

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ  
ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ОХОЛОДЖЕННЯ  
КОПЧЕНИХ КОЛБАСНИХ ВИРОБІВ**

Здобувач Мовчан С.С

2 курсу ХМ161 - групи

Керівник к.т.н.доц. Когут В. О.

Консультант: к.т.н.доц. Жихарєва Н.В.

.

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від \_\_\_\_\_ протокол №

Завідувач кафедри ХУКП \_\_\_\_\_ Михайло ХМЕЛЬНЮК

Одеса – 2026 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут	<u>Холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського</u>
Кафедра	<u>Холодильних установок і кондиціонування повітря</u>
Ступень вищої освіти	<u>Магістр</u>
Спеціальність	<u>142 «Енергетичне машинобудування»</u>
Освітньо-наукова програма	<u>Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря</u>

## ЗАТВЕРДЖУЮ

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

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мовчана Сергія Сергійовича .  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ОХОЛОДЖЕННЯ КОПЧЕНИХ КОЛБАСНИХ ВИРОБІВ

Керівник кваліфікаційної роботи к.т.н. доц. Когут В.О.  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Затверджена наказом ОНТУ . наказ № 51.03 від 30.01.2025 р.

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи: 28.05.2026 р

3. Вихідні дані роботи: м Одеса , ОХОЛОДЖЕННЯ КОПЧЕНИХ КОЛБАСНИХ ВИРОБІВ

Параметри повітря в приміщенні влітку:  $t = 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi = 50\%$ ;

Параметри повітря в приміщенні взимку:  $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi = 50\%$ ;

Параметри зовнішнього повітря влітку:  $t = 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; ентальпія  $h=60 \text{ кДж/кг}$

Параметри зовнішнього повітря взимку:  $t = -22 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ентальпія  $h=-20 \text{ кДж/кг}$

4. Перелік питань, які потрібно розробити: техніко-економічне обґрунтування, розрахунок процесів забезпечення подачі свіжого повітря, розрахунок ефективності, обґрунтування вибору обладнання, підбір обладнання.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н.доц. Когут В.О..		
Економічний розділ	к.т.н.доц. Жихарева Н.В.		

7. Дата видачі завдання:

Керівник \_\_\_\_\_ к.т.н.доц. Когут В.О.  
 Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Мовчан С.С.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	01.02-29.02.26	Виконано
2.	Техніко-економічне обґрунтування проекту	02.03-30.03.26	Виконано
3.	Розрахунок процесів кондиціонування повітря	01.04-08.04.26	Виконано
4.	Вибір і розрахунок системи повітророзподілення	08.04-16.04.26	Виконано
5.	Вибір припливно-витяжної установки	24.04-27.04.26	Виконано
6.	Підбір і розрахунок холодильної машини		
7.	Охорона праці та навколишнього середовища	28.04-30.04.26	Виконано
8.	Економічний розділ	01.05-07.05.26	Виконано
8.	Висновки	10.05-13.05.26	Виконано

Здобувач – дипломник \_\_\_\_\_ Мовчан С.С.  
 Керівник роботи \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Когут В.О..

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

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

Здобувач-дипломник \_\_\_\_\_ Мовчан Сергій Сергійович..

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра Мовчана Сергія Сергійовича. тема: : ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ технологічного кондиціонування повітря охолодження копчених колбасних виробів

У роботі досліджено енергоефективність системи технологічного кондиціонування повітря, призначеної для охолодження копчених ковбасних виробів після процесу термічної обробки. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю зниження енергоспоживання харчових підприємств та забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату під час виробництва м'ясопродуктів.

Метою роботи є аналіз режимів роботи системи кондиціонування повітря та оцінка її енергетичної ефективності в процесі охолодження копчених ковбасних виробів. У ході дослідження розглянуто технологічний процес охолодження продукції, визначено теплові навантаження на систему, проаналізовано основні параметри повітряного середовища та енергетичні характеристики обладнання.

Виконано розрахунок витрат холоду, споживання електричної енергії та показників ефективності роботи системи. Досліджено вплив температури, вологості та витрати повітря на тривалість охолодження продукції й енергетичні витрати. На основі отриманих результатів запропоновано заходи щодо підвищення енергоефективності системи технологічного кондиціонування повітря, зокрема шляхом оптимізації режимів роботи обладнання та вдосконалення процесів керування повітрообміном.

Результати дослідження можуть бути використані при проектуванні та модернізації систем кондиціонування повітря на підприємствах м'ясопереробної промисловості для зниження енергоспоживання та підвищення якості готової продукції.

**Ключові слова:** енергоефективність, технологічне кондиціонування повітря, охолодження, копчені ковбасні вироби, холодопродуктивність, енергоспоживання, м'ясопереробна промисловість.

## ANNOTATION

Master's thesis by Serhiy Serhiyovych Movchan. topic: : RESEARCH ON THE ENERGY EFFICIENCY OF THE OPERATION OF THE SYSTEM OF TECHNOLOGICAL AIR CONDITIONING FOR COOLING SMOKED SAUSAGE PRODUCTS

The work investigates the energy efficiency of the technological air conditioning system designed for cooling smoked sausage products after the heat treatment process. The relevance of the study is due to the need to reduce energy consumption of food enterprises and ensure optimal microclimate parameters during the production of meat products.

The purpose of the work is to analyze the operating modes of the air conditioning system and assess its energy efficiency in the process of cooling smoked sausage products. During the study, the technological process of cooling products was considered, thermal loads on the system were determined, the main parameters of the air environment and energy characteristics of the equipment were analyzed.

The calculation of cooling costs, electrical energy consumption and system efficiency indicators was performed. The influence of temperature, humidity and air flow on the duration of product cooling and energy costs was studied. Based on the results obtained, measures were proposed to increase the energy efficiency of the technological air conditioning system, in particular by optimizing the operating modes of the equipment and improving the air exchange control processes.

The results of the study can be used in the design and modernization of air conditioning systems at meat processing enterprises to reduce energy consumption and improve the quality of finished products.

Keywords: energy efficiency, technological air conditioning, cooling, smoked sausages, refrigeration capacity, energy consumption, meat processing industry.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання	8
1.2 Вихідні данні	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	11
2.1 Технологія виробництва сиров'ялених ковбас	11
2.2 Обґрунтування температурно - вологічного режиму	12
3 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	13
3.1 Розрахункові дані	13
3.2 Розрахунок будівельних площ	13
3.3 Вимоги до планування	14
3.4 План камер зберігання при діючому холодильнику	15
3.5 Розрахунок ізоляції огорожень	15
3.6 Тепловий розрахунок	17
4. Вибір параметрів і кількості повітря поданого в камеру	22
4.1 Схема обробки повітря і визначення тепло навантаження на основне обладнання кондиціонера	24
4.2 Проектування СКП для підприємств м'ясної промисловості	27
5. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	42
5.1. Технічна експлуатація систем вентиляції	42
5.2 Експлуатація холодильного обладнання СКП	48
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ	54
7 ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ	73
ВИСНОВКИ	78
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	..81

## **ВСТУП**

У роботі досліджено енергоефективність системи технологічного кондиціювання повітря, призначеної для охолодження копчених ковбасних виробів після процесу термічної обробки. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю зниження енергоспоживання харчових підприємств та забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату під час виробництва м'ясопродуктів.

**Метою роботи** є аналіз режимів роботи системи кондиціювання повітря та оцінка її енергетичної ефективності в процесі охолодження копчених ковбасних виробів. У ході дослідження розглянуто технологічний процес охолодження продукції, визначено теплові навантаження на систему, проаналізовано основні параметри повітряного середовища та енергетичні характеристики обладнання.

Виконано розрахунок витрат холоду, споживання електричної енергії та показників ефективності роботи системи. Досліджено вплив температури, вологості та витрати повітря на тривалість охолодження продукції й енергетичні витрати. На основі отриманих результатів запропоновано заходи щодо підвищення енергоефективності системи технологічного кондиціювання повітря, зокрема шляхом оптимізації режимів роботи обладнання та вдосконалення процесів керування повітрообміном.

Результати дослідження можуть бути використані при проектуванні та модернізації систем кондиціювання повітря на підприємствах м'ясопереробної промисловості для зниження енергоспоживання та підвищення якості готової продукції.

### **Теоретична цінність.**

Полягає в дослідженні та розробці комплексної системи промислового кондиціювання для охолодження копчених ковбас.

### **Фактологічна база.**

Фактологічною базою дослідження є типи, види і різні схемні рішення систем промислового кондиціонування для охолодження копчених ковбас.. В якості джерел інформації використані: підручники, методичні рекомендації, періодичні видання за спеціальністю холодильна техніка та веб-сайти фірм виробників.

# 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання

Проектована камера призначена для дозрівання сиров'ялених ковбас.

Холодильник - це будівля, що охолоджується, приміщення якого в загальному випадку призначені для холодильної обробки і зберігання швидкопсувних харчових продуктів. У зв'язку з цим він має такі особливості.

У приміщеннях холодильника підтримується температура повітря нижча, ніж температура навколишнього середовища, а в деяких випадках - ще й швидкість руху повітря (кратність повітрообміну), вологість повітря, певний склад газового середовища.

Теплота і волога зовнішнього повітря прагнуть проникнути в приміщення холодильника, що вимагає створення спеціальних огорожувальних конструкцій для зменшення проникнення теплоти і вологи всередину приміщень і розробки методів усунення шкідливих наслідків цього явища.

Великий обсяг вантажів, які переміщуються (продуктів) і необхідність швидкої їх завантаження та розвантаження потребують застосування завантажувально-розвантажувальних і транспортних засобів.

До приміщень холодильника пред'являються високі санітарні та гігієнічні вимоги.

Холодильники поділяють за призначенням, універсальності щодо виду продукту, що зберігається, місткості (продуктивності), типу будівлі. Кожен тип холодильника має свої особливості, які враховують при проектуванні і експлуатації. Залежно від призначення розрізняють такі холодильники: заготівельні, виробничі, розподільні, торговельні, портові та побутові.

Торговим організаціям для безперебійного постачання населення необхідно зберігати значні запаси товарів, більшість яких

швидкопсувні.Кращий спосіб консервування швидкопсувних товарів - використання кліматичної та холодильної техніки..

Застосування систем кондиціювання і вентиляції повітря в торгівлі дозволяє:

- створити запаси швидкопсувних продуктів в широкому асортименті;
- збільшити тривалість їх зберігання;
- транспортувати на будь-які відстані;
- рівномірно протягом року продавати товари сезонного виробництва;
- знизити товарні втрати;
- впроваджувати прогресивні форми продажу товарів;
- задовольняти потреби населення в доброякісних продовольчих товарах;
- забезпечити високий рівень торговельного обслуговування та санітарного стану торговельних підприємств та ін.

Застосування клімат-контролю є обов'язковою умовою збереження якості та харчової цінності м'яса, риби, молока, молочних продуктів, фруктів, овочів і ін. Продуктів, виробництво яких, як правило, носить сезонний характер, а торгівля змушена забезпечувати їх тривале зберігання. Наявність холодильників на всьому шляху руху товарів зі сфери виробництва в сферу споживання забезпечує безперебійність постачання покупців необхідним асортиментом життєво важливих продуктів харчування.

Технологічний процес дозрівання сиров'ялених ковбас потребує температурно-вологісний режим: 12 °С, 75-80% вологості, що можливо забезпечити відповідною системою кондиціювання і вентиляції повітря.

## **1.2 Вихідні данні**

Камери дозрівання та зберігання ковбас проектується в південній зоні України.

Ковбаси сиров'ялені на візкових етажерках, з нормою навантаження  
 $qv=0.15$  т/м<sup>2</sup>

Температура зовнішнього повітря:

- літня – 32 °С
- зимова - -18°С

Відносна вологість зовнішнього повітря:

- літня – 56%
- зимова – 80%

Середньорічна температура – 9 °С

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Технологія виробництва сиров'ялених ковбас

Сирокопчені ковбаси призначені для тривалого зберігання, тому готують їх з самої високоякісної сировини і ретельно дотримуючись технології приготування. До сирокопчених ковбасних виробів відносяться ковбаси, що виробляються з сирого м'яса і шпика і підготовлені до споживання тривалою ферментацією і обезводненням м'яса. З огляду на те, що сирокопчені ковбаси не піддають варінню, для їх виробництва використовується м'ясо висших сортів. Крім того, необхідно дати фаршу в процесі виробництва дозріти. Відомо, що сире охолоджене м'ясо при зберіганні поступово дозріває і розм'якшується.

Процес виробництва сирокопченої ковбаси можна розділити на наступні цикли:

- підготовка м'ясної сировини, шпика;
- підморожування м'яса, шпика;
- обезводнення м'яса;
- приготування фаршу;
- наповнення оболонок фаршем;
- дозрівання в кліматичних установках при встановлених параметрах температури, тривалості, відносної вологості і швидкості руху повітря;
- упаковка.

Підморожування м'ясної сировини відбувається в холодильниках при температурі від – 10 до – 20 °С. Після обезводнення роблять подрібнення яловичини і нежирного свинячого м'яса на дзизі з діаметром отворів ґрат 2 – 3 мм Шпик подрібнюється на шпигорезках або машинах для подрібнення мороженої сировини. Процес приготування фаршу здійснюється в куттері. Температура фаршу має бути від – 1 до – 3 °С. Готовий фарш вибивається в оболонку на шприцах і навішується на рами. Дозрівання в кліматичних установках при заданих параметрах є складним процесом, що дозволяє з

сирого м'яса отримати смачний, ароматний, високоякісний продукт. Ковбаси поміщають в кліматичні камери із заздалегідь встановленими режимами температури, вологості і швидкості руху повітря. Загальний цикл виробництва сирокочених ковбас складає 24-30 діб.

Найважливішим показником ефективної діяльності м'ясокомбінату «Гармаш» є забезпечення високої якості продукції, яка відповідає усім вимогам законодавства та наших покупців.

Щоб досягти даної мети, ми впровадили систему управління безпечністю харчових продуктів ДСТУ ISO:22000.

Це система аналізу небезпек і контролю (регулювання) в критичних точках – вона ідентифікує, оцінює і контролює фактори на всіх етапах виробництва, що є визначальними для безпечності харчових продуктів.

На підприємстві дотримується строгий санітарний контроль, який забезпечується сучасним обладнанням та розробленими інструкціями для усіх працівників.

Величезна увага приділяється контролю всієї вхідної сировини та допоміжних матеріалів, здійснюється жорсткий ветеринарний, виробничий і лабораторний контроль, як сировини, так і готової продукції. Всі ланки технологічних процесів працюють злагоджено, організовано і з педантичною точністю. Виробничі процеси контролюються на кожній ділянці технологами та майстрами.

Усі представництва м'ясокомбінату «Гармаш» обладнані сучасними складами, а транспорт – спеціалізованим холодильним обладнанням, що гарантує дотримання умов зберігання продукції

Ми відслідковуємо весь шлях нашої продукції від сировини до полиці магазинів, щоб бути впевненим у тому, що наші покупці до свого столу отримають свіжі та якісні ковбасні та м'ясні вироби.

## **2.2 Обґрунтування температурно - вологічного режиму**

Перші 7 діб ковбаси знаходяться на дозріванні, за це період відбуваються ферментативні процеси утворення смаку, кольору, консистенції і так далі. Потім ковбаси сушать при температурі 15 °С і відносній вологості повітря 75-78 % до досягнення необхідної вологи в продукті. Інтенсивне обезводнення фаршу ковбаси вимагає постійного контролю за якістю, тому процеси копчення і сушки проводяться поступово, виключивши сильні потоки повітря. Після завершення сушки сирокопчена ковбаса готова до споживання. Сирокопчена ковбаса зберігається при температурі 0 – +12 °С і відносній вологості повітря 75 – 78% не більше 6 місяців.

Терміни зберігання сирокопчених ковбас залежать від типу упаковки кожного найменування.

## **3 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА**

### **3.1 Розрахункові дані**

Для камери зберігання та дозрівання камери ковбас приймаємо наступні параметри

- Температура внутрішнього повітря: 12,°С
- Відносна вологість: 75 %

Кількість ковбас приймаємо 8,0 тон на добу, враховуючи трьохдобову продуктивність комбінату ємкість котрого буде складати 24 тони.

### **3.2 Розрахунок будівельних площ**

Площа камер зберігання для 24 тон сиров'ялених ковбас розраховується за формулою:

$$F_k = \frac{V_k}{q_v \cdot h \cdot \beta} \quad (3.1)$$

де  $q_v$  - норма навантаження на  $1 \text{ м}^3$  вантажного обсягу камери:  $h$  - вантажна висота штабеля, м

$\beta$  - коефіцієнт використання площі камер, що враховує площу камери, зайняту колонами, проходами,

Число будівельних прямокутників  $n_d$ , шт, визначаємо за формулою

$$n_d = h / n_d \quad (3.2)$$

де  $n_d$  - будівельна площа одного прямокутника, залежить від вибраної сітки колон

Дійсна місткість камери  $V_{kd}$ , т, визначаємо за формулою

$$V_{kd} = V_k \cdot n_d \quad (3.3)$$

$n_p$

Площа службових приміщень  $F_{спр}$ ,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою:

$$F_{спр} = (0,2 \div 0,4) F_{ок} \quad (3.4)$$

Площа компресорного цеху  $F_{км}$ ,  $\text{м}^2$  визначаємо за формулою:

$$F_{км} = (0,05 \div 0,3) F_{ок} \quad (3.5)$$

Всі розрахунки зводимо до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Розрахунок будівельних площ

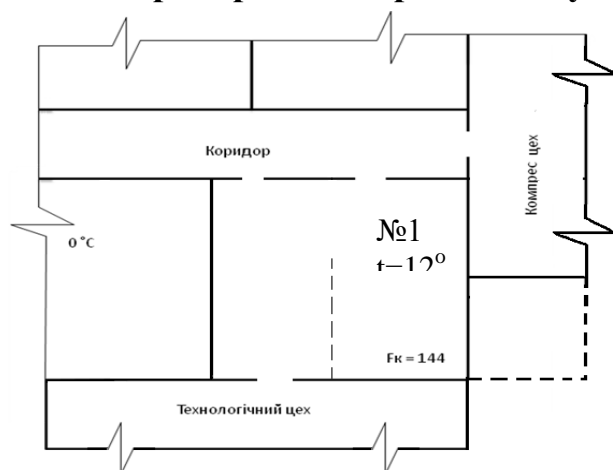
Найменування камери	$V_k^p$ Т	$q_v$ Т/м <sup>3</sup>	$h_{гр}$ , м	$\beta$	$F_{буд}$ , м <sup>2</sup>	$f$ , м <sup>2</sup>	$n$	$n_d$	$V_{kd}$ , д Т
Камера доз. зберігання ковбас	24	0,15	1,5	0,75	142,2	72	1,98	2	24,3
Машинне від.	-	-	-	-	-	36	-	8	-
Служб. прим.	-	-	-	-	-	36	-	8	-

### 3.3 Вимоги до планування

Під плануванням розуміють розміщення всіх камер схову і допоміжних помешкань холодильника з урахуванням їхнього призначення, кількості розмірів. Для забезпечення найбільш раціонального планування варто притримуватися наступних правил:

1. Планування повинно відповідати схемі технологічного процесу виробництва та сприяти послідовності операцій холодильної обробки (передбачати найбільш короткі шляхи перевозок в холодильнику, не допускати зустрічних потоків вантажу).
2. Планування повинно сприяти зменшенню початкових витрат на будівлю холодильника.
3. При плануванні слід вибирати такі розміри і форму холодильника и так розташувати в ньому камери, щоб тепло припливи зовні та між камерами були мінімальними.
4. Планування повинно відповідати прийнятій системі охолодження.
5. Планування холодильника повинно відповідати вимогам правил техніки безпеки та протипожежної безпеки.
6. При плануванні необхідно враховувати можливість розширення холодильника.
7. Склад холодильника передбачає також камеру зберігання охолоджуючі грузи в контейнерах. Місткість цієї камери приймають приблизно такою , як і камери зберігання м'яса на підвісних шляхах.
8. Крімосновних камер зберігання в складі холодильника можуть бути передбачені: 1-2 універсальні камери, камери прийому і заморожування некондиційних грузів.
9. Планування холодильника повинно забезпечувати найбільш доцільне розташування камер для охолодження м'яса, коридорів, тамбурів, охолоджуючих виробничих приміщень, машинного відділення, службових і допоміжних приміщень.
10. Планування холодильника повинно забезпечити наступні основні вимоги: достатній фронт прийому та випуску швидкопсувних вантажів; скорочення втрат холоду зменшенням поверхні тепловіддачі і доцільним взаємним розташуванням камер; високий коефіцієнт використання площі; ув'язку розташування камер з технологічним процесом на холодильниках.

### 3.4 План камер зберігання при діючому холодильнику



1 – Камера дозрівання сиров'ялених ковбас

2 – Коридор

3 – Службове приміщення

4 – Компресорний цех

5 – Технологічний цех

6 – Камера  $0^{\circ}\text{C}$

### 3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщину ізоляційного шару огороження визначаємо по формулі:

$$\delta_{зтр} = \lambda_з \cdot \left[ \frac{1}{K_0} - \left( \frac{1}{\alpha} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right] \quad (3.1)$$

де  $\lambda_i$   $\lambda_i$  - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару і будівельних матеріалів що складають конструкцію огороження, Вт/(м К)

$K_0$  - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, прийнятий у залежності від характеру огороження і температур по обох боках від нього, Вт/(м<sup>2</sup> К)

$\alpha_з$  - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої або більш теплої боці огороження, Вт/(м<sup>2</sup> К)

$\alpha_в$  - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або більш холодної боці огороження, Вт/(м<sup>2</sup> К)

Після вибору дійсної товщини ізоляції визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$K_d = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_з} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}} \quad (3.2)$$

Усі розрахунки зводимо в табл.3.2

Таблиця Розрахунок теплоізоляційного шару огорожень

Огороження	$\alpha_в$ Вт/м <sup>2</sup> К	$\alpha_з$ Вт/м <sup>2</sup> К	$\sum Ri$ м <sup>2</sup> К/Вт	Товщина теплоізоляц шару		Коефіцієнт теплопередачі шару	
				$\delta_{из}^{тр}$ , мм	$\delta_{из}^д$ , мм	$k_0^{тр}$ , Вт/м <sup>2</sup> К	$K_d$ , Вт/м <sup>2</sup> К
1. Внутр. стіна з:							
коридором	9	8	0,543	0,039	0,050	0,64	0,56
комп. цехом	9	8	0,546	0,039	0,050	0,64	0,56
техн. цехом	9	8	0,108	0,060	0,075	0,64	0,58
2. Перегородка	9	9	0,076	0,093	0,100	0,465	0,435

3.Покриття	9	23	0,079	0,084	0,100	0,47	0,45
------------	---	----	-------	-------	-------	------	------

### 3.6 Тепловий розрахунок

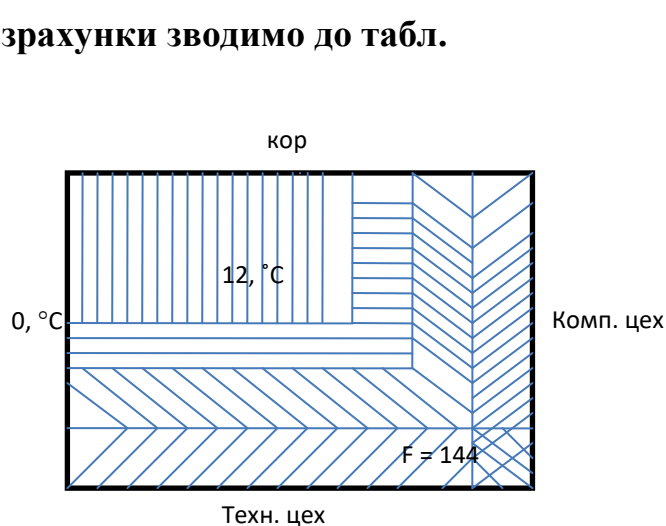
Теплоприпливи через огородження розраховуємо за формулою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \quad (3.3)$$

$$Q_{1c} = \kappa_d F \Delta t_c \cdot 10^{-3} \quad (3.4)$$

де  $\Delta t_c$  - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору,

Усі розрахунки зводимо до табл.



Таблиця 3.2.1 Розрахунок теплоприпливів в камеру

Огородження	$K_o, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F, \text{м}^2$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	$Q_{1m}, \text{Вт}$	$Q_{1c}, \text{Вт}$	$Q_1, \text{Вт}$
СПнВн	0,56	52,8	Кор.	12	14	-	0,415	-	0,415
ССхВн	0,56	52,8	Ком.ц.	12	14	-	0,415	-	0,415
СПдВн	0,58	52,8	Тех.ц.	12	14	-	0,428	-	0,428
СЗхВн	0,435	52,8	0	12	-12	-	-0,275	-	-0,275
Покриття	0,45	144	32	12	20	14,9	1,272	0,96	2,237

Підлога I	0,47	48	32	12	20	-	0,45	-	0,45
II зона	0,23	36	32	12	20	-	0,16	-	0,16
III зона	0,12	28	32	12	20	-	0,06	-	0,06
IV зона	0,07	36	32	12	20	-	0,07	-	0,07
Разом									4,228

При розрахунку теплоприпливів через підлогу по зонам використовуємо формулу:

$$Q_{m1} = k_{\text{усл}} F_{\text{зони}} (t_3 - t_6) \cdot 10^{-3} \quad (3.5)$$

Де  $k_{\text{усл}} = 0,47$  ( 1 зона)  $k_{\text{усл}} = 0,12$  ( 3 зона)

$k_{\text{усл}} = 0,23$  ( 2 зона)  $k_{\text{усл}} = 0,07$  (4 зона)

**Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці розраховуємо по формулі:**

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{тар}} \quad (3.6)$$

Теплоприплив від термічної обробки продуктів

$$Q_{2\text{пр}} = M \text{Спр} (t_1 - t_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600} \quad (3.7)$$

Де М- добове надходження продукту в камеру, т/добу.

Спр – питома теплоємність продукту, кДж / (кг К)

$\tau$  - тривалість холодильної обробки продукту, ч

1000 – коефіцієнт переводу із тон у кг

3600 – коефіцієнт переводу із годин у секунди

Теплоприплив від тари

$$Q_{2\text{тар}} = M_{\text{тар}} \text{Стар} (t_1 - t_2) \frac{1000}{24 \cdot 3600} \quad (3.8)$$

де  $M_{\text{тар}}$  - добове надходження тари, т/добу

Стар - питома теплоємність тари, кДж / (кг К)

$t_1, t_2$  - температура тари до надходження в камеру і після термообробки, °C

Всі розрахунки зводимо в табл.

Таблиця 3.3 Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці

Приміщення	В, тон	Мпр, т/д	$t_1, \text{C}$	$t_2, \text{C}$	спр, КДж/кг*К	O2пр, кВт	Мт т/д	ст, кДж/кг*К	$\Delta t, \text{C}$	Q2t, кВт	Q2 пр, кВт
Камера сушіння і зб. ковбаси	24,3	8,0	36	12	2.51	6.53	0,8	0,5	24	0,11	6.64

### Теплоприплив від зовнішнього повітря:

Зовнішнє повітря надходить в приміщення, яке кондиціонує, або від окремої вентиляційної установки. Якщо в приміщення, яке кондиціонує подається вентиляційне повітря від окремої припливної установки без попередньої тепло вологої обробки його, він приносить з собою теплоту і вологу точно так само, як повітря, здатний проникати з інфільтрацією.

Теплоприплив з вентиляційним повітрям підраховують по формулі:

$$Q_3 = L_n \cdot \rho_v \cdot (i_3 - i_v) \quad (3.9)$$

де  $L_n$  - об'ємна витрата зовнішнього повітря, м<sup>3</sup>/с

$i_3, i_v$  - питома ентальпія зовнішнього повітря та повітря в камері, кДж/кг

$\rho_v$  - щільність повітря кг/м<sup>3</sup>

$t_n, t_v$  - розрахункові температури зовнішнього повітря и повітря в приміщенні, °C

Об'ємна витрата зовнішнього повітря, поданого для цілей вентиляції, визначають по формулі:

$$L_n = n L_{тр}$$

де  $n$  - число людей в приміщенні

$L_{тр}$  – необхідний об'ємна витрата повітря в приміщенні по нормам на одну людину

Всі розрахунки зводимо в табл.

Таблиця 3.4 Теплоприплив від зовнішнього повітря

Приміщення	$L_n, \text{м}^3/\text{с}$	$\rho_v, \text{кг}/\text{м}^3$	$i_3, \text{кДж}/\text{кг}$	$i_v, \text{кДж}/\text{кг}$	$Q_3, \text{кВт}$
Камера дозр. 1	0,022	1.24	71,8	32,2	1,09

### Експлуатаційні теплоприпливи

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.10)$$

Теплоприплив від освітлення

$$q_1 = A F 10^{-3}$$

де  $A$  - кількість тепла, що виділяється освітленням в одиницю часу на  $\text{м}^2$  площі підлоги,  $\text{Вт} / \text{м}^2$

$F$  - площа підлоги,  $\text{м}^2$

Теплоприплив від перебування людей

$$q_2 = 0,35n \quad (3.11)$$

де 0,35 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі,  $\text{кВт}$

$n$  - число людей, працюючих в одному помешканні

Теплоприплив від працюючих електродвигунів

$$q_3 = Ne \quad (3.12)$$

де  $Ne$  - потужність електродвигунів,  $\text{кВт}$

Теплоприпливи при відкритті дверей

$$q_4 = KF10^{-3} \quad (3.13)$$

де  $K$  - питомий приплив тепла при відкритті дверей,  $\text{Вт}/\text{м}^2$

Всі розрахунки зводимо до табл.

Таблиця 3.5 Експлуатаційні теплоприпливи

Приміщення	F, м <sup>2</sup>	A, Вт /м <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> , кВт	n	q <sub>2</sub> , кВт	N <sub>е</sub> , кВт	K <sub>н</sub> Вт/(м <sup>2</sup> *К)	q <sub>3</sub> , кВт	K, Вт /м <sup>2</sup>	q <sub>4</sub> , кВт	ΣQ <sub>4</sub> , кВт
Сиров. ковбаса	144	2,3	0,33	3	1,05	2	0,65	1,3	11	1,58	1,05

### Визначення вологоприпливів

Для підприємств по переробці м'яса кількість вологоприпливів можна приймати по питомому навантаженні на 1 м<sup>2</sup> пола. Так, для приміщень по переробці сушарок ковбас  $\varpi_m = (30 \div 50) 10^{-6}$  кг/(м<sup>2</sup> \* с)

Вологоприпливи з зовнішнім повітрям, вступним в приміщення без попередньої тепло-вологісної обробки, визначаємо за формулою:

$$W_{вз} = L_{вз} \rho (d_n - d_b) 10^{-3}$$

$$W_{вз} = 0,22 \times 1,24 (15,8 \times 7) \times 10^{-3} \text{ кг/с}$$

де  $L_{вз}$  - об'ємна витрата повітря, м<sup>3</sup>/с

$\rho$  - щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>

$d_n - d_b$  - вологовміст зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, г/кг

Вологоприплив від людей, кількість вологи, яка виділяється від людей розраховуємо за формулою:

$$W_{л} = \varpi_{чел} n$$

$$W_{л} = 20,8 \times 3 = 62,4 \times 10^{-6} = 0,000062 \text{ кг/с}$$

де  $\varpi_{чел}$  - волого виділення одної людини, кг/с

n - число людей в приміщенні

#### 4. Вибір параметрів і кількості повітря поданого в камеру

Якщо в приміщенні є тепло відділенням  $\Sigma Q$  і волого відділенням  $\Sigma W$  вимкнути установку кондиціонування повітря, то його параметри будуть змінюватися. Так, в теплий період року температура, вологість і ентальпія повітря почнуть збільшуватись, і він із стану, характеризуваного точкою В на і – d діаграмі вологого повітря, перейде в стан В<sub>1</sub>. Процес цієї зміни на і – d діаграмі зображується прямою лінією, що проходить через точку В під кутом, відповідним величині тепло вологого відношення  $\epsilon_n$  по рівнянню

$$\epsilon_n = \frac{\Sigma Q_0}{\Sigma W}$$

де  $\Sigma Q_0$  - сумарний приплив теплоти, кВт  
 $\Sigma W$  - сумарний вологоприплив, кг/с

$$\epsilon_n = \frac{17,8}{0,0083} = 2140 \text{ кДж/кг}$$

Щоб температура і вологість повітря в камері були постійними, в камеру потрібно подати повітря з такими параметрами, щоб змішання з повітрям, стан якого характеризується точкою В<sub>1</sub>, в камері знову встановилися задані параметри. В літній час для цього подають більш холодне і більш сухе повітря, а зимою – більш теплий і вологий. Точка П повинна лежати на тій же прямій з нахилом, відповідним  $\epsilon_n$ , так як тільки при таких умовах після змішення повітря з станами П і В<sub>1</sub> можна отримати повітря з станом В.

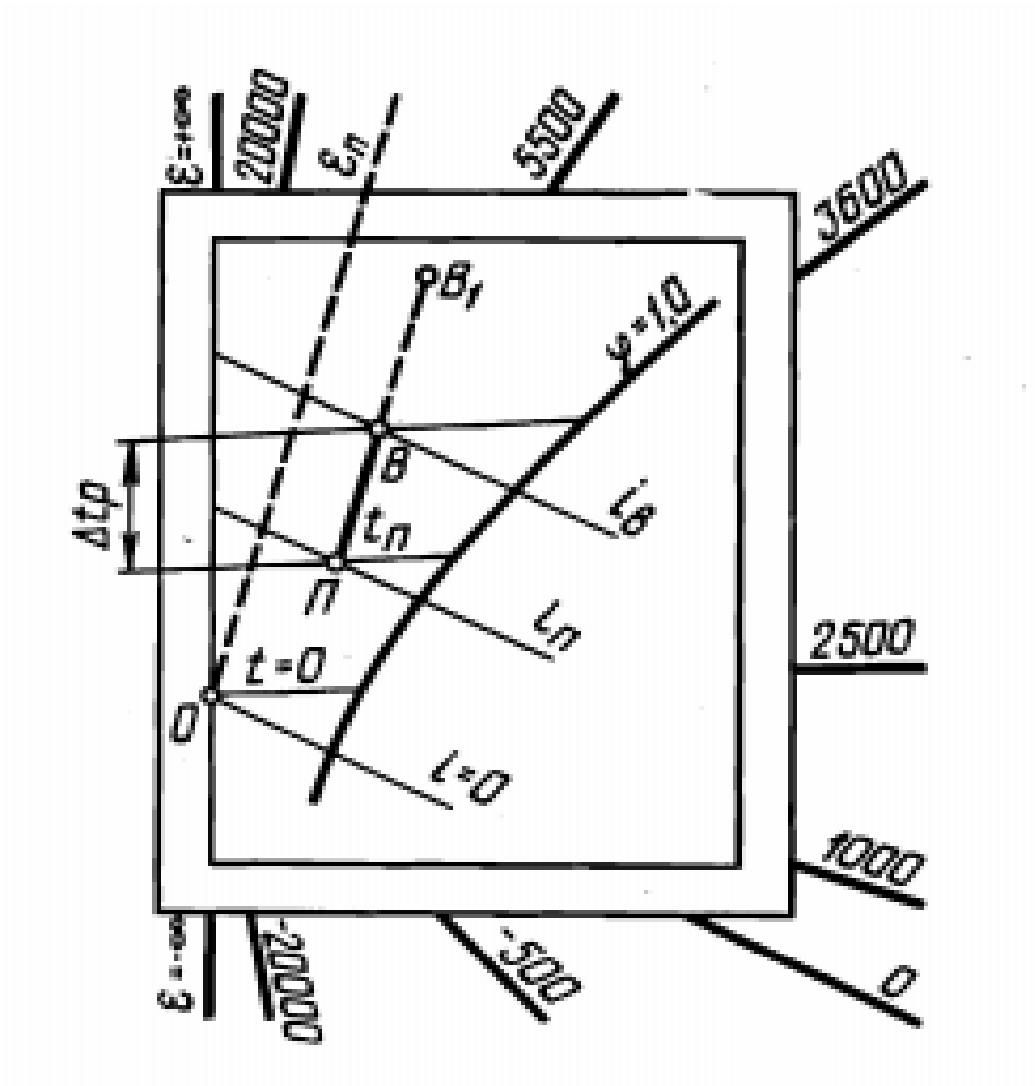
Положення точки П на лінії з нахилом, відповідним  $\epsilon_n$ , визначається допустимою різницею температур  $\Delta t_p$  припливного повітря і повітря в камері. Робочу різницю температур вибирають виходячи із прийнятого способу розподілу повітря, а також в залежності від висоти камери.

Об'ємна витрата повітря, яку необхідно подати в кондиціонуєму камеру, визначаємо по формулі:

$$L = \frac{\Sigma Q_p}{\rho(i_v - i_n)} = \frac{\Sigma Q_y}{\rho c \Delta t_p}$$

де  $\rho$  – щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>  
 $c$  – питома теплоємність повітря, кДж/кг  
 $\Delta t_p$  – допустима різниця температур, °С  
 $i_n, i_v$  – питома ентальпія припливного і внутрішнього повітря, кДж/кг

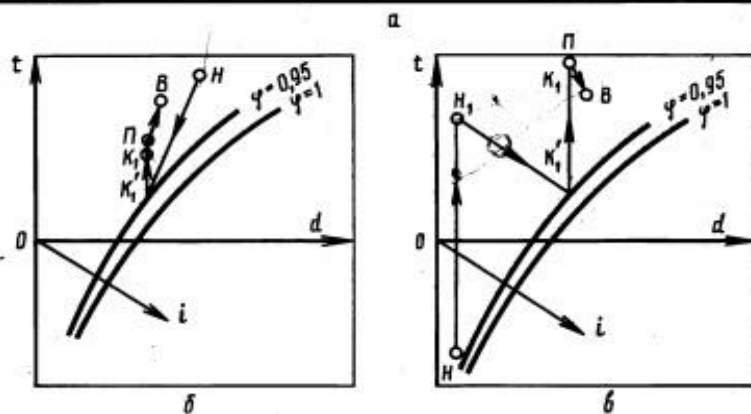
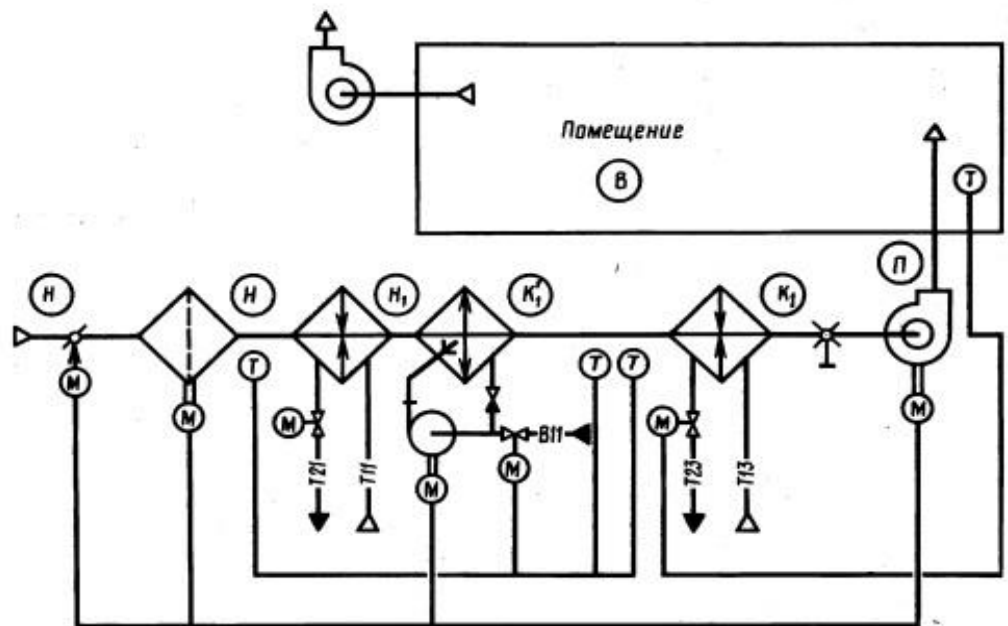
$$L = \frac{17,8}{1,28 \times 1,005 \times 20} = 0,69 \text{ м}^3/\text{с}$$



Зображення процесу зміни параметрів повітря в приміщенні з кондиціонером в і – d діаграмі вологого повітря

#### 4.1 Схеми обробки повітря і визначення тепло навантаження на основне обладнання кондиціонера

В кондиціонері прямої СКП обробляється тільки зовнішнє повітря. Необхідна витрата поданого повітря визначають із умови асиміляції тепло припливів по формулі (... ..).



Прямоточна система кондиціонування повітря:  
 а – структурна схема; б і в – зображення процесів обробки повітря в літній(б) і зимовий(в) розрахункові періоди;

В літній час зовнішнє повітря очищається в фільтрі і при температурі  $t_n$  поступає в форсункову камеру, де охолоджується с сушиться розбризкуванням холодної води. В результаті тепло масо обміну в форсунковій камері повітря охолоджується до температури на 1 – 2 °С вище температури  $t_{в11}$ . При цьому його відносна вологість збільшується до 95%.

Потім повітря піддається сухому нагріванню в повітря нагрівачу другого підігріву до стану, характеризуваного точкою  $K_1$  і на  $1 - 2$  °С – в вентиляторі і повітря водах. В результаті зовнішнє повітря з параметрами точки Н переводиться в стан, характерний точці П, з параметрами якої він подається в приміщення. Замість камери зрошування для охолодження можна використовувати блок тепло масообміну, в склад якого входить поверхневий повітря охолоджувач.

Побудова процесу обробки повітря в  $i - d$  – діаграмі для літнього розрахункового режиму виконують в наступній послідовності:

1. Наносять на діаграму точки Н і В, відповідні літнім розрахунковим параметрам зовнішнього і внутрішнього повітря.
2. Через точку В проводять луч процесу зміни параметрів повітря в приміщенні під кутом, відповідним значенню тепло вологого відношення  $\epsilon_d$  для літнього розрахункового режиму .
3. Задаються різницею температур повітря в приміщенні і припливного повітря  $\Delta t_l = t_b - t_n$ .
4. Наносять на діаграму точку П, відповідну параметрам припливного повітря, вона повинна лежати на пересіченні лучу процесу з ізотермою  $t_n = t_b - \Delta t_l$ .
5. Через точку П проводять лінію  $d = \text{const}$ , відповідну процесу нагрівання повітря в повітря нагрівачу і вентиляторі, і пересіченні цієї лінії з лінією  $\phi = 0,75$  знаходять точку  $K_1'$ , відповідну параметрам повітря на виході із камери зрошування. Точка  $K_1$ , відповідна параметрам повітря на виході із повітря нагрівачу, лежить на вертикалі П –  $K_1'$ , але нижче точки П на величину підігріву повітря в вентиляторі і повітря водах.

Витрата повітря визначаємо по формулі:

$$Q_0 = L_{np}(i_n - i_{k1'})$$

Витрата теплоти в повітря нагрівачу другого підігріву

$$Q_{II} = L_{np}(i_{k1'} - i_k)$$

Побудову процесу обробки повітря для зимового розрахункового режиму виконують в наступній послідовності:

1. Наносять на діаграму точки Н і В, відповідні зимовим розрахунковим параметрам повітря.
2. Через точку В проводять луч процесу зміни параметрів повітря в приміщенні, паралельні лінії з кутовим коефіцієнтом, відповідним величині тепло вологого відношення для зимового розрахункового режиму.

3. Задаються перепадом температур  $\Delta t_p$  між припливним повітрям  $t_{п}$ , і повітрям в приміщенні  $t_b$  і на луч процесу наносять точку П; вона лежить вище точки В на величину  $\Delta t_p$ .
  4. Через точку П проводять лінію  $d = \text{const}$  до пересікання з лінією  $\phi = 0,75$  в точці  $K_1'$ , відповідно параметрам повітря на виході із камери зрошування.
  5. На лінії  $PK_1'$  наносять точку  $K_1'$ , відповідну параметрам повітря на виході із повітря нагрівачу другого підігріву. Температура повітря в цій точці нижче температури в точці П на величину підігріву в вентиляторі.
  6. Через точку Н проводять лінію  $d = \text{const}$ , відповідну підігріву повітря в повітря нагрівачах першого підігріву.
  7. Через точку  $K_1'$  проводять лінію  $i = \text{const}$ , відповідну процесу адіабатного зволоження повітря в камері зворушування.
  8. На пересіченні лінії  $d = \text{const}$  для першого підігріву і лінії процесу зволоження  $i = \text{const}$  знаходять точку  $H_1$ , відповідну параметрам повітря на виході із повітря нагрівачу першого підігріву.
- Витрата теплоти в повітря нагрівачах першого підігріву

$$Q_I = L_{np}(i_{H1} - i_H)$$

Витрата теплоти в повітря нагрівачах другого підігріву

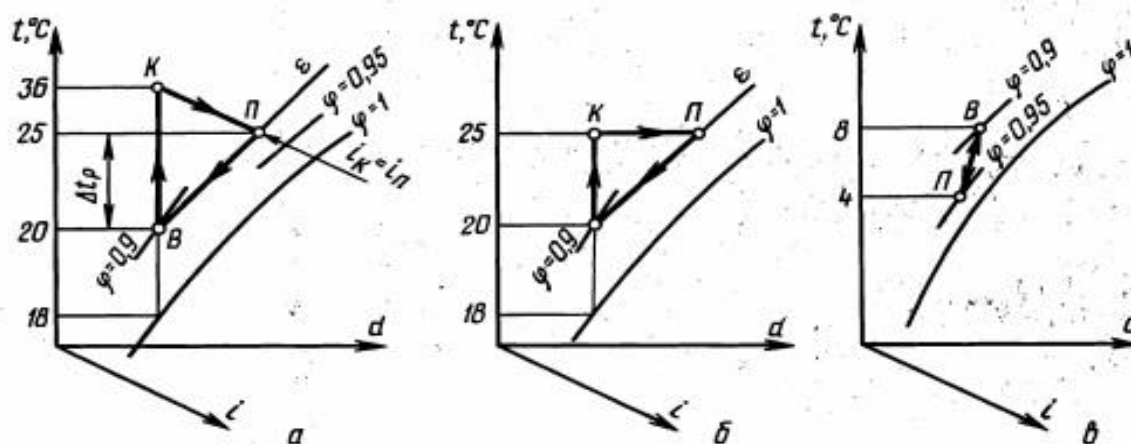
$$Q_{II} = L_{np}(i_K - i_{K1'})$$

При проектуванні установки кругло годинного кондиціонування повітря слід враховувати, що перепади температур  $\Delta t_p$  припливного і внутрішнього повітря для літнього і зимового розрахункових режимів приймають різними, тому і продуктивність системи по повітрю для цих режимів різна. У зв'язку з цим підбір кондиціонера виробляють по більшому із цих значень, а для режиму з меншим розходом повітря проводять перерахунок параметрів повітря в основних точках в  $i - d$  - діаграми.

## 4.2 Проектування СКП для підприємств м'ясної промисловості

Кондиціонування підприємствах м'ясної промисловості використовується в цілях дозрівання і посолу м'яса; відділення копчення, сушіння і охолодження ковбасних виробів; цілях виробництва технічних фабрикатів і медичних препаратів.

При кондиціонуванні повітря в приміщеннях ковбасних цехів необхідно враховувати такі особливості: відносно низька температура, для досягнення якої потрібно низька температура охолоджуваної поверхності; відносно малі значення тепло вологого відношення, що обумовлює необхідність застосування в літній час П підігрива.



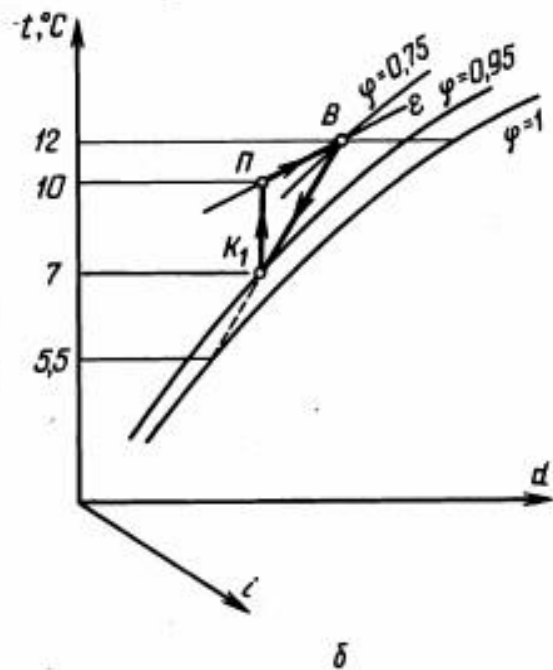
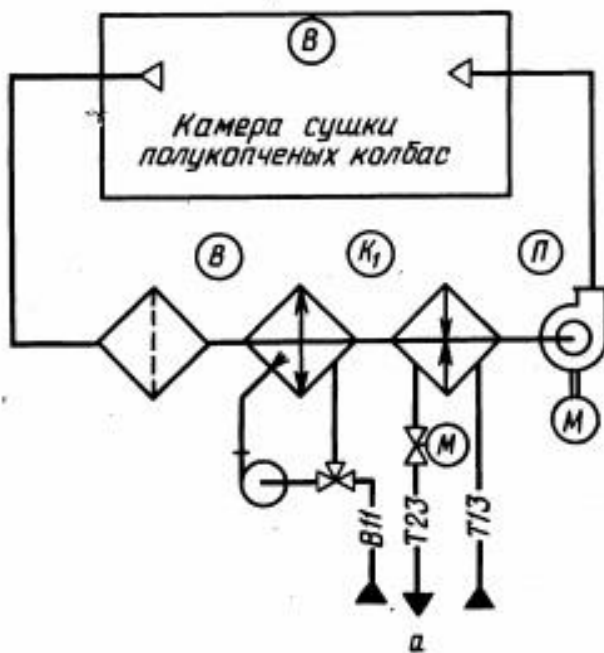
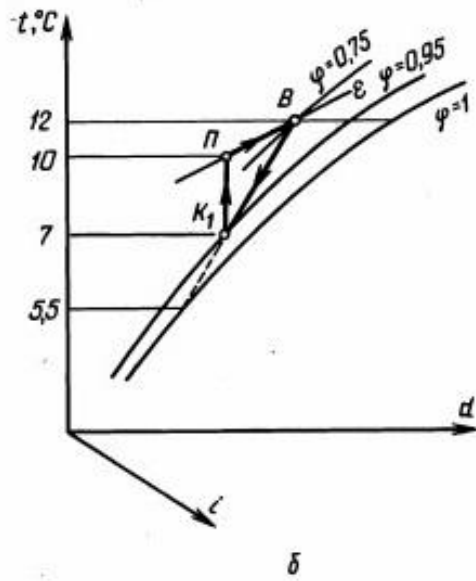
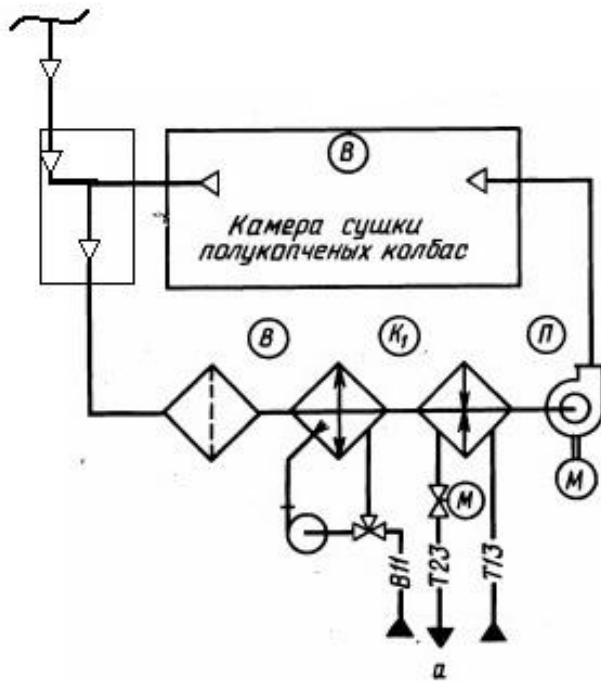
Процеси обробки повітря при технологічному КП в м'ясної промисловості:

- а – в камерах розмороження м'яса при зволоженні в зрошувальній камері;
- б – те ж, при зволоженні паром; в – в камерах охолодження ковбас

Для здійснення процесу розмороження м'яса камери необхідно подати повітря більшої температури і вологості, чим в кондиціонуемому приміщенні. Установа працює при повній рециркуляції внутрішнього повітря. Із теплообмінних апаратів необхідні тільки повітря нагрівач і зрошувальна камера. При зволоженні повітря паром потрібен тільки повітря нагрівач.

При сушінні на пів копчених ковбас в камеру подають повітря більш сухе і холодне, ніж в камері. Для сушіння і охолодження повітря використовують камеру зрошування чи блок тепло масообміну. В якості холодоносія приймають воду можливо низької температури 2 – 3 °С.

Схема установки і зображення процесів обробки повітря приведені в рис.



Система кондиціонування повітря при сушці на пів копчених ковбас:  
 а – структурна схема; б – зображення процесів обробки повітря в і – d  
 діаграмі

При повітряному охолодженні варених і варено-копчених ковбас необхідно здійснювати процес охолодження і сушіння внутрішнього повітря, але тепло вологе відношення для цих камер вище, чим камерах сушіння на пів копчених. Тому достатньо використовувати тільки один повітря охолоджувач без другого підігріву.

### 3.7 Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування

Холодопродуктивність компресорів розраховуємо за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_k}{b} \quad (3.16)$$

Де  $k$  - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, апаратах холодильної установки.

$Q_k$  - сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння,

прийнята по зведеній таблиці теплоприпливів, кВт

$b$  - Коефіцієнт робочого часу.

Всі розрахунки зводимо в табл.

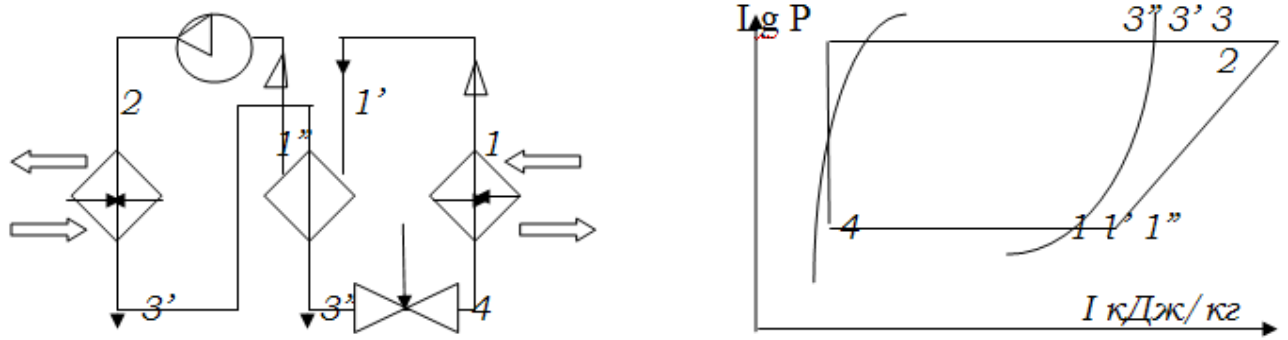
Таблиця 3.7 Визначення навантаження на компресор

№ ка м	Q <sub>1</sub> , кВт		Q <sub>2</sub> , кВт		Q <sub>3</sub> , кВт		Q <sub>4</sub> , кВт		Q <sub>0</sub> , кВт		W <sub>п</sub> р, кг/с	W <sub>вз</sub> , кг/с	W <sub>л</sub> , кг/с	ΣW, кг/с
	Ка <sub>м</sub>	К <sub>м</sub>	Ка <sub>м</sub>	К <sub>м</sub>	Ка <sub>м</sub>	К <sub>м</sub>	Ка <sub>м</sub>	К <sub>м</sub>	Ка <sub>м</sub>	К <sub>м</sub>				
1	4.22 8		11. 2		1.09		1.0 5		17, 8		0,00 58	0,002 4	0,0000 62	0,008 3

Дійсне навантаження на компресор:

$$Q_{км} = \frac{17,8 \cdot 1,03}{0,8} = 23,1 \text{ кВт}$$

### 3.8 Побудова циклів холодильної машини, зняття параметрів вузлових точок



Мал. 3.3 Схема хладонової машини з РТО (R407a)

Таблиця 3. 17 Зняття параметрів вузлових точок

Номер точки	Параметри			
	t, °C	P, МПа	h(i), кДж/кг	V, м <sup>3</sup> /кг
1	0	0,25	397	0,08
1'	20	0,25	410	0,088
2	68	1,07	450	
3	42	1,07	260	
3'	33	1,07	247	
4	0	0,25	247	

### 3.9 Тепловий розрахунок і добір компресора

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_o = i_1 - i_4 \quad (3.28)$$

Масова витрата пару  $M_d$  кг/с визначається за формулою:

$$M_d = Q_o / q_o \quad (3.29)$$

де:

$Q_o$  - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Дійсна об'ємна подача,  $m^3/c$

$$V_d = m_d * v_1 \quad (3.30)$$

де:

$v_1$  - питомий обсяг усмоктуваного пару,  $m^3/kg$

Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega 1} \quad (3.31)$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} - c \left( \frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} \right) \quad (3.32)$$

$$\lambda_{\omega'} = T_o / T_k \quad (3.33)$$

Теоретична об'ємна подача,  $m^3/c$

$$V_T = V_d / \lambda \quad (3.34)$$

Питомна об'ємна подача холодопродуктивність  $q_v$  кВт, в робочих умовах визначається за формулою:

$$q_v = q_o / v_1 \quad (3.35)$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = m_d(i_2 - i_1) \quad (3.36)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії  $\eta_i$  кВт визначається за формулою:

$$\eta_i = \lambda_w / b * t_o \quad (3.37)$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (3.38)$$

Потужність тертя  $N_{тр}$ , кВт визначається за формулою:

$$N_{тр} = V_t * P_t \quad (3.39)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i / \eta_m \quad (3.40)$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{дв} = (1,1 - 1,12) N_e / \eta_{п} \quad (3.41)$$

Ефективна питома холодопродуктивність чи холодильний коефіцієнт  $E_e$  визначається за формулою:

$$E_e = Q_o / N_e \quad (3.42)$$

Тепловий потік в конденсаторі в теоретичному циклі  $Q_k$  кДж кг визначається за формулою:

$$\text{-теоретичний } Q_k = m_d(i_2 - i_3) \quad (3.43)$$

$$\text{-дійсний } Q_{ку,д} = Q_o + N_i \quad (3.44)$$

По  $V_T$  по каталогу підбираємо марку і кількість компресорів

Таблиця 3. Розрахунок КМ

$t_0$ , С	$Q_0$ , кВт	$q_0$ , кД/ кг	$m_d$ , кг/с	$V_d$ , м <sup>3</sup> /с	$\lambda_i$ ,	$\lambda_w$ ,	$\lambda$ ,	$V_T$ , м <sup>3</sup> /с	Тип ком- ру	$V_k$ , м <sup>3</sup> /с	Кіль- кіст, шт	$\Sigma$
0	23,1	115	0,25 6	0,011	0,85	0,84	0,72	0,015	СВ12 5	0,017	1	0

Продовження таблиці 3.

$q_v$ , Дж/м <sup>3</sup>	$N_a$ , кВт	$\eta_i$ ,	$N_i$ , кВт	$P_{тр}$ , кПа	$N_{тр}$ , кВт	$N_e$ , кВт	$N_{дв}$ , кВт	$E_0$ ,	$Q_{кд}^T$ , кВт	$Q_{кд}$ , кВт
2140	7,1	0,81	8,8	45	1,17	9,9	11,3	2,9	37,5	37,7

### 3.10 Тепловий розрахунок і добір конденсаторів

Площа поверхні конденсатора, м<sup>2</sup>

$$F = \frac{Q_k}{k \theta_m} \quad (3.45)$$

Де:

$Q_k$  - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$k$  - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м<sup>2</sup> К

$\theta_m$  - середня логарифмічна різниця температур між конденсуючимся хладоном і охолоджуючим середовищем, °С

$$F = \frac{37,5 * 10^3}{38 * 11} = 89,7 \text{ м}^2$$

Середня логарифмічна різниця температур:

$$\theta_m = 9 \div 11 \text{ °С} \quad (3.46)$$

Витрата охолоджуючої води, що надходить на КДз водяним Охолодженням:

$$V_B = \frac{Q_k}{C_B \cdot \rho_B \cdot (t_{B2} - t_{B1})} \quad (3.47)$$

Де:

$Q_k$  - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$C_B$  - питома теплоємність води,  $C_B = 4,19$  кДж/кг К

$\rho_B$  - густина води,  $\rho_B = 1000$  кг/м<sup>3</sup>

$t_{B2} - t_{B1}$  - підігрів води в КД, °С

$$V_B = \frac{37,5}{1,0005 * 4,19 * 6} = 4,8 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 17350 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

### 3.11 Розрахунок і добір камерного устаткування

Розрахунок і добір охолоджувальної секції кондиціонера:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} \quad (3.48)$$

Де:

$Q_{об}$  - сумарне навантаження на камерне устаткування визначена тепловим розрахунком, кВт

$k$  - коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження Вт/ м<sup>2</sup>К

$\Delta t$  - Різниця температур між киплячим ХА і повітрям у камері

Всі розрахунки зводимо в табл. 3.18

Таблиця 3.18 Розрахунок охолоджувальної секції

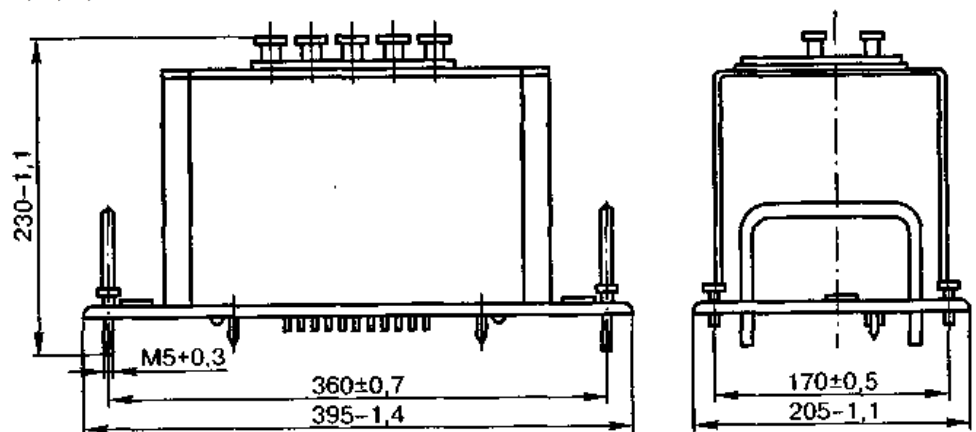
Камера №	$Q_0$ , кВт	$\Delta t$ , °С	$K$ , Вт/м <sup>2</sup> К	$F$ , м <sup>2</sup>	Марка повітроохолоджувача	Кількість	$F_d$ , м <sup>2</sup>	$V_{вип}$ , дм <sup>3</sup>	Нел.дв., кВт
1	17,8	12	14,5	109	Mitsubishi	1	110	0.09	3.0

Підбираємо кришний кондиціонер:



#### AIR-COOLED ROOFTOP PACKAGED AIR CONDITIONERS

МОДЕЛЬ : PRHG-8,10,15,20



### 3.12 Розрахунок повітряпроводів

Розрахувати систему повітроводів для камери зберігання сиров'ялених ковбас. Роздача повітря виробляється з допомогою 6 повітря розподілювачів типа ВП, розташованих по длінім сторонам камери. Загальна продуктивність установки по повітрю  $1,8 \text{ м}^3/\text{с}$ , температура припливного повітря  $10^\circ \text{ С}$ , опір кондиціонеру  $300 \text{ Па}$ .

Розрахунок виконуємо в наступній послідовності.

Намічаємо розміження кондиціонера і повітроводів в плані і розрізі кондиціонованого приміщення і складаємо розрахункову систему повітроводів.

Розбиваємо мережу повітроводів на ділянки з постійною витратою повітря і постійним діаметром повітряводів. Участки нумеруємо, починаючи з самого віддаленого по магістралі. При цьому в якості магістралі приймаємо повітряводи від самого віддаленого припливного отвору до вентилятору.

Визначаємо для кожного участку ділину і витрату повітря.

Задаваясь швидкістю повітря в межах  $5 \text{ м/с}$  на кінцевому участку і до  $8 \text{ м/с}$  – у вентилятора, визначаємо необхідну площу перерізу повітроводів і вибираємо його фактичний діаметр із нормалізованого ряду. Результати підбору діаметрів проставляємо на схемі.

Таблиця 3.8

№ Участка	Місцевий опір	$\Sigma \zeta$
1	1ВП, 1 від $90^\circ$ , 1 трійник прохідний	$1,4+1 \times 0,4+0,1=1,9$
2	1ВП, 1 трійник	$1,4+1 \times 1,0=2,4$
3	1 Трійник на проході	$1 \times 0,1=0,1$
4	1ВП, 1 трійник	$1,4+1 \times 1,0=2,4$
5	1 трійник на проході, 1 від $90^\circ$	$0,1+0,4=0,5$
6	Дано за умовою	300
7	1 трійник, 1 диф після вент.	$0,1+0,4=0,5$

По формулі  $w = G/F\rho$  визначаємо фактичну швидкість повітря на участках; результати розрахунків заносимо до таблиці.

По формулі розраховуємо втрати тиску на тертя в кожному ділянці; результати розрахунків заносимо до таблиці.

$$\Delta P = \frac{\lambda_{\text{тр}}}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2} l = Rl$$

Втрати тиску на тертя

По формулі знаходимо втрати тиску в місцевих опорах на кожному ділянці.

$$Z = \xi \cdot \frac{\rho w^2}{2}$$

По формулі визначаємо втрати тиску на ділянці.

$$\Delta P_i = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{м.е.}}$$

Сумуємо втрати тиску на всіх участках магістралі на заснуванні цього значення по формулі знаходимо потребує мий тиск для підбіру вентилятора.

$$P = (1,1 \sim 1,5) \sum (Rl + Z)$$

Точки підключення відгалужень 6 и 7 до магістралі служать точками розділу потоків, тому для забезпечення розрахункових витрат втрати тиску в магістралі від її кінця до точки приєднання відгалуження  $\Delta P_{\text{маг}}$  повинні бути рівні втратам тиску в відгалуженні  $\Delta P_{\text{от}}$  чи відрізнятись не більше ніж на 25%.

Підбираємо вентилятор. Розрахункові параметри для підбіру:

Таблиця 3.9

№ уч.	$L, \text{м}^3/\text{с}$	$d_{\text{тр}}, \text{мм}$	$d_{\text{д}}, \text{мм}$	$l, \text{м}$	$\omega_{\text{пр}}, \text{м/с}$	$\omega_{\text{д}}, \text{м/с}$	$\rho\omega^2/2, \text{Па}$	$Re \cdot 10^{-4}$	$\lambda_{\text{тр}}$	$\lambda_{\text{тр}}/d, \text{м}^{-1}$	$R, \text{Па/м}$	$Rl, \text{Па}$
1	0,3	35 6	355	5	3	3,03	5,92	7,88	0,04 0	0,113	0,67	3,3 5
2	0,3	35 6	355	2	3	3,03	5,92	7,88	0,04 0	0,20	0,67	1,3 6
3	0,9	48 0	500	6	4	4,5	13,0 6	16,5	0,03 7	0,073	0,95	5,7 2
4	0,3	35 6	355	2	3	3,03	5,92	7,88	0,04 0	0,113	,067	1,3 6
5	1,6	54 0	560	7	7	7,01	31,6	28,8	0,03 5	0,063	2,0	14, 0
6	2,2	63 2	630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	2,2	55 8	560	6	9	9,01	52,4	36,9	0,03 5	0,062	5,32	19, 6

Продовження таблиці 3.9

№ уч.	$Z, \text{Па}$	$Rl+Z, \text{Па}$	$\Sigma(Rl+Z), \text{Па}$
1	11,2	14,55	14,55
2	13,07	15,34	29,89
3	1,306	7,03	36,92
4	13,97	15,34	52,26
5	15,8	29,8	82,06
6	-	300	427,86
7	26,2	45,8	127,86

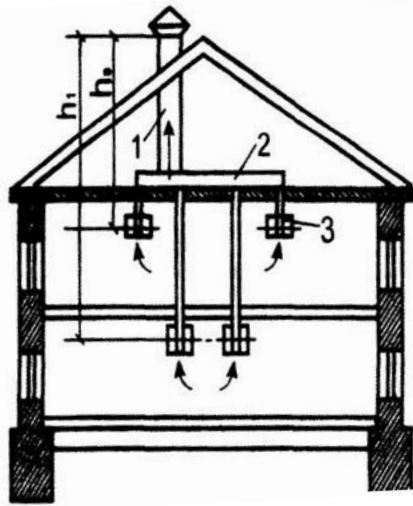
## 5. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 5.1. Технічна експлуатація систем вентиляції кондиціонування

Комфортні умови, що благотворно впливають на організм людей, створюються при температурі повітря 18-20 градусів, відносній вологості 40%-60% і швидкості руху повітря не більш 0,2 м/с. Зазначені умови підтримуються роботою систем опалення, вентиляції і кондиціонування повітря приміщень.

Вентиляцією називається забезпечення такого повітряного середовища у приміщенні, при якому створюються нормальні умови для перебування в них людей, і відповідає технологічним процесам, що протікають у цих приміщеннях. У каналній витяжній системі вентиляції без організованого припливу повітря (мал. 4.1) забруднене повітря видаляється з приміщень через канали, а надходить у приміщення через нещільності огорожуючих конструкцій, віконні фрамуги і кватирки. До каналної приточно-витяжної системи вентиляції зовнішнє повітря надходить через повітряноприймальну камеру, де калорифером прогрівається до необхідної температури і подається по каналах через приточні отвори в приміщення (мал. 4.2). Забруднене повітря віддаляється по витяжних вертикальних каналах у збірні канали і далі через шахту в атмосферу.

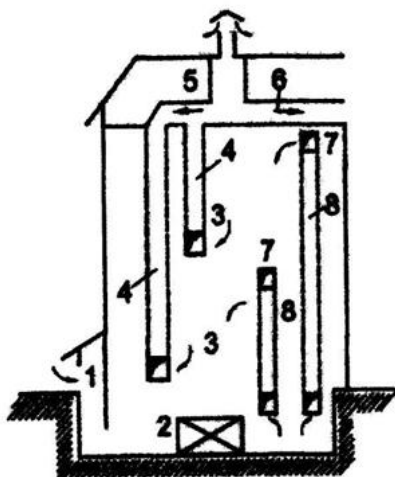
Часто приміщення вентилують через фрамуги, що відкриваються, у вікнах та кватирках, фрамуги у світлових ліхтарях використовують при цьому тепловий тиск, створюваний вітром (мал. 4.3). Такий спосіб вентиляції називається аерацією. Аерація широко застосовується для вентиляції приміщень з великим надлишком теплоти. Вентиляційні канали розташовують у товщі стін, улаштовують їх приставними, підвісними чи в борознах стін. Щоб уникнути конденсації водяних парів на внутрішній поверхні стіни не рекомендується улаштовувати вентиляційні канали в зовнішніх стінах будинків. Для регулювання кількості повітря, переміщуваного в каналах, у вентиляційні отвори в приміщеннях установлюють ґрати. Для видалення шкідливих виділень безпосередньо з місць утворення влаштовують так, щоб не створювати перешкод технологічним процесам, які протікають у приміщенні.



1. витяжна шахта
2. збірні вентиляційні коробки
3. жалюзійні ґрати

Мал. 4.1. Схема каналної витяжки системи вентиляції (стрілками показаний напрямок руху повітря, що видаляється)

$H, B$  — різниця висот між верхньою відміткою витяжної шахти і центром прийомних ґрат верхнього поверху  $H_1$  — те ж, для першого поверху.



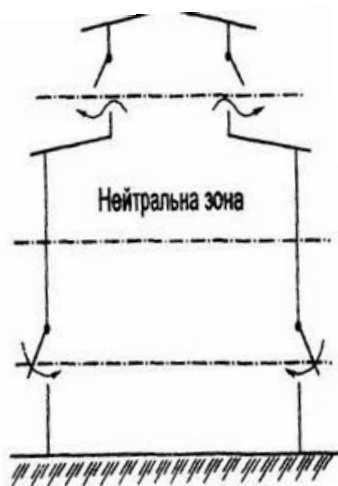
- 1 —забірний канал;
- 2 —камера для нагрівання повітря;
- 3,7 — жалюзійні ґрати;
- 5,6 — магістральні (збірні) канали;
- 8 — приточні канали

Мал. 4.2. Схема каналної приточно-витяжної вентиляції (стрілками вказаний рух повітря)

У приміщеннях з одночасним перебуванням великої кількості людей (у театрах, читальних залах) застосовують кондиціонування повітря, що автоматично створює в приміщеннях такі параметри повітряного середовища (температуру, вологість і рухливість повітря), сполучення яких відповідає комфортним умовам.

Для збільшення вентиляції, шляхів евакуації і видалення диму, будівлі обладнують системами автоматичного димовидалення з механічним способом спонукання тяги. Датчик, встановлений на найбільш відповідальних шляхах евакуації, реагуючи на зміни в навколишньому

середовищі — поява диму чи полум'я, підвищення температури, перетворить їхній вплив в електричні сигнали визначеної сили і тривалості, які передаються по проводах до відповідного реле автоматичного включення систем димовіддалення. Справна робота систем вентиляції досягається виконанням комплексу заходів щодо технічного обслуговування і ремонту їхніх елементів. При місцевому регулюванні систем вентиляції встановлюють жалюзійні ґрати з розрахунку нормативного повітрообміну, обсяг якого визначають шляхом виміру швидкості повітря, котре видаляється з отвору ґрат за допомогою анемометра.



Центральне регулювання полягає в тому, що під час сильних морозів природна тяга досягає найбільших величин, прикривають шабери чи дроселі-клапани в приточних і витяжних шахтах, досягаючи нормативного обсягу повітровіддалення. Як правило, регулюючі-кладочні роботи, а також планові ремонти виконують спеціалізовані служби по договорах із власниками будинків. Несправності, що з'явилися в процесі експлуатації, усувають аварійно-диспетчерські служби, а також обслуговуючий персонал експлуатаційної організації.

Мал. 4.3. Схема аерації приміщення (стрілками вказаний напрямок руху повітря)

### Вентиляція і кондиціонування повітря

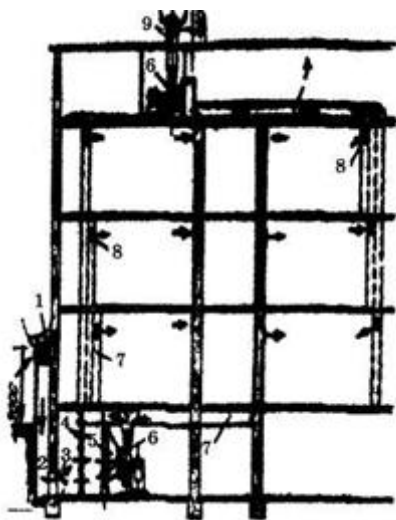
У житлових і суспільних приміщеннях призначенням вентиляції є боротьба з теплотою, вологою і вуглекислотою, що виділяються людьми. Для ряду приміщень установлені розміри повітрообміну:

- а) для кухонь із плитою в 2 конфорки — 60 м<sup>3</sup>/г;
- б) для кухонь у 4 конфорки — 90 м<sup>3</sup>/г;
- в) ванних і уборних — 25 м<sup>3</sup>/г;
- г) сполученого санвузла — 50 м<sup>3</sup>/г;
- д) житлових кімнат — 3 м<sup>3</sup>/г.

Системи вентиляції в залежності від створення прямуювання повітря бувають: а) із природним і б) із механічним спонуканням повітря.

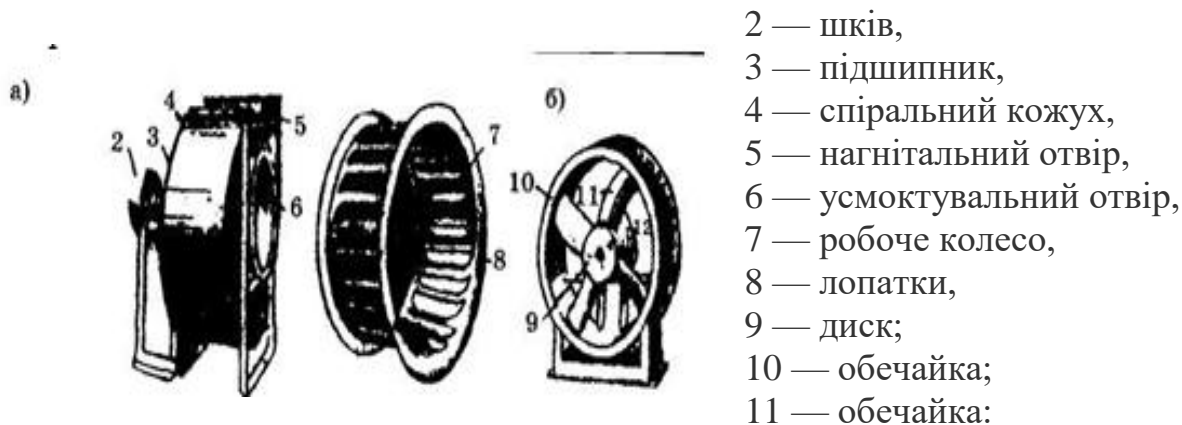
Система вентиляції з природним спонуканням працює за принципом чим нижче температура зовнішнього повітря і нижче дане помешкання, тим більше природний тиск під дією якого зовнішнє повітря витискує більш

легкий внутрішній. У житлових і побутових будинках для цього існують канали. Система з механічним спонуканням повітря діє тут. Вентилятори бувають відцентрові (а) осьові (б) Конструкції вентиляційних каналів показані на



- 1 — повітрозабірна шахета;
- 2 — прийомна шахта;
- 3 — клапан;
- 4 — фільтри;
- 5 — калорифери;
- 6 — вентилятор;
- 7 — магістральний воз-духовод;
- 8 — шахети;
- 9 — витяжна камера.

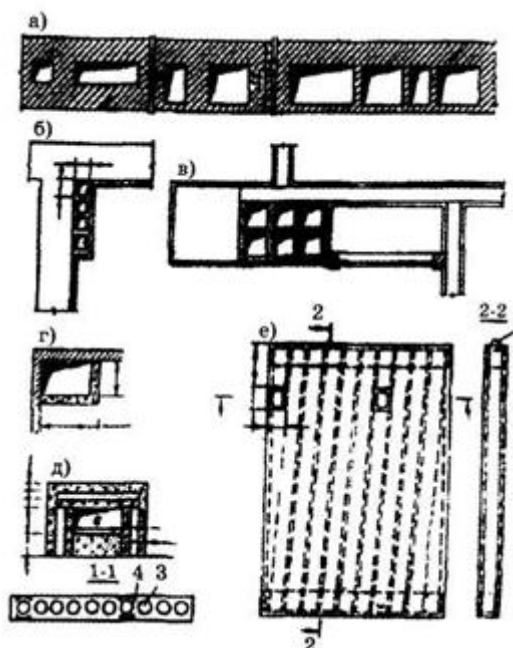
Мал. 4.5. Приточно-витяжна вентиляція громадського будинку  
1 — станина,



- 2 — шків,
- 3 — підшипник,
- 4 — спіральний кожух,
- 5 — нагнітальний отвір,
- 6 — усмоктувальний отвір,
- 7 — робоче колесо,
- 8 — лопатки,
- 9 — диск;
- 10 — обечайка;
- 11 — обечайка;

Мал. 4.6. Вентилятори 12 — електродвигун:

а — відцентровий; б — осьовий



- а — цегельних стінах;
- б — приставні;
- в — умонтованих шафах;
- г — підвишині горизонтальні канали з гипсошлакових плит;
- д — чердачні коробковентиляційні панелі;
- 1 — монтажна петля;
- 2 — стінка;
- 3 — канал;

Мал. 4.7. Конструкції вентиляційних каналів

4 — штахета.

#### Системи кондиціювання повітря (СКП)

Для забезпечення температури, відносної вологості й швидкості руху повітря призначеної системи кондиціювання повітря, задачами яких у виробничих приміщеннях є створення й автоматичне підтримування заданих параметрів повітряної середовища при метеорологічних умовах, що змінюються, й різноманітних тепло-й вологопоступах.

До складу СКП входять пристрої, що здійснюють необхідну обробку повітря (фільтрація, охолодження, підігрів, осушування, зволоження), транспортування його, роздачу в обслуговуванні приміщення, джерела тепло й холодозабезпечення, засоби автоматичного регулювання, контролю й управління, а також допоміжне устаткування. Основне устаткування для обробки й переміщення повітря, як правило, компонується в одному агрегаті-кондиціонері.

У залежності від розміщення кондиціонера стосовно приміщень, що обслуговуються, розрізняють центральні й місцеві ВКП.

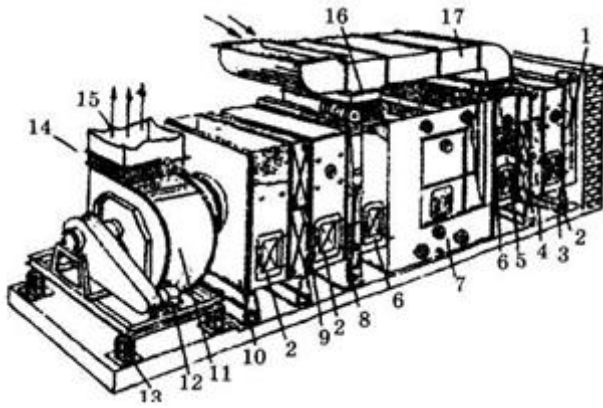
Центральні ВКП обладнуються, як правило, неавтоматичними, розміщеними поза приміщенням, що обслуговується. Центральні УКП улаштовуються для обслуговування великих приміщень: театрів, залів для зборів, великих цехів, виробничих чи підприємств декількох однорідних цехів й приміщень. У більшості випадків центральні ВКП обладнуються неавтоматичними кондиціонерами, які забезпечуються теплом й холодом від зовнішніх джерел (мал. 4.8).

Загальний вид центрального кондиціонера приведений на мал. 4.8. Він складається з уніфікованих теплових секцій, призначених для виконання наступних основних операцій по обробці повітря:

- охолодження й осушення в камерах чи зрошення поверхонь повітроохолоджувача;
- нагрівання в повітронагрівачах;
- зволоження в камерах зрошення;
- очищення від атмосферного пилу повітряними фільтрами;
- регулювання повітря повітряними клапанами;
- переміщення повітря вентиляторними агрегатами. Продуктивність таких кондиціонерів складає від 10 до 250 тис. м<sup>3</sup>/г.

Кондиціонери бувають автономні й неавтономні. Неавтономні кондиціонери забезпечуються ззовні електроенергією для живлення двигунів вентилятора й насосів, теплоносієм для підігріву повітря, що обробляється, й холодоносієм застосовують пару або гарячу воду, у якості холодоносія —

холодну воду або розсіл першої рециркуляції



- 1 — прийомний клапан;
- 2 — секція обслуговування;
- 3 — підставка;
- 4 — секція калориферів першого підігріву;
- 5 — прохідний клапан;
- 6 — змішувальна секція;
- 7 — камера зрошення;
- 8 — секція масляних фільтрів;
- 9 — секція калориферів другого підігріву;
- 10 — перехідна секція до вентилятора;
- 11 — вентиляторна установка;
- 12 — електродвигун;
- 13 — віброамортизатори;
- 14 — гнучка вставка;
- 15 — повітровід понтонного повітря;
- 16 — повітровід другої рециркуляції повітря;
- 17 — повітровід

Мал. 4.8. Загальний вигляд центральною кондиціонера із типових секцій

Автономні кондиціонери мають джерела тепла й холоду, за допомогою яких готується повітря необхідних параметрів. Ці кондиціонери обладнуються, як правило, електрокалориферами для підігріву повітря й холодильними машинами для його охолодження. Для автономних кондиціонерів потрібно підведення ззовні електроенергії для двигунів й калорифера, а також води для охолодження кондиціонерів холодильних машин.

## 5.2 Експлуатація холодильного обладнання СКП

Експлуатація холодильної установки містить у собі такі операції: пуск у роботу і вимикання, регулювання режиму роботи, технічне обслуговування і ремонт. У ході експлуатації необхідний аналіз роботи установки з метою своєчасного визначення й усунення неполадок.

Перед пуском компресора перевіряють причину його припинення по змінному часопису, наявність масла в картері не менше  $2/3$  висоти оглядового скла, наявність манометрів, клейма перевірки на них, справності термометрів, наявність пломб на захисних клапанах і вентилях нагнітальної магістралі, опломбованих у відкритому положенні, можливість повороту компресора вручну, надійність кріплення огорожень частин, що рухаються, наявність заземлення. Насоси охолодної води і холодоносія запускають із закритою засувкою на нагнітанні. Засувку повільно відчиняють при досягненні повного тиску насоса. У системі холодильного агента відкривають усі вентиля, за винятком регулюючих. На компресорі при наявності байпаса останній відкритий, всмоктуючий і нагнітаючий вентиля закриті. Пуск компресора провадиться у напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків мастила по манометрах на сальнику і картері. При наявності у компресора байпаса відкривають нагнітальний ventиль перевірявши різницю тисків масла, закривають байпасний ventиль і, спостерігаючи за манометром усмоктування, відкривають усмоктувальний гвинтиль компресора.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмокчують ХА із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160 С. Це роблять із метою зниження рівня ХА у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний ventиль компресора. Відсмокчують пар із картера компресора до тиску 0 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний ventиль і відкривають байпас. Після цього зупиняють насоси холодоагенту, води і холодоносія.

Оптимальним називається режим роботи, при якому вартість експлуатації мінімальна, забезпечена довговічність машин і апаратів і безпека роботи всієї холодильної установки.

Найбільше економічен режим роботи установки, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації - низька.

У теплообмінних апаратах і що прохолоджуються помешканнях для забезпечення нормального теплообміну між середовищами зберігається певна різниця температур або температурний напір. Температура кипіння визначається по двохшкальному мановакуумметру, установленому на випарнику. Підвищення температури кипіння на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності установки на 4-5% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3,5%. Температура конденсації визначається по температурній шкалі манометра, установленого на конденсаторі. Зниження температури конденсації на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності на 1-2% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3%. Температури усмоктування і нагнітання визначаються по скляних термометрах, установленим на відстані 200-300 мм від запірних вентилів компресора. Основні відхилення від оптимального режиму: знижена температура кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

Визначення впливів ХА із системи. При негерметичності системи виникає вплив ХА в повітря помешкання компресорного цеху або що прохолоджуються камер, а також воду або холодоносій. Визначення й усунення впливів входить в обов'язок чергової зміни.

Оптимальний режим роботи холодильної установки.

Оптимальним режим роботи холодильної установки називаються такий режим, при якому вартість експлуатації мініимально забезпечена довговічністю машин та апаратів та безпекою роботи всієї х/у.

Найбільш економічний режим роботи, при якому працює установка, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації низька.

### **5.3 Автоматизация холодильної установки СКП**

Для ефективної роботи х/у необхідно підтримувати в заданих межах чи змінювати значення одного чи водночас декількох параметрів.

Фізична величина, значення якої не повинно виходити за визначені межі називається регулюючою величиною.

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів, частково чи повністю виключаючи участь обслуговуючого персоналу в експлуатації х/у.

Розрізняють частково і повністю автоматизовані х/у. При частковій автоматизації, прилади автоматично управляють деякими операціями та проводять захист режимів роботи.

При частковій автоматизації х/у потрібен безперервний догляд за устаткуванням продовж її роботи, однак при цьому можливість скорочення чисельності обслуговуючого персоналу завдяки зменшенню працемісткості обслуговування.

Проектом передбачається часткова автоматизація х/у

Основні параметри потребує захисту.

Небезпечний режим роботи х/у частіше всього виникає при невиконанні нормальних умов експлуатації: зупинення подачі охолоджувальної води на КД, високі температури навколишнього середовища, втрата напруги, при різкому збільшенню теплопритоків в об'єкт та інше. Крім того, небезпечний режим роботи може бути визваний виходом з ладу окремих вузлів та деталей холодильних машин.

Прилади безпеки при появі небезпечних режимів зупиняють КМ, насоси та вмикають аварійну сигналізацію. Використовується, також профілактична зупинка, що зупиняє КМ при порушеннях в роботі, які у випадку продовження роботи можуть привести до небезпечного режиму роботи х/у.

Параметри які підлягають регулюванню.

Регулювання температури повітря в камерах виконується за допомогою температурного реле ТРЕ-106 «ТЕРМ» і працюючого разом з ним соленоїдного вентиля 200RB 4 Т 4 фірми «ALCO», соленоїдний вентиль є виконавцем механізмів позиційного режиму дій, призначеним зупиняти подачу холодильного агенту у випадку якщо температура повітря в камері знижується нижче потрібної та відкриває подачу холодильного агенту в випарну систему якщо температура в камері підвищується.

Для управління роботою соленоїдного вентиля датчик реле температури увімкнений в коло управління споживання катушки гвентиля. При досягненні потрібної температури в камері спрацьовує реле температури і розмикаються контакти, в коло обмотки соленоїдного вентиля подача напруги на катушку СВ перестає, магнітне поле зникає, шток опускається та закриває соленоїдний вентиль.

Схемою автоматизації передбачено захист КМ від слідкуючих небезпечних режимів роботи:

Зниження різниці тиску масла між тиском у картері КМ та на нагнітаючій стороні масляного насосу (менш 0,05 МПа) - реле різниці тиску FD 113 Z U фірми «ALCO» розмикає контакти магнітного пускача ел. двигуна КМ. При запуску КМ реле часу блокує на 2-3 секунди контакти реле контролю змащення, для необхідного набору оборотів масляного насосу.

При підвищенні температури нагнітання більш ніж 130°C - реле температури ТРЕ-106 «ТЕРМ» відключає КМ.

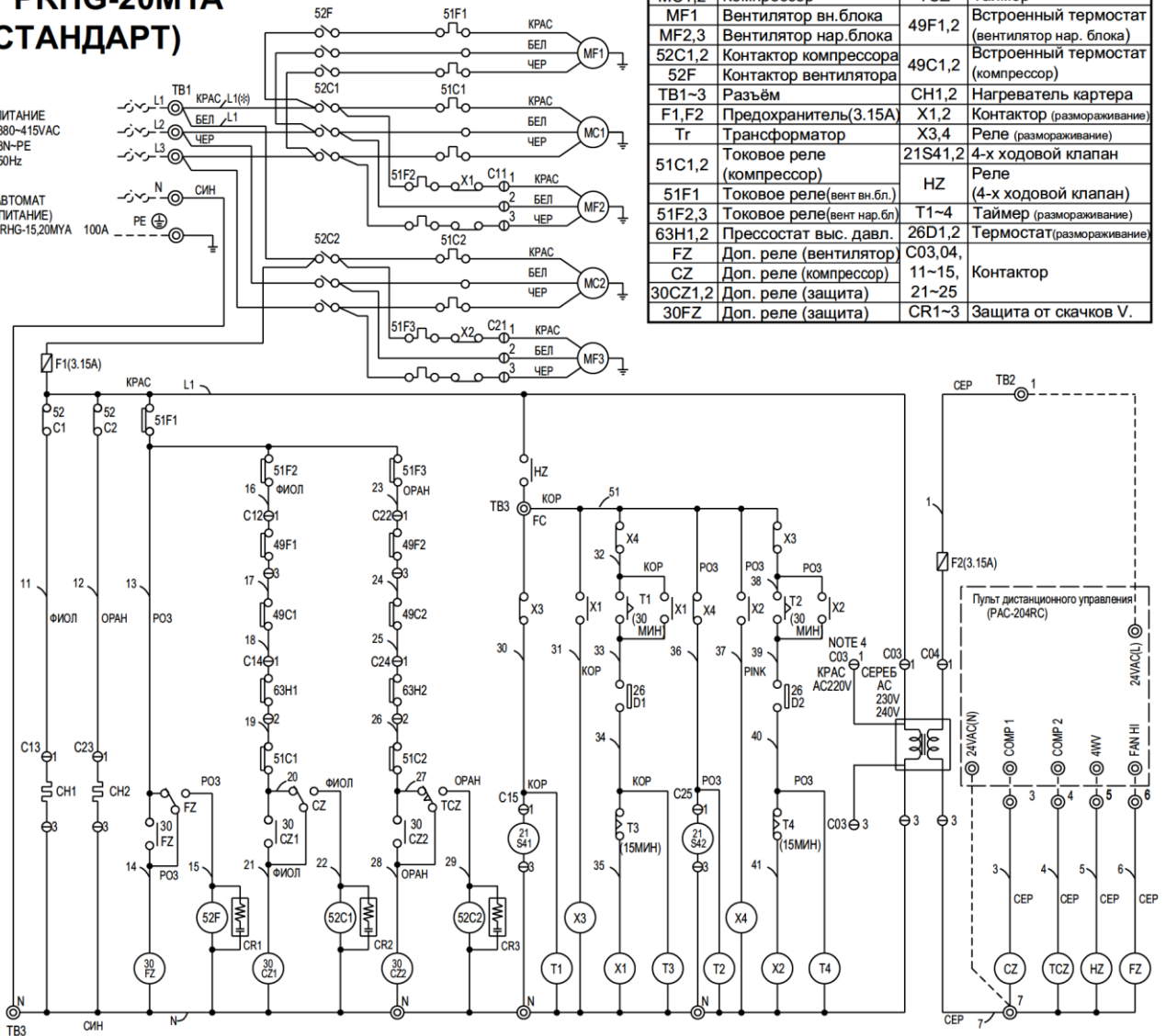
При підвищенні тиску нагнітання на ступені низького тиску більш ніж 14,5 МПа і пониженні тиску всмоктування менш ніж на 0,5 МПа, двоблочне реле тиску PS2-A7A фірми «ALCO» зупинить КМ.

При зупиненні КМ приборами автоматичного захисту виконується сигналізація, запаленням ліхтарика на пульті управління і вмикається звукова сигналізація. Увімкнення КМ-ра в роботу можливо тільки після з'ясування та виключення причин зупинки компресора.

# PRHG-15MYA PRHG-20MYA (СТАНДАРТ)

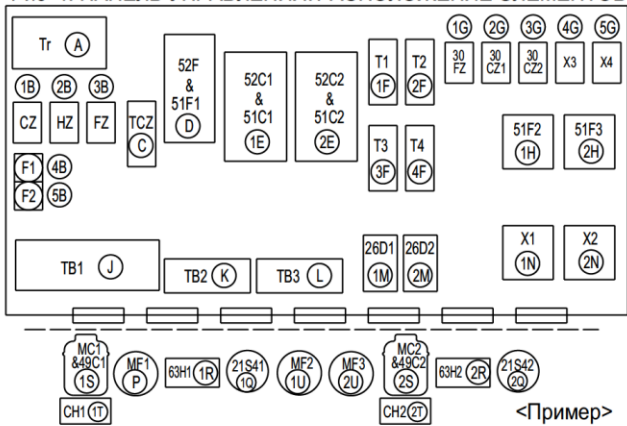
ПИТАНИЕ  
380-415VAC  
3N-PE  
50Hz

АВТОМАТ  
(ПИТАНИЕ)  
PRHG-15,20MYA 100A



Обозн	Наименование	Обозн	Наименование
MC1,2	Компрессор	TCZ	Таймер
MF1	Вентилятор вн. блока	49F1,2	Встроенный термостат (вентилятор нар. блока)
MF2,3	Вентилятор нар. блока	X1,2	Контактор (размораживание)
52C1,2	Контактор компрессора	49C1,2	Встроенный термостат (компрессор)
52F	Контактор вентилятора	CH1,2	Нагреватель картера
TB1-3	Разъём	F1, F2	Предохранитель (3.15A)
F1, F2	Предохранитель (3.15A)	Tr	Трансформатор
Tr	Трансформатор	X3,4	Реле (размораживание)
51C1,2	Токовое реле (компрессор)	21S41,2	4-х ходовой клапан
51F1	Токовое реле (вент вн. бл.)	HZ	Реле (4-х ходовой клапан)
51F2,3	Токовое реле (вент нар. бл.)	T1-4	Таймер (размораживание)
63H1,2	Прессостат выс. давл.	26D1,2	Термостат (размораживание)
FZ	Доп. реле (вентилятор)	C03,04,	Контактор
CZ	Доп. реле (компрессор)	11-15,	
30CZ1,2	Доп. реле (защита)	21-25	
30FZ	Доп. реле (защита)	CR1-3	Защита от скачков V.

Рис 1. ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ: РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ



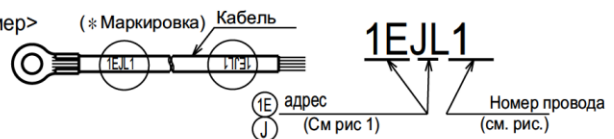
**ВНИМАНИЕ:**

- Для защиты вентиляторов и компрессора от повышенных токов, установлены реле <51C1,2>, <51F1-3>. Не меняйте заводские значения уставок тока на реле.
- Не меняйте заводские значения уставок таймера.
- Таймер <TCZ> установлен для предотвращения одновременного включения двух компрессоров.

**Подключение пульта ДУ.**

Обозн.	No.	Наименование	PAC-204RC контакт
TB2	1	Питание (фаза)	24VAC(L)
	3	Охлаждение / обогрев	COMP1
	4	4-х ходовой клапан в режиме обогрева.	4VV
	5	Вентилятор	FAN HI
	6	Питание (нейтраль)	24VAC(N)

- Прим: 1. Пунктирными линиями показаны внешние соединения.  
 2. Внешние элементы указаны в скобках.  
 3. Цвет кабеля заземления - жёлто/зелёный.  
 4. Если питание 380VAC, Замените "C03" разъём с серебряной полосой на разъём с красной.  
 5. Пример обозначения кабелей приведён ниже.  
 6. Возможно внесение изменений без уведомления.



## 5.4 Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища може здійснюватися створенням замкнених технологічних процесів без стоків і викидів або очищенням доступними методами викидів і стоків із наступним створенням навколо підприємств захисних зон.

Джерела забруднення атмосфери можуть бути природними і штучними. До природних джерел забруднення повітря відносяться постійне утримання в ньому деякої кількості пилу. Вона утворюється в результаті природних процесів.

Одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря є промислові викиди, відходи від експлуатації різноманітних видів транспорту і сжигання енергоносіїв. Заходи, спрямовані на попередження забруднення навколишнього середовища і зниження шкідливих домішок можна привести в трьох групи:

- поліпшення існуючих і впровадження нових технологічних процесів, щовиключають виділення шкідливих речовин у самому джерелі їхній утворення, поліпшення состава палива, апаратів, зменшення або усунення влучення шкідливих викидів в атмосферу за допомогою очисних споруд.
- запобігання забруднення атмосфери шляхом створення зелених зон навколо підприємств із шкідливими виробництвами.

Холодильні установки споживають щорічно 1320 млн. м<sup>3</sup> води і тільки 70% якої іде на оборотне водопостачання. Холодильні підприємства є енергоємним виробництвом при виробітку електроенергії необхідної для роботи холодильної установки порушується екологічна рівновага. Необхідно знижувати енергоємність холодильних підприємств за рахунок використання сучасних апаратів і техніки.

Зменшення забруднення навколишнього середовища холодильними установками досягається підтримкою герметичності систем хладоносіїв, використанням оборотного водопостачання, застосуванням конденсаторів

повітряного охолодження, скороченням витрат електроенергії на роботу холодильної установки.

## **6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ**

При розгляданні данного розділу звернено увагу на слідуєчі питання:

1. Законодавча та нормативна база охорони праці.
2. Загальні вимоги охорони праці та пожежної безпеки до холодильних установок.
3. Організація безпечної експлуатації на холодильних установках:
  - а) загальні відомості, законодавчі акти;
  - б) вимоги до обслуговуючого персоналу;
  - в) правила допуску до праці;
  - г) засоби індивідуального захисту.
4. Вимоги правил безпечної експлуатації при проектуванні холодильних установок:
  - а) розміщення обладнання в приміщеннях;
  - б) основні вимоги до приміщень;
  - в) освітлення, опалення, вентиляція.
5. Вимоги пожежної безпеки:
  - а) загальні вимоги приміщень;
  - б) засоби пожежегасіння;
  - в) забезпечення протипожежним інвентарем.

1. Законодавчі акти, що визначають основні принципи державної політики в галузі охорони праці, можуть бути загальними та спеціальними.

Основними загальними законодавчими актами з охорони праці є Конституція України; Кодекс законів про працю України (КЗпП), Закон України „Про охорону праці”, Закони України: „Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”, „Про

пожежну безпеку”, „Про використання ядерної енергії і радіаційного захисту”, „Про забезпечення санітарного і епідеміологічного благополуччя населення” та ін.

До спеціальних законодавчих актів відносяться міжгалузеві та галузеві акти з охорони праці. До них відносяться державні стандарти Системи стандартів безпеки праці, будівельні норми та правила, санітарні норми, Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, Норми радіаційної безпеки та інші нормативні документи.

Законодавство з охорони праці визначає основні принципи державної політики в галузі охорони праці, головна роль серед яких належить пріоритету життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності, принципів повної відповідальності власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці, повного відшкодування збитку особам, які постраждали від нещасних випадків на виробництві або профзахворювань.

Державний міжгалузевий нормативний акт про охорону праці — це ДНАОП загальнодержавного користування, дія якого поширюється на всі підприємства, установи, організації народного господарства України незалежно від їх відомчої (галузевої) належності та форм власності.

Державний галузевий нормативний акт про охорону праці — це ДНАОП, дія якого поширюється на підприємства, установи і організації незалежно від форм власності, що належать до певної галузі.

Нормативна база України з охорони праці узагальнена і систематизована у „Державному реєстрі міжгалузевих та галузевих актів про охорону праці”. Реєстр включає в себе понад 2000 нормативних актів, а також 350 міждержавних стандартів безпеки праці та близько 40 державних стандартів України (ДСТУ).

Відповідно до вимог ДНАОП власники підприємств, установ, організацій або уповноважені ними органи розробляють і затверджують

власні положення, інструкції або інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства, установи, організації. Нормативною підставою для цього є „Порядок опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві”, згідно якому до основних нормативних актів підприємства належать, наприклад:

- Положення про систему управління охороною праці на підприємстві;
- Положення про службу охорони праці підприємства;
- Положення про комісію з питань охорони праці підприємства;
- Положення про роботу уповноважених трудового колективу з питань охорони праці;
- Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці;
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою та ін.

Враховуючи специфіку виробництва та вимоги чинного законодавства, власник затверджує нормативно-правові акти, що регламентують питання охорони праці та охоплюють завдання і функції системи управління охороною праці.

2. Холодильні установки призначені для підтримання визначеної температури у холодильних камерах. У зв'язку з наявністю у холодильних установках холодоагентів – аміаку або хладонів, що знаходяться під значним тиском і мають небезпечні властивості, експлуатація їх вимагає суворого дотримання техніки безпеки і технічних умов. При розгерметизації холодильної установки в навколишнє середовище може виділитись одночасно велика маса холодоагенту і мастила, що являє собою реальну небезпеку для людей та навколишнього природного середовища.

Конструкція апаратів (посудин) кожної холодильної установки, їх експлуатація і технічне опосвідчення підприємством-власником

(обслуговуючою організацією) повинні відповідати вимогам Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

Адміністрація підприємства зобов'язана забезпечити холодильні установки необхідним штатом обслуговуючого персоналу або укласти договір зі спеціальною організацією на комплексне технічне обслуговування автоматизованих холодильних установок.

До обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодші 18 років, що пройшли медичне опосвідчення і мають свідоцтво про закінчення спеціального навчального закладу або курсів: з експлуатації холодильних установок – для машиністів, з автоматизації холодильних установок – для слюсарів, з експлуатації та автоматизації холодильних установок – для електромеханіків. Машиніст і електромеханік допускаються до самостійного обслуговування холодильних установок тільки після проходження стажування протягом 1 місяця і відповідної перевірки знань. Допуск їх до стажування і самостійної роботи здійснюється розпорядженням по підприємству.

Не рідше одного разу на рік комісія підприємства перевіряє знання обслуговуючим персоналом правил технічного обслуговування холодильної установки, техніки безпеки, інструкцій з експлуатації обладнання та охорони праці, а також наявність навичок надання долікарської допомоги у разі нещасних випадків. Результати такої перевірки реєструються у журналі та в посвідченнях обслуговуючого персоналу.

Персонал, що працює у виробничих приміщеннях, у яких встановлено технологічне обладнання з безпосереднім кипінням аміаку, повинен проходити інструктаж з охорони праці, пов'язаної із застосуванням аміачної системи безпосереднього охолодження.

На кожному підприємстві або у об'єднанні підприємств, де використовуються установки, наказом призначаються з числа інженерно-технічних працівників відповідальні особи за справний стан, правильну і

безпечну дію апаратів (посудин), трубопроводів і пристроїв холодильної установки і з нагляду за технічним станом і безпечною експлуатацією холодильної установки. Перевірка знань з питань охорони праці у керівників та інженерно-технічних працівників, пов'язаних з експлуатацією холодильних установок, здійснюється перед призначенням їх на посаду і періодично не рідше одного разу на три роки.

На кожному підприємстві для обслуговуючого персоналу повинні бути розроблені інструкції з експлуатації обладнання, що входить до складу холодильної установки, а також інструкції з охорони праці при експлуатації цього устаткування, апаратів і пристроїв. Апарати (посудини) холодильних установок підлягають технічному опосвідченню перед пуском у роботу, періодично у процесі експлуатації і, при необхідності, достроково. Технічне опосвідчення апарата (посудини) полягає у попередньому зовнішньому і внутрішньому (у доступних місцях) огляді його, а також випробуванні тиском на міцність і щільність. Випробування апаратів (посудин) може бути гідравлічним або пневматичним. Гідравлічне випробування апаратів хладонових установок здійснюється тиском мастила. Заборонено використовувати для цієї мети воду. Пневматичне випробування апаратів аміачних холодильних установок здійснюється тиском повітря, що створюється спеціальним компресором, а апаратів хладонових холодильних установок - тиском інертного газу (азоту, діоксиду вуглецю) або повітря з точкою роси не більше - 40°C.

У деяких випадках при технічному опосвідченні апарата перед пуском у роботу дозволяється не здійснювати випробування його надмірним тиском. Так, у холодильних агрегатах, що доставляються на місце монтажу повністю заповненими хладоном і маслом, апарати піддаються тільки зовнішньому огляду і перевірці на наявність у них холодоагенту. Випробовують їх на щільність разом із системою змонтованих трубопроводів. Якщо монтаж апарата здійснювався із застосуванням зварювання або паяння елементів,

працюючих під тиском, то випробування його перед пуском у роботу є обов'язковим.

У процесі експлуатації холодильних установок здійснюються періодичний огляд апаратів (посудин) у робочому стані згідно з інструкцією щодо експлуатації, а також їх технічне опосвідчення. При технічному опосвідченні апаратів їх піддають зовнішньому та (у доступних місцях) внутрішньому огляду не рідше одного разу на 2 роки і випробуванню надмірним тиском не рідше одного разу на 8 років. У аміачних холодильних установках апарати, не доступні для внутрішнього огляду, піддаються пневматичним випробуванням на міцність і щільність не рідше одного разу на 2 роки.

Дострокове технічне опосвідчення апаратів (посудин) холодильних установок проводиться після реконструкції та ремонту із застосуванням зварювання і паяння частин, працюючих під тиском, а також у випадках, коли вони не працювали у незаконсервованому вигляді більше одного року, або демонтажу і установки на новому місці.

Результати технічного опосвідчення апарата (посудини), дозвіл на пуск його у роботу з вказівкою строку наступного огляду і випробування записуються у книгу обліку і опосвідчення посудин, а також у паспорт апарата особою, яка проводила дане технічне опосвідчення.

Трубопроводи і теплообмінна апаратура з труб піддаються випробуванням на міцність і щільність.

Інженерно-технічний працівник, відповідальний за справний стан, правильну і безпечну дію апаратів (посудин), трубопроводів і пристроїв холодної установки, зобов'язаний забезпечувати справний стан апаратів (посудин), підготовку їх до технічного опосвідчення, а також обслуговування навченим і атестованим персоналом.

Інженерно-технічний працівник, що здійснює нагляд за технічним станом і безпечною експлуатацією холодної установки, зобов'язаний

оглядати посудини у робочому стані і перевіряти дотримання встановлених режимів при експлуатації, а також проводити їх технічне опосвідчення.

Персонал, що обслуговує холодильну установку, повинен суворо виконувати вимоги інструкцій з режиму роботи і безпечного обслуговування апаратів.

Під час роботи холодильної установки контролюють її герметичність, стан запобіжних клапанів, показання контрольно-вимірювальних приладів. При експлуатації холодильних установок необхідно оформляти такі документи: журнал машинного відділення; журнал перевірок запобіжних клапанів і контрольно-вимірювальних приладів; журнал обліку ремонту і обслуговування устаткування; журнал технічного опосвідчення апаратів, працюючих під тиском.

Адміністрація підприємства зобов'язана тримати холодильні установки згідно з діючими правилами і забезпечувати безпеку їх обслуговування. Роботи з технічного обслуговування холодильних установок, регулювання та усунення несправностей повинні здійснюватись з дотриманням вимог вказаних правил, вказівок з експлуатації холодильного устаткування, розроблених заводом-виготовлювачем, а також Правил безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.

Технічне обслуговування і ремонт аміачних холодильних установок і неагрегованих хладонових установок здійснюється штатним обслуговуючим персоналом, а агрегованих холодильних установок заводських поставок, працюючих у автоматичному режимі, - обслуговуючим персоналом спеціалізованої організації.

3. Проекти холодильних установок повинні розроблятися з урахуванням забезпечення раціональних технічних рішень, умов для безпечної експлуатації холодильного обладнання та повинні задовольняти положенням діючих СНиП.

Холодильне обладнання та трубопроводи повинні розташовуватися в такому машинному відділенні, в якому можна провести їх монтаж із забезпеченням висоти для проходу не менше 2,2 м - від відмітки підлоги до виступаючих частин обладнання (трубопроводів, арматури та ін.).

Забороняється розташовувати водному приміщенні з холодильною установкою пристрою з відкритим полум'ям або з температурою поверхонь більш 300ОС, а також вибухонебезпечне обладнання.

Забороняється розташовувати холодильні установки на сходових майданчиках, під сходами, в коридорах.

Двері машинних відділень, а також охолоджуваних приміщень (холодильних камер) повинні відкриватися в бік виходу.

При наявності пучинистого ґрунту під холодильними камерами з мінусовими температурами повинні бути передбачені заходи щодо обігріву ґрунту або інша захист його від промерзання.

Ширина проходів в машинному відділень повинна бути:

головний прохід і прохід від електрощита до виступаючих частин машини (в там числі до огорож і фундаменту колон) - не менше 1,5 м;

між виступаючими частинами машин - не менше 1 м;

між гладкою стіною і машиною - не менше 0,8 м.

Допускається встановлювати холодильне обладнання стороною, яка не потребує обслуговування, біля стін без наявності проходів.

При цілодобовому і некруглосуточному обслуговуванні холодильних установок в машинних відділеннях повинні бути передбачені допоміжні приміщення відповідно ДБН

Для обслуговування компресорів, конденсаторів та іншого обладнання, розташованого на рівні вище 1,8 м від статі, повинна бути влаштована металева площадка з огороженням і сходами.

Розміщення холодильного обладнання повинно забезпечувати зручність і безпеку обслуговування. Одиначна, рідко використовувана

арматура, розташована на висоті не більше 3 м, може обслуговуватися з переносних драбин.

Майданчики, переходи і сходи, що влаштовуються в машинному відділенні, повинні бути огорожені поручнями висотою не менше 1 м, забезпеченими знизу суцільною металевою зашиттям висотою не менше 15 см.

Поглиблення (канали, приямки) в приміщеннях, де встановлено холодильне обладнання, повинні закриватися врівень з підлогою спеціальними плитами або металевими рифленими листами або ж мати огорожу. Підлоги повинні бути рівними, з вогнетривкого матеріалу, що не піддаються швидкого зношування, маслоустойчивими і нескользкими.

Сходи та сходові площадки повинні бути виготовлені з рифленої листової або круглої сталі. Ширина сходів повинна бути не менше 60 см, відстань між ступенями по висоті - 20 см, ширина сходинок - не менше 12 см.

Всі рухомі частини машини, а також машини, апарати і трубопроводи в місцях, де вони можуть піддаватися ударам, повинні бути огорожені.

Фундаменти під компресори (агрегати) повинні бути відокремлені від фундаментів стін або колон будівлі машинного відділення. При установці агрегатів на перекриттях необхідно передбачати заходи, що знижують можливість передачі вібрації на будівельні конструкції відповідно до чинних нормативних документів.

У схемі трубопроводів повинна бути передбачена можливість відсмоктування хладону з будь-яких апаратів, посудин, повітроохолоджувачів і батарей.

Щоб уникнути пошкодження вантажами або підйомно-транспортними засобами труб з хладоном, їх прокладка в холодильних камерах повинна бути передбачена уздовж стін, перегородок і проходів без перетину вантажного обсягу камер.

Технологічні трубопроводи, що проходять через приміщення машинного відділення і не пов'язані з роботою холодильної установки, не повинні мати в межах цього приміщення роз'ємних з'єднань (фланців, запірної арматури і т. Д.).

Кількість хладону в холодильних установках, розміщених в машинних відділеннях, не обмежується.

При розміщенні фреонових установок в інших приміщеннях зміст хладону в повітрі приміщення (при повній його витокі з системи) не повинно бути більше 10% обсягу приміщення.

Фреонові повітроохолоджувачі комфортного кондиціонування повітря, розташовані після калорифера, а також перед калорифером на відстані 0,5 м, повинні бути обладнані запобіжними клапанами з отводящими трубами.

Не допускається розміщення фреонових трубопроводів і арматури в шахтах підйомників.

Трубопроводи неагрегатированих фреонових установок повинні мати наступну розпізнавальну забарвлення;

усмоктувальні - синю;

нагнітальні - червону;

рідинні - сріблясту;

ропні - сіру;

водяні - зелену.

Напрямок руху хладону, розсолу і води вказується стрілками, нанесеними чорною фарбою.

При використанні сучасних оздоблювальних матеріалів (фольгоізол, склоізол і ін.) Допускається не виконувати фарбування зовнішніх поверхонь трубопроводів, а наносити стрілками напрямки руху середовища.

Рівень освітленості в приміщеннях, де встановлено холодильне обладнання, повинен відповідати вимогам СНиП-4-79 "Природне і штучне освітлення" і "Санітарних норм проектування промислових підприємств" (СН 245-71),

При постійному обслуговуванні холодильної установки персоналом наявність природного освітлення в машинному відділенні обов'язково.

В машинних відділеннях повинно бути передбачено робоче та аварійне (від незалежного джерела) освітлення.

Аварійне освітлення повинно автоматично включатися при відключенні основного джерела освітлення. Для освітлення під час огляду, ремонту, чищення тощо повинні застосовуватися переносні ручні світильники зі ступенем захисту IP 54 із запобіжною сіткою напругою не більше 42 В.

Для приміщень з періодично обслуговуються автоматизованими фреоновими установками аварійне освітлення не обов'язково.

Машинне відділення повинно бути забезпечено опаленням і вентиляцією відповідно до вимог ДБН-2013. Температура в машинних і апаратних відділеннях повинна бути не нижче 16°C при непрацюючому обладнанні.

Отделеніях повинні бути примусовими з кратністю повітрообміну: припливна - не менше 3, витяжна (аварійна) - не менше 4 на годину. При цьому стан повітряного середовища має відповідати вимогам Видалення повітря повинно здійснюватися поблизу холодильних агрегатів в нижній зоні приміщення згідно ДБН \*, при цьому 2/3 загального обсягу повітря видаляти з нижньої частини зони 1/3 - з верхньої зони. При розташуванні фреонових установок у спільних з іншим обладнанням приміщеннях кратність повітрообміну систем вентиляції в них повинна вибиратися виходячи з максимально необхідної потреби.

Для холодильних машин з повітряним конденсаторів (при установці його в приміщенні) повинен бути забезпечений обдув конденсатора зовнішнім повітрям в кількості, що забезпечує робочий режим машини.

Забороняється об'єднувати між собою фреонові трубопровода агрегатів і в них холодильних установок заводської поставки (завинятком трубопроводів, що з'єднують машини з дренажним ресивером, і аварійного викиду хладону).

## Вимоги пожежної безпеки щодо утримання території

До всіх будівель і споруд слід забезпечити вільний доступ. Проти пожежні розривимі між будинками, спорудами,

відкритимимайданчикамидля зберігання матеріалів,

устаткування тощо повинні відповідати вимогам будівельних норм.

Забороняється захищувати їх, використовувати для складування матеріалів, улаштування стоянок транспорту. Сміття та відходи необхідно регулярно вивозити у спеціально відведені для цього місця.

Проїзди та проходи до будівель, споруд, пожежних вододжерел, підступи до зовнішніх стаціонарних пожежних драбин, пожежного інвентарю, обладнання та засобів пожежегасіння повинні бути завжди вільними, утримуватися справними й перебувати в задовільному стані будь-якої пори року.. Забороняється зменшувати нормативну ширину проїздів.

На території на видних місцях повинні бути розміщені таблички із зазначенням на них порядку виклику пожежної охорони, знаки із зазначенням місць установа первинних засобів пожежегасіння.

Вимоги пожежної безпеки щодо утримання будинків, будівель, споруд та приміщень.

Для всіх будинків, будівель, споруд тощо та приміщень виробничого, складського призначення й лабораторій необхідно визначати категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки за «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (ПБЕ)».

На входних дверях у зазначених приміщеннях слід розміщати таблички із зазначенням категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки та класу зони.

Усі будинки, будівлі, споруди та приміщення повинні своєчасно очищатися від горючого сміття, відходів виробництва й постійно утримуватись у чистоті.

Меблі й обладнання слід розміщати так, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до виходу з приміщення. Навпроти дверного прорізу

необхідно залишати прохід, який повинен дорівнювати ширині дверей, але не менше 1,0 м.

За наявності в приміщенні лише одного евакуаційного виходу дозволяється перебувати в ньому не більше 50 осіб.

Евакуаційні шляхи (проходи, коридори, вестибюлі, сходові марші тощо) й виходи слід постійно утримувати вільними, нічим не захаращувати.

Забороняється:

- влаштовувати кладові чи інші допоміжні приміщення під сходовими маршами;
- знімати з дверей пристрої для самозачинення, фіксувати такі двері у відчиненому положенні;
- зберігати, в тому числі тимчасово, інвентар та різні матеріали у тамбурах виходів, у шафах (нішах) для інженерних комунікацій;
- замикати на замки та зачиняти на інші запори, що погано відчиняються з середини, зовнішні евакуаційні двері під час перебування в будинку людей.

За необхідності встановлення на вікнах приміщень, де перебувають люди, ґрат, останні повинні розкриватися, розсуватися або зніматися. Під час перебування в цих приміщеннях людей ґрати повинні бути розкриті (розсунуті, зняті).

Установлювати глухі (незнімні) ґрати дозволяється в касах, складах та інших приміщеннях, де це передбачено нормами й правилами, затвердженими в установленому порядку.

Заряджання та перезаряджання вогнегасників повинно виконуватися відповідно до інструкції з їх експлуатації. Перезаряджанню підлягають також вогнегасники із зірваними пломбами.

Усі працівники зобов'язані вміти користуватися вогнегасниками та внутрішніми пожежними кранами.

Горище, венткамери, електрощитові та інші технічні приміщення не повинні використовуватися не за призначенням (для зберігання меблів, устаткування,

інших сторонніх предметів).

Двері горищ, підвальних приміщень, технічних поверхів, венткамер, електрощитових слід утримувати замкненими. На дверях цих приміщень повинно бути вказане місце зберігання ключів.

Стан вогнезахисної обробки слід перевіряти не рідше одного разу на рік зі складанням акта перевірки.

У разі перепланування приміщень, зміни їх функціонального призначення слід дотримуватися протипожежних вимог чинних нормативних документів будівельного та технологічного проектування.

Зберігання різних речовин і матеріалів у складських приміщеннях повинно здійснюватися з урахуванням їхніх пожежонебезпечних фізико-хімічних властивостей і сумісності. Спільне зберігання легкозаймистих і горючих рідин з іншими матеріалами (речовинами), зберігання кислот у місцях, де можливе їх стикання з речовинами органічного походження, не дозволяється.

У складських приміщеннях матеріали необхідно зберігати на стелажах або укладати в штабелі, залишаючи між ними проходи завширшки не менше 1,0 м. Відстань між стінами та штабелями повинна становити не менше 0,8 м.

Зберігання матеріалів навалом та впритул до приладів і труб опалення не дозволяється.

У підвальних приміщеннях не дозволяється зберігати й застосовувати легкозаймисті й горючі рідини (далі - ЛЗР і ГР), балони з газами, карбід кальцію, інші речовини й матеріали, що мають підвищену вибухопожежонебезпеку.

Приміщення, де використовуються персональні комп'ютери, слід оснащувати переносними вуглекислотними або порошковими вогнегасниками місткістю 3,0 л. із розрахунку: один вогнегасник на кожні 20м<sup>2</sup> площі підлоги захищеного приміщення. Персональні комп'ютери після закінчення роботи на них повинні відключатися від електромереж.

Спецодяг працюючих із лаками, фарбами та іншими ЛЗР і ГР слід своєчасно

прати й ремонтувати, зберігати у розвішеному вигляді в металевих шафах, установлених у спеціально відведених приміщеннях.

Заходи пожежної безпеки під час застосування відкрито-го вогню

Розводити багаття, застосовувати відкритий вогонь на території та в приміщеннях забороняється.

Електрозварювальні та інші роботи, пов'язані із застосуванням відкритого вогню, допускаються тільки з письмового дозволу керівника (власника) або особи, яка виконує його обов'язки.

Дозвіл на проведення вогневих робіт належить оформляти напередодні проведення цих робіт. До проведення вогневих робіт допускаються тільки кваліфіковані працівники, які мають при собі посвідчення газоелектрозварника та посвідчення про проходження пожежно-технічного мінімуму. Виконувати вогневі роботи дозволяється тільки після вжиття заходів щодо забезпечення пожежної безпеки при справному газо електрозварювальному обладнанні. Вогневі роботи повинні негайно припинятися на вимогу відповідального за їх безпечне проведення та органів державного пожежного нагляду.

Правила утримування технічних засобів протипожежного захисту

Будівлі й приміщення повинні оснащуватись установками пожежної сигналізації (УПС) та автоматичними установками пожежогасіння (АУП) відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Усі установки повинні бути справними, утримуватися в робочому стані та мати сертифікати відповідності.

Для утримування в робочому стані УПС та АУП слід виконувати такі заходи:

- технічне обслуговування для збереження показників безвідмовної роботи на весь термін служби;
- матеріально-технічне (ресурсне) забезпечення для безвідмовної роботи в усіх режимах експлуатації, підтримання і своєчасне відновлення робочого стану;

- опрацювання необхідної експлуатаційної документації для обслуговуючого та чергового персоналу. Організації, які здійснюють технічне обслуговування, монтаж і налагодження установок, зобов'язані мати ліцензію на право виконання цих робіт.

Будинки й приміщення повинні бути обладнані системами протидимного захисту, технічними засобами оповіщення про пожежу та засобами зв'язку відповідно до вимог будівельних норм. Мережі протипожежного водопроводу повинні забезпечувати нормативні витрати й напір води.

Утримування інженерного обладнання

Силове й освітлювальне електроустаткування, електропроводка та інші споживачі електроенергії повинні виконуватися та експлуатуватися відповідно до ПУЕ, ПБЕ та Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ).

Електропроводка, розподільні пристрої, апаратура, електрообладнання, вимірювальні прилади, а також запобіжні пристрої різного типу, рубильники та інші пускові апарати й пристрої слід монтувати на негорючих основах (текстоліт, гетинакс та інші матеріали).

Для загального відключення силових і освітлювальних мереж складських приміщень, архівів та інших подібних приміщень необхідно встановлювати пристрої відключення ззовні вказаних приміщень на негорючих стінах.

Розподільні електрощити, електродвигуни та пускорегулювальні апарати необхідно періодично оглядати та очищати від пилу. Приєднання нових споживачів електричної енергії (електродвигунів та іншого електрообладнання) повинно проводитися з відома відповідального за експлуатацію електрогосподарства. Зіпсовані електроапарати та прилади, які можуть спричинити коротке замикання, слід терміново ремонтувати або замінити на інші.

Плавкі вставки запобіжників повинні бути калібровані із зазначенням номінального струму вставки (клеймо заводу-виробника або електричної

лабораторії). Використання саморобних некаліброваних плавких вставок забороняється.

Електроустаткування й електроапаратуру ущільненого та захисного виконання необхідно систематично перевіряти на герметичність, при цьому особливу увагу слід звертати на стан ущільнювальних прокладок.

Настільні лампи, вентилятори, холодильники та інші електроприлади слід умикати в мережу тільки через справні штепсельні розетки й електрошнури.

Експлуатація тимчасових електромереж забороняється.

Заміри опору ізоляції в силових та освітлювальних мережