипіння при атмосферному тиску;
- невисокий тиск конденсації;
- хороша теплопровідність;
- малі щільність і в'язкість холодоагенту, що забезпечують скорочення гідравлічних втрат на тертя і місцеві опори при його транспортуванні;
- максимальна наближеність до замінним холодоагент (для альтернативних озонобезопасних холодоагентів) по тиску, температури, питомої об'ємної холодопродуктивності і холодильного коефіцієнту;
- експлуатаційні - термохімічна стабільність, хімічна сумісність з матеріалами та холодильними маслами, достатня взаємна розчинність з маслом для забезпечення його циркуляції, технологічність застосування;
- негорючість і не-вибухонебезпечність;

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- здатність розчиняти воду, незначна плинність;
- наявність запаху, колір і т. д.;
- економічні - наявність товарного виробництва, що перебувають (низькі) ціни.

Альтернативними речовинами можуть бути чисті (прості) речовини і суміші. Перевага віддається насамперед чистим речовинам.

Традиційні холодоагент групи ХФУ і ГХФУ

Холодоагент R22.

Дифторхлорметан відноситься до групи ГХФУ (НСFC). Має низький потенціал руйнування озону ($ODP = 0,05$), невисокий потенціал парникового ефекту ($GWP = 1700$), тобто екологічні властивості R22 значно краще, ніж у R12 і R502. Це безбарвний газ зі слабким запахом хлороформу, більш отруйний, ніж R12, невзривоопаєсен і негорючий .. У порівнянні з R12 холодоагент R22 гірше розчиняється в маслі, але легко проникає через нещільності і нейтральний до металів. Для R22 холодильної промисловості випускаються холодильні масла гарної якості. Холодоагент R22 слабо розчиняється у воді. Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні і конденсації на 25 ... 30% вище, ніж у R12, однак R22 має більш високі тиск конденсації і температуру нагнітання (у холодильних машинах) . Цей холодоагент широко застосовують для одержання низьких температур в холодильних компресійних установках, в системах кондиціонування і теплових насосах. У холодильних установках, що працюють на R22, необхідно використовувати мінеральні або алкілбензолні масла. Не можна змішувати R22 з R12 - утворюється азеотропна суміш. За енергетичною ефективністю R502 і R22 досить близькі. Холодильну установку, що використовує в якості робочого тіла R502, можна адаптувати до застосування R22. Однак, як зазначалося раніше, R22 має більш високий тиск насичених парів і, як наслідок, більш високу температуру нагнітання.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Альтернативні багатокomпонентні холодоагенти груп ГХФУ

Холодоагент R404a.

Це бізкозеотропная суміш R125/R143a/R134a із співвідношенням масових часток компонентів 44/52/4. Температурний глайд менше 0,5 К. Залежно від умов експлуатації забезпечуються підвищення холодопродуктивності на 4 ... 5% і зниження температури нагнітання в компресорі до 8% в порівнянні з аналогічними характеристиками R502. Після надходження в продаж з Наприкінці 1993 р. R404A спочатку використовували в новому обладнанні, розрахованому на низькі і середні температури кипіння. В даний час R404A застосовують у якості замітника R502 при Ретрофіт систем. При цьому необхідна заміна мінерального масла на поліефірне й фільтра-осушувача. Зміна складу суміші, що циркулює в холодильній системі, може призвести до погіршення її енергетичних характеристик, особливо в схемах з ресивером або при значній довжині комунікаційних ліній. Компонентом служить R143a, який у чистому вигляді стає палим при тиску $1 \cdot 10^5$ Па і температурі 177 о С, а в суміші з повітрям - при об'ємній частці 60%. При низьких температурах для виникнення горючості потрібні високі тиску. Тому R404a також не слід змішувати з повітрям або користуватися і допускати присутності високих концентрацій повітря з тиском вище атмосферного або при високих температурах.

Холодильні агенти, які замінять R-12

В даний час найбільш реалістичним шляхом розвитку холодильних установок і установок для кондиціонування повітря є використання ряду холодильних агентів HFC і, зокрема, чотирьох з них.

1. R-134a, рекомендованого для використання в установках з гвинтовими компресорами: це чистий холодильний агент, що складається тільки з одного елемента, тому він не схильний зрушень температури при

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зміні фізичного стану. На жаль, він має значно нижчий показник теплоємності, ніж R-22, і при рівній холодильної потужності установки, агрегати на R-134a повинні мати габарити, на 30-40% перевищують показники аналогічних агрегатів на R-22 (компресор з великим обсягом циліндрів, трубки більшого діаметру і теплообмінники з більшою площею поверхні). Більш переважними є перспективи його використання у великих холодильних установках з гвинтовими і відцентровими компресорами, в яких зазвичай використовувався R-11 і R-12. У таких випадках R-134a може являти собою прекрасну заміну при низьких витратах і проектних зусиллях.

2. R-407C: це холодильний агент групи HFC, для якого не потрібно переробка установок, які раніше працювали на R-22. Однак, будучи зеотропних, він володіє всіма тими недоліками, які були описані раніше. Зокрема, при його використанні мають місце значні зрушення температури - на 5,4 ° C - до чого слід додати ще й меншу ефективність у порівнянні з R-22. Як би там не було, при використанні цього холодильного агента переналагодження установки проводиться значно простіше, ніж з іншими холодильними агентами: у випадках, коли його glide є прийнятним, R-407C є цікавим рішенням при переході на холодильні агенти HFC. Там же, де ефект glide може надати великий вплив на функціонування установок, наприклад, в установках із затопленими або численними випарниками, його використання менш рекомендовано. Крім того, провести переналагодження установок, що функціонують на R-22 на цей агент відразу неможливо, оскільки всі холодильні агенти HFC працюють тільки на полі-естерних типах масла, і їх функціонування на мінеральному маслі неможливо.

3. R-404A: це холодильний агент HFC, що не небезпечний для озонового шару, що складається з суміші HFC 125 (44%), HFC 143a (52%) і HFC 134a (4%). Він розроблений компанією «Дюпон» і є заміником R-502 і R-22 при використанні в низькотемпературних режимах, які вже отримали хороші рекомендації як в Америці, так і в Європі. Тим не менш, він не є

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

холодильним агентом типу «drop in» (швидкої заміни), оскільки мінеральні мастила та альхібензін, звичайно використовувані з R-502 і R-22, є несумісними з R-404A. З цим холодильним агентом можуть використовуватися тільки поліестерні типи масла. Типовими прикладами використання R-404A в якості заміни в діючих установках і для установок нової конструкції є холодильні шафи в супермаркетах, холодильні камери, машини для виробництва льоду і в холодильних установках на транспортних засобах. Ефективність R-404A близька до показників R-502, лише на 5% поступаючись їм. Зрушення температури в конденсаторі менше ГС. Оскільки R-404A, як уже говорилося, є сумішшю, важливо проводити заправку установок холодильним агентом в рідкому стані, а не в стані пари. Заправка R-404A в змозі пара може призвести до створення суміші, що не відповідає заданим показникам, і до виходу з ладу самої установки. Циліндри, що працюють з R-404A, забезпечені трубкою, що спускається до дна циліндра, для полегшення видалення холодильного агента при положенні циліндра у верхній точці. Для регулювання потоку холодильного агента з боку лінії всмоктування повинен встановлюватися регулювальний клапан для забезпечення переходу рідини в пароподібний стан до попадання в холодильний контур.

4. R-410A: також відноситься до розряду HFC, але з характеристиками квазі-азеотропного холодильного агента, у зв'язку з чим забезпечуються більш стабільні робочі показники. Цей холодильний агент є сумішшю R-32 і R-125 і має незначний зсув температури; проте він функціонує при значно більш високих значеннях тиску, ніж R-22, що обумовлює необхідність зміни проекту лінії. Встановлено, що R-410A має більшу ефективність на 5-10%, ніж R-22. Зважаючи на більшу щільність, більш високому робочому тиску і теплообміну, він дозволяє використовувати менш габаритні компоненти холодильного контуру при рівній його продуктивності. Крім того, в порівнянні з R-22 при рівних габаритах компонентів установки,

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечується значне підвищення, до 50-55%, що виробляється холодильної потужності. Слід також додати, що при роботах з технічного обслуговування зі зливом холодильного агента, зважаючи функціонування R-410A під високим тиском, потрібно звертати особливу увагу на правильне використання балонів, перекриття контуру, а також на роботу самого обладнання для зливу і заправки, воно має бути розраховане на високі значення тиску робочих режимів цього холодильного агента. На відміну від R-22, важливою умовою використання R-410A є необхідність забезпечення його заправки в рідкому стані (а не в пароподібному) для того, щоб звести до мінімуму зміни складу суміші. Пари цього холодильного агента також важче за повітря і тому потенційно небезпечні при їх значному скупченні в закритих і слабо провітрюваних приміщеннях. Тому при його використанні в таких місцях для забезпечення безпеки людей рекомендується застосовувати обладнання для визначення витоків холодильного агента. Природно, слід також продумати систему вентиляції і забезпечити наявність респіраторів. Ще однією відмінною рисою R-410A є його значне розширення при нагріванні або попаданні сонячних променів. Одна з відомих фірм-виробників рекомендує не допускати підвищення температури вище 52 ° C у балонах з R-410A.

Хладон HFC (ГФУ) R407. Холодильний агент R-407C представляє собою суміш холодоагентів на базі ознобезопасних R 134a (1, 1, 1, 2 - тетрафтороетан CF₃CH₂F) -52%R 125 (пентафтороетан CHF₂CF₃) - 25%R 32 (діфторометан CH₂F₂) - 23%R-407C має нульовий потенціал руйнування озону.Склад суміші підібраний таким чином, щоб якомога краще відповідати властивостям R-22 для заміни в системах кондиціонування повітря. Основна перевага полягає в тому, що при переході з R22 на R407C не потрібно значної зміни холодильної системи. В даний час R407C розглядають як оптимальну альтернативу R22 по холодопродуктивності і тиску насичених парів.Гідрофторуглеродние компоненти R-407C не сумісні з мінеральним маслом або алкілбензолні мастильними матеріалами, використовуються в більшості систем, що працювали з R-22.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При роботі з R-407C слід використовувати POE масла. Суміш R407C не є ізотропною, а тому при будь-яких витоках холодоагенту, його фракції випаровуються нерівномірно і оптимальний склад змінюється. Це може відбутися тільки в непрацюючій системі (із зупиненим компресором). Але і після п'ятої дозаправки системи з 50% витокком холодопродуктивність не погіршиться більш, ніж на 10%.

З проведених теплових розрахунків найбільш замінним хладоном R22 може буди R134a. Його рекомендованого для використання в установках з гвинтовими компресорами: це чистий холодильний агент, що складається тільки з одного елемента, тому він не схильний зрушень температури при зміні фізичного стану. Холодильні агенти R507a і R407a, також можуть замінити R22. Тепловий розрахунок показав, що для застосування на температури $t_k = 20\text{ }^\circ\text{C}$ і $t_o = 5\text{ }^\circ\text{C}$, ці два холодильні агенти мають високий кінець стиснення пару. Це є небезпечним, адже умову роботи холодильної установки проводяться у небезпечній робочій зоні.

Виходячи з теплового розрахунку ми вибираємо гвинтовий компресор Bitzer CSH8571

	30			304500	251800	206400	167200	133400			49,0	47,5	46,1	44,8	43,7
CSH8571	40	364800	332800	275400	225900	183200	146600	115100	60,9	60,1	58,8	57,7	56,8	55,7	54,3
	50	324000	294600	241800	196400	157500	124300	96000	74,1	73,4	72,2	71,2	70,0	68,4	66,2
	55	301900	273900	223900	180900	144200	113000	86500	82,0	81,4	80,2	78,9	77,5	75,5	72,8

Рисунок 5.1 – Технічні дані

Переваги гвинтового компресора Bitzer CSH8571:

- всмоктуючий і нагнітальний вентиля переміщуються вільно;
- універсальне застосування (R143a, R22, R407, R404a);
- додаткова шумоізоляція;
- міцні наполегливі здвоєні підшипники;
- камера підшипників з компенсацією тиску, завдяки мінімальній концентрації холодильного агента в системі;

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гнучка система додаткового охолодження;
- регулювання продуктивності;

Георметичний і компактний гвинтовий компресор Bitzer для використання в промислових системах кондиціонування. Корпус компресора пристосований для типової установки і роботи. Продуктивність регулюється у всьому діапазоні (частотні регулятори). Компактні компресори Bitzer відповідають високим вимогам для роботи у виглядобувних рудниках.

Гвинтовий компресор вимагає значно менше вкладень у монтаж та налагодження. Високі експлуатаційні характеристики і ефективна система масляного охолодження забезпечують цілодобовий режим роботи гвинтового компресора при оптимальній температурі. Для умов де буде він встановлений це дуже важливо. Гвинтовий компресор значно стійкіший до перегріву. Використання гвинтового компресора дозволяє економити електричну енергію. Це пов'язано з тим, що його ККД становить до 95% (для порівняння, ККД поршневого компресора 60-80%).

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРАХУНОК КОНДЕНСАТОРА

Розрахунок ведеться для 2-х кожухотрубних конденсаторів.

Таблиця 6.1 - Вихідні данні

Найменування	Значення
Кількість води, що проходить крізь конденсатор, G_w , м ³ /ч	50
Температура води, що поступає на конденсатор, t_w , °С	35

Метод розрахунку.

Теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_k = Q_o + N_{\text{эл}}, \text{кВт}; \quad (6.1)$$

$$Q_k = 300 + 84,5685 = 384,5685 \text{ кВт};$$

Приймаємо $Q_k \approx 385$ кВт.

Температура конденсації:

$$T_k = 323, \text{°К.}$$

Конденсатор кожухотрубний з охолодженням проточною водою. Відповідно до технічного завдання температура води на вході в конденсатор:

$$T_w = 308, \text{°К.}$$

Приймаємо температуру нагріву води в конденсаторі $\Delta T_w = 7$ °С, тоді температура води на виході з конденсатора:

$$T_{w2} = T_{w1} + \Delta T_w = 308 + 7 = 315, \text{°К.} \quad (6.2)$$

Витрата води, що проходить через конденсатор:

$$G_w = \frac{Q}{\Delta T_w \cdot C_w} = \frac{385}{7 \cdot 4,174} = 13,17, \text{ кг/с.} \quad (6.3)$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

У якості прототипу приймаємо конденсатор компресорно-конденсаторний агрегат КПШ-130.

Таблиця 6.2 - Вихідні данні для конструкції:

Найменування і значення параметрів	Од.вим.	Знач.
Внутрішній діаметр труб, $d_{вн}$	м	0,0107
Зовнішній діаметр труб, $d_{н}$	м	0,0165
Діаметр по окружності западин, d_o	м	0,0137
Шаг ребер, u	м	0,00125
Зовнішня поверхня, F_n	м ² /м	0,125
Внутрішня поверхня, $F_{вн}$	м ² /м	0,033615
Коефіцієнт оребрення, $F_n / F_{вн}$		3,6

Труби: мідні, оребренні, з накатними ребрами.

Прототип: конденсатор КПШ 130, шестиходовий.

Конструкція: конденсатор стоїть з двох кожухотрубних апаратів паралельно з'єднаних по воді та фреону.

Кількість труб в кожному апараті: 173.

Загальна кількість труб в апаратах $173 \times 2 = 346$ (потік води ділиться на два).

Середня кількість труб в одному ході апарата:

$$n = \frac{346}{6} = 57,678, \text{ шт.} \quad (6.4)$$

Приймаємо кількість труб в одному ході апарату $n = 57$, шт.

Швидкість води в трубках одного хода спареного апарату:

$$W = \frac{(4 \cdot V_w)}{(n \cdot \pi \cdot d_{вн}^2)} = \frac{(4 \cdot 0,0131)}{(57 \cdot 3,14 \cdot 0,0107^2)} = 2,78, \text{ м/с.} \quad (6.5)$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критерій Рейнольдса:

$$Re = \frac{(w \cdot d_{\text{вн}})}{\nu} = \frac{(2,709 \cdot 0,0107)}{0,732 \cdot 10^{-6}} = 39610. \quad (6.6)$$

Критерій Нусельта:

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr_{\text{жк}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{\text{жк}}}{Pr_c} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon_1 \quad (6.7)$$

Де: Pr – критерій Прандля при $t_w = 35^\circ\text{C}$, $Pr_{\text{жк}} = 5,198$, при $t_w = 50^\circ\text{C}$, $Pr_c = 3,54$.

$$Nu = 0,021 \cdot 39610^{0,8} \cdot 5,198^{0,43} \cdot \left(\frac{5,198}{3,54} \right)^{0,25} \cdot 1 = 223,8636 \quad (6.8)$$

Коефіцієнт тепловіддачі зі сторони води:

$$\alpha_w = \frac{Nu_w \cdot \lambda}{d_{\text{вн}}} = \frac{223,8636 \cdot 61,8^{-2}}{0,0107} = 12929,692 \quad (6.9)$$

Де: λ – коефіцієнт теплопровідності води, $\lambda = 60,85 \cdot 10^{-2}$ Вт/(м·К).

Коефіцієнт тепловіддачі зі сторони робочого тіла, віднесений до внутрішньої поверхні оребреної труби:

$$\alpha_w = 0,725 \cdot \sqrt[4]{\frac{r \cdot \rho^2 \cdot \lambda^3 \cdot g}{\mu \cdot d_o}} \cdot n^{\frac{1}{6}} \cdot \psi_p \cdot \frac{F_{\text{н}}}{F_{\text{вн}}} \cdot (T - T_{\text{см}})^{\frac{1}{4}} \quad (6.10)$$

Де:

$r = 140,2$ кДж/кг – теплота пароутворення фреону R134a при $T=303\text{K}$;

$\rho = 1224,3$ кг/м³ – щільність рідини;

$\lambda = 0,083$ Вт/(м·К) – коефіцієнт теплопровідності рідини;

$\mu = 2,99 \cdot 10^{-4}$ – коефіцієнт динамічної в'язкості рідини;

n – половина числа труб по вертикалі

ψ_p – коефіцієнт, враховуючий різні умови конденсації на горизонтальних трубах та вертикальних ділянках поверхні.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\psi_p = 1,3 \cdot \frac{F_B}{F_H} \cdot E^{\frac{3}{4}} \left(\frac{d_o}{h_p} \right) + \frac{F_T}{F_H} \quad (6.11)$$

F_B – поверхня вертикальних ребер.

$$F_B = \frac{\pi \cdot (d_n^2 - d_o^2)}{2 \cdot u \cdot \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{3,14 \cdot (0,0165^2 - 0,0137^2)}{2 \cdot u \cdot \cos \frac{28}{2}} = 0,1095, \text{ м}^2 / \text{м}. \quad (6.12)$$

Кут при вершині ребра $\alpha=28^\circ$.

h_p – приведена висота ребра.

$$h_p = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_n^2 - d_o^2}{d_n} \right) = \frac{3,14}{4} \cdot \left(\frac{0,0165^2 - 0,0137^2}{0,0165} \right) = 0,004025 \quad (6.13)$$

$E=1$ - ефективність ребра для низьких накатних ребер.

$$\psi_p = 1,3 \cdot \frac{0,1095}{0,125} \cdot 1^{\frac{3}{4}} \cdot \left(\frac{0,0137}{0,004025} \right)^{\frac{1}{4}} + \frac{0,01549}{0,125} = 1,6707 \quad (6.14)$$

$$\alpha_w = 0,725 \cdot \sqrt{\frac{140,2 \cdot 1034^2 \cdot 0,0744^3 \cdot 9,8}{2,089 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0132}} \cdot 7^{-\frac{1}{6}} \cdot 1,6707 \cdot 3,6 \cdot (T - T_{cm})^{\frac{1}{4}} \quad (6.15)$$

Тепловий потік в апараті в залежності від температури стінки

$$q_{wF_{\text{ен}}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_w} + \frac{\delta}{\lambda}} \cdot (T_{cm} - T_w) \quad (6.16)$$

$$q_{aF_{\text{ен}}} = \alpha \cdot (T_{cm} - T_w) \frac{3}{4} \quad (6.17)$$

Де $\frac{\delta}{\lambda} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{384} = 3,9063 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Вм}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ - прийнятий опір стінки

Тоді:

$$q_{wF_{\text{ен}}} = \frac{1}{\frac{1}{12929,69} + 3,963 \cdot 10^{-6}} \cdot (T_{cm} - T_w) = 12308 \cdot (T_{cm} - T_w)$$

$$q_{aF_{\text{ен}}} = 2194 \cdot (T_{cm} - T_w)^{\frac{3}{4}}$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

По графіку величина теплового потоку

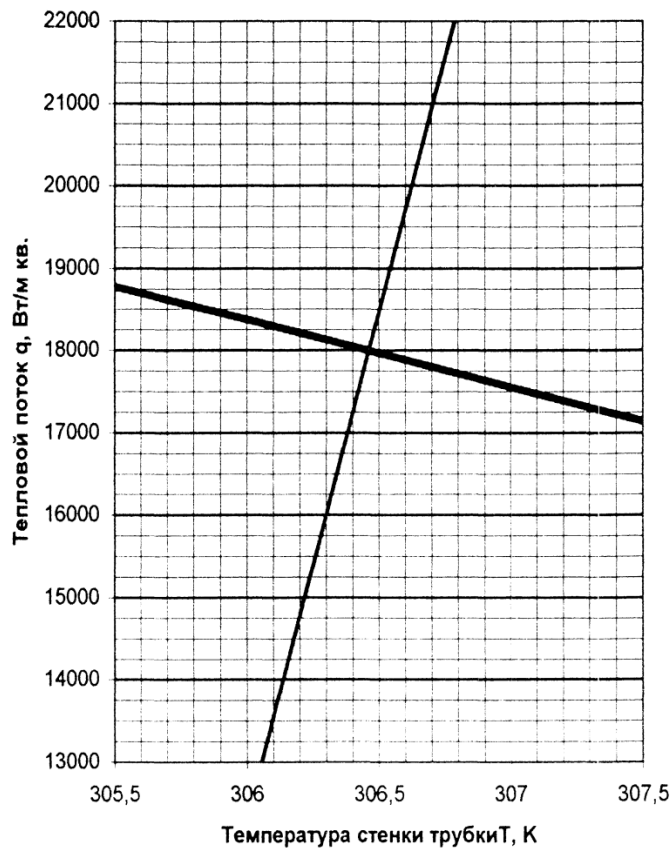


Рисунок 6.1 – Залежність теплового потоку від t стіни трубки

$$q_{F_{\text{вн}}} = 18000 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

$$T_{\text{ст}} = 306,46 \text{ К}$$

Поверхя теплообміну внутрішня:

$$F_{\text{вн}} = \frac{Q_k}{q_{F_{\text{вн}}}} = \frac{385 \cdot 10^3}{18000} = 21,3 \text{ м}^2 \quad (6.18)$$

Розрахунок вівся для 2х спарених конденсаторів ($N_{\text{ап}}=2$). Число труб в кожному з них $z \cdot n=173$ та числі ходів в кожному $z=4$, довжина апарату

$$L_{\text{апаратів}} = \frac{F_{\text{вн}}}{\pi \cdot n \cdot d_{\text{вн}} \cdot z \cdot N_{\text{ап}}} = \frac{21,3}{3,14 \cdot 28,8 \cdot 0,0107 \cdot 4 \cdot 2} = 2,7515$$

складає:

7 РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА

Розрахунок випарника ведеться з урахуванням зменшеного термічного опору вугільного пилу та коефіцієнта волого виділення.

