

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



## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему: Проект СКП лабораторії виробництва препаратів  
для біологічного захисту рослин

Здобувача (ки)

Каспера Д.І.

4

курсу

ЕН-141а

групи

Керівник

к.т.н., доц. Подмазко О.С.

Консультанти:

к.т.н., доц. Піщанська Н.О.

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від \_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри ХУіКП \_\_\_\_\_

Михайло ХМЕЛЬНЮК

Одеса - 2024 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Низькотемпературної техніки та інженерної механіки
Кафедра	Холодильних установок і кондиціонування повітря
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Спеціальність	142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри  
д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.

«1» березня 2024 року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Каспера Дмитра Ігоровича

1. Тема роботи Проект СКП лабораторії по виробництва препаратів для біологічного захисту рослин

Затверджена наказом ОНТУ від 31.08.2023 р. наказ № 487-03

2. Термін задачі здобувачем закінченої роботи 30.05.2024 р.

3. Вихідні дані роботи

План приміщення. Місто: Запоріжжя, географічна широта-48, розрахункова зовнішня температура літом-  $31,2^{\circ}\text{C}$ , ентальпія- $58,6$  кДж/кг, взимку температура  $-22^{\circ}\text{C}$ ,

ентальпія  $-21,2$ кДж/кг; напрямок фасада: південь; параметри внутрішнього повітря

виробниче приміщення:  $t_{\text{п}} = 23^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_{\text{п}} = 50\%$ ;  $\omega = 0,3$  м/с; в інших приміщеннях:

$t_{\text{п}} = 23^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_{\text{п}} = 50\%$ , холодний період року виробниче приміщення:  $t_{\text{п}} = 21^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_{\text{п}} = 45\%$ ;

$\omega = 0,3$  м/с; в інших приміщеннях :  $t_{\text{п}} = 21^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_{\text{п}} = 45\%$ ;  $\omega = 0,3$  м/с;

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Вступ, основні вихідні дані проекту, розрахунок процесів літнього та зимового кондиціонування

повітря, проектування та розрахунок припливної та вентиляційної мережі, вибір і розрахунок

припливної установки, розрахунок і вибір основного холодильного обладнання, вибір схеми і,

приладів автоматичного регулювання, розрахунок економічних показників проекту, охорона праці,

цивільний захист, список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

План будівлі біолабораторії із нанесенням системи припливних і витяжних

повітроводів, аксонометричні схеми повітроводів – припливна та витяжна системи,

схема підключення ККБ, схема підключення котла

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	доц. Піщанська Н.О.	17.03.2024р.	15.05.2024р.
Цивільний захист	доц. Піщанська Н.О.	17.03.2024р.	15.05.2024р.
Економічна частина	доц. Піщанська Н.О.	17.03.2024р.	15.05.2024 р.

7. Дата видачі завдання 01.02.2024 р.

Керівник \_\_\_\_\_ Подмазко О.С.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Каспер Д.І.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літературних джерел, методик розрахунків, підготовка структури роботи	26.02.24	викон.
2	Підготовка основних розділів роботи	04.04.24	викон.
3	Підготовка розділу з охорони праці	22.04.24	викон.
4	Підготовка економічного розділу	06.05.24	викон.
5	Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	14.05.24	викон.
6	Підготовка графічної частини кваліфікаційної роботи	22.05.24	викон.
7	Підготовка презентації та доповіді	29.05.24	викон.

Здобувач-дипломник \_\_\_\_\_ Каспер Дмитро Ігорович

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Подмазко Олександр Степанович

*Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.*

*Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.*

Здобувач-дипломник \_\_\_\_\_ Каспер Дмитро Ігорович \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з: 81 сторінок друкованого тексту, 1 рисунок, 16 таблиць, 23 посилань на літературні джерела.

Метою проекту розробки системи кондиціонування повітря є забезпечення технологічного процесу виробництва препаратів для біологічного захисту рослин. Здійснено тепловологісний розрахунок приміщень, визначено витрату повітря  $G = 6,46$  кг/с ( $L=19300$  м<sup>3</sup>/год). У дипломному проекті спроектовано центральну систему кондиціонування приміщень лабораторій у м. Запоріжжя і запропоновано до використання центральний кондиціонер блочної конструкції фірми McQuay (Штати Америки), модель Eastdale STD 15, з витратою повітря 19500 м<sup>3</sup>/год і холодонавантаженням 58 кВт. Забезпечення холоду здійснюється холодильною машиною з повітряним охолодженням конденсатору фірми McQuay McSmart-CR 210CR, 63,6 кВт (охолодження), 67,2 кВт (обігрів), працюючий на фреоні 407C. Запропоновано до використання сучасні енергоефективні апарати і машини, а також оптимальні режими їхньої роботи, оптимізація й автоматизація даної системи, спосіб регулювання роботи системи кондиціонування повітря (теплий, перехідний) з різними режимами роботи. Запропонована система кондиціонування повітря збільшить ефективності виробництва біопрепаратів 20-25%, виробництво яких на кожному етапі має забезпечуватися певними умовами мікроклімату. Також в роботі розглянуто вимоги до об'єкту з питань цивільного захисту, охорони праці, здійснено економічна оцінка проекту.

За допомогою спроектованої СКП можна створити, автоматично підтримувати та регулювати задані параметри мікроклімату лабораторій виробництва препаратів для біологічного захисту рослин.

**Ключові слова:** система кондиціонування повітря, теплонавантаження, вологонавантаження, витрата повітря, біопрепарати, центральний кондиціонер.

					<i>КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ANNOTATION

The qualification work consists of: 81 pages of printed text, 1 figure, 16 tables, 23 references to literary sources.

The purpose of the air conditioning system development project is to ensure the technological process of production of preparations for biological protection of plants. The thermal and humidity calculation of the premises was carried out, the air consumption  $G = 6.46 \text{ kg/s}$  ( $L=19300 \text{ m}^3/\text{h}$ ) was determined. The diploma project designed a central air conditioning system for laboratory premises in the city of Zaporizhzhia and proposed to use a central air conditioner of block design by McQuay (United States of America), model Eastdale STD 15, with an air flow rate of  $19500 \text{ m}^3/\text{h}$  and a cooling load of 58 kW. Cold is provided by a McQuay McSmart-CR 210CR water-cooled condenser refrigerator, 63.6 kW (cooling), 67.2 kW (heating), operating on 407C freon. It is proposed to use modern energy-efficient devices and machines, as well as optimal modes of their operation, optimization and automation of this system, a method of regulating the operation of the air conditioning system (warm, transitional) with different modes of operation. The proposed air conditioning system will increase the efficiency of the production of biological preparations by 20-25%, the production of which must be ensured by certain microclimate conditions at each stage. The work also considered the requirements for the facility in terms of civil protection, labor protection, and carried out an economic evaluation of the project.

With the help of the designed SAC, it is possible to create, automatically maintain and regulate the set parameters of the microclimate of the laboratories for the production of preparations for biological protection of plants.

**Key words:** air conditioning system, heat load, moisture load, air consumption, biological preparations, central air conditioner.

					<i>КРБ.XViKII.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ.....	11
2. РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.....	13
3. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРИПЛИВНОЇ ТА ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ.....	20
4. ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПРИПЛИВНОЇ УСТАНОВКИ .....	24
5. РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	39
6. ВИБІР СХЕМИ І ПРИЛАДІВ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ.....	50
7. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ .....	55
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
9. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	80

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ВСТУП

Кондиціонування повітря - це автоматизоване підтримка в закритих приміщеннях всіх або окремих параметрів повітря (температура, відносна вологість, чистота та швидкість руху повітря) з метою забезпечення оптимальних умов найбільш сприятливих для самопочуття людей, ведення технологічного процесу, забезпечення схоронності цінностей культури.

Кондиціонування підрозділяється на три класи:

Для забезпечення метеорологічних умов, необхідних для технологічного процесу при допустимих відхиленнях за межами розрахункових параметрів зовнішнього повітря. В середньому 100 годин на рік при цілодобовій роботі або 70 годин на рік при роботі в одну зміну в денний час.

Для забезпечення оптимальних, санітарних або технологічних норм при допустимих відхиленнях в середньому 250 годин на рік при цілодобовій роботі або 125 годин на рік при роботі в одну зміну в денний час.

Для забезпечення допустимих параметрів, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією, в середньому 450 годин на рік при цілодобовій роботі або 315 годин на рік при роботі в одну зміну в денний час.

Нормативними документами встановлено оптимальні та допустимі параметри повітря.

Оптимальні параметри повітря забезпечують збереження нормативного та функціонального теплового стану організму, відчуття теплового комфорту і передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі параметри повітря - це таке їх поєднання, при якому не виникає ушкоджень або порушення стану здоров'я, але може спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття і зниження працездатності.

Допустимі умови, як правило, застосовують в будівлях, обладнаних лише системою вентиляції.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптимальні умови забезпечують регульовані системи кондиціонування (СКП). Таким чином СКП застосовують для створення і підтримки оптимальних умов і чистоти повітря в приміщеннях цілий рік.

мікроклімат визначає умови життя комах, однією з ключових біотехнологічних систем є система підготовки повітря – система технологічного кондиціонування.

Проблема забезпечення потрібних параметрів повітря при мінімізації енерговитрат має великий теоретичний і практичний інтерес при створенні адаптивних технологій вирощування ентомокультур. Подальші роботи з проектування нового і вдосконалення існуючого обладнання обумовлюють необхідність пошуку оптимальних методичних підходів до обґрунтування і оцінювання БТС експлуатації ентомокультур.

Зазначені вище особливості біологічного розвитку обумовлюють головну направленість технологічного процесу масового розведення ентомопродукції – на всіх операціях необхідно створювати умови утримання максимально однакові для усієї робочої зони – забезпечення температури і вологості повітря, вентиляції та освітлення. Рівномірний розподіл оптимальних абіотичних умов надає можливість підвищити ступінь синхронності розвитку ентомологічної культури. До найбільш вагомих абіотичних факторів, які впливають на розвиток комах відносяться щільність утримання та забезпечення гіротермічних умов.

Варіабельність технічних вимог до технологічних ліній виробництва ентомофагів є досить великою, що обумовлює доцільність проектного підходу до створення технологічних ліній та необхідність забезпечення адаптивних властивостей існуючих технологій.

Екологічна фізіологія, що вивчає зміни фізіологічних процесів на всіх рівнях під впливом екологічних факторів і адаптивне значення цих змін для організму (популяції), провідного значення, в період введення популяції в лабораторію і формування культури комах [2].

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Програми розведення комах діляться на лабораторні і масові (промислові) [12]. У дослідженнях з масового розведення комах можна виділити два напрямки, кілька відмінних по важливості справ. Перше з них – розведення з метою отримання культур комах для подальшого використання при реалізації програм, пов'язаних з біологічним придушенням шкідливих видів, друге – розведення господарських корисних видів комах – продуцентів сировини, продуктів харчування, медичних і біологічних препаратів, утилізаторів відходів та ін.

Цільова спрямованість програми розведення визначає принципи і методи роботи з культурами та вимоги, що до них пред'являються [14, 27]. Так, при вирішенні програм першого напрямку головна умова – отримання культур комах, які за фізіологічними, генетичними та етологічними особливостям наближаються до диким популяціям виду. В іншому випадку може виникнути небажаний екотип. Ці програми розраховані в основному на порівняно більш короткий термін, ніж програми другого типу, і культура зберігає сліди зв'язку з вихідним біоценозом. Однак в ряді програм комахи можуть відрізнятися від природних, що не виключає їх успішного використання.

Для реалізації програм першого напрямку вирішальним є створення таких умов розведення, які б раціонально наближалися до природних для виду, що є однією з умов конкурентоспроможності культур.

Дуже важливо встановити взаємозв'язок системи підготовки повітря з іншими системами з урахуванням їх адаптації до мінливих зовнішніх і внутрішніх умов. У загальному вигляді вимоги до повітряному середовищу приміщення характеризується нормованою чистотою і газовим складом, іонним спектром і бактеріальної флорою, барометричним тиском і комплексом метеорологічних параметрів. При нормуванні параметрів приймаються санітарно-гігієнічні або технологічні міркування, а також вимоги щодо забезпечення пожаро- і вибухобезпеки. Залежно від функціональних особливостей приміщення в ньому виникають відповідні

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обурення параметрів повітряного середовища, які необхідно компенсувати раціональними засобами до рівня їх нормативних значень Виходячи з цього на рисунку 2 представлена схема взаємозв'язку факторів, що обурюють і систем, що їх компенсують.

Всі обурення можна розділити на внутрішні і зовнішні. Внутрішні визначаються життєдіяльністю людей і технологічними процесами, що здійснюються в приміщенні. Зовнішні обурення з'являються тільки через огорожувальні конструкції приміщення. Вони залежать від теплофізичних характеристик і ступеня герметичності огорож, а також від конструктивно-планувальних рішень.

Системи компенсації представлені двома групами: системи які потребують використання зовнішнього повітря, і системи, що працюють без використання зовнішнього повітря.

До першої групи належать системи місцевої витяжки, які видаляють повітря, що підсмоктується з приміщення, назовні. Такі системи можуть бути вбудованими в технологічне обладнання. Їх використовують з метою зменшення кількості шкідливих речовин (продукти метаболізму) в повітрі зони, що обслуговується.

У другій групі систем компенсації використовується рециркуляційний. До цієї ж групи належать будь-які види систем опалення. Принциповий зв'язок цих систем з СКП полягає в тому, що вони можуть частково компенсувати обурення, видозмінюючи тим самим умови функціонування всієї системи підготовки повітря. Дещо осібно стоїть рециркуляційна система очищення повітря, в якій для розчинення домішок використовується зовнішнє повітря. Отже, основне призначення такої системи - зменшення мінімально неминучих витрат зовнішнього повітря.

З метою більш чіткого визначення витрат на зовнішні системи доцільно встановити логічні межі їх обліку: внутрішньооб'єктові, зовнішньооб'єктові.

Таким чином, загальна структура систем компенсації показує не тільки місце СКП серед інших систем, але і принципові особливості їх взаємодії.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

## 1.1 Характеристика будівельних конструкцій

Назва об'єкту: Лабораторія виробництва препаратів для біологічного захисту рослин.

Місце розташування - місто Запоріжжя.

Географічна широта 48°.

Каркасно-монолітна споруда

Стіни виготовлені з силікатної цегли ( $\delta_{кр} = 240$  мм), вкритого з двох сторін цементною штукатуркою ( $\delta_{шт} = 25$  мм), з утеплювача пінополіуретан ( $\delta_{ут} = 150$  мм).

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

штукатурка  $\lambda = 0,96$  Вт/(мК);

силікатного  $\lambda = 0,87$  Вт/(мК);

утеплювач пінополіуретан  $\lambda = 0,047$  Вт/(мК).

Тоді для стін коефіцієнт теплопередачі розраховуємо за формулою:

$$k_{cm} = \left( \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \right), \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$
$$k_{cm} = \left( \frac{1}{7} + \frac{0.15}{0.047} + \frac{0.025}{0.96} + \frac{0.7}{0.87} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 0.44, \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad (1.1)$$

де  $\alpha_{вн} = 7$  Вт/(м<sup>2</sup>К) – коефіцієнт тепловіддачі від внутрішньої поверхні стіни до повітря в приміщенні;

$\delta_i$  та  $\lambda_i$  - товщина та теплопровідність і-го шару огороження;

$\alpha_n = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>К) – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні стіни.

