

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему: Проект СКП біофабрики по виробництву ентомологічної  
продукції

Здобувача (ки)

Бондар О.М.

4

курсу

ЕН-141

групи

Керівник

к.т.н., доц. Піщанська Н.О.

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

Бондаря Олександра Миколайовича

1. Тема роботи Проект СКП біофабрики по виробництву ентомологічної продукції

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: Херсон, географічна широта-48, розрахункова зовнішня температура літом  $30,6^{\circ}\text{C}$ , ентальпія  $62 \text{ кДж/кг}$ , взимку температура  $-19^{\circ}\text{C}$ ,

ентальпія  $-17,3 \text{ кДж/кг}$ ; напрямок фасада: південь; параметри внутрішнього повітря виробничого приміщення:  $t_{\text{п}} = 25^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_{\text{п}} = 60 \%$ ;  $\omega = 0,3 \text{ м/с}$ ; в інших приміщеннях:

$t_{\text{п}} = 25^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_{\text{п}} = 60\%$ , холодний період року виробничого приміщення:  $t_{\text{п}} = 20^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_{\text{п}} = 40 \%$ ;

$\omega = 0,3 \text{ м/с}$ ; в інших приміщеннях:  $t_{\text{п}} = 20^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_{\text{п}} = 40 \%$ ;  $\omega = 0,3 \text{ м/с}$ ;

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Вступ, тепловий розрахунок, побудова процесів літнього та зимового кондиціонування в d-h діаграмі проектування та розрахунок припливної та вентиляційної мережі, вибір і розрахунок центрального кондиціонера, розрахунок основного холодильного обладнання, вибір схеми, апаратів і обладнання, розрахунок економічних показників проекту, висвітлення питань охорони праці та цивільного захисту, список використаної літератури

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

План будівлі біофабрики 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 Піщанська Н.О.

Завдання прийняв до виконання Бондар О.М.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач-дипломник Бондар Олександр Миколайович

Керівник роботи Піщанська Нонна Олександрівна

*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 Бондар Олександр Миколайович

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з: 79 сторінок друкованого тексту, 1 рисунка, 8 таблиць, 23 посилань на літературні джерела.

Метою проекту є розробка системи кондиціонування повітря для забезпечення ефективного технологічного процесу виробництву високої якості ентомологічної продукції. Здійснено тепловологісний розрахунок приміщень, визначено витрату повітря  $G = 6,1$  кг/с ( $L=18300$  м<sup>3</sup>/год). У дипломному проекті спроектовано центральну систему кондиціонування приміщень біофабрики у м. Херсон і запропоновано до використання центральний кондиціонер збірної блочної конструкції фірми Aermec (Італія), модель NCD14, з витратою повітря 19742 м<sup>3</sup>/год і холодонавантаженням 54 кВт. Забезпечення холоду здійснюється компресорно-конденсаторним блоком фірми Aermec модель NRC300, 57 кВт (охолодження), 67 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. Задіяна система кондиціонування повітря забезпечить можливість виробництва на біофабриці ентомологічної продукції із збільшенням її якості на 15%. Також в роботі висвітлено питання охорони праці та цивільного захисту стосовно вимог відповідності розглянутого об'єкту.

За допомогою спроектованої СКП можна створити, автоматично підтримувати та регулювати задані параметри мікроклімату для ефективного отримання високої якості ентомологічної продукції на біофабриках.

**Ключові слова:** система кондиціонування повітря, біофабрика, теплонавантаження, вологонавантаження, витрата повітря, ентомологічна продукція, центральний кондиціонер.

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ANNOTATION

The qualification work consists of: 79 pages of printed text, 1 figure, 8 tables, 23 references to literary sources.

The goal of the project is to develop an air conditioning system to ensure an effective technological process to produce high-quality entomological products. The thermal and humidity calculation of the premises was carried out, the air consumption  $G = 6.1 \text{ kg/s}$  ( $L=18300 \text{ m}^3/\text{h}$ ) was determined. In the diploma project, the central air conditioning system of the premises of the biofactory in the city of Kherson was designed and the central air conditioner of prefabricated block construction of the company Aermec (Italy), model NCD14, with an air consumption of  $19742 \text{ m}^3/\text{h}$  and a cooling load of  $54 \text{ kW}$  was proposed for use. Cold is provided by an Aermec compressor-condenser unit, model NRC300,  $57 \text{ kW}$  (cooling),  $67 \text{ kW}$  (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 air conditioning system involved will ensure the possibility of production of entomological products at the biofactory with an increase in its quality by 15%. The work also covers the issue of labor protection and civil protection in relation to the compliance requirements of the object in question.

With the help of the designed SCP, it is possible to create, automatically maintain and regulate the specified parameters of the microclimate for the efficient production of high-quality entomological products in biofactories.

**Key words:** air conditioning system, biofactory, heat load, moisture load, air consumption, entomological products, central air conditioner.

					<i>КРБ.XViKII.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	10
2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК.....	12
3 ПОБУДОВА ТЕПЛОВОЛОГІСНИХ ПРОЦЕСІВ В $d - h$ ДІАГРАМІ, ВЛІТКУ. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРІБНОЇ ХОЛОДОПРОДУКТИВНОСТІ ФЕНКОЙЛА.....	24
4 ВТРАТИ ТЕПЛОТИ ЧЕРЕЗ ОБГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД РОКУ.....	26
5 ПОБУДОВА ТЕПЛОВОЛОГІСНИХ ПРОЦЕСІВ В $d - h$ ДІАГРАМІ ВЗИМКУ. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРІБНОЇ ПОТУЖНОСТІ ПОВІТРОНАГРІВЧА ФЕНКОЙЛУ.....	28
6 ВИЗНАЧЕННЯ СХЕМИ СКП.....	29
7 ПІДБОР ТА РОЗРАХУНОК УСТАТКУВАННЯ.....	30
8 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ.....	36
9 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ.....	46
10 АВТОМАТИЗАЦІЯ СКП.....	50
11 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	52
12 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	64
13 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА.....	70
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	78

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ВСТУП

Оскільки для ентомологічних виробництв видалення продуктів метаболізму, які вносять нерівномірність розподілу шкідливих виділень, і це збурює газовий склад і чистоту повітря в приміщенні, носить системний характер, оскільки витрата повітря є одним з визначальних чинників, що впливає на споживання тепла і холоду.

Система кондиціонування мікроклімату як сукупність усіх інженерних засобів і пристроїв, що забезпечують внутрішні кліматичні умови, включає разом з обгороджуваннями, системами опалювання і вентиляції систему кондиціонування повітря (СКП). СКП є основною, зазвичай регульованою системою, призначеною для комплексної підтримки заданих параметрів внутрішнього повітря, які забезпечують розрахункові і часто оптимальні умови в приміщеннях будівель і споруд. СКП може працювати спільно з опалюванням і вентиляцією, але зазвичай СКП бере на себе функції останніх і створює в будівлі, або в його найбільш відповідальних приміщеннях необхідні кліматичні умови, як в холодний, так і в теплий період року.

Завдання кондиціонування повітря в спортивних будівлях, універсальних магазинах, бібліотеках, музеях, в адміністративних будівлях, театрах і кінотеатрах полягає в забезпеченні санітарно-гігієнічних вимог до параметрів повітряного середовища, що забезпечують комфортне самопочуття людей і умову експлуатації самих будівель. Здоров'я, працездатність, та і просто самопочуття людини значною мірою визначаються умовами мікроклімату і повітряного середовища в житлових і громадських приміщеннях, де вона проводить значну частину свого часу.

У міру насичення будівель сучасними опалювальними і вентиляційними системами, освітлювальною технікою і різноманітним електро побутовим устаткуванням усе більш очевидним стає вираження: "Будинок - це машина для житла". Якщо говорити про фізіологічну дію на людину навколишнього повітря, то слід нагадати, що людина на добу споживає близько 3 кг їжі і 15 кг повітря.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Що це за повітря, яка його свіжість і чистота, задушливо, жарко або холодно людині в приміщенні, багато в чому залежить від інженерних систем, спеціально призначених для забезпечення повітряного комфорту.

Серед таких систем можна виділити: систему вентиляції, систему опалювання (або комбіновану опалювально-вентиляційну систему) і систему кондиціонування повітря (СКП). Повітряне опалювання, поєднане з вентиляцією, створює в приміщенні цілком задовільний мікроклімат і забезпечує сприятливі умови повітряного середовища.

СКП є системою вищого порядку (з великими можливостями). Принципова перевага полягає в тому, що, окрім виконання завдань вентиляції і опалювання, СКП дозволяє створити сприятливий мікроклімат (комфортний рівень температур) в літній, жаркий період року, завдяки використанню у своєму складі холодильної машини. На тепловідчуття людини чинять вплив в основному наступні чотири чинники: температура і вологість повітря, швидкість його переміщення (рухливість) і температура огорожувальних поверхонь приміщення.

При різних комбінаціях цих параметрів теплові відчуття людини можуть виявлятися однаковими. Необхідно мати на увазі, що, хоча тепловідчуття і визначається перерахованими параметрами, не будь-яке їх поєднання забезпечує комфортні умови. Кожен з цих параметрів може бути змінений не довільно, а тільки в деяких певних межах, що задовольняють умовам комфортних тепловідчуття.

Знання допустимих меж коливань температури, вологості і рухливості повітря дозволяє регламентувати застосування тих або інших видів СКП.

Кондиціонування повітря - це створення і автоматична підтримка (регулювання) в закритих приміщеннях усіх або окремих параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху) повітря на певному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей або ведення технологічного процесу.

					<i>КРБ.XУiКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

До складу СКП входять технічні засоби огорожі повітря, підготовки, тобто надання необхідних кондицій (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) і його розподілу, а також засобу хладо- і тепlopостачання, автоматики, дистанційного керування і контролю.

СКП великих громадських, адміністративних і виробничих будівель обслуговуються, як правило, комплексними автоматизованими системами управління. Автоматизована система кондиціонування підтримує заданий стан повітря в приміщенні незалежно від коливань параметрів довкілля (атмосферних умов). Основне устаткування системи кондиціонування для підготовки і переміщення повітря агрегується (компонується в єдиному корпусі) в апарат, званий кондиціонером.

У багатьох випадках усі технічні засоби для кондиціонування повітря скомпоновані в одному блоці або двох блоках, і тоді поняття "СКП" і "кондиціонер" однозначні.

Система кондиціонування мікроклімату як сукупність усіх інженерних засобів і пристроїв, що забезпечують внутрішні кліматичні умови, включає разом з обгороджуваннями, системами опалювання і вентиляції систему кондиціонування повітря (СКП).

СКП є основною, зазвичай регульованою системою, призначеною для комплексної підтримки заданих параметрів внутрішнього повітря, які забезпечують розрахункові і частина оптимальні умови в приміщеннях будівель і споруд. СКП може працювати спільно з опалюванням і вентиляцією, але зазвичай СКП бере на себе функції останніх і створює в будівлі або в його найбільш відповідальних приміщеннях необхідні кліматичні умови, як в холодний, так і в теплий період року.

Центральні системи кондиціонування повітря мають наступні переваги:

- 1) Можливістю ефективною підтримки заданої температури і відносної вологості повітря в приміщеннях;

					<i>КРБ.XУiКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2) Зосередженням устаткування, що вимагає систематичного обслуговування і ремонту, як правило, в одному місці;
- 3) Можливостями забезпечення ефективного шумо- і віброгашення;

За допомогою центральних СКП при належній акустичній обробці воздуховодов, пристрої глушників шуму і гасителів вібрації можна досягти найбільш низьких рівнів шуму в приміщеннях і обслуговувати такі приміщення, як радио- і телестудії і тому подібне. Незважаючи на ряд достоїнств центральних СКП, потрібно відмітити, що великі габарити і проведення складних монтажно-будівельних робіт по установці кондиціонерів, прокладенню воздуховодов і трубопроводів часто призводять до неможливості застосування цих систем в існуючих будівлях, що реконструюються.

Вибір оптимального рішення СКП, яка є обов'язковою умовою вирощування ентомокультур, означає виявлення такого технічного рішення, яке забезпечує найкраще за обраним критерієм значення цільової функції, в якості якої в даному випадку виступає кількість певної якості отриманих комах.

Метою цього дипломного проекту є розробка СКП для біофабрики по вирощуванню ентомопродукції, розташованої в місті Херсоні.

## **1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ**

Система кондиціонування повітря вимагає створення досить складних пристроїв, що істотно впливають на вартість будівництва й експлуатаційні видатки. У зв'язку із цим техніко-економічна оцінка СКП завжди становить інтерес для замовника. Така оцінка виконується не тільки в процесі проектування, але й на перед проектної стадії, що особливо важливо для вибору того або іншого варіанта системи або для рішення питання про доцільність устрою СКП у тих випадках, коли будівельні норми вимагають обґрунтування для проектування усередині будинку повітряного середовища з оптимальними параметрами.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>10</i>

Метою проекту системи кондиціонування повітря (СКП) є підвищення якості отриманої ентомопродукції.

За допомогою спроектованої СКП можна створити, автоматично підтримувати та регулювати задані параметри мікроклімату приміщень. При цьому чим більше коло підтримки і регулювання параметрів, чим більше їх наближеність до оптимальних сполучень, тим складніше та дорожче обслуговуючий процес.

Основні економічні вимоги до проекту укладаються в наступному: мінімальна вартість устаткування й будівельно-монтажних робіт, тривалий термін служби, максимально можлива економія електроенергії, води, тепла й особливо дорогого холоду.

СКП технологічного призначення розраховуються на підтримку параметрів повітря в кондиціонованих приміщеннях, оптимальних для здійснення технології, що відбуваються у них. Параметри визначаються умовами тепло- і вологообміну, які, у свою чергу залежать від характеру виконавчої ними роботи, нервової напруги, одягу, а також температури, вологості й швидкості руху навколишнього повітря й інших факторів.

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

У дипломному проекті передбачається спроектувати систему кондиціонування біофабрики у м. Херсоні із системою центрального кондиціонування та припливною вентиляцією.

У даному розрахунку ми маємо вихідні дані, які необхідно підтримувати, апарати й машини, а також витрати на електроенергію, на приводи електродвигуна вентилятора, компресора, насосів для подачі води. Все це вимагає необхідні грошові витрати. Знаючи ці витрати по апаратах і всі інші витрати, ми знаходимо шляхи зниження цих витрат, розглядаючи використання різних, більш ефективних апаратів і машин, а також режимів

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

їхньої роботи, оптимізацію й автоматизацію даної системи, способу регулювання роботи системи кондиціонування повітря (теплий , перехідний) з різними режимами роботи, що при якісному підході до розрахунків і в пошуку варіантів, може дати економічний ефект (зниження витрат на систему, наступний монтаж, налагодження, експлуатацію, ремонт, а також енерговитрати) на 20% менше, ніж типові проекти для аналогічних об'єктів і їхніх параметрів.

Спроектowana система кондиціонування повітря повинна забезпечувати оптимальне протікання технологічних процесів по виробництву ентомопродукції. Капітальні вкладення на створення СКП складаються з витрат, пов'язаних з придбанням устаткування, вартості виробничої площі, на якій воно розміщується, витрат на будівельні й монтажні роботи.

## 2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК (ЛІТНІЙ ПЕРІОД)

### 2.1 Вихідні дані:

Місто: Херсон, географічна широта 48°, розрахункова зовнішня температура, влітку 30,6 °С, взимку -19 °С, ентальпія влітку 62 кДж / кг, взимку -17,3 кДж / кг.

Напрямок фасаду: Південь

Стіна - шари будівельні по ходу теплової хвилі:

1. Штукатурка  $\delta = 20\text{мм}$   $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$ ,
2. Пінополіуретан  $\delta = 100\text{мм}$   $\lambda = 0,05 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$ ,
3. Залізобетон  $\delta = 450\text{мм}$   $\lambda = 2,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$ ,
4. Штукатурка  $\delta = 20 \text{ мм}$   $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$ .

Покрівля - вентильоване горище:

1. Залізобетонна плита  $\delta = 100 \text{ мм}$   $\lambda = 2,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$ ;
2. Пінополіуретан  $\delta = 170\text{мм}$   $\lambda = 0,05 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$ ,
3. Залізобетонна плита  $\delta = 200 \text{ мм}$   $\lambda = 2,4 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$ .
4. Штукатурка  $\delta = 20 \text{ мм}$   $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$ .

Внутрішні стіни суміжні з коридором:

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1. Штукатурка  $\delta = 10\text{мм}$   $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ ,
2. Пенополіуретан  $\delta = 50\text{мм}$   $\lambda = 0,05 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ ,
3. Залізобетон  $\delta = 200\text{мм}$   $\lambda = 2,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ ,
4. Штукатурка  $\delta = 10 \text{ мм}$   $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ .

Вікна в номерах розміром  $B = 1700 \text{ мм}$ , висота -  $H = 1800 \text{ мм}$ .

Вікна у вестибюлі розміром  $B = 2900 \text{ мм}$ , висота -  $H = 2400 \text{ мм}$ .

Вікна в більярдній складної форми. Площа одного вікна -  $S = 11.7 \text{ м}^2$

Прийняття внутрішніх розрахункових параметрів повітря, згідно з СНіП 2.04.05-91:

$t_{в}=25 \text{ °C}$ ,  $\varphi_{в}=40-60 \%$  - Літо

$t_{в}=20 \text{ °C}$ ,  $\varphi_{в} = \text{не менше } 40\%$  - Зима

Приймаються клас кондиціонування-третій клас

Розрахункові параметри: параметри Б.

## 2.2 Приплив теплоти з інфільтруючим повітрям

При проектуванні систем кондиціонування повітря в приміщеннях, як правило, слід передбачати підтримку надлишкового тиску по відношенню до зовнішньої середовищі та суміжних не кондиційованих приміщень, щоб перешкоджати інфільтрації повітря, що не має необхідних параметрів. Якщо ця вимога дотримана, то додаткової теплоти від інфільтруючого повітря не враховують.

## 2.3 Приплив теплоти від припливного зовнішнього повітря

У зв'язку з тим, що при розрахунку систем кондиціонування повітря, доквілля, як правило, має відмінні, вищі параметри, необхідно виробляти облік від теплопоступлень з припливним зовнішнім повітрям.

$$Q_{пр} = G_{пр} (h_{пр} - h_{в}) . \quad (2.3.1)$$

З метою мінімізувати приплив теплоти з припливним повітрям, знижують витрату припливного повітря до мінімуму, по-друге, при економічній

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

доцільності застосовують теплоутилізацію. Облік тепла від вентиляції проводять на етапі побудови процесів в  $h - d$  діаграмі при визначенні навантаження на теплообмінні апарати.

Приймаємо мінімальну витрату повітря на одну людину  $L=40 \text{ м}^3/\text{год}$  из СНіП 2.04.05-91\* Додаток 19. «Мінімальна витрата зовнішнього повітря для приміщень».

$$G_{\text{пр}}=L*\rho*n, \quad (2.3.2)$$

$$G_{\text{пр}}= 40*1,2*50/3600= 0,66 \text{ кг/с}$$

#### 2.4 Приплив теплоти через зовнішні стіни, перекриття

Кількість теплоти, що надходить до номерів через стіни суміжні з коридором:

$$q_{\text{см}} = k_{\text{см}} (t_{\text{кор}} - t_{\text{вн}}). \quad (2.4.1)$$

$$k_{\text{см}}=(1/ \alpha_{\text{зов}}+\Sigma(\delta/\lambda)+1/ \alpha_{\text{вн}})^{-1}. \quad (2.4.2)$$

$$k=(1/8,7+0,01/0,93+0,2/2,04+0,01/0,93+0,03/0,05+1/8,7)^{-1} = 0,74 \text{ Вт}/(\text{м}^2*\text{К}).$$

$$q_{\text{см}}=0,74*(30,6-25)=4,14 \text{ Вт}.$$

Кількість теплоти, що надходить через кривлю:

Так як у будівлі готелю вентилязоване горище, не враховую теплопритоків від сонячної радіації.

$$q_{\text{кр}} = k_{\text{кр}} (t_{\text{зов}} - t_{\text{вн}}). \quad (2.4.3)$$

$$k_{\text{кр}}=(1/ \alpha_{\text{зов}}+\Sigma(\delta/\lambda)+1/ \alpha_{\text{вн}})^{-1}. \quad (2.4.4)$$

$$k_{\text{кр}}=(1/8,7+0,1/2,04+0,17/0,05+0,2/2,04+0,02/0,93+1/17)^{-1} = 0,27 \text{ Вт}/(\text{м}^2*\text{К}).$$

$$q_{\text{кр}}=0,27*(30,6-25)=1,51 \text{ Вт}.$$

Кількість теплоти, що надходить через стіни:

Кількість теплоти, що поступає в приміщення через зовнішні стіни або перекриття площею  $F$  складається з середніх величин тепла що поступає за рахунок конвективного теплообміну і тепла від сонячної радіації.

$$Q_{\text{огр}}= Q_{\text{конв.}} + Q_{\text{с.р.}} \quad (2.4.5)$$

Облік тепла що поступає від сонячної радіації може бути врахований в складовій умовної температури  $t_{\text{ум}}$  рівною :

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$$t_{ум} = t_{з.ср.} + A_{тн} \cdot \theta_1 + \Delta t_{с.р.}, \quad (2.4.6)$$

де  $t_{з.ср.}$  - середня за добу температура повітря в найжаркіший місяць літа (параметри б СНіП2.04.05-91\*);

$A_{тн}$  - амплітуда температурних коливань, при допущенні заміни дійсної зміни температури довкілля, гармонійними коливаннями, рівна половині середньодобового коливання температури повітря визначуваного по "додатку 8" СНіП2.04.05-91\*, оскільки приведена в таблиці амплітуда температур, це різниця між мінімальною і максимальною добовою температурою;

$$A_{тн} = 12,5/2 = 6,25. \quad (2.4.7)$$

$\theta_1$  - гармонійні коливання з максимумом о 17 годині дня для південно-західної стіни і з максимумом о 10 годині дня для південно-східної стіни може бути описано:

$$\theta_1 = -\cos 2\pi (Z - \tau_{дек} - \tau_{літо} - \Delta\tau) / T, \quad (2.4.8)$$

де -  $Z$  час від 1 до 24 годин;  $\tau_{дек}$  - декретний час, для України 2 години,  $\tau_{літо}$  - літній час, для України 1 годину;  $\Delta\tau$  - поправка рівна 1 годині для місцевостей, розташованих на відстані більше 100км від морів і океанів [1];

$$\theta_1(\text{Північ}) = -\cos((2 \cdot 3.14) \cdot (7 - 2 - 1 - 1) / 24) = -0,7 \quad \text{для 7 годин.}$$

$$\theta_1(\text{Схід}) = -\cos((2 \cdot 3.14) \cdot (9 - 2 - 1 - 1) / 24) = -0,3 \quad \text{для 9 годин.}$$

$$\theta_1(\text{Південь}) = -\cos((2 \cdot 3.14) \cdot (13 - 2 - 1 - 1) / 24) = 0,7 \quad \text{для 13 годин.}$$

$$\theta_1(\text{Захід}) = -\cos((2 \cdot 3.14) \cdot (18 - 2 - 1 - 1) / 24) = 0,9 \quad \text{для 18 годин.}$$

$\Delta t_{с.р.}$  - температурна добавка, еквівалентна дії сонячної радіації.

Величина  $\Delta t_{с.р.}$  дорівнює кількості тепла що поступає на зовнішнє огороження від сонячної радіації с поправкою на коефіцієнт поглинання тепла  $\rho$ , залежний від міри чорноти поверхні, (кольору поверхні) розділене на коефіцієнт теплообміну на зовнішній поверхні,

$$\Delta t^{с.р.} = \rho (J_{пр} + J_p) / \alpha_{зов.} \quad (2.4.9)$$

а середнє значення різниці температур від сонячної радіації рівне,

$$\Delta t^{с.р.}_{ср.} = \rho \cdot J_{ср} / \alpha_{зов.} \quad (2.4.10)$$

де  $J_{ср}$  середньої кількості тепла за добу для даної стіни з урахуванням її орієнтації по сторонах світу.

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слід пам'ятати, що дані  $J_{пр}$ ,  $J_p$  в таблиці приведені для істинного сонячного часу, наприклад Одеса - часовий пояс + 2г, тобто дані треба скоректувати на дві години.

Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження -  $\alpha_{зов}$ , визначають по формулі для вертикального огороження:

$$\alpha_{з.в.}=5,8+11,6\sqrt{\omega}. \quad (2.4.11)$$

і горизонтального перекриття:

$$\alpha_{з.г.}=8,7+2,6\sqrt{\omega}. \quad (2.4.12)$$

( $\omega$ - швидкість вітру, СНіП 2.04.05-91\*).

$$\Delta t^{с\cdot p}(\text{Північ})=0,4*201/17=4,72^{\circ}\text{C} - 7 \text{ год.}$$

$$\Delta t^{с\cdot p}(\text{Схід})=0,4*764/17=17,9^{\circ}\text{C} - 9 \text{ год.}$$

$$\Delta t^{с\cdot p}(\text{Південь})=0,4*490/17=11,5^{\circ}\text{C} - \text{год.}$$

$$\Delta t^{с\cdot p}(\text{Захід})=0,4*764/17=17,9^{\circ}\text{C} - \text{год.}$$

На підставі вищевикладеного і прийнятих допущень, можемо записати вираження для визначення зміни умовної температури в впродовж доби :

$$t_{ум} = t_{з.ср.} + A_{тн} \cdot \theta_1 + \rho(J_{пр} + J_p) / \alpha_{зов}. \quad (2.4.13)$$

$$t_{усл}(\text{Північ})= 30,6+6,35*(-0,7)+4,72=30,8^{\circ}\text{C} - 7 \text{ год.}$$

$$t_{усл}(\text{Схід})= 30,6+6,35*(-0,3)+17,9=46,6^{\circ}\text{C} - 9 \text{ год.}$$

$$t_{усл}(\text{Південь})= 30,6+6,35*0,7+11,5=46,5^{\circ}\text{C} - 13 \text{ год.}$$

$$t_{усл}(\text{Захід})= 30,6+6,35*0,9+17,9=54,2^{\circ}\text{C} - 18 \text{ год.}$$

Цей вираз є графіком функції  $t_{ум}$  від часу доби і орієнтації стіни. Зміна умовної температури, як і зміна зовнішньої температури, повторюється в часі з періодом  $T=24$  години.

Проведемо заміну періодичних змін умовної температури гармонійними коливаннями з амплітудою  $At_{ум}$  біля середнього значення рівного

$$t_{ум}^{ср} = t_{з.ср.} + \rho \cdot J_{ср} / \alpha_{зов}. \quad (2.4.14)$$

і запишемо зміну  $t_{ум}$ ;

$$t_{усл}^{ср}(\text{Північ})=30,6+0,4*73/17=32,3^{\circ}\text{C} - 7 \text{ год.}$$

$$t_{усл}^{ср}(\text{Схід})=30,6+0,4*184/17=34,9^{\circ}\text{C} - 9 \text{ год.}$$

$$t_{усл}^{ср}(\text{Південь})=30,6+0,4*159/17=34,3^{\circ}\text{C} - \text{год.}$$

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$t_{\text{усл}}^{\text{CP}}(\text{Захід})=30,6+0,4*184/17=34,9^{\circ}\text{C} \text{ – год.}$$

$$t_{\text{усл}} = t_{\text{усл}}^{\text{CP}} + At_{\text{усл}} \cdot \theta_2, \quad (2.4.15)$$

де  $At_{\text{ум}}$  - амплітуда коливань умовної температури рівна середньоарифметичному між  $At_{\text{ум}}^{\text{max}}$  вдень и  $At_{\text{ум}}^{\text{max}}$  вночі отримані при розрахунку  $t_{\text{ум}}$ ;

$$At_{\text{усл}}=7,5 \text{ – Північ}; \quad At_{\text{усл}}=11,6 \text{ – Схід};$$

$$At_{\text{усл}}=11,6 \text{ – Південь}; \quad At_{\text{усл}}=14,7 \text{ – Захід};$$

$\theta_2 = \theta_1$  – для стін південної, південно-західної, західної, північно-західної і північної орієнтації;  $\theta_2$  – для північно-східної, східної і південно-східної орієнтації повинно бути скоректовано на 3 години вперед (за результатами розрахунків) і може бути записано:

$$\theta_2 = -\cos 2\pi (Z - \tau_{\text{дек}} - \tau_{\text{літо}} - \Delta\tau + 3) / T, \quad (2.4.16)$$

де -  $Z$  час от 1 до 24 годин.

$$\theta_2(\text{Північ}) = -0,7 \text{ – 7 год.}$$

$$\theta_2(\text{Схід}) = -\cos(2*3,14*(9-2-1+3)/24) = 0,5 \text{ – 9 год.}$$

$$\theta_2(\text{Південь}) = 0,7 \text{ – 13 год.}$$

$$\theta_2(\text{Захід}) = 0,9 \text{ – 18 год.}$$

$$t_{\text{усл}}(\text{Північ}) = 32,3 + 7,5*(-0,7) = 27,05^{\circ}\text{C} \text{ – 7 год.}$$

$$t_{\text{усл}}(\text{Схід}) = 34,9 + 11,6*0,5 = 40,7^{\circ}\text{C} \text{ – 9 год.}$$

$$t_{\text{усл}}(\text{Південь}) = 34,3 + 11,6*0,7 = 42,42^{\circ}\text{C} \text{ – 13 год.}$$

$$t_{\text{усл}}(\text{Захід}) = 34,9 + 14,7*0,9 = 48,13^{\circ}\text{C} \text{ – 18 год.}$$

Середня кількість тепла, що поступає на зовнішню поверхню огороження, протягом доби і залежно від орієнтації стіни до сторін світу, може бути записана в наступному виді:

$$q_{\text{зов ср}} = 1/R_0(t_{\text{ум}}^{\text{CP}} - t_{\text{в}}), \quad (2.4.17)$$

де  $R_0$  – термічний опір огороження

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{зов}} + \Sigma(\delta/\lambda) + 1/\alpha_{\text{вн}}. \quad (2.4.18)$$

$$R_0 = 1/17 + 0,02/0,93 + 0,1/0,05 + 0,45/2,04 + 0,02/0,93 + 1/8,7 = 2,44.$$

$$q_{\text{нар ср}}(\text{Північ}) = 1/2,44*(32,3-25) = 2,99 \text{ Вт – 7 год.}$$

$$q_{\text{нар ср}}(\text{Схід}) = 1/2,44*(34,9-25) = 4,05 \text{ Вт – 9 год.}$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$q_{\text{нар ср}}(\text{Південь})=1/2,44*(34,3-25)=3,81 \text{ Вт} - 13 \text{ год.}$$

$$q_{\text{нар ср}}(\text{Захід})=1/2,44*(34,9-25)=4,05 \text{ Вт} - 18 \text{ год.}$$

Поточне значення кількості тепла обгороджування, що поступає на зовнішню поверхню, може бути визначене для кожної поверхні вираженням:

$$q_{\text{зов}}=1/R_0(t_{\text{ум}} - t_{\text{в}}) . \quad (2.4.19)$$

$$q_{\text{нар}}(\text{Північ})=1/2,44*(27,05-25)=0,84 \text{ Вт} - 7 \text{ год.}$$

$$q_{\text{нар}}(\text{Схід})=1/2,44*(40,7-25)=6,43 \text{ Вт} - 9 \text{ год.}$$

$$q_{\text{нар}}(\text{Південь})=1/2,44*(42,42-25)=7,14 \text{ Вт} - 13 \text{ год.}$$

$$q_{\text{нар}}(\text{Захід})=1/2,44*(48,13-25)=9,47 \text{ Вт} - 18 \text{ год.}$$

Амплітуда коливань кількості тепла що поступає на зовнішнє обгороджування може бути представлена у виді:

$$A_q = q_{\text{зов}}^{\text{max}} - q_{\text{ср}} . \quad (2.4.20)$$

$$A_q=3,1 - \text{Північ.}$$

$$A_q=4,7 - \text{Схід.}$$

$$A_q=4,7 - \text{Південь.}$$

$$A_q=6,0 - \text{Захід.}$$

$\nu$  – показник затухання амплітуди коливань температур зовнішнього повітря, а відповідно і амплітуди коливання кількості тепла  $A_q^{\text{зов}}$  до коливань припливу тепла від внутрішньої поверхні обгороджування  $A_q^{\text{вн}}$  .

$\nu$  – показник загасання коливань залежить від теплофізичних властивостей матеріалів обгороджування і чисельно рівний;

$$\nu=2^{\Sigma D}(0,83+3 \cdot \Sigma R / \Sigma D)(0,85+0,15 \cdot S_2 / S_1) . \quad (2.4.21)$$

$$\nu=2^{5,58}*(0,83+3*2,22/5,58)*(0,85+0,15*19/0,7)= 475 \text{ раз.}$$

$$\Sigma R=0,2+1,66=2,22 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт.}$$

$$\Sigma D=2*0,7+0,22*19=5,58 \text{ б/р.}$$

де  $S_1$ ,  $S_2$  – коефіцієнти теплоусвоєння матеріалів основних шарів,

теплоізоляційного і конструкційного з нумерацією по ходу теплової хвилі;

$\Sigma R=R_1+R_2$  – сума термічних опорів основних шарів обгороджування;

$\Sigma D=R_1 \cdot S_1+R_2 \cdot S_2$  – сумарна теплова інерція основних шарів

обгороджування.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Поточне значення кількості тепла що поступає в приміщення складе:

$$q_{вн} = q_{ср} + A_q / v \cdot \theta_{вн}, \quad (2.4.22)$$

де  $\theta_{вн}$  – гармонійні коливання кількості тепла, що поступає в приміщення з максимумом, що враховує час запізнювання максимуму відносно гармоніки  $\theta_2$  на величину  $\varepsilon$ .