Витрата повітря $V_B = 7,6 \text{ м}^3/\text{с}$

Діаметр трубки $d_n = 12 \times 1 \text{ мм}$

Висота апарату $B = 0,900 \text{ м}$

Число рядів трубок $N_{\text{тр}} = 16 + 15 = 31$

Середня температура повітря в апараті $t_{\text{ср}} = 23,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Кінематична в'язкість повітря $\nu = 15,389 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

Питомий обсяг повітря при $t_{\text{ср}} \lambda = 2,618 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$

Фасадний перетин батареї:

$$S_{\text{ср}} = H \cdot B = 1,200 \cdot 0,900 = 1,080 \text{ м}^2$$

Фасадний перетин, що перекривається трубами:

$$S_{\text{тр}} = H \cdot d_n \cdot n_{\text{тр}} = 1,200 \cdot 0,012 \cdot 16 = 0,2304 \text{ м}^2$$

Живий перетин для проходження повітря:

$$S_{\text{жс}} = S_{\text{ср}} - S_{\text{тр}} = 1,080 - 0,2304 = 0,8496 \text{ м}^2$$

Швидкість повітря у живому перетині:

$$W = \frac{V_0}{S_{\text{жс}}} = \frac{7,6}{0,8496} = 8,9453 \text{ м}/\text{с}$$

Критерій Рейнольдса:

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Re = \frac{W_g \cdot d_H}{\nu_g} = \frac{8,944 \cdot 0,012}{15,389 \cdot 10^{-6}} = 6975,41$$

Критерій Нусельта для шахового пучка труб:

$$Nu = 0,35 \cdot Re^{0,6} = 0,35 \cdot 6975^{0,6} = 70,8288$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки теплообмінної трубки до повітря:

$$\alpha_g = \frac{\lambda_g \cdot Nu}{d_{en}} = \frac{2,618 \cdot 10^{-2} \cdot 70,8288}{0,012} = 155,1151 \frac{Вт}{м^2 К}$$

Приймаємо температуру повітря на поверхні теплообмінника 7,5°C. Будуємо процес в h-d діаграмі вологого повітря.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані

Точки	Температура (°C)	Вологовміст (г/кг)·10 ³	Ентальпія (кДж/кг)
1	32	16,5	74,5
ВО	23,5	13,0	57
2	15	9,5	39
Н	7,5	6,6	23

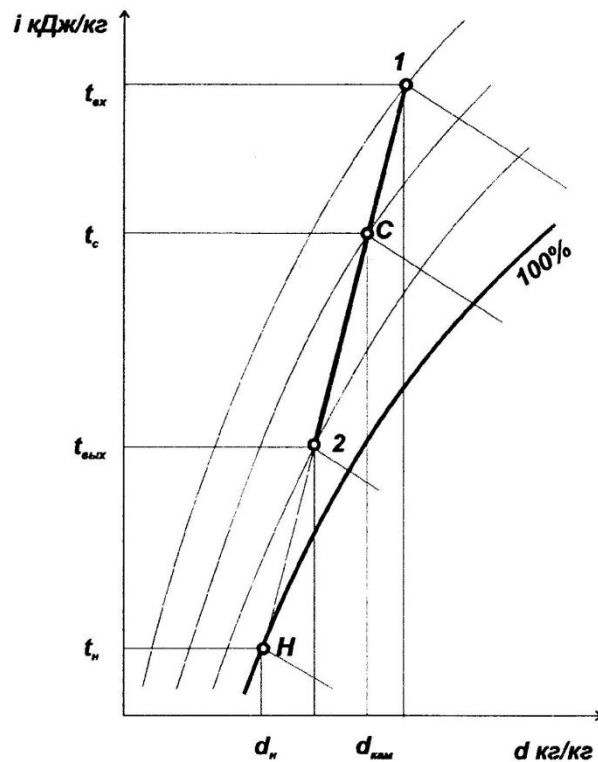


Рисунок 7.1 – Діаграма волого повітря

$$\text{Коефіцієнт волого виділення: } \xi = 1 + \frac{d_c - d_n''}{t_c - t_n} \cdot \frac{2500}{C_p''} = 1 + \frac{(13 - 6,6) \cdot 10^{-3}}{23,5 - 7,5} \cdot \frac{2500}{1,018} = 1,9819$$

$$\text{Де } C_p'' = 1,006 + 1,87 \cdot d_n'' = 1,006 + 1,87 \cdot 6,6 \cdot 10^{-3} = 1,018$$

Приведений коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря з урахуванням термічного опору вугільного пилу і з урахуванням волого виділення. Конструктивно передбачена система зрошення теплообмінної поверхні для видалення забруднення вугільним пилом. Тоді існуюче термічний опір може бути зменшено в 2-2.5 раз, тоді

$$R' = R \cdot 2,5 = 0,0086 \cdot 2,5 = 0,0034 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$\alpha_n = \frac{1}{\frac{1}{\alpha \cdot \xi} + R} = \frac{1}{\frac{1}{155,115 \cdot 1,981} + 0,0034} = 149,4163 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Де R - термічний опір вугільного пилю, котрий осів на поверхню теплообмінника $R = 0,0086 \frac{Bm}{m^2 K}$.

Відношення площ зовнішньої поверхні труби до внутрішньої:

$$\beta'' = \frac{d_n}{d_{вн}} = \frac{0,012}{0,010} = 1,2$$

Щільність теплового потоку, віднесена до внутрішньої поверхні труби:

$$q_{вн} = \alpha_n \cdot (t_{cp} - t) \cdot \beta'' = 149,4163 \cdot (23,5 - 5) \cdot 1,2 = 3317,044 \frac{Bm}{m^2}$$

Коефіцієнт тепловіддачі з боку холодильного агента:

$$\alpha_0 = 0,35 \cdot (q_{вн} \cdot W_a \cdot \rho_a)^{0,4} \cdot d_{mp}^{-0,6} = 0,35 \cdot (3317,04 \cdot 139,63)^{0,4} \cdot 0,01^{-0,6} = 1024,1473 \frac{Bm}{m^2 K}$$

$$\text{де } W_a \cdot \rho_a = \frac{4 \cdot G_a}{\pi \cdot N_{ин} \cdot d_{вн}^2} = \frac{4 \cdot 1,974}{3,14 \cdot 180 \cdot 0,01^2} = 139,6319 \frac{кг}{m^2 \cdot c}$$

Коефіцієнт теплопередачі стінки труби:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{II}} + \frac{\delta_{mp}}{\lambda_{mp}} + \frac{1,2}{\alpha_0}} = \frac{1}{\frac{1}{149,4163} + \frac{0,001}{384} + \frac{1,2}{1024,1473}} = 127,1129$$

Розрахункова температура поверхні повітроохолоджувача:

$$t'_H = t_c - \frac{k \cdot (t_c - t_0)}{\alpha_{II}} = 23,5 - \frac{127,1129 \cdot (23,5 - 5)}{149,4163} = 7,7615^0 C$$

Різниця розрахункової та прийнятої температур зовнішньої поверхні повітроохолоджувача:

$$\Delta = \frac{t_n - t'_H}{t_n} \cdot 100 = \frac{7,5 - 7,7615}{7,5} \cdot 100 = 3,4866\%$$

$$\text{Зовнішня поверхня теплообмінника } F = \frac{Q_0}{k \cdot (t_{cp} - t_0)} = \frac{300 \cdot 10^3}{127,1129 \cdot (23,5 - 5)} = 127,5723 m^2$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарна довжина труб повітроохолоджувача:

$$L = \frac{F}{f_{тр.нар}} = \frac{127,5732}{\pi \cdot 0,012} = 3383,9856 м$$

Довжина 1го шлангу $l_{ш} = 19,2$ м (виходячи з конструктивних міркувань).

Кількість шлангів:

$$N_{ш} = \frac{L}{l_{ш}} = \frac{3383,9856}{19,2} = 176,2392$$

Приймаємо кількість шлангів $N_{ш} = 180$, тоді довжина апарату:

$$A = N_{ш} \cdot S_2 = 180 \cdot 0,015 = 2,7 м$$

Максимально допустима довжина шланга:

$$I = \frac{r \cdot d_{ен} \cdot W_a \cdot \rho_a}{4 \cdot n_{ц} \cdot q_{ен}} = \frac{200,25 \cdot 0,01 \cdot 139,6319}{4 \cdot 1,4285 \cdot 3317,044} = 14,752 м$$

де r – теплота паротворення фреону R-134a при $t = + 5$ °C, $r = 200,25$ кДж/кг,
 $n_{ц}$ – кратність циркуляції агенту.

$$n_{ц} = \frac{1}{(x_2 - x_1)} = \frac{1}{(1,0 - 0,3)} = 1,4287$$

Де x_1 та x_2 паровміст агенту із діаграми lgP-h, $x_1 = 1,0$ та $x_2 = 0,3$.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВОДІВ

Таблиця 8.1 - Вихідні дані

Найменування	Знач.
Масова витрата хладону M_a , кг/с	1,9230
Діаметр всмоктувального трубопроводу парообразного хладона	Ду 80
Діаметр нагнітального трубопроводу парообразного хладона	Ду 70
Діаметр рідинного трубопроводу хладона від конденсатора до ТРВ	Ду 50

Методика розрахунку

Метою розрахунку є перевірка дійсних швидкостей хладону в трубопроводі і зіставлення їх з рекомендованими і допустимими.

$$\text{Швидкість хладона: } W_a = \frac{G_a}{\gamma_{a1} \cdot \frac{\pi \cdot D_y^2}{4}} \text{ м/с} \quad (8.1)$$

Допустима швидкість рідкого хладону 0,8 – 1,5 м/с. Питома вага хладону при відповідних параметрах:

$$\gamma_{a1} = 23,7 \text{ кг/м}^3$$

$$\gamma_{a2} = 65,2 \text{ кг/м}^3$$

$$\gamma_{a3} = 1221 \text{ кг/м}^3$$

Таблиця 8.2 - Швидкість хладона в трубопроводах

№	Найменування	Парам.	Знач.
1.	Швидкість хладона в трубопроводі Ду 70	$W_{a1}, \text{ м/с}$	17,27
2.	Швидкість хладона в трубопроводі Ду 50	$W_{a2}, \text{ м/с}$	7,69
3.	Швидкість хладона в трубопроводі Ду 32	$W_{a3}, \text{ м/с}$	0,97

9 ОХОРОНА ПРАЦІ НА ШАХТІ

9.1.Отруйні речовини, які задіяні у виробництві.

