

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Системи кондиціонування і

вентиляції повітря»

Група: БКВ - 04

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

БКВ 04. 019. 000 ДП

Милосердний Микита
Юрійович

м. Одеса - 2023 р.

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»

Дата видачі завдання
«20» лютого 2023 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2023 р.

Затверджую
Заступник директора з НВП
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Прізвище, ім'я та по батькові: Милосердний Микита Юрійович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Системи кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту: Розробка технічних пристроїв для кондиціювання повітря в шахтах видобутку вугілля

Стверджена наказом по коледжу від « 17 » 10 2022 р. № 235–А2- ОД
Вихідні дані для проекту: Шахта видобутку вугілля; Географічна широта: 50; Розрахункові літні параметри повітря категорії Б; Температура зовнішнього повітря – t=31°C.

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту
Вступ

- 1 Техніко-економічне обґрунтування вибору типу СКП**
- 2 Вихідні дані проекту**
- 3 Розрахунок процесів кондиціювання повітря**
- 4 Вибір і розрахунок припливної установки**
- 5 Розрахунок обладнання СКП**
- 6 Розрахунок і вибір основного холодильного обладнання**
- 7 Вибір схеми і приладів автоматичного регулювання**
- 8 Охорона праці**
- 9 Економічна частина**
- 10 Цивільна оборона**
- 11 Перелік використаної літератури**

Графічна частина

Графічний Аркуш 1. План кондиціонованого приміщення

Графічний Аркуш 2. Схема СКП

Графічний Аркуш 3. Схема повітропроводів

Графічний Аркуш 4. Функціональна схема холодопостачання СКП

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
Вступ	21.02-01.03.2023
1. Техніко-економічне обґрунтування вибору типу СКП	01.03-20.03.2023
2. Вихідні дані проекту	20.04-25.04.2023
3. Розрахунок процесів кондиціонування повітря	26.04-30.04.2023
4. Вибір і розрахунок припливної установки	01.05-04.05.2023
5. Розрахунок обладнання СКП	05.05-10.05.2023
6. Розрахунок і вибір основного холодильного обладнання	12.05-15.05.2023
7. Вибір схеми і приладів автоматичного регулювання	16.05-17.05.2023
8. Охорона праці	17.05-22.05.2023
9. Економічна частина	23.05-27.05.2023
10. Цивільна оборона	28.05-31.05.2023
11. Перелік використаної літератури	01.06-03.06.2023
Підготовка графічної частини дипломного проекту	05.06-19.06.2023
Попередній захист	20.06.2023
Захист дипломного проекту	28-30.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні кафедри енергетичного машинобудування

Протокол № 2 від “13” вересня 2022 р.

Завідувач кафедрою _____ (Хмельнюк М.Г.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Трандафілов В.В.)

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»
Група БКВ - 04

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА БКВ 04. 019. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка технічних пристроїв для кондиціонування повітря
в шахтах видобутку вугілля

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки
на 121 сторінках та графічного матеріалу на 4 аркушах.

Дипломник _____ (Милосердний М.Ю.)

Керівник проекту _____ (Трандафілов В.В.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД _____ (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Завідувач кафедри _____ (Хмельнюк М.Г.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ _____ ” _____ 2023 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ Куриленко В.О.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ СКП.....	10
2 ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ.....	13
3 РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.....	14
4 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПРИПЛИВНОЇ УСТАНОВКИ	30
5 РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ СКП.....	35
6 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	57
7 ВИБІР СХЕМИ І ПРИЛАДІВ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ.....	73
8 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	79
9 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ	99
10 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА.....	111
11 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	120

					БКВ 04. 019. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Кондиціонування повітря – це надання йому і автоматична підтримка необхідних тепловологісних якостей. При цьому на відміну від загально обмінної вентиляції і опалювання при кондиціонуванні протягом круглого року і особливо в теплий час в приміщенні можна підтримувати будь-які параметри внутрішнього повітря, незалежно від зовнішніх метеорологічних умов і змінних надходжень в приміщення тепла і вологи.

Комплекс технічних засобів за допомогою яких здійснюється кондиціонування повітря називається системою кондиціонування повітря (СКП). У СКП входять устаткування для здійснення всіляких процесів обробки повітря, його переміщення і розподілу, джерела тепло - і холодопостачання, засоби автоматичного регулювання, дистанційного керування і контролю, насоси і трубопроводи, місцеві підігрівачі, осушувачі і зволожувачі, а також допоміжне електроустаткування.

Системи кондиціонування, як правило, забезпечуються засобами очищення повітря від пилу, бактерій і запахів: підігрівання, зволоження і осушення його: переміщення, розподілу і автоматичного регулювання температури повітря, його відносної вологості, а інколи і засобами регулювання газового складу і іонного змісту повітря.

Основні вимоги до систем кондиціонування повітря.

Санітарно-гігієнічні вимоги:

- забезпечення в приміщеннях метеорологічних умов, що регламентуються нормами;
- швидкість і напрями випуску повітря, а також різниця температур між повітрям в приміщенні і повітрям, що подається, розташування

					БКВ 04. 019. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

розподільників повітря і витяжних отворів мають бути такими, аби в зоні перебування людей були відсутні місцеві шкідливі або неприємні струми повітря і застійні місця;

- зниження шуму в приміщеннях до рівня, що не непокоїть людей;
- запобігання проникненню і поширенню шкідливостей, поганих запахів або шуму з одних приміщень в інші.

Будівельно-монтажні і архітектурні вимоги:

- мінімальна потреба в площі для розміщення устаткування і каналів як усередині обслуговуваних приміщень так і в допоміжних приміщеннях;
- відповідність зовнішніх форм і обробки устаткування, що розташовується усередині приміщень, що кондиціонують, архітектурній подобі останніх і відсутність конструктивних деталей, погіршуючих інтер'єри;
- найменші витрати часу і праці на монтаж і введення в експлуатацію установок;
- можливість будівництва і введення системи в експлуатацію по поверхах і навіть по окремих приміщеннях;
- пробивка мінімальної кількості отворів в будівельних конструкціях для прокладки каналів і трубопроводів, а також мала вага устаткування, що особливо важливе при пристрої СКП в існуючих будівлях;
- хороша вібро- і звукоізоляція устаткування від будівельних конструкцій;
- пожежна безпека і наявність засобів запобігання вогню по каналах.

Експлуатаційні вимоги:

- можливість швидкого перемикавання з режиму обігріву на режим охолодження в перехідний час року, а також при різких змінах температури зовнішнього повітря і теплопоступлений, тобто мала

					БКВ 04. 019. 000 ДП ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплова інерційність системи;

- взаємне блокування кондиціонерів, що полягає в тому, аби при виключенні одного з кондиціонерів подати повітря з сусідніх, хоч би в меншій кількості;
- забезпечення індивідуального регулювання температури і відносної вологості повітря в кожному окремому приміщенні;
- можливість опалювання одних приміщень при одночасному охолодженні інших, обслуговуваних тією ж системою;
- зосередження устаткування, що вимагає систематичного обслуговування, у мінімальній кількості місць;
- простота ремонту і обслуговування, а також мала потреба в них в період експлуатації;
- можливість часткового перепланування приміщенні в процесі експлуатації без перевлаштування СКП, що особливо важливе для виробничих будівель з швидко змінною технологією виробництва;
- герметичність воздуховодов і притворів повітряних клапанів системи.

Економічні вимоги:

- мінімальна вартість устаткування і будівельно-монтажних робіт, тривалий термін служби, а звідси і мінімальні амортизаційні відрахування;
- максимально можлива економія електроенергії, води, тепла і особливо дорогого холоду.

Центральні кондиціонери, що знайшли найширше вживання в комфортному і технологічному кондиціонуванні, є неавтономними кондиціонерами, що забезпечуються ззовні холодом (підведенням холодної води або незамерзаючих рідин), теплом (підведенням гарячої води або пари) і електроенергією для приводу вентиляторів, насосів, запорно - регулюючих апаратів на повітряних і рідинних комунікаціях і ін.

					БКВ 04. 019. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Центральні кондиціонери призначені для обслуговування декількох приміщень або одного великого приміщення. Інколи декілька центральних кондиціонерів обслуговують одне приміщення великих розмірів (театральний зал, закритий стадіон, виробничий цех і тому подібне).

Сучасні центральні кондиціонери випускаються в секційного виконання і складаються з уніфікованих типових секцій (тривимірних модулів), призначених для регулювання, змішування, нагрівання, охолодження, очищення, осушення, зволоження і переміщення повітря.

Разом з істотними перевагами, пов'язаними з можливістю ефективної підтримки заданої температури, вологості і рухливості повітря в приміщеннях великого об'єму, центральні кондиціонери, в той же час, мають і деякі недоліки, основними з яких є необхідність проведення складних монтажних-будівельних робіт, прокладка по будівлі протяжних комунікацій (воздуховодов і трубопроводів).

Метою даного дипломного проекту є розробка СКП для шахти видобутку вугілля, розташованої в м. Донецьк.

					БКВ 04. 019. 000 ДП ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ СКП

Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) - це розрахунок економічної доцільності здійснення проекту, заснований на порівняльній оцінці витрат і результатів ефективності використання, а також строку окупності вкладень. ТЕО - це виваженість кожного Вашого кроку в реалізації задуманого.

В теперішній час ринок кліматичних систем став настільки насиченим та різноманітним , що стає складно зупинити свій вибір на якому – то конкретному обладнанні. Проте, традиційний спосіб підтримки кліматичних параметрів в приміщенні з використанням центральних кондиціонерів залишається на першому місці.

Центральний кондиціонер – це агрегат котрий призначений для обробки і транспортування повітря, але він не являється автономним . Для його роботи необхідні джерела електропостачання , джерела тепла і холоду.

Для підтримки необхідних параметрів повітря в приміщенні, незалежних від зовнішніх впливів (температури, вологовмісті, випромінюванні) і внутрішніх (теплоприпливи від устаткування, від людей, освітлення), які б сприяли створенню мікроклімату в приміщенні, необхідного по санітарно-гігієнічних нормах для нормального функціонування людського організму. необхідна система кондиціонування повітря.

СКП вимагають створення вельми складних пристроїв, що істотно впливають на вартість будівництва і експлуатаційні витрати. У зв'язку з цим техніко-економічна оцінка СКП завжди представляє інтерес для замовника. Така оцінка виконується не лише в процесі проектування, але і на перед

					БКВ 04. 019. 001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

проектній стадії, що особливо важливе для вибору того або іншого варіанту системи або для вирішення питання про доцільність пристрою СКП .

До основних економічних вимог проекту відноситься: мінімальна вартість устаткування і будівельно-монтажних робіт, тривалий термін служби, максимально можлива економія електроенергії, води, тепла і особливо дорогого холоду.

СКП комфортного призначення розраховуються на підтримку параметрів повітря в приміщеннях, що кондиціонують, оптимальних для самопочуття людей, що знаходяться в них. Параметри визначаються умовами тепло- і влагообмена, які, у свою чергу залежать від характеру виконуваної ними роботи, нервової напруги, одягу, а також температури, вологості і швидкості руху довколишнього повітря і інших чинників.

Також при виборі параметрів повітря в приміщенні необхідно враховувати, що вартість устаткування і експлуатація СКП невиправдано збільшиться, якщо вибрані значення температури і відносної вологості будуть завищені для холодного періоду року і занижені для теплого.

Для кондиціонування шахти видобутку вугілля був вибраний центральний кондиціонер фірми ВЕЗА (типорозмір по каталогу КЦКП 12,5). До складу установки входять фільтри на припливному та витяжному потоці повітря, блоки повітрянагрівачів, живлений від централізованої системи тепlopостачання з параметрами теплоносія 90°C / 70°C. Також встановлена форсункова камера зволоження , пластинчатий тепло утилізатор, блоки вентиляторів і блоки шумоглушіння. Всі блоки забезпечені системами автоматики, що входять до складу установки.

Джерелом холодопостачання служать чилер (фірми TRAINE типоразмер по каталогу CGAN 200) з повітряним охолодженням конденсатору

					БКВ 04. 019. 001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

встановленого на даху приміщення. У комплект з чилерам також входить встроєний гідромодуль.

У приміщення по результатам теплового розрахунку подається розрахункова кількість зовнішнього повітря що відповідає санітарним нормам. Викид відпрацьованого повітря виконується через тепло утилізатор , витяжною системою. У шахту повітря подається по герметичним воздуховодам в ізоляції. Повітророзподіл в шахті здійснюється розподільниками повітря компанії «Арктос» при дотриманні необхідних параметрів повітряного середовища і рухливості повітря в робочій зоні. У даному випадку вибрані розподільники повітря марки ВМС – вентиляційні решітки з вертикальними подвижними пластинами, з можливістю роздачі великих витрат повітря.

					БКВ 04. 019. 001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2 ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

Місце розташування об'єкту : місто Донецьк

Найменування об'єкту : Шахта видобутку вугілля

Географічна широта: 50

Розрахункові літні параметри повітря категорії Б.

Барометричний тиск – 760 мм рт. ст.

Ентальпія зовнішнього повітря – $h = 62$ кДж/кг

Температура зовнішнього повітря – $t=31$ °С

Розрахункова швидкість повітря 3,3 м/с

Розрахункові параметри повітря в приміщенні.

Температура повітря в приміщенні влітку - $t_b = 24$ °С

Температура повітря в приміщенні взимку - $t_b = 20$ °С

Відносна вологість повітря в приміщенні влітку - $\varphi_b = 55\%$

Відносна вологість повітря в приміщенні взимку - $\varphi_b = 30\%$

Амплітуда добових коливань температури $\Delta t = 3$

Покриття площею $S_{\text{покриття}} = 648$ м²

Висота приміщення шахти $H_{\text{ш.}} = 3,5$ м

Кількість робітників в шахті $n_{\text{ш.}} = 100$ ч.

Виконувана робота – важка.

					БКВ 04. 019. 002 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

3 РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

3.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря

Системи кондиціювання повітря комфортного призначення розраховуються на підтримку параметрів повітря, оптимальних для самопочуття людей. Параметри визначаються умовами тепло - і волого обміну, які у свою чергу залежать від конституції людини, стану його здоров'я, характеру виконуваної роботи, нервової напруги, одягу, а також від температури, вологості й швидкості руху навколишнього повітря. Нормами регламентовані значення оптимальних параметрів повітря для різних виробничих, суспільних і житлових приміщень.

Керуючись [1], приймаємо наступні значення температури, відносній вологості й швидкості руху повітря в приміщенні :

Для компресорного цеху:

Температура повітря в приміщенні влітку – $t_{\text{Г.Ц.}}^{\text{літо}} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

Відносна вологість повітря в приміщенні влітку - $\phi_{\text{Г.Ц.}}^{\text{літо}} = 65\%$

$V_{\text{літо}} = 0,3 \text{ м/с}$

Температура повітря в приміщенні взимку – $t_{\text{Г.Ц.}}^{\text{зима}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$

Відносна вологість повітря в приміщенні взимку - $\phi_{\text{Г.Ц.}}^{\text{зима}} = 50\%$

$V_{\text{зима}} = 0,2 \text{ м/с}$

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для шахти видобутку вугілля:

Температура повітря в приміщенні влітку – $t_{Т.З.}^{літо} = 24 \text{ } ^\circ\text{C}$

Відносна вологість повітря в приміщенні влітку - $\phi_{Т.З.}^{літо} = 55 \text{ } \%$

$V_{літо} = 0,3 \text{ м/с}$

Температура повітря в приміщенні взимку – $t_{Т.З.}^{зима} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$

Відносна вологість повітря в приміщенні взимку - $\phi_{Т.З.}^{зима} = 30 \text{ } \%$

$V_{зима} = 0,2 \text{ м/с}$

Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря визначається кліматичними умовами місцевості й призначенням ВКВ.

У нашому випадку, розрахункові параметри зовнішнього повітря, повинні відповідати класу [Б]. Керуючись [2], приймаємо наступні параметри:

Барометричний тиск – 760 мм рт ст.

Ентальпія зовнішнього повітря влітку $h_{зов.пов.}^{літо} = 62 \text{ кДж/кг}$

Температура зовнішнього повітря влітку $t_{зов.пов.}^{літо} = 31 \text{ } ^\circ\text{C}$

Розрахункова швидкість повітря влітку $v_{зов.пов.}^{літо} = 3,3 \text{ м/с}$

Середньодобова амплітуда температури повітря $\Delta t = 8,8 \text{ } ^\circ\text{C}$

Кількість градусо - діб опалюв.періоду=2805

Ентальпія зовнішнього повітря взимку $h_{зов.пов.}^{зима} = -16,3 \text{ кДж/кг}$

Температура зовнішнього повітря взимку $t_{зов.пов.}^{зима} = -18 \text{ } ^\circ\text{C}$

Розрахункова швидкість повітря взимку $v_{зов.пов.}^{зима} = 11 \text{ м/с}$

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

3.2 Розрахунок тепло припливів для теплого періоду року

Керуючись [1] розрахуємо в приміщенні компресорного цеху:

1) від технічного(електричного) обладнання:

$$Q_{e.o.} = 1000 \cdot K_0 \cdot \Sigma(N_{об} \cdot K_3) \cdot (1 - K_{укр}) \quad (3.1)$$

$N_{об}$ встановлена потужність електричного обладнання, кожного типу;

K_0 – коефіцієнт одночасності роботи електричного обладнання в розраховуваному приміщенні;

K_3 – коефіцієнт завантаження теплового електро – обладнання ;

$K_{укр}$ – коефіцієнт ефективності роботи локалізуючого місцевого отосу.

$$Q_{e.o.}^{кц} = 1000 \cdot 0,7 \cdot (4 \cdot 2 \cdot 0,65 + 5 \cdot 2 \cdot 0,5 + 7,5 \cdot 1 \cdot 0,65 + 18,9 \cdot 2 \cdot 0,3 + 2,5 \cdot 0,5 + 8 \cdot 2 \cdot 0,5) \cdot (1 - 0,75) = 6242 \text{ Вт}$$

2) від людей, вважаючи що праця відноситься до важкої

$$Q_{люд.п.}^{кц} = q_{перс пов} \cdot n_{перс} = 200 \cdot 5 = 1000 \text{ Вт} \quad (3.2)$$

$$Q_{люд.яв}^{кц} = q_{перс яв} \cdot n_{перс} = 70 \cdot 5 = 350 \text{ Вт} \quad (3.3)$$

$$Q_{люд.сх}^{кц} = Q_{люд.п.} - Q_{люд.яв} = 1000 - 350 = 650 \text{ Вт} \quad (3.4)$$

3) від освітлення:

$$Q_{осв.}^{кц} = q_{осв} \cdot A_{пл} \cdot h_{осв} = 25 \cdot 33,16 \cdot 0,7 = 580 \text{ Вт} \quad (3.5)$$

4) від інфільтрації тепло припливи при розрахунку вентиляції не враховуються;

5) Розрахунок тепло припливів через внутрішні огородження:

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Перекрыття виконано із наступних матеріалів:

штукатурка $\delta = 15$ мм; $\lambda = 0,93$ Вт/(м · К);

залізобетона плита $\delta = 200$ мм; $\lambda = 2,04$ Вт/(м · К);

вирівнюючий шар (цементно-піщаний) $\delta = 30$ мм; $\lambda = 0,93$ Вт/(м · К);

лінолеум $\delta = 3$ мм; $\lambda = 0,33$ Вт/(м · К);

$$Q^{кц}_{во.} = k_{во.} \cdot F_{во.} \cdot \Delta t_{во.} \quad (3.6)$$

$k_{во.}$ - коефіцієнт теплопередачі через внутрішні огороження

$$k_{во.} = \left(\frac{1}{2 \cdot \alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_{(во)i}}{\lambda_{(во)i}} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{2 \cdot 8} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,003}{0,33} \right)^{-1} = 4,587 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}), \quad (3.7)$$

$\delta_{(во)}$ - товщина матеріалу внутрішнього огороження, м.

$\lambda_{(во)}$ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу внутрішнього огороження, Вт/(м²К),

$F_{во}$ м², - площа внутрішнього огороження.