Час запізнювання  $\varepsilon$  залежить від теплової інерції огорожуючої конструкції  $D$  і чисельно рівне:

$$\varepsilon = 2,7 \cdot \Sigma D - 0,4. \quad (2.4.23)$$

$$\varepsilon = 2,7 \cdot 5,58 - 0,4 = 14,7.$$

Вираження для  $\theta_{вн}$  можна записати:

$$\theta_{вн} = -\cos 2\pi (Z - \tau_{дек} - \tau_{літо} - \Delta\tau - \varepsilon) / T, \quad (2.4.24)$$

де -  $Z$  час от 1 до 24 годин.

$$\theta_{вн}(\text{Північ}) = -\cos(6,28 \cdot (7 - 2 - 1 - 1 - 14,7) / 24) = 0,99 - 7 \text{ год.}$$

$$\theta_{вн}(\text{Схід}) = -\cos(6,28 \cdot (9 - 2 - 1 - 1 - 14,7) / 24) = 0,82 - 9 \text{ год.}$$

$$\theta_{вн}(\text{Південь}) = -\cos(6,28 \cdot (13 - 2 - 1 - 1 - 14,7) / 24) = -0,07 - 13 \text{ год.}$$

$$\theta_{вн}(\text{Захід}) = -\cos(6,28 \cdot (18 - 2 - 1 - 1 - 14,7) / 24) = -0,98 - 18 \text{ год.}$$

$$q^{вн}(\text{Північ}) = 2,99 + 3,1 / 475 \cdot 0,99 = 2,99 \text{ Вт} - 7 \text{ год.}$$

$$q^{вн}(\text{Схід}) = 4,05 + 4,7 / 475 \cdot 0,82 = 4,06 \text{ Вт} - 9 \text{ год.}$$

$$q^{вн}(\text{Південь}) = 3,81 + 4,7 / 475 \cdot -0,07 = 3,8 \text{ Вт} - 13 \text{ год.}$$

$$q^{вн}(\text{Захід}) = 4,05 + 6,0 / 475 \cdot -0,98 = 4,03 \text{ Вт} - 18 \text{ год.}$$

Розрахунки зведені в таблицю 2.1

	$\theta_1$	$\Delta t^{с.р}$ °C	$t_{усл}$ °C	$t_{усл}^{ср}$ °C	$t_{усл}$ °C	$q_{нар\ ср}$ Вт	$q_{нар}$ Вт	$\theta_{вн}$	$q^{вн}$ Вт
Півн	-0,7	4,72	30,8	32,3	27,05	2,99	0,84	0,99	2,99
З	-0,3	17,9	46,6	34,9	40,7	4,05	6,43	0,82	4,06
Півд	0,7	11,5	46,5	34,3	42,42	3,81	7,14	-0,07	3,8
З	0,9	17,9	54,2	34,9	48,13	4,05	9,47	-0,98	4,03

## 2.5 Теплоприплив через вертикальне скління (вікна)

Кількість теплоти,  $Q_{т}$ , що поступає в приміщення в кожну годину розрахункової доби через вікна площею  $F_{ск}$  від сонячної радіації теплопровідності:

$$Q_{с.р.} = (q_{с.р.} + q_{тепл}) F_{ск}, \quad (2.5.1)$$

теплоприплив від сонячної радіації,  $Q_{т}$ , для вертикального заповнення світлових отворів

$$q_{с.р.} = (q_n^e K_{инс.в} + q_p^e K_{обл.}) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \tau_2, \quad (2.5.2)$$

де  $q_n$  і  $q_p$  - поверхнева щільність теплового потоку,  $Вт/м^2$ , через застклений світловий отвір;

$K_1$  – коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних світлових отворів (штори, карнизи, жалюзі та ін. виробу заводського виготовлення), що приймаються по доп. 8 СНіП II - 3-79\*\*.

$K_1=0,65$  б/р

$K_2=0,61$  б/р

$\tau_2=0,8$  затінювання світлових отворів рамою вікна.

$$K_{инс.в} = \left( 1 - \frac{L_r \operatorname{ctg} \beta - a}{H} \right) \left( 1 - \frac{L_b \operatorname{tg} A_{с.о} - c}{B} \right), \quad (2.5.3)$$

де  $L_r$ ,  $L_b$  – розмір горизонтальних і вертикальних виступаючих елементів затінювання, м; у нашому випадку -  $L_r=0,15$ м та  $L_b=0,15$ м;

$A_{с.о}$  – сонячний азимут скління (для вертикально затінюючих пристроїв), тобто кут, між горизонтальною проекцією сонячного променя і нормалі до даної площини скління.

$A_{с.о}(\text{Північ})=180-A_c=180-99=81 - 7$  год.

$A_{с.о}(\text{Захід})=90-A_c=90-87=3 - 18$  год.

$A_{с.о}(\text{Південь})=A_c=0 - 13$  год.

$A_{с.о}(\text{Схід})=90-A_c=14 - 9$  год.

$$\beta = \operatorname{arctg}(\operatorname{ctgh} \cdot \cos A_{с.о.}) = \operatorname{arctg}\left(\frac{\cos A_{с.о.}}{\operatorname{tgh}}\right), \quad (2.5.4)$$

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$\beta$  – кут (для горизонтальних затінюючих пристроїв), град. між вертикальною площиною скління і проекцією сонячного променя на вертикальну площину, перпендикулярну даній площині скління:

$$\beta(\text{Північ}) = \arctg^*(\cos(81)/\text{tg}(20)) = 23 - 7 \text{ год.}$$

$$\beta(\text{Схід}) = \arctg^*(\cos(14)/\text{tg}(40)) = 49 - 9 \text{ год.}$$

$$\beta(\text{Південь}) = \arctg^*(\cos(0)/\text{tg}(62)) = 28 - \text{год.}$$

$$\beta(\text{Захід}) = \arctg^*(\cos(3)/\text{tg}(30)) = 29 - \text{год.}$$

$$K_{\text{инс}}(\text{Північ}) = (1 - 0,15 \cdot \text{ctg}(23)/1,8) \cdot (1 - 0,15 \cdot \text{tg}(14)/1,7) = 0,36 - 7 \text{ год.}$$

$$K_{\text{инс}}(\text{Схід}) = (1 - 0,15 \cdot \text{ctg}(49)/1,8) \cdot (1 - 0,15 \cdot \text{tg}(14)/1,7) = 0,91 - 9 \text{ год.}$$

$$K_{\text{инс}}(\text{Південь}) = (1 - 0,15 \cdot \text{ctg}(28)/1,8) \cdot (1 - 0,15 \cdot \text{tg}(0)/1,7) = 0,84 - 13 \text{ год.}$$

$$K_{\text{инс}}(\text{Захід}) = (1 - 0,15 \cdot \text{ctg}(29)/1,8) \cdot (1 - 0,15 \cdot \text{tg}(3)/1,7) = 0,85 - 18 \text{ год.}$$

$a, c$  – відстані від горизонтального і вертикального елементів затінювання до укосу світлового отвору, м, у нашому випадку їх немає;

$K_{\text{опр}}$  – коефіцієнт опромінення, залежний від кутів

$$\gamma_1 = \arctg \frac{L_{\text{в}}}{B + c} \dots i \dots \beta_1 = \arctg \frac{L_{\text{г}}}{H + a}. \quad (2.5.5)$$

$$K_{\text{опр}} = K_{\text{опр.г}} \cdot K_{\text{опр.в}}. \quad (2.5.6)$$

Дорівнює множенню коефіцієнтів опромінення  $K_{\text{опр.г}}$  і  $K_{\text{опр.в}}$ , відповідно для горизонтальної і вертикальної сонцезахисної конструкції, що приймаються залежно від розрахованого відповідного кута

$$\gamma_1 = \arctg(0,15/1,7) = 5,4;$$

$$\beta_1 = \arctg(0,15/1,8) = 4,76;$$

$$K_{\text{обл}} = 0,84 \cdot 0,92 = 0,77;$$

$$q_{\text{с.р}} = (q_n^e K_{\text{инс.в}} + q_p^e K_{\text{обл}}) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \tau_2. \quad (2.5.7)$$

$$q_{\text{с.р}}(\text{Північ}) = (93 \cdot 0,36 + 45 \cdot 0,77) \cdot 0,65 \cdot 0,61 \cdot 0,8 = 7 \text{ Вт} - 7 \text{ год.}$$

$$q_{\text{с.р}}(\text{Схід}) = (542 \cdot 0,91 + 129 \cdot 0,77) \cdot 0,65 \cdot 0,61 \cdot 0,8 = 64,4 \text{ Вт} - 9 \text{ год.}$$

$$q_{\text{с.р}}(\text{Південь}) = (317 \cdot 0,84 + 88 \cdot 0,77) \cdot 0,65 \cdot 0,61 \cdot 0,8 = 36,4 \text{ Вт} - 13 \text{ год.}$$

$$q_{\text{с.р}}(\text{Захід}) = (542 \cdot 0,85 + 129 \cdot 0,77) \cdot 0,65 \cdot 0,61 \cdot 0,8 = 60,7 \text{ Вт} - 18 \text{ год.}$$

Теплоприпливи обумовлені теплопередачею.

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Умовна температура зовнішнього середовища при вертикальному заповненні світлових отворів

$$t_{в.ум} = t_{н.ср.} + 0,5A_{t_n} \beta_2 + \frac{J_{пр} K_{инс.в} + J_p K_{опр}}{\alpha_n} \rho \cdot \tau_2, \quad (2.5.8)$$

$\beta_2$  – коефіцієнт, що враховує гармонійну зміну температури зовнішнього повітря, для кожної години доби.

$\beta_2 = -0,5$  - Північ.

$\beta_2 = 0$  - Схід.

$\beta_2 = 0,87$  - Південь.

$\beta_2 = 0,71$  - Захід.

де  $\tau_2$  – коефіцієнт, що враховує затінювання світлового отвору рамою вікна

$\tau_2 = 0,7..0,9$ ;

$t_{н.}$  – температура зовнішнього повітря;

$J_{пр}, J_p$  – кількість теплоти відповідно до прямої і розсіяної радіації, що поступає в кожну годину розрахункової доби на вертикальну поверхню;

$\rho$  – приведений коефіцієнт поглинання сонячної радіації заповненням світлових отворів;

$\alpha_{зов}$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожування, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) залежний від швидкості вітру.

$t_{в.ум}(\text{Північ}) = 30,6 + 0,5 * 12,7 * (-0,5) + ((141 * 0,36 + 60 * 0,77) / 17) * 0,4 * 0,8 = 29,2 - 7$   
ГОД.

$t_{в.ум}(\text{Схід}) = 30,6 + 0,5 * 12,7 * 0 + ((590 * 0,91 + 174 * 0,77) / 17) * 0,4 * 0,8 = 42,9 - 9$  год.

$t_{в.ум}(\text{Півд}) = 30,6 + 0,5 * 12,7 * 0,87 + ((370 * 0,84 + 120 * 0,77) / 17) * 0,4 * 0,8 = 43,6 - 13$   
ГОД.

$t_{в.ум}(\text{Захід}) = 30,6 + 0,5 * 12,7 * 0,71 + ((590 * 0,85 + 174 * 0,77) / 17) * 0,4 * 0,8 = 46,8 - 18$   
ГОД.

Теплопріпливи обумовлені теплопередачею

$$Q_{тепл} = 1/R_0 \cdot (t_{в.ум} - t_{в}). \quad (2.5.8)$$

$q_{тепл}(\text{Північ}) = (29,2 - 25) / 0,31 = 13,9$  Вт – 7 год.

$q_{тепл}(\text{Схід}) = (42,9 - 25) / 0,31 = 57,7$  Вт – 9 год.

					КРБ.XViКП.1.487-03.1.2	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_{\text{тепл}}(\text{Південь})=(43,6-25)/0,31=60 \text{ Вт} - 13 \text{ год.}$$

$$q_{\text{тепл}}(\text{Захід})=(46,8-25)/0,31=70,2 \text{ Вт} - 18 \text{ год.}$$

Питома кількість теплоти, Вт, що поступає в приміщення в кожен годину розрахункової доби через вікна від сонячної радіації і теплопровідності :

$$q_{\text{скл}}=q^{c.p.}+q_{\text{тепл.}} \quad (2.5.9)$$

$$q_{\text{скл}}(\text{Північ})=7+13,9=20,9 \text{ Вт} - 7 \text{ год.}$$

$$q_{\text{скл}}(\text{Схід})=64,4+57,7=122,1 \text{ Вт} - 9 \text{ год.}$$

$$q_{\text{скл}}(\text{Південь})=36,4+60=96,4 \text{ Вт} - 13 \text{ год.}$$

$$q_{\text{скл}}(\text{Захід})=60,7+70,2=130,9 \text{ Вт} - 18 \text{ год.}$$

Теплоприпливи розраховувались окремо по номерах готелю, а потім були усереднені. Максимальні, усередненні. Теплоприпливи скрізь стіни, вікна та крівлю складають:

$$Q_{\text{номера.ср.}}=404 \text{ Вт.}$$

Розрахунок теплоприплива від штучного освітлення:

$$Q_{\text{осв.}}=q_{\text{осв.}} \cdot A_{\text{пл.}}+h_{\text{осв.}} \cdot \quad (2.5.10)$$

$q_{\text{осв.}}=12 \text{ Вт/м}^2$  – максимальна питома встановлена потужність освітлення;

$A_{\text{пл.}}=527,4$  – площа освітлюваної поверхні;

$h_{\text{осв.}}=1$  – для люмінесцентних ламп;

$$Q_{\text{осв.}}=12 \cdot 527,4 \cdot 1=6329 \text{ Вт.}$$

Для літнього періоду розраховую окремо:

$$Q_{\text{осв.}}=q \cdot n. \quad (2.5.11)$$

$q_{\text{осв.}}=100$ - тепло приплив від однієї лампи;

$n=4$ - кількість ламп;

$$Q_{\text{осв.}}=100 \cdot 4=400 \text{ Вт.}$$

## 2.6 Розрахунок теплоприплива від людей

$$Q_{\text{люд}}=n \cdot q_{\text{люд}} \quad (2.6.1)$$

$n=50$  – кількість людей;

$q_{\text{люд}}=100 \text{ Вт}$  – тепловиділення від однієї людини в стані спокою;

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$Q_{\text{люд}} = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ Вт.}$$

Для літнього періоду розраховую окремо:

$n = 2$  - кількість людей;

$$Q_{\text{люд.}} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ Вт.}$$

Таким чином загальний тепло приплив до одного номеру складає:

$$Q = Q_{\text{номера.ср.}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{люд}} = 404 + 400 + 200 = 1004 \text{ Вт} = 1 \text{ кВт.}$$

## 2.7 Вологовиділення від людей

$$W_{\text{л}} = n \cdot w_{\text{л}} \text{ - кг/с.} \quad (2.7.1)$$

$w_{\text{л}}$  - кількість вологи, залежно від температури приміщення, кг/с;

$n$  - кількість людей;

$w_{\text{л}} = 50$  г/ч - в стані спокою і 25-ти °С;

$n = 2$  чоловік;

$n = 50$  чоловік

$$W_{\text{л}} = 50 \cdot 50 = 2500 \text{ г/ч} = 2,5 \text{ кг/ч} = 2,5/3600 = 0,00069 \text{ кг/с.}$$

$$W_{\text{л}} = 50 \cdot 2 = 100 \text{ г/ч} = 0,1 \text{ кг/ч} = 0,1/3600 = 0,000027 \text{ кг/с.}$$

## 3 ПОБУДОВА ТЕПЛОВОЛОГІСНИХ ПРОЦЕСІВ В h-d ДІАГРАМІ, ВЛІТКУ. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРІБНОЇ ХОЛОДОПРОДУКТИВНОСТІ ТЕПЛООБМІННИКА

Будуємо процес в приміщенні що протікає під дією теплового і вологісного навантаження в лабораторії - процес П-В. Для побудови процесу наносимо на діаграму «промінь процесу в приміщенні.