Перекриття зроблено з наступних матеріалів:

залізобетонна плита:  $\delta = 180$  мм;  $\lambda = 2,04$  Вт/(мК);

пінополіуретан:  $\delta = 120$  мм;  $\lambda = 0,047$  Вт/(мК);

цементно-пісчана стяжка:  $\delta = 20$  мм;  $\lambda = 0.93$  Вт/(мК);

руберойдовий килим:  $\delta = 5$  мм;  $\lambda = 0,17$  Вт/(мК).

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Тоді, для перекриття коефіцієнт теплопередачі буде дорівнювати:

$$K_{\text{пер}} = \left( \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right)^{-1}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$K_{\text{пер}} = \left( \frac{1}{7} + \frac{0.18}{2.04} + \frac{0.12}{0.047} + \frac{0.02}{0.93} + \frac{0.005}{0.17} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 0.3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

(1.2)

Вибираємо коефіцієнт теплосасвоєння матеріалу S шару на границі розділення. Потім розраховуємо опір R, теплову інерцію шару огороження D, теплову інерцію огороження  $\Sigma D$  за формулами наведеними нижче:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

(1.3)

де  $\delta$  - товщина шару огороження;

$\lambda$  - теплопровідність шару огороження.

$$D = R \cdot S$$

(1.4)

Таблиця 1.1- Характеристика огорожуючих конструкцій приміщення

№	Конструкція і матеріал	Щільність $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Товщина $\delta$ , м	Коефіцієнти			
				Питома теплопровідність $\lambda$ , Вт/(мК)	Теплосасвоєння, S, Вт/(м <sup>2</sup> К)	Термічний опір, R, (м <sup>2</sup> К/Вт)	Теплова інерція $\Sigma D$
1	Вікна с двухкамерного склопакета з звичайного скла					0.43	
2	Зовнішня стіна						
	штукатурка	1800	0.025	0.96	9,7	0.027	0.26
	Силікатна Цегла	1800	0.24	0.87	10.90	0.57	6.21
	Пінополіуретан	80	0.029	0.047	0,67	3.19	2.13
	штукатурка	1800	0.025	0.96	9,7	0.027	0.26
4	Внутрішні перегородки						
	штукатурка	1800	0.01	0.96	9,7	0,01	0,097

	Гіпсокартон	1050	0.0125	0.36	5.48	0.035	0.19
	штукатурка	1800	0.01	0.96	9,7	0,01	0,097
Загальна товщина перегородки			0.0325				
Перекриття							
	з/б плита	2500	0.18	2.04	18.7	0.07	1.3
	Пінополіуретан	80	0.035	0.047	0,67	3.19	2.13
	цем.пісч. шар	1800	0.02	0.93	19.1	0.21	4
	полімерний руберойд	600	0.015	0.17	6.7	0.088	0.59

## 2. РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

### 2.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря

Розрахункові літні параметри зовнішнього повітря категорії Б:

барометричний тиск  $P=1010$  гПа;

ентальпія зовнішнього повітря  $h=58,6$  кДж/кг;

температура зовнішнього повітря  $t=31,2$  °С;

розрахункова швидкість вітру 1 м/с;

амплітуда добових коливань температури  $\Delta t = 12,5$  °С.

Розрахункові зимові параметри зовнішнього повітря:

барометричний тиск  $P=1010$  гПа;

ентальпія зовнішнього повітря  $h=-21,2$  кДж/кг;

температура зовнішнього повітря  $t=-22$  °С;

Об'єкт представляє собою один поверх багатопверхової будівлі каркасно-монолітної сучасної споруди, який складається з технологічних приміщень, виробничих, приміщень підготовки, обробки та зберігання

					<i>КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

препаратів, офісні приміщення. Система кондиціонування даного об'єкту носить технологічний характер.

Системи кондиціонування повітря технологічного призначення розраховуються на підтримку технологічних параметрів повітря, оптимальних для типу виробництва. Параметри визначаються умовами тепло- та волого обміну, які в свою чергу залежать від конструкції людини, стану її здоров'я, характеру роботи, яку він виконує, нервового напруження, одягу, а також від температури, вологи та швидкості руху навколишнього повітря.

Керуючись нормами проектування, приймаємо наступні значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в приміщенні.

Внутрішні параметри повітря у приміщенні:

температура повітря в приміщенні влітку  $t_{в} = 23$  °С;

температура повітря в приміщенні взимку  $t_{в} = 21$  °С;

відносна вологість повітря в приміщенні влітку  $\phi_{в} = 50$  %;

відносна вологість повітря в приміщенні взимку  $\phi_{в} = 45$  %.

### 2.3 Розрахунок теплових виділень від різних джерел

Тепловиділення від людей

$$Q_{нов}^l = n_{люд} \cdot q_{нов} \text{ Вт}; \quad (2.1)$$

$n_{люд} = 51$  чол.; – кількість людей одночасно перебувають у приміщенні;

Приймаємо роботу легкої важкості, тоді

$$Q_{нов}^l = 51 \cdot 151 = 7701 \text{ Вт};$$

Тепловиділення від штучного освітлення

$$Q_{осв} = q_{осв} \cdot F_{пол} \cdot z, \text{ Вт} \quad (2.2)$$

$q_{осв}$  – тепловиділення від висвітлення на  $1\text{ м}^2$  площі стелі;

$F_{пола}$  – площа стелі;

$Z$  – освітленість.

$$Q_{осв} = 10 \cdot 291,35 \cdot 0,7 = 2039,45 \text{ Вт}$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Надходження теплоти від офісного обладнання

$$Q_{обл} = N_{обл} \cdot n = 8550 \text{ Вт} \quad (2.3)$$

Зазвичай величина теплонадходжень приймаються в розмірі 30% від споживаної потужності.

Для різних видів офісного обладнання величина теплонадходжень буде наступна (з урахуванням частоти використання): комп'ютер (системний блок + монітор) - 300 Вт, лазерний принтер, копіювальний апарат-200-600 Вт, холодильник - 150 Вт, електрочайник-300-600 Вт, мікрохвильова піч - 200-350 Вт.

Тоді приймаємо в приміщення 29 одиниць офісного обладнання: комп'ютери – 19 шт., принтери, факс – 6 шт., чайник – 2 шт., холодильник – 1 шт., мікрохвильова піч – 1шт..

Визначаємо теплоприлив від внутрішніх стін для 4 приміщень:

$$Q_{неp} = k_{неp} \cdot F_{неp} (t_{неp} - t_B) ; \text{Вт} \quad (2.4)$$

$$Q_{неp} = 0,3 \cdot 16,8(27,1 - 23) = 20,664 \text{Вт}$$

$$t_{неp} = \frac{t_n + t_B}{2} ; ^\circ\text{C} \quad (2.5)$$

$$t_{неp} = \frac{31,2 + 23}{2} = 27,1^\circ\text{C}$$

Визначаємо повне тепlopостачання

$$Q_{пол} = Q_{люд} + Q_{осв} + Q_{обл} + Q_{озp}, \text{Вт}, \quad (2.6)$$

$$Q_{нов} = 7701 + 2039,45 + 8550 + 14018,45 = 32309,8 \text{ Вт}$$

Таблиця 2.1

№	Приміщення	Люд.	Площа	Q <sub>обл</sub> Вт	Q <sub>люд</sub> Вт	Q <sub>осв</sub> Вт	Q <sub>огор</sub> Вт	ΣQ Вт
1	Виробниче	10	56,52	2100	1510	396,64	2696,7	6703,34
2	Виробниче.	11	61,77	2100	1661	432,39	2051,7	6245,09
3	Службове	7	40,16	600	1057	281,12	1251,8	3189,92
4	Підготовче	10	57,66	1800	1510	403,62	3815,1	7528,72
5	Зберігання	7	40,93	900	1057	286,51	1410,9	3654,41
6	Офісне	6	34,31	1050	906	240,17	2792,2	4988,37
КРБ.XViKП.1.487-03.1.3								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

	<b>Σ</b>	51	291,35	8550	7701	2039,45	14018,45	32309,8
--	----------	----	--------	------	------	---------	----------	---------

## 2.4 Розрахунок вологовиділень

Вологовиділення від людей

$$W_l = n \cdot W_{\text{люд}}, \text{ кг/с} \quad (2.7)$$

де  $n$  - число людей у приміщенні;

$W_l = 0.000035$  кг/с - вологовиділення від однієї людини;

$$W_l = 51 \cdot 0.000035 = 0,00178 \text{ кг/с};$$

Вологовиділення від вологого прибирання:

$$W_{\text{вол.пр.}} = \sigma F_n (d_e'' - d_e) \cdot 0.1, \text{ кг/с} \quad (2.8)$$

де  $\sigma$  - коефіцієнт вологообміну, кг/(м<sup>2</sup>·с)

$$\sigma = \frac{\alpha}{c_p^B} = \frac{\alpha}{c_p^{c.B.} + c_p^H \cdot d_{cp}}, \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)} \quad (2.9)$$

$$\sigma = \frac{8,7}{1,006 \cdot 10^3 + 1,86 \cdot (10 + 18) / 2} = 0,0084$$

кг/(м<sup>2</sup>·с),

де  $c_p$  – ізобарна теплоємність, [кДж/кг·К];

$d_e, d_e''$  - вологовміст повітря при заданій відносній вологості  $i$  на лінії

насичення.

$$W_{\text{вол.пр.}} = 0,0084 \cdot 253,76 \cdot (18 - 9) \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 0,0022 \text{ кг/с}$$

Сумарні вологовиділення в приміщення:

$$W_{\text{нов}} = W_l + W_{\text{вол.пр.}}, \text{ кг/с} \quad (2.10)$$

$$W_{\text{нов}} = 0,00178 + 0,0022 = 0,0039 \text{ кг/с}$$

Визначаємо тепловологісну характеристику:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{нов}}}{W_{\text{нов}}}, \text{ кДж/кг} \quad (2.11)$$

$$\varepsilon = \frac{32,309}{0,0039} = 8284,3 \text{ кДж/кг}$$

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3				

Таблиця 2.2

№	Приміщення	$W_{л}$ кг/с	$W_{вол.пр.}$ кг/с	$W_{пов}$ кг/с	$\epsilon$	$\Sigma Q$ Вт
1	Виробниче	0,00035	0,00043	0,00078		6703,34
2	Виробниче.	0,00038	0,00047	0,00085		6245,09
3	Службове	0,00024	0,0003	0,00054		3189,92
4	Підготовче	0,00035	0,00044	0,00079		7528,72
5	Зберігання	0,00024	0,00031	0,00055		3654,41
6	Офісне	0,00021	0,00026	0,00047		4988,37
	<b><math>\Sigma</math></b>	0,00178	0,0022	0,00398	9198,4	32309,8

Масова витрата повітря:

По балансу загальної теплоти:

$$G_1 = \frac{Q_{пов}}{h_e - h_n}, \quad \text{кг/с}; \quad (2.12)$$

де  $h_e = 43$  кДж/кг- ентальпія повітря приміщенні;

$h_n = 38$  кДж/кг- ентальпія припливного повітря;

$$G_1 = \frac{32,309}{43 - 38} = 6,46 \quad \text{кг/с},$$

По балансі явної теплоти:

$$G_2 = \frac{Q_{явн}}{c_p \Delta t_p}, \quad \text{кг/с} \quad (2.13)$$

Приймаємо  $\Delta t_p = 5^\circ\text{C}$ .

$$c_p = 1,006 + 1,86 \cdot d, \quad \text{кДж} \quad (2.14)$$

$$c_p = 1,006 + 1,86 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} = 1,02 \quad \text{кДж}$$

$$G_2 = \frac{22515}{1,02 \cdot 5} = 4,4 \quad \text{кг/с}$$

По балансі вологи:

$$G_3 = \frac{W_{пов}}{d_e - d_n}, \quad \text{кг/с} \quad (2.15)$$

де  $d_e$  - вологовміст повітря в приміщенні, кг/кг<sub>св</sub>;

$d_n$  - вологовміст припливного повітря, кг/кг<sub>св</sub>;

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_3 = \frac{0,0039}{(8,9 - 7,9) \cdot 10^{-3}} = 3,9 \text{ кг/с.}$$

Приймаємо  $G_T = 6,46 \text{ кг/с.}$

Таблиця 2.3

№	Приміщення	$\Sigma Q_{\text{теп}}$ Вт	$G_{\text{теп}}$ кг/с	$L_{\text{теп}}$ м <sup>3</sup> /год
1	Виробниче	6703,34	1,34	4020
2	Виробниче.	6245,09	1,25	3750
3	Службове	3189,92	0,64	1920
4	Підготовче	7528,72	1,5	4500
5	Зберігання	3654,41	0,73	2190
6	Офісне	4988,32	1	3000
	<b>Σ</b>	32309,8	6,46	19380

### Холодний період року

$$G_x = G_T = 6,46 \text{ кг/с}$$

Тепловиділення від людей:

$$Q_l^3 = Q_l^1 = 7701 \text{ Вт}$$

Тепловиділення від освітлення:

$$Q_{\text{осв}}^3 = Q_{\text{осв}}^1 = 2039,45 \text{ Вт}$$

Теплопритоки через огородження:

$$Q_{\text{огор}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{вік}} = -1475 - 312 = -1787 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{ст}} = k_{\text{ст}} F (t_n - t_g), \text{ Вт} \quad (2.16)$$

$$Q_{\text{ст}} = 0,44 \cdot 10,84 \cdot (-22 - 20) = -200,3 \text{ Вт}$$

де  $F_{\text{ст}}$  – площа стін, м<sup>2</sup>;

$k_{\text{ст}}$  – коефіцієнт теплопередачі через стіни, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$t_n - t_g$  – різниця температур зовнішнього повітря й повітря в приміщенні, °С.

$$Q_{\text{вік}} = F_{\text{вік}} \cdot k_{\text{вік}} (t_n - t_g), \text{ Вт} \quad (2.17)$$

$$Q_{\text{вік}} = 0,6 \cdot 8 \cdot (-22 - 20) = -201,6 \text{ Вт}$$

де  $F_{\text{вік}}$  – площа вікон, м<sup>2</sup>;

$k_{\text{вік}}$  – коефіцієнт теплопередачі через вікна, Вт/(м<sup>2</sup>К);

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$t_n - t_b$  – різниця температур зовнішнього повітря й повітря в приміщенні, °С.

Повний теплоприток і вологовиділення:

$$Q_{нов} = Q_d + Q_{осв} + Q_{уст} + Q_{огр}, \text{ Вт} \quad (2.18)$$

$$Q_{нов} = 6577,8 + 8550 + 2039,45 + 7701 = 24868,25 \text{ Вт}$$

Таблиця 2.4

№	Приміщення	$Q_{огр}$ Вт	$Q_{обл}$ Вт	$Q_{осв}$ Вт	$Q_{люд}$ Вт	$\Sigma Q$ Вт
1	Виробниче	1613,01	2100	396,64	1510	5619,65
2	Виробниче	1131,17	2100	432,39	1661	5324,56
3	Службове	506,02	600	281,12	1057	2444,14
4	Підготовче	1639,6	1800	403,62	1510	5353,22
5	Зберігання	913,27	900	286,51	1057	3156,78
6	Офісне	774,42	1050	240,17	906	2970,59
	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>6577,8</b>	<b>8550</b>	<b>2039,45</b>	<b>7701</b>	<b>24868,25</b>

$$W_{нов}^3 = W_{нов}^l = 0,0039 \text{ кг/с}$$

$$h_n = h_g - \frac{Q_{пол}^3}{G}, \text{ кДж/кг} \quad (2.19)$$

$$h_n = 38 - \frac{24,868}{6,46} = 34,15 \text{ кДж/кг}$$

$$\varepsilon = \frac{Q_{пол}^3}{W_{пол}}, \text{ кДж/кг}$$

$$\varepsilon = \frac{24,868}{0,0039} = 6376 \text{ кДж/кг}$$

Таблиця 2.5 - Сумарна таблиця розрахунку теплопритоків

№	Приміщення	$\Sigma Q_{хол}$ Вт	$G_{хол}$ кг/с	$L_{хол}$ м <sup>3</sup> /год
1	Виробниче	5619,65	1,46	4380
2	Виробниче.	5324,56	1,38	4140
3	Службове	2444,14	0,63	1890
4	Підготовче	5353,22	1,39	4170
5	Зберігання	3156,78	0,82	2460
6	Офісне	2970,59	0,78	2310
	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>24868,94</b>	<b>6,46</b>	<b>19380</b>

КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3

Арк.