$\Delta t_{роз}$ - розрахункова різниця температур, °С

$$\Delta t_{роз} = (t_3 - t_в) \cdot m = (28,6 - 26) \cdot 0,5 = 1,3 \quad (3.8)$$

m - знижуючий коефіцієнт, який дорівнює 0,5, тому що приміщення знаходиться нижче рівня землі.

$$Q^{кц}_{во.} = 4,587 \cdot 33,16 \cdot 1,3 = 198 \text{ Вт}$$

$$Q^{кц}_{явне} = Q_{люд.яв} = 350 \text{ Вт} \quad (3.9)$$

$$Q^{кц}_{схов} = Q_{люд.сх} = 650 \text{ Вт} \quad (3.10)$$

$$Q^{кц}_{повне} = Q_{е.о} + Q_{люд.п.} + Q_{осв} + Q_{во} \quad (3.11)$$

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{повне}}^{\text{кш}} = 6242 + 1000 + 580 + 198 = 8020 \text{ Вт}$$

В шахті видобутку вугілля:

1) від людей:

$$Q^{\text{тз}}_{\text{люд.п.}} = q_{\text{перс}} \cdot n_{\text{перс}} + q_{\text{клієнт}} \cdot n_{\text{клієнт}} = 200 \cdot 5 + 145 \cdot 100 = 12020 \text{ Вт} \quad (3.14)$$

$$Q^{\text{тз}}_{\text{люд.яв}} = q_{\text{перс яв}} \cdot n_{\text{перс}} + q_{\text{клієнт яв}} \cdot n_{\text{клієнт}} = 70 \cdot 5 + 65 \cdot 100 = 5290 \text{ Вт} \quad (3.15)$$

$$Q^{\text{тз}}_{\text{люд.сх}} = Q_{\text{люд.п.}} - Q_{\text{люд.яв}} = 12020 - 5290 = 650 \text{ Вт} \quad (3.16)$$

2) від освітлення:

$$Q^{\text{тз}}_{\text{осв.}} = 20 \cdot 648 \cdot 0,6 = 3048 \text{ Вт}$$

4) від інфільтрації тепло припливи при розрахунку вентиляції не враховуються;

5) Розрахунок тепло припливів через внутрішні огороження:

Перекриття виконано із наступних матеріалів:

штукатурка $\delta = 15 \text{ мм}$; $\lambda = 0,93 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

залізобетонна плита $\delta = 200 \text{ мм}$; $\lambda = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

вирівнюючий шар (цементно-піщаний) $\delta = 30 \text{ мм}$; $\lambda = 0,93 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

лінолеум $\delta = 3 \text{ мм}$; $\lambda = 0,33 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

$$k_{\text{во}} = \left(\frac{1}{2 \cdot 8} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,003}{0,33} \right)^{-1} = 4,587 \text{ Вт/(м}^2\text{К)},$$

$$\Delta t_{\text{роз}} = (28,6 - 24) \cdot 0,5 = 2,3$$

$$Q^{\text{тз}}_{\text{во..}} = 4,587 \cdot 254 \cdot 2,3 = 2680 \text{ Вт}$$

Визначаємо повне тепло надходження в шахті:

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$Q_{\text{повне}}^{\text{ш}} = Q_{\text{люд.п.}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{во.}} = 3607 + 12020 + 3048 + 2680 = 21355 \text{ Вт} \quad (3.17)$$

$$Q_{\text{явне}}^{\text{ш}} = Q_{\text{люд.яв}} = 5290 + 1803,5 = 7093,5 \text{ Вт} \quad (3.18)$$

$$Q_{\text{схов}}^{\text{ш}} = Q_{\text{люд.сх}} = 1803,5 + 650 = 2453,5 \text{ Вт} \quad (3.19)$$

В кабінеті:

$$Q_{\text{люд.п.}}^{\text{каб.}} = 146 \cdot 1 = 146 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{люд.явн}}^{\text{каб.}} = 65 \cdot 1 = 65 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{осв.}}^{\text{каб.}} = 25 \cdot 7,74 \cdot 0,7 = 135 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від обладнання:

$$Q_{\text{обл}} = k_{\text{од}} \cdot k_{\text{загр}} \cdot \zeta \cdot \Sigma N, \text{ Вт} \quad (3.21)$$

$k_{\text{од}}$ - коефіцієнт одночасності, приймаємо 0.85;

$k_{\text{загр}}$ - коефіцієнт завантаження, що характеризує відношення дійсної потужності до номінальної або встановленої, приймаємо 0.8;

ζ - витрачена частина потужності і теплоти, приймаємо 1;

ΣN - сумарна номінальна потужність обладнання, Вт.

$$Q_{\text{облад}}^{\text{каб}} = 0,85 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 400 = 272 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{во}}^{\text{каб}} = 4,587 \cdot 7,74 \cdot 2,3 = 82 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{повне}}^{\text{кабін}} = Q_{\text{люд.п.}} + Q_{\text{осв.}} + Q_{\text{облад}} + Q_{\text{во}} = 146 + 135 + 272 + 82 = 635 \text{ Вт} \quad (3.22)$$

Кімната персоналу:

$$Q_{\text{осв.}} = 20 \cdot 17,2 \cdot 0,7 = 240 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{во}} = 4,587 \cdot 17,2 \cdot 2,3 = 182 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{повне}}^{\text{перс}} = 240 + 182 = 422 \text{ Вт}$$

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні тепло припливи зі всіх приміщень:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{ГЦ}}^{\text{повне}} + Q_{\text{ГЗ}}^{\text{повне}} + Q_{\text{вір зал}}^{\text{повне}} + Q_{\text{кабін}}^{\text{повне}} + Q_{\text{перс}}^{\text{повне}} \quad (3.23)$$

$$Q_{\text{заг}} = 10757 + 21355 + 1732 + 635 + 422 = 34901 \text{ Вт}$$

3.3 Розрахунок волого виділення та значення тепловологісного відношення

В приміщенні компресорного цеху:

Вологовиділення не розрахуємо так як при установці в ньому менш ніж 4 компресорів луч процесу дорівнює $\varepsilon = 6900 \text{ кДж/кг}$

В шахті:

1) від людей:

$$W_{\text{люд}}^{\text{ш}} = W_{\text{перс}} \cdot n_{\text{перс}} + W_{\text{клієнт}} \cdot n_{\text{клієнт}} \quad (3.24)$$

$$W_{\text{люд}}^{\text{ш}} = 176 \cdot 5 + 107 \cdot 76 = 880 + 8132 = 9012 \text{ г/ч} = 9,012 \text{ кг/ч}$$

$W_{\text{перс}}$, $W_{\text{клієнт}}$ - КІЛЬКІСТЬ ВОЛОГИ

$n_{\text{перс}}$, $n_{\text{клієнт}}$ - КІЛЬКІСТЬ ПЕРСОНАЛУ, КЛІЄНТІВ.

Всього в шахті виділяється вологи:

$$W_{\text{ш}} = W_{\text{люд}} = 9,012 + 0,849 = 9,861 \text{ кг/ч} = 0,002739 \text{ кг/с} \quad (3.26)$$

Розрахуємо значення тепловологісного відношення:

$$\varepsilon = 3,6 \cdot Q_{\text{ш.п.}} / W_{\text{ш}} \quad (3.27)$$

$$\varepsilon = (3,6 \cdot 21355) / 9,861 = 7796 \text{ кДж/кг}$$

В кабінеті:

$$W_{\text{люд}}^{\text{каб}} = W_{\text{перс}} \cdot n_{\text{перс}} = 107 \cdot 1 = 107 \text{ г/ч} = 0,107 \text{ кг/ч}$$

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Знаходимо масову витрату повітря в шахті видобутку вугілля:

За балансом загальної теплоти:

$$G_1 = Q^{T3}_{\text{повне}} / (h_B - h_n) \quad (3.28)$$

де $h_B = 47,5 \text{ Кдж/кг}$ - ентальпія повітря в приміщенні;

$h_n = 40 \text{ Кдж/кг}$ - ентальпія приточного повітря;

$$G_1 = 21,355 / (51 - 41,5) = 2,25 \text{ кг/с};$$

За балансом явної теплоти:

$$G_2 = Q^{Ш}_{\text{явне}} / C_p \cdot \Delta t_p, \quad (3.29)$$

де $\Delta t_p = 6^\circ\text{C}$ - робоча різниця температур;

$$C_p = C_{cp} + C_{p \cdot \text{вл}} \cdot d_{cp} = 1,006 + 1,86 \cdot 10,1 \cdot 10^3 = 1,025 \text{ Кдж/кг} \cdot \text{K} \quad (3.30)$$

$$G_2 = 7,093 / 1,025 \cdot 6 = 1,153 \text{ кг/с};$$

За балансом вологи:

$$G_3 = W_{Ш} / (d_B - d_n) = 0,002739 / (10,7 - 9,5) \cdot 10^3 = 2,283 \text{ кг/с}; \quad (3.31)$$

d_B - волого місткість повітря в приміщенні, $\text{кг/кг}_{\text{св}}$;

d_n - волого місткість приточного повітря, $\text{кг/кг}_{\text{св}}$;

$$G_{\text{max}} = G_1 = 2,283 \text{ кг/с};$$

Вибираємо $G_1 = 2,283 \text{ кг/с}$;

Результати розрахунку інших приміщень зведені в табл. 3.1

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1- Теплоприпливи у приміщення в теплий період року

Приміщення	Сума-рні Тепло- Прип- ливи (літо) $Q_{пов}, кВт$	Сумарні Вологови- Ділення (літо) $W_{пов}, кг/с$	Тепло- вологіс. Хар-ка (літо) $\varepsilon, кДж/кг \cdot \hat{E}$	Об'ємний расход	Массова Витрата повітря $G, кг/с$
Шахта	21,355	0,002739	7796	8509	2,836
Компресорн ий цех	8,02	0,001162	6900	2490	0,83
кабінет	0,635	0,0000297	21365	345	0,115
Кімната персоналу	0,422	-	-	253	0,0844
Санвузел загальний	-	-	-	100	0,033
коридор	1,732	-	-	75	0,025
Сумарні значення	32,164	0,004143	7687	12732	4,244

3.4 Розрахунок тепло припливів (тепло втрат) для холодного періоду року

Розрахунок тепло припливів в шахті видобутку вугілля:

$$G_x = G_T = 2,283 \text{ кг/с,}$$

1) від людей:

$$Q_{\text{літо}}^{\text{люд.п.}} = Q_{\text{зима}}^{\text{люд.п.}} = 12020 \text{ Вт}$$

2) від освітлення:

$$Q_{\text{літо}}^{\text{осв.}} = Q_{\text{зима}}^{\text{осв.}} = 3048 \text{ Вт}$$

3) Розрахунок тепло припливів через внутрішні огороження:

$$\Delta t_{\text{роз}} = (20-24) \cdot 0,5 = -2$$

$$Q_{\text{зима}}^{\text{во}} = 4,587 \cdot 254 \cdot (-2) = -2330 \text{ Вт}$$

Визначаємо повне тепло надходження в шахті:

$$Q_{\text{зима}}^{\text{ш}} = Q_{\text{зима}}^{\text{люд.п.}} + Q_{\text{зима}}^{\text{осв.}} + 0,4 \cdot Q_{\text{зима}}^{\text{во}} = 3607 + 12020 + 3048 - 0,4 \cdot 2330 = 17743 \text{ Вт} \quad (3.31)$$

Повний волого прилив:

$$W_{\text{літо}}^{\text{ш}} = W_{\text{зима}}^{\text{ш}} = 0,002739 \text{ кг/с} = 9,86 \text{ кг/год}$$

$$h_{\text{п}} = h_{\text{в}} - (Q_{\text{зима}}^{\text{ш}} / G_x) = 31,5 - (17,743 / 2,283) = 24 \text{ кДж/кг} \quad (3.32)$$

$$\varepsilon^{\text{ш}}_{\text{повне}} = 17743 / 0,002739 = 6478 \text{ кДж/кг}$$

$$\Delta t_{\text{р}} = Q_{\text{ш}} / G \cdot C_p = 17,743 / 2,283 \cdot 1,014 = 5 \text{ }^\circ\text{C} \quad (3.33)$$

Розрахунок інших кімнат наведений у таблиці 3.2

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 3.2 - Теплоприпливи у приміщення в холодний період року

Приміщення	Сумарні Тепло- Припливи (зима) $Q_{пов,кВ}$ т	Сумарні Вологови- Ділення (зима) $W_{пов,кг/с}$	Тепло- вологі с. Хар-ка (зима) ε ,кДж/ кг · \dot{E}	Об- на витрата повітря L, м ³ /ч	Масова витрата повітря G, кг/с
Шахта	17,743	0,002739	6478	8509	2,836
Компресор ний цех	7,518	0,001558	6900	2490	0,83
кабінет	525	0,0000297	17663	345	0,115
Кімната персоналу	177	-	-	253	0,0844
Санузел загальний	-	-	-	100	0,033
коридор	3,108			75	0,025
Сумарні значення	27,33			12732	4,244

3.5 Побудова в d,h-діаграмі прямих та компенсуючих процесів обробки повітря в літній та зимовий періоди

Кондиціонування для теплої пори року

Для літнього процесу кондиціонування витрата повітря для асиміляції тепло- вологісного навантаження в приміщеннях визначимо:

$$G_1 = 2,847 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right);$$

При висоті стелі $h = 3,5(\text{м})$ приймаємо робочу різницю температур при якій повітря приточування асимілює надлишки вологи і тепла в приміщеннях

$$\Delta t_p = 3^{\circ}\text{C}.$$

При побудові літнього режиму функціонування СКП на h-d діаграмі відзначаємо параметри зовнішнього повітря $t_{\text{Нл}}$. Відзначимо на діаграмі точку, що визначає параметри повітря в приміщенні $t_{\text{Вл}}$. На прямій $d = \text{const}$ побудованою з $t_{\text{Вл}}$ приймаємо нагрів у витяжному вентиляторі $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ отримуємо точку $t_{\text{Вл}}'$. Будуємо процес в приміщенні і відкладаємо робочу різницю температур, що відповідає точці повітря приточування $t_{\text{Пл}}$. Будуємо процес в повітроохолоджувачі, з'єднавши $t_{\text{Нл}}$ з температурою поверхні повітроохолоджувача t_f . Приймаємо нагрів повітря в припливному повітроводі вентиляторі $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$, і будуємо $t_{\text{Пл}}'$, через яку будуємо пряму по $d = \text{const}$ до перетину з процесом в повітроохолоджувачі і отримуємо параметри повітря після охолодження $t_{\text{К}}$. Параметри всіх точок заносимо в таблицю 3.3 і визначаємо продуктивності всіх апаратів СКП в літній період.

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 - Параметри повітря літнього режиму кондиціонування

	т.Н _л	т.П _л '= т.К _л	т.П _л	т.В _л	т.В _л '
$t_i, (^{\circ}C)$	28,6	16,5	17,5	24	25
$h_i, \left(\frac{кДж}{кг}\right)$	62,0	40	41,5	51	52
$d_i, \left(\frac{г}{кг}\right)$	13,2	9,5	9,5	10,7	10,7

Кондиціонування у холодну пору року

Будуємо зимовий режим функціонування СКП, для цього відзначаємо на діаграмі точку зимового зовнішнього повітря т.Н_з, будуємо пряму $d = const$ и за розрахунком підігріву в електронагрівачу отримуємо точку повітря приточування Н_з¹, далі за рахунок підігріву в теплоутилизаторі отримуємо точку повітря т. Н_з², далі за рахунок підігріву в наступному повітрянагрівачі отримаємо точку Н_з³. Відзначимо на діаграмі точку, що визначає параметри повітря в приміщенні т.В_з. Далі розраховуємо ентальпію т.П_з по формулі:

$$h_{п} = h_{в} - (Q^{ТЗ}_{зима} / G_x) = 31,5 - (17,743 / 2,847) = 24,3 \text{ кДж/кг.}$$

Далі будуємо процес в приміщенні $\epsilon_{зима} = 6478$ через точку В_з, і на лінії перетину процесу з ентальпію т.П_з отримуємо точку П_з.

Далі по лінії $h = const$ через точку П_з проводимо лінію до перетину з $d = const$, проведеному через т.Н_з, і отримуємо точку Н_з³.

Параметри всіх точок заносимо в таблицю 3.4 і визначуваній продуктивності всіх апаратів СКП в зимовий період року.

Таблиця 3.4 - Параметри повітря зимового режиму кондиціонування

	т.Н ₃	т.Н ₃ ¹	т. Н ₃ ² ,	т.Н ₃ ³	т.П ₃	т.В ₃
$t_i, (^{\circ}C)$	-18	5	10,5	23	16	20
$h_i, \left(\frac{кДж}{кг}\right)$	-16,3	7	13	24,5	24,5	31,5
$d_i, \left(\frac{г}{кг}\right)$	0,8	0,8	0,8	0,8	3,4	4,5

3.6 Розрахунок повітря – обмін в компресорному цеху

Керуючись [1] в компресорному цеху витрата витяжного повітря розраховується по сумі витрат повітря, удаляемого через витяжні отсіки локалізующих пристроїв від теплового модульного обладнання $L_{луу}$, та удаляемого із верхньої зони приміщення $L_{ву}$.

$$\Sigma L_{луу} = s \cdot L_y \cdot n_y = 2 \cdot 250 + 2 \cdot 450 + 1 \cdot 350 + 2 \cdot 550 + 300 + 400 \cdot 2 = 3900 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.34)$$

Мінімально припустима витрата витяжного повітря із верхньої зони, відповідає двократному воздухообміну, дорівнює:

$$L_{ву} = 2 \cdot V = 2 \cdot 116 = 232 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.35)$$

Сумарна витрата витяжного повітря в компресорному цеху повинна бути не менш ніж:

$$L_{cy} = \Sigma L_{луу} + L_{ву} = 3900 + 232 = 4132 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.36)$$

Приймаємо витрату витяжного повітря $L_{cy} = 4150 \text{ м}^3/\text{ч}$, при цьому витрата із верхньої зони:

$$L_{ву} = 4150 - 3900 = 250 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Санітарна норма припливного зовнішнього повітря:

$$L_{саніт} = 100 \cdot n = 100 \cdot 5 = 500 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.37)$$

						БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			27

де n -кількість працюючих в компресорному цеху.

Кількість повітря, подаваемого припливними системами, повинно складати не менше ніж 60 % від загальної витрати поступаючого в компресорний цех повітря. Мінімально припустимий рівень механічного припливу:

$$L_{\text{мін припл}}=0,6 \cdot 4150=2490 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Витрата припливного повітря, подаваемого через локалізуючі пристрої встановленого теплового модульного обладнання, визначаємо по табл.6.9

$$\Sigma L_{\text{луп}}=\Sigma L_{\text{п}} \cdot n=2 \cdot 200+2 \cdot 400+1 \cdot 200+2 \cdot 400+200=2400 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.38)$$

Таким чином, через локалізуючі пристрої подається достатня кількість повітря, задовольняюча як санітарним нормам, так і нормам мінімального механічного припливу, тому додаткового загально обмінного припливу не потребує.

Витрата рециркуляційного, перетікаючого через відкриті проєми із обіднього залу повітря :

$$L_{\text{р}}=L_{\text{су}}-\Sigma L_{\text{луп}}=4150-2490=1660 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.39)$$

Параметри внутрішньої середовища будуть перевірені після розрахунку воздухообмінів в шахті.

В шахті воздухообмін визначається за допомогою $h-d$ діаграми, температура удаляемого із верхньої зони повітря визначається по формулі :

$$t_{\text{y}}=t_{\text{в}}+\text{grad } t \cdot (H-1,5)=24+1,3 \cdot (3,5-1,5)=26,6 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.40)$$

На $h-d$ діаграмі через точку внутрішнього повітря в шахті проводим промінь процесу $\varepsilon=7796$ кДж/кг. На перетині проміння процесу с ізотермою удаляемого повітря $t_{\text{y}}=26,6$ °С, відмічаємо точку $У_{\text{т.з}}$ і знаходимо, що його ентальпія дорівнює $h_{\text{y}}=55$ кДж/кг.

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температуру припливного повітря приймаємо на 6°C нижче температури внутрішнього: $t_{п}=t_{в}-6=24-6=18^{\circ}\text{C}$.

Відмітимо точку П₃ припливного повітря на проміні процесу, проведеного через точки В_{т.з} та У_{т.з}. Отримуємо, що ентальпія припливного повітря

$$h_{т.з.п}=41,5 \text{ кДж/кг.}$$

Визначимо кількість повітря, котре необхідно удалити із верхньої зони зала, враховуваю, що із робочої зони в компресорний цех перетікає $L_p=1660 \text{ м}^3/\text{ч}$ рециркуляційного повітря:

$$L_{т.з.у}=(3,6 \cdot Q_{т.з.п}-\rho \cdot L_p \cdot (h_{тз}-h_{п})) / (\rho \cdot (h_{тзу}-h_{п})) \quad (3.41)$$

$$L_{т.з.у}=(3,6 \cdot 21355-1,2 \cdot 2200 \cdot (51-41,5)) / (1,2 \cdot (55-43,5))=4136 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Витрата припливного повітря в шахті:

$$L_{т.з.п}=L_{т.з.у}+L_p=4136+1660=5237 \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (3.42)$$

Далі порівнюємо витрати повітря, розраховані двома засобами, та коректуємо данні в таблицях, приймаючи більшу витрату повітря.

					БКВ 04. 019. 003 ДП ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Припливно-витяжна система повітророзподілення в більшості випадків досить громіздка. Методика їхнього розрахунку зводиться до визначення перетинів повітровід і втрат напору, як по окремих ділянках, так і в галузях.

Ціль аеродинамічного розрахунку системи повітророзподілення:

- 1) Вибір діаметрів для круглих повітровідів і розмірів перетину для прямокутних повітровідів ;
- 2) Визначення втрат тиску в системах, включаючи усмоктувальний і нагнітальний повітроводи.

При розрахунку систем повітророзподілення потрібне виконання наступних умов:

- діаметри повітроводу (розміри перетинів) повинні бути стандартними;
- втрати напору в будь-якій галузі повинні бути нижче розташовуваного;
- швидкість повітря у повітроводах повинна бути в рекомендуючих межах;
- швидкість повітря в магістральних ділянках у напрямку руху повітря повинна зменшуватися;
- діаметр будь-якої збірної ділянки повинен бути більше або дорівнює діаметру підходящих до нього відгалужень.

По кожній розраховуваній системі задаємося наступними вихідними даними:

- максимальна швидкість повітря, що допускає на окремих ділянках;
- конфігурація мережі й форма перетинів повітроводу;

					БКВ 04. 019. 004 ДП ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- матеріал повітровода;
- витрата повітря й довжини ділянок;
- характеристик повітроводу (кінцевий, магістральний);
- задані коефіцієнти місцевих опорів на ділянках без обліку коефіцієнта місцевих опорів трійників і хрестовин.

Вичерчуємо в аксонометрії аксонометричну схему магістрального повітроводу й розбиваємо його на ділянки.

Розрахунок мережі повітроводів для системи П1, П2, П3, де П1 та П2 - це дві паралельні лінії приточної магістралі в шахті, а П3 - це лінія приточної магістралі у інші приміщення.

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

$$L = G \cdot 3600 / \rho \quad (4.1)$$

де $\rho = 1,2 \text{ кг/ м}^3$ - щільність повітря.

У шахті необхідно подати повітря з рахунком перетічок у інші приміщення:

$$L_{\text{ш}}^* = L_{\text{т.з}} + L_{\text{гц рециркуляційний}} + L_{\text{с/у}} + L_{\text{коридор}} \quad (4.2)$$

$$L_{\text{ш}}^* = 6849 + 1660 + 100 + 75 = 8684 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для системи П1 та П2 корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$$L_1 = L_2 = L_{\text{т.з}}^* / 2 = 8684 / 2 = 4342 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.3)$$

так як мережа повітроводів в шахті ділиться на дві рівні та паралельні гілки.