Тепловологісне відношення процесу в н:

$$\varepsilon = Q_{\text{общ}} / W_{\text{общ}}, \quad (3.1)$$

$$\varepsilon = 1/0,000027 = 37037 \text{ кДж/кг.}$$

Зрушуємо "промінь процесу" до перетину з розрахунковими параметрами,  $t_{\text{в}} = 25^{\circ}\text{C}$ ,  $\varphi = 54\%$ . Для визначення кількості повітря, що подається, і його параметрів, точка П, повинна знаходитися на "промені процесу", так, щоб при асиміляції тепла і вологи в виробничому залі,

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

параметри повітря характеризувалися точкою В. Для цього обмежимо можливу температуру повітря на подачі в зал для глядачів, виходячи з обмеження, що  $\Delta t_p = t_B - t_{II} = 8^\circ\text{C}$ , таким чином  $t_{II} = 25 - 8 = 17^\circ\text{C}$ . Проводимо температуру  $t_{II} = 17^\circ\text{C}$  до перетину з променем процесу і отримуємо точку притоку II.

Відмічаємо на діаграмі точку Н - зовнішнього повітря з параметрами  $t_H = 30,5^\circ\text{C}$ ,

$h_H = 73,1$  кДж/кг. Змішуємо зовнішнє повітря з повітрям з повітрям що йде з приміщення в камері змішення. Знаходимо параметри точки суміші з вираження:

$$h_{CM} = (G_P * h_B + G_{II} * h_H) / G, \text{ (кДж/кг)}, \quad (3.2)$$

Із співвідношення що описує асимілюючу здатність повітря, що подається в приміщення, визначаємо мінімально потрібну кількість припливного повітря

$$G_{п. min} = Q_{заг} / \Delta h, \text{ (кг/с)}, \quad (3.3)$$

$$G_{п. min} = 1 / (52,5 - 43,5) = 0,11 \text{ кг/с},$$

$$0,11 * 3600 / 1,2 = 335 \text{ м}^3/\text{Год}.$$

$$G_P = G_{п. min} - G_{II} \text{ (м}^3/\text{ч)} - \text{ рециркуляційне повітря.} \quad (3.4)$$

$G_{II}$  – витрата припливного повітря, необхідна по санітарним нормам.

$$G_P = 335 - 80 = 255 \text{ м}^3/\text{Год},$$

$$h_{CM} = (255 * 52,5 + 80 * 73,1) / 335 = 57,4 \text{ кДж/кг}.$$

Відмічаємо точку суміші. У d - h. Отримуємо точку II з параметрами повітря  $t_{II} = 17^\circ\text{C}$ ,  $h_{II} = 46,7$  кДж/кг. З урахуванням всіх приміщень  $G_{заг} = 6,1$  кг/с = 18300 м<sup>3</sup>/Год.

Необхідна потужність повітроохолоджувача:

$$Q_{BO} = G_{п. min} * (h_{CM} - h_X), \text{ кВт}, \quad (3.5)$$

$$Q_{BO} = 0,11 * (57,4 - 43,7) = 1,52 \text{ кВт}.$$

Це потужність на одне приміщення. Виходячи з того, що у готелі розташовано декілька лабораторій (в кожній своє навантаження) та два зали по зберіганню продукції, загальне навантаження має представляти з себе

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

суму. Приймаємо, що втрати тепла у буферній ємкості та гідравлічній мережі складають 15%.

Розрахуємо загальну потужність випарника:

$$Q_{\text{охл}} = Q_{\text{ВО}} \cdot n \cdot 15\% \text{ кВт}, \quad (3.6)$$

$$Q_{\text{охл}} = 1,52 \cdot 31 \cdot 1,15 = 53,5 \text{ кВт}.$$

#### **4 ВТРАТИ ТЕПЛОТИ ЧЕРЕЗ ОБГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД РОКУ**

Основні і додаткові втрати теплоти слід визначати підсумовуючи втрати теплоти через окремі огорожуючі конструкції  $Q$ , Вт, з округленням до 10Вт для приміщень по формулі:

$$Q = 1/R_0 \cdot F \cdot (t_n - t_v) \cdot (1 + q_{\text{дод}}) \cdot n, \quad (4.1)$$

де  $F$  – розрахункова площа огорожуючої конструкції,  $\text{м}^2$ ,

$R$  - опір теплопередачі огорожуючої конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , опір теплопередачі конструкції слід визначати по СНіП II - 3-79 (окрім підлог на ґрунті),

$t_v$  – розрахункова температура повітря, в приміщенні для зимового періоду,

$t_n$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду року при розрахунку втрат теплоти через зовнішні обгороджування, або температуру повітря холоднішого приміщення - при розрахунку втрат теплоти через внутрішні обгороджування,

$n$  – коефіцієнт, що приймається залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря по СНіП II, - 3-79\*\*.

$q_{\text{дод}}$  - додаткові втрати теплоти в долях від основних втрат слід приймати:

- в приміщеннях будь-якого призначення через зовнішні вертикальні і похилі (вертикальна проекція) стіни, двері і вікна, обернені на північ, схід, північний схід і північний захід у розмірі 0,1, на південний схід і захід- у розмірі 0,05; у кутових приміщеннях додатково - по 0,05 на кожну стіну, двері і вікно, якщо

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

одне з обгороджувачів обернене на північ, схід, північний схід і північний захід і 0,1 - в інших випадках;

- в приміщеннях, що розробляються для типового проектування, через стіни, двері і вікна, обернені на будь-яку із сторін світла, у розмірі 0,08 при одній зовнішній стіні і 0,13 для кутових приміщень (окрім житлових), а в усіх житлах - 0,13;

Опір теплопередачі слід визначати:

- для підлог на ґрунті, що не утеплюють, і стін, розташованих нижче за рівень землі, з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  по зонах шириною 2 м, паралельним зовнішнім стінам, приймаючи  $R_c, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , рівним:

2,1 - для I зони; 4,3 - для II зони; 8,6 - для III зони; 4,2 - для IV зони і (для площі підлоги, що залишилася);

Втрати теплоти через конструкції виробничих приміщень, зі значними надлишками теплоти слід розраховувати з урахуванням променистого теплообміну між джерелами теплоти і обгороджуваннями.

Тепловтрати через Північну стіну:

$$Q = 1/2,44 * 208,53 * (-20 - 19) * (1 + 0,15) * 1 = -3833 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через Західну стіну:

$$Q = 1/2,44 * 217,35 * (-39) * (1 + 0,15) * 1 = -3995 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через Східну стіну:

$$Q = 1/2,44 * 217,35 * (-39) * (1 + 0,15) * 1 = -3995 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через Південну стіну:

$$Q = 1/2,44 * 208,53 * (-39) * (1 + 0,1) * 1 = -3833 \text{ Вт.}$$

Сумарні втрати теплового потоку через стіни:

$$\Sigma Q_{\text{стени}} = -3833 - 3995 - 3995 - 3833 = -15656 \text{ Вт.}$$

Втрати теплоти через дах:

$$Q = 1/3,5 * 527,4 * (-39) * (1 + 0,1) * 1 = -6464 \text{ Вт.}$$

Сумарні втрати теплового потоку скління:

$$Q = 1/0,2 * (28 * 1,7 * 1,8 + 22 * 1,4 * 1,8 + 3 * 2,9 * 2,4 + 11,7) * (-39) * 1,13 * 1 = -38274 \text{ Вт.}$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати теплоти через підлогу.

Втрати теплоти по ділянках для усієї будівлі:

$$Q_1 = 1/2,1 * 254 * (-39) * (1 + 0,1) * 1 = -5189 \text{ Вт.}$$

$$Q_2 = 1/4,3 * 221 * (-39) * (1 + 0,1) * 1 = -2205 \text{ Вт.}$$

$$Q_3 = 1/8,6 * 50 * (-39) * (1 + 0,1) * 1 = -249 \text{ Вт.}$$

Сумарні тепловтрати через підлогу:

$$\Sigma Q_{\text{зима}} = -5189 - 2205 - 249 = -7643 \text{ Вт.}$$

Теплоприпливи від штучного освітлення:

Теплоприплив (втрати тепла) для холодного періоду року з урахуванням втрат тепла через зовнішні огорожування, скління, дах і підлогу

$$Q_{\text{общ}} = 6,3 + 6,5 - 15,6 - 6,4 - 38,2 - 7,6 = -55 \text{ кВт}$$

Тепловологісне відношення процесу у готелі в холодний період року :

$$\varepsilon = Q_{\text{общ}} / W_{\text{общ}} = -55 / 0,00069 = -79710 \text{ кДж/кг.}$$

Для того щоб визначити втрати тепла з одного номеру визначимо втрати тепла з одного квадратного метру площі готелю:

$$q = Q_{\text{общ}} / S. \quad (4.2)$$

$$q = -55 / 1054,8 = -0,052 \text{ кВт.}$$

Знайдемо втрату тепла з одного номеру:

$$Q_{\text{номеру}} = q * S_{\text{номеру}}. \quad (4.3)$$

$$Q_{\text{номеру}} = -0,052 * 27,95 = -1,45 \text{ кВт.}$$

## 5 ПОБУДОВА ТЕПЛОВОЛОГІСНИХ ПРОЦЕСІВ В d - h ДІАГРАММІ ВЗИМКУ

### ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРІБНОЇ ПОТУЖНОСТІ ПОВІТРОНАГРІВАЧА

Зовнішнє повітря з параметрами  $t_H = -19^\circ\text{C}$ ,  $h_H = -17,3$  кДж/кг витратою рівною  $80 \text{ м}^3/\text{год}$  підігрівається в рідинному повітрянагрівачі до параметрів точки Н' з  $h_{H'}$ . Далі свіже нагріте повітря зволожується та подається до камери змішування.

Параметри рециркуляційного повітря  $t_B = 20^\circ\text{C}$ ,  $h_B = 34,9$  кДж/кг.

					КРБ.XУiКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Після першого підігріву приточне повітря зволожується до температури 15.2°C. Ця температура регулюється обвідним каналом. Далі повітря в камері змішування змішується з рециркуляційним повітрям з кімнати.

Знаходимо точку суміші:

$$h_{CM} = (G_P * h_B + G_{ПР} * h_H) / G, \text{ (кДж/кг)}, \quad (5.1.1)$$

$$h_{CM} = (372 * 34,9 + 80 * 27) / 452 = 33,5 \text{ (кДж/кг)}.$$

Знаходимо температуру припливного повітря:

$$t_{П} = t_B + \Delta t. \quad (5.1.2)$$

$$t_{П} = 20 + 10 = 30^\circ \text{C}.$$

Потрібна величина підігріву припливного повітря в повітронагрівачеві визначиться формулою:

$$Q_{НАГР.} = L_{пр} * \rho * C_p (t_{CM} - t_{П}), \quad (5.1.3)$$

$$Q_{НАГР.} = 452 / 3600 * 1,2 * 1,005 (19,2 - 30) = 1,7 \text{ кВт}.$$

## 6 ВИЗНАЧЕННЯ СХЕМИ СКП

Вибираємо систему центрального кондиціювання аналогічно каркасним кондиціонерам. Для забезпечення холодом пропонується компресорно-конденсаторний блок (ККБ) з виносним конденсатором повітряного охолодження, який буде змонтовано в технічній зоні. Припливна установка та ХМ будуть встановлені у вентиляційній камері на другому поверсі будівлі.

До складу кондиціонера установки входять: фільтр, повітронагрівач, сотовий зволожувач з обвідним каналом, вентилятор та шумоглушник.

Система обв'язки по воді складається з ККБ, буферної ємкості та повітророзподільних пристроїв. Також до неї входять два насоси які відповідають за циркуляцію води в контурах ККБ – буферна ємкість та буферна ємкість.

Використовується ККБ з конденсатором та двоконтурною схемою, Аермес NRC300 та центральний кондиціонер Аермес NCD14.

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 ПІДБІР ТА РОЗРАХУНОК УСТАТКУВАННЯ

### 7.1 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача

Початкові дані для розрахунку повітрянагрівача:

початкові і кінцеві параметри повітря  $t_n = -19^\circ\text{C}$ ,  $t_k = 25^\circ\text{C}$ ,

витрата повітря  $G_B = 2208$  кг/с, початкова і кінцева температура теплоносія  $t_1 = 80^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 73,1^\circ\text{C}$

Задаючись площею фронтального перерізу  $0,28\text{m}^2$ , розраховую масову швидкість повітря у фронтальному перерізі кондиціонера, кг/(с·м<sup>2</sup>).

$$v\rho = \frac{G_B}{3600 \cdot F_f}, \quad (7.1.1)$$

$F_f$  – площа фронтального перерізу кондиціонера, м<sup>2</sup>;

$G_B$  – витрата повітря, кг/год;

$$v\rho = \frac{2208}{3600 \cdot 0,28} = 2,19 \text{ кг/(с·м}^2\text{)};$$

Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

$$Q = 0,278 \cdot c_g \cdot G_g \cdot (t_k - t_n), \quad (7.1.2)$$

$c_g$  – теплоємність повітря;

$$Q = 0,278 \cdot 1,006 \cdot 2208 \cdot (25 + 19) = 27170 \text{ Вт.}$$

Витрата теплоносія, кг/год:

$$G_w = \frac{3,6 \cdot Q}{c_w \cdot (t_1 - t_2)}, \quad (7.1.3)$$

$c_w$  – теплоємність води;

$$G_w = \frac{3,6 \cdot 27170}{4,187 \cdot (80 - 73,1)} = 3385 \text{ кг/год.}$$

Задаючись швидкістю руху теплоносія в трубах  $w$  от 0,5 до 1 м/с,

визначаємо число ходів і площу живого перерізу для проходу води.

Заздалегідь також слід задатися числом рядів трубок по ходу руху повітря,  $p$ .

Загальна кількість трубок :

$$N = \frac{p \cdot H_{mp}}{h}, \quad (7.1.4)$$

					КРБ.XУiКП.1.487-03.1.2	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $H_{\text{тр}}$  – висота трубної решітки, м;

$h$  – крок труб по висоті, м, для ЦК  $h = 0,048$  м.

Приймаємо  $p = 2$ ; при  $H_{\text{тр}} = 0,625$  м, загальна кількість трубок :

$$N = \frac{2 \cdot 0,625}{0,048} = 26$$

Розраховуємо число трубок, що підключаються до подаючого колектора по заданому значенню швидкості руху води в трубках:

$$m = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot w}, \quad (7.1.5)$$

де  $f_w$  – площа живого перерізу мідної трубки, м<sup>2</sup>;

приймаємо швидкість руху води в трубках 0,7 м/с.

Тоді

$$m = \frac{3385}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,00011 \cdot 0,7} = 12,2$$

Приймаємо  $m = 13$  і визначаємо число ходів

$$n = \frac{N}{m}, \quad (7.1.6)$$

$$n = \frac{26}{13} = 2.$$

Уточнюємо швидкість руху води в трубках:

$$w = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot m}, \quad (7.1.7)$$

$$w = \frac{3385}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,00011 \cdot 13} = 0,7 \text{ м/с.}$$

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

$$k = A \cdot (v\rho)^{0,37} \cdot w^{0,18}, \quad (7.1.8)$$

$A$  – емпіричний коефіцієнт, визначуваний за результатами випробувань залежно від конструкції теплообмінника.

$$k = 21,68 \cdot (2,19)^{0,37} \cdot 0,7^{0,18} = 27,1 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}.$$

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

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{t_n + t_k}{2}, \quad (7.1.9)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{80 + 73,1}{2} - \frac{-19 + 25}{2} = 79,55 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Знаходимо необхідну площу поверхні теплообміну :

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (7.1.10)$$

$$F = \frac{27170}{27,1 \cdot 79,55} = 12,5 \text{ м}^2.$$

Вибираємо число рядів трубок повітрянагрівача  $p = 2$  і фактичну поверхню теплообміну  $12,7 \text{ м}^2$ .

Коефіцієнт запасу:

$$a = (12,7 - 12,5) / 12,7 \cdot 100 = 1,6 \text{ } \%$$

Аеродинамічний опір повітрянагрівача :

$$\Delta P_a = B \cdot (v\rho)^m, \quad (7.1.11)$$

$B, m$  – емпіричні коефіцієнти;

$$\Delta P_a = 3,035 \cdot 2,19^{1,72} = 11,68 \text{ кПа}.$$

Гідравлічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot l_{хода} \cdot w^{1,69}, \quad (7.1.12)$$

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

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot 1,4 \cdot 0,7^{1,69} = 1,5 \text{ кПа}.$$

## 7.2 Розрахунок блоку сотового зволоження

Початкові дані:

початкова температура повітря -  $t_n = 25^\circ\text{C}$ ;

ентальпія повітря на початку процесу охолодження -  $h_n = 27 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$  ;

кінцева температура повітря -  $t_k = 15^\circ\text{C}$  ;

витрата повітря через блок сотового зволоження -  $G_b = 2208 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$  ;

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

температура по мокрому термометру -  $t_m = 9^\circ\text{C}$ .

Температурний коефіцієнт адіабатної ефективності :

$$E_a = \frac{t_h - t_k}{t_h - t_m}, \quad (7.2.1)$$

$$E_a = \frac{25 - 15}{25 - 9} = 0,625$$

З таблиці 9,9 коефіцієнту адіабатній ефективності 0,65 відповідає глибина насадки 100 мм та витрата зрошуючої води  $G_w = 168$  кг/ГОД.

Витрата зливної води:

$$G_{ws} = G_w \cdot f_b, \text{ кг/ГОД}, \quad (7.2.2)$$

$$G_{ws} = 0,3 \cdot 168 = 50,4 \text{ кг/ГОД}.$$

Сумарна витрата води:

$$G_w^{\text{сум}} = G_w + G_{ws}, \text{ кг/ГОД}, \quad (7.2.3)$$

$$G_w^{\text{сум}} = 168 + 50,4 = 218,4 \text{ кг/ГОД}.$$

Якщо прийняти втрати в гідравлічній мережі блока сотового зволожувача 0,7 м вод.ст., а висоту підняття води 0,7 м, то натиск, що розвивається насосом повинен бути рівним:

$$H = 0,7 + 0,7 = 1,4 \text{ м.в.ст.}$$

Потрібна потужність електродвигуна насоса при коефіцієнті корисної дії  $\eta = 0,6$  складає:

$$N = \frac{G_w^{\text{сум}} \cdot H \cdot g}{3600 \cdot \eta_n}, \text{ Вт}, \quad (7.2.4)$$

$$N = \frac{218,4 \cdot 1,4 \cdot 9,8}{3600 \cdot 0,6} = 3,6 \text{ Вт}.$$

По діаграмі при витраті повітря 0,5 м<sup>3</sup>/с фактичний коефіцієнт адіабатної ефективності дорівнює 0,65 і втрати тиску по повітрю 37Па.

Температура повітря після охолодження і зволоження:

$$t_{\text{вк}}^{\text{сум}} = t_h - E_a(t_h - t_m), ^\circ\text{C}, \quad (7.2.5)$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$t_{\text{вк}} = 25 - 0,65 \cdot (25 - 9) = 14,8^{\circ}\text{C}$$

Максимальна потужність, споживана насосом, по каталогу Munters складає 50 Вт. Натиск насоса для блока сотового зволоження визначається тільки висотою розташування колектора-водорозподільника і втратою тиску в трубопроводах. А в форсункових камерах натиск насоса визначається з умовою створення необхідного тиску води перед форсунками. Таким чином, витрати електричної потужності на переміщення води для досягнення однакового значення коефіцієнта адіабатної ефективності в блоках сотового зволоження менше, ніж в форсункових камерах.

### 7.3 Розрахунок повітряного фільтру

Для очищення припливного повітря від пилу, захисту функціональних блоків від забруднення пилом встановлюють повітряні фільтри.

Класифікація фільтрів залежно від ефективності очищення від пилу:

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

В нашій установці використовується кишеньковий фільтр класу G4. Кишенькове розташування матеріалу, що фільтрує, дозволяє збільшити площу поверхні фільтру, зменшити питоме повітряне навантаження на фільтр, а також збільшити час його праці до досягнення кінцевого аеродинамічного опору. Як фільтрувальний матеріал в кишенькових фільтрах застосовуються полотна з гнучких зв'язаних волокон або матеріал з голкопробивними отворами.

Визначимо тривалість роботи нашого фільтру, з використанням матеріалу ФСВУ, в кондиціонері продуктивністю по повітрю 1840 м<sup>3</sup>/год. Захоплення повітря з житлової зони, повітря слабо забруднене. Початкова концентрація пилу 0,5 мг/м<sup>3</sup>.

Кінцева концентрація пилу після фільтру:

$$C_{вих} = C_{вх} - \frac{E \cdot C_{вх}}{100}, \quad (7.3.1)$$

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

де E=92 - ефективність фільтру залежно від класу.

C<sub>вх</sub> - початкова концентрація пилу в зовнішньому повітрі, залежна від характеристик місцевості, мг/м<sup>3</sup>.

Пиломісткість фільтрувального матеріалу ФСВУ - 570 г/м<sup>2</sup>, площа фільтрувальної поверхні кишенькового фільтру класу G4 кондиціонера Aermeс NCD14 – 3,15 – 8,2 м<sup>2</sup>. Час роботи фільтру, за який аеродинамічний опір зросте до максимального значення:

$$\tau_{\phi} = \frac{1000 \cdot П\Phi \cdot F}{L \cdot (C_{вх} - C_{вих})}, \quad (7.3.2)$$

$$\tau_{\phi} = \frac{1000 \cdot 570 \cdot 8,2}{1840 \cdot (0,5 - 0,04)} = 5522,2 \text{ год}$$

При роботі по 16 годин на добу тривалість роботи фільтру в днях складе:

$$\tau = \frac{\tau_{\phi}}{\tau_{доб}}, \quad (7.3.3)$$

$$\tau = \frac{5522,2}{16} = 345 \text{ діб}$$

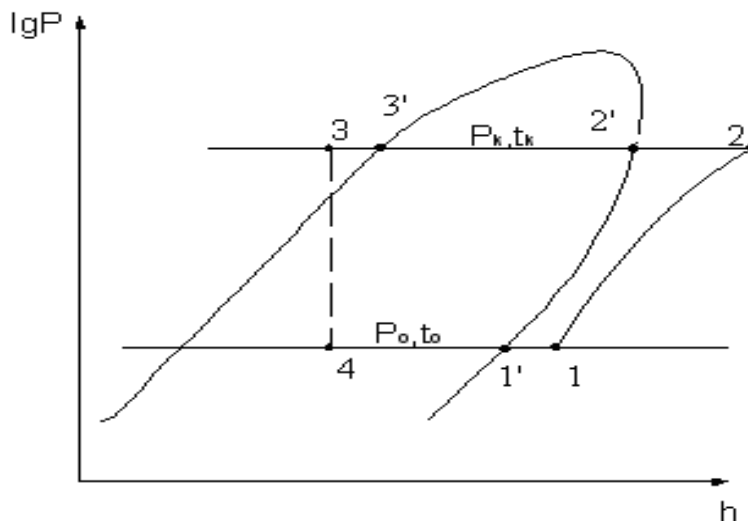
## 8 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

### 8.1 Тепловий розрахунок компресора

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

Для роботи холодильної машини використовуємо фреон R407C, який володіє досить хорошими термодинамічними властивостями.

Режим роботи холодильної установки визначається температурою кипіння холодильного агента ( $t_0$ ) і температурою конденсації ( $t_k$ ).



Вихідні дані:

$Q_0 = 53,7$  кВт - холодопродуктивність

$t_k = 45$  °C температура конденсації

$t_0 = 5$  °C – температура кипіння R 407C

Підбираємо ККБ із двома спіральними компресорами. Холодопродуктивність одного компресора:

$Q_0 = 57,3/2 = 26,8$  кВт.

Побудуємо цикл в  $\lg p$ - $h$  діаграмі і визначимо параметри в узлових точках процесу

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця-8.1.1 Параметри у вузлових точках процесу

	1	2	3	4
$P, Bar$	6	19	19	6
$t, ^\circ C$	10	68	35	5
$h, \frac{кДж}{кг}$	410	438	250	250

$$V, \frac{м^3}{с} = 0,42$$

Розрахунок

Питомі характеристики циклу:

Питома масова холодопродуктивність:

$$q_0 = h_1 - h_4 = 410 - 250 = 160 \text{ кДж/кг.} \quad (8.1.1)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність:

$$q_v = q_0 / V_1 = 160 / 0,42 = 380,9 \text{ кДж/м}^3. \quad (8.1.2)$$

Питома адіабатна робота стиснення компресора:

$$l_{км} = h_2 - h_1 = 438 - 410 = 28 \text{ кДж/кг.} \quad (8.1.3)$$

Питоме тепло відведене в конденсаторі:

$$q_k = h_2 - h_4 = 438 - 250 = 188 \text{ кДж/кг.} \quad (8.1.4)$$

Масові витрати агенту:

$$M_a = Q_0 / q_0 = 26,8 / 160 = 0,16 \text{ кг/с.} \quad (8.1.5)$$

Дійсна об'ємна продуктивність компресора:

$$V_\delta = M_a \cdot V_1 = 0,16 \cdot 0,42 = 0,07 \text{ м}^3/\text{с.} \quad (8.1.6)$$

По графіку залежності вигляду компресора і співвідношення  $\left(\frac{P_k}{P_0}\right) = 3,16$

визначаємо коефіцієнт подачі компресора  $\lambda = 0,9$

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Теоретичний об'єм компресора:

$$V_h = V_\delta / \lambda = 0,07 / 0,9 = 0,077 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (8.1.7)$$

Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = M_a \cdot I_{\text{км}} = 0,16 \cdot 28 = 4,48 \text{ кВт}. \quad (8.1.8)$$

Індикаторна потужність компресора:

Індикаторний ККД беремо  $\eta_i = 0,78$

$$N_i = N_a / \eta_i = 4,48 / 0,78 = 5,74 \text{ кВт}. \quad (8.1.9)$$

Потужність тертя:

де  $P_{i_{\text{тр}}} = 50 \text{ кПа}$  - середній індикаторний тиск тертя

$$N_{\text{тр}} = V_h \cdot P_{i_{\text{тр}}} = 0,077 \cdot 50 = 3,85 \text{ кВт}. \quad (8.1.10)$$

Ефективна потужність компресора:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} = 5,74 + 3,85 = 9,59 \text{ кВт}. \quad (8.1.11)$$

Термодинамічна ефективність машини:

Теоретичний коефіцієнт перетворення:

$$\text{COP}_{\text{теор}} = q_0 / I_{\text{км}} = 160 / 28 = 5,71. \quad (8.1.12)$$

Коефіцієнт перетворення циклу Карно:

$$\text{COP}_k = T_0 / (T_k - T_0) = 278 / (318 - 278) = 6,95. \quad (8.1.13)$$

Дійсний коефіцієнт перетворення:

$$E_d = Q_0 / N_e = 26,8 / 9,59 = 2,79. \quad (8.1.14)$$

Теоретична ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{\text{теор стс}} = \text{COP}_{\text{теор}} / \text{COP}_k = 5,71 / 6,95 = 0,82. \quad (8.1.15)$$

Дійсна ступінь термодинамічної досконалості:

$$\eta_{\text{д стс}} = \text{COP}_d / \text{COP}_k = 1,21 / 6,95 = 0,17. \quad (8.1.16)$$

## 8.2 Розрахунок повітряного конденсатора

Конденсатор служить для передачі теплоти робочої речовини охолоджуючому середовищу, або джерелу теплоти високої температури. По роду охолоджуючого середовища конденсатори можна розділити на дві великі групи: з водяним і повітряним охолодженням. У даному розрахунку застосовується конденсатор повітря-охолоджуваній. Завдання теплового

					<i>КРБ.XУiКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

розрахунку полягає у визначенні площі тепловіддаючої поверхні апарату і його основних геометричних розмірів.

Теплове навантаження

$$Q_k = Q_0 * F_2 * F_3 * F_4, \text{ кВт}, \quad (8.2.1)$$

де  $Q_0$ - холодовидатність, кВт;

$F_2$  – коефіцієнт, визначає мий по  $\Delta t$  °С,

$$F_2 = 1.3$$

$F_3$  – коефіцієнт, визначає мий висотою над рівнем моря,

$$F_3 = 1.03.$$

$F_4$  – коефіцієнт, визначає мий типом хладагенту,

$$F_4 = 1.01$$

$$Q_k = 53,7 * 1,3 * 1,03 * 1,01 = 75,79 \text{ кВт}.$$

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

$$t_{B2} = t_{B1} + \Delta t, \text{ }^\circ\text{C}, \quad (8.2.2)$$

де  $t_{B1}$  – зовнішня температура повітря, °С.

$$t_{B2} = 30,6 + 6 = 36,6 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Температура конденсації

$$t_k = \frac{t_{B1} + t_{B2}}{2} + 10, \text{ }^\circ\text{C}, \quad (8.2.3)$$

$$t_k = \frac{30,6 + 36,6}{2} + 10 = 43,6, \text{ }^\circ\text{C}.$$

Середня логарифмічна різниця температур К

$$\ln \frac{T_k - T_{B1}}{T_k - T_{B2}}$$

$$\theta = \frac{6}{\ln \frac{316,6 - 303,6}{316,6 - 306,6}} = 9,69, \text{ К}. \quad (8.2.4)$$

Витрата повітря через конденсатор

$$G_e = \frac{Q_k}{c_p \cdot \Delta T_e}, \text{ кг/с},$$

$$(8.2.5)$$

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



$$L_1 = \frac{1,55}{(0,024 - 0,012) \cdot \left(1 - \frac{0,00015}{0,004}\right)} = 134,19 \text{ м.}$$

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

$$Nu_{\text{жс}} = c \cdot Re_{\text{жс}}^n \cdot \left(\frac{L}{d_{\text{эКВ}}}\right)^m, \quad (8.2.10)$$

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

$$d_{\text{эКВ}} = \frac{2(0,024 - 0,012) \cdot (0,004 - 0,00015)}{(0,024 - 0,012) + (0,004 - 0,00015)} = 0,00583 \text{ м.} \quad (8.2.11)$$

Число Рейнольдса

$$Re_{\text{ж}} = \frac{\omega \cdot d_{\text{эКВ}}}{\nu} \quad (8.2.12)$$

де  $\nu = 16 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, при  $t = 30,6^\circ\text{C}$

$$Re_{\text{жс}} = \frac{7 \cdot 0,00583}{16 \cdot 10^{-6}} = 2550.$$

$$\frac{u}{d_H} = \frac{0,004}{0,012} \approx 0,333; \frac{s}{d_H} = \frac{0,028}{0,014} = 2$$

$$\frac{L}{d_{\text{эКВ}}} \geq 5$$

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

$$L = a \cdot s. \quad (8.2.13)$$

Коефіцієнти

$$n = 0,45 + 0,0066 \cdot \frac{L}{d_{\text{эКВ}}}, \quad (8.2.14)$$

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

$$m = -0,28 + 0,08 \cdot \frac{Re_{\text{жс}}}{1000}. \quad (8.2.15)$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m = -0,28 + 0,08 \cdot \frac{2550}{1000} = -0,076.$$

$$c = A \cdot B \quad (8.2.16)$$

$$B = 1,36 - 0,24 \cdot \frac{Re_{жк}}{1000} \quad (8.2.17)$$

$$B = 1,36 - 0,24 \cdot \frac{2550}{1000} = 0,748$$

$$A = f\left(\frac{L}{d_{экв}}\right) = 0,201 \quad (8.2.18)$$

$$c = 0,201 \cdot 0,748 = 0,15.$$

$$Nu_{жк} = 0,15 \cdot 2550^{0,582} \cdot (20)^{-0,075} = 11,5.$$

$$\alpha_{вГвн} = \frac{Nu_{жк} \cdot \lambda_{в}}{d_{экв}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (8.2.19)$$

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

$$\alpha_{вГвв} = \frac{11,5 \cdot 2,63 \cdot 10^{-2}}{0,00583} = 52,13 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

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

Коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря, приведений до внутрішньої поверхні труби

$$\alpha_{в.пр} = \alpha_{в} \cdot \left( \frac{F_{н}}{F_0} \cdot E + \frac{F'_{тр}}{F_0} \right) \frac{d_{н}}{d_{вн}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}, \quad (8.2.20)$$

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

$$F'_{тр} = \pi \cdot d_{н} \cdot \left( 1 - \frac{\delta_p}{u} \right), \text{ м}^2 / \text{м} \quad (8.2.21)$$

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

де  $F_p$  – поверхня ребер,

$$F_p = 2 \cdot \left( s^2 - \frac{\pi \cdot d_{н}^2}{4} \right) \frac{1}{u}, \text{ м}^2 / \text{м}, \quad (8.2.22)$$

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

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

$F_H$  – зовнішня поверхня оребреної труби,

$$F_H = F'_{\text{тп}} + F_p, \text{ м}^2 / \text{м},$$

(8.2.23)

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

$F_0$  – основна поверхня труби,

$$F_0 = \pi \cdot d_H, \text{ м}^2 / \text{м},$$

(8.2.24)

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

$E$  – ступінь ефективності ребра,

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

(8.2.25)

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

(8.2.26)

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

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

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

(8.2.27)

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

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

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

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

Коефіцієнт тепловіддачі з боку робочого тіла

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$L_{\text{общ}} = \frac{21,6}{3,14 \cdot 0,01} = \frac{66,6}{0,0314} = 688 \text{ м.}$$

Число секцій

$$a = \frac{L_{\text{общ}}}{L_1},$$

$$a = \frac{688}{134,19} = 5,13 \approx 6. \quad (8.2.34)$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$K_{\text{FBB}} = \frac{q_{\text{FВН}}}{\theta_{\text{m}}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (8.2.35)$$

$$K_{\text{FBB}} = \frac{3500}{9,69} = 361,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Основні конструктивні розміри апарату. При числі секцій  $a = 6$  довжина труб в одній секції:

$$L_1 = \frac{L_{\text{общ}}}{a}, \text{ м}, \quad (8.2.36)$$

$$L_1 = \frac{688}{6} = 114,6 \text{ м.}$$

Живий перетин

$$F_{\text{ж}} = 114,6 \cdot (0,024 - 0,012) \cdot \left(1 - \frac{0,00015}{0,004}\right) = 1,32 \text{ м}^2.$$

При висоті апарату рівній його ширині число рядів труб по висоті

$$n = \sqrt{\frac{L_1}{s}}, \quad (8.2.37)$$

$$n = \sqrt{\frac{114,6}{0,024}} = 69,1 \approx 70.$$

Тоді висота апарату :

$$H = n \cdot s_1 = 70 \cdot 0,024 = 1,68 \text{ м.} \quad (8.2.38)$$

$$l = \frac{L_1}{n} = \frac{114,6}{70} = 1,63 \text{ м.} \quad (8.2.39)$$

Температура повітря після конденсатора

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$\Delta T_B = T_{B2} - T_{B1} = \frac{Q}{c_p \cdot F_{ж} \cdot \omega \cdot \rho},$$

$$\Delta T_{\epsilon} = \frac{75790}{1,06 \cdot 10^3 \cdot 1,55 \cdot 7 \cdot 1,155} = 5,7.$$
(8.2.40)

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

Збільшення живого перетину апарату в порівнянні з визначеним в п. 5 повинне зменшити швидкість повітря або змінити ступінь його нагріву. Зменшення перепаду температур на 0,43 є в порівнянні з прийнятим практичного значення не має.

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

$$\Delta \rho = A \left( \frac{L}{d_{\text{екв}}} \right) (\omega \cdot \rho)^{1,7}, \text{ Па},$$
(8.2.41)

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

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

## 9 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

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

Ціль аеродинамічного розрахунку системи повітророзподілення:

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

При розрахунку систем повітророзподілення потрібне виконання наступних умов:

- діаметри повітроводу (розміри перетинів) повинні бути стандартними;

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- втрати напору в будь-якій галузі повинні бути нижче розташовуваного;
- швидкість повітря у повітроводах повинна бути в рекомендуючих межах,
- швидкість повітря в магістральних ділянках у напрямку руху повітря повинна зменшуватися;

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

По кожній розрахованій системі задаємося наступними вихідними даними:

- максимальна швидкість повітря, що допускає на окремих ділянках;
- конфігурація мережі й форма перетинів повітроводу;
- матеріал повітроводу;
- витрата повітря й довжини ділянок;
- характеристик повітроводу (кінцевий, магістральний);
- задані коефіцієнти місцевих опорів на ділянках без обліку коефіцієнта місцевих опорів трійників і хрестовин.

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

Розрахунок мережі повітроводів для системи 1, 2, 3, 4.

Де 1 та 2 - це дві лінії приточної магістралі на другому поверсі,

а 3 та 4 - це лінії приточної магістралі на першому поверсі.

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

$L=G \cdot 3600/\rho$  , де  $\rho = 1,2 \text{ кг/ м}^3$  - щільність повітря.

Для системи 1 корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$L_1=520 \text{ (м}^3\text{/ч)}$ ;

Для відгалуження 2:

$L_2 = 400 \text{ (м}^3\text{/ч)}$ ;

Для відгалуження 3:

$L_3 = 520 \text{ (м}^3\text{/ч)}$ ;

Для відгалуження 3:

$L_4 = 400 \text{ (м}^3\text{/ч)}$ .

									Арк.
									48
Эмн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2

Найдовша лінія приточної магістралі – це лінія 3.

Задаємо швидкістю повітря  $v=4$  м/с

Знаходимо діаметр повітроводу:

$$d=(L/(3600 \cdot 0,785 \cdot v))^{0,5}=(1840/(3600 \cdot 0,785 \cdot 4))^{0,5}=0,40003 \text{ м.} \quad (9.1)$$

Приймаємо повітропровід діаметром:  $d=0,4$  м

Знайдемо площу перетину:

$$F=(\pi d^2)/4=(3,14 \cdot 0,4^2)/4=0,125 \text{ м}^2. \quad (9.2)$$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в. факт.}} = L/(F \cdot 3600)=1840/(0,125 \cdot 3600)=4,1 \text{ м/с.} \quad (9.3)$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$Re = \frac{v_{\text{в. факт.}} \cdot d_{\text{екв.}}}{\nu} = (4,1 \cdot 0,4)/0,0000156=105243, \quad (9.4)$$

де  $d_{\text{екв}}=d$ ;

$\nu$  - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним:

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

Коефіцієнт опору для розвиненого турбулентного руху визначається

як:

$$\lambda = 0,3164/Re^{0,25} = 0,3164/105243^{0,25}=0,02. \quad (9.5)$$

Динамічний натиск розрахуємо по формулі:

$$\Delta p_{\text{дин.}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{в. факт.}}^2}{2} = (1,2 \cdot 4,1^2)/2=9,9. \quad (9.6)$$

Величину параметра  $R$  визначимо:

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{екв.}}} \cdot \Delta p_{\text{дин.}} = (0,02/0,4) \cdot 9,9=0,44. \quad (9.7)$$

Втрати тиску по довжині воздуховодів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l = 0,44 \cdot 1,8=0,8. \quad (9.8)$$

Місцевий опір:

$$\Delta P_{\xi} = \Delta P_{\text{дин.}} \cdot \xi = 9,9 \cdot 0,3 = 2,97 \text{ (Па)}. \quad (9.10)$$

- тройник  $\xi = 0,13$ .

- відвід  $\xi = 0,3$ .

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- конфузор  $\xi = 0,1$ .

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

$$\Delta P_{\text{уч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_{\xi} = 0,8 + 2,97 = 3,77 \text{ (Па)}. \quad (9.11)$$

У зв'язку з тим, що витрата повітря для номерів досить невелика та кожний фенкойл має свій власний вентилятор, повітровід, що йде по коридору буде служити камерою статичного тиску. Тобто він буде постійного діаметру.

Прорахуємо втрати тиску для цього повітроводу.

Задаємо швидкістю повітря  $v=6$  м/с.

Знаходимо діаметр повітроводу:

$$d = (L / (3600 \cdot 0,785 \cdot v))^{0,5} = (400 / (3600 \cdot 0,785 \cdot 6))^{0,5} = 0,183 \text{ м}. \quad (9.12)$$

Приймаємо повітропровід діаметром:  $d=0,2$  м.

Знайдемо площу перетину:

$$F = (\pi d^2) / 4 = (3,14 \cdot 0,2^2) / 4 = 0,031 \text{ м}^2. \quad (9.13)$$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в. факт.}} = L / (F \cdot 3600) = 400 / (0,031 \cdot 3600) = 4,9 \text{ м/с}. \quad (9.14)$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$Re = \frac{v_{\text{в. факт.}} \cdot d_{\text{екв.}}}{\nu} = (4,9 \cdot 0,2) / 0,0000156 = 54437, \quad (9.15)$$

де  $d_{\text{екв}} = d$ .

$\nu$  - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним

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

Коефіцієнт опору для розвиненого турбулентного руху визначається як:

$$\lambda = 0,3164 / Re^{0,25} = 0,3164 / 54437^{0,25} = 0,02. \quad (9.16)$$

Динамічний натиск розрахуємо по формулі:

$$\Delta p_{\text{дин.}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{в. факт.}}^2}{2} = (1,2 \cdot 4,9^2) / 2 = 18,3 \text{ Па}. \quad (9.17)$$

Величину параметра  $R$  визначимо:

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{екв.}}} \cdot \Delta p_{\text{дин.}} = (0,02 / 0,2) \cdot 18,3 = 2,37. \quad (9.18)$$

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Втрати тиску по довжині воздуховодів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l = 2,37 \cdot 24 = 57. \quad (9.19)$$

Місцевий опір:

$$\Delta P_{\xi} = \Delta P_{\text{диск}} \cdot \xi = 18,3 \cdot (2 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,13) = 20,49 \text{ (Па)}. \quad (9.20)$$

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

$$\Delta P_{\text{уч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_{\xi} = 57 + 20,49 = 77,49 \text{ (Па)}. \quad (9.21)$$

Втрати тиску:

для клапану  $\Delta p = 13 \text{ Па}$ ,

для карманого фільтра  $\Delta p = 137 \text{ Па}$ ,

для камери сотового зволоження  $\Delta p = 37 \text{ Па}$ ,

для повітрянагрівача  $\Delta p = 18,6 \text{ Па}$ ,

для глушника  $\Delta p = 5,1 \text{ Па}$ ,

Визначаємо сумарний опір магістралі:

$$\Delta p_{\text{сум}} = 77,49 + 205,6 = 283,1 \text{ Па.}$$

Враховуючи сумарний опір магістралі підбираємо вентилятор:

ADH 180 L/R cx 7.

Для цього вентилятора  $P_{\text{повне}} = 449 \text{ Па}$ ,  $P_{\text{стат}} = 393 \text{ Па}$ .

## 10 АВТОМАТИЗАЦІЯ СКП

Для забезпечення нормованих параметрів в номерах готелю треба окремо розглянути технологію обробки повітря для літнього і зимнього періоду року.

### 10.1 Літній період року

Згідно з побудованими процесами технологічна обробка повітря влітку буде відбуватися у такій послідовності.

Припливна установка влітку працює лише на подачу свіжого повітря.

До кожного номеру надходить  $80 \text{ м}^3/\text{год}$ . Припливне повітря подається в

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

камеру змішування, де змішується з рециркуляційним повітрям з кімнати. Далі змішане повітря надходить до повітроохолоджувача. Температура в приміщенні регулюється швидкістю вентилятора.

У зв'язку з тим, що теплове навантаження може змінюватись по окремих номерах, встановлена буферна ємкість. Вона дозволяє зробити роботу ККБ більш рівномірною

Таким чином управління холодильною продуктивністю буде здійснюватися за рахунок витрати обробленого повітря згідно температурі у номері.

Вище викладена технологія обробки повітря при літньому режимі забезпечується датчиком температури у буферній ємкості, якщо температура в ній зростає – вмикається ККБ, який доводить температуру води до потрібної величини.

В обв'язку по воді входить два контури: буферна ємкість та буферна ємкість. Другий контур працює постійно, тоді як перший вмикається тільки при зростанні температури у буферній ємкості. Тоді вмикається насос і якщо реле потоку не сигналізує про відсутність достатнього розходу у системі, то вмикається ККБ.

## 10.2 Зимовий період року

В зимовий період зовнішнє припливне повітря треба підігрівати.

Повітря підігрівається в водяному повітронагрівачі до температури 25°C.

Далі повітря подається до сотового зволожувача з обвідним каналом. Там, регулюючи клапан обвідного каналу, створюється потрібна температура на виході. Оброблене повітря всмоктується вентилятором та подається до системи повітроводів, де й розподіляється по номерах.

Припливне повітря надходить до камери змішування, де змішується з рециркуляційним повітрям. Далі суміш подається до водяного повітронагрівача де підігрівається до точки припливу.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При включенні установки спочатку вмикається циркуляційний насос на гарячому контурі, а потім відкривається повітряний клапан на вході та вмикається вентилятор. Датчики тиску заміряють перепад тиску на фільтрі та вентиляторі. Датчик температури на виході з повітроохолоджувача замірює температуру води. Це захист від обмерзання. Якщо температура падає нижче 8°C, то автоматично виключається вентилятор та закривається клапан. Насос продовжує качати гарячу воду, поки повітронагрівач не відігріється.

## 11 ОХОРОНА ПРАЦІ

Для підтримання технологічних умов на біофабриці по вирощуванню ентомопродукції використовується система центрального кондиціонування, яка розміщується у венткамері. Поряд з установкою поза венткамерою розміщується ККБ, який працює на фреоні.

Холодагент R407c - зеотропна суміш R32/R125/R134a (масові доли компонентів відповідно 23/25/52%). Розроблений як основна заміна R22. При звичайній температурі і тиску це - безбарвний газ.

Цей фреон був розроблений як альтернатива холодагенту R22 по холодопродуктивності і тиску насиченої пари.

Основна перевага полягає в тому, що при переході з R22 на R407C не вимагається значної зміни холодильної системи.

В той же час, більшість компаній заклопотані великим температурним глайдом  $Dt_{gl} = 5..7$  (глайд- це фізичне явище, коли холодагенти не взаємодіють як поодинокі субстанції, а процеси випару і конденсації цих холодагентів відбуваються із зміною температури і призводять до різного складу рідкої і парової фази), характерним для R407C, тому масові доли компонентів, пропонованих сумішей варіюють в широких межах. Цей недолік значно затрудняє обслуговування холодильних систем. Так, в системах з декількома випарниками можливе порушення початкової концентрації робочої речовини, заправленої в систему. Аналогічні труднощі виникають і в холодильних системах із затопленим випарником.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витоки з холодильної системи призводитимуть до зміни складу холодагенту і його розчинності в холодильному маслі, що відіб'ється на енергетичній ефективності і умовах теплообміну у випарнику і конденсаторі. Зміну складу холодагенту в процесі експлуатації ускладнює регулювання і процедуру дозаправки.

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

R407C не призначений для роботи в суміші з іншими холодагентами. Додавання R407C до будь-якого іншого холодагенту може викликати істотні зміни в показниках ефективності роботи холодильної системи.

ODP=0 GWP=1370, ГДК не встановлена. Клас небезпеки 4. При зіткненні з полум'ям і гарячими поверхнями розкладається, з утворенням високотоксичних продуктів.

Слід уникати присутності холодагенту в повітрі у високих концентраціях. Оскільки газоподібний холодагент важчий за повітря, він скупчується внизу, тому треба передбачити можливість вентиляції саме нижньої частини приміщення.

Хладон не запалюється на відкритому повітрі.

Заборонено зберігання і використання біля відкритого вогню, гарячих поверхонь, в т.ч. нагрівачів, в умовах високої вологості.

Несумісний з магнієм і його сплавами у яких його зміст вище 2%. З калієм, барієм і іншими лужними металами йдуть екзотермічні реакції. Продуктами термічного розкладання і гідролізу холодагенту є галоїдні кислоти.

Вибухонебезпечна зона - це приміщення або обмежений простір у приміщенні або зовнішній установці, у якому є або можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші. Якщо обсяг вибухонебезпечної суміші, що звертається в технологічному процесі, перевищує 5% вільного обсягу приміщення або якщо при запаленні вибухонебезпечної суміші розвивається надлишковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа, то вибухонебезпечною

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

зоною вважається весь обсяг цього приміщення. При меншому обсязі або при меншому тиску вибуху вибухонебезпечною зоною вважається простір у межах до 5 м по горизонталі й вертикалі від технологічного апарата.

Клас вибухонебезпечної зони, згідно з яким виконуються вибір і розміщення електроустановок, в залежності від частоти і тривалості присутнього вибухонебезпечного середовища визначається технологами разом з електриками проектної або експлуатаційної організації. Клас вибухонебезпечних зон характерних виробництв та категорія і група вибухонебезпечної суміші повинні відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв з вибухопожежонебезпеки. Газо-, пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні - вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

Даний об'єкт належить до 2 класу вибухонебезпечних зон.

Вибухонебезпечна зона класу 2 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.

Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газо-, пароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

Пожежонебезпечною зоною називається простір усередині й поза приміщенням, у межах якого постійно або періодично є в обігу горючі (спаленні) речовини й у якім вони можуть перебувати при нормальному технологічному процесі або при його порушеннях.

Розрізняють 4 класу пожежонебезпечних зон: П-I; П-II; П.- ПA; П-III

Даний об'єкт належить до П-III класу пожежонебезпечних зон так як розташований поза приміщеннями, що містять горючі матеріали.

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Зони класу П-III розташовані поза приміщенням зон, у яких є в обігу горючі рідини або тверді горючі речовини.

Для правильного вибору заходів щодо пожежного захисту необхідно встановити категорію пожежної небезпеки будинку (спорудження). Залежно від категорії пожежної небезпеки будинку (спорудження) і необхідної площі поверхів установлюють ступінь вогнестійкості будинку (спорудження), кількість поверхів, довжину шляху евакуації, і т.д.

Категорії приміщень і будинків (або частин будинків між протипожежними стінами - пожежних відсіків) виробничого й складського призначення по вибухопожежної і пожежної небезпеки встановлюють залежно від кількості й пожежовибухонебезпечних властивостей, що перебувають у них речовин і матеріалів.

Приміщення й будинку відповідно до норм технологічного проектування ОНТП 24 - 86 підрозділяються на категорії А, Б, В, Г и Д.

Данна споруда належить до категорії Д так як використовують негорючі речовини й матеріали в холодному стані.

Допускається відносити до категорії Д приміщення, у яких перебувають горючі рідини в системах змащення, охолодження й гідроприводу устаткування не більш 60 кг в одиниці встаткування при тиску не більш 0.2 МПа, кабельні електропроводки до устаткування, окремі предмети меблів на робочих місцях.

Категорія вибухопожежної і пожежної небезпеки приміщень і будинків визначається для найбільш несприятливого відносно пожежі або вибуху періоду, виходячи з виду приміщення, що перебувають в апаратах і, горючих речовин і матеріалів, їх кількості й пожароопасних властивостей, особливостей технологічних процесів.

Відносно небезпеки поразки людей електричним струмом розрізняють три категорії приміщень: приміщення без підвищеної небезпеки, з підвищеною небезпекою і особливо небезпечні. Відповідно до ПУЭ, 1-1-13

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

приміщення машинного відділення класифікується як приміщення з підвищеною небезпекою – сире, з|із| відносно вологістю повітря понад 75%, температурою повітря більш 30°C; з підлогами із струмопровідних матеріалів (металеві, цегляні, бетонні), з можливістю одночасного дотику до металевих корпусів електроустаткування електрообладнання, електроустаткування і заземлених металоконструкцій.

Згідно ПУЕ, на холодильних підприємствах знаходяться в експлуатації електричні установки першої групи (напругою до 1000В).

Даний об'єкт належить до класу приміщення без підвищеної небезпеки, у яких відсутні умови, що створюють підвищену або особливу небезпеку.

Згідно вимогам правил пристрою електроустановок, опір захисного заземлення у будь-який час року не повинен перевищувати 4 Ом.

Пропонується наступна система заземлення.

Викопується траншея завглибшки  $t_0 = 0,5$  м. На дні траншеї забиваються вертикальні заземлювачі з труб діаметром  $d = 0,057$ м і довжиною  $l = 2$  м. Відстань по прямій між забитими трубами  $l' = l = 2$  м.

Визначаємо розрахункове значення питомого опору ґрунту:

$$\rho_p = \rho_\phi \cdot \Psi ; \text{ Ом*м,} \quad (11.1)$$

де  $\rho_\phi = 40$  Ом\*м – питомий опір ґрунту (глина);

$\Psi = 1,5$  – коефіцієнт, що враховує сезонні коливання вологості ґрунту.

$\rho_p = 40 * 1,5 = 60$  Ом.

Розподіл вертикального заземлення - в ряд.

Відстань від поверхні до центру заземлювача:

$$t = t_0 + \frac{l}{2} = 0,5 + \frac{2}{2} = 1,5 \text{ м.} \quad (11.2)$$

Розраховуємо опір одного вертикального заземлювача  $R_0$ :

$$R_0 = \frac{\rho_\phi}{2\pi l} \left[ \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right] \text{ Ом.} \quad (11.3)$$

$R_0 = [60 / (2 * 3.14 * 2)] * [\ln(2 * 2) / 0.057] = 1/2 * \ln(4 * 1.5 + 1) / (4 * 1.5 - 1)] = 22$  Ом.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо число вертикальних заземлювачей виходячи з необхідного опору системи заземлення  $R_{\text{треб}} = 4 \text{ Ом}$ :

$$n = \frac{R_0}{R_{\text{треб}}} ; \text{ шт.} \quad (11.4)$$

$n=22/4=5.6$ , шт.

Округляємо до найближчого стандартного (2,4,6,10,20,40,60,100) значення ряду- $n=6$  штук.

Визначаємо загальний опір вертикальних заземлювачей  $R_v$ :

$$R_v = \frac{R_0}{n' \cdot \eta_v} ; \text{ Ом.} \quad (11.5)$$

$R_v=22/(6*0,65)=5.6, \text{ Ом.}$

де  $\eta_v=0,65$ - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів [1].

Визначаємо довжину горизонтального смуги (шини)  $L$  при розміщенні заземлювачів в ряд:

$$L = (n' - 1) \cdot \ell' ; \text{ м.} \quad (11.6)$$

$L=(6-1)*2=10 \text{ м.}$

Визначаємо опір горизонтального заземлювача:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{в}}}{2\pi \cdot L \eta_{\Gamma}} \cdot \ln \frac{L^2}{t_0 \cdot d} ; \text{ Ом.} \quad (11.7)$$

$R_{\Gamma}=[60/(2*3,14*10*0,72)]*[\ln*(102/(0,5*0,057))]=13,14 \text{ Ом.}$

де  $\eta_{\Gamma}=0,72$  – коефіцієнт використання горизонтального заземлювача [1].

Визначаємо загальний опір системи заземлення:

$$R_{\text{сист}} = \frac{R_v \cdot R_{\Gamma}}{R_v + R_{\Gamma}} ; \text{ Ом.} \quad (11.8)$$

$R_{\text{сист}}=(13,14*5,6)/(13,14+5,6)=3,96 \text{ Ом.}$

Оскільки  $R_{\text{сист}} < 4 \text{ Ом}$ , отже система заземлення розрахована вірно.

Держстандарт МЭК 536-94 визначає класи встаткування.

Поділ на класи відбиває не рівень безпеки встаткування, а лише вказує на те, яким способом здійснюється захист від поразки електричним струмом.

Устаткування, у якому захист від поразки електричним струмом

					<i>КРБ.XViКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечується основною ізоляцією, при цьому відсутнє електричне з'єднання відкритих провідних частин, якщо такі є, із захисним провідником стаціонарної проводки. При пробі основної ізоляції захист повинна забезпечуватися навколишнім середовищем (повітря, ізоляція підлоги й т.п.).

#### Устаткування класу I.

Устаткування, у якому захист від поразки електричним струмом забезпечується основною ізоляцією й з'єднанням відкритих провідних частин, доступних

дотику, із захисним провідником стаціонарної проводки. У цьому випадку відкриті провідні частини, доступні дотику, не можуть виявитися під напругою при ушкодженні ізоляції після спрацьовування відповідного захисту.

#### Устаткування класу II.

Устаткування, у якому захист від поразки електричним струмом забезпечується застосуванням подвійної або посиленої ізоляції.

В устаткуванні класу II відсутні засоби захисного заземлення й захисні властивості навколишнього середовища не використовуються в якості заходу забезпечення безпеки.

#### Устаткування класу III.

Устаткування, у якому захист від поразки електричним струмом заснована на живленні від джерела безпечної наднизької напруги й у якому не виникають напруги вище безпечної наднизької напруги.

На даному об'єкті використовується устаткування класу II.

Класифікація виробництва по ступеню вибуховий, взривопожарної і пожежній небезпеці.

Одним з найбільш важливих завдань пожежного захисту є захист будівель і споруд від руйнувань і забезпечення їх достатньої стійкості в умовах високих температур при пожежі.

Всі виробництва по взривопожарної і пожежній небезпеці, згідно класифікації, діляться на 5 категорій. Машинні і апаратні відділення

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

хладонових установок відносять до категорії Д, яка характеризується застосуванням речовин, що не згорають, і матеріалів в холодному стані.

Будівлі і конструкції по вогнестійкості підрозділяються на 8 ступенів. Основні конструкції будівель холодильників повинні бути II ступенів огнестійкості з матеріалів, що не згорають.

Основними причинами пожеж технічного характеру є:

- а) несправність електроустаткування (коротке замикання, перевантаження);
- б) погана підготовка устаткування до ремонту;
- в) недотримання графіка планового ремонту, знос і корозія устаткування, порушення технологічного режиму.

Пожежна сигналізація є важливим заходом запобігання великих пожеж. При відсутності пожежної сигналізації від моменту виявлення пожежі до виклику пожежних підрозділів проходить великий проміжок часу, що в більшості випадків приводить до повного охоплення приміщення полум'ям. Основне завдання автоматичної пожежної сигналізації - виявлення початкової стадії пожежі, передача повідомлення про місце й часу його виникнення й при необхідності включення автоматичних систем пожежогасіння.

У цей час найбільш часте використовують теплові, димові, світлові й звукові пожежні повідомлювачі.

Запобігання розвитку пожежі здійснюється не тільки від швидкості його виявлення, але й від вибору засобів способів пожежогасіння.

Для придушення процесу горіння можна знижувати зміст горючого компонента, окиснювача (кисню повітря), знижувати температуру процесу або збільшувати енергію активації реакції горіння.

Автоматичні стаціонарні установки пожежогасіння залежно від використовуваних вогнегасильних речовин підрозділяють на водяні, пінні, газові й порошкові. Найбільш широке поширення одержали установки водяного й пінного гасіння двох типів спринклерні й дренчерні.

На об'єкті використовуються сплинкерна система гасіння пожеж.

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спринклерна установка - найбільш ефективний засіб гасіння звичайних горючих матеріалів у початковій стадії розвитку пожежі. Спринклерні установки включаються в роботу автоматично при підвищенні температури в обсязі, що захищається, вище заданого межі. Уся система складається із трубопроводів, що прокладаються під стелею приміщення й спринклерних зрошувачів, розташовуваних на трубопроводах із заданою відстанню друг від друга.

Спринклерна установка спрацьовує над вогнищем пожежі, а дренчерна зрошує водою весь об'єкт, що захищається.

Вогнегасники є одним з найбільш ефективних первинних засобів пожежогасіння. Залежно від, що заряджається речовини вогнегасники підрозділяються на п'ять видів: водні, пінні, вуглекислотні, порошкові, хладонові.

1) Розрахувати кількість вогнегасників з вуглекислотою для приміщення наступного обсягу  $V = 100,6 \text{ м}^3$ .

Розраховуємо кількість газового складу вуглекислоти:

$$G_{\Gamma} = 1,25 * G_{\text{В}} * V_{\text{П}} * K_{\text{У}} = 1,25 * 0,7 * 100,6 * 1,5 = 132 \text{ кг.} \quad (11.9)$$

$G_{\text{В}} = 0,7 \text{ кг/м}^3$  - концентрація газового складу вуглекислоти;

$K_{\text{У}} = 1 \dots 2$  - коэф. враховуючий особливість газообміну проникнення вуглекислоти через щілини, нещільності.

Розраховуємо кількість балонів:

$$N_{\text{брасч}} = G_{\Gamma} / (V_{\text{б}} * \rho * \alpha_{\text{н}}) = 132 / (40 * 0,625 * 1) = 5,28 \text{ шт.} \quad (11.10)$$

$V_{\text{б}} = 40 \text{ л}$  - обсяг 1- го балона.

$\rho = 0,625 \text{ кг/л}$  - щільність способу гасіння.

$\alpha_{\text{н}} = 1$  - коэф. наповнення балона (100%).

ухвалюємо число балонів = 6 шт.

Основним завданням виробничої санітарії є вивчення причин, умов і виробничих факторів, що негативно впливають на здоров'я працюючих, підготовка заходів, спрямованих на попередження професійних захворювань, оздоровлення умов праці й підвищення його продуктивності. Відповідно до

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи стандартів безпеки праці (ССБП) умови праці характеризуються відсутністю або наявністю небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Небезпечним вважається фактор, вплив якого на працюючого може привести до травми, шкідливих - до захворювань. Обидві категорії небезпечних виробничих факторів можна підрозділити на чотири групи:

фізичні, до яких ставляться шум, пил, вібрація, жара, холод і ін.

хімічні, які можуть викликати гострі й хронічні отруєння й ін.;

біологічні, що є причиною інфекційних захворювань.

психофізіологічні, які можуть викликати фізичні й нервові перевантаження

Залежно від ступеня впливу перерахованих факторів на працюючих будівельні роботи класифікують як важкі, шкідливі, особливо важкі й особливо шкідливі.

Температурний режим повітряного середовища робочих місць у виробничих приміщеннях повинен відповідати вимогам діючих будівельних норм і правил (СНиП 2.04.05-86).

Температура повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинна бути в межах від +17 до +22°C при легкій роботі й від +13 до +18°C при важкій роботі.

Розрахувати продуктивність системи вентиляції в приміщенні із заданими параметрами з обліком тах розташування робочих місць з устаткуванням.

Вихідні дані:

Довжина  $L=8600$  мм.

Ширина  $B=3900$  мм.

$H_p=3000$  мм; - висота стель.

Обсяг приміщення:

$$V=L*B*H_p=14,5*6*2,6=100,6 \text{ м}^3. \quad (11.11)$$

Визначаємо витрата повітря при вступі в приміщення збитків тепла:

$$L_{\text{прип}}=k*V=100,6*3=301,8 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (11.12)$$

$$L_{\text{вит}}=100,6*5=503 \text{ м}^3/\text{год}.$$

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

k-кратність циркуляції.

k<sub>прив</sub>=3.

k<sub>вент</sub>=5.

Потужність електродвигуна вентилятора:

$$N=(K*L*N*10^{-6})/(3,6*\eta_{\text{вент}}*\eta_{\text{прив}}). \quad (11.13)$$

K=1,05...1,5 - коэф. запасу.

N=300 Па; - опір .

$\eta_{\text{вент}}=0,6$ .

$\eta_{\text{прив}}=0,95$ .

$N_{\text{прив}}=(1,2*301,8*300*10^{-6})/(3,6*0,6*0,95)=0,5$  кВт.

$N_{\text{вент}}=(1,2*503*300*10^{-6})/(3,6*0,6*0,95)=0,88$  кВт.

Освітлення має важливе санітарно-гігієнічне значення. Зі збільшенням ступеня освітленості підвищується продуктивність праці (іноді на 15 % і більш) і якість робіт, знижується виробничий травматизм і аварійність.

Висвітлення може бути природнім, штучним або змішаним. Штучне висвітлення підрозділяється на робоче, аварійне й охоронне, загальне й місцеве.

Найбільш сприятливим для здоров'я людини є природнє висвітлення.

Залежно від призначення приміщень і виду виконуваної роботи нормована освітленість приміщень може бути від 5 до 5000 лк. Кращими джерелами штучного світла є люмінесцентні лампи. При відключенні мережі для тимчасового висвітлення робочих місць можна використовувати аварійне висвітлення.

Розрахувати систему штучного освітлення для приміщення вентиляційної камери.

Вихідні дані:

Довжина L=8600 мм.

Ширина B=3900 мм.

H<sub>р</sub>=3000 мм; - висота стель.

H<sub>р</sub>=1500 мм; - висота від підлоги до робочої зони.

					КРБ.XViКП.1.487-03.1.2	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо площу приміщення:

$$S=L*B=8,6*3,9=33,54 \text{ м}^2. \quad (11.14)$$

Вибираємо тип джерела світла - електрична лампа розжарювання.

Визначаємо висоту світильника над робочою зоною:

$$H_{раб} = H - h_{раб}=3-1,5=1,5 \text{ м}. \quad (11.15)$$

Визначаємо відстань між центрами світильників:

$L_k/H_{раб}=1,4$  - постійний коефіцієнт для люмінесцентних світильників.

$$L_k=1,4*H_{раб}=1,4*1,5=2,1 \text{ м}. \quad (11.16)$$

Визначаємо приблизне кількість світильників:

$$N=S/L_k^2=33,54/4,41=7,6 \text{ шт}. \quad (11.17)$$

Ухвалюємо число світильників =8 шт.

Визначаємо світловий потік світильників:

$$\Phi_{л}=(100*E_n*S*Z*K)/N*\eta=(100*300*33,54*1,1*1,4)/8*41=4724 \text{ лм}. \quad (11.18)$$

$E_n=300$  лк - норма висвітлення.

$Z=1,1$  - коеф. нерівномірності висвітлення.

$K=1,4$  - коеф. запасу.

$N$  - число ламп.

$\eta=41\%$  - коеф. використання світлового потоку ламп.

Ухвалюємо до установки лампи ЛБ 80 у кількості 1 шт. кожна з яких має світловий потік рівний 4320 лм.

$$\Phi_{л}=4320*1=4320 \text{ лм}.$$

Визначаємо відхилення світлового потоку:

$$\Delta\Phi = [\Phi_{л} - \Phi_{л} / \Phi_{л}] * 100\% = [(4724 - 4320) / 4724] * 100\% = 8,5\%. \quad (11.19)$$

Рекомендується для виробничих приміщень відхилення світлового потоку в наступному діапазоні -10%...+20%.

Визначаємо потужність усієї системи висвітлення:

$$P=N*n*P_{л} = 8*1*80=640 \text{ Вт}. \quad (11.20)$$

$N$  - число світильників.

$n$  - число ламп.

$P_{л}$  - потужність однієї лампи.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Висновок:

У цій частині дипломного проекту були викладені всі вимоги до об'єкта виходячи з вимог по охороні праці а також викладені заходи повинні забезпечити технологічні кліматичні вимоги на біофабриці. Були проведені розрахунки вентиляційної системи, розрахунки оптимального освітлення виробничого приміщення, а також розрахована система пожежогасіння. Дотримання умов, що визначає оптимальні параметри дозволить зберегти необхідні умови для можливості організації виробництва ентомологічної продукції.

На біофабриці повітря обробляється у центральному кондиціонері . Також в приміщенні передбачено надходження свіжого повітря, яке сприяє очищенню об'єму від пилу і неприємних запахів. Це подовжує термін служби повітряних фільтрів і знижує витрати на їх чищення або заміну. Також вентиляція сприяє зменшенню перепаду температур, що у свою чергу, знижує енерговитрати на приготування повітря.

## **12 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;

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

– *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;

– *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):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad , \quad (12.1)$$

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. 12.1).

Таблиця 12.1

Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

№	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	
		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,35
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	
3	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,10
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

Примітка: об'єкт оцінки і аналог(и), які порівнюють за однаковими показниками, наведеними у співставленому вигляді відхилення в значеннях кожного з показників, мають бути однаковими для варіантів, що порівнюються.

#### Проведення оцінки

Визначають  $K^{\phi}_{НТЕ}$  на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

- розробляють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;



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

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (12.2)$$

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. 12.3).

Таблиця 12.3

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

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

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 ( $K_{НТЕ}$ ):

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

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

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

В тому випадку, коли значення  $K_{НТЕ}$  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.

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

Таблиця 12.4 - Техніко-економічні показники СКП лабораторії

ПОКАЗНИКИ	Проект
Продуктивність по повітрю, м <sup>3</sup> /год.	19742
Холодопродуктивність, кВт	54
Встановлена потужність, кВт	21,1
Капітальні вкладення, грн.	658022
Споживання електроенергії, кВт*г/рік	45877
Річні експлуатаційні витрати, грн.	24172
Економічна ефективність СКП	0,41
Строк окупності капітальних вкладень, рік	2,5

#### Висновок

В даному розділі проведена класифікаційна оцінка проекту, представлені цілі створення даного проекту і етапи виконання проекту. Техніко-економічне обґрунтування проекту показує доцільність вибору даної системи кондиціонування. Надається загальна вартість обладнання та вартість інших

робіт. Розрахована вартість річної витрати допоміжних матеріалів, електроенергії, воду та сервісне обслуговування центральної системи кондиціонування. Проведений розрахунок строку окупності капітальних вкладень, який складає 2,5 роки. Отже вибір даної системи є доцільним і забезпечить технологічні умови функціонування біофабрики, що в свою чергу збільшить якість отриманої ентомопродукції.

### 13 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА

Визначення, причини виникнення та класифікація надзвичайних ситуацій

Закон “Про цивільну оборону України” визначає надзвичайну ситуацію як порушення нормальних умов життя та діяльності людей на об’єкті чи території, спричинених аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, великою пожежею, використання засобів ураження, що призвели чи можуть призвести до людських чи матеріальних втрат.

Аварія – це небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об’єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров’я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Катастрофа – це раптове лихо чи велика подія, яка тягне за собою тяжкі наслідки для людини, тваринного чи рослинного світу, змінюючи умови середовища існування. Це результат різкого чи стрибкоподібного переходу природного, біологічного чи соціально-економічного середовища з виникненням уражаючих факторів, які наносять значну шкоду соціальним і природним системам. Іноді, підкреслюючи всесвітній характер катастрофи, її називають катаклізмом. Залежно від масштабності та тривалості впливу на природне середовище, катастрофи розділяють на локальні, регіональні та глобальні. Прикладами глобальних катастроф можуть служити особливо тяжкі аварії, військові конфлікти, різні стихійні лиха, що заподіюють велику шкоду.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спітакський землетрус (Вірменія, 1988 р.) за потужністю був не такий сильний, а за ступенем ураження та заподіяної шкоди являв собою національну катастрофу. А ось виверження Безіменного вулкана на Камчатці хоч і є найбільшим у ХХ столітті, проте його не можна катастрофою назвати, так як воно відбулося у безлюдній місцевості.

Події природного походження або результат діяльності природних процесів, які за своєю інтенсивністю, масштабом поширення і тривалістю можуть вражати людей, об'єкти економіки та довкілля, зветься небезпечними природними явищами. Руйнівне небезпечне природне явище – це стихійне лихо.

Епідемія – це масове розповсюдження інфекційної хвороби людей у часі та просторі, у межах певного регіону, що перевищує звичайний рівень захворюваності, який реєструється на цій території, в 1,5 рази протягом 3-х днів – в 1–2 районах.

Причинами надзвичайних ситуацій можуть стати також епізоотії – одночасне поширення інфекційної хвороби серед великої кількості одного чи багатьох видів тварин, що значно перевищує звичайний зареєстрований рівень захворюваності на певній території; та епіфітотії – масове інфекційне захворювання рослин, що супроводжується чисельною загибеллю культур і зниженням їх продуктивності.

В Україні щороку виникають тисячі надзвичайно складних ситуацій природного та техногенного характеру, внаслідок яких гине велика кількість людей, а матеріальні збитки сягають кількох мільярдів гривень. Сьогоднішня ситуація в Україні щодо небезпечних природних явищ, аварій і катастроф характеризується як дуже складна. Тенденція зростання кількості природних і особливо техногенних НС, складність цих наслідків змушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільству та навколишньому середовищу, а також стабільності розвитку економіки країни. Для роботи в районі надзвичайної ситуації потрібно залучати значну

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів. Нижче наводяться дані по Україні за останні роки (див. табл.16).

Запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та збитків перетворилося на загальнодержавну проблему і є одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади і управління всіх рівнів.

Таблиця-13.1 Порівняльна характеристика надзвичайних ситуацій за певний період

Надзвичайні ситуації	1995	1996	1997	1998
Техногенного характеру	111	205	816	712
Природного характеру	28	136	253	301
Іншого характеру	*	*	833	862

\* – точні дані відсутні.

До сховищ відносяться споруди, забезпечуючи найбільш надійний захист людей від всіх вражаючих факторів ядерної зброї - від ударної хвилі, світового випромінювання, проникаючої радіації (включає нейтронний потік) і від радіоактивного забруднення. Сховища захищають також від отруйних речовин і бактеріальних засобів, від високих температур і шкідливих газів в місцях пожегів, від обвалів, уламків і зруйнувань при вибухах.

Сховище складаються з основного приміщення, призначеного для розміщення людей, і допоміжні приміщення - входів, фільтрувальних камер, санітарного вузла, опалювального приладу, а в ряді випадків і приміщень для дизельного обладнання і артезіанської води. В сховищах великої місткості можуть бути виділені приміщення під комору для харчів і медичну кімнату.

Приміщення, призначене для розташування укриттів, розраховуються на визначену кількість людей : на одну особу передбачується не менше 0,5м<sup>2</sup> площі підлоги і 1,5м<sup>3</sup> внутрішнього об'єму. Велике за площею приміщення розбивається на відсіки місткістю по 50-70 чоловік. В приміщеннях (відсіках) обладнуються двох чи трьох ярусні нари-лавки для сидіння і полиці для

					КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

лежання; місця для сидіння влаштовуються розміром 0,45x0,45 м, а для лежання - 0,55x1,8 м.

Сховища звичайно має не менше двох входів, розташованих в протилежних сторонах .

Входи в сховища в більшості випадків обладнаються в виді двох шлюзових камер(тамбурів), відокремлених від основного приміщення і перегороджених між собою герметичними дверима.

Зовні вхід облаштовується міцною, герметичними дверима, здатних витримати тиск ударної хвилі ядерного вибуху. Вхід може мати перед тамбур.

Аварійний вихід представляє собою підземну галерею з виходом на не завалену територію через вертикальну шахту, закінчується міцним оголовком (незаваленою рахується територія, розміщена на відстані від оточуючих будівель, рівної половині висоти ближчої будівлі плюс 3 м. Аварійний вихід зачиняється захисно-герметичними ставнями, дверима чи іншими відчиняючи ми пристроями для відсікання ударної хвилі.

Коли сховище загерметизовано надійно, то після замикання дверей, ставень і приведення фільтровентиляційного апарата в дію тиск повітря усередині сховища становиться декілька вищим за атмосферне(утворюється так званий підпор).

В сховищі обладнуються різні інженерні системи: електропостачання (труби з електропроводкою пофарбовані в чорний колір), водопостачання (труби пофарбовані в зелений колір), опалення (труби пофарбовані в коричневий колір), В нім обладнується також радіотрансляційна точка (гучномовець) і встановлюється телефон (при можливості організовується радіозв'язок).

В приміщеннях сховища розташовуються, крім того, комплект засобів для ведення розвідки (дозиметричні прилади, прилади хімічної розвідки і т.д.),захисний одяг, засоби гасіння пожежі, аварійний запас інструменту, засоби аварійного освітлення , запас продовольства і води.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В сховищах повинні бути документи, визначаючі характеристику і правила утримання його, паспорт, план, правила утримання і табеля спорядженості сховища, схема зовнішніх і внутрішніх мереж з вказівками вимираючих пристроїв, журнал повірки стану сховища і інше

Система повітря біофабрики в умовах нс.

Система повітря постачання повинна забезпечувати людей в сховищах необхідним об'ємом повітря відповідної температури, вологості і газового складу в умовах, які характеризують складний очаг ураження.

Повітропостачання сховищ здійснюється за рахунок зовнішнього повітря при умовах його попереднього очищення . система повітря постачання не тільки подає в сховища необхідний об'єм повітря, але і захищає від попадання усередину споруди радіоактивного пилу, ОР, бактеріальних засобів, диму і окис вуглецю при пожарах.

В залежності від конкретних умов і вимог спеціальні засоби в системі повітропостачання виконують і допоміжні функції, наприклад, підігрів чи охолодження повітря, осушення чи зволоження його.

Система повітропостачання, як правило, працює по двом режимам: чистої вентиляції (режим 1) і фільтровентиляції (режим 2). Якщо сховище розміщене в пожеже небезпечному районі (нафтопереробні підприємства) чи в районі можливої загазованості небезпечними хімічними речовинами , додатково передбачають режим регенерації внутрішнього повітря (відновлення газового складу , як це роблять на підводних човнах) і здійснення підпору(режим 3) .

В режимі чистої вентиляції (режим 1) зовнішнє повітря очищується тільки від пилу (в том числі і радіоактивного). Подається він з урахуванням необхідності виділення тепловиділень і вологи, тому кількість повітря в залежності від кліматичного пояса може коливатися в досить широкій межі, в цьому режимі кількість виділеного повітря повинно становить 0,9 від об'єм при точного повітря.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

При режимі фільтровентиляції (режим 2 ) повітря додатково пропускають через фільтр-поглинач , де він очищується від ОР і бактеріальних засобів . Фільтр-поглинач має певну пропускну здатність . Тому в режимі фільтровентиляції подача повітря скорочується , але і при цьому необхідно забезпечити потрібний температуро-вологісний режим усередині споруди . В всіх режимах повинен бути забезпечений підпор повітря не менш 5мм.вод.ст.

#### Системи забезпечення сховищ

Система опалення сховища повинна бути загальною з системою опалення будівлі чи в виді окремої гілки і мати прилади для відключення . В холодний час температура повітря в приміщеннях сховища повинна підтримуватись на рівні 10 с.

Система водопостачання і каналізації сховища і дизель-електричних станцій працюючих від зовнішньої водопровідної мережі. В сховищах передбачається запас питної води в ємкості з розрахунку 3л/добу на одну людину, а для санвузлів 5л/добу. Місткість запасу питної води, як правило, повинна бути проточною, з забезпечення повного об'єму води в впродовж двох діб. Передбачається також створення запасів ДТС ГК з розрахунку 4-5 г на м3 води на випадок виникнення необхідності знезаражування її при пошкодженні водопровідної мережі. Для постачання водою повітро-охолоджуючих установок і дизель-електричних передбачається запас води в ємностях об'ємом, забезпечую чим працю в на протязі розрахункового терміну.

Система каналізації дозволяє відводити фекальні води. Санвузол розташовують в приміщеннях ізолюючою перегородкою від відсіків сховища, і обов'язково встановлюють витяжку.

Система опалення - радіатори чи труби, прокладені вздовж стін. Працює вона від мережі будинку , під яким розташована.

Електропостачання необхідне для живлення електродвигунів системи повітропостачання, артезіанських скважин, перекачування фекальних вод, освітлення. Здійснюється воно від міських мереж чи мереж підприємства, а

					<i>КРБ.XVіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

також від захищеного джерела електроенергії. Захищеного джерела електроенергії - дизель-електростанція розташовується усередині сховища і може бути використана для електропостачання декількох сховищ . В цьому випадку кабельні лінії прокладаються в траншеї глибиною не менш 0,7м.

Для розташування водних приладів , розподільних щитів і щитів управління дизель-генераторами в сховищах обладнуються приміщення електор щитової, ізолювання від ДЕС і наявні виходи з приміщень постраждалих.

Перемикання електроживлення від зовнішніх введів на ДЕС здійснюється вручну. в приміщеннях ДЕС і електор щитової встановлюється аварійні світильники ,живлення яких здійснюється від стартових акумуляторних батарей .

В сховищах без ДЕС передбачаються місцеві джерела освітлення від переносних електричних ліхтарів, акумуляторних світильників і т . і.

Запас харчування створюється із розрахунків не менше ніж на дві доби для кожного вкриває мого. при кількості вкриваємих більша 150 чоловік площа приміщення збільшується на3м<sup>2</sup> (на кожного вкриваємого ) кількість приміщень для зберігання продовольства треба приймати з розрахунків одного приміщення на 600 чоловік.

Приміщення із балонами треба передбачити в сховищах з трьома режимами вентиляції.

Кожне сховище повинно мати телефонний зв'язок пунктом управління підприємства і гучномовець, підключений до міської і місцевої радіотрансляційної мережі. Резервним джерелом зв'язку може бути радіостанція , працююча в мережах ГО і ЧС об'єкта (району). Безпека функціонування системи , подана в дипломному проекті, залежить від багатьох чинників : стані контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматизації і т . і. Крім цього, безпека експлуатації установки залежить також від якості планово-попереджувальних робіт , система нагляду за станом проти-аварійного захисту. Наявність такої великої кількості факторів

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

,від яких залежить безпека праці АСКП , робить цю проблему дуже складною.

В зв'язку з цим захист від надзвичайних ситуацій організується завчасно , а при виникненні неполадок в системі, загрожує здоров'ю людей ,їх ліквідація здійснюється в мінімальні терміни .

Захист представляє собою комплекс заходів, здійснюючих з метою максимально послабити ураження чи його виключення .

Матеріал з яких спроектовано конструкції апаратів системи , виконані з полімерів. тому в наслідок займання , може виділятися велика кількість диму представляю чого собою серйозну небезпеку для життя людей і утрудняю чого наслідки аварії.

Система АСКП має невеликі габарити , тому не складе великих зусиль проводити планові огляди і легко можна виявити неполадки .

Висновки :

Проведений аналіз розділу життєзабезпечення біофабрики з використанням кондиціонування повітря в умовах НС дозволяє зробити висновок, що при застосуванні розглянутих принципів організації системи кондиціонування повітря в сховищах буде досягнуто поставлених цілей. Установа, представлена в дипломному проєкті, може використовуватись як складова системи життєзабезпечення сховища. Надійність функціонування розробленої системи залежить від таких факторів: стану контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматизації тощо, тому надійність експлуатації установки забезпечується проведенням планово-профілактичних робіт .

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Баркалов Б.В. Кондиціонування повітря в промислових, суспільних і житлових будинках. -М: Стройіздат, 1971



14. Белова Е.М. Системи кондиціонування 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 кондиціонування 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 кондиціонування 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 кондиціонування 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. Кондиціонування та вентиляція повітря Е. Г. Братута, А. М. Ганжа, О. В. Круглякова, В. В. Чубарова Харків : НТУ «ХПІ», 2009. 128 с.

					<i>КРБ.ХУіКП.1.487-03.1.2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79