19



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

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

$$L = G \cdot 3600 / \rho \quad (3.1)$$

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

Розрахунок мережі повітроводів

Для системи корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$$L_1 = L_{\text{заг}} / 20 = 969 \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.2)$$

Задаємось швидкістю повітря  $v = 5 \text{ м/с}$

Знаходимо площу повітроводу:

$$F_{\text{заг}} = L / 3600 / v = 19380 / 3600 / 10 = 0,54 \text{ м}^2 \quad (3.3)$$

Приймаємо повітропровід розмірами:  $0,9 \times 0,6 \text{ м}$

Таблиця 3.1. Припливна вентиляція.

№	L, м <sup>3</sup> /ГОД	F, м <sup>2</sup>	V, м/с	A×B, м
1	8721	0,48	5	0,9x0,5
2	7752	0,43	5	0,9x0,5
3	6783	0,38	5	0,8x0,5
4	5814	0,32	5	0,6x0,5
5	4845	0,27	5	0,5x0,5
6	3876	0,22	5	0,4x0,5
7	969	0,05	5	0,2x0,3
8	1938	0,11	5	0,3x0,4
9	969	0,05	5	0,2x0,3
10	2907	0,16	5	0,3x0,5
11	1938	0,11	5	0,3x0,4
12	969	0,05	5	0,2x0,3
13	7752	0,43	5	0,9x0,5
14	6783	0,38	5	0,8x0,5
15	5814	0,32	5	0,6x0,5
16	4845	0,27	5	0,5x0,5
17	3876	0,22	5	0,4x0,5

КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3

Арк.

21

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

18	2907	0,16	5	0,3x0,5
19	1938	0,11	5	0,3x0,4
20	969	0,05	5	0,2x0,3

Використовуючи вказівки за розрахунком і практичним вживанням розподільників повітря компанії "Євроклімат 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 400\*225 ,у якого площа живого січення дорівнює  $f=0,06 \text{ м}^2$ .

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  $v$ =від 0,5-0,2 відповідно. Падіння повного тиску через який складає:  $\Delta p=17 \text{ Па}$ .

Розраховуємо приточну решітку:

$$L_{\text{п}} = F * 3600 * v; \quad (3.4)$$

При висоті  $h=3 \text{ м}$  приймаємо швидкість повітря  $v=1 \text{ м/с}$

$$F = L_{\text{п}} / 3600 = 969 / 3600 = 0,27 \text{ м}^3$$

Приймаємо приточну решітку розмірами: 0,4 x 0,7 м

### 3.2. Проектування та розрахунок витяжної 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 повітроводів;
- 2) Визначення втрат тиску в системах, включаючи усмоктувальний і нагнітальний повітроводи.

					<i>КРБ.ХУiКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

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;
- діаметр будь-якої збірної ділянки повинен бути більше або дорівнює діаметру підходящих до нього відгалужень.

По кожній розрахованій системі задаємося наступними вихідними даними:

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

$$F_{\text{общ}} = L / 3600 / v; \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

$$F_{\text{общ}} = 19380/3600/10=0,54 \text{ м}^2$$

Приймаємо повітропровід розмірами: 1 x 0,5 м

Витрата повітря на початковому повітроводі:

$$L_1=L_{\text{общ}}/ 14 =1384 \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.5)$$

$$F = L / 3600 / v;$$

Розрахунки інших ділянок мережі повітроводів зведені в таблиці

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 3.2. Витяжна вентиляція

№	L, м <sup>3</sup> /ГОД	F, м <sup>2</sup>	V, м/с	A×B, м
1	1384	0,08	5	0,2x0,5
2	2768	0,15	5	0,3x0,5
3	4152	0,23	5	0,5x0,5
4	1384	0,08	5	0,2x0,5
5	2768	0,15	5	0,3x0,5
6	4152	0,23	5	0,5x0,5
7	9688	0,44	6	0,9x0,5
8	11072	0,44	7	0,9x0,5
9	12456	0,47	7	0,95x0,5
10	13840	0,47	8	0,95x0,5
11	15224	0,5	8	1x0,5
12	16608	0,5	9	1x0,5
13	17992	0,5	10	1x0,5
14	19380	0,5	10	1x0,5

Витрата повітря на вентиляційну решітку:

$$L_{\text{п}} = F * 3600 * v ; \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (3.6)$$

$$L_{\text{п}} = 0,54 * 3600 = 1944 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Визначаємо площу решітки:

$$F = L_{\text{п}} / 3600 ; \text{ м}^2 \quad (3.7)$$

$$F = 1384 / 3600 = 0,38 \text{ м}^2$$

Приймаємо вентиляційну решітку розмірами: 0,8x0,5 м

## 4 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПРИПЛИВНОЇ УСТАНОВКИ

### 4.1. Підбір центрального кондиціонера

За максимальним значенням витрати приточного повітря визначаємо корисну продуктивність кондиціонера:

Знаходимо сумарну масову витрату повітря для всіх приміщень :

					<i>КРБ.XViKП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\max} = 6.46; \text{ (кг/с)}$$

Повна корисна продуктивність кондиціонера:

$$L_{\text{кд}} = \frac{3600 \cdot G_{\max}}{\rho_v} = \frac{3600 \cdot 6.46}{1.2} = 19380 \quad (\text{м}^3/\text{год}) \quad (4.1)$$

для всіх приміщень

Повна корисна продуктивність кондиціонера з врахуванням протічок в мережі воздуховодів :

$$L_{\text{кд}}^{\text{повне}} = L_{\text{кд}} \cdot 1.05 = 19380 \cdot 1.05 = 20349; \text{ (м}^3/\text{год)} \quad (4.2)$$

За повною продуктивністю підбираємо кондиціонер.

Обираємо центральний кондиціонер блочної конструкції фірми McQuay (Штати Америки), модель Eastdale STD 15. Після вибору кондиціонера остаточно розраховуємо масову витрату припливного повітря:

$$G_{\text{КД}} = \frac{\rho_v \cdot L_{\text{кд}}^{\text{повне}}}{3600} = \frac{1.2 \cdot 20349}{3600} = 6.78 \quad ; \text{ (кг/с)} \quad (4.3)$$

За значеннями масової витрати надалі виконуються всі розрахунки тепломасообмінних апаратів.

Згідно з вимогами до кондиціонування технологічних приміщень об'єм повітря, що надходить у приміщення відповідає вимогам повітрообміну та на 1 людину 33 м<sup>3</sup>/люд, тоді шляхом побудови процесів кондиціонування повітря в *dh* діаграмі знаходимо параметри точки суміші повітря що надходить на рециркуляцію. Шляхом застосування графічного методу кількість повітря що надходить на рециркуляцію ставить 20%. Таким чином

$$h_c = 49 \text{ кДж/кг}, t_c = 25^\circ\text{C}, d_c = 95 \text{ г/кг}, \varphi_c = 45\%$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$G_n = G_{KD} \cdot 0.2 = 1.3; \text{ (кг/с)} \quad (4.4)$$

$$G_R = G_{KD} - G_n; \text{ (кг/с)}$$

$$G_R = 6.78 - 1.3 = 5.4; \text{ (кг/с)}$$

## 4.2 Розрахунок повітроохолоджувача

Вхідні дані для розрахунків:

$t_{в1}=31,2 \text{ }^\circ\text{C}$  – початкова температура повітря;

$h_{в1}=49 \text{ кДж/кг}$  – початкова ентальпія повітря;

$h_{в2}=32 \text{ кДж/кг}$  – кінцева ентальпія повітря;

$t_{в2}=5,5 \text{ }^\circ\text{C}$  – кінцева температура повітря;

$G_{в}=6,78$  – витрата повітря через повітроохолоджувач;

$Q_0=24,8 \text{ кВт}$  – кількість тепла;

$W_0=0.0039 \text{ кг/с}$  – кількість вологи;

$\delta_p=0.0003 \text{ м}$  – товщина ребра;

$S_p=0.0023 \text{ м}$  – крок ребра;

$d_{н}=0.01 \text{ м}$  – зовнішній діаметр трубки;

$d_{вн}=0.008 \text{ м}$  – внутрішній діаметр трубки;

$h_p=0,0102 \text{ м}$  – висота ребра;

$S_1=0.025 \text{ м}$  – крок труби по висоті повітроохолоджувача;

$S_2=0.0216 \text{ м}$  – крок труби по ходу повітря;

$$Q = (h_c - h_k) \cdot G_{в}, \text{ к Вт}$$

$$Q = (49-32) \cdot 6,78 = 115,26 \text{ кВт}$$

$H=0,8 \text{ м}$  – висота повітроохолоджувача;

$B=0,7 \text{ м}$  – ширина повітроохолоджувача;

$$n = \frac{1}{S} = \frac{1}{0.025} \approx 48 \text{ шт. – кількість ребер.}$$

Основною метою теплового розрахунків охолоджувача повітря при його проектуванні є визначення необхідної поверхні теплообміну для забезпечення заданої холодопродуктивності (теплового навантаження) і компонування цієї поверхні.

										Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3					

Коефіцієнт живого перетину:

$$k_f = \frac{(S_1 - d_n)(S_p - \delta_p)}{S_1 \cdot S_p} \quad (4.5)$$

$$k_f = \frac{(0.025 - 0.01)(0.0023 - 0.0003)}{0.025 \cdot 0.00023} = 0.52$$

Швидкість повітря у фронтальному й вузькому перетинах:

$\omega_{B.H.} = 1.5..3 \text{ м/с}$  [7], приймаємо  $\omega_{B.H.} = 3 \text{ м/с}$ ;

$$\omega_{B.H.} = k_f \cdot \omega_B \quad (4.6)$$

Звідси  $\omega_B = 5,77 \text{ м/с}$ ;

Площа фронтального перетину:

$$f_B' = \frac{G_B}{\gamma_B \cdot \omega_{B.H.}}, \text{ м}^2 \quad (4.7)$$

де:  $\gamma_B$  - щільність повітря при початкових параметрах;

$$f_B' = \frac{0,86}{1,05 \cdot 3} = 0,27 \text{ м}^2$$

Знаходимо коефіцієнт вологовипадіння:

$$\xi_n = \frac{h_{B1} - h_{B2}}{C_{B1} (t_{B1} - t_{B2})} \quad (4.8)$$

де:  $C_{B1}$  - теплоємність повітря, знаходиться по середній температурі:

$C_{B1} = 1.0061 \text{ кДж/(кг*к)}$  [6];

$$\xi_n = \frac{56 - 18,5}{1.0061(28,7 - 5,5)} = 1,4$$

Температурний напір:

$$\theta_n = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2,3 \lg \frac{t_{B1} - t_n}{t_{B2} - t_n}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.9)$$

					<i>КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$\theta_n = \frac{28,7 - 5,5}{2,31 \lg \frac{28,7 - 10}{5,5 - 10}} = 5,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Необхідна поверхня теплообміну:

$$F_n = \frac{10^3 \cdot Q_0}{\alpha_n \cdot \xi_n \cdot \theta_n}, \text{ м}^2 \quad (4.10)$$

$$F_n = \frac{10^3 \cdot 32,3}{40 \cdot 1,4 \cdot 5,6} = 103 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт ефективності ребра:

$$E_p = \frac{th(h_p \cdot \sqrt{B})}{h_p \cdot \sqrt{B}} \quad (4.11)$$

$$B = \frac{2 \cdot \alpha_n \xi}{\delta_p \cdot \lambda_n}, \text{ м}^{-2} \quad (4.12)$$

$$B = \frac{2 \cdot 40 \cdot 1,4}{0,0003 \cdot 45} = 6518,51 \text{ м}^{-2}$$

$$A_\delta = \frac{th(0,0102 \cdot \sqrt{6518,51})}{0,0102 \cdot \sqrt{6518,51}} = 0,822$$

Коефіцієнт ефективності ребристої поверхні:

$$E_n = \frac{t_\epsilon - t_n}{t_\epsilon - t_T} \quad (4.13)$$

$$E_n = 0,64$$

Питоме теплове навантаження на внутрішню поверхню повітроохолоджувача:

$$q_{Fa} = \beta \cdot \alpha_n \cdot \xi \cdot \theta_n, \text{ Вт/м}^2 \quad (4.14)$$

де:  $\beta$  - ступінь оребрення,  $\beta=16,9$ ;

$$q_{Fa} = 16,9 \cdot 40 \cdot 1,1 \cdot 10,7 = 7956,52 \text{ Вт/м}^2$$

Температура кипіння фреону:

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$t_0 = 2^{\circ}\text{C}$$

Температура конденсації:

$$t_k = 28,7 + 10 = 38,7^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = t_0 + 10 = 2 + 10 = 12^{\circ}\text{C}$$

$$t_3 = t_k - 5 = 38,7 - 5 = 33,7^{\circ}\text{C}$$

Витрата фреону:

$$G_0 = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{Q_0}{(h_6 - h_5)}, \text{ кг/с} \quad (4.15)$$

$$G_0 = \frac{32,3}{(398 - 247)} = 0,21 \text{ кг/с}$$

Оптимальна масова швидкість фреону:

$$\omega_a \rho_a = 19,3 \cdot q_{Fa}^{0,24}, \text{ кг/м}^2\text{с} \quad (4.16)$$

$$\omega_a \rho_a = 19,3 \cdot 7956,52^{0,24} = 166,62 \text{ кг/м}^2\text{с}$$

Витрата фреону через трубку:

$$G_a = 0,785 \cdot d_{\text{вн}}^2 \cdot \omega_a \rho_a, \text{ кг/с} \quad (4.17)$$

$$G_a = 0,785 \cdot 0,01^2 \cdot 166,62 = 0,013 \text{ кг/с}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від трубок до киплячого фреону:

$$\alpha_a = A \cdot q_{Fa}^{0,6} \cdot (\omega_a \rho_a)^{0,2} \cdot d_{\text{вн}}^{-0,2}, \text{ Вт/м}^2 \quad (4.18)$$

$$\alpha_a = 5,83 \cdot 7956,52^{0,6} \cdot (166,62)^{0,2} \cdot 0,008^{-0,2} = 9328,88 \text{ Вт/м}^2$$

Повний температурний напір: 
$$\theta = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2,3 \lg \frac{t_{B1} - t_0}{t_{B2} - t_0}}$$

(4.19)

$$\theta = \frac{28,7 - 5,5}{2,3 \lg \frac{28,7 - 2}{5,5 - 2}} = 11$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Коефіцієнт теплопередачі: 
$$k_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i \cdot \xi_i \cdot E_i} + \frac{1}{\alpha_a} \cdot \beta}, \text{ Вт/м}^2\text{К} \quad (4.20)$$

$$k_i = \frac{1}{\frac{1}{40 \cdot 1,1 \cdot 0,64} + \frac{1}{9328,88} \cdot 16,9} = 26,8 \quad \text{Вт/м}^2\text{К}$$

Знаходимо необхідну поверхню теплообміну:

$$F_n = \frac{Q_0}{10^{-3} \cdot k_n \cdot \theta}, \text{ м}^2 \quad (4.21)$$

$$F_n = \frac{32,3}{10^{-3} \cdot 26,8 \cdot 11} = 109 \quad \text{м}^2$$

Поверхня теплообміну одного ряду трубок:

$$F_{n1} = \pi \cdot d_n \cdot L \cdot n_1 \cdot \beta', \text{ м}^2 \quad (4.22)$$

$$F_{n1} = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 13,5 \cdot 28 = 8,3 \quad \text{м}^2$$

Число рядів трубок по ходу повітря:

$$n_2 = n_2' = \frac{F_n}{F_{n1}}, \text{ рядів} \quad (4.23)$$

$$n_2 = n_2' = \frac{109}{8,3} = 13 \quad \text{рядів}$$

Уточнюємо повну поверхню теплообміну:

$$F_{n1} = \pi \cdot d_n \cdot B \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot \beta', \text{ м}^2 \quad (4.24)$$

$$F_{n1} = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 13,5 \cdot 28 \cdot 13 = 108 \quad \text{м}^2$$

#### 4.2.1 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача 1-го підігріву

Вихідні данні для розрахунку повітрянагрівача :початкові та кінцеві параметри повітря  $t_n = -22^\circ\text{C}$ ,  $t_k = 10^\circ\text{C}$ , витрати повітря  $G_B = 6.78 \text{ кг/с}$ , початкова та кінцева температура теплоносія  $t_1 = 110^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 70^\circ\text{C}$ .