					БКВ 04. 019. 004 ДП ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для системи ПЗ:

ΣL -(сумарна витрата всіх інших приміщень)

$$\Sigma L_{\text{ПЗ}} = L_{\text{ГЦ}} + L_{\text{вір зал}} + L_{\text{кабін}} + L_{\text{кімн. перс.}} + L_{\text{с/у сл.}} + L_{\text{с/у вір}} + L_{\text{склад}} \quad (4.4)$$

$$\Sigma L_{\text{ПЗ}} = 2490 + 690 + 345 + 253 + 125 + 50 + 50 = 4003 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

З врахуванням втрат із-за нещільності в системі розподілення повітря устаткування підбираємо по наступних об'ємних витратах:

для системи К1

$$L_1^n = 1.05 \cdot L_1, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.5)$$

$$L_1^n = 1,05 \cdot 4342 = 4559 \text{ м}^3 / \text{год}$$

для системи К2

$$L_2^n = 1.05 \cdot L_2, \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$L_2^n = 1,05 \cdot 4342 = 4559 \text{ м}^3 / \text{год}$$

для системи К3

$$L_3^n = 1.05 \cdot L_3, \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$L_3^n = 1,05 \cdot 4003 = 4203 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Для ділянки №1 повітроводу магістрального знаходимо витрату повітря:

$$L_{\text{вЧАСТОК}\#1} = \frac{L_1^n}{5} = \frac{4559}{5} = 912 \text{ м}^3 / \text{с}, \quad (4.6)$$

Задаємо швидкістю повітря $v=7$ м/с

Знаходимо діаметр повітроводу:

$$d = (L / (3600 \cdot 0,785 \cdot v))^{0,5} \quad (4.7)$$

$$d = (912 / (3600 \cdot 0,785 \cdot 7))^{0,5} = 0,214 \text{ м}$$

					БКВ 04. 019. 004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Приймаємо повітропровід діаметром: $d=0,25$ м

Знайдемо площу перетину:

$$F=(\pi d^2)/4=(3,14 \cdot 0,25^2)/4= 0,049 \text{ м}^2 \quad (4.8)$$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в. факт.}} = L/(F \cdot 3600) \quad (4.9)$$

$$V_{\text{в. факт.}}=912/(0,049 \cdot 3600)=5,163 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$Re = \frac{v_{\text{в. факт.}} \cdot d_{\text{екв.}}}{\nu} \quad (4.10)$$

$$Re=(5,163 \cdot 0,25)/0,0000156=71069 \text{ , де } d_{\text{екв}}= d$$

ν - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним

$$\nu = 15,6 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right).$$

Коефіцієнт опору для розвиненого турбулентного руху визначається як:

$$\lambda = 0,3164 / Re^{0,25} = 0,3164 / 71069^{0,25} = 0,0193 \quad (4.11)$$

Динамічний натиск розрахуємо по формулі:

$$\Delta p_{\text{дин.}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{в. факт.}}^2}{2} = (1,2 \cdot 5,163^2)/2 = 16 \quad (4.12)$$

Величину параметра R визначимо:

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{екв.}}} \cdot \Delta p_{\text{дин.}} = (0,0193/0,25) \cdot 16 = 1,24 \quad (4.13)$$

Втрати тиску по довжині воздуховодів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l = 1,24 \cdot 3,9 = 4,835 \quad (4.14)$$

					БКВ 04. 019. 004 ДП ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарні втрати тиску на ділянках в місцях місцевих опорів та через розподільники повітря визначаються:

$$\Delta p_{\xi} = \xi \cdot \Delta p_{\text{дин.}} + \Delta p_{\text{решетки}} = 17 \quad (4.15)$$

Коефіцієнти місцевих опорів:

- коліно $\xi = 0,31$ для $\angle = 90^\circ$
- відвід $\xi = 0,13$ для $\angle = 45^\circ$
- відвід $\xi = 0,09$ для $\angle = 30^\circ$
- приточний тройний прохід $\xi = 0,13$
- конфузор $\xi = 0,1$

Т.ч. втрати на ділянці підсумовуються, і визначається сумарне падіння тиску:

$$\Delta P_{\text{уч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_{\xi} = 4,835 + 30 = 34,835 \quad (4.16)$$

Використовуючи вказівки за розрахунком і практичним вживанням розподільників повітря компанії Єврокліма Україна.

З врахуванням початкових даних визначимо типорозмір і вид розподільника повітря для системи П1. Приймаємо розподільник повітря марки ВМС – вентиляційні решітки з вертикальними подвижними пластинами, розміром 600*225, у якого площа живого січення дорівнює $f = 0,087 \text{ м}^2$. При рівні звукової потужності: $L_A \leq 35 \text{ дБ}$, далекобійність струменя приточування $L_{\text{струменя}} = 4-10 \text{ м}$ в залежності від необхідної швидкості в приміщенні $v = \text{від } 0,5-0,2$ відповідно. Падіння повного тиску через який складає: $\Delta p = 17 \text{ Па}$.

					БКВ 04. 019. 004 ДП ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПРИПЛИВНОЇ УСТАНОВКИ

5.1 Підбір центрального кондиціонера

За максимальним значенням витрати приточного повітря визначаємо корисну продуктивність кондиціонера:

Знаходимо сумарну масову витрату повітря для всіх приміщень :

$$G_{\max} = 4,244 \text{ кг/с.}$$

Повна корисна продуктивність кондиціонера для всіх приміщень:

$$L_{\text{кд}} = \frac{3600 \cdot G_{\max}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{3600 \cdot 4,244}{1,2} = 12732 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.1)$$

Повна корисна продуктивність кондиціонера з врахуванням протічок в мережі воздуховодів :

$$L_{\text{повне кд}} = L_{\text{кд}} \cdot 1,05 = 12732 \cdot 1,05 = 13370 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.2)$$

За повною продуктивністю підбираємо кондиціонер. Із каталогів фірми ВЕЗА вибираем КЦКП -12,5 .

Після вибору кондиціонера остаточно розраховуємо масову витрату припливного повітря:

$$G_{\text{ки}} = \frac{\rho_{\text{в}} \cdot L_{\text{кд}}^{\text{повне}}}{3600} = \frac{1,2 \cdot 13370}{3600} = 4,46, \text{ кг/с,} \quad (5.4)$$

За значеннями масової витрати надалі виконуються всі розрахунки тепломасообмінних апаратів.

5.2.1 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача 1-го підігріву

Вихідні данні для розрахунку повітрянагрівача :початкові та кінцеві параметри повітря $t_{\text{н}} = -18^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{к}} = 5^{\circ}\text{C}$, витрати повітря $G_{\text{в}} = 13370 \text{ м}^3/\text{час}$, початкова та кінцева температура теплоносія $t_1 = 90^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 70^{\circ}\text{C}$.

Приймаємо повітрянагрівач ВНВ 243.1-103-120-01-1.8-02-2 кондиціонера КЦКП-12,5, площа фронтального перетину $1,24 \text{ м}^2$.

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

1) Масова швидкість повітря у фронтальному перетині кондиціонера КЦКП-12,5, кг/(с·м²). Керуючись [3]

$$v\rho = \frac{G_B}{3600 \cdot F_f} \quad (5.5)$$

F_f – площа фронтального перетину кондиціонера, м²;

G_B – витрата повітря кг/с;

$$v\rho = 13370/(3600 \cdot 1,24) = 3 \text{ кг/(с·м}^2\text{)}$$

2) Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

$$Q = 0,278 \cdot c_v \cdot G_v \cdot (t_k - t_n) \quad (5.6)$$

c_v – теплоємність повітря;

$$Q = 0.278 \cdot 1.006 \cdot 13370 \cdot (5 - (-18)) = 86000 \text{ Вт}$$

3) Витрата теплоносія, кг/ч:

$$G_w = \frac{3,6 \cdot Q}{c_w \cdot (t_1 - t_2)} \quad (5.7)$$

c_w – теплоємність води;

$$G_w = 3.6 \cdot 86000 / (4.187(90-70)) = 3697 \text{ кг/час.}$$

4) Задаючись швидкістю руху теплоносія в трубах w от 1.2 до 1.5 м/с, визначаємо число ходів та площу живого перетину для проходу води. Попередньо також маємо задатися числом рядів трубок по ходу руху повітря, p . Загальна кількість трубок:

$$N = \frac{p \cdot H_{тр}}{h} \quad (5.8)$$

де $H_{тр}$ – висота трубної ґрати, м;

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

h – крок труб по висоті, м, для КЦКП $h = 0.05$ м.

Приймаємо $p = 1$; при $H_{\text{тр}} = 1,2$ м, загальна кількість трубок:

$$N = 1 \cdot 1,2 / 0.05 = 24$$

- 5) Розраховуємо число трубок, які підключаються до колектора, який подає, по заданому значенню швидкості руху води в трубках:

$$m = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot w} \quad (5.9)$$

де f_w – площа живого перетину мідної трубки м^2 ;

приймаємо швидкість руху води в трубках $1,4$ м/с. Тоді

$$m = 3697 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0.0001108 \cdot 1.4) = 6,62$$

Приймаємо $m = 7$ та визначаємо число ходів

$$n = \frac{N}{m} \quad (5.10)$$

$$n = 24 / 6,62 \approx 4$$

Уточнюємо швидкість руху води в трубках:

$$w = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot m} \quad (5.11)$$

$$w = 3697 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0.0001108 \cdot 7) = 1.32 \text{ м/с}$$

- б) Визначаємо коефіцієнт теплопередачі, $\text{К Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$$k = A \cdot (v\rho)^{0,37} \cdot w^{0,18} \quad (5.12)$$

A – емпіричний коефіцієнт, який визначається за результатами випробувань в залежності від конструкції теплообмінника.

$$k = 20,94 \cdot (3)^{0,37} \cdot 1.32^{0,18} = 33 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- 7) Середня логарифмічна різниця температур замінюється різницею середніх температур води та повітря:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{t_n + t_k}{2} \quad (5.13)$$

$$\Delta t_{cp} = (90 + 70)/2 - (-18 + 5)/2 = 86,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

- 8) Знаходимо потрібну площу поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} \quad (5.14)$$

$$F = 86000 / (33 \cdot 86,5) = 30,12 \text{ м}^2$$

При відстані між пластинами 1,8 мм площа поверхні теплообміну однорядного теплообмінника 33,8 м², цього достатньо для передачі необхідної кількості теплоти.

Знаходимо коефіцієнт запасу:

$$a = (33,8 - 30,12) / 30,12 \cdot 100 = 12,22 \%$$

- 9) Аеродинамічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_a = B \cdot (v\rho)^m \quad (5.15)$$

B, m –емпіричні коефіцієнти;

$$\Delta P_a = 2,104 \cdot 3^{1,64} = 12,75 \text{ кПа}$$

- 10) Гідравлічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot l_{хода} \cdot W^{1,69} \quad (5.16)$$

де $l_{хода}$ – приведена довжина ходу води в трубках визначається як множення числа ходів на довжину трубок.

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot (1,02 \cdot 4) \cdot 1,32^{1,69} = 12,84 \text{ кПа}$$

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ					

5.2.2 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача 2-го підігріву

Вихідні данні для розрахунку повітрянагрівача :початкові та кінцеві параметри повітря $t_n=12^\circ\text{C}$, $t_k=22,8^\circ\text{C}$, витрати повітря $G_b=13370\text{ м}^3/\text{час}$, початкова та кінцева температура теплоносія $t_1=90^\circ\text{C}$, $t_2=70^\circ\text{C}$.

Приймаємо повітрянагрівач ВНВ 243.1-103-120-01-2.5-06-2 кондиціонера КЦКП-12,5, площа фронтального перетину $1,24\text{ м}^2$.

1) Масова швидкість повітря у фронтальному перетині кондиціонера КЦКП-12,5, $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$.

$$v_p = 13370 / (3600 \cdot 1,24) = 3 \text{ кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$$

2) Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

$$Q = 0,278 \cdot 1,006 \cdot 13370 \cdot (22,8 - 12) = 40383 \text{ Вт}$$

3) Витрата теплоносія, $\text{кг}/\text{ч}$:

$$C_w = 3,6 \cdot 40383 / (4,187(90 - 70)) = 1736 \text{ кг}/\text{час}.$$

4) Загальна кількість трубок:

$$N = 1 \cdot 1,2 / 0,05 = 24$$

5) Розраховуємо число трубок, які підключаються до колектора, який подає, приймаємо швидкість руху води в трубках $1,4\text{ м}/\text{с}$:

$$m = 1736 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,0001108 \cdot 1,4) = 3,108$$

Приймаємо $m=3$ та визначаємо число ходів

$$n = 24 / 3 \approx 8$$

Уточнюємо швидкість руху води в трубках:

$$w = 1736 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,0001108 \cdot 3) = 1,45 \text{ м}/\text{с}$$

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6) Визначаємо коефіцієнт теплопередачі, К Вт/(м²·°С)

$$k = 21.68 \cdot (3)^{0.37} \cdot 1.45^{0.18} = 34.8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

7) Середня логарифмічна різниця температур замінюється різницею середніх температур води та повітря:

$$\Delta t_{cp} = (90 + 70)/2 - (12 + 22.8)/2 = 62.6 \text{ °С.}$$

8) Знаходимо потрібну площу поверхні теплообміну:

$$F = 40383 / (34.8 \cdot 62.6) = 18.53 \text{ м}^2$$

При відстані між пластинами 2.5 мм площа поверхні теплообміну однорядного теплообмінника 25,5 м², цього достатньо для передачі необхідної кількості теплоти.

Знаходимо коефіцієнт запасу:

$$a = (25.5 - 18.53) / 25.5 \cdot 100 = 27.3 \%$$

9) Аеродинамічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_a = 1.574 \cdot 3^{1.74} = 10.64 \text{ кПа}$$

10) Гідравлічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_w = 1.968 \cdot l_{\text{хода}} \cdot W^{1.69}$$

$$\Delta P_w = 1.968 \cdot (1.02 \cdot 8) \cdot 1.45^{1.69} = 3.76 \text{ кПа}$$

5.2.3 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача 3-го підігріву

Вихідні данні для розрахунку повітрянагрівача :початкові та кінцеві параметри повітря $t_n = 13.5 \text{ °С}$, $t_k = 16.5 \text{ °С}$, витрати повітря $G_B = 13370 \text{ м}^3/\text{час}$, початкова та кінцева температура теплоносія $t_1 = 90 \text{ °С}$, $t_2 = 70 \text{ °С}$.

Приймаємо повітрянагрівач ВНВ 243.1-103-120-02-2,5-24-2 кондиціонера КЦКП-12,5, площа фронтального перетину 1,24 м².

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

1) Масова швидкість повітря у фронтальному перетині кондиціонера КЦКП-12,5, кг/(с·м²).

$$v_p = 13370 / (3600 \cdot 1,24) = 3 \text{ кг/(с·м}^2\text{)}$$

2) Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

$$Q = 0,278 \cdot 1,006 \cdot 13370 \cdot (16,5 - 13,5) = 11220 \text{ Вт}$$

3) Витрата теплоносія, кг/ч:

$$C_w = 3,6 \cdot 11220 / (4,187(90 - 70)) = 483 \text{ кг/час.}$$

4) Загальна кількість трубок:

$$N = 1 \cdot 1,15 / 0,05 = 23$$

5) Розраховуємо число трубок, які підключаються до колектора, який подає, приймаємо швидкість руху води в трубках 1.4 м/с.

$$m = 483 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,0001108 \cdot 1,4) = 0,865$$

Приймаємо $m = 1$ та визначаємо число ходів

$$n = \frac{N}{m}$$

$$n = 23 / 1 \approx 23$$

Уточнюємо швидкість руху води в трубках:

$$w = 483 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,0001108 \cdot 1) = 1,21 \text{ м/с}$$

6) Визначаємо коефіцієнт теплопередачі, К Вт/(м²·°С)

$$k = 21,68 \cdot (3)^{0,37} \cdot 1,21^{0,18} = 33,7 \text{ Вт/(м}^2\text{·°С)}$$

7) Середня логарифмічна різниця температур замінюється різницею середніх температур води та повітря:

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta t_{cp} = (90 + 70)/2 - (13,5 + 16,5)/2 = 65 \text{ }^\circ\text{C}.$$

8) Знаходимо потрібну площу поверхні теплообміну:

$$F = 11220 / (33,7 \cdot 65) = 5,12 \text{ м}^2$$

При відстані між пластинами 2,5 мм площа поверхні теплообміну однорядного теплообмінника $25,5 \text{ м}^2$, цього достатньо для передачі необхідної кількості теплоти.

Знаходимо коефіцієнт запасу:

$$a = (25,5 - 5,12) / 25,5 \cdot 100 = 80 \%$$

Ми отримали занадто великий запас поверхні, тому доречно буде збільшити відстань між пластинами, та замість двох рядів труб по ходу повітря прийняти 1.

9) Аеродинамічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_a = 1,034 \cdot 3^{1,81} = 7,5 \text{ кПа}$$

10) Гідравлічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot (1,02 \cdot 23) \cdot 1,21^{1,69} = 63,7 \text{ кПа}$$

5.3 Гідравлічний розрахунок трубопроводів та підбір насосу

Циркуляція теплоносія в контурах системи тепло/ холодопостачання, заповнення систем і створення надлишкового тиску в них забезпечуються за допомогою насосів. Також як і компресори, насоси класифікуються за способом, за допомогою якого здійснюється підвищення тиску і діляться на об'ємні і динамічні. До категорії об'ємних відносяться поршневі, гвинтові, шестерінчасті насоси, до динамічних - в основному відцентрові. Відцентрові насоси - найпоширеніший тип насосів як складова частина систем холодопостачання. Вибір насоса виробляється на основі його характеристик і

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

особливостей вживання (хімічний склад переміщуваного середовища, габаритні показники і так далі).

Для розділення, об'єднання, гідравлічної ув'язки окремих ділянок системи холодопостачання, регулювання її в процесі експлуатації і так далі використовується трубопровідна арматура. Це замочні і регулюючі вентиля, зворотні клапани, запобіжні клапани і багато що інше. Трубопровідна арматура холодильних систем може бути як фреоновою, для використання у фреоновому контурі холодильних машин так і водяний, для систем водяного охолодження.

Керуючись [4] та [10] зробимо розрахунок трубопроводу для першого повітрянагрівача.

У циркуляційній системі рух рідини відбувається під дією різниці тисків нагнітання і всмоктування, створюваною при роботі насоса. При цьому рідина рухається від точок системи з більшим тиском до точок з меншим.

При русі рідини по системі відбуваються втрати тиску : на тертя об стінки труби і в місцевих опорах.

Виконаємо гідравлічний розрахунок нашої мережі.

Загальна довжина труб дорівнює:

$$L_{tr}^{заг} = 4м.$$

Витрата рідини:

$$V = 2,163 л/с$$

Швидкість руху рідини приймаємо рівною $\omega = 0,85$ м/с.

Визначимо внутрішній діаметр труби:

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{V \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{2,163 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,85}} = 0,057 \text{ (м)} \quad (5.17)$$

де $v=0,85$ м/с – заздалегідь задана швидкість води в трубопроводі (не більш 1,5м/с)

$V=2,163$ л/с – витрата рідини

Вибираємо поліпропіленову трубу Pilsa PN25 із зовнішнім діаметром $D=90$ мм і завтовшки стінки $t=15$ мм. Уточнимо внутрішній діаметр труби:

$$d_{\text{вн}} = D - 2t = 90 - 30 = 60 \text{ (мм)} \quad (5.18)$$

Уточнимо швидкість руху рідини в трубопроводі:

$$\omega = \frac{V \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot d_{\text{вн}}^2} = \frac{2,163 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,06^2} = 0,765 \text{ (м/с)} \quad (5.19)$$

Визначаємо динамічний тиск:

$$\frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = \frac{974,8 \cdot 0,765^2}{2} = 285 \text{ (Па)} \quad (5.20)$$

де ρ – щільність води при $t = 75^\circ\text{C}$

Розраховуємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{0,765 \cdot 0,06}{0,389 \cdot 10^{-6}} = 118000 \quad (5.21)$$

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості рідини, м²/с

Коефіцієнт опору по довжині:

$$\lambda = 0,1 \cdot \left(\frac{1,46 \cdot k_s}{d_{\text{вн}}} + \frac{100}{Re} \right) \quad (5.22)$$

$$\lambda = 0,1 \cdot \left(\frac{1,46 \cdot k_s}{d_{\text{вн}}} + \frac{100}{Re} \right) = 0,1 \cdot \left(\frac{1,46 \cdot 0,004}{0,06} + \frac{100}{118000} \right) = 9,818 \cdot 10^{-3}$$

k_s – коефіцієнт абсолютної еквівалентної шорсткості поліпропіленових труб.

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Втрати тиску від тертя на довжині 1 м:

$$\Delta p_{тр} = R = \frac{\lambda}{d_{ен}} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = \frac{9,818 \cdot 10^{-3}}{0,06} \cdot 285 = 46,6 \text{ (Па/м)} \quad (5.23)$$

Втрати тиску по усій довжині труби:

$$R \cdot L_{тр}^{заг} = 46,6 \cdot 4 = 186,4 \text{ (Па)} \quad (5.24)$$

Втрати тиску в місцевих опорах:

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} + \Delta p_{нн} \quad (5.25)$$

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} + \Delta p_{нн} = ((2 \cdot 1,2) + (2 \cdot 5,7) + 1,2) \cdot 285 + 3600 = 7875 \text{ (Па)}$$

де, ξ – коефіцієнти місцевих опорів:

- угольник 90° $\xi = 1,2$

- вентиль $\xi = 5,7$

- тройник $\xi = 1,2$

$\Delta p_{нн}$ – гідравлічний опір повітронагрівача, Па.