Концентрація і склад шкідливих речовин в рудної атмосфері шахти.

Провітрювання шахт має бути організоване таким чином, щоб склад, швидкість і температура повітря в діючих гірничих виробках відповідали вимогам цих правил. Вміст кисню в повітрі виробок, в яких знаходяться або можуть знаходитися люди, має становити не менше 20% (за об'ємом). Вміст метану в рудниковому повітрі повинен відповідати нормам, наведеним у таблиці (9.1.1), а вміст діоксиду вуглецю (вуглекислого газу) у рудниковому повітрі на робочих місцях та у вихідних струменях виїмкових дільниць та тупикових виробок не повинно перевищувати 0,5%, у виробках з вихідним струменем крила, горизонту і шахти в цілому – 0,75%, час проведення та відбудови виробок по завалу – 1%. Вміст водню в зарядних камерах не повинен перевищувати 0,5%. Концентрація шкідливих газів у повітрі діючих підземних виробок не повинна бути вище гранично допустимої концентрації в табл. 5.1. У разі застосування матеріалів чи технологічних процесів, при яких можливе виділення інших шкідливих речовин, контроль за їх змістом повинен здійснюватися відповідно до вимог державних стандартів. Перед допуском людей у виробку після підричних робіт вміст шкідливих газів, наведених в табл. 3.1, не повинно перевищувати 0,008% за об'ємом у перерахунку на умовний оксид вуглецю. Таке розрідження шкідливих газів повинне досягатися не більш ніж за 30 хв. після підривання зарядів. При перевірці достатності розрідження шкідливих продуктів вибуху 1 л діоксиду азоту слід приймати еквівалентним 6,5 л оксиду вуглецю.

Таблиця 9.1.1

Шкідливі гази	Гранично допустима концентрація газу в діючих виробках шахт	
	% по об'єму	мг/м ³

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Оксид вуглецю (CO)	0,00170	20
Оксиди азоту (в перерозрахунку на NO ₂)	0,00025	5
Діоксид азоту (NO)	0,00010	2
Сірчаний ангідрид (SO)	0,00038	10
Сіководень (HS)	0,00070	10
Метан (CH ₄)	0,00250	25

9.1.2 Вплив на людину шкідливих речовин рудної атмосфери шахти.

Метан є самим фізіологічно нешкідливим газом у гомологічної ряду парафінових вуглеводнів. Фізіологічна дія метан не робить і не отруйний (через малу розчинності метану у воді та плазмі крові і властивої парафіну хімічної інертності). Загинути людині в повітрі, з високою концентрацією метану можна тільки від нестачі кисню в повітрі для дихання при дуже високих концентраціях метану. Так, при вмісті в повітрі 25-30% метану з'являються перші ознаки асфіксії (почастішання пульсу, збільшення обсягу дихання, порушення координації тонких м'язових рухів і т. Д.). Більш високі концентрації метану в повітрі викликають у людини кисневе голодування – головний біль, задишку, - симптоми, подібні з гірською хворобою. Так як метан легший за повітря, він не накопичується в провітрюваних підземних спорудах. Тому вельми рідкісні випадки загибелі людей від вдихання суміші метану з повітрям, від асфіксії. Перша допомога при важкій асфіксії: видалення постраждалого з шкідливою атмосфери. При відсутності дихання негайно (до приходу лікаря) штучне дихання з рота в рот. При відсутності пульсу – непрямий процес серця. У людей, що працюють у шахтах, де в повітрі присутні значні кількості метану та інших газоподібні парафінові вуглеводнів, описані помітні зрушення з боку вегетативної нервової системи (позитивний очі-серцевий рефлекс, різко виражена атропінова проба, гіпотонія) через

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

вельми слабкого наркотичної дії цих речовин, схожого з наркотичною дією діетилового ефіру.

9.1.3 Способи індивідуального захисту в шахті.ШСС-1П (Шахтний саморятівник)

Саморятівник шахтний ШСС-1П є засобом індивідуального захисту органів дихання людини і використовується для евакуації персоналу при аваріях, пов'язаних з утворенням непридатною для дихання атмосфери. Саморятівник являє собою ізолюючий дихальний апарат разового застосування з хімічно зв'язаним киснем і маятникової схемою дихання. Саморятівник розрахований на постійне носіння в шахтах і має в порівнянні з іншими процесами такого ж терміну захисної дії мінімальні габарити і вага. Апарат приводиться в дію протягом лічених секунд і забезпечує надійний захист органів дихання Використовується для евакуації персоналу з небезпечної зони і для проведення первинних заходів щодо запобігання розповсюдження аварії на шахтах вугледобувних та інших підприємств. Можливо його використання на будь-яких небезпечних ділянках промисловості, де є ймовірність виникнення аварії, пов'язаної з викидом шкідливих речовин. Саморятівник має автоматично чинне пусковий пристрій, яке не вимагає додаткового часу для запуску процесу. Для навчання персоналу прийомам експлуатації та правил використання ШСС-Т розроблені два види тренажерів шахтного саморятувальника: Т-ШС, що дозволяє здійснити не менше 1000 тренувань для відпрацювання навичок використання, і РТ-ШС, що забезпечує повну імітацію роботи саморятувальника.

9.2. Вибухонебезпечність і пожежобезпеку в шахтах.

Вугледобувна шахта ставитися до виробництв категорії Б, В і Г – пожежонебезпечні. Виробництва категорії Б, це приміщення, в яких горючі пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28 ° С, горючі рідини знаходяться в такій кількості, що можуть утворювати

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибухонебезпечні пилоповітряні та пароповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Виробництва категорії В характеризуються наявністю рідини з температурою спалаху парів вище 61 ° С; горючого пилю або волокон, межа вибуховості яких понад 65 г/м³ до об'єму повітря; речовин, здатних тільки горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним; твердих горючих речовин і матеріалів. Виробництва категорії Г характеризуються наявністю речовин і матеріалів в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; твердих, рідких і газоподібних речовин, які спалюються або утилізуються як паливо. Це пов'язано безпосередньо з атмосферою шахти яка складається з займистих компонентів, таких як – легкозаймисті інертні гази, високий вміст рудної пилю, викопне вугілля.

9.3. Вимоги до захисного уземлювальної системі шахти.

У підземних виробках шахт повинна монтуватися загальна мережа заземлення, до якої повинні приєднуватися усі об'єкти, що підлягають заземленню. Опір заземлюючого пристрою, що використовується для електроустановок різних напруг, має задовольняти вимогам до заземлення електроустановок, для яких необхідно найменший опір заземлюючого пристрою. Для іскробезпечної апаратури телефонного зв'язку та її кабельних муфт на ділянці мережі з кабелями без броні допускається місцеве заземлення без приєднання до загальної мережі заземлення. Опір цього самостійного заземлення має бути прийнято таким, щоб твір активного опору заземлення та протікає в ньому струму замикання не перевищувало допустимої величини безпечної напруги дотику. Головний ланцюг заземлення та заземлюючий контур повинні виконуватися з голого сталевого провідника перерізом не менше 100 мм². Провідники необхідно розміщувати так, щоб попередити їх механічне пошкодження або корозію (особливо в місцях їх приєднання) і щоб можна було здійснювати їх контроль. Головний ланцюг заземлення повинна

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

мати не менше двох головних штучних заземлювачів, розташованих у різних місцях. При розрахунках опір заземлення має прийматися таким, щоб напруга дотику на корпусах електроустановок при замиканні на землю не перевищувало допустимого значення за ГОСТ 12.1.038, але не більше 4 Ом.

9.3.1 Розрахунок захисного заземлення

Розрахувати систему захисного заземлення для електрообладнання з напругою до 1000 В. Приміщення з електробезпеки належить до 3 групи (приміщення особливо небезпечний). В якості штучних заземлювачів використовуються сталеві труби. Діаметр сталеві труби $d = 0,04(м)$, ширина сполучної смуги $b = 0,05(м)$, довжина вертикального заземлювача $l = 2,5(м)$, питомий опір ґрунту $\rho = 250(Ом \cdot м)$, відношення відстані між трубами до довжини першої труби $\frac{l}{l} = 2$.

Рішення:

1. Визначаємо відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача

$$t = t_0 + \frac{l}{2} = 0,5 + 2,0 \cdot 0,5 = 1,5(м) \quad (9.1)$$

Де $t_0 = 0,5 м$ - відстань від поверхні землі до початку заземлювачів.

2. Визначаємо опір групи вертикальних заземлювачів:

$$R_{gp} = \frac{\rho_{\text{вд}}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) = \frac{250}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,0}{0,04} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,5 + 1}{4 \cdot 1,5 - 1} \right) = 65,66(Ом)$$

3. Визначаємо кількість вертикальних заземлювачів

$$n = \frac{R_{gp}}{R_{\text{доп}}} = \frac{65,66}{4} = 16,41(Ом) \quad (9.3)$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де $R_{дон} = 4(Ом)$ – необхідний опір системи заземлення для електрообладнання напругою до 1000 В. Отримане число округляємо до найближчого стандартного числа $n = 2, 4, 6, 10, 20, \dots$

Вибираємо $n = 20$.

4. Визначаємо опір вертикального заземлювача:

$$R_g = \frac{R_{zp}}{n \cdot \eta_g} = \frac{65,66}{20 \cdot 0,67} = 4,9(Ом) \quad (9.4)$$

, Де $\eta_g = 0,67$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів [1].

5. Приймаються систему розподілу вертикальних заземлювачів (труб) «в ряд».

6. Розраховуємо довжину сполучної смуги:

$$L = (n - 1) \cdot l = (20 - 1) \cdot 2 = 38(м) \quad (9.5)$$

$$, \text{ Де } l = l \cdot \left(\frac{l}{l}\right) = 2(м)$$

7. Визначаємо опір горизонтального заземлювача (сполучної смуги)

$$R_z = \frac{\rho_{yd}}{2\pi \cdot L \cdot \eta_z} \ln \frac{2L^2}{d \cdot t_0} = \frac{250}{2 \cdot 3,14 \cdot 38 \cdot 0,56} \ln \frac{2 \cdot 38^2}{0,04 \cdot 0,5} = 21,38(Ом) \quad (9.6)$$

, Де $\eta_z = 0,56$ – коефіцієнт використання горизонтального заземлювача [1].

8. Визначаємо загальний опір системи:

$$R_{сист} = \frac{R_g \cdot R_z}{R_g + R_z} = \frac{4,9 \cdot 21,38}{4,9 + 21,38} = 3,98(Ом) \quad (9.7)$$

$R_{сист} \leq R_{дон}$, умова виконується.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.4. Пожежна профілактика в шахті.

Протипожежний захист шахт – комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження пожежної небезпеки гірничо-шахтного устаткування і технологічних процесів видобутку корисних копалин, запобігання появи в гірських виробках і камерах небезпечних теплових імпульсів, гасіння підземних пожеж на початковій стадії їх розвитку. Розміщення і кількість протипожежних пристроїв, водойм, засобів пожежогасіння та інструментів, прокладка і параметри пожежно-зрошувального водопроводу, а також вимоги до вогнестійкості шахтного кріплення визначаються спеціальними інструкціями з протипожежного захисту підприємств. Стосовно до діючих шахті ці вимоги конкретизуються в проекті протипожежного захисту, погодженому з ДВГРС та затвердженому в установленому порядку. У спільний проект будівництва нових або реконструкції діючих шахт і горизонтів проект протипожежного захисту включається як самостійний розділ. У проектах протипожежного захисту повинні передбачатися такі основні пожежно-профілактичні заходи: застосування безпечних у пожежному плані способів розкриття та підготовки шахтних полів, систем розробки схильного до самозаймання корисної копалини; можливість забезпечення надійної і швидкої ізоляції виїмкових полів при їх відпрацюванні; використання схем і способів провітрювання, що забезпечують пожежобезпечну розробку корисної копалини, схильного до самозаймання; надійне управління вентиляційними струменями в аварійних умовах і безпеку виходу робітників у виробки зі свіжим струменем; застосування безпечного в пожежному відношенні обладнання, матеріалів, а також електропостачання гірничих виробок; переважне

використання негорючої шахтного кріплення. У вугільних шахтах для ліквідації або локалізації загорянь у гірських виробках прокладається мережа пожежно-зрошувальних трубопроводів діаметром не менше 100 мм і витратою води для магістральних ліній не менше 0,022 м³ / с і дільничних – 0,014 м³ / с

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(при тиску води на виході з пожежних кранів 0,6-1,5 МПа). У кожній приводній головки стрічкового конвеєра розміщуються стаціонарні автоматичні установки водяного пожежогасіння, а на вентиляційних виробках ділянок, обладнаних гідрофіковані виїмковими комплексами, - переносні установки. У гірських виробках і камерах розміщуються порошкові ручні вогнегасники та порошкові пересувні установки (із зарядом 250 і 500 кг). З метою локалізації пожежі в обмеженому обсязі гірських виробок у верхніх і нижніх частинах капітальних ухилів, бремсбергів та хідників при них, в гирлах шурфів та капітальних скатів, по яких подається свіже повітря, а також в гирлах всіх вертикальних стволів, на кожному виході з підземних камер споруджуються пожежні двері або ляди.

9.4.1 Установка пожежної сигналізації в шахті (УПС).

Приймально-контрольні прилади і станції УПС необхідно розміщувати в приміщеннях з цілодобовим чергуванням персоналу. В обґрунтованих випадках допускається розміщення приймально-контрольних приладів у приміщеннях без чергового персоналу за умови забезпечення передачі повідомлень про пожежу (несправності) на пожежний пост або в інше приміщення з постійним цілодобовим перебуванням людей і контролю каналів зв'язку.

9.4.2 Автоматичні установки пожежогасіння в шахті (АУП).

В установках водяного і пінного пожежогасіння, на вузлах керування ними необхідно вивішувати функціональні схеми обв'язки, на табличках вказувати типи та кількість зрошувачів у секції, а засувки й крани нумерувати відповідно до схеми обв'язки.

Функціональні схеми обв'язки повинні вивішуватися також у насосних АУП. Пристрої ручного пуску АУП повинні бути захищені від несанкціонованого приведення в дію, механічних пошкоджень і встановлюватися поза можливою зоною горіння в доступному місці. Для

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначення їх місцезнаходження повинні застосовуватися показчики, розташовані як усередині, так і поза приміщенням.

9.4.3 Розрахунок об'ємного недоторканого запасу води для пожежогасіння.

Відповідно до СНП 2.04.02-84 «Водопостачання, зовнішні мережі і споруди» на об'єктах народного господарства передбачається протипожежний водозбірник, допускається приймати протипожежне водопостачання і ємностей (резервуарів, водойм):

- 1) виробничих споруд з виробництвами категорій В, Г і Д, якщо витрата води на гасіння зовнішнього пожежі становить 10 л / с;
- 2) споруд радіо і телевізійних станцій;
- 3) споруджений холодильників, фрукто- і овочесховищ.

Розрахунок пожежного водосховища робиться до позначення ємності водойм V_B та їх кількості. Ємність водосховища V_B (m^3), розраховується з умови забезпечення необхідної норми витрати води на зовнішнє пожежогасіння в перебігу розрахункового часу.

$$V_B = (3600 \cdot K \cdot G \cdot N_{\text{пож}} \cdot T) / 1000, m^3 \quad (9.8)$$

Де:

k - коефіцієнт запасу, $k = 1,2$;

g - витрата води на зовнішнє пожежогасіння, який дорівнює $g = 25$ л / с;

$n_{\text{пож}}$ - кількість пожеж на підприємстві, $n_{\text{пож}} = 2$;

t - час гасіння пожежі, $t = 2$ рік.

$$V_B = (3600 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 2) / 1000 = 432 m^3 \quad (9.10)$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна кількість водойм $n_{\text{вод}}$, залежить від тактико-технічних даних пожежної техніки, присутньої на об'єкті.

$$n_{\text{вод}} = \frac{L}{2 \cdot R}, \text{ шт.} \quad (9.11)$$

Де: L - довжина об'єкта, $L = 200$ м;

R - радіус дії пожежної техніки, $R = 100$ м (для ручних пожежних насосів);

$$n_{\text{вод}} = \frac{200}{2 \cdot 100} = 1, \text{ шт.} \quad (9.12)$$

Необхідна кількість резервних водойм для нормальної роботи пожежної безпеки становитиме $n_{\text{вод}} = 1$, при цьому його обсяг повинен бути рівний $V_{\text{в}} \approx 450 \text{ м}^3$.

9.5. Виробнича санітарія в шахті.

Шахта повинна мати паспорт санітарно-технічного стану умов праці. У проектних документах на виробництво робіт на шахті, в т.ч. і в паспортах виїмкових діляниць, проведення та кріплення підземних виробок повинні бути передбачені заходи щодо запобігання небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а також засоби колективного та індивідуального захисту від їх впливу. На діючих і споруджуваних шахтах при відстані до місця роботи 1 км і більше перевезення людей обов'язкове. Обов'язкова перевезення людей по вертикальних і похилих виробках, якщо різниця між відмітками їх кінцевих пунктів становить більше 25 м. Для перевезення людей у шахті повинні застосовуватися спеціальні шахтні транспортні засоби. Перевезення людей від основного майданчика до віддалених стволів (шурфів, штолень) повинна проводитися спеціальним транспортом, допущеним для перевезення людей. У шахтних стволів, якими проводиться спуск і підйом людей, повинні влаштовуватися приміщення або камери очікування, а на приймальних майданчиках похилих виробок, обладнаних перевезення людей в пасажирських вагонетках, - спеціальні місця очікування. Приміщення, камери

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і місця очікування повинні бути утеплені й обладнані сидіннями, телефонним зв'язком та сигналізацією про дозвіл посадки на транспорт. Для проходу людей мінімальна ширина повинна бути 0,7 м. У гірничих виробках зазначена ширина повинна зберігатися на висоті до 1,8 м від ґрунту. В очисних вибоях при робочому стані кріплення висота має бути не менше 0,5 м. Шляхи пересування та доставки людей у виробках повинні бути зручні та безпечні, осушені і не захаращені, водостічні канавки перекриті. Зміст гірських виробок, робочих місць та приміщень повинен відповідати санітарним нормам і правилам. Приствольні, головні відкатні та вентиляційні виробки, машинні та трансформаторні камери біляться в міру їх забруднення, але не рідше одного разу на півроку. Побілка зазначених виробок на шахтах, небезпечних по пилу, повинна здійснюватися за графіками та відповідно до вимог пилогазового режиму. У шахтних стволах водовловлювачі, в клітках - пристосування для захисту від протікання, а в місцях посадки і виходу людей із кліті повинен здійснюватися комплекс заходів щодо запобігання попаданню води на людей. У підземних виробках і робочих місцях повинні прийматися заходи по захисту людей від обводнення. У вибоях з інтенсивним протіканням та припливом води працівники повинні бути забезпечені водозахисної спецодягом. Для цілей пилоподавлення повинна використовуватися вода питної якості, що відповідає вимогам державних стандартів. За погодженням з органами санітарного нагляду допускається використання шахтної води після її очищення від механічних домішок та бактеріального знезараження.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

10 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ НА ШАХТІ

10.1 Життєзабезпечення в надзвичайних ситуаціях - це сукупність взаємопов'язаних за часом, ресурсами і місцем проведення силами і засобами заходів, спрямованих на створення і підтримку умов, мінімально необхідних для збереження життя і підтримки здоров'я людей у зонах надзвичайних ситуацій, на маршрутах евакуації і в місцях розміщення евакуйованих за нормами і нормативами для умов надзвичайних ситуацій, розробленим в установленому порядку. Кондиціонування повітря - це автоматичний контроль і підтримання температури, чистоти, швидкості руху, відносної вологості повітря в закритих приміщеннях з метою забезпечення головним чином оптимальних і комфортних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для хорошого самопочуття людей та ведення технологічного процесу виробництва. Система кондиціонування повітря передбачає підтримання та створення в приміщеннях:

- Умов повітряного середовища передбачених нормами, якщо вони не можуть бути встановлені більш простими способами і засобами;
- Штучних кліматичних умов у відповідності з технологічними процесами та вимогами всередині приміщень протягом теплого або холодного періоду року;
- Оптимальних гігієнічних умов повітряного середовища у виробничих приміщеннях, якщо це призведе до поліпшення продуктивності праці та економічній вигоді;
- Оптимальних умов повітряного середовища в житлових приміщеннях і громадських будівлях, адміністративних та допоміжних будівлях промислових організацій.

Сталий кондиціонування повітря, призначене для створення і підтримки допускаються або оптимальних умов повітряного середовища, а технологічне

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

- штучних кліматичних умов у відповідності з технологічними завданнями та вимогами. Система кондиціонування складається з установки, в якій здійснюється тепловологісна обробка повітря (власне кондиціонер), джерела холодопостачання, пристроїв для автоматичної підтримки заданих параметрів повітря в приміщенні і системи повітропроводів.

10.2 Вентиляція шахти

Основним заходом проти скупчення метану є вентиляція, яка вважається ефективною, якщо у всіх діючих виробках буде допустима концентрація метану. Залежно від взаємного розташування стовбурів розрізняють секційну і єдину схеми провітрювання. При єдиною схемою - повітроподаючий стовбур пов'язаний з усіма вент. стовбур, що розкриває поле. Секційну схему застосовують на великих шахтах, з виділенням метану більше 10 м³ / т, добовою продуктивністю більше 6-й тис. тонн і простяганням шахтного поля більше 6 км. У межах єдиної та секційного схем розрізняють центральну, флангову і комбіновану схеми провітрювання. Центральна схема провітрювання шахти характеризується розташуванням повітроподавального і повітровідвідного стовбурів в центрі шахтного поля. Схему доцільно застосовувати при розробці відносно невеликих шахтних полів (не більше 4-х км по простягання) і не вище третьої категорії по газу.

10.3 Види аварій в шахтах

Аварія - руйнування споруд та (або) технічних пристроїв, застосовуваних на небезпечному виробничому об'єкті, неконтрольовані вибух і (або) викид небезпечних речовин. У сучасному виробництві з підвищеними параметрами технологічного процесу періодично створюються умови, що призводять до несподіваного порушення роботи або виходу з ладу машин, агрегатів, комунікацій споруд або їх систем. Такі явища прийнято називати аваріями. Катастрофа - якщо аварія створює загрозу життю чи здоров'я людей або викликає людські жертви. Найбільш небезпечні наслідки аварій - пожежі,

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибухи, обвалення і аварії на енергоносіях - енергоджерел, на атомних електростанціях, на хімічних підприємствах, що призводять до руйнування засобів виробництва. Більшість аварій відбувається з вини людського фактора. Найбільш частими наслідками аварій є пожежі та вибухи.

10.4 Організація цивільної оборони на шахтах

Органи управління ГО шахти. Громадянська оборона в шахті контролюється - гірничорятувальної служби. Це структурний підрозділ шахти, покликане вести роботи з порятунку людей і локалізації аварій у початковий період їх виникнення, надання сприяння гірничорятувальної службі. ГС укомплектована допоміжними гірничорятувальними командами (ВГК). ВГС (Допоміжні Гірничорятувальні Команди) організуються на кожній шахті або в шахтоуправлінні. ВГС очолюється директором шахти, утримується за рахунок підприємства і складається на його балансі. Методичне керівництво діяльністю ВГС з питань утримання гірничорятувального оснащення, спеціальної підготовки членів ДГК здійснює на договірній основі воєнізований гірничорятувальний загін, що обслуговує цю шахту.

Допоміжні гірничорятувальні команди

Допоміжні гірничорятувальні команди (ВГК) організуються на експлуатаційних, підготовчих і допоміжних дільницях. Перелік ділянок, на яких створюються дільничні ВГК, затверджується головним інженером шахти і узгоджується з командиром гірничорятувального взводу, обслуговуючого шахту. ВГК ділянок очолюються начальниками ділянок (заступниками), на яких покладається відповідальність за їх функціонування. Начальники дільниць забезпечують щозмінне присутність на робочих місцях в шахті встановленого числа членів ДГК і залучення їх до аварійно-рятувальних робіт. Чисельність і розстановка членів ДГК визначається головним інженером шахти при розробці та узгодженні плану ліквідації аварій з розрахунку наявності одного-двох членів ДГК у зміні в очисному вибої або

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

окремому підготовчому забої протяжністю 500 і більше метрів. Чисельність членів ДГК на ділянках шахтного транспорту, енерго-механічної служби, дегазації, ВТБ встановлюється в кількості 3-4 чоловік по кожній з наступних спеціальностей; машиніст електровоза, лебідки, насоса, електрослюсар (у тому числі з обслуговування високовольтних установок), машиніст бурових установок .

Директор шахти контролює порядок ведення робіт з ГО передбачає наступне:

А) всі працівники, що надходять на шахту, проходять попередньо вивчення техніки безпеки і промислової санітарії в навчальному пункті шахти з обов'язковою здачею іспиту спеціальної комісії, очолюваної головним інженером шахти;

Б) кожному працівникові шахти, у тому числі і ІТП, присвоюється особистий (табельний) номер і видаються три жетони з цим номером (на спуск в шахту, на виїзд з шахти і на отримання індивідуального світильника);

В) перед спуском у шахту працівник отримує завдання (наряд) на виконання робіт та інструктаж з техніки безпеки;

Г) за кожним працівником закріплюються індивідуальний світильник і саморятівник, спуск у шахту без яких забороняється;

Д) на кожній шахті повинні бути не менше 2-х окремих виходів на поверхню, обладнаних для перевезення або пересування людей;

Е) з очисного вибою повинно бути не менше 2-х нічим не захищених виходу;

Ж) усі підземні гірничі виробки повинні бути закріплені відповідно з паспортом кріплення;

План повинен передбачати:

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Заходи з порятунку людей, захоплених аварією в шахті; - Заходи з ліквідації аварій у початковій стадії їх виникнення, а також дії ІТП і робітників при виникненні аварії;

- Дії працівників воєнізованих гірничорятувальних частин (ВГРЧ). При зміні схеми розташування виробок в результаті ведення гірничих робіт у ПЛА вносяться зміни не пізніше ніж наступного дня. Забороняється допуск до роботи робітників, не обізнаних з ПЛА і не знають його в частині що стосується місця їх роботи.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

11 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

11.1 Організаційно маркетингове обґрунтування проекту.

Головне завдання вентиляції шахт - забезпечення достатньою кількістю повітря всіх робочих місць і шляхів переміщення в підземних виробках, щоб скоротити до прийняттого рівня ті забруднювачі, з якими неможливо боротися будь-якими іншими засобами. Де глибина і температури скельних порід такі, що температури повітря занадто високі, можна використовувати механічні системи для посилення позитивного ефекту вентиляції. Для охолодження повітря, що подається на провітрювання тупикових підготовчих виробок, випускаються шахтні пересувні кондиціонери КПШ 300 холодної потужністю 300 кВт. В якості робочої речовини в них використовується агент R22 (або заміна йому R134a). Ефект охолодження повітря 16-18 °С. Переваги хлоронів холодної машини для кондиціювання у шахтах R134a, у порівнянні за R22:

- можливість роботи при дуже високих температурах навколишнього середовища;
- збільшення енергоефективності середньотемпературних ХУ на 20%;
- робочий тиск нагнітання нижче майже в 2 рази;
- збільшення терміну служби КМ; зниження встановленої потужності на об'єкті;
- зниження "вуглецевого сліду".

У цілому застосування пересувних холодної установок, обладнаних кондиціонерами КПШ 300, дозволяє нормалізувати теплові умови в тупикових підготовчих виробках різного призначення на освоєних глибинах і поліпшити температурні умови в гірських виробках виїмкових ділянок. Техніко-економічне зіставлення різних типів машин, що працюють в режимі кондиціювання повітря у шахтах, показало що область ефективного використання шахтних кондиціонерів відповідає холодопродуктивність від 150 - 1000 кВт. Отримані дані про енергетичні, експлуатаційних і техніко-

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

економічних показниках шахтних кондиціонерів дозволили намітити області їх раціонального застосування і дати рекомендації щодо впровадження. На підставі цього встановлено, що найбільш ефективними та озобезпечними холодильними агентами є R143ф, R404, R407, R507. Отримані дані про енергетичні, конструктивних і експлуатаційних показниках таких машин дозволяють здійснити розробку та проектування шахтних кондиціонерів різного призначення. При цьому необхідно враховувати можливість підвищення ефективності роботи проектованої шахтних кондиціонерів.

Організаційне обґрунтування проекту.

Клас проекту – монопроект (Проект, що виконується в рамках однієї організації. Проект направлено на створення конкретної технології. Виконується в жорстких тимчасових та фінансових рамках). Тип проекту – технічний (Проект направлений на виробництво нової продукції, що задовольнить потреби ринку). Вид проекту – дослідницький (Проект можна розглядати як порівняння впровадження в роботу машин нових холодильних агентів зі старими). Тривалість проекту – короткостроковий (Строк виконання проекту до 3х років). Складність і розміри – складний (Проект включає в себе багато розрахунків та конструкторських креслень). Рівень – Галузевий (Створення кондиціонеру, безпосередньо у вугледобувній сфері). Головною задачею проекту являється створення шахтного кондиціонеру на озобезпечних фреонах, що дозволяє забезпечити безпечну роботу обслуговуючого персоналу шахти у сферах кондиціонування та охорони праці.

Етапи та строки виконання проекту.

1)Аналіз вимог до проектувальної системи.

Орієнтовний строк виконання - 6 днів.

2)Збір інформації.

Орієнтовний строк виконання - 5 днів.

3)Аналіз аналогів та постановка задачі

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Орієнтовний строк виконання - 4 дні.

4) Техніко - економічне обґрунтування.

Орієнтовний строк виконання - 8 днів.

5) Створення проектного рішення.

Орієнтовний строк виконання - 10 днів.

6) Вибір холодильних агентів, та теплові розрахунки.

Орієнтовний строк виконання - 7 днів.

7. Розробка теплообмінних апаратів.

Орієнтовний строк виконання - 10 днів.

8. Підбор холодильного обладнання (компресору)

Орієнтовний строк виконання - 8 днів.

9) Розробка креслень.

Орієнтовний строк виконання - 15 днів.

10) Підготовка до реалізації проекту.

Орієнтовний строк виконання - 2 дні.

11) Реалізація проекту

Орієнтовний строк виконання - 5 днів.

Визначення навколишнього середовища і учасників проекту.

Навколишнє середовище проекту – сукупність зовнішніх і внутрішніх чинників, які роблять дію на проект:

а) зовнішні чинники:

1) економічні;

2) соціальні;

3) науково технічні.

б) внутрішні чинники:

1) нетехнічні (помилки при розрахунках, кресленні);

2) технічні (пов'язані з технологічним процесом, технологією, появою Нового)

Визначення учасників проекту:

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.Замовник (головний учасник – майбутній власник і користувач результатів проекту – ОНТУ, кафедра ХУ і КП)

2. Керівник проекту (керівник диплому, Подмазко О.С.)

3. Команда проекту – специфічна організаційна структура, створювана на період здійснення проекту (виконавці – керівник проекту, розробник – Мовчан С.С.)

4. Виробник кінцевої продукції проекту, що здійснює експлуатацію основних фондів і що проводить кінцеву продукцію - Мовчан С.С.

Побудова схем пов'язаних з виконанням проекту.

Таблиця 11.1 - Склад робіт та тривалість

№	Назва роботи	T(дні)	№ код попер. роботи
0-1	Аналіз вимог до роботи машини	6	-
1-2	Збір інформації	5	0-1
2-3	Аналіз та порівняння холодильних агентів	4	1-2
2-4	Техніко-економічне обґрунтування	8	1-2
3-5	Створення проектного рішення	10	2-3
4-5	Фіктивна робота	0	2-4
5-6	Вибір холодильного агента	7	3-5,4-5
5-7	Тепловий розрахунок	10	3-5,4-5
6-9	Підбір компресора	30	5-7
7-8	Розрахунок теплових апаратів	20	5-7
8-10	Креслення проекту	15	7-8
9-10	Фіктивна робота	0	6-9
10-11	Перевірка даних	20	8-10,9-10
11-12	Підготовка до експлуатації	2	10-11

Сітьовий графік будується за даними з таблиці 11.1

Розрахунок параметрів сітьового графіку:

- ранній строк здійснення роботи T_i ;
- тривалість роботи T_{ij} ;
- ранній строк здійснення події T_i ;
- пізній строк здійснення події T_j ;
- повний резерв часу R_j ;

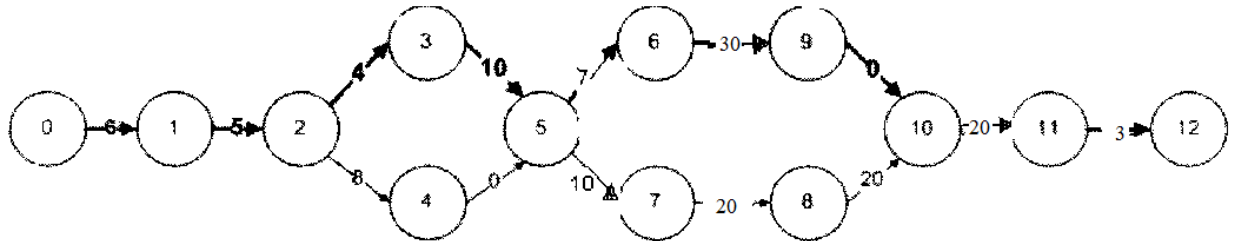


Рисунок 11.1 - Сітьовий графік з виділеним критичним шляхом

Після побудови графічної моделі необхідно розрахувати елементи мережі: строк настання події, резерв часу, повний та вільний резерви часу. Вданому сітьовому графіку критичний шлях (що відмічений жирними стрілками) проходить крізь вершини: 0-1-2-3-5-6-9-10-11-12 і має довжину $T_{кр} = 92$ дні

Таблиця 11.2 - Розрахунок параметрів сітьового графіку

Робота i	Робота j	Ранній строк здійсн ення події i	Трива лість робіт	Ранній строк здійснен ня події j	Пізній строк здійснен ня події i	Трива лість робіт	Пізній строк здійснен ня події j	Повн ий резер в
I	j	$Tr(i)$	$T(i,j)$	$Tr(j)$	$Tr(i)$	$T(i,j)$	$Tr(j)$	$R(j)$
0	1	0	6	6	0	6	6	0
1	2	6	5	11	6	5	11	0
2	3	11	4	15	11	4	15	0
2	4	11	8	19	17	8	25	6
3	5	15	10	25	15	10	25	0
4	5	19	0	19	25	0	25	6
5	6	25	7	32	25	7	32	0
5	7	25	10	35	25	10	35	20
6	9	32	30	62	39	30	55	0
7	8	35	20	55	35	20	55	20

8	10	55	15	70	55	15	70	20
9	10	62	0	62	70	0	70	0
10	11	70	20	90	70	20	90	0
11	12	90	2	92	90	3	92	0
12	-	93	-	-	93	-	-	0

11.2 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення <K> - на створення СКП складаються з витрат, пов'язаних із придбання обладнання ($K_{об}$), вартості виробничої площі, на якій воно розміщується, витрат на будівельні роботи ($K_{б}$), на транспортування ($K_{т}$) та монтаж й налагоджувальні роботи, безпосередньо пов'язані зі створенням (модернізацією) СКП, включаючи камери, канали, кріплення, опори під устаткування ($K_{м}$) вартість проекту ($K_{пр}$)

$$K = K_{об} + K_{б} + K_{т} + K_{м} + K_{пр} \quad (11.1)$$

Капітальні вкладення на будівництво ($K_{б}$) визначаються по формулі:

$$K_{б} = Ц_n \cdot F \quad (11.2)$$

Де: $Ц_n$ - питома вартість будівельних робіт, грн/м²;

- F – виробнича площа займана устаткуванням, м²;

Для проектування в роботу необхідно включити як мінімум двох фахівців: з проектування холодильних установок і по кондиціонуванню повітря.

Їх місячний оклад складе по 3600 грн. на місяць кожному:

$$З_{окл} = 3600 \text{ грн.}$$

Сума нарахувань розраховується за формулою:

$$Ц_n = \frac{З_{окл} \cdot Н_{н.з.}}{100} \quad (11.3)$$

Де: $Ц_n$ - сума нарахувань;

- $З_{окл}$ - розмір окладу;

- $Н_{н.з.}$ - Норма нарахувань по заробітній платі, %;

Нарахування по заробітній платі включають:

- Відрахування на соціальне страхування, пенсійне забезпечення - 34,9%;
- відрахування на страхування від нещасних випадків, - 2,2%;
- Відрахування до фонду зайнятості населення, - 1,9%.

Отже, $Н_{н.з.} = 39\%$. $Ц = 3600 \times 0.39 = 1404$ грн.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на заробітну плату одного фахівця складе (за 1 місяць):

$$Z_1 = Z_{\text{окл}} + Ц_n = 3600 + 1404 = 5004 \text{ грн.}$$

Витрати на заробітну плату обох фахівців складають (з урахуванням того, що проектування тривало на протязі двох місяців):

$$Z = nkZ_1 = 2 \cdot 2 \cdot 5004 = 20016 \text{ грн.}$$

Де: n - число працюючих;

- k - тривалість робіт, в місяцях;
- Z_1 - витрати на заробітну плату одного працюючого;
- Витрати на поточні витрати (канцелярське приладдя) складуть:
 $Z_{\text{тек}} = 1800 \text{ грн.}$

Разом витрати на проектування складуть:

$$Z_{\text{пр}} = Z + Z_{\text{тек}} = 20016 + 1800 = 21816 \text{ грн.}$$

Транспортні витрати (K_T) можна прийняти 5-15% від вартості обладнання:

$$K_T = 1618800 \cdot 0,10 = 161880 \text{ грн.}$$

Витрати на монтажні й пусконаладжувальні роботи (K_M) можна прийняти 10-20% від вартості обладнання.

$$K_M = 1618800 \cdot 0,15 = 242820 \text{ грн.}$$

$K_{\text{пр}}$ – вартість проекту (проектної документації) можна прийняти в розмірі 20-25% від вартості обладнання.

$$K_{\text{пр}} = 1618800 \cdot 0,20 = 323760 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення: $K = 1618800 + 161880 + 242820 + 21816 + 323760 = 2369076$ грн.

Таблиця 11.3 – Капітальні вкладення на СКП

№	Найменування встаткування	Кількість	Вартість за од, грн..	Сума, грн..
1	Компресор (Bitzer CSH8571140Y)	1	300000	300000
2	Конденсатор (КПШ 300.2.00.1)	2	180000	360000
3	Повітроохлоджувач (КПШ 300.3.00.1)	1	900000	900000

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

4	Пульт управління разом з датчиками та допоміжним устаткуванням (ПУ-130/300)	1	28000	28000
5	Соленоїдний клапан	1	3500	3500
6	Терморегулюючий вентиль (РТН85)	2	5500	11000
7	Водяний клапан (ВК20)	1	3500	3500
9	Фільтр осушувач	1	4000	4000
10	Датчик контролю повітря (Д23ВМ)	1	9000	9000
11	Вентиля (Запірні)	10	1900	19000
12	Гнучкі шланги	10	600	6000
13	Сумарна вартість устаткування ($K_{об}$)			1618800
14	Витрати на монтаж й устаткування (K_m)			242820
15	Вартість будівельних робіт ($K_б$)			7911
16	Вартість проектних робіт ($K_{пр}$)			21816
14	Усього капітальних вкладень (K)			2369076

Розрахунок був проведений для нового варіанту кондиціонера, із заміненим компресором (з поршневого на гвинтовий). У базовій моделі кондиціонеру використовується поршневий компресор Sabroe SAB350 вартість якого – 445723 грн. Отже капітальні вкладення в базовому варіанті будуть рівними 3100000 грн.

3. Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати являють собою поточні витрати, пов'язані з експлуатацією СКП і підтримкою обладнання у робочому стані.

3.1 Вартість річних витрат на електроенергію.

Витрати на електроенергію по пропонованому варіанту визначаються по

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

формулі:

$$C_e = 0,7 \cdot N_y \cdot T_e \cdot C_e \text{ грн} \quad (11.4)$$

Де:

- 0,7 – середнє значення коефіцієнта використання потужності;
- N_y – споживана потужність шахтного кондиціонера, (електродвигун - 80 кВт, двигун вентилятора – 15 кВт, споживана потужність приборів автоматики – 5 кВт), $N_y = 100$ кВт;
- T_e – фонд часу роботи установки (необхідний час рік, тобто 7200 годин);
- C_e – вартість 1 кВт·год електроенергії, 1,24 грн/кВт·год;

$$C_e = 0,7 \times 100 \times 7200 \times 1,24 = 624960 \quad (11.5)$$

3.2 Вартість річних витрат на воду, та допоміжних матеріалів.

Витрати на воду:

$$C_g = B \cdot t_y \cdot C_g \cdot 10^{-3} \quad (11.6)$$

Де: B – витрати води на підживлення (вода йде на водні конденсатори, витрата яких складає – 50 м³/Г, конденсаторів 2 тому $B = 100$ м³/Г);

- t_y – кількість годин роботи (приймаємо 1 рік – 7200 год.);
- C_g – ціна 1м³ води, для підприємства $C_g = 1,2$ грн.

$$C_g = 100 \cdot 7200 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 980 \text{ грн}$$

Витрати на допоміжні матеріали (хладон R134a)

$$C_x = 0,1 \cdot V \cdot C_x \quad (11.7)$$

Де:

- V – об'єм холодоагенту, заправляє його в систему (190 кг);
- C_x – вартість 1 кг хладону (R134a), $C_x = 280$ грн;

$$C_x = 0,1 \times 190 \times 280 = 5320 \text{ грн}$$

В даному шахтному кондиціонері не застосовується фільтруючий матеріал. Тому витрати на нього будуть складати – $C_\phi = 0$ грн.

3.3 Витрати на тех. обслуговування й поточний ремонт

Вони можуть бути визначені, як 5-7% від вартості обладнання:

$$C_o = 0,07 \times 1618800 = 113316 \text{ грн.}$$

3.4. Амортизаційні відрахування

Вони складають 15-20% від вартості обладнання й 5% від вартості будівництва:

$$C_a = 0,15 \times K_{об} + 0,05 \times K_б = 0,15 \times 1618800 + 0,05 \times 7911 = 243216 \text{ грн.}$$

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5. Інші витрати

Приймаються в розмірі 3-5% від суми розрахованих експлуатаційних витрат

$$C_i = 0,04 \times (624960 + 980 + 113316 + 243216) = 39299 \text{ грн.}$$

Таблиця 11.4 – Розрахунок експлуатаційних витрат

Стаття витрат	Сума, грн
1. Витрати на електроенергію (C_e)	624960
2. Витрати на воду та матеріали (C_w), (C_x)	980
3. Витрати на тех. обслуговування й поточний ремонт (C_o)	113316
4. Амортизаційні відрахування (C_a)	243216
5. Інші витрати (C_i)	39299
6. Загалом	1021771

Для базової моделі експлуатаційні витрати будуть рівними = 695200 грн.

4. Розрахунок базових капітальних витрат на створення кондиціонеру

$K_2 = 3100000$, грн - капітальні витрати базового варіанту;

$K_1 = 2369076$, грн - новий варіант;

Експлуатаційні річні витрати, вкладені в базовий варіант

$C_2 = 1237500$ грн - експлуатаційні витрати базового агрегату за рік;

$C_1 = 1021771$ грн. – експлуатаційні витрати нового варіанту;

Річний економічний ефект

$$E_T = (C_2 + E_n \times K_2) - (C_1 + E_n \times K_1) \quad (11.8)$$

Де: C_2 – експлуатаційні витрати базового агрегату;

C_1 – експлуатаційні витрати нового агрегату;

K_2 – капітальні витрати базового варіанту;

K_1 – капітальні витрати нового агрегату;

E_n – галузевий коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_n = 0,15$;

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Річний економічний ефект

$$E = (C_2 + E_n \times K_2) - (C_1 + E_n \times K_1) =$$

$$= (1237500 + 0,15 \times 3100000) - (1021771 + 0,15 \times 2369076) = 325368 \text{ грн.}$$

Розрахунок терміну окупності розроблюваного агрегату

Розрахунок терміну окупності здійснюється за формулою:

$$T = \frac{K_2 - K_1}{C_2 - C_1}; \quad (11.9)$$

$$T = (3100000 - 2369076) / (1237500 - 1021771) = 3,4 \text{ років}$$

Нормативний термін окупності $T_n = 5$ років. $T < T_n$.

Розрахунок коефіцієнта рентабельності агрегату

Коефіцієнт рентабельності

$$P = 1 / T = 0,3$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю

Таблиця 11.5 - Техніко-економічні показники проекту

№	Найменування показників	Поз.	Од.вим	Базовий	Проектований
1.	Продуктивність по повітрю	V	м ³ /год	27000	27000
2.	Холодпродуктивність	Q	кВт	300	300
3.	Встановлена потужність	w	кВт	100	100
4.	Капітальні вкладення - базовий - проектований	K1 K2	грн	3100000	2369076
5.	Споживання електроенергії	C _e	кВт*г/р ік	378000	378000

6	Витрата води	C_B	м ³ /рік	980	980
7.	Річні експлуатаційні витрати -базовий -проектований	C_1 C_2	Грн./рік	1237500	1021771
8	Строк окупності	T	роки	3.4	
9.	Рентабельність	P		0.3	

Висновок:

Таким чином, на основі економічного аналізу показників характеристик можна зробити наступні висновки.

Заміна поршневого компресора на гвинтовий показує, що може значно знизити витрати на систему та на холодильне устаткування. Дає змогу знизити експлуатаційні витрати на нове холодильного обладнання, для вугледобувних шахт.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

12 АВТОМАТИКА

12.1 Регулювання і автоматизація холодильної машини

Системи автоматизації вирішують комплекс завдань по управлінню холодильною машиною. Автоматичне регулювання забезпечує точність підтримки заданих параметрів в об'єкті, знижує експлуатаційні витрати, збільшує термін служби устаткування, попереджує аварійні режими. Температура охолоджуваного об'єкту залежить від температури кипіння робочої речовини, яка само встановлюється залежно від продуктивності компресора і конденсатора. Кожен елемент машини має свої характеристики, вони отримані розрахунковим шляхом і представлені в тепловому і конструктивному розрахунках. При об'єднанні в холодильну машину усі характеристики перестають бути незалежними і змінюються, як змінюються аргументи, залежно від яких вони побудовані.

Продуктивності компресора і випарника мають бути однакові, конденсатора - строго їм відповідати.

12.2. Основні принципи автоматизації елементів холодильної машини.

Система захисту холодильних установок (САЗ)

У процесі холодильних машин і установок з-за відмов окремих вузлів або агрегатів, а також з-за порушень в системах енерго- і повітропостачання можуть виникати небезпечні режими: підвищення тиску і температури, рівня рідини в окремих апаратах або вузлах машин, припинення змащення тертьових пар і т.д. Якщо не будуть прийняті своєчасні заходи, можуть бути пошкоджені або зруйновані компресори, теплообмінні апарати та інші елементи установки. При цьому виникає серйозна небезпека для життя і здоров'я обслуговуючого персоналу. Захист холодильних машин і установок включає в себе цілий комплекс технічного обслуговуючих та організаційних заходів, що забезпечують безпечну їх експлуатацію. Основною вимогою до САЗ є висока надійність, яка досягається застосуванням високонадійних реле

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захисту та елементів електричних схем, резервування реле та інших елементів захисту в особливо відповідальних випадках, зменшенням числа елементів, послідовно включаються в САЗ, використанням найбільш безпечних варіантів електричних схем, організацією профілактичних перевірок і ремонт в процесі експлуатації. Система автоматичного управління (САУ). САУ виконує найбільшу кількість функцій в процесах автоматичного управління холодильною установкою. Це – «серце» всього автоматичного контура. У САУ поступають сигнали від САЗ, а також від інших датчиків, використовуваних в технологічній схемі. САУ по сигналу від САЗ вимикає компресор, змінює холодопродуктивність компресора тим або іншим способом. Також САУ блокує пуск установки у випадку якщо необхідні умови для пуску не виконані: відсутній рух охолодженої води на КМ (якщо аміачний), а також на конденсатор, напруга електричного струму вийшла за допустимі межі і т.д. САУ сприймає різні сигнали від приладів, оброблює їх і якщо необхідно –перетворює в інші, а потім формує вихідний сигнал для відповідних виконавчих механізмів.

12.3. Склад схеми автоматизації

Схема автоматизації включає: систему автоматичного захисту і систему автоматичного керування. Система автоматичного захисту призначена для запобігання виходу холодильної установки за межі заданого режиму.

У систему автоматичного захисту входять наступні прилади:

- Реле тиску PSA, поз 1в, контролює тиск всмоктування і відключає компресор. Спрацьовує при $P_{вс} < 1$.

- Реле тиску PSA2б призначене для запобігання запуску компресора з закритим нагнітальним вентиляем.

- Реле температури TSA3б контролює температуру нагнітання холодильного агенту від підвищення, щоб запобігти небезпечні режими роботи компресора.

- Реле тиску PSA 6б у системі автоматизації служить для підтримки

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тиску конденсації в повітряному конденсаторі на необхідному рівні.

12.4. Контури системи автоматизації

Захист від вакууму у випарнику:

PT1a → 1 → PSA1в → HL1 → САЗ → HL5 → САУ → 8 → ПМ2 → ДКМ

Захист по тиску на боці нагнітання:

PT2a → 2 → PSA2б → HL2 → САЗ → HL5 → САУ → 8 → ПМ2 → ДКМП

Захист по температурі нагнітання:

TE3a → 3 → TSA3б → HL3 → САЗ → HL5 → САУ → 8 → ПМ2 → ДКМ

Захист від перегріву електродвигуна:

TL4a → 4 → TSA4б → HL4 → САЗ → HL5 → САУ → 8 → ПМ2 → ДКМ

12.5. Пуск і зупинка холодильної установки за допомогою систем автоматизації

Пуск:

Ключем управління КУ1 відбувається зняття блокування системи автоматичного захисту, про це буде свідчити освітлювальна лампа. Машиніст ключем управління КУ2 включає двигуни вентиляторів повітроохолоджувачів, повітряного конденсатора і відкриває терморегулюючий вентиль. Після цього машиніст натиском кнопки на пульті включає компресор.

Зупинка:

Зупинка здійснює після припинення подавання холодильного агента. В разі чого припиняється подача холодильного агента в повітроохолоджувачі і по досягненню тиску кипіння 1 атм спрацьовує САЗ і відключається компресор. Після зупинки компресора машиніст натисканням кнопок HS1 і HS2 зупиняє роботу двигунів вентиляторів.

12.6. Вибір приладів і пристроїв автоматики.

Позиція	Найменування приладу	Призначення приладу	Тип приладу
---------	----------------------	---------------------	-------------

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

1в	Реле тиску	Захист компресора від пониженого тиску всмоктування	РД22
2б	Реле тиску	Захист компресора від підвищеного тиску нагнітання	РД22
2а	Терморегулюючий вентиль	Регулювання заповнення рідким агентом секції ВО	ТРВ
3б,4б,	Реле температури	Захист компресора від підвищеної температури нагнітання, підвищеної температури обмоток двигуна	ТР-ОМ5-09
9б	Реле температури	Підтримка постійної температури в об'єкті охолодження	ТР-2А-06ТМ
6б	Реле тиску конденсації	Контроль тиску конденсації	РД-2-02
НА	Електричний дзвінок	Сигналізація аварійних режимів машини	3-220
КС	Кнопкова станція	Перемикач режимів роботи машини («ручний», «автоматичний»)	
ПМ1-ПМ9	Пускач магнітний	Пуск, зупинка двигуна компресора, вентиляторі	ПМЕ-211 МКУ-48
КУ2	Кнопка управління	Вмикання і вимикання холодильної машини	К-03

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

САЗ	Система автоматичного захисту	Автоматичний захист холодильної машини від аварійних режимів праці	
САУ	Система автоматичного управління	Автоматичне управління холодильною машиною	

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський. - 3-тє вид. – К.: Каравела, 2006. – 392 с.
2. Драганов Б. Х. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем: Підручник / Б.Х. Драганова; В.В. Іщенко, О.В. Шеліманова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 230 с.
3. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний / – К.: Каравела, 2005. – 344 с.
4. Подмазко О.С., Піщанська Н.О. · Методика розрахунку тепло - вологістних навантажень технологічних приміщень . Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства», Вип. 5(104), НААН України, 2017., с.93 -102
5. Подмазко О.С. Монтаж, ремонт, обслуговування торговельного обладнання. Конспект лекцій МРОТО, 2016 Одеса, ОНАХТ, 102 с.
6. Подмазко О.С. Штучний холод в енергетичних системах з відновлюваними джерелами енергії [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. С. Подмазко, Н. О. Піщанська ; Одес. нац. технол. ун-т. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 184 с.
7. Фесун Т. П. Холодильна техніка та технологія харчової промисловості : / - Київ, 2020. — 211 с.
8. Семенюк Д.П., Петренко О.В. Холодильне обладнання: / - Київ, 2021. + 633 с.
9. Гурський П.В. Практикум монтаж, ремонт, наладка обладнання харчових виробництв. / П.В. Гурський, Ф.В. Перневий, І.С. Гулий та ін. – Харків, 2001. – 230 с.
10. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів: Навч. посіб. / М.М. Масліков – К.: НУХТ, 2007. – 335 с.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. 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.

12. Колесов Л. В. Основи автоматики / Л. В. Колесов. – 2-е вид. – К.: Каравела, 1984. – 168с.

13. Шваб Л. І. Економіка підприємства : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Л. І. Шваб. - 2-е вид. – К.: Каравела, 2005. – 568с.

14.Боженко М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.

15. Пономарчук І. А. Вентиляція та кондиціонування повітря: Навчальний посібник / І. А. Пономарчук, О. Б. Волошин – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 121 с.

16. Росковшенко Ю. К. Центральні системи кондиціонування повітря: Навчальний посібник / Ю. К. Росковшенко – Київ: ІВНВКП «Укреліотех», 2008. – 216 с.

17.Хмельнюк М.Г., Подмазко О.С.,Подмазко І.О. Холодильні установки та сфери їх використання. Грінь,м. Херсон 2014. - 488с.

18. ДБН В.2.5.-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ, 2013 рік.

					КРБ.ХУіКП.1.490-03.3.1	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		