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо повітрянагрівач кондиціонер Eastdale STD 15, площа фронтального перетину  $1.956\text{ м}^2$ .

Масова швидкість повітря у фронтальному перетині кондиціонера КЦКП-20  $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$ . Керуючись [3]

$$v\rho = \frac{G_B}{F_f} \quad (4.25)$$

$F_f$  – площа фронтального перетину кондиціонера,  $\text{м}^2$ ;

$G_B$  – витрата повітря  $\text{кг}/\text{с}$ ;

$$v\rho = 6.78/1.956 = 2.88 \text{ кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$$

Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

$$Q = 0.278 \cdot c_v \cdot G_v \cdot (t_k - t_n) \quad (4.26)$$

$c_v$  – теплоємність повітря;

$$Q = 0.278 \cdot 1.006 \cdot 6.78 \cdot (12 - (-22)) = 64.47 \text{ кВт}$$

Витрата теплоносія,  $\text{кг}/\text{год}$ :

$$G_w = \frac{3.6 \cdot Q}{c_w \cdot (t_1 - t_2)} \quad (4.27)$$

$c_w$  – теплоємність води;

$$G_w = 3.6 \cdot 64469 / (4.2 \cdot (110 - 70)) = 1381 \text{ кг}/\text{год}.$$

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:

$$N = \frac{p \cdot H_{mp}}{h} \quad (4.28)$$

де  $H_{mp}$  – висота трубної решітки, м;

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

Приймаємо  $p = 1$ ; при  $H_{mp} = 1.2$  м, загальна кількість трубок:

$$N = 1 \cdot 1.2 / 0.05 = 24$$

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$m = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot w} \quad (4.29)$$

де  $f_w$  – площа живого перетину мідної трубки (10) мм;

приймаємо швидкість руху води в трубках 1.5 м/с. Тоді

$$m = 1381 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0.0000785 \cdot 1.5) = 3.25$$

Приймаємо  $m = 3$  та визначаємо число ходів

$$n = \frac{N}{m} \quad (4.30)$$

$$n = 24 / 3 = 8$$

Уточнюємо швидкість руху води в трубках:

$$w = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot m} \quad (4.31)$$

$$w = 1381 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0.0000785 \cdot 3) = 1.63 \text{ м/с}$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі, К Вт/(м<sup>2</sup>·°С)

$$k = A \cdot (\nu\rho)^{0.37} \cdot w^{0.18} \quad (4.32)$$

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

$$k = 23.11 \cdot (2.88)^{0.37} \cdot 1.63^{0.18} = 37.32 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

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

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{t_n + t_k}{2} \quad (4.33)$$

$$\Delta t_{cp} = (110 + 70) / 2 - (-22 + 12) / 2 = 95 \text{ °С.}$$

Знаходимо потрібну площу поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} \quad (4.34)$$

$$F = 64469 / (37.32 \cdot 95) = 18.18 \text{ м}^2$$

Аеродинамічний опір повітрянагрівача:

					<i>КРБ.ХВиКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P_a = B \cdot (v\rho)^m \quad (4.35)$$

Б, m –емпіричні коефіцієнти;

$$\Delta P_a = 2.104 \cdot (2.88)^{1.64} = 11.925 \text{ кПа}$$

Гідравлічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_w = 1.968 \cdot l_{\text{хода}} \cdot w^{1.69} \quad (4.36)$$

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

$$\Delta P_w = 1.968 \cdot (1.63 \cdot 3) \cdot 1.63^{1.69} = 21.97 \text{ кПа}$$

#### 4.2.2 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача 2-го підігріву

Вихідні данні для розрахунку повітрянагрівача: початкові та кінцеві параметри повітря  $t_n = 12^\circ\text{C}$ ,  $t_k = 19^\circ\text{C}$ , витрати повітря  $G_b = 6.78 \text{ кг/с}$  початкова та кінцева температура теплоносія  $t_1 = 90^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 70^\circ\text{C}$ .

Приймаємо повітрянагрівач 243.1-163-120-c-d,d-ff-e Eastdale STD 15 площа фронтального перетину  $1.956 \text{ м}^2$ .

Масова швидкість повітря у фронтальному перетині кондиціонера Eastdale STD 15  $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ .

$$v\rho = 6.78/1.956 = 3.46 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2) \quad (4.37)$$

Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

$$Q = 0.278 \cdot 1.006 \cdot 20340 \cdot (19-12) = 39819 \text{ Вт} \quad (4.38)$$

Витрата теплоносія,  $\text{кг/ч}$ :

$$G_w = 3.6 \cdot 39819 / (4.187(90-70)) = 1712 \text{ кг/час} \quad (4.39)$$

Загальна кількість трубок:

$$N = 1 \cdot 1.2 / 0.05 = 24 \quad (4.40)$$

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

$$m = 1712 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0.0000785 \cdot 1.5) = 4$$

Приймаємо  $m = 4$  та визначаємо число ходів

$$n = \frac{N}{m} \quad (4.41)$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = 24 / 4 = 6$$

Уточнюємо швидкість руху води в трубках:

$$w = 1712 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0.0000785 \cdot 4) = 1.5 \text{ м/с} \quad (4.42)$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі, кВт/(м<sup>2</sup>·°С)

$$k = 23.11 \cdot (3.46)^{0.37} \cdot 1.5^{0.18} = 39.35 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)} \quad (4.43)$$

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

$$\Delta t_{cp} = (90 + 70) / 2 - (12 + 19) / 2 = 64.5 \text{ °С}. \quad (4.44)$$

Знаходимо потрібну площу поверхні теплообміну:

$$F = 39819 / (39.35 \cdot 64.5) = 15.69 \text{ м}^2 \quad (4.45)$$

Аеродинамічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_a = 2.104 \cdot (3.46)^{1.64} = 16.11 \text{ кПа} \quad (4.46)$$

Гідравлічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_w = 1.968 \cdot (1.63 \cdot 6) \cdot 1.5^{1.69} = 38.19 \text{ кПа} \quad (4.47)$$

### 4.3 Розрахунок адіабатної камери зрошування

Параметри початкового і кінцевого стану повітря  $h_{в.н}=34$  кДж/кг,  $t_{в.н}=19^\circ\text{С}$ ,  $t_{в.к}=8^\circ\text{С}$ .

Витрата повітря через камеру зрошування  $L_{ок}=19380$  м<sup>3</sup>/год. Температура «мокрого» термометра  $t_{мт}=6^\circ\text{С}$ . Керуючись [5].

Знайдемо необхідний коефіцієнт адіабатної ефективності:

$$E = \frac{t_c - t_k}{t_c - t_m} = \frac{16 - 9}{16 - 7} = 0.84$$

Для кожного типорозміру форсункової блок-камери вказується три можливі величини показника  $E_a=0,84$ . Отримання різних величин показників  $E_a$  отримуємо шляхом зміни витрати води. Інтенсивність зрошення водою повітряного потоку прийнято оцінювати через показник В- коефіцієнт зрошення .

$$B = \frac{G_w}{L_n \cdot \rho_n}, \text{ кг води/кг повітря} \quad (4.48)$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Проведемо оцінку необхідних коефіцієнтів зрошення в режимах адіабатного зволоження в блок – камері форсункового зрошення в приточному агрегаті Eastdale STD 15 по даним табл. 2.2(10) .

При  $E_a=0.84$  потрібно  $V=\frac{15581}{19380 \cdot 1.2}=0,67$  кг/кг;

Побудуємо графік залежності коефіцієнта адіабатної ефективності  $E_a$  від коефіцієнт зрошення  $V$ . Знайдемо що для  $E_a=0.84$  ;  $V=0.67$

Далі знайдемо необхідну витрату води:

$$G_w = V \cdot L_p \cdot \rho_p = 0,67 \cdot 19380 \cdot 1.2 = 15581 \text{ кг/ч.} \quad (4.49)$$

### 4.3.1 Гідравлічний розрахунок трубопроводів та підбір насосу для камери зрошування

Керуючись [4] , [10] зробимо розрахунок трубопроводу від котла до камери зрошування :

Загальна довжина труб дорівнює:

$$L_{\text{тр}}^{\text{заг}} = 31 \text{ м.}$$

Витрата рідини:

$$V = 2.41 \text{ л/с}$$

Швидкість руху рідини приймаємо рівною  $\omega = 0.85$  м/с.

Визначимо внутрішній діаметр труби:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{V \cdot 10^{-3}}{0.785 \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{2.41 \cdot 10^{-3}}{0.785 \cdot 0.85}} = 0.06 \text{ (м)} \quad (4.50)$$

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

$V=2,41$  л/с – витрата рідини

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

$$d_{\text{вн}} = D - 2t = 75 - 2 \cdot 6,9 = 61.2 \text{ (мм)} \quad (4.51)$$

Уточнимо швидкість руху рідини в трубопроводі:

$$\omega = \frac{V \cdot 10^{-3}}{0.785 \cdot d_{\text{вн}}^2} = \frac{2.41 \cdot 10^{-3}}{0.785 \cdot 0.0612^2} = 0.82 \text{ (м/с)} \quad (4.52)$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо динамічний тиск:

$$\frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = \frac{999.7 \cdot 0.82^2}{2} = 336 \text{ (Па)} \quad (4.53)$$

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

Розраховуємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{0.82 \cdot 0.0612}{1.306 \cdot 10^{-6}} = 38430 \quad (4.54)$$

$\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості рідини, м<sup>2</sup>/с

Коефіцієнт опору по довжині:

$$\lambda = 0,1 \cdot \left( \frac{1.46 \cdot k_3}{d_{\text{вн}}} + \frac{100}{Re} \right) = 0,1 \cdot \left( \frac{1.46 \cdot 0.004}{0.0612} + \frac{100}{38430} \right) = 9.803 \cdot 10^{-3}$$

$k_3$  – коефіцієнт абсолютної еквівалентної шорсткості поліпропіленових труб.

Втрати тиску від тертя на довжині 1м:

$$\Delta p_{\text{тр}} = R = \frac{\lambda}{d_{\text{вн}}} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = \frac{9.803 \cdot 10^{-3}}{0.0612} \cdot 336 = 54 \text{ (Па/м)} \quad (4.55)$$

Втрати тиску по усій довжині труби:

$$R \cdot L_{\text{тр}}^{\text{заг}} = 54 \cdot 31 = 1674 \text{ (Па)} \quad (4.56)$$

Втрати тиску в місцевих опорах:

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} + \Delta p_{\text{ф}} = ((6 \cdot 1.2) + (3 \cdot 5.7)) \cdot 336 + 20000 = 28160 \text{ (Па)}$$

де,  $\xi$  – коефіцієнти місцевих опорів:

- угольник  $90^\circ \xi = 1.2$

- вентиль  $\xi = 5.7$

- тройник  $\xi = 1.2$

$\Delta p_{\text{ф}}$  – гідравлічний опір форсунок, Па.

Сумарні втрати:

$$\Delta P = R \cdot L_{\text{тр}}^{\text{заг}} + Z = 1674 + 28160 = 29830 \text{ (Па)} \quad (4.57)$$

Визначимо необхідний натиск насоса:

$$H = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} = \frac{29830}{999.7 \cdot 9.8} = 3.04 \text{ (м)} \quad (4.58)$$

Вибираємо насос серії Wilo-Stratos-Z 50/1-9 RG CAN PN 6/10

Потужність насоса складає 0.077 кВт.

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Wilо- Stratos-Z 50/1-9 - це економічний циркуляційний насос з сухим ротором для систем водяного опалювання, кондиціонування, закритих контурів охолодження і для промислових циркуляційних установок.

Має функцію автоматичного регулювання, що дозволяє заощадити до 80% електроенергії.

#### 4.4. Розрахунок повітряного кишенькового фільтру

У припливних агрегатах першими по ходу повітря встановлюються повітряні фільтри, що дозволяє оберегти 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 таблиця 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.

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В кишенькових фільтрів 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

$$A_m = ((C_{вх} - C_{вых})/C_{вх}) \cdot 100\% \quad (4.59)$$

Концентрація пилу в припливному зовнішньому повітрі на вході у фільтр  $C_{вх}$ , мг/м<sup>3</sup> характеризує початкову запиленість. Для житлових районів промислових міст  $C_{вх} = 0,5$  мг/м<sup>3</sup>.

Обчислимо запилену припливного повітря на виході з кишенькового фільтру при  $A_m = 92\%$ , керуючись [5]:

$$C_{вых} = C_{вх} - (A_m \cdot C_{вх})/100, \text{ мг/м}^3, \quad (4.60)$$

$$C_{вых} = 0.5 - (92 \cdot 0.5)/100 = 0.04 \text{ мг/м}^3$$

Для оцінки пропускної спроможності фільтрів застосовується показник питомого навантаження

$$УФ = L/F_\phi, \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^2 \quad (4.61)$$

Де  $F_\phi$  – фронтальна поверхня матеріалу, що фільтрує, м<sup>2</sup>;

$$УФ = 8672/9.4 = 922.5 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^2$$

Обчислюємо час роботи фільтру

$$\tau_\phi = ПФ \cdot 1000 \cdot \frac{F_\phi}{[(C_{вх} - C_{вых}) \cdot L]}, \text{ ч}, \quad (4.62)$$

де  $L$  – витрата очищається повітря, що проходить через фільтр, м<sup>3</sup>/ч;

$F_\phi$  – фронтальна поверхня матеріалу, що фільтрує, м<sup>2</sup>;

$C_{вх}$ ,  $C_{вых}$  – концентрація маси пилу до і після фільтру, мг/м<sup>3</sup>.

$$\tau_\phi = 570 \cdot 1000 \cdot \frac{9,4}{[[0.5 - 0.04] \cdot 21230]} = 548.64 \text{ год.}$$

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3				

Тривалість в робочих днях експлуатації кишенькових фільтрів

$$\tau = \frac{\tau_{\phi}}{\tau_{\text{сут}}}, \text{ днів} \quad (4.63)$$

$$\tau = \frac{548.65}{18} = 30 \text{ днів}$$

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

## 5 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

### 5.1 Тепловий розрахунок компресора

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

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:  $t_{\text{води}} = 10^\circ\text{C}$

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

$$t_o = t_{\text{пов}} - \Delta t_o, \text{ }^\circ\text{C} \quad (5.1)$$

$$t_o = 10 - 3 = 7^\circ\text{C}$$

Приймаємо  $\Delta t_o = 3 \text{ }^\circ\text{C}$  – розрахункова різниця температур для пластинчатих випарників.

Температура конденсації визначається за емпіричною залежністю:

$$t_k = t_n + (8 \dots 15) \text{ }^\circ\text{C} \quad (5.2)$$

$t_n = 31,2^\circ\text{C}$  – температура зовнішнього повітря.

$$t_k = 31.2 + 10 = 41,2^\circ\text{C}$$

Задаємось переохолодженням рідкого холодильного агента в конденсаторі:

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

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Визначаємо температуру в точці 3:

$$t_3 = t_k - \Delta t_k, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (5.3)$$

$$t_3 = 41.2 - 5 = 36.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Задаємось перегрівом парів холодильного агента в обмотках ел. двигуна компресора:  $\Delta t_{bc} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

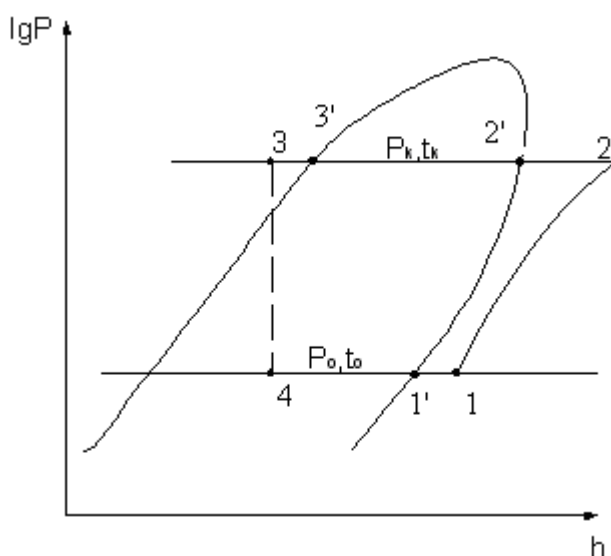
Температура в випарнику-  $t_0 = 7 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Визначаємо температуру в точці 1:

$$t_1 = t_0 + \Delta t_{bc}, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (5.4)$$

$$t_1 = 7 + 5 = 12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Побудуємо цикл в  $\lg p$ - $h$  діаграмі та визначимо параметри точок процесів.



Робочий хол. агент: R-407C;

Холодовитратність:

$$Q_0^q = 1,1 * G_\epsilon * (h_B - h_{II}) = 1.1 * 6.78 * (45.8 - 38) = 58.2 \text{ кВт}; \quad (5.5)$$

Температура кипіння фреону:  $t_0 = +7 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

Температура конденсації фреону:  $t_k = +37.4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

Будуємо холодильний цикл у  $\lg p$ - $h$  діаграмі та знімаємо дані з точок циклу, які заносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1 – Параметри холодильного циклу

	1	2	3	4
t, °C	12	49.5	36	6.7
P, бар	7.5	18.7	18.7	7.5

КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3

Арк.

40

h, кДж/кг	377	395	257	257
v, м <sup>3</sup> /кг	0,02	-	-	-

Далі керуючись [9]:

Питома масова холодовитратність:

$$q_o = h_1 - h_4 = 377 - 257 = 120 \text{ кДж/кг} \quad (5.6)$$

Питома робота компресора:

$$l_{\text{км}} = h_2 - h_1 = 395 - 377 = 18 \text{ кДж/кг}; \quad (5.7)$$

Питома теплота конденсації:

$$q_k = h_2 - h_3 = 395 - 257 = 138 \text{ кДж/кг}; \quad (5.8)$$

Питома об'ємна холодовитратність:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1} = \frac{120}{0,02} = 6000 \text{ кДж/м}^3; \quad (5.9)$$

Хол. коефіцієнт Карно:

$$\text{COP}_k = \frac{T_o}{(T_k - T_o)} = \frac{280}{(314,2 - 280)} = 8,19; \quad (5.10)$$

Адіабатний хол. коефіцієнт:

$$\text{COP}_a = q_o / l_{\text{км}} = 120 / 18 = 6,66; \quad (5.11)$$

Ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{\text{стс}} = \frac{\text{COP}_a}{\text{COP}_k} = \frac{6,66}{8,19} = 0,81; \quad (5.12)$$

Масова витрата хол. агенту:

$$M_a = Q_o^ч / q_o = 58,2 / 120 = 0,48 \text{ кг/с}; \quad (5.13)$$

Дійсний об'єм всмоктуваного пару:

$$V_d = M_a \cdot V_{\text{вс}} = M_a \cdot V_1 = 0,48 \cdot 0,02 = 9,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}; \quad (5.14)$$

З графіку залежності виду компресора та співвідношення

$$\left(\frac{P_k}{P_o}\right) = 2,49 \quad \text{знаходимо коефіцієнт подачі компресора } \lambda = 0,85;$$

Розрахунок коефіцієнт подачі компресора:

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_{w'} = 0,95 \cdot 0,9 = 0,85$$

$$\lambda_c = 1 - c \left( \left( \frac{P_k}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) = 1 - 0,03 \left( \left( \frac{18,7}{7,5} \right)^1 - 1 \right) = 0,95; \quad (5.15)$$

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$\lambda_{w'} = \frac{T_0}{T_k} = \frac{280}{314.2} = 0.9; \quad (5.16)$$

Теоретичний об'єм спірального компресора:

$$V_h = \frac{Q_0^{\text{т}}}{(\lambda \cdot q_v)} = \frac{58.2}{(0.85 \cdot 6000)} = 0.011 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (5.15)$$

Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = M_a \cdot l_{\text{км}} = 0.48 \cdot 18 = 8.64 \text{ кВт}; \quad (5.16)$$

Індикаторна потужність компресора:

$b$  – коефіцієнт:  $b = 0.0025$

$$\eta_i = \lambda_{w'} + b \cdot t_0 = 0.9 + 0.0025 \cdot 7 = 0.92$$

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} = \frac{8.64}{0.92} = 9.39 \text{ кВт}, \quad (5.17)$$

де  $\eta_i$ - індикаторний к.п.д.;

Ефективна потужність компресора:

$$N_{\text{тр}} = V_h \cdot P_{\text{ітр}} = 0.011 \cdot 50 = 0.55 \text{ кВт}$$

де  $P_{\text{ітр}}$  – середній індикаторний тиск тертя,

приймаємо  $P_{\text{ітр}} = 50$

Ефективна потужність компресора:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} = 9.39 + 0.55 = 9.94 \text{ кВт}, \quad (5.18)$$

де  $N_{\text{тр}}$ - потужність тертя, кВт;

Електрична потужність компресора:

$$N_{\text{ел}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{ед}}} = \frac{9.94}{0.9} = 11 \text{ кВт}, \quad (5.19)$$

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

Вибираємо двигун: АИР132М2

Номинальна потужність: 11 кВт;

Частота обертання вала: 2900 об/хв.;

ККД 88%.

Дійсний хол. коефіцієнт:

$$\text{COP}_D = \frac{Q_0^{\text{т}}}{N_{\text{ел}}} = \frac{58.2}{11} = 5.29; \quad (5.20)$$

Ступінь термодинамічної досконалості:

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$\eta_{\text{стс}} = \frac{\text{COP}_d}{\text{COP}_k} = \frac{5.29}{8.19} = 0.65; \quad (5.21)$$

## 5.2 Вибір системи відведення теплоти конденсації

### Розрахунок апаратів, підбір вентиляторів

Конденсатор служить для передачі теплоти робочої речовини середі, що охолоджує, або джерелу теплоти високої температури. По роду середі, що охолоджує, конденсатори можна розділити на дві великі групи: з водяним і повітряним охолодженням. У даному розрахунку застосовується конденсатор повітряним охолодженням. Завдання теплового розрахунку полягає у визначенні площі теплопередаючої поверхні апарату і його основних геометричних розмірів.

Теплове навантаження

$$Q_k = Q_0 + N_e, \text{ кВт}, \quad (5.22)$$

де  $Q_0$  - холодопродуктивність, кВт;

$N_e$  - ефективна потужність, кВт.

$$Q_k = 58.2 + 9.94 = 68.14 \text{ кВт}.$$

Для подальших розрахунків приймаємо 4 конденсатори, оскільки загальна потужність 68.14 кВт, то потужність одного конденсатора становитиме 17 Вт

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

$$t_{B2} = t_{B1} + \Delta t, \text{ }^\circ\text{C}, \quad (5.23)$$

де  $t_{B1}$  – зовнішня температура повітря  $^\circ\text{C}$ .

$$t_{B2} = 31.2 + 6 = 37.2 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Температура конденсації

$$t_k = \frac{t_{B1} + t_{B2}}{2} + 10, \text{ }^\circ\text{C}, \quad (5.24)$$

$$t_k = \frac{31.2 + 37.2}{2} + 10 = 44.2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Середня логарифмічна різниця температур

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

$$F_{ж} = L_1 \cdot (s - d_n) \cdot \left(1 - \frac{\delta_p}{u}\right), \text{ м}^2 \quad (5.29)$$

Звідси загальна довжина труби в одній секції конденсатора

$$L_1 = \frac{F_{ж}}{(s - d_n) \cdot \left(1 - \frac{\delta_p}{u}\right)} \quad (5.30)$$

$$L_1 = \frac{1.3}{(0.028 - 0.014) \cdot \left(1 - \frac{0.0005}{0.004}\right)} = 39.95 \text{ м.}$$

Коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря, віднесений до зовнішньої поверхні обрешеної труби. При коридорному розташуванні труб з пластинчастим обрешенням при  $Re = 500..10000$ ;  $L/d_{эКВ} = 4..50$ ;

$u/d_n = 0.18..0.35$ ;  $s/d_n = 2..5$ ;  $t_{ж} = -40..40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$Nu_{ж} = c \cdot Re_{ж}^n \cdot \left(\frac{L}{d_{эКВ}}\right)^m \quad (5.31)$$

Тут

$$d_{эКВ} = \frac{2(s - d_n) \cdot (u - \delta_p)}{(s - d_n) + (u - \delta_p)}, \text{ м} \quad (5.32)$$

$$d_{эКВ} = \frac{2(0.028 - 0.014) \cdot (0.004 - 0.0005)}{(0.028 - 0.014) + (0.004 - 0.0005)} = 0.0056 \text{ м}$$

Число Рейнольдса

$$Re_{ж} = \frac{\omega \cdot d_{эКВ}}{\nu} \quad (5.33)$$

де  $\omega = 16 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря.

$$Re_{ж} = \frac{7 \cdot 0.0056}{16 \cdot 10^{-6}} = 2450.$$

$$\frac{u}{d_n} = \frac{0.004}{0.014} \approx 0.285; \quad \frac{s}{d_n} = \frac{0.028}{0.014} = 2;$$

$$\frac{L}{d_{эКВ}} \geq 20.$$

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3				

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

$$L = a \cdot s. \quad (5.34)$$

Коефіцієнти

$$n = 0.45 + 0.0066 \cdot \frac{L}{d_{\text{экв}}}, \quad (5.35)$$

$$n = 0.45 + 0.0066 \cdot 20 = 0.582,$$

$$m = -0.28 + 0.08 \cdot \frac{\text{Re}_{\text{жс}}}{1000}, \quad (5.36)$$

$$m = -0.28 + 0.08 \cdot \frac{2450}{1000} = -0.084,$$

$$B = 1.36 - 0.24 \cdot \frac{\text{Re}_{\text{жс}}}{1000}, \quad (5.37)$$

$$B = 1.36 - 0.24 \cdot \frac{2450}{1000} = 0.772,$$

$$A = f\left(\frac{L}{d_{\text{экв}}}\right), \quad (5.39)$$

$$A = f\left(\frac{L}{d_{\text{экв}}}\right) = 0.201,$$

$$c = 0.201 \cdot 0.772 = 0.155,$$

$$\text{Nu}_{\text{жс}} = 0.155 \cdot 2450^{0.582} \cdot (20)^{-0.084} = 11.31,$$

$$\alpha_{\text{вФвн}} = \frac{\text{Nu}_{\text{жс}} \cdot \lambda_{\text{в}}}{d_{\text{экв}}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (5.40)$$

$$\alpha_{\text{вФвн}} = \frac{11.31 \cdot 2.67 \cdot 10^{-2}}{0.0056} = 53.92 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

тут  $\lambda_{\text{в}} = 2.67 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$  – коефіцієнт теплопровідності повітря.

Коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря, приведений до внутрішньої поверхні труби

$$\alpha_{\text{в.пр}} = \alpha_{\text{в}} \cdot \left( \frac{F_{\text{н}}}{F_0} \cdot E + \frac{F'_{\text{тр}}}{F_0} \right) \frac{d_{\text{н}}}{d_{\text{вн}}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}, \quad (5.41)$$

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

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F'_{\text{тр}} = \pi \cdot d_{\text{н}} \cdot \left(1 - \frac{\delta_{\text{п}}}{u}\right), \text{ м}^2 / \text{м} \quad (5.42)$$

$$F'_{\text{тр}} = 3.14 \cdot 0.014 \cdot \left(1 - \frac{0.0005}{0.004}\right) = 0.038465 \text{ м}^2 / \text{м}$$

$F_{\text{р}}$  – поверхня ребер

$$F_{\text{р}} = 2 \cdot \left(s^2 - \frac{\pi \cdot d_{\text{н}}^2}{4}\right) \frac{1}{u}, \text{ м}^2 / \text{м} \quad (5.43)$$

$$F_{\text{р}} = 2 \cdot \left(0.028^2 - \frac{3.14 \cdot 0.014^2}{4}\right) \frac{1}{0.004} = 0.31507 \text{ м}^2 / \text{м}$$

$F_{\text{н}}$  – зовнішня поверхня обрешеної труби

$$F_{\text{н}} = F'_{\text{тр}} + F_{\text{р}}, \text{ м}^2 / \text{м} \quad (5.44)$$

$$F_{\text{н}} = 0.038465 + 0.31507 = 0.353535 \text{ м}^2 / \text{м}$$

$F_0$  – основна поверхня труби

$$F_0 = H \cdot d_{\text{н}}, \text{ м}^2 / \text{м} \quad (5.45)$$

$$F_0 = 3.14 \cdot 0.014 = 0.04396 \text{ м}^2 / \text{м}$$

$E$  – ступінь ефективності ребра

$$E = \frac{\text{th}(m \cdot h')}{m \cdot h'} \quad (5.46)$$

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha_{\text{в}}}{\delta_{\text{п}} \cdot \lambda_{\text{п}}}}, \text{ 1/м} \quad (5.47)$$

$\lambda_{\text{п}} = 45,4 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  – коефіцієнт теплопровідності сталі;  $h'$  – умовна висота ребра.

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot 53.92}{0.0005 \cdot 45.4}} = 68,92,1 / \text{м}$$

$$h' = \frac{d_{\text{н}}}{2} (\rho' - 1) (1 + 0.805 \lg \rho'), \text{ м} \quad (5.48)$$

$$\rho' = 1,28 \frac{s}{d_{\text{н}}} \sqrt{\frac{s_1}{s_2} - 0,2} \quad (5.49)$$

$$\rho' = 1,28 \frac{0.028}{0.014} \sqrt{1 - 0.2} = 2.29$$

$$h' = \frac{0.014}{2} (2.29 - 1) (1 + 0.805 \cdot \lg 2.29) = 0.0116 \text{ м}$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{th(0.7994)}{0.7994} = 0.83$$

$$\alpha_{в.пр} = 53.92 \cdot \left( \frac{0.353535}{0.04396} \cdot 0.83 + \frac{0.038465}{0.04396} \right) \cdot \frac{0.014}{0.012} = 475 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Коефіцієнт тепловіддачі з боку робочого тіла

$$\alpha_a = 0.72 \cdot \sqrt[4]{\frac{r \cdot \rho^2 \cdot \lambda^3 \cdot g}{\mu \cdot d_{вн} (T_k - T_{cm})}} = \frac{3952}{\sqrt[4]{T_k - T_{cm}}} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad (5.50)$$

де  $r$  – теплота конденсації, кДж/кг;

$\rho$  – щільність рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  – коефіцієнт динамічної в'язкості рідини Па • с.

Питомий тепловий потік в апараті:

з боку робочого тіла

$$q_{aF_{вн}} = 3952 (T_k - T_{cm})^{0.75}, \text{ Вт}/\text{м}^2. \quad (5.51)$$

з боку повітря

$$q_{вF_{вн}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{в.пр}} + \frac{F_{вн}}{F_{вн} + F_{н}} \sum \frac{\delta}{\lambda}} (T_{ст} - T_{в}), \text{ Вт}/\text{м}^2, \quad (5.52)$$

де  $F_{вн} = H \cdot d_{вн} = 3.14 \cdot 0.012 = 0.03768 \text{ м}^2/\text{м}$  – внутрішня поверхня труби;

$$\lambda = \frac{385 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})}{\frac{1}{475} + \frac{0.03768}{0.03768 + 0.353535} \cdot \frac{0.001}{385}} = 475 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$$

Таблиця 5.2 – Прийнята температура стінки теплообмінника конденсатора

$T_{ст}, \text{ К}$	$T_k - T_{ст}, \text{ К}$	$q_a, \text{ Вт}/\text{м}^2$	$T_{ст} - T_{в}, \text{ К}$	$q_{в}, \text{ Вт}/\text{м}^2$
307	6.4	15902	6.6	3135
309	4.4	12006	8.6	4085
311	2.4	7620	10.6	5035

Згідно даним таблиці 5.2 знаходимо значення  $q_{F_{вн}} = 5300 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

Поверхня теплообміну (внутрішня)

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$F_{\text{BH}} = \frac{Q}{q_{\text{FBH}}}, \text{ м}^2, \quad (5.53)$$

$$F_{\text{BH}} = \frac{68.14 \cdot 10^3}{5300} = 12.85 \text{ м}^2$$

Загальна довжина оребрених труб

$$L = \frac{F_{\text{BH}}}{\pi \cdot d_{\text{BH}}}, \text{ м}, \quad (5.54)$$

$$L = \frac{4.56}{0.03768} = 121 \text{ м}$$

Число секцій

$$a = \frac{L_{\text{общ}}}{L_1}, \quad (5.55)$$

$$a = \frac{121}{41} \approx 3.$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$k_{\text{FBB}} = \frac{q_{\text{FBH}}}{\theta_{\text{m}}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (5.56)$$

$$k_{\text{FBB}} = \frac{5300}{9.69} = 546 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

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

$$L_1 = \frac{L_{\text{общ}}}{a}, \text{ м}, \quad (5.57)$$

$$L_1 = \frac{121}{3} = 41 \text{ м}.$$

Живий перетин

$$F_{\text{жс}} = 41 \cdot (0.028 - 0.014) \cdot \left(1 - \frac{0.0005}{0.004}\right) = 0.5 \text{ м}^2$$

При висоті апарату рівній його ширині число рядів труб по висоті

$$n = \sqrt{\frac{L_1}{s}}, \quad (5.58)$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$n = \sqrt{\frac{41}{0,028}} = 38.26$$

Температура повітря після конденсатора

$$\Delta T_{\text{в}} = T_{\text{в}2} - T_{\text{в}1} = \frac{Q}{c_p \cdot F_{\text{ж}} \cdot \omega \cdot \rho}, \quad (5.59)$$

$$\Delta T_{\text{в}} = \frac{24175}{1.06 \cdot 10^3 \cdot 0.5 \cdot 7 \cdot 1.169} = 5.57$$

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

Збільшення жвавого перетину апарату в порівнянні з визначеним в п. 5 повинно зменшити швидкість повітря або змінити ступінь його нагріву. Зменшення перепаду температур на 0,160 в порівнянні з прийнятим практичного значення не має.

Аеродинамічний опір. Опір коридорного пучка труб з пластинчастим обрешенням по формулі Гоголіна:

$$\Delta P = A \left( \frac{L}{d_{\text{екв}}} \right) (\omega \cdot \rho)^{1.7}, \text{ Па}, \quad (5.60)$$

де  $A = 0.007$  для ретельно виготовлених поверхонь.

$$\Delta P = 0.007 (20) (7 \cdot 1.169)^{1.7} = 4.989 \text{ мм вод. ст.} \approx 48.9 \text{ Па.}$$

## 6. 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

					<i>КРБ.XViКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

через фільтр. Датчиком перепаду тиску 4 контролюється степiнь 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.

#### Зимовий режим

Процес в приміщені проходить по лінії ( $П_3 - B_3$ ). Мінімальні витрати по підтриманні параметрів повітря в приміщені відповідає  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  і мінімальній вологості  $\phi = 30\%$ . Визначаємо параметри точки П (приплив).  $t_{п} = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $d_{п} = 3,4\text{ г/кг}$ ,  $\phi_{п} = 30\%$ .

У холодний період зовнішнє повітря з параметрами  $H_3$  необхідно довести до точки  $П_3$ . 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  $H^3_3 - П_3$ ) до  $t=16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а потім подається в приміщення (процес  $H_3$

$H^1_3 - H^2_3 - H^3_3 - П_3 - B_3$ ).

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3				

Також передбачений "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.

#### 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 перемикання 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 поршневих компресорах при відключенні останніх;

4) Експлуатація установки в автоматичному режимі: дистанційне

					<i>КРБ.ХУiКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керування, програмування в часі режимів налаштування і роботи, управління за допомогою комп'ютера, включення установки після відключення із-за аварійного режиму.

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

параметрів від заданих приводить до сигналізації і автоматичної зупинки

*КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3*

Арк.

53

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

компресора, пуск компресора після аварійного відключення здійснюється уручну або автоматично;

- кодова діагностика неправностей, 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 замкнених 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 повинен пройти між двома послідовними запусками компресора.

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

Таймер блоку управління компресором дозволяє вводити тимчасові

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

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.

## **7. ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ**

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки. До них належать:

– *науково-технічний ефект*, який проявляється у підвищенні науково-технічного рівня, поліпшенні параметрів техніки і технологій, що впливає з відкриття нових законів та закономірностей у природі, а отже, і нових технологічних засобів виробництва речовин, матеріалів та видів продукції;

– *економічний ефект* полягає в отриманні економічних результатів від науково-технічних розробок як в цілому для народного господарства, так і для кожного виробничого суб'єкта. Економічна ефективність науково-технічних розробок за відповідною системою показників має відображати вплив їхньої результативності на розвиток економіки країни в цілому, а також регіонів, галузей, організацій і підприємств, що беруть участь у реалізації технологічних нововведень;

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– *соціальний ефект*, що відображає зміни умов діяльності людини в суспільстві. Його прояв спостерігається в змінах характеру та умов праці, підвищенні життєвого рівня населення, поліпшенні побутових його умов, розширенні можливостей духовного розвитку особистості, у змінах стану довкілля;

– *маркетинговий ефект*, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливість їх реалізації.

Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів прикладних робіт визначають на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показання ( $O_{НТЕ}$ ), який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad , \quad (7.1)$$

де  $K^{\Phi}_{НТЕ}$  – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K^{\Pi}_{НТЕ}$  – показник (коефіцієнт) потенційно можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника  $K^{\Phi}_{НТЕ}$  визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,35
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	

Арк.

КРБ.XVіКП.1.487-03.1.3

56



– для нових матеріалів і речовин: вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці ... нового матеріалу;

– для нових технологій: якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції.

З метою спрощення визначення  $K^{\Phi}_{НТЕ}$  у табл. 2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

Таблиця 7.2

Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

ПОКАЗНИКИ	Варіанти технології	
	розробленої	співвідносної (аналога)
Рівень новізни	світовий	-
Якість продукції	найвища	вища
Споживання на 1 т продукції		
– тепла, Гкал	5,14	6,85
– електроенергії, кВт·годину	46,72	54,36
– води, м <sup>3</sup>	4,13	3,12
Трудомісткість виробництва, людино-годин/ тонну	17,5	6,17

На основі співставлення даних таблиці встановлюють бали по характеристиках чотирьох груп і на цій основі розраховують значення інтегрального показника НТЕ:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (7.2)$$

де  $i = 1 \div 4$ ,

$B_i$  – бали (рейтингове число),

$K$  – коефіцієнт значущості показників.

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 7.3).

					<i>КРБ.XViКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Таблиця 7.3

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	8	8	9	8,33	2,91 (8,33 x 0,35)
2	Перспективність	6	7	6	6,33	2,21 (6,33 x 0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використання	4	5	5	4,67	0,93 (4,67 x 0,20)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	7	8	7	7,33	0,73 (7,33 x 0,10)
В С Ь О Г О						6,78

$$\text{НТЕ} = 8,33 \cdot 0,35 + 6,33 \cdot 0,35 + 4,67 \cdot 0,2 + 7,33 \cdot 0,1 = 2,91 + 2,21 + 0,93 + 0,73 = 6,78$$

Отриманий результат слід порівняти з максимально можливим значенням, яке дорівнює 10 балам ( $10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1$ ).

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ( $K_{\text{НТЕ}}$ ):

$$K_{\text{НТЕ}} = \frac{\text{НТЕ}}{10} \cdot 100 \% .$$

На основі даних табл. 3.3 можна дійти до висновку, що  $K_{\text{НТЕ}}$  відповідає 67,8 %, тобто:

$$\frac{6,78}{10} \cdot 100 = 67,8 \% .$$

В тому випадку, коли значення  $K_{\text{НТЕ}}$  перевищує середнє значення, яке дорівнює 5,0, має бути зроблено висновок про достатній рівень НТЕ:

- цілком достатній 5,0 – 6,0;
- достатній 6,1 – 8,0;
- достатньо високий 8,1 – 9,0;
- високий 9,1 – 10.

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, рівень НТЕ технології можна визнати достатнім. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

Таблиця 7.4 - Техніко-економічні показники СКП лабораторії

Показники:	Проектований варіант:
Продуктивність по повітрі, $(\text{м}^3/\text{год})$	19400
Холодопродуктивність, $(\text{кВт})$	58.2
Встановлена потужність, $(\text{кВт})$	11
Витрата води, $(\text{м}^3/\text{год})$	0.85
Капітальні вкладення, грн.:	836450
Річні експлуатаційні витрати, грн.:	163655
Питомі витрати на $1\text{м}^3$ повітря, грн.:	
- капітальні вкладення:	64.08
- експлуатаційні витрати:	23.04
- приведені витрати:	37.2
Термін окупності, роки:	1.4

## 8. ОХОРОНА ПРАЦІ

Властивості фреону-R-407C

Нормальна температура кипіння  $-46.3^\circ\text{C}$ . Фреон важкий безбарвний газ з дуже слабким специфічним запахом, який починає відчуватися при вмісті в повітрі більше 20% обсягу. При температурі вище  $400^\circ\text{C}$  він розкладається з утворенням хлористого і фтористого водню і невеликої кількості фторфосгена. Тому застосовувати відкрите полум'я і курити в приміщенні заборонено. Фреон-407C не горить, в суміші з повітрям не запалюється і не вибухає. Щільність Фреону-407C приблизно в чотири рази більше щільності повітря, тому при великих витоках він витісняє повітря з приміщень і викликає задиху. Фреон-407C відноситься до 5-го класу шкідливості. Важке ураження настає при 25-30% вмісті і тривалості перебування 1 годину.

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Категорії виробництв з вибухопожежної безпеки

Класифікація виробництва за ступенем вибуховий, вибухопожежної та пожежної безпеки відповідно до ОНТП 24-86.

Згідно з нормами технологічного проектування з вибухопожежної та пожежної безпеки приміщення і будівлі підрозділяють на категорії А, Б, В, Г і Д.

Визначають категорії шляхом послідовної перевірки відповідності приміщення вимогам, що пред'являються до кожної групи: Машинні та апаратні відділення фреонових холодильних установок відносяться до категорії Д.

Техніка безпеки на холодильниках передбачає наступні вимоги: приміщення холодильників повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння, все ізольовані трубопроводи в місцях проходів через стіни і перекриття повинні мати вставки з вогнетривкого ізоляційного матеріалу, в машинному відділенні повинні бути спеціальні місця для зберігання в закритому вигляді обтиральних матеріалів (забороняється зберігання бензину, гасу та інших легкозаймистих речовин), будівельні, монтажні та ремонтні роботи із застосуванням відкритого полум'я і електрозварювання в холодильних камерах і машинних відділеннях повинні здійснюватися за наявності письмової допуску і при дотриманні протипожежних заходів.

#### Об'ємно-планувальні рішення

Об'ємно-планувальні рішення з розміщення проекрованої установки: всі частини холодної установки, що містять фреон розташовують у машинному відділенні, висотою не менше 3,5 м. Машинне відділення розташовується на першому поверсі холодильника. Двері машинного відділення виходять назовні будівлі. Мінімальні розміри проходів для хладонових компресорів з об'ємною подачею менш 0.0017м<sup>3</sup> / с складають: головний прохід від електрощитка до виступаючих частин машин - 1.2м, між виступаючими частинами машини 1м.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Методи визначення місць витоків холодильного агенту

Нещільності в хладонових холодильних установках виконують за допомогою розчину мильної емульсії, полімерних індикаторів, галоїдних ламп і течношукачів. Перспективним способом є додавання до Хладон фарбувальних індикаторів, що утворюють в місцях нещільностей стійкі колірні плями.

При контролі за допомогою розчину мильної емульсії нещільності виявляють за бульбашок, що виникають в місцях витoku. Чутливість розчину мильної емульсії невисока, контроль герметичності систем холодоагенту трудомісткий, з розчином складно працювати при мінусовій температурі навколишнього повітря. Полімерні індикатори - водні розчини природних і синтетичних полімерів з добавками поверхнево-активних речовин, регуляторів водневого показника середовища, антифризів і барвників. Індикатори мають високу чутливість і використовуються в інтервалах температур навколишнього повітря  $+5 \div +30$  ° С («склад-1»). У місцях витоків полімерний склад, нанесений на контрольовану поверхню фарборозпилювачем, утворює скупчення бульбашок або «коконів» піни, які стійко зберігаються не менше 24 год.

Принцип дії галоїдних лампи заснований на властивості сполук, що містять галоїди (фтор і хлор), змінювати колір полум'я пальника у присутності нагрітої до  $600 - 700$  ° С міді. Галоїдні течеїскаатели (типу ВАГТІ-3, ГТВ-6, БГТІ-5) мають більш високу чутливість, ніж галоїдні лампи. Принцип дії течношукачів заснований на властивості розпеченій платини збільшувати іонну емісію зі своєї поверхні в присутності газів, що містять галоїди. При визначенні місць витoku фреону галоїдного лампами і течношукачами приміщення машинного відділення попередньо вентилують, під час перевірки в приміщенні не повинно бути сильних приток повітря.

### Контрольно-вимірювальні прилади

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

На всмоктуючої і нагнітальної сторонах кожного компресора повинні бути встановлені, фреонові мановакууметри та манометри зі шкалою тисків і температур.

На кожному компресорі повинен бути встановлений манометр або мановакууметри для вимірювання тиску масла.

Манометри і мановакууметри повинні бути не нижче 2,5 за ГОСТом 8625-65.

Манометри і мановакууметри повинні перевірятися і пломбуватися в установленому порядку не рідше одного разу на рік, а також після кожного ремонту. Крім того, не рідше одного разу на 6 місяців підприємством повинна проводитися додаткова перевірка робочих манометрів контрольним з записом результатів у журнал контрольних перевірок.

При відсутності контрольного манометра, допускається додаткову перевірку проводити перевіреним робочим манометром.

Манометри повинні бути встановлені так, щоб їх показання були чітко видні обслуговуючому персоналу; циферблат повинен бути розташований у вертикальній площині або з нахилом вперед до 30 °.

Манометри і мановакууметри, встановлені на висоті вище 3,5 м від рівня площадки для обслуговування, повинні бути діаметром не менше 200 мм.

Не допускається застосовувати манометри і мановакууметри у випадках, коли відсутня пломба або клеймо, прострочений термін перевірки, а також з розбитим склом або іншими пошкодженнями, що можуть відбитися на правильності їх показань.

Запірні вентилі повинні встановлюватися: на кожній всмоктуючої і нагнітальної лініях компресора; на кожному вхідному і вихідному патрубках збірників рідкого фреону (ресивера, кожухотрубного випарника).

Збірники рідкого фреону (ресивер) повинні забезпечуватися показчиками рівня рідини.

Арматура повинна бути доступна для зручного та безпечного обслуговування та ремонту.

обслуговування та ремонту.					КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Фреонова установка повинна бути забезпечена реле тиску, який зупиняє компресор у разі підвищення надлишкового тиску нагнітання. Це реле має бути приєднано до запірнього нагнітального вентиля компресора по ходу фреону. На кожному компресорі має бути встановлено реле контролю змащення зупиняє компресор в разі пониження тиску в системі змащення до нижнього допустимого рівня.

Компресори з охолоджувальною водяною сорочкою повинні забезпечуватися автоматичним приладом (реле витрати, реле тиску та ін.) зупиняючі компресор у разі припинення надходження води в охолоджувальну сорочку.

Так як компресора з'єднані паралельно, то вони повинні бути забезпечені автоматичними пристроями, (зворотний клапан, реле рівня та ін.), Щоб запобігають перехід олії з одного компресора в інший (інші).

#### Правила безпеки при обслуговуванні

Планові огляди і ревізії установки повинні проводитися відповідно до затвердженого графіка, складеним з урахуванням рекомендацій заводу-виробника та експлуатаційних умов кожної установки.

Огляд і попереджувальний ремонт системи заземлення повинні проводитися відповідно до вимог "Правил технічної експлуатації та безпечного обслуговування електроустановок промислових підприємств".

Закривати нагнітальний вентиль компресора дозволяється тільки після усунення можливості його автоматичного пуску.

Вимірювання лінійного мертвого простору компресора проводиться тільки при ручному повертанні валу.

Забороняється експлуатувати запірну арматуру з пошкодженими маховичками, що утрудняють відкриття і закриття судин, апаратів і балонів.

Щоб уникнути заклинювання вентилів, які не мають зворотного ущільнення сальника при виведеному маховичку, забороняється тримати їх у відкритому вщільнювальному положенні. Якщо за умовами експлуатації запірний

										Арк.
										64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3					

вентиль необхідно відкривати на максимальний прохід, то його спочатку слід відкрити повністю, а потім повернути назад, приблизно на 1/8 обороту маховичка.

Манометри і мановакууметри повинні перевірятися і пломбуватися в установленому порядку не рідше одного разу на рік, а також після кожного ремонту. Крім того, не рідше одного разу на 6 місяців підприємством повинна проводитися додаткова перевірка робочих манометрів контрольним з записом результатів у журнал контрольних перевірок.

При відсутності контрольного манометра, допускається додаткову перевірку проводити перевіреним робочим манометром.

Користування несправними автоматичними приладами забороняється. Перевірка приладів автоматичного захисту повинна проводитися не рідше рази на рік зі складанням акта.

Знімати огороження з працюючого обладнання забороняється.

Забороняється одночасно закривати вхідний і вихідний вентиля на апаратах, заповнених фреоном більш ніж на 80% об'єму.

Витік фреону слід усувати негайно при її виявленні. У випадку значної витоку фреону слід негайно зупинити компресор, включити вентиляцію або відкрити вікна і двері, і усунути витік.

Підтягування болтів у фланцевих з'єднаннях, а також повну або часткову заміну сальникової набивки запірної арматури дозволяється проводити тільки після зниження тиску фреону в пошкодженій ділянці до атмосферного і відключення цієї ділянки від решти системи.

При огляді внутрішніх частин фреонових компресорів і апаратів дозволяється для цілей освітлення користуватися тільки переносними лампами напругою не вище 36 в або електричними кишеньковими і акумуляторними ліхтарями. Користуватися для освітлення відкритим полум'ям забороняється.

При додаванні фреону в установку слід керуватися вказівками, що відносяться до заповнення установки

										КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							65

У разі заповнення балонів фреоном з установки дозволяється використовувати лише балони з не простроченим терміном перевірки. Норма заповнення на 1 л ємності не повинна перевищувати 1,1 кг фреону.

#### Електробезпека

#### Класифікація приміщення за ступенем небезпеки ураження електричним струмом.

Згідно з Правилами улаштування електроустановок, всі електричні установки діляться на дві групи в залежності від напруги: до 1000 В і понад 1000 В. На підприємствах холодильної промисловості, а також у харчовій промисловості і в торгівлі знаходяться в експлуатації установки тільки першої групи.

Виробничі приміщення всіх видів залежно від ступеня небезпеки ураження електричним струмом поділяються на три категорії.

Машинні та апаратні зали фреонових холодильних установок відносяться до приміщень з підвищеною небезпекою.

Небезпечні приміщення - сирі, з відносною вологістю повітря, близької до 85%, наявністю хімічно активного середовища і двох і більше ознак, що характеризують приміщення з підвищеною небезпекою.

#### Пожежна профілактика

#### Протипожежні вимоги

Всі будівлі і конструкції по вогнестійкості поділяються на 8 ступенів (СНиП 2.01.02-85). Конструкція будівлі повинна бути 2 ступеня вогнестійкості з негорючих матеріалів - під впливом вогню або високої температури не запалали, що не тліють і не обвуглюються.

До неспалених матеріалів відносяться всі природні неорганічні матеріали, що застосовуються в будівництві метали, а також гіпсові або гіпсоволокнисті плити при вмісті органічної маси до 8% (по масі).

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Для захисту будівель і споруд від розповсюдження пожежі на весь об'єкт передбачають протипожежні перешкоди. До таких перешкод належать протипожежні, стіни, перегородки, перекриття, зони, тамбури-шлюзи та ін.

До всіх будівель і споруд повинен бути забезпечений вільний доступ.

#### Засоби пожежної автоматичної сигналізації

Надійна пожежна зв'язок і сигналізація грають важливу роль у своєчасному виявленні пожеж і виклик пожежних підрозділів до місця пожежі.

За призначенням пожежі зв'язок поділяється на три види: зв'язок сповіщення, призначена для виклику пожежних частин (команд) на пожежу; диспетчерна, призначена для повсякденного керівництва та управління пожежною охороною; зв'язок на пожежі, призначена для керівництва пожежними підрозділами при гасінні пожеж.

Приймальні станції, отримуючи сигнал з сповіщувачів, перетворюють їх в звукові та світлові сигнали, а в деяких випадках автоматично включають обладнання пожежогасіння.

На підприємствах і установах знайшли застосування приймальні станції ТОЛ-10/100 (тривожна, оптична, променева), які працюють з тепловими сповіщувачами типу АТИМ-3, АТП-3М, ПОСТ-1 і ДТЛ і від ручних кнопкових сповіщувачів типу ПКІЛ-9.

Крім зазначеної станції, застосовується і ряд Інших, зокрема: сигналізаційна димова пожежна установка СДПУ-1, сигналізаційна теплова пожежна установка СТПУ-1 і сигналізаційна комплексна пожежна установка СКПУ-1.

Системи автоматичного пожежогасіння (первинні засоби пожежогасіння, пожежний інвентар)

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## Вогнегасящі речовини

Речовини і матеріали, за допомогою яких припиняється горіння, називаються вогнегасящими засобами. За своїм агрегатним станом ці кошти бувають: рідкі, піноподібні, пароподібні, тверді.

Припинення горіння досягається шляхом зниження температури у вогнищі горіння, т. Е. Створенням таких умов, коли швидкість тепловіддачі перевищить швидкість тепловиділення. В основі принципу припинення горіння лежить ізоляція палаючого матеріалу від доступу кисню повітря. Вода і водні розчини - найбільш поширені та ефективні засоби боротьби з пожежами.

Піна застосовується при гасінні палаючих нафтопродуктів. За своїм складом або способом отримання розрізняють хімічну і повітряно-механічну піну.

Хімічну піну одержують у пінообразующей апаратурі з піногенераторних порошків. Гасіння засноване на тому, що на поверхні піна розтікається щільним шаром і ізолює палаючі нафтопродукти від повітря.

## Протипожежне озброєння та інвентар

При гасінні пожеж піною широко застосовують генератори високократної піни ГВП та хімічні вогнегасники ОХП-10.

Генератори ГВП мають кілька типорозмірів: ГВП-200, ГВП-600, ГВП-2000. Відрізняються вони один від одного геометричними розмірами і продуктивністю (від 200 до 2000 л / с). Повітряно-механічна піна виходить при змішуванні в генераторі води, піноутворювача і повітря. Використовуються пінообразователи марок ПО-1, ПО-1Д, ПО-6.

Вогнегасник ОХП-10 хімічний, пінний (модель 10). Забороняється застосовувати цей тип вогнегасників при гасінні палаючих електроустановок, що знаходяться під напругою, так як утворюється піна електропроводка. Час роботи вогнегасника 60-65 с, тому необхідно приводити його в дію безпосередньо у вогнища пожежі і струмінь піни направляти в палаючий предмет.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Вуглекислотні вогнегасники застосовують при гасінні пожеж: в електроустановках, що знаходяться під напругою до 1000 В.

Порошкові вогнегасники застосовують при гасінні загоряння на мотоциклах, легкових і вантажних автомашинах.

Порошкові вогнегасники є комплектуючої одиницею пожежних щитів. У комплект пожежних щитів входить наступне протипожежне обладнання: лом, багор, відро пожежне (конусне), сокира з діелектричної рукояткою (до 1000 вольт), лопата.

Встановлюється пожежний щит в місцях які можуть гарантувати швидкий доступ до протипожежного устаткування в разі спалаху. Пожежні щити є відкритим стендом і як правило встановлюються на охоронюваних територіях, складах і т.д.

#### Долікарська допомога

Симптоми отруєння при вдиханні повітря з високими концентраціями фреонів або продуктів їх розкладу проявляються через 30 - 60 хв. З'являється головний біль, слабкість, почастишення пульсу та дихання, можуть спостерігатися нудота і блювота. При попаданні рідких фреонів на шкіру і в очі можливо обмороження шкіри і пошкодження очей. Обслуговуючий персонал холодильної установки повинен уміти надавати першу допомогу потерпілим при отруєнні і поразку холодоагентом.

При ядуха, викликану нестачею кисню в приміщенні, заповненому газоподібним фреоном, необхідно негайно вивести постраждалого на свіже повітря. Рекомендується пити (міцний солодкий чай, кава, лимонад), вдихання

кисню протягом 30-45 хвилин. У разі припинення дихання слід робити штучне дихання до приходу лікаря. При попаданні фреону в очі їх промивають струменем води кімнатної температури під невеликим тиском і закопують в очі стерильне вазелінове масло, після чого необхідно негайно звернутися до лікаря.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При наявності явищ подразнення слизової оболонки, рекомендується полоскання носа і глотки 2% -ним розчином соди або водою.

При попаданні фреону в очі необхідно провести рясне промивання очей струменем чистої води. Потім слід до приходу лікаря надіти темні захисні окуляри. Чи не забинтовувати очі, не накладати на них пов'язок. При попаданні фреону на шкіру можна очікувати відмороження. Слід занурити уражену кінцівку в теплу воду (35-45 ° С) на 5-10 хвилин або зробити загальну ванну в разі поразки великій поверхні тіла. Осушити шкіру після ванни не розтиранням, а прикладаючи добре вбирає воду рушник. Після цього слід на пошкоджену ділянку накласти марлеву пов'язку або змастити пошкоджену поверхню маззю. При відсутності мазі можна використовувати несолоне вершкове або соняшникову олію. У разі появи бульбашок ні в якому разі їх не розкривати, а накласти марлеву пов'язку прямо на бульбашки.

#### Засоби для першої долікарської допомоги

1. Нашатирний спирт (для дихання).
2. Валеріанові краплі.
3. двовуглекисла сода (для промивання очей і порожнини горла).
4. Мазь Вишневського або пеніциліновий мазь (для змащування пошкодженої поверхні шкіри).
5. Темні захисні окуляри.
6. Стерильний матеріал (серветки, вата, бинти).
7. Дерев'яні лопатки (для взяття і накладення мазі).
8. У спеціально відведеному місці слід мати балон з медичним киснем та обладнанням до нього.

Висновки: для забезпечення безпечних умов праці, на підприємстві передбачено низку заходів. Насамперед, виконані основні вимоги щодо електробезпеки. Зроблено розрахунок заземлюючих елементів, що в майбутньому унеможливило бути ураженим електричним струмом від

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

приладів що працюють під напругою. Для нормального самопочуття працівників машинного цеху передбачена система мікроклімату, яка забезпечує приплив свіжого повітря протягом робочої зміни. Нормальна освітленість з наявністю свіжого повітря в робочому приміщенні дозволяє комфортно відчувати робочому персоналу під час робочої зміни, що плідно позначається на роботі в цілому.

## 9. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

### 9.1 Життєзабезпечення робітників лабораторії з використанням вентиляції та кондиціонування повітря в умовах НС

З метою своєчасного проведення роботи, пов'язаної із запобіганням і реагуванням на надзвичайні ситуації Кабінет Міністрів України постановою від 3 серпня 1998 р. за № 1198 створив єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації.(ЄДС НС) техногенного та природного характеру.

ЄДС НС — це центральні та місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад, державні підприємства, установи та організації з відповідними силами і засобами, які здійснюють нагляд за забезпеченням техногенної та природної безпеки, організовують проведення роботи із запобігання НС техногенного та природного походження і реагування у разі їх виникнення з метою захисту населення і довкілля, зменшення матеріальних втрат. Завданням ЄДС НС є:

- розроблення нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів із питань запобігання НС та забезпечення захисту населення і територій від їх наслідків;
- забезпечення готовності центральних та місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, підпорядкованих їм сил і засобів до дій, спрямованих на запобігання і реагування на НС;
- забезпечення реалізації заходів щодо запобігання виникненню НС;
- навчання населення щодо поведінки та дій в разі виникнення НС;

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

- виконання цільових і науково-технічних програм, спрямованих на запобігання НС, забезпечення сталого функціонування підприємств, установ та організацій, зменшення можливих матеріальних втрат;
- збирання і аналітичне опрацювання інформації про НС, видання інформаційних матеріалів з питань захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій;
- прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків НС, визначення на основі прогнозу потреби в силах, засобах, матеріальних та фінансових ресурсах;
- створення, раціональне збереження і використання резерву матеріальних та фінансових ресурсів, необхідних для запобігання і реагування на НС;
- проведення державної експертизи, забезпечення нагляду за дотриманням вимог щодо захисту населення і територій від НС (у межах повноважень центральних та місцевих органів виконавчої влади);
- оповіщення населення про загрозу та можливе виникнення надзвичайних ситуацій, своєчасне та достовірне його інформування про фактичну обстановку та вжиті заходи;
- захист населення у разі виникнення НС;
- проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації НС, організація життєзабезпечення постраждалого населення;
- пом'якшення можливих наслідків НС у разі їх виникнення;
- здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалого населення, проведення гуманітарних акцій;
- реалізація визначених законодавством прав у сфері захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій, у тому числі осіб (чи їх сімей), що брали безпосередню участь у ліквідації цих ситуацій;
- участь у міжнародному співробітництві у сфері цивільного захисту населення. Єдина державна система складається з постійно діючих

функціональних та

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

територіальних підсистем і має чотири рівні — загальнодержавний, регіональний, місцевий та об'єктовий.

Кожний рівень єдиної державної системи має координуючі та постійні органи управління щодо розв'язання завдань у сфері запобігання надзвичайним ситуаціям, захисту населення і територій від їх наслідків, систему повсякденного управління, сили і засоби, резерви матеріальних та фінансових ресурсів, системи зв'язку та інформаційного забезпечення.

Структуру органів управління ЄДС НС зображено на Координуючими органами єдиної державної системи є:

1) *на загальнодержавному рівні*: Державна комісія з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій; Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення.

В окремих випадках для ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків рішенням Кабінету Міністрів України утворюється спеціальна Урядова комісія.

2) *на регіональному рівні* — комісії Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської та Севастопольської міських державних адміністрацій з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій;

3) *на місцевому рівні* — комісії районних державних адміністрацій і виконавчих органів рад з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій;

4) *на об'єктовому рівні* — комісії з питань надзвичайних ситуацій об'єктів.

Державні, регіональні, місцеві та об'єктові комісії (залежно від рівня надзвичайної ситуації) забезпечують безпосереднє керівництво реагуванням на надзвичайну ситуацію або на загрозу її виникнення.

Положення про регіональну, місцеву комісію та її персональний склад затверджуються рішенням відповідного органу виконавчої влади.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Постійними органами управління з питань техногенно-екологічної безпеки, цивільної оборони та з надзвичайних ситуацій є:

на загальнодержавному рівні — Кабінет Міністрів України, міністерства та інші центральні органи виконавчої влади, що здійснюють функції згідно з додатком;

на регіональному рівні — Рада міністрів Автономної Республіки Крим, обласні, Київська та Севастопольська міські державні адміністрації, уповноважені органи з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської та Севастопольської міських державних адміністрацій;

на місцевому рівні — районні державні адміністрації і виконавчі органи рад, уповноважені органи з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення;

на об'єктовому рівні — структурні підрозділи підприємств, установ та організацій або спеціально призначені особи з питань надзвичайних ситуацій.

До системи повсякденного управління єдиною державною системою входять оснащені необхідними засобами зв'язку, оповіщення, збирання, аналізу і передачі інформації:

— центри управління в надзвичайних ситуаціях, оперативно-чергові служби уповноважених органів з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення усіх рівнів;

— диспетчерські служби центральних і місцевих органів виконавчої влади, державних підприємств, установ та організацій.

Інформаційне забезпечення функціонування єдиної державної системи здійснюється: інформаційними центрами і центрами управління в надзвичайних ситуаціях міністерств та інших центральних органів виконавчої влади.

Функціональні підсистеми створюються міністерствами та іншими

центральними органами виконавчої влади для організації роботи, пов'язаної

*КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3*

Арк.

74

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

із запобіганням надзвичайним ситуаціям та захистом населення і територій від їх наслідків, як сили постійної готовності.

## 9.2. Система кондиціонування і вентиляції

Вибір систем кондиціонування і вентиляції для створення в приміщеннях повітряного середовища, що відповідає встановленим санітарно-гігієнічним нормам і технологічним вимогам, залежить від призначення будівлі, його поверховості, характеру приміщень і наявності шкідливих виділень. Кратність повітрообміну для більшості приміщень, забезпечувана припливно-витяжною вентиляцією, встановлена СНиП відповідних будівель і приміщень, а так само Відомчими санітарними нормами (ВСН). Вентиляцію слід передбачати для забезпечення допустимих метеорологічних умов і чистоти повітря в обслуговуваній зоні житлових і громадських приміщень або в робочій зоні адміністративно-побутових і виробничих приміщень (на постійних і непостійних робочих місцях).

Вентиляцію з штучним спонуканням (з використанням вентиляторів) слід передбачати у випадках:

якщо метеорологічні умови і чистота повітря не можуть бути забезпечені вентиляцією з природним кондиціонуванням;

для приміщень і зон без природнього провітрювання.

Застосування рециркуляції повітря в громадських, допоміжних будівлях, а також в приміщеннях промислових підприємствах регламентується вказівками СНиП.

Не допускається рециркуляція повітря в приміщеннях, в повітрі яких є хвороботворні бактерії і грибки в небезпечних концентраціях, що встановлюються Міністерством охорони здоров'я, або різко виражені неприємні запахи.

Приплив повітря рекомендується передбачати безпосередньо в приміщення, де постійно працюють або знаходяться люди. При організації

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вентиляції слід мати на увазі, що частина припливного повітря, перед призначеного для цього приміщення, допускається подавати в коридори, або суміжні приміщення, але не більше 50 % кількості від повітря, призначеного для обслуговуваного приміщення.

У вбудованих в житлові будівлі громадських приміщеннях передбачається кондиціонування, вентиляція і опалювання. Кондиціонування і вентиляція вбудовуваних об'єктів мають бути автономними. Витяжну вентиляцію приміщень, що розміщуються в габаритах однієї квартири, - нотаріальних контор, юридичних консультацій, дитячих кімнат, контор житлово- експлуатаційних організацій, Ощадбанків, кіосків союзпечати і інших вбудованих приміщень, де відсутні пожежовибухонебезпечні речовини і шкідливі виділення не перевищують нормованих значень, допускається приєднувати до загальної витяжної системи житлової будівлі.

В даний час через складну техногенної обстановки існує велика ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, наприклад, аварії на радіаційно-небезпечних об'єктах, на підприємствах хімічної промисловості, поширення інфекційних захворювань і т.д. В результаті великих виробничих аварій, люди і навколишнє середу, у тому числі будівлі і споруди, транспортні засоби та техніка, вода і харчова сировина можуть бути вражені. Знезараження досягається шляхом цілого комплексу різноманітних заходів. Вони завчасно плануються і проводяться відповідними організаціями.

Знезараження - це широкий комплекс робіт, що включає в себе такі способи як дезактивація, дегазація, дезінфекція заражених поверхонь, а також санітарну обробку людей.

Дезактивація - це видалення радіоактивних речовин із заражених поверхонь будівель і споруд, машин та обладнання, а також з води. При зараженні системи кондиціонування повітря радіоактивними

речовинами дезактивація кондиціонера проводиться фізико - хімічним

*КРБ.XУiКП.1.487-03.1.3*

Арк.

76

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

способом, який заснований на процесах, що виникають при змиванні РВ розчинами різних препаратів.

Для проведення дезактивації використовується вода. Разом з водою застосовуються спеціальні препарати, що підвищують ефективність змивання радіоактивних речовин. Це поверхнево активні і комплексоутворюючі речовини, кислоти і луги. До перших відносяться порошок СФ - 2 і препарати ОП - 7, ОП - 10, ОП - 7, ОП - 10, до другої - фосфати натрію, трилон Б, щавлева і лимонні кислоти, солі цих кислот. Для отримання розчину порошок додають у воду невеликими порціями при постійному перемішуванні. препарати ОП - 7, ОП - 10 застосовують як складову частину дезактивуючих розчинів, призначених для дезактивації поверхонь будівель, споруд, обладнання. До застосування різних хімічних речовин слід ставитися з великою обережністю, тому що внутрішні і зовнішні поверхні установок систем кондиціонування, покриті різними антикорозійними складами, можуть взаємодіяти з ними.

Дегазація - це знищення отруйних речовин і видалення їх із заражених поверхонь. Проводиться за допомогою спеціальних технічних засобів, приладів, комплектів, поливомийні машин із застосуванням дегазуючих речовин, органічних розчинників, миючих розчинів, а також води. Якщо зараження кондиціонера здійснено пароподібними СДОР, то в якості дегазації проводиться продування кондиціонера.

Дезінфекція - це знищення у зовнішньому середовищі збудників заразних хвороб. Останнім часом підвищився вміст в повітрі міст та інших населених пунктів збудників заразних хвороб, що вимагає постійної уваги до стану повітря і поверхонь кондиціонуючих пристроїв.

Розрізняють профілактичну, поточну і заключну дезінфекцію (останні два види дезінфекції носять загальна назва осередкової). Профілактична дезінфекція проводиться до виникнення захворювань населення, шляхом використання миючих і чистячих засобів, що містять бактерицидні

добавки. Поточна дезінфекція - це обов'язкова проти епідемічні захід при

					Арк.
					77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

багатьох інфекційних захворюваннях - виконання санітарно - гігієнічних заходів у вогнищі та знезараження різних об'єктів зовнішнього середовища, а також виділень. Заключна - здійснюється після госпіталізації хворого.

При зараженні систем кондиціонування, дезінфекція кондиціонера проводиться хімічним, фізичним способами та опроміненням ультрафіолетом.

Хімічний спосіб дезінфекції, є основним способом. Хімічний спосіб - це знищення хвороботворних мікробів і руйнування токсинів дезінфікуючими (дегазуються) речовинами. Фізичний спосіб дезінфекції на увазі під собою термічну обробку. Перевірка повноти дезактивації і дегазації здійснюється дозиметричними і хімічними приладами, а перевірка повноти дезінфекції здійснюється проведенням бактеріологічного дослідження.

Дезактивація кондиціонерів офісних приміщень за допомогою струменя води неможливе, так як кондиціонер знаходиться безпосередньо всередині приміщення. Тому заражається вода, що стікає з поверхні обмивається, апаратів, яка буде потрапляти на внутрішні поверхні приміщення і тим самим заражати їх. З метою уникнення даного фактора дезактивацію необхідно проводити протиранням окремих частин кондиціонера дрантям, змоченою в дезактивують.

Перед початком дезактивації підлогу приміщення, в якому знаходиться кондиціонер, повинен бути покритий спеціальним покриттям, щоб уникнути попадання зараженої води або розчину на поверхню підлоги і зараження його. Після використання, покриття також підлягає відправленню для поховання.

Дегазація кондиціонера проводиться шляхом обмивання дегазуючих розчином за допомогою технічних засобів дегазації або протиранням пензлем (ганчір'ям), змоченою в дегазуються розчин. Дегазація також може вироблятися газовим потоком, що подається за допомогою самого

кондиціонера.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо зараження комбіноване (радіоактивними і отруйними речовинами), то спочатку проводиться дегазація. Після неї, якщо ступінь зараження перевищує допустимі норми, проводиться дезактивація. Для зменшення ймовірності зараження системи кондиціонування повітря, доцільно використовувати спеціальні фільтри, дегазатори

Для життєзабезпечення у кожному конкретному випадку надзвичайних ситуацій передбачається проведення таких заходів, які були б реальними, найбільш ефективними у цій ситуації і максимально усували б усі небажані явища після надзвичайних ситуацій.

А в свою чергу система повітропостачання повинна забезпечувати людей в громадському закладі необхідним об'ємом повітря відповідної температури, вологості і газового складу відповідно до СНІП.

#### Висновок

Проведений аналіз розділу дозволяє зробити висновки, що для життєзабезпечення робітників офісного приміщення з використанням вентиляції та кондиціонування повітря в умовах надзвичайних ситуацій необхідно виконати наступні заходи:

1. Забезпечувати захист робочих, службовців та відвідувачів офісу
2. Своєчасно проводити інженерно-технічні заходи по підвищенню стійкість приміщення.
3. Використовувати екрани і захисні пристрої для захисту СКП
4. Забезпечити два джерела енергопостачання – повітряні лінії і кабель, а також автономну станцію.
5. Мати надійну розгалужену систему повітроводів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3	Арк.
						79

1. Баркалов Б.В. Кондиціонування повітря в промислових, суспільних і житлових будинках. -М: Стройіздат, 1971
2. Липа А.И. Основи теорії й сучасні технології обробки повітря. -Одеса 2003: ОГАХ, 175 с.
3. Баркалов Б.В, Карпіс Е.Е. Кондиціонування повітря в житлових і суспільних будинках. - М: Стройіздат, 1971. -265с.
4. Kibert C. Construction Ecology. Nature as the basis for green buildings. [Spon press]. Canada, 2007. 328 p.
5. Дячук О. «Утилізація тепла і енергоефективність систем вентиляції»
6. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]: ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.– На заміну ГОСТ 26629.85; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с.
7. Development of a data model for consumption analysis and prediction of large-scale commercial building / [Fangting Song, Yi Jiang, Anne Le Mouel and other] // Building Simulation, 2007. - P. 1601-1609.
8. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції [Текст]. ДСТУ Н Б А.2.2.5:2007.– Уведено вперше ; чинний від 2008.07.01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 44 с.
9. ДБН В.2.2-9:2018 – Громадські будинки та споруди.
10. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинні від 01.01.2014. – Київ: Укрархбудінформ, 2013. – V, 141 с.
11. ДСТУ Б EN 15251:2013. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. – Чинні від 01.01.2013. – Київ: Укрархбудінформ, 2012. – 71 с.
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Чинні від 01.11.2011. – Київ: Укрархбудінформ, 2011. – IV, 123 с.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

13. Липа А. И. Кондиціювання повітря: теоретичні основи / А. И. Липа. – Одеса, ВМВ, 2015. – 607с.
14. Белова Е.М. Системи кондиціювання повітря з чилерами і фанкойлами / Белова Е.М. – М.: Євроклімат, 2003р. – 400.
15. Семенов Ю.В. Системи кондиціонування повітря з поверхневими повітроохолоджувачами / М. : ТЕХНОСФЕРА, 2014 р. - 272 с.
16. Павленко В. М., Ткаченко Д. О. Оцінювання ефективності використання рекуператора в системах вентиляції офісних приміщень – 2018р.
17. Е.В. Стефанов «Вентиляція і кондиціювання повітря», 2005 р
18. Ратушняк Г. С. Експлуатація систем тепlopостачання та вентиляції / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 122 с
19. І.А. Пономарчук. Вентиляція та кондиціювання повітря: Навчальний посібник/ Пономарчук І.А., Волошин О.Б. – Вінниця: ВНТУ, 2004.- 121с.
20. Вентиляція офісу - як це виглядає. – Режим доступу: <https://ventportal.com/ua/node/528>
21. Вентиляція і кондиціювання повітря. – Режим доступу: <https://buklib.net/books/35231/>
22. EN 13779:2007. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems.
23. Кондиціювання та вентиляція повітря Е. Г. Братута, А. М. Ганжа, О. В. Круглякова, В. В. Чубарова Харків : НТУ «ХПІ», 2009. 128 с.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81