Сумарні втрати:

$$\Delta P = R \cdot L_{тр}^{заг} + Z = 186,4 + 7875 = 8059 \text{ (Па)} \quad (5.26)$$

Визначимо необхідний натиск насоса:

$$H = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} = \frac{8059}{974,8 \cdot 9,8} = 0,84 \text{ (м)} \quad (5.27)$$

Вибираємо насос Wilo – Stratos ECO 30/1-5 BMS. Потужність насоса складає 0,47кВт.

Wilo - Stratos ECO - це економічний циркуляційний насос з мокрим ротором для систем водяного опалювання, кондиціонування, закритих контурів охолодження і для промислових циркуляційних установок.

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Має функцію автоматичного регулювання, що дозволяє заощадити до 80% електроенергії. Розрахунок інших гілок магістралі зведений в табл. 5.1

Таблиця 5.1- Розрахунок трубопроводів для повітрянагрівачів

№ Ділянки	1	2	3
Витрата води V, л/с	2,163	0,72	0,183
Довжина ділянки l, м	4	4	4
Внутр. діаметр труби (розр) $d_{вн}$, м	0,057	0,033	0,017
Внутр. діаметр труби (Прийнят.) $d_{вн}$, м	0,06	0,0332	0,0166
Швидкість води (уточнена) v, м/с	0,765	0,83	0,85
Динамічний тиск $(\rho v^2)/2$, Па	285	336	352
Критерій Рейнольдса, Re	118000	70840	36270
Коефіцієнт опору по довжині, λ	0,0098	0,018	0,035
Втрати тиску від тертя R, Па/м	46,6	182	742
Втрати тиску по усій довжині $R \cdot l$, Па	186,4	728	2968
Втрати тиску в місцевих опорах, Па	7875	22940	7480
Сумарні втрати, ΔP , Па	8059	23670	10450
Необхідний тиск насоса, м	0,84	2,5	1,09

5.4 Пластинчастий повітря-повітряний тепло утилізатор

Проблема енергозбереження відноситься до актуального завдання нашого часу. Проблема загострюється у зв'язку із зростанням енергоспоживання в різних регіонах і галузях господарської діяльності суспільства. Із-за зростання енергоспоживання збільшується потреба в енергоносіях.

У системах вентиляції і кондиціонування повітря використання теплоти повітря, що видаляється, для нагріву припливного повітря дозволяє на 50...60% понизити витрату теплоти вентиляційними системами.

В нашому випадку використовується пластинчастий повітря-повітряний тепло утилізатор.

Пластинчасті рекуператори можуть збиратися з гладких пластин, утворюючих плоскі канали (рис.5.1, а). Між гладкими пластинами часто встановлюють пластини трикутного U- або П- образного профілю (рис.5.1, б, в, г), що значно збільшує поверхню контакту повітря з пластиною без збільшення об'єму апарату.

Вживання профільованих каналів в рекуператорах дозволяє значно збільшити теплообмінну поверхню.

У рекуператорах із зігнутими по ходу руху повітря каналами можна збільшити теплообмін в 1,3 разу і більш. Найбільш ефективною, з теплотехнічної точки зору, є проти точна схема руху теплообмінюючихся середовищ. Проте конструктивне вирішення проти точних рекуператорів викликає складнощі, пов'язані з необхідністю забезпечити герметичність повітряних розподільних камер, кількість стиків в яких в цьому випадку виявляється значно великою. У зв'язку з цим часто удаються до перекрестноточних конструкцій теплоутилізаторів (рис.5.1).

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Визначаємо параметри повітряних потоків на виході з ТУ, приймаючи, що конденсація вологи в теплообміннику відсутня, $\xi=1$. ξ_{Γ}

$$t_{x2} = t_{x1} + \varepsilon_t \frac{(Gc_b)_{МИН}}{G_x c_b} (t_{r1} - t_{x1}) = 5 + 0,5 \frac{3289}{4478} (20 - 5) = 10,5 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (5.28)$$

$$t_{r2} = t_{r1} - \varepsilon_t \frac{(Gc_b)_{МИН}}{G_{\Gamma} c_b} (t_{r1} - t_{x1}) = 20 - 0,5 \frac{3289}{3289} (20 - 5) = 12,5 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (5.29)$$

По середніх параметрах теплоносіїв $\bar{t}_x = (5+10,5)/2 = 7,75 \text{ } ^\circ\text{C}$,

$\bar{t}_{\Gamma} = (20+12,5) = 16,25 \text{ } ^\circ\text{C}$ знаходимо їх фізичні властивості [8]: коефіцієнти

кінематичної в'язкості $\nu_x = 13,962 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $\nu_{\Gamma} = 14,722 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

теплопровідності $\lambda_x = 2,494 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; $\lambda_{\Gamma} = 2,56 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; числа

Прандтля $Pr_x = 0,705$; $Pr_{\Gamma} = 0,7037$; щільність $\rho_x = 1,257 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\rho_{\Gamma} = 1,22$; питомі

теплоємності $c_{b,x} = c_{b,\Gamma} = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.

Приймаємо швидкості повітряних потоків в каналах теплообмінника $v_x = v_{\Gamma} = 2,5 \text{ м}/\text{с}$. Визначаємо числа Рейнольдса:

$$Re_x = \frac{v_x \cdot d_{\text{э}}}{\nu_x} = \frac{2,5 \cdot 5,97 \cdot 10^{-3}}{13,962 \cdot 10^{-6}} = 1069 \quad (5.30)$$

$$Re_{\Gamma} = \frac{v_{\Gamma} \cdot d_{\text{э}}}{\nu_{\Gamma}} = \frac{2,5 \cdot 5,97 \cdot 10^{-3}}{14,722 \cdot 10^{-6}} = 1014$$

Знаходимо комплекс $RePr \frac{d_{\text{э}}}{l}$:

$$(RePr \frac{d_{\text{э}}}{l})_x = 1069 \cdot 0,705 \cdot \frac{5,97 \times 10^{-3}}{1,3} = 3,461 \quad (5.31)$$

$$(RePr \frac{d_{\text{э}}}{l})_{\Gamma} = 1014 \cdot 0,7037 \cdot \frac{5,97 \times 10^{-3}}{1,3} = 3,277$$

За даними [14] Визначаємо число Нусельта: $Nu_x = Nu_{\Gamma} = 8,2$

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Обчислюємо коефіцієнт тепловіддачі з боку кожного теплоносія:

$$\alpha_x = \frac{Nu_x \cdot \lambda_x}{d_3} = \frac{8,2 \cdot 2,494 \cdot 10^{-2}}{5,97 \cdot 10^{-3}} = 34,256 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (5.32)$$

$$\alpha_r = \frac{Nu_r \cdot \lambda_r}{d_3} = \frac{8,2 \cdot 2,56 \cdot 10^{-2}}{5,97 \cdot 10^{-3}} = 35,162 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_x} + \frac{\delta}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_r \cdot \xi_r}} = \frac{1}{\frac{1}{34,256} + \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{150} + \frac{1}{35,162 \cdot 1}} = 17,351 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (5.33)$$

Знаходимо середню різницю температур в теплообміннику:

$$\Delta t_{CP,Л} = (\Delta t_B + \Delta t_M) / 2 = [(t_{r1} - t_{x2}) + (t_{r2} - t_{x1})] / 2 = 8,5 \quad (5.34)$$

$$\Delta t_{CP,Л} = [(20 - 10,5) + (12,5 - 5)] / 2 = 8,5$$

Визначаємо тепловидатність апарату:

$$Q_{\Pi} = G_x \cdot c_{B,x} \cdot (t_{x2} - t_{x1}) = 4478 \cdot (10,5 - 5) = 24630 \text{ Вт} \quad (5.35)$$

Знаходимо площу поверхні теплообмінника:

$$F = \frac{Q_{\Pi}}{k \cdot \Delta t_{CP,Л}} = \frac{24630}{17,351 \cdot 8,5} = 167 \text{ м}^2 \quad (5.36)$$

5.5 Розрахунок адіабатної камери зрошування

Параметри початкового і кінцевого стану повітря $h_{в,н}=25$ кДж/кг ,
 $t_{в,н}=22,8^\circ \text{С}$, $t_{в,к}=16^\circ \text{С}$. Витрата повітря через камеру зрошування $G_{ок}=13370$
 $\text{м}^3/\text{ч}$. Температура «мокрого» термометра $t_{мт}=8,2^\circ \text{С}$. Керуючись [5]

Знайдемо необхідний коефіцієнт адіабатної ефективності:

$$E = \frac{22,8 - 16}{22,8 - 8,2} = 0,47 \quad (5.37)$$

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Для кожного типорозміру форсункової блок-камери вказується три можливі величини показника $E_a=0,95$, $E_a=0,85$, $E_a=0,65$. Отримання різних величин показників E_a отримуємо шляхом зміни витрати води перед форсунками. Інтенсивність зрошення водою повітряного потоку прийнято оцінювати через показник B - коефіцієнт зрошення .

$$B = \frac{G_w}{L_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi}}, \text{ кг води/кг повітря} \quad (5.38)$$

Проведемо оцінку необхідних коефіцієнтів зрошення в режимах адіабатного зволоження в блок – камері форсункового зрошення в приточному агрегаті КЦКП-12,5 по даним табл. 2.2(10) .

$$\text{При } E_a=0,65 \text{ потрібно } B = \frac{9000}{10000 \cdot 1,2} = 0,75 \text{ кг/кг};$$

$$\text{При } E_a=0,85 \text{ потрібно } B = \frac{13100}{10000 \cdot 1,2} = 1,092 \text{ кг/кг};$$

$$\text{При } E_a=0,95 \text{ потрібно } B = \frac{17100}{10000 \cdot 1,2} = 1,43 \text{ кг/кг};$$

Побудуємо графік залежності коефіцієнта адіабатної ефективності E_a від коефіцієнт зрошення B . Знайдемо що для $E_a=0,47$, $B=0,49$

Далі знайдемо необхідну витрату води:

$$G_w = B \cdot L_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} = 0,49 \cdot 13370 \cdot 1,2 = 7896 \text{ кг/ч.} \quad (5.39)$$

5.5.1 Гідравлічний розрахунок трубопроводів та підбір насосу для камери зрошення

Керуючись [4] та [10] зробимо розрахунок трубопроводу від чилера до камери зрошування :

Загальна довжина труб дорівнює:

$$L_{tr}^{заг} = 21 \text{ м.}$$

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Витрата рідини:

$$V = 2,193 \text{ л/с}$$

Швидкість руху рідини приймаємо рівною $\omega = 0,85 \text{ м/с}$.

Визначимо внутрішній діаметр труби:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{V \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{2,193 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,85}} = 0,057 \text{ (м)} \quad (5.40)$$

де $v=0,85 \text{ м/с}$ – заздалегідь задана швидкість води в трубопроводі (не більш $1,5 \text{ м/с}$)

Вибираємо поліпропіленову трубу Pilsa PN10 із зовнішнім діаметром $D=75 \text{ мм}$ і завтовшки стінки $t=6,9 \text{ мм}$. Уточнимо внутрішній діаметр труби:

$$d_{\text{вн}} = D - 2t = 75 - 2 \cdot 6,9 = 61,2 \text{ (мм)} \quad (5.41)$$

Уточнимо швидкість руху рідини в трубопроводі:

$$\omega = \frac{V \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot d_{\text{вн}}^2} = \frac{2,193 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,0612^2} = 0,746 \text{ (м/с)} \quad (5.42)$$

Визначаємо динамічний тиск:

$$\frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = \frac{999,7 \cdot 0,746^2}{2} = 278 \text{ (Па)} \quad (5.43)$$

де ρ – щільність води при $t = 10^\circ\text{C}$

Розраховуємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{0,746 \cdot 0,0612}{1,306 \cdot 10^{-6}} = 34960 \quad (5.44)$$

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості рідини, $\text{м}^2/\text{с}$

Коефіцієнт опору по довжині:

$$\lambda = 0,1 \cdot \left(\frac{1,46 \cdot k_s}{d_{\text{вн}}} + \frac{100}{Re} \right) \quad (5.45)$$

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$\lambda = 0,1 \cdot \left(\frac{1,46 \cdot 0,004}{0,0612} + \frac{100}{34960} \right) = 9,829 \cdot 10^{-3}$$

k_3 – коефіцієнт абсолютної еквівалентної шорсткості поліпропіленових труб.

Втрати тиску від тертя на довжині 1м:

$$\Delta p_{mp} = R = \frac{\lambda}{d_{вн}} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = \frac{9,829 \cdot 10^{-3}}{0,0612} \cdot 278 = 44,6 \text{ (Па/м)} \quad (5.46)$$

Втрати тиску по усій довжині труби:

$$R \cdot L_{mp}^{заг} = 44,6 \cdot 21 = 936 \text{ (Па)} \quad (5.47)$$

Втрати тиску в місцевих опорах:

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} + \Delta p_{\phi}, \text{ (Па)} \quad (5.48)$$

$$Z = ((7 \cdot 1,2) + (3 \cdot 5,7)) \cdot 278 + 20000 = 27090 \text{ (Па)}$$

де, ξ – коефіцієнти місцевих опорів:

- угольник 90° $\xi = 1,2$

- вентиль $\xi = 5,7$

- тройник $\xi = 1,2$

Δp_{ϕ} – гідравлічний опір форсунок, Па.

Сумарні втрати:

$$\Delta P = R \cdot L_{mp}^{заг} + Z = 936 + 27090 = 28030 \text{ (Па)} \quad (5.49)$$

Визначимо необхідний натиск насоса:

$$H = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} = \frac{28030}{999,7 \cdot 9,8} = 2,86 \text{ (м)} \quad (5.50)$$

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Вибираємо насос серії Wilo-VeroLine-IPH-W, тип IPH-W 32/125-0,75/2
 Потужність насоса складає 0,75 кВт.

Wilo-VeroLine-IPH-W - це економічний циркуляційний насос з сухим ротором для систем водяного опалювання, кондиціонування, закритих контурів охолодження і для промислових циркуляційних установок.

5.6 Розрахунок повітряного кишенькового фільтру

У припливних агрегатах першими по ходу повітря встановлюються повітряні фільтри, що дозволяє захистити поверхню подальших технологічних блоків від забруднення пилом. Згідно Європейським нормам EN 779 и EN 1822-1, діючим з 1992 року, існує класифікація фільтрів залежно від ефективності очищення від пилу табл. 5.2

Таблиця 5.2 - Класифікація фільтрів

Клас фільтру EN 779	Ефективність очищення (%)	Клас фільтру EN 1822-1	Ефективність очищення (%)
G3	89	H10	85
G4	92	H11	95
F5	40-50	H12	99,5
F6	60-65	H13	99,95
F7	80-85	H14	99,995
F8	90-95	U15	99,9995
F9	≥ 95	U16	99,99995
		U17	99,999995

У складі припливних і витяжних установок КЦКП поставляють два види блоків, що фільтрують : осередкові фільтри з трьома видами матеріалу, що фільтрує, і кишенькові фільтри.

Робота повітряних фільтрів характеризується наступними показниками: ефективністю очищення, пилесмістю, питомим повітряним навантаженням.

В кишенькових фільтрах поверхня матеріалу, що фільтрує, збільшена шляхом його кишенькового розташування. Це дозволяє значно збільшити фронтальний перетин і поверхню фільтру для проходження через нього повітря, що очищається. Розвиток поверхні, що фільтрує, дає можливість знизити питомі повітряні навантаження на фільтр.

Як фільтрувальний матеріал в кишенькових фільтрах застосовуються полотна з гнучких зв'язаних волокон або матеріал з іглопробивними отворами.

Міра очищення повітря від пилу оцінюється показником ефективності очищення

$$A_m = ((C_{вх} - C_{вых})/C_{вх}) \cdot 100\% \quad (5.51)$$

Концентрація пилу в припливному зовнішньому повітрі на вході у фільтр $C_{вх}$, мг/м³ характеризує початкову запиленість. Для житлових районів промислових міст $C_{вх} = 0,5$ мг/м³.

Обчислимо запиленість припливного повітря на виході з кишенькового фільтру при $A_m = 92\%$ Керуючись [5]

$$C_{вых} = C_{вх} - (A_m \cdot C_{вх})/100, \text{ мг/м}^3, \quad (5.52)$$

$$C_{вых} = 0,5 - (92 \cdot 0,5)/100 = 0,04 \text{ мг/м}^3$$

Для оцінки пропускної спроможності фільтрів застосовується показник питомого навантаження

$$УФ = L/F_{\phi}, \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^2 \quad (5.53)$$

Де F_{ϕ} – фронтальна поверхня матеріалу, що фільтрує, м²;

$$УФ = 13370/12,4 = 1078,22 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^2$$

Обчислюємо час роботи фільтру

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$\tau_{\phi} = \text{ПФ} \cdot 1000 \cdot \frac{F_{\phi}}{[(C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}}) \cdot L]}, \text{ ч}, \quad (5.54)$$

де L – витрата очищуваного повітря, що проходить через фільтр, $\text{м}^3/\text{ч}$;

F_{ϕ} – фронтальна поверхня матеріалу, що фільтрує, м^2 ;

$C_{\text{вх}}, C_{\text{вых}}$ – концентрація маси пилу до і після фільтру, $\text{мг}/\text{м}^3$.

$$\tau_{\phi} = 570 \cdot 1000 \cdot \frac{12.4}{[[0.5_x - 0.04] \cdot 13370]} = 1149,2 \text{ год.}$$

Тривалість в робочих днях експлуатації кишенькових фільтрів

$$\tau = \frac{\tau_{\phi}}{\tau_{\text{сут}}}, \text{ днів} \quad (5.55)$$

$$\tau = \frac{1149}{12} = 96, \text{ днів}$$

В порівнянні з осередковим фільтром використання кишенькового фільтру дозволяє в 4 рази збільшити термін експлуатації фільтру без заміни фільтруючого матеріалу або його реактивації.

					БКВ 04. 019. 005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

6 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Тепловий розрахунок компресора

Вихідними даними для розрахунку холодильної машини є кількість холоду, яку вона повинна виробити для СКП, а також режим роботи.

Для роботи холодильної машини використовуємо фреон R407C, який має достатньо хороші термодинамічні якості.

Режим роботи холодильної установки визначається температурою кипіння холодильного агента (t_o) та температурою конденсації (t_k).

Температура кипіння залежить від робочої температури води, яка виходить з чилера: $t_{\text{води}} = 7^\circ\text{C}$

$$t_o = t_{\text{пов}} - \Delta t_o, \text{ }^\circ\text{C} \quad (6.1)$$

$$t_o = 7 - 4 = 3^\circ\text{C}$$

Приймаємо $\Delta t_o = 4^\circ\text{C}$ – розрахункова різниця температур для пластинчатих випарників, які використовуються в чилерах.

Температура конденсації визначається за емпіричною залежністю:

$$t_k = t_n + (8 \dots 15)^\circ\text{C} \quad (6.2)$$

$t_n = 28.6^\circ\text{C}$ – температура зовнішнього повітря.

$$t_k = 28,6 + 10 = 38,6^\circ\text{C}$$

Задаємося переохолодженням рідкого холодильного агента в конденсаторі:

$$\Delta t_k = 5^\circ\text{C}$$

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Температура кипіння фреону: $t_o = +3^\circ\text{C}$;

Температура конденсації фреону: $t_k = +38,6^\circ\text{C}$;

Керуючись [9] Будуємо холодильний цикл у $\lg P$ - h діаграмі та знімаємо дані з точок циклу, які заносимо в таблицю 6.1

Таблиця 6.1 – Параметри холодильного циклу

	1	2	3	4
P , бар	5,5	16	16	5,5
t , $^\circ\text{C}$	8	52	33,6	3
h , кДж/кг	419	443	255	255
v , $\text{м}^3/\text{кг}$	0,048	-	-	-

Питома масова холодовидатність:

$$q_o = h_1 - h_4 = 419 - 255 = 164 \text{ кДж/кг}; \quad (6.6)$$

Питома робота компресора:

$$l_{\text{км}} = h_2 - h_1 = 443 - 419 = 24 \text{ кДж/кг}; \quad (6.7)$$

Питома теплота конденсації:

$$q_k = h_2 - h_3 = 443 - 255 = 188 \text{ кДж/кг}; \quad (6.8)$$

Питома об'ємна холодовидатність:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1} = \frac{164}{0,048} = 3417 \text{ кДж/м}^3; \quad (6.9)$$

$$G_a = \frac{Q_o^H}{q_v} = \frac{46.56}{3417} = 0.0136 \quad (6.10)$$

$$Q_k = G_a \cdot q_k = 0.0136 \cdot 188 = 2,56 \quad (6.11)$$

Хол. коефіцієнт Карно:

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$\text{cop}_k = \frac{T_o}{(T_k - T_o)} = \frac{276}{(311,6 - 276)} = 7,75; \quad (6.12)$$

Адіабатний хол. коефіцієнт:

$$\text{cop}_a = q_o / l_{\text{км}} = 164 / 24 = 6,83; \quad (6.13)$$

Ступінь термодинамічної досконалості:

$$\text{стс} = \frac{\text{cop}_a}{\text{cop}_k} = \frac{6,83}{7,75} = 0,88; \quad (6.14)$$

Масова витрата хол. агенту:

$$M_a = Q_o^q / q_o = 46,56 / 164 = 0,284 \text{ кг/с}; \quad (6.15)$$

Дійсний об'єм всмоктуваного пару:

$$V_d = M_a \cdot V_{\text{вс}} = M_a \cdot V_1 = 0,284 \cdot 0,048 = 0,01363 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (6.16)$$

З графіку залежності виду компресора та співвідношення $\left(\frac{P_k}{P_o}\right) = 2,9$ знаходимо коефіцієнт подачі компресора $\lambda = 0,89$;

Теоретичний об'єм поршневого компресора:

$$V_h = \frac{Q_o^q}{(\lambda \cdot q_v)} = \frac{46,56}{(0,89 \cdot 3417)} = 0,01531 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (6.17)$$

Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = M_a \cdot l_{\text{км}} = 0,284 \cdot 24 = 6,816 \text{ кВт}; \quad (6.18)$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} = \frac{6,816}{0,9} = 7,573 \text{ кВт}, \quad (6.19)$$

де η_i - індикаторний к.п.д.;

Ефективна потужність компресора:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} = 7,573 + 0,3 = 7,873 \text{ кВт}, \quad (6.20)$$

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{тр}$ - потужність тертя, кВт;

Електрична потужність компресора:

$$N_{ел} = \frac{N_e}{\eta_{ед}} = \frac{7,873}{0,9} = 8,748 \text{ кВт}, \quad (6.21)$$

де $\eta_{ед}$ - к.п.д. електродвигуна, кВт;

Дійсний хол. коефіцієнт:

$$\text{cop}_д = \frac{Q_о^ч}{N_{ел}} = \frac{46,56}{8,748} = 5,32; \quad (6.22)$$

Ступінь термодинамічної досконалості:

$$\text{сгс} = \frac{\text{cop}_д}{\text{cop}_к} = \frac{5,32}{7,75} = 0,686 ; \quad (6.23)$$

6.2 Підбір чилера та розрахунок діаметра труб

Виходячи з рівняння теплопередачі

$$C_p \cdot G_w \cdot \Delta t = (G_b \cdot \rho \cdot \Delta h) / 3600 \quad (6.24)$$

де Δt - перепад води в повітроохолоджувачі;

C_p , кДж/кг·К- теплоємність води;

G_w , кг/с - витрата води;

$L'_п$, м³/год. - витрата повітря;

ρ , кг/ м³ – щільність повітря;

Δh , кДж/кг – різниця ентальпій на вході та виході з повітроохолоджувача;

Розрахуємо витрату води:

$$G_w = \frac{L'_п \cdot (h_{вх} - h_{вих}) \cdot \rho}{3600 \cdot \Delta t \cdot C_p} = \frac{13370 \cdot (62 - 40) \cdot 1,2}{3600 \cdot 5 \cdot 4,19} = 4,68 \text{ кг/с} \quad (6.25)$$

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Звідси витрата води:

$$L_w = \frac{G_w}{\rho_w} = \frac{4,68}{1000} = 4,68 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с} \quad (6.26)$$

Теоретична площа перерізу трубки:

Приймаємо швидкість рідини в трубках $v = 1,5 \text{ м/с}$.

$$F_T = \frac{L_w}{v} = \frac{(4,68 \cdot 10^{-3})}{1,5} = 0,00312 \text{ м}^2 \quad (6.27)$$

де ρ_w , кг/м³ – щільність води;

Визначимо теоретичний діаметр трубки:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00312}{3,14}} = 0,063 \text{ м}; \quad (6.28)$$

Вибираємо поліпропіленову трубу Pilsa PN10 із зовнішнім діаметром $D=75\text{мм}$ і завтовшки стінки $t=6,9\text{мм}$.

Перераховуємо швидкість рідини в трубках:

$$v = \frac{L_w}{F_\phi} = \frac{L_w}{(\pi \cdot d_\phi^2)/4} = \frac{4,68}{(3,14 \cdot (0,0612)^2)/4} = 1,65 \text{ м/с}, \quad (6.29)$$

де F_ϕ - фактична площа перерізу трубки, м².

Підбираємо модель чилера по холодовидатності:

$$Q_o^c = 1,1 * G_g * (h_B - h_{II}) = 1,1 * 4,456 * (51 - 41,5) = 46,56 \text{ кВт}; \quad (6.30)$$

Підбираємо модель CGAN – 200 фірми TRANE

$Q_o = 49,7 \text{ кВт}$, $N_e = 19,5 \text{ кВт}$, $\text{COP} = 2,55$

Д/Ш/В, мм = 2800/1100/1897

Маса = 748 , кг ; Шум=78, Дб.

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

6.3 Розрахунок повітряного конденсатора

Конденсатор служить для передачі теплоти робочої речовини охолоджуючому середовищу або джерелу теплоти високої температури. По роду охолоджуючого середовища конденсатори можна розділити на дві великі групи: з водяним і повітряним охолодженням. У даному розрахунку застосовується конденсатор повітря-охолоджуваній. Завдання теплового розрахунку полягає у визначенні площі тепловіддаючої поверхні апарату і його основних геометричних розмірів. Керуючись [11]

Теплове навантаження

$$Q_k = Q_0 + N_e, \text{ кВт}, \quad (6.31)$$

де Q_0 - холодовидатність, кВт;

N_e - ефективна потужність, кВт.

$$Q_k = 46,56 + 7,87 = 54,43 \text{ кВт}$$

Приймаємо $\Delta t_{\text{воз}} = 6^\circ\text{C}$,

$$t_{\text{в2}} = t_{\text{в1}} + \Delta t, \text{ }^\circ\text{C}, \quad (6.32)$$

де $t_{\text{в1}}$ – зовнішня температура повітря, $^\circ\text{C}$.

$$t_{\text{в2}} = 28,6 + 6 = 34,6 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Температура конденсації

$$t_k = \frac{t_{\text{в1}} + t_{\text{в2}}}{2} + 10, \text{ }^\circ\text{C}, \quad (6.33)$$

$$t_k = \frac{28,6 + 34,6}{2} + 10 = 41,6 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Середня логарифмічна різниця температур

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$$\theta = \frac{\Delta T_B}{\ln \frac{T_K - T_{B1}}{T_K - T_{B2}}}, K, \quad (6.34)$$

$$\theta = \frac{6}{\ln \frac{314,6 - 301,6}{314,6 - 307,6}} = 9,7 K.$$

Витрата повітря через конденсатор

$$G_\theta = \frac{Q_\kappa}{c_p \cdot \Delta T_\theta}, \text{ кг/с}, \quad (6.35)$$

$$G_\theta = \frac{54,43}{1.006 \cdot 6} = 9,018 \text{ кг/с},$$

$$V_B = \frac{G_B}{\rho_B}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (6.36)$$

де $\rho_B = 1,171 \text{ кг/м}^3$ - щільність повітря при $T_{B1} = 314,6 \text{ К}$.

$$V_\theta = \frac{9,018}{1.171} = 7,7 \text{ м}^3/\text{с}$$

Живий перетин апарату

$$F_{\text{ж}} = \frac{V_B}{\omega}, \text{ м}^2, \quad (6.37)$$

де $\omega = 7 \text{ м/с}$ – прийнята швидкість повітря.

$$F_{\text{ж}} = \frac{7,7}{7} = 1,1 \text{ м}^2,$$

Основні розміри, що характеризують поверхню теплообміну:

Зовнішній діаметр труби d_n , м -0,012

Внутрішній діаметр труби $d_{вн}$, м -0,010

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Крок труб по фронту і в глибину s , м -0,024

Товщина ребер δ_p , м 0,00015

Крок ребер u , м -0,004

Матеріал труб Мідь

Матеріал ребер -алюміній

Ребра Пластинчасті – суцільні

Розташування труб в пучку – Коридорне

Розміри апарату по фронту. Живий перетин апарату пов'язаний з основними розмірами, що характеризують поверхню теплообміну співвідношенням

$$F_{\text{ж}} = L_1 \cdot (s - d_{\text{н}}) \cdot \left(1 - \frac{\delta_p}{u}\right), \text{ м}^2 \quad (6.38)$$

Звідси загальна довжина труби в одній секції конденсатора

$$L_1 = \frac{F_{\text{ж}}}{(s - d_{\text{н}}) \cdot \left(1 - \frac{\delta_p}{u}\right)}, \text{ м}, \quad (6.39)$$

$$L_1 = \frac{1,11}{(0,024 - 0,012) \cdot \left(1 - \frac{0,00015}{0,004}\right)} = 96,104 \text{ м},$$

Коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря, віднесений до зовнішньої поверхні оребреної труби. При коридорному розташуванні труб з пластинчастим оребренням при $Re = 500..10000$; $L/d_{\text{екв}} = 4..50$; $u/d_{\text{н}} = 0,18..0,35$; $s/d_{\text{н}} = 2..5$; $t_{\text{ж}} = -40..40 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Nu_{\text{ж}} = c \cdot Re_{\text{ж}}^n \cdot \left(\frac{L}{d_{\text{екв}}}\right)^m \quad (6.40)$$

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$d_{\text{экв}} = \frac{2(s - d_n) \cdot (u - \delta_p)}{(s - d_n) + (u - \delta_p)}, \text{ м}, \quad (6.41)$$

$$d_{\text{экв}} = \frac{2(0,024 - 0,012) \cdot (0,004 - 0,00015)}{(0,024 - 0,012) + (0,004 - 0,00015)} = 0,00583 \text{ м}.$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re}_{\text{ж}} = \frac{\omega \cdot d_{\text{экв}}}{\nu}, \quad (6.42)$$

де $\nu = 15,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$ – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, при $t = 28,6$

$$\text{Re}_{\text{ж}} = \frac{7 \cdot 0,00583}{15,9 \cdot 10^{-6}} = 2567.$$

$$\frac{u}{d_n} = \frac{0,004}{0,012} \approx 0,333; \quad (6.43)$$

$$\frac{s}{d_n} = \frac{0,028}{0,014} = 2 \quad (6.44)$$

Довжина пластини по ходу повітря L залежить від числа паралельних секцій конденсатора a і визначається по рівнянню

$$L = a \cdot s. \quad (6.45)$$

Коефіцієнти

$$n = 0,45 + 0,0066 \cdot \frac{L}{d_{\text{экв}}}, \quad (6.46)$$

$$n = 0,45 + 0,0066 \cdot 20 = 0,582,$$

$$m = -0,28 + 0,08 \cdot \frac{\text{Re}_{\text{ж}}}{1000}, \quad (6.47)$$

$$m = -0,28 + 0,08 \cdot \frac{2567}{1000} = -0,075,$$

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$c = A \cdot B, \quad (6.48)$$

$$B = 1,36 - 0,24 \cdot \frac{Re_{ж}}{1000}, \quad (6.49)$$

$$B = 1,36 - 0,24 \cdot \frac{2567}{1000} = 0,744,$$

$$A = f\left(\frac{L}{d_{эқв}}\right) = 0,201 \quad (6.50)$$

$$c = 0,201 \cdot 0,744 = 0,15,$$

$$Nu_{жс} = 0,15 \cdot 2567^{0,582} \cdot (20)^{-0,075} = 11,556$$

$$\alpha_{вФвн} = \frac{Nu_{жс} \cdot \lambda_{в}}{d_{эқв}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (6.51)$$

$$\alpha_{вФвн} = \frac{11,556 \cdot 2,63 \cdot 10^{-2}}{0,00583} = 52,13 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

де $\lambda_{в} = 2,63 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ – коефіцієнт теплопровідності повітря.

Коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря, приведений до внутрішньої поверхні труби

$$\alpha_{в.пр} = \alpha_{в} \cdot \left(\frac{F_{н}}{F_0} \cdot E + \frac{F'_{тр}}{F_0} \right) \frac{d_{н}}{d_{вн}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}, \quad (6.52)$$

де $F'_{тр}$ - поверхня труби між ребрами,

$$F'_{тр} = \pi \cdot d_{н} \cdot \left(1 - \frac{\delta_p}{u} \right), \text{ м}^2 / \text{м}, \quad (6.53)$$

$$F'_{тр} = 3,14 \cdot 0,012 \cdot \left(1 - \frac{0,00015}{0,004} \right) = 0,036 \text{ м}^2 / \text{м},$$

де F_p – поверхня ребер,

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_p = 2 \cdot \left(s^2 - \frac{\pi \cdot d_H^2}{4} \right) \frac{1}{u}, \text{ м}^2 / \text{м}, \quad (6.54)$$

$$F_p = 2 \cdot \left(0,024^2 - \frac{3,14 \cdot 0,012^2}{4} \right) \frac{1}{0,004} = 0,231 \text{ м}^2 / \text{м}.$$

F_H – зовнішня поверхня оребреної труби,

$$F_H = F'_{\text{тр}} + F_p, \text{ м}^2 / \text{м}, \quad (6.55)$$

$$F_H = 0,036 + 0,231 = 0,267 \text{ м}^2 / \text{м}.$$

F_0 – основна поверхня труби,

$$F_0 = \pi \cdot d_H, \text{ м}^2 / \text{м}, \quad (6.56)$$

$$F_0 = 3,14 \cdot 0,012 = 0,038 \text{ м}^2 / \text{м}$$

E – ступінь ефективності ребра,

$$E = \frac{\text{th}(m \cdot h')}{m \cdot h'}, \quad (6.57)$$

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha_B}{\delta_p \cdot \lambda_p}}, \text{ 1/м}, \quad (6.58)$$

$\lambda_p = 218 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – коефіцієнт теплопровідності алюмінію; h' - умовна висота ребра.

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot 52,13}{0,00015 \cdot 218}} = 56,46 \text{ 1/м},$$

$$h' = \frac{d_H}{2} (\rho' - 1) (1 + 0,805 \lg \rho'), \text{ м}, \quad (6.59)$$

$$\rho' = 1,28 \frac{s}{d_H} \sqrt{\frac{s_1}{s_2} - 0,2}, \quad (6.60)$$

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$\rho' = 1,28 \frac{0,024}{0,012} \sqrt{1-0,2} = 2,29,$$

$$h' = \frac{0,012}{2} (2,29 - 1) (1 + 0,805 \cdot \lg 2,29) = 0,013 \text{ м},$$

$$E = \frac{th(56,46 * 0,013)}{56,46 * 0,013} = 0,852$$

$$\alpha_{\text{в.пр}} = 52,13 \cdot \left(\frac{0,267}{0,038} \cdot 0,852 + \frac{0,036}{0,038} \right) \cdot \frac{0,012}{0,010} = 433,75 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Коефіцієнт тепловіддачі з боку робочого тіла

$$\alpha_a = 0,72 \cdot \sqrt[4]{\frac{r \cdot \rho^2 \cdot \lambda^3 \cdot g}{\mu \cdot d_{\text{вн}} (T_{\text{к}} - T_{\text{см}})}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad (6.61)$$

$$\alpha_a = 0,72 \cdot \sqrt[4]{\frac{170 \cdot 10^3 \cdot 1076,6^2 \cdot 0,01769^3 \cdot 9,81}{2,479 \cdot 10^{-4} \cdot 0,012 \cdot (T - T_{\text{см}})}} = \frac{992}{\sqrt[4]{T_{\text{к}} - T_{\text{см}}}},$$

де r – теплота конденсації, кДж/кг;

ρ – щільність рідини, кг/м³;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості рідини Па · с.

Питомий тепловий потік в апараті:

з боку робочого тіла

$$q_{aF_{\text{вн}}} = 992 \cdot (T_{\text{к}} - T_{\text{см}})^{0,75}, \text{ Вт}/\text{м}^2.$$

з боку повітря

$$q_{\text{в}F_{\text{вн}}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в.пр}}} + \frac{F_{\text{вн}}}{F_{\text{вн}} + F_{\text{н}}} \sum \frac{\delta}{\lambda}} (T_{\text{ст}} - T_{\text{в}}), \text{ Вт}/\text{м}^2, \quad (6.62)$$

де $F_{\text{вн}} = \pi \cdot d_{\text{вн}} = 3,14 \cdot 0,010 = 0,0314 \text{ м}^2/\text{м}$ – внутрішня поверхня труби;

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ				

$\lambda = 385 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ – коефіцієнт теплопровідності стінки труби (мідь).

$$q_{вГвн} = \frac{1}{\frac{1}{433,75} + \frac{0,031}{0,031+0,267} \cdot \frac{0,001}{385}} (T_{cm} - T_e) = 434 (T_{cm} - T_e) \text{ Вт/м}^2.$$

Таблиця 5.2 – Залежність теплового потіку від температури

$T_{ст}, \text{ К}$	$T_{к-} - T_{ст}, \text{ К}$	$q_a, \text{ Вт/м}^2$	$T_{ст} - T_{в}, \text{ К}$	$q_b, \text{ Вт/м}^2$
309	5,6	3611	7,4	3212
311	3,6	2593	9,4	4080
313	1,6	1411	11,4	4948
314	0,6	676	12,4	5382

$$T_{к-} - T_{ст} = (273+41,6) - 309 = 5,6$$

$$T_{ст} - T_{в} = 309 - (273+28,6) = 7,4$$

Будуємо графік: $q_{aГвн} = 992 \cdot (T_{к-} - T_{ст})^{0,75}$, Вт/м^2

Будуємо графік: $q_{вГвн} = 434 (T_{ст} - T_{в})$ Вт/м^2

Поверхня теплообміну (внутрішня)

$$F_{вн} = \frac{Q}{q_{Гвн}}, \text{ м}^2, \quad (6.63)$$

$$F_{вн} = \frac{54,43 \cdot 10^3}{3400} = 16 \text{ м}^2$$

Загальна довжина оребрених труб

$$L = \frac{F_{вн}}{\pi \cdot d_{вн}}, \text{ м}, \quad (6.64)$$

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

$$L = \frac{16}{3,14 \cdot 0,01} = \frac{16}{0,0314} = 509,5 \text{ м.}$$

Число секцій

$$a = \frac{L_{\text{общ}}}{L_1}, \quad (6.65)$$

$$a = \frac{509,5}{96,1} = 5,302 \approx 5.$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$\kappa_{\text{ФВВ}} = \frac{q_{\text{ФВВ}}}{\theta_m}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (6.66)$$

$$\kappa_{\text{ФВВ}} = \frac{3400}{9,7} = 350,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Основні конструктивні розміри апарату. При числі секцій $a = 3$ довжина труб в одній секції:

$$L_1 = \frac{L_{\text{общ}}}{a}, \text{ м}, \quad (6.67)$$

$$L_1 = \frac{509,5}{5} = 101,9 \text{ м}.$$

Живий перетин

$$F_{\text{жс}} = L_1 \cdot (s - d_n) \cdot \left(1 - \frac{\delta p}{u}\right) \quad (6.68)$$

$$F_{\text{жс}} = 101,9 \cdot (0,024 - 0,012) \cdot \left(1 - \frac{0,00015}{0,004}\right) = 1,177 \text{ м}^2.$$

При висоті апарату рівній його ширині число рядів труб по висоті

$$n = \sqrt{\frac{L_1}{s}}, \quad (6.69)$$

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

$$n = \sqrt{\frac{101,9}{0,024}} = 65,16$$

Тоді висота апарату :

$$H = n \cdot s_1 = 65,16 \cdot 0,024 = 1,564 \text{ м} \quad (6.70)$$

$$l = \frac{L_1}{n} = \frac{101,9}{65,16} = 1,564 \text{ м} \quad (6.71)$$

Температура повітря після конденсатора

$$\Delta T_b = T_{b2} - T_{b1} = \frac{Q}{c_p \cdot F_{ж} \cdot \omega \cdot \rho}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (6.72)$$

$$\Delta T_e = \frac{54430}{1,06 \cdot 10^3 \cdot 1,177 \cdot 7 \cdot 1,169} = 5,331 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Тут з метою збереження колишнього коефіцієнта теплопередачі доцільно зберегти прийняту швидкість повітря.

Збільшення живого перетину апарату в порівнянні з визначеним в п. 5 повинне зменшити швидкість повітря або змінити ступінь його нагріву. Зменшення перепаду температур на 0,7 є в порівнянні з прийнятим практичного значення не має.

Аеродинамічний опір. Опір коридорного пучка труб з пластинчастим оребренням по формулі Гоголина:

$$\Delta p = A \left(\frac{L}{d_{\text{екв}}} \right) (\omega \cdot \rho)^{1,7}, \text{ Па}, \quad (6.73)$$

де $A = 0,007$ для ретельно виготовлених поверхонь.

$$\Delta p = 0,007 (20) (7 \cdot 1,169)^{1,7} = 4,989 \text{ мм вод. ст.} \approx 49,8 \text{ Па}.$$

					БКВ 04. 019. 006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

7 ВИБІР СХЕМИ І ПРИЛАДІВ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Важливими характеристиками СКП є енергетична ефективність, можливість рекуперації і високий рівень автоматизації. Незважаючи на уявну простоту і мініатюрність автоматизації, вона здатна вирішувати багато завдань: підтримувати температуру і продуктивність, забезпечувати роботу датчиків проти замерзання калорифера і засмічення фільтру, включення/виключення системи по виставленому часу і багато що інше.

Літній режим

При запуску системи відкриваються повітряні заслонки, запускаються припливний та витяжний вентилятори. Далі зовнішнє повітря проходить через фільтр. Датчиком перепаду тиску 4 контролюється степінь забруднення фільтра і у разі перепаду тиску вище встановленої норми, подається сигнал на вимкнення системи і загорається аварійна лампочка на щиті. Далі повітря охолоджується в камері зрошення. Регулювання параметрів повітря здійснюється за допомогою датчика 10, встановленого після камери зрошення. Цей датчик через регулятор 13 підтримує витрату води так, щоб забезпечити процес $H_{л} - П'_{л}$. Регулятор 22, датчик якого 21 розташований після третього повітрянагрівача, регулює продуктивність повітрянагрівача, нагріваючи повітря до t_{III} . Таким чином, в теплий період необхідний стан повітря приточування досягається терморегуляторами 13 і 22.

Аварійне вимкнення системи виникає у разі забруднення фільтра або несправності припливного і витяжного вентиляторів. Спостереження за їх роботою здійснюється за допомогою датчиків перепаду тиску 4,6,17 і 18.

					БКВ 04. 019. 007 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Зимовий режим

Процес в приміщенні проходить по лінії ($P_3 - B_3$). Мінімальні витрати по підтриманні параметрів повітря в приміщенні відповідає $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ і мінімальній вологості $\phi = 30\%$. Визначаємо параметри точки П (приплив). $t_{\text{п}} = 16\text{ }^\circ\text{C}$, $d_{\text{п}} = 3,4\text{ г/кг}$, $\phi_{\text{п}} = 30\%$.

У холодний період зовнішнє повітря з параметрами H_3 необхідно довести до точки P_3 . Для цього зовнішнє повітря нагрівається в повітрянагрівачі до точки H^1_3 , до $t=5\text{ }^\circ\text{C}$, для того щоб не відбулося замерзання конденсату в потоці витяжного повітря при проходженні його через тепло утилізатор (ТУ), це досягається регулюючим клапаном 14, за допомогою датчика 13. Далі припливне повітря нагрівається в ТУ від витяжного повітря до точки H^2_3 , температура цієї точки не буде постійною, тому потім зовнішнє повітря нагрівається в другому повітрянагрівачі до фіксованої $t=22,5\text{ }^\circ\text{C}$ до точки H^3_3 , це досягається регулюючим клапаном 17, за допомогою датчика 16. Потім зволожується по ізотермі (лінія $H^3_3 - P_3$) до $t=16\text{ }^\circ\text{C}$, а потім подається в приміщення (процес $H_3 - H^1_3 - H^2_3 - H^3_3 - P_3 - B_3$).

Також передбачен "захист від заморожування калорифера", який формується при спрацьовуванні одного з двох (чи обох) термостатів, встановлених по воді і по повітрю в секторі калорифера в зимовому режимі. Уставка заморожування по повітрю 6-10, по воді 30-40 градусів за Цельсієм.

По сигналу загрози замерзання відбувається наступне:

- вимикається електродвигун припливного вентилятора
- включається циркуляційний насос на калорифері
- повністю відкривається регулюючий клапан на теплоносії;
- закривається вхідна повітряна заслінка.

					БКВ 04. 019. 007 ДП ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система управління ХМ

Завдання управління холодильної машини діляться на три групи:

- 1) пуск, зупинка, експлуатація в автоматичному режимі, узгодження роботи і управління допоміжним устаткуванням (вентиляторами конденсатора та ін.), автоматичне перемикавання режимів в процесі експлуатації теплового насоса;
- 2) регулювання холодопродуктивності в режимі холодильної машини, настроювання системи на задані параметри роботи;
- 3) контроль і забезпечення безпеки установки, діагностика несправностей, сигналізація аварійних режимів і блокування.

Перша група завдань включає:

- 1) пуск і зупинка агрегатів із запуском компресора з мінімальним навантаженням і в безпечному режимі, а також з дотриманням тимчасових інтервалів, що забезпечують оптимальну роботу холодильної машини;
- 2) послідовне включення окремих ступенів потужності для інверторних компресорів, щоб зменшити пускові струми і забезпечити захист електродвигуна від перевантаження;
- 3) узгоджений пуск і відключення окремих елементів системи: включення нагрівачів картера в поршневі компресорах при відключенні останніх;
- 4) експлуатація установки в автоматичному режимі: дистанційне керування, програмування в часі режимів налаштування і роботи, управління за допомогою комп'ютера, включення установки після відключення із-за аварійного режиму.

					БКВ 04. 019. 007 ДП ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До завдань другої групи відносяться:

- 1) автоматична підтримка заданої температури фреону на виході з випарника;
- 2) регулювання продуктивності компресора ступінчасте - шляхом його включення і відключення та інвертором;
- 3) підтримка постійної температури конденсації, щоб не допустити підвищення і пониження тиску в конденсаторі вище за допустимі значення; при підвищенні температури конденсації знижується продуктивність компресора і збільшується споживана потужність, що приводить до перевантаження електродвигуна компресора і передчасного виходу його з ладу. При пониженні температури і тиску конденсації сповільнюється переміщення рідкого хладагента у випарник, погіршується його робота і відбуваються втрати продуктивності. В цьому випадку, щоб не допустити пониження температури конденсації, застосовуються наступні способи регулювання:

включення або відключення вентилятора залежно від заданої температури зовнішнього повітря в режимі охолодження, зміна витрати повітря, що охолоджує конденсатор, шляхом ступінчастого або плавного регулювання швидкості обертання електродвигуна вентиляторів.

При регулюванні продуктивності компресора одночасно необхідно забезпечувати відповідне регулювання продуктивності вентилятора конденсатора.

Третя група завдань забезпечує:

- визначення і індикація експлуатаційних параметрів;
- контроль параметрів, що забезпечують надійну і безпечну роботу холодильної машини, граничне відхилення значень контрольованих

					БКВ 04. 019. 007 ДП ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметрів від заданих приводить до сигналізації і автоматичної зупинки компресора, пуск компресора після аварійного відключення здійснюється уручну або автоматично;

-кодова діагностика несправностей, контролюються наступні параметри;

- високий тиск (тиск конденсації), за допомогою реле високого тиску, при перевищенні тиску понад заданий компресор відключається;

- низький тиск (тиск або температура випару), за допомогою реле низького тиску компресор включається, якщо тиск у всмоктуючому контурі вище заданого мінімального значення;

- перепад температур на вході і виході з випарника, високе значення сигналізує про недостатність витрати води;

- температура двигуна, вимірювана датчиком температури в обмотках статора, при перегріві двигуна він відключається за допомогою реле теплового захисту компресора і насоса;

- перевантаження двигуна компресора, вентилятора конденсатора, плавкі запобіжники для малих моделей і автоматичні вимикачі з магнітними розчіплювачами для великих в електричній схемі управління двигуном компресора;

- налаштування запобіжних клапанів, захищають від надмірного перевищення тиск в замкнутих контурах.

Для захисту від частих перемикань компресора по команді терморегулятора передбачений обмежувач частоти перемикань — таймер компресора. Встановлюється мінімальний час зупинки, при якому компресор залишається відключеним, навіть, якщо в цей час отримана команда на запуск, кількість запусків в годину з урахуванням мінімального часу, який

					БКВ 04. 019. 007 ДП ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинен пройти між двома послідовними запусками компресора.

Таким чином, при ступінчастому регулюванні продуктивності вдається зменшити частоту перемикачів компресора, але виникають невеликі коливання температури повітря на виході з випарника.

Таймер блоку управління компресором дозволяє вводити тимчасові параметри, що визначають надійну роботу холодильної машина: кількість запусків в годину, інтервал часу між включенням насоса і запуском компресора, а так само час затримки відключення насоса після відключення компресора, мінімальний час роботи компресора після запуску.

У всіх блоках управління може бути передбачено, як додаткова опція, підключення мікропроцесорного дистанційного модуля управління, що дозволяє здійснювати управління роботою холодильної машини, контроль параметрів і функціонування із спеціального приміщення усередині будівлі.

					БКВ 04. 019. 007 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це зведення законодавчих актів і правил, відповідних їм гігієнічних, організаційних, технічних, і соціально-економічних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатність людини в процесі праці.

Токсичність робочої речовини

Згідно стандартної класифікації шкідливих речовин, встановлено чотири класи небезпеки залежно від семи показників токсичної дії, включаючи середню смертельну концентрацію для піддослідних тварин і гранично допустиму концентрацію (ГДК). В порівнянні з іншими показниками ГДК якнайповніше представляє токсичні властивості хладагента, проте одного цього параметра недостатньо для оцінки реальної небезпеки роботи з хладагентом в умовах експлуатації.

Як робоча речовина в холодильній установці використовується холодоагент R407C - азеотропна суміш R32/R125/R134a (масові доли компонентів відповідно 23/25/52%). Розроблений як основна заміна R22. При звичайній температурі і тиску це - безбарвний газ.

Даний холодоагент був розроблений як альтернатива хладагенту R22 по холодавидатності і тиску насиченої пари.

Гранично допустима концентрація на робочому місці

ПДК = 1000 ppm.

Температура самозаймання, 733 ° C.

В порівнянні з R22, холодоагент R407C надає значно менш шкідливу дію на довкілля (значення потенціалу глобального потепління GWP у R407 майже таке ж, як і в R22, потенціал руйнування озону ODP дорівнює нулю).

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При високій температурі, в результаті розкладання холодильного агента (R-407C вживаного в холодильній машині водоохлажвального пристрою), одним з видів хімічно небезпечних і шкідливих речовин утворюється фосген.

Фосген - безбарвний газ з неприємним запахом прілого сіна або гнилих яблук. У газоподібному поляганні важче повітря в 3,5 разу.

Температура кипіння $t_{кип} = +8^{\circ}C$, ПДК_{сс}=0,003мг/м³, ПДК_{рз}=0,5мг/м³. Погано розчиняється у воді.

Для знезараження рекомендується вода, розчини лугів і лужні оксиди виробництва, газоподібним аміаком і його водні розчини. Для нормального знезараження 1-ний тонни газоподібного фосгену буде потрібно 1000 тонн води або 100 тонн 10 %-ого розчину лугу. Симптоми ураження - солодкуватий присмак в роті, нудота, кашель, задуха, ніяковість в грудях, загальна слабкість. Газоподібний фосген потрапляє в організм через органи дихання і викликає набряк легенів. Потрапляючи в легені фосген, наводить до певних біохімічних і структурних змін в легеневій тканині і капіляри, підвищуючи проникних останніх, що наводить до заповнення легенів плазмою крові (набряк легенів). Токсичний набряк легенів розвивається швидко. При цьому з'являється часте і поверхневе дихання, болісний кашель з рясним виділенням піннявої мокроті, синюшність обличчя та рук. Подальше наростання кисневого голодування і ослаблення серцево-судинної діяльності погіршує стан людини. У цьому періоді за відсутності необхідної невідкладної допомоги настає, смерть.

Хоча в приміщення подається вже холодна вода, а не хладагент, і самі чиллера знаходяться на вулиці, а не усередині приміщень, то все одно існує можливість поразки цією шкідливою речовиною, тому потрібно передбачити необхідні заходи захисту.

Класифікація виробництва за мірою вибухової, взривопожарної і пожежної небезпеки згідно ОНТП24-86

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виробництва по взривопожарній і пожежній небезпеці, згідно ОНТП24-86 діляться на категорії А, Б, В, Г і Д.

Дане приміщення відноситься до категорії Д, - тобто в приміщенні знаходяться негорючі речовини і матеріали в холодному стані. Всі машинні і апаратні відділення хладонових установок відносяться до категорії Д.

Об'ємно-планувальні рішення по розміщенню проекрованої установки

При розміщенні проекрованої установки необхідно забезпечити: зручність монтажу, обслуговування і ремонту установки і її елементів, компактність розташування устаткування, що дозволяє скоротити площу для його установки і протяжність трубопроводів; можливість реконструкції і розширення без тривалої зупинки устаткування; дотримання вимог техніки безпеки і протипожежного захисту.

Двері машинних відділень повинні виходити назовні будівель або в коридори, відокремлені дверима від інших приміщень і відкриваються у бік виходу.

Будівельно-монтажні і архітектурні вимоги включають в себе: скорочення площ приміщень для устаткування систем КП і їх елементів. Естетичну ув'язку елементів систем КП з інтер'єром приміщень, забезпечення мінімальних витрат часу на монтаж, випробування і наладку систем з можливістю по зонного введення їх в експлуатацію. Ув'язку робіт по спорудженню конструкцій будівель з монтажем систем КП. Звуко- і віброізоляцію рухомого устаткування від елементів будівельних конструкцій.

Електробезпека

Електробезпека - система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму. Небезпека електричного струму на відміну від інших небезпек посилюється тим, що людина не в змозі без спеціальних

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приладів виявити напругу дистанційно, а також швидкоплинність поразки - небезпека виявляється, коли людина вже уражена. Аналіз смертельних нещасних випадків показує, що на долю поразок електричним струмом доводиться на виробництві до 40%, в енергетиці - до 60 % ; велика частина поразок (до 80 %) відбувається в електроустановках напругою до 1000 В (110- 380 В).

Проходячи через живі тканини людини, електричний струм надає термічну (опіки), електролітичну (електроліз) і біологічну дію. Розрізняють також механічні пошкодження від дії електричного струму. Це приводить до різних порушень в організмі, викликавши як місцеве ураження тканин і органів, так і загальну поразку організму. Розрізняють два види поразок електричним струмом: місцеві електричні травми (електротравми) і електричний удар.

Однофазні замикання струму, які можуть виникнути в електричних машинах, апаратах, приладах, на ЛЕП, небезпечні тим, що на корпусах і опорах з'являється напруга, достатня для поразки людини і виникнення пожежі. Струм замикання створює небезпечну напругу не лише на самому устаткуванні, але і біля нього, розтікаючись з підстав і фундаментів.

Захист від поразки електричним струмом і спалахів можна здійснити захисним відключенням (відключають пошкоджену ділянку мережі швидкодіючим захистом), або захисним заземленням (знижують напругу дотику і кроку), або зануленням (відключають устаткування і знижують напругу дотику і кроку на період, поки не спрацює відключаючий апарат).

Електробезпека устаткування

Згідно правилам пристрою електроустановок, всі електричні установки

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

діляться на дві групи залежно від напруги до 1000 В і понад 1000 В. Для комфортного СКП в експлуатації знаходяться установки лише першої групи з напругою до 1000 В

Виробниче приміщення всіх типів залежно від ступеня ураження електричним струмом діляться на три категорії:

1) приміщення без підвищеної небезпеки - без струмопровідного пилу, без великої кількості сповільнених металевих предметів (адміністративні, учбові приміщення і т. д.);

2) приміщення з підвищеною небезпекою - сирі, з $\varphi > 75\%$, температурою повітря більше 30°C , з підлогою із струмопровідних матеріалів (цегельні, бетонні) з можливістю дотику до металевих корпусів устаткування і заземлених металоконструкцій (вентилі, камери, камери холодильників і ін.);

3) особливо небезпечні приміщення - особливо сирі, з наявністю хімічно активного середовища і два і більш за ознаки, що характеризують приміщення з підвищеною небезпекою.

Дане приміщення холодильної установки відноситься до першої категорії.

Розрахунок системи штучного заземлення

Виконаємо розрахунок системи заземлення.

Розрахункове значення питомого опору ґрунту визначаємо по формулі:

$$\rho_p = \rho_f \cdot y, \quad (8.1)$$

де ρ_f – фактичний питомий опір ґрунту

(для чорнозому дорівнює $30 \text{ Ом}\cdot\text{м}$);

y - кліматичний коефіцієнт, приймаємо $y=1,5$

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідну кількість вертикальних заземлювачів визначаємо по формулі

$$n = R_0/R_{\text{тр}}, \quad (8.5)$$

де R_0 – опір одного вертикального заземлювача;

$R_{\text{тр}}$ - необхідний опір заземлення, в електричних

установках з напругою до 1000 В $R_{\text{тр}} = 4$ Ом.

В результаті отримуємо:

$$n = 14,6/4 = 3,65$$

Підбираємо найближче стандартне число заземлювачів $n'=4$.

Тепер визначаємо опір системи вертикальних заземлювачів:

$$R_{\text{св}} = R_0/(n' \cdot h_{\text{в}}), \quad (8.6)$$

де R_0 - опір одного вертикального заземлювача;

n' – число заземлювачів;

$h_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів

вибираємо $h_{\text{в}}=0,83$. Тоді

$$R_{\text{св}} = 14,6/(4 \cdot 0,83) = 4,4 \text{ Ом}$$

Визначимо опір сполучної смуги (шини). При розміщенні заземлювачів в ряд довжина смуги визначається вираженням:

$$L = (n'-1) \cdot l', \text{ м} \quad (8.7)$$

$$L = (4 - 1) \cdot 5 = 15 \text{ м}$$

Опір сполучної смуги знаходимо по формулі:

$$R_{\text{п}} = \rho_{\text{р}}/(2 \cdot p \cdot L \cdot h_{\text{г}}) \cdot \ln(L^2/(d \cdot t_0)), \quad (8.8)$$

де $h_{\text{г}}$ – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів,

визначуваний $h_{\text{г}}=0,89$. Тоді

$$R_{\text{п}} = 45/(2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 0,89) \cdot \ln(15^2/(0,045 \cdot 0,5)) = 4,94 \text{ Ом}$$

Опір всієї системи визначається вираженням:

$$R_{\text{с}} = R_{\text{п}} \cdot R_{\text{св}} / (R_{\text{п}} + R_{\text{св}}), \quad (8.9)$$

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

де $R_{\text{п}}$ – опір сполучної смуги

$R_{\text{св}}$ – опір системи вертикальних заземлювачів.

Після підстановки числових значень отримуємо

$$R_c = 4.94 \cdot 4.4 / (4.94 + 4.4) = 2.33 \text{ Ом}$$

Згідно вимогам, опір захисного заземлення у будь-який час року в установках напругою до 1000 В не повинно перевищувати 4 Ом.

Порівнюючи отримане в результаті розрахунку R_c з $R_{\text{тр}}$, бачимо, що $R_c < R_{\text{тр}}$, а значить вимога виконана.

Пожежна профілактика

Пожежа - горіння поза спеціальним вогнищем, що завдає матеріального збитку і що створює небезпеку для життя людей. Оскільки кількість пожеж з року в рік збільшується то, створюється необхідність створювати на підприємствах умови, при, яких виникнення і поширення пожежі стає мінімальним (підвищувати пожежну безпеку будівлі).

Пожежна безпека - стан об'єкту, при якому зі встановленою вірогідністю унеможливується виникнення і розвиток пожежі (до такої міри, коли контроль вже неможливий) і дії на людей небезпечних чинників пожежі, а також забезпечується захист людей і матеріальних цінностей.

Заходи щодо пожежної профілактики розділяються на організаційні, технічні, режимні і експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію машин, правильний вміст будівель, території, протипожежний інструктаж робітників і службовців, організацію добровільних пожежних дружин.

До технічних заходів відносяться дотримання протипожежних норм і правил при проектуванні будівель, при обладнанні електропроводів і устаткування, опалювання, вентиляції, освітлення, правильне розміщення устаткування.

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заходи режимного характеру - це заборона куріння в не встановленому місці, виробництво зварювальних і інших вогневих робіт в пожароопасних приміщеннях.

Експлуатаційними заходами є своєчасні профілактичні огляди, ремонти і випробування технологічного устаткування.

Здатність конструкцій чинить опір дії пожежі в перебігу певного часу при збереженні експлуатаційних функцій називається вогнестійкістю. Залежно від величини межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій і меж поширення вогню по цих конструкціях будівлі і споруди по вогнестійкості підрозділяються на вісім мір.

Основні конструкції машинних залів мають бути II мірі вогнестійкості з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості 0,75 ч.

Підвищити вогнестійкість будівель і споруд можна облицюванням або обштукатурюванням металевих конструкцій. Велике значення має захист дерев'яних конструкцій, оскільки при нагріві їх поверхні до 270 - 280 °С вони спалахують і продовжують горіти самостійно.

Захист від поширення полум'я в установках вентиляторів досягається за допомогою вогнепреградителів, швидкодіючих заслінок, водяних завіс і тому подібне. Вогнепреградителі - це установки які перешкоджають поширенню полум'я по каналах систем вентиляції і кондиціонування повітря.

У приміщеннях як автоматична пожежна сигналізація використовується АДО (автоматичною димовий оповіщувач). Принцип його дії заснований на тому, що продукти горіння впливають на іонізаційний струм, що наводить в дію електромагнітне реле, яке включає систему сигналізації.

Засоби і матеріали, за допомогою яких припиняється горіння, називаються вогнегасящими засобами.

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Вогнегасники по вигляду вогнегасячих засобів підрозділяють на рідинні, вуглекислотні, хімпінні, повітря - пінні, хладонові, порошкові і комбіновані.

Вибір типу і розрахунок необхідної кількості вогнегасників слід виробляти залежно від вогнегасячої здатності, граничної площі, класу пожежі горючих речовин і матеріалів приміщенні, що захищається, або на об'єкті згідно ІСО N 3941 - 77.

У нашому випадку для гасіння пожежі можна використовувати порошкові вогнегасники. Необхідна кількість цих вогнегасників для гасіння пожежі:

у шахті площею 648 - дорівнює 2 болона по 5 л;

у приміщенні де знаходиться припливно-витяжна установка і пульт управління - дорівнює 1 болон на 5 л.

Відстань від можливого вогнища пожежі до місця розміщення вогнегасника не повинна перевищувати: 20 м - для громадських будівель і споруд.

Розрахуємо кількість сплінкерних розеток, необхідних для гасіння приміщення шахти.

$$n = S/S' = \frac{254}{12} = 21 \quad (8.10)$$

Приймаємо $n=21$

Визначимо витрату води на пожежогасінню для розеток:

$$G = n \cdot 30 \cdot \frac{3600}{1000} = 21 \cdot 30 \cdot \frac{3600}{1000} = 2268 \text{ (м}^3\text{/ч)} \quad (8.11)$$

Особливу увагу необхідно приділяти евакуації людей з приміщень. Евакуація проводиться по заздалегідь спланованих дорогах, які прагнуть зробити мінімальними для проходження людьми до безпечного місця. Схеми евакуації розташовані в доступних для погляду людини місцях. Всі люди

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знаходяться в будівлі повинні строго дотримувати ці розроблені інструкції для того, щоб під час екстреної ситуації не сталося тисняви, травм, пошкоджень або інших неприємних речей.

Освітлення

Освітлення відноситься до одного з основних зовнішніх чинників, що постійно впливають на людину в процесі праці. Позитивний вплив освітлення на продуктивність праці і його якість не викликає сумніву. Так, сонячне освітлення збільшує продуктивність праці в середньому на 10%, а штучне на 13%, при цьому можливість браку знижується на 20-25%.

Ретельний і регулярний догляд за установками природного і штучного освітлення має важливе значення для створення раціональних умов освітлення, зокрема, забезпечення необхідних величин освітленості без додаткових витрат електроенергії.

У установках з люмінесцентними лампами і лампами ДРЛ необхідно стежити за справністю схем включення (не повинно бути видимих оку мигань ламп).

Чищення скла світлових отворів повинне робитися не рідше 2 раз на рік для приміщень з незначним виділенням пилу і не рідше 4 раз на рік для приміщень із значними виділеннями пилу, для світильників - 4 - 12 раз на рік, залежно від характеру запиленої виробничого приміщення.

Своєчасно потрібно замінювати лампи, що перегоріли, перевіряти рівень освітленості в контрольних точках виробничого приміщення.

Розрахуємо систему освітлення приміщення пультової.

Вихідні дані для розрахунку:

Довжина - 3 м, ширина - 2 м, висота - 3 м.

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для освітлення даного приміщення вибираємо люмінісцентні лампи.

Площа приміщення:

$$S = a \cdot b = 3 \cdot 2 = 6 \text{ (м}^2\text{)} \quad (8.12)$$

Висота світильника над робочою зоною :

$$H_{раб} = H - h_{раб} = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ (м)} \quad (8.13)$$

Відстань між центрами світильників:

$\frac{L_k}{H_{раб}} = 1,4$ – коефіцієнт для люмінісцентних ламп.

$$L_k = 1,4 \cdot 2,2 = 3,08 \text{ (м)}$$

Приблизне число світильників:

$$N = \frac{S}{L_k^2} = \frac{6}{3,08^2} = 0,63 \quad (8.14)$$

Приймаємо приблизно $N=1$.

Визначаємо світловий потік світильника:

$$\Phi_l = \frac{100 \cdot E_n \cdot S \cdot z \cdot K}{N \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 1,4}{1 \cdot 41} = 6760 \text{ (лм)}. \quad (8.15)$$

Приймаємо до установки лампи ЛДЦ80 в кількості $n=2$ шт., кожна з яких має світловий потік $\Phi_l=3740$ лм.

Визначаємо відхилення світлового потоку :

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{л2} - \Phi_l}{\Phi_{л2}} = \frac{(3740 \cdot 2) - 6760}{3740 \cdot 2} \cdot 100\% = 9,6\% \quad (8.16)$$

Нарешті, визначимо потужність освітлювальної системи:

$$P = n \cdot N \cdot P_i \quad (8.17)$$

У цій формулі n - кількість світильників прийнята;

N – Приблизне число світильників; P_i – потужність однієї лампи (для світильників ЛДЦ80 $P_i=80$ Вт). Тоді $P = 2 \cdot 1 \cdot 80 = 160$ Вт

Захист від шуму і вібрації

БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виробничий шум супроводжується шумом і вібрацією, джерелами виникнення яких є машини з неврівноваженими масами, що обертаються, технологічні схеми, установки і апарати, в яких переміщення рідин і газів відбувається з великими швидкостями і супроводжується пульсацією.

Механічні коливання устаткування і його вузлів, комунікацій і споруд при дозвукових і частково звукових частотах називають вібрацією.

Розрізняють локальну (місцеву) вібрацію, що передається через руки і загальну вібрацію, що передається через опорні поверхні на тіло людини.

Методи захисту від шуму і вібрації підрозділяють на архітектурно-планувальні і організаційно-технічні.

Архітектурно-планувальні включають; раціональне акустичне планування будівель і генеральних планів об'єктів. Раціональне розміщення устаткування.

Організаційно-технічні методи захисту передбачають: вживання малошумних машин, вдосконалення технології ремонту і обслуговування машин.

Засоби захисту від шуму і вібрації розділяють на наступні види: засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення; засоби, що знижують шум на дорозі його поширення; засоби індивідуального захисту.

Шум і вібрацію в джерелі його виникнення зменшують, замінюючи ударні процеси ненаголошеними, застосовуючи деталі з не звучних матеріалів, підтримуючи оптимальні зазори у вузлах, покращуючи умови обтікання деталей і вузлів повітряними, газовими і рідинними потоками.

Шум і вібрацію на дорогах їх поширення ослабляють акустичними засобами звуко- і віброізоляції, звуко- і вібропоглинання, глушення звуку.

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

Звукоізоляцію забезпечують вживанням ефективних по ізоляції шуму конструкцій обгороджувальних; ущільненням вікон, дверей, отворів і місць проходу комунікацій через конструкції, що захищають; установкою звукоізолюючих кожухів, екранів, обгороджувальних і кабін. Матеріал повинен добре відображати звукові хвилі, перешкоджаючи їх поширенню.

Звукопоглинання передбачає вживання звукопоглинальних облицювань і об'ємних поглиначів звуку.

Віброізоляцію здійснюють, застосовуючи віброізолюючі опори і пружні прокладки, виконуючи конструкційні розриви між джерелом вібрації і будівельними конструкціями.

Як віброізолюючі опори використовують віброізолюючі фундаменти і опори з пружинними, пружинно-гумовими і гумово-металевими амортизаторами.

Вібропоглинання забезпечують нанесенням на віброуючі поверхні обгороджувальних, трубопроводів і воздуховодов матеріалів з великим коефіцієнтом внутрішнього тертя.

Глушники застосовують для зниження аеродинамічного шуму систем вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалювання. Зменшення шуму в глушниках досягається шляхом вживання звукопоглинальних матеріалів.

До засобів індивідуального захисту від шуму відносять проти галасливі навушники, вкладиші, шлеми і каски, що дозволяють понизити рівень шуму залежно від його частоти на 5-40 дБ. Для захисту від шуму високого рівня застосовують проти галасливі костюми.

Індивідуальний захист від вібрації забезпечується вживанням рукавиць і рукавичок, вкладишів і прокладок, спеціального взуття, нагрудників, поясів і спеціальних костюмів, виготовлених з упругодемпфирующих матеріалів.

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Долікарська допомога.

Перша допомога при поразці електричним струмом.

Долікарська допомога потерпілому від електричного струму складається з двох послідовних етапів. Перш за все необхідно швидко звільнити людину, що потерпіла від дії струму, і потім негайно приступити до надання першої допомоги.

Звільнити людину, що потерпіла від дії струму, можна декількома засобами.

Найбільш простий засіб - відключення відповідної частини електроустановки. Окрім того, при напрузі до 1000 В можна перерізувати або перерубати дроти або відтягнути потерпілого від струмоведучої частини, відкинути від нього дріт і так далі. При напрузі вище 1000 В застосовують ті ж способи, але при цьому обов'язково застосовують діелектричні рукавички, боти.

Після звільнення потерпілого від дії струму, йому надають необхідну медичну допомогу тут же на місці.

Заходи першої медичної допомоги залежать від його стану. Якщо потерпілий в свідомості, але до цього був в непритомності або нетривалий час знаходився під впливом струму, йому необхідно створити повний спокій. За відсутності свідомості, але якщо збереглося дихання слід укласти потерпілого на м'яку підстилку, забезпечити приплив свіжого повітря, давати нюхати нашатирний спирт.

Якщо потерпілий дихає насилу - необхідно робити штучне дихання і масаж серця. За відсутності ознак життя, тобто за відсутності дихання, серцебиття, пульсу, не можна вважати потерпілого мертвим. В цьому випадку також треба робити штучне дихання і масаж серця.

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перша допомога при поразці хладагентами.

При отруєнні хладагентом необхідно негайно вивести потерпілого на свіже повітря. Якщо дихання припинилося, треба провести штучне дихання. За наявності дихання проводять інгаляцію теплою парою лимонної кислоти.

При попаданні рідкого аміаку на шкіру обережно розтирають обморожену ділянку стерильною ватяною кулькою або марлевою серветкою до почервоніння шкіри. Обморожене місце після цього обтирають спиртом і накладають на нього марлеву пов'язку. В разі утворення на тілі міхурів шкіру розтирати не можна - на обморожену ділянку тіла необхідно також накласти стерильну пов'язку.

При попаданні в очі негайно промивають їх струменем води кімнатної температури, а потім пускають в очі декілька крапель 2-4 % - ного розчину борної кислоти.

При задусі, викликаній недоліком кисню в приміщенні, заповненому газоподібним хладомом, необхідно негайно вивісь пострадавшего на свіже повітря. Рекомендується пиття, вдихання кисню в течії 30 -45 мин. В разі припинення дихання слід робити штучне дихання до приходу лікаря.

При попаданні хладону в очі їх промивають струменем води кімнатної температури під невеликим тиском і закачують в очі стерильне вазелінове масло, після чого необхідно звернутися до лікаря.

Перша допомога при опіках і обмороженні

При роботі в холодильних камерах і на відкритому повітрі в зимовий час можливі обмороження.

Обморожену частину тіла обережно розтирають сухою шерстяною ганчіркою або сукниною, аби відновити кровообіг і відігріти її до нормальної температури тіла. Після почервоніння шкіри, що свідчить про відновлення

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кровообігу, її змащують борним вазеліном або несолоним харчовим жиром, накладають стерильну пов'язку і вкривають пострадавшего теплим одягом або ковдрою.

При опіках першого ступеня (почервоніння і припухлість шкіри) на уражене місце накладають примочки із слабого розчину марганцевий - кислого калія, після чого місце опіку забинтовують. При опіках другої (водяні міхури) і третій (глибокі пошкодження і омертвіння тканин) мірі одяг або взуття краще не знімати, а розрізати, зробити перев'язку, як при пораненнях, і направити пострадавшего в здравпункт.

При дуже сильних опіках викликають швидку допомогу; пострадавший повинен лежати непорушно; уражені місця накривають чистим простиралом.

При опіках міцними кислотами або рідким аміаком уражене місце треба негайно промити сильним струменем води, а потім 5% - ним розчином марганцевий - кислого калія або 10% - ним розчином питної соди; після промивання накладають марлю, просочену сумішшю рослинної олії і вапняної води в рівному співвідношенні. У випадках попадання кислоти або її пари в порожнину рота або в очі їх треба промити 5% - ним розчином питної соди.

Глибокі поразки відбуваються при опіках їдкими лугами. В цьому випадку уражене місце необхідно промити швидкоплинним струменем води, а потім додатково слабким розчином оцетової кислоти або розчином борної кислоти.

Розрахунок вентиляції приміщення

Розрахувати продуктивність системи вентиляції приміщення пультовою, для однієї людини.

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані:

$a=3\text{ м}$ – довжина приміщення;

$b=2\text{ м}$ – ширина приміщення;

$c=3\text{ м}$ – висота приміщення;

Розраховуємо об'єм приміщення по формулі:

$$V=a \cdot b \cdot c \quad (8.18)$$

$$V=3 \cdot 2 \cdot 3 = 18 \text{ м}^3$$

Далі визначимо максимальну кількість робочих станцій для приміщення

$$n_{\max}=S_{\text{пом}}/S_{\text{норм}}, \quad (8.19)$$

де $S_{\text{норм}}=6\text{ м}^2$ – площа для одного робочого місця;

$$S_{\text{пом}}=a \cdot b \quad (8.20)$$

$$S_{\text{пом}}=3 \cdot 2=6 \text{ м}^2$$

$S_{\text{пом}}$ – площа приміщення;

$n_{\max}=6/6=1$ – к-ть робочих місць.

Витрата повітря під час надходження надлишкового тепла визначається по формулі:

$$L=\sum Q/(c_{\text{возд}} \cdot \rho_{\text{возд}} \cdot (t_{\text{уд}}-t_{\text{пр}})), \quad (8.21)$$

де L – продуктивність системи вентиляції, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$c_{\text{возд}}=1,005 \text{ кДж/кг}\cdot\text{С}$ – питома теплоємність повітря при постійному тиску;

$\rho_{\text{возд}}=1,2 \text{ кг/м}^3$ - щільність повітря;

$t_{\text{уд}}=24^\circ\text{С}$ - температура повітря, що видаляється. Для теплого періоду року і робіт «легка 1б» температура має бути від $(22\dots24)^\circ\text{С}$;

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{пр}$ – температура припливного повітря. Обчислюється за формулою:

$$t_{пр} = t_{уд} - \Delta t_{раб} \quad (8.22)$$

$$t_{пр} = 24 - 5 = 19^{\circ}\text{C}$$

$$\sum Q = Q_{людей} + Q_{компьютера} + Q_{освещ.} + Q_{оборуд.} = 170 + 300 + 160 + 300 = 930 \text{ Вт} \quad (8.23)$$

$$Q_{людей} = q_{л} \cdot n = 170 \cdot 1 = 170 \text{ Вт}$$

$$Q_{компьютера} = q_{к} \cdot n = 300 \cdot 1 = 300 \text{ Вт}$$

$$Q_{освещ.} = 160 \text{ Вт}$$

$$Q_{оборуд.} = 300 \text{ Вт}$$

$$L = 0,93 / (1,005 \cdot 1,2 \cdot (24 - 19)) = 0,154 \text{ м}^3/\text{с} = 555 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Визначаємо настановну потужність електродвигуна для вентиляції по формулі:

$$N = k \cdot L \cdot H \cdot 10^{-6} / (3,6 \cdot \eta_{вент} \cdot \eta_{прив}), \quad (8.24)$$

де k – коефіцієнт запасу ($k = 1,05 \dots 1,5$);

H – аеродинамічний опір вентилятора, $H = 300 \text{ Па}$;

$\eta_{вент}$ – ККД вентилятора;

$\eta_{прив}$ – ККД приводу, який при клиноременной передачі рівний 0,95;

$$N = 1,2 \cdot 555 \cdot 300 \cdot 10^{-6} / (3,6 \cdot 0,6 \cdot 0,95) = 0,1 \text{ кВт}$$

Приймаємо для нормальної вентиляції нашого приміщення продуктивність системи вентиляції рівну $L = 555 \text{ м}^3/\text{ч}$, осьовий вентилятор потужністю $N = 0,1 \text{ кВт}$. Якщо розрахунок вентиляції проводиться по декількох напрямках, за кінцевий результат береться найбільше значення.

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

Висновок:

При вирішенні завдань по охороні праці необхідно чітко представляти сутність процесів і відшукати засоби (найбільш відповідні до кожного конкретного випадку), що усувають вплив на організм шкідливих і небезпечних чинників і що виключають по можливості травматизм і професійні захворювання.

При поліпшенні і оздоровленні умов роботи праці важливими моментами, є комплексна механізація і автоматизація технологічних процесів, вживання нових засобів обчислювальної техніки і інформаційних технологій в наукових дослідженнях і на виробництві.

Здійснення заходів щодо зниження виробничого травматизму і професійної захворюваності, а також поліпшення умов роботи праці ведуть до професійної активності трудящих, зростанню продуктивності праці і скорочення втрат при виробництві. Оскільки охорона праці якнайповніше здійснюється на базі нової технології і наукової організації праці, то при розробці і проектуванні об'єкту використовуються новітні розробки.

					БКВ 04. 019. 008 ДП ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ

Організаційне обґрунтування проекту.

Класифікаційна оцінка проекту:

- клас - монопроект, тому що проект орієнтований на певне середовище застосування;
- тип - техніко - економічний, тому що характеризується показниками швидкості, продуктивності, зниженням собівартості, збільшенням продуктивності роботи;
- вид - комбінований, тому що містить дослідницький, інноваційний і ін. види;
- тривалість - короткостроковий, тому що створюється за порівняно малі строки;
- по ступені складності - СКП комплексу може бути віднесений до 3-йї групі складності ;
- рівень - локальний.

Навколишнє середовище проекту - сукупність зовнішніх і внутрішніх факторів, що роблять вплив на проект:

Внутрішні фактори: помилки проектування, недолік матеріалів, зміни технології (поява нових технологій кондиціонування, більше раціональних).

Зовнішні фактори: соціальні (зміни в перевагах), політичні (політичні реформи, зміна влади й т.д.).

Проект не відокремлений від навколишніх умов, тому необхідно заздалегідь вивчити об'єкт і його навколишнє середовище .

Результатом готового проекту буде розроблена програма, що здійснює розробку СКП.

Життєвий цикл проекту.

Життєвий цикл проекту - послідовність фаз проекту, що задається виходячи з потреб керування проектом.

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будь-який проект проходить через певні етапи у своєму розвитку. Стадії життєвого циклу проекту можуть різнитися залежно від сфери діяльності й прийнятої системи організації робіт. Однак, у кожного проекту можна виділити початкову (передінвестиційну) стадію, стадію реалізації проекту й стадію завершення робіт із проекту. Це може здатися очевидним, але поняття життєвого циклу проекту є одним з найважливіших для керівника проекту, оскільки саме поточна стадія визначає завдання й види діяльності, використовувані методики й інструментальні засоби.

Життєвий цикл проекту має 4 фази: формулювання проекту, планування, здійснення, завершення.

– Формулювання проекту. Цей етап має на увазі функцію ініціації проекту. На цьому етапі ідея проекту знаходить "текстуальне" втілення, проводиться вивчення проблеми і пошук джерел фінансування. Ефективне дослідження теми й фондів допоможе спланувати виконання проекту і його бюджет.

До фази формулювання проекту відноситься: постановка завдань, визначення складу.

– Планування. Планування в тому або іншому виді проводиться в перебігу всього строку реалізації проекту. На самому початку життєвого циклу проекту звичайно розробляється неофіційний попередній план - грубе представлення про те, що буде потрібно виконати у випадку реалізації проекту. Розв'язок про фінансування проекту в значній мірі ґрунтується на оцінках попереднього плану. Формальне й детальне планування проекту починається після ухвалення рішення про його реалізацію. Визначаються ключові крапки проекту, формулюються завдання і їх взаємна залежність. Як правило план проекту не залишається незмінним, і в міру здійснення проекту зазнає постійному коректуванню з урахуванням поточної ситуації.

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До фази планування проекту віноситься: збір необхідної інформації для проекту, аналіз інформації, вибір коштів, розробка загального опису процесу, розробка структури програми.

– Здійснення. Після твердження формального плану на керівника проекту лягає завдання по його реалізації. У міру здійснення проекту керівник повинен постійно контролювати хід робіт. Контроль полягає в зборі фактичних даних про хід робіт і порівняння їх із плановими. На практиці відхилення між плановими й фактичними показниками трапляються завжди. Тому, завданням керівника є аналіз можливого впливу відхилень у виконаних обсягах робіт на хід реалізації проекту в цілому й у виробленні відповідних управлінських розв'язків.

До фази здійснення проекту відноситься: аеродинамічний розрахунок, підбір обладнання, комплексне налагодження завдань.

– Завершення. Проект закінчується коли минає його строк і досягнуті поставлені перед ним мети. Іноді закінчення проекту буває раптовим і передчасним, як у тих випадках, коли ухвалюється розв'язок припинити проект до його завершення за графіком. Як б то ні було, але коли проект закінчується, його керівник повинен виконати ряд заходів, що завершують проект. Їхній конкретний набір залежить від характеру самого проекту. Якщо в проекті використовувалося встаткування, треба зробити його інвентаризацію й, можливо, передати його для нового застосування. У випадку підрядних проектів треба визначити, чи задовольняють результати умовам підряду або контракту. Особливу увагу керівник проекту повинен звернути на підготовку заключного звіту. До фази завершення проекту відноситься: експериментальна експлуатація, оформлення документації, впровадження.

Далі в календарному плані робіт проекту детально приводяться строки виконання частин проекту.

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.1- Календарний план робіт проекту

Події	Строки виконання			
	Лютий	Березень	Квітень	Травень
Тепловий Розрахунок	5-30			
Аеродинамічний і акустичний розрахунок	30	14		
Розрахунок повітрянагрівача		15	1	
Розрахунок компресора і конденсатора			2	3
Підбір фільтрів і повітророзподільних приладів				4-15
Розрахунок основних техніко- економічних показників проекту				15-30
Оформлення розрахунково пояснювальної записки				31

Маркетингове обґрунтування проекту.

Споживачі відрізняються один від одного по різних параметрах, їхньої потреби, ресурси, звички, культура, відповідно, відрізняються і їхні споживчі інтереси й можливості. Тому може бути проведене сегментування ринку - це групування покупців залежно від прийнятого критерію. У цей час, на ринку кондиціонування й системи вентиляції й опалення України склалася важка обстановка. Вона обумовлена, з одного боку, наявністю добре розробленого встаткування для забезпечення комфортних умов кондиціонування всіх відомих світових фірм, таких як: „Вега” , „Sistemaer” , „Clivet”, з іншого боку, відсутністю законів, що захищають авторські права розроблювачів. Все це в

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

цілому не сприяє розвитку вітчизняних фірм. Але залишається певний сектор ринку, у якому є можливість для роботи. Це виробництво апаратів, холодильних машин і т.д.

Для забезпечення необхідних параметрів повітря в приміщенні застосовують центральну систему кондиціонування повітря. ЦСКП мають наступні переваги:

- можливістю ефективно підтримка заданої температури й відносної вологості повітря в приміщенні;
- зосередженням обладнання, що вимагає систематичного обслуговування й ремонту в малій кількості місць або навіть в одному місці;
- можливостями організації ефективного шумо й віброгасіння;
- не займають корисного обсягу приміщення, тому що розташовуються в основному в підвалі чи на даху.

За допомогою СКП приналежній акустичній обробці повітряводів, обладнання глушителей шуму й гасителів вібрацій можна досягти найбільш низьких рівнів шуму в приміщеннях і обслуговувати так само, як радіо й телевізійних студій.

Центральні системи мають деякі недоліки. Основним, з яких є необхідність проведення складних монтажних-будівельних робіт з установки кондиціонерів, прокладки повітряводів і трубопроводів, внаслідок чого застосування ЦСКП в існуючих будинках іноді стає неможливо.

Економічні розрахунки

Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення на створення систем вентиляції і кондиціонування повітря складаються з витрат, пов'язаних з придбанням устаткування, включаючи засоби автоматики, вартості виробничої площі, на якій воно

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

розміщується і витрат на будівельномонтажні роботи, безпосередньо пов'язані із створенням системи кондиціонування і вентиляції.

Капітальні вкладення визначають по формулі:

$$K = K_{об} + K_{тр} + K_{м} + K_{пр}, (грн.) \quad (9.1)$$

- где $K_{об}$ - вартість устаткування;

$K_{тр}$ - транспортні витрати, приймаються у розмірі 5-15% від вартості устаткування;

$K_{м}$ - витрати на монтажні і пусконаладжувальні роботи приймаються у розмірі 10-20% від вартості устаткування;

$K_{пр}$ - вартість проекту (проектної документації), приймаємо в розмірі 20 – 25 % від вартості обладнання.

$$K_{тр} = 0,05 \cdot 223931 = 11196 (грн.);$$

$$K_{м} = 0,15 \cdot 223931 = 33589 (грн.);$$

$$K_{пр} = 0,2 \cdot 223931 = 44786 (грн.);$$

$$K = 223931 + 11196 + 33589 + 44786 = 313503 (грн.).$$

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

Таблиця 9.2 - Капітальні вкладення на СКП

Назва обладнання	Ціна за одиницю, грн	Одиниці виміру	Кількість одиниць	Загальна вартість обладнання, грн
«ВЕЗА» КЦКП-12,5	38000	шт.	1	38000
CGAN – 200 фірми TRAINE	160000	шт.	1	160000
Жестяні повітроводи	159	п.м.	145	23051
Повітророзподільні решітка	90	шт.	32	2880
Вся вартість обладнання				223931
Транспортні витрати				11196
Витрати на монтажні роботи				33589
Вартість проектних робіт				44786
Всього капітальних вкладень				313503

Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційними витратами (поточні витрати) є витрати, пов'язані з експлуатацією системи кондиціонування і вентиляції, направлені на підтримку системи в робочому стані і на отримання необхідних параметрів повітря в приміщенні. При визначенні витрат враховуємо тільки основні статті витрат (прямі витрати) без врахування накладних витрат.

Вони включають:

1) Витрати на електроенергію (C_e)

2) Витрати на воду (C_v) і допоміжні матеріали (C_d)

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Витрати на заробітну плату (C_3)

4) Витрати на поточне обслуговування й поточний ремонт (C_0)

5) Амортизаційні витрати (C_a)

6) Інші витрати (C_i)

Витрати на електроенергію

$$C_3 = 0,7 \cdot N_y \cdot T_3 \cdot C_3 \quad (9.2)$$

- де C_3 - вартість 1 кВт електроенергії в годину;

N_y - сумарна настановна потужність;

T_3 - кількість годин роботи електродвигунів.

$$N_y = N_{уст.1} + N_{уст.2}$$

$$N_y = 20,3 + 12,7 = 33 \text{ кВт};$$

$$C_3 = 0,7 \cdot 33 \cdot 4380 \cdot 0,3 = 30353 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right).$$

Витрати на воду

$$C_6 = B \cdot t_y \cdot C_6 \cdot 10^{-3} \quad (9.3)$$

де B – витрата води на зволоження ,

t_y – кількість годин роботи в режимі зволоження;

C_6 – вартість 1 м³ води.

$$C_6 = 7896 \cdot 1080 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 12792 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right)$$

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допоміжні матеріали

$$C_m = C_{m1} + C_{m2} \quad (9.4)$$

Де C_{m1} - вартість річної витрати фреону, грн/рік;

C_{m2} - вартість річної витрати фільтруючого матеріалу, який визначається залежно від марки матеріалу, його запиленості і запиленості зовнішнього повітря, грн/год;

$$C_{m1} = 0,1 \cdot V \cdot \Pi_x = 0,1 \cdot 15 \cdot 232,3 = 348 (\text{грн.}) \quad (9.5)$$

де V – обсяг холодоагенту, заправляємого в систему, кг;

Π_x – вартість 1 кг хладагента, грн.

Вартість фільтруючого матеріалу:

$$C_{m2} = \frac{t_\phi \cdot f \cdot \Pi_m}{t_m} = \frac{4380 \cdot 12,4 \cdot 20}{1149} = 945 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right); \quad (9.6)$$

де t_ϕ – час роботи фільтру, год/рік;

f – робоча поверхня фільтруючого матеріалу, м²;

Π_m – вартість 1 м² фільтруючого матеріалу, грн.;

t_m – час роботи фільтруючого матеріалу, год/рік.

$$C_m = 348 + 945 = 1293 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right)$$

Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування

$$C_o = 0,05 \cdot K_{об} = 0,05 \cdot 223931 = 11196 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right) \quad (9.7)$$

Амортизаційні відрахування

$$C_a = 0,15 \cdot K_{об} = 0,15 \cdot 223931 = 33589 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right) \quad (9.8)$$

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інші витрати

Приймаємо у розмірі 3% від сумарних експлуатаційних

витрат:

$$C_{np} = 0,03 \cdot C_{об} = 0,03 \cdot 77595 = 2328 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right). \quad (9.9)$$

Результати розрахунків експлуатаційних витрат зводимо в таблицю:

Таблиця 9.3 – Експлуатаційні витрати

Найменування статей витрат	Сума, грн/рік
Витрати на електроенергію	30353
Витрати на воду	12792
Витрати допоміжні матеріали	1293
Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування	11196
Амортизаційні відрахування	33589
Інші витрати	2676
Всього експлуатаційні витрати, грн/год	91900

Розрахунок приведених витрат

Приведені витрати визначимо по формулі:

$$P_i = C_i + E_H \cdot K_i = 91900 + 0,15 \cdot 313503 = 138925 (\text{грн.}). \quad (9.10)$$

Визначимо пит омі витрати на 1 м³ повітря

Капітальні вкладення:

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K' = \frac{K}{V} = \frac{313503}{13370} = 23,44 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{м}^3} \right). \quad (9.11)$$

Експлуатаційні витрати:

$$C' = \frac{C}{V} = \frac{91900}{13370} = 6,87 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{год} \cdot \text{м}^3} \right). \quad (9.12)$$

Приведені витрати:

$$\Pi' = \frac{\Pi}{V} = \frac{138925}{13370} = 10,39 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{год} \cdot \text{м}^3} \right). \quad (9.13)$$

Розрахунок економії від утилізації тепла:

Знаючи вартість 1 Гдж теплової енергії визначимо вартість енергії, що утилізувала:

$$C_{\text{ут}} = 25 \cdot 0,436 \cdot 18 \cdot 180 = 35,3 (\text{тис.грн.}). \quad (9.14)$$

Розрахунки строку окупності капітальних вкладень

Після того як була встановлена система кондиціонування повітря кількість відвідувачів збільшилась, працездатність робітників поліпшилась, поменшала частота захворювання. У зв'язку із цим і збільшився прибуток центру. Вона склала 230000 грн. Отже, строк окупності капітальних вкладень складе:

$$T = \frac{K}{\Pi}, \text{ років}; \quad (9.15)$$

де: К - капітальні витрати, грн.;

Π - збільшення прибутку, грн.;

$$T = \frac{313503}{150000} = 2,09 \approx 2 \text{ роки};$$

Економічна ефективність СКП :

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{P}{K}; \quad (9.16)$$

$$E = \frac{150000}{313503} = 0,47;$$

Результати розрахунку зведемо в таблицю техніко-економічних показників СКП шахти.

Таблиця 9.4 - Техніко-економічні показники СКП шахти

Показники:	Проектований варіант:
Продуктивність по повітрі, $(\text{м}^3/\text{год})$	13370
Холодопродуктивність, (кВт)	50
Встановлена потужність, (кВт)	33
Витрата води, $(\text{м}^3/\text{год})$	8
Капітальні вкладення, тис.грн.:	313,5
Річні експлуатаційні витрати, тис.грн.:	92
Питомі витрати на 1м^3 повітря:	
- капітальні вкладення:	23,44
- експлуатаційні витрати:	6,87
- приведені витрати:	10,39
Економія від утилізації тепла, тис.грн:	35,3
Термін окупності, роки:	2

Висновок :

Проектowana система кондиціонування повітря повинна забезпечувати комфортні умови для робітників, що перебувають у шахті.

					БКВ 04. 019. 009 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

10 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА

Захист робітників шахти видобутку вугілля в умовах виникнення пожежі.

Умови виникнення пожежі

Пожежі – це складний фізико-хімічний процес, який супроводжується дифузним горінням при надлишку повітря і утворенням диму. В диму окрім кисню можуть знаходитися продукти неповного горіння: сажа, вуглекислий газ, сірководень, хлористий водень, окис азоту, спирти, альдегіди, кетони, кислоти та інші продукти неповного згорання, які розчиняючись у кисні можуть утворювати вибухонебезпечну суміш.

В останні роки в шахтах нашої країни збільшилась тенденція до виникнення пожеж, які призводять до великих матеріальних збитків та нерідко до людських втрат.

Основними умовами виникнення пожеж є:

- необачне поводження з вогнем (куріння, відкритий вогонь);
- несправність чи неправильна експлуатація електроприладів; електро побутових приладів, печей та димоходів, а також газових нагрівальних приладів;
- влучення блискавки.

Пожежна безпека виявляється наявністю наступних факторів:

- горючого середовища (конструкції, що згоряють, меблі, одяг, лакофарбові матеріали, килимові вироби);
- джерела спалахування (відкритий вогонь, коротке замикання електропроводів, перехідний опір контактів, перевантаження проводів, атмосферна та статична електрика, паління);

					БКВ 04. 019. 010 ДП ПЗ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- шляхи розповсюдження (отвори в конструкціях, вентиляційні канали, кабельні траси).

Для того, щоб споруда загального харчування пройшла перевірку на умову збігання з правилами протипожежної безпеки, вона повинна відповідати цілому ряду вимог.

Вимоги з протипожежної безпеки до споруд загального харчування.

Протипожежні вимоги до евакуаційних шляхів та виходів.

Шляхи евакуації забезпечують безпеку людей, якщо:

- вони є евакуаційними;
- їх ширина не менше мінімальної (1,05м – 1,75м);
- їх довжина не більш максимально допустимої (в залежності від поверхні і відзнак споруди);
- кількість евакуаційних виходів збігається з умовами безпеки.

Евакуаційні шляхи повинні забезпечувати безпечну евакуацію всіх людей через евакуаційні виходи.

Виходи є евакуаційними, якщо вони ведуть:

- з приміщення другого поверху надвір чи крізь вестибюль, коридор сходи;
- з приміщень будь-якого поверху, крім першого, в коридор, який веде на сходи, який має вихід надвір чи крізь вестибюль, який не має зв'язку з іншими приміщеннями, перемичками чи дверми;
- з приміщень в сусідні приміщення на одному поверсі, позначеними виходами в пункти «А» і «Б».

Двері мають відчинятися назовні. Двері на балкони та площадки, передбаченні для евакуації, двері з приміщень споруд з одночасним

					БКВ 04. 019. 010 ДП ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перебуванням там не більше 25 чоловік, а також двері санвузлів дозволяється робити так, щоб вони відкривалися всередину приміщення.

Протипожежні перешкоди

Протипожежні перешкоди – це спеціальні конструкції, передбаченні для запобігання розповсюдження пожежі по горизонталі та вертикалі. До протипожежних перешкод відносять:

- протипожежні стіни (вогнестійкі стіни, які мають межу вогнестійкості не менш 2,5 годин, вимощені вогнестійкими тепло та звукоізоляційними матеріалами);
- перешкоди (спеціальні перешкоди, які виконують функцію обмеження розповсюдження пожежі, а також для розділу приміщень різного призначення, які виконуються з вогнестійких конструкцій з межею вогнестійкості не менш 0,75 годин);
- між поверхневі перекриття (які виконують з вогнегасних матеріалів та мають межу вогнестійкості 1 годину);
- двері (спеціальні двері, з межею вогнестійкості не менш однієї години);
- протипожежні зони та інші пристрої в пустотах (щілинах) протипожежних перешкод.

Протипожежні вимоги до систем вентиляції

Інженерно-технічні працівники повинні забезпечити безпечну експлуатацію систем вентиляції. При експлуатації вентиляційних систем забороняється:

- використовувати вентиляційні шляхи в якості димоходів;
- підключати до вентиляційних шляхів газове обладнання;
- відключати чи знімати затримуючі вогонь прилади;
- вбирати накопичені в шляхах жирові відкладення, горючі речовини та конденсат;
- закривати витяжні канали, отвори, ґрати;

					БКВ 04. 019. 010 ДП ПЗ	Арк.
						113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- залишати двері вентиляційних камер відкритими.

Вогнестійкі прилади (заслінки, клапани) в вентиляційних повітряних шляхах, які перетинають протипожежні перешкоди, повинні періодично перевірятися та бути справними.

Мета та завдання пожежно-профілактичної роботи

Пожежна профілактика – комплекс інженерно-технічних і організаційних заходів, які спрямовані на забезпечення протипожежного захисту об'єктів народного господарства.

Головними завданнями профілактичної роботи є: розробка і здійснення заходів, які спрямовані на усунення наслідків, що можуть викликати виникнення пожежі і огородити розповсюдження пожежі і забезпечення умов для вдалої евакуації людей та майна в випадку пожежі, забезпечення своєчасного визначення виникнення пожежі, швидкого виклику пожежної охорони та вдалого гасіння пожежі.

Профілактична робота на об'єктах включає: періодичні перевірки стану пожежної безпеки об'єкту в цілому та окремих ділянок, а також забезпечення контролю за своєчасним виконанням встановлених заходів, проведення пожежно-технічних обстежень представниками Державного пожежного нагляду (Держпожнагляд) з врученням переліку встановлення дійсного контролю за виконанням переліку на наказів, виданих ними; постійний контроль за проведенням пожежно-небезпечних робіт, виконання протипожежних вимог на об'єктах нового будівництва, при реконструкції та переобладнанні цехів, установ, складів, та інших приміщень.

Інструктаж по заходах пожежної безпеки

Всі працівники, працюючі на підприємстві, повинні проходити спеціальну протипожежну підготовку в системі виробничого інструктажу з метою вивчення:

					БКВ 04. 019. 010 ДП ПЗ	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- правил пожежної безпеки і інструкції про заходи пожежної безпеки;
- показників пожежної безпеки речовин, які використовуються на виробництві;
- характеристик пожежної безпеки споруд, технологічних процесів і виробничого обладнання;
- правил утримання та використання первинних засобів пожежогасіння;
- послідовність дій у випадку пожежі.

Протипожежна підготовка (навчання) робітників підприємств складається з протипожежного інструктажу (вступного, первинного, повторного та позапланового) і занять по програмі пожежно-технічного мінімуму. Порядок проведення протипожежного інструктажу і занять по пожежно-технічному мінімуму з робітниками та службовцями встановлюється згідно з наказом чи розпорядженням. При проведенні протипожежного інструктажу і занять по пожежно-технічному мінімуму рекомендовано використовувати технічні засоби програмного навчання.

Первинні, повторні та позапланові інструктажі проводяться з урахуванням відмінностей кожного місця, цеху, а також підготовки інструктованих та характеру виконуваних робіт. При інструктажі на робочому місці вивчають пожежну безпеку технологічного процесу даного цеху, ділянки і робочого цеху, протипожежний режим в цеху, можливі причини та міри їх усунення.

Робітники та службовці підприємства повинні бути ознайомлені з дійсними на підприємстві протипожежними правилами та інструкціями, можливими наслідками виникнення пожеж і мірами їх попередження, виробничими ділянками, найбільш небезпечними в пожежному відношенні, а також з практичними діями в випадку виникнення пожежі (виклик чергової частини пожежної дружини, використання засобів пожежогасіння, припинення технологічного обладнання, порядок евакуації матеріальних

					БКВ 04. 019. 010 ДП ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цінностей). Проведення інструктажу необхідно супроводжувати показом засобів пожежогасіння і пожежного зв'язку, які мають бути на об'єкті.

Робочих і службовців мають навчити правильно користуватися пожежними кранами, прийомами пуску в дію стаціонарних насосів і дренажних систем.

Особа, яка проводила інструктаж, робить записи про проведення інструктажу у спеціальному журналі.

Права і обов'язки адміністративно-технічного персоналу в забезпеченні пожежної безпеки підприємств суспільного харчування

В відповідності з діючим законодавством відповідальність за забезпечення пожежної безпеки підприємств суспільного харчування несуть керівники цих об'єктів, які зобов'язані:

- забезпечити розробку інструкцій щодо мір пожежної безпеки для всіх підрозділів і окремих видів пожежно небезпечних робіт;
- організувати вивчення та виконання правил пожежної безпеки і інструкцій щодо мір пожежної безпеки кожним робочим та службовцем;
- встановлювати в виробничих, складських, адміністративних та допоміжних приміщеннях суворий протипожежний режим (порядок огляду і закриття приміщень після завершення робіт, умови проведення вогневих робіт, правила користування електронагрівальними приладами, визначення місць для куріння) і постійно контролювати його виникнення кожним з працюючих, а також відвідувачами;
- організувати на об'єкті добровільну пожежну дружину, а при наявності інженерно-технічного персоналу та пожежно-технічної комісії (ПТК), забезпечувати їх роботу відповідно до інструкції (якщо на підприємстві працює не більше 15 чоловік, ПТК не створюється, а її обов'язки

					БКВ 04. 019. 010 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		116

розподіляються між робітниками підприємства, на випадок виникнення пожежі);

- забезпечити об'єкт засобами пожежогасіння та зв'язку, а також утримувати їх в належному стані;
- назначити наказом осіб, відповідальних за пожежну безпеку цехів, майстерень та інших приміщень, а також за експлуатацію та справний технічний стан вентиляції, опалення, електроустановок, протипожежного забезпечення водою, протипожежного захисту, зв'язку і пожежогасіння, установ пожежної автоматики і систем оповіщення людей про пожежу;
- включати в функціональні обов'язки посадових осіб та інших спеціалістів рішення питань пожежної безпеки, виходячи з покладених на них службових та виробничих завдань;
- організувати розробку та введення мір, які направлені на удосконалення протипожежного режиму, зменшення пожежної безпеки технологічних процесів та виробничого обладнання;
- організувати своєчасне виконання заходів щодо забезпечення пожежної безпеки, запропонованої Держпожнаглядом та визначеними наказом вище стоячих органів; періодично перевіряти стан пожежної безпеки об'єкту, контролювати несення служби охорони та знання ним обов'язки на випадок пожежі, роботу добровільної дружини і приймати заходи для покращення їх діяльності;
- організувати розробку та своєчасне виконання заходів, націлених на забезпечення безпеки людей та захист матеріальних цінностей в випадку виникнення пожежі;
- забезпечення розробки планів дій обслуговуючого персоналу та відвідувачів в випадку виникнення пожежі та раз на рік організувати практичні тренування по відпрацьовування цих планів;

					БКВ 04. 019. 010 ДП ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечити утримання в постійній справності систем протипожежного захисту. В випадку несправності чи виходу зі строю цих систем приймати заходи по їх приведенню в робочий стан;
- організувати для робітників протипожежну підготовку, визначити строки, місце та порядок її проведення, а також список посадових осіб відповідальних за неї;
- розробити та утвердити список професій і приміщень, робітники яких повинні проходити навчання по програмі пожежно-технічного мінімуму, не допускати до роботи осіб, які не пройшли інструктаж;
- забезпечити галузеве розслідування пожеж, встановлення причин їх виникнення і винуватих осіб, а також розробку заходів по запобіганню подібних випадків;
- відповідальність за пожежну безпеку відділів, майстерень, кладовищ несе їх завідувач чи інші посадовці, які спеціально призначенні наказом керівника підприємства. Таблички зі зазначенням осіб, відповідальних за пожежну безпеку, вивішуються на видних місцях.

Посадовці, які відповідають за пожежну безпеку зобов'язані:

- знати пожежні властивості матеріалів та речовин, які використовуються чи зберігаються на їх ділянці та не допускати порушень правил їх зберігання;
- слідкувати за справністю сигналізації, телефонного зв'язку, систем опалення та вентиляції, станом шляхів евакуації, під'їздів, водопостачання та приймати міри щодо усунення їх несправності;
- знати правила використання засобів пожежогасіння і забезпечувати їх постійну здатність до використання;
- слідкувати за тим, що після закінчення робіт виконувалось прибирання робочих місць;
- після роботи вимикати електроживлення, крім вітринного та чергового.

					БКВ 04. 019. 010 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		118

Інженерно-технічний персонал, відповідальний за пожежну безпеку на окремих ділянках повинен знати пожежну безпеку технологічного процесу і дотримуватись правил та вимог протипожежного режиму, встановленого на підприємстві, слідкувати за їх дотриманням робітниками та службовцями, забезпечувати пожежно-технічну підготовку персоналу.

Керівники підприємств швидкого харчування, які винні, в залежності від характеру порушень та їх наслідків, несуть відповідальність у встановленому законом порядку.

Керівникам підприємств надано право накладати штраф на порушників правил та вимог пожежної безпеки а мають право піднімати питання про притягнення винуватого до судової відповідальності.

Висновок: Проведений аналіз дозволяє зробити наступні висновки: пожежа – є стихійним лихом, яке може привести до тяжких наслідків, а саме пошкодженню майна та людських втрат.

Захист робітників шахти видобутку вугілля в умовах виникнення пожежі є одним з головних завдань. Дотримання вимог і правил протипожежної безпеки забезпечує надійну роботу шахти та підвищує безпеку його робітників.

					БКВ 04. 019. 010 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		119

11. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стомахина Г.И., Бобровицкий И.И., Малявина Е.Г., Плотникова Л.В. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи: Справочное пособие. - М.: Пантори, Москва. 2003. - 308 с.: ил.
2. СНиП 2.04.05-91*
3. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. – М.: Евроклимат, 2006. – 640 с.: ил. – (Библиотека климатехника).
4. Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. 2003, 400с.
5. Кокорин О.Я. Отечественное оборудование для создания систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Москва 2005. - 97с.
6. ДБН В.2.6.-31:2006
7. Липа А.И. Основы теории и современные технологии обработки воздуха. – Одесса 2003: ОГАХ, 225 с.
8. Погорелов А.И. Тепломассообмен. – Одесса: Черноморье, 1999. – 123 с.
9. Морозюк Т.В. М80 Теория холодильных машин и тепловых насосов. – Одесса: Студия <<Негоциант >>, 2006. – 712 с. (с приложением).
10. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. - 223 с.: ил.
11. Кошкин Н.Н. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. Л., <Машиностроение> (Ленингр. отд-ние), 1976. 464 с. ил.

					БКВ 04. 019. 011 ДП ПЗ	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Голубков Б.Н. Проектирование и эксплуатация установок кондиционирования воздуха и отопления .М.: Энергоатомиздат, 1988. – 190 с.: ил.

13. Юдин Е.Я., Белов С.В., Баланцев С.К. Охрана труда в машиностроении.-М.: Машиностроение, 1983.- 432с.: ил.

					БКВ 04. 019. 011 ДП ПЗ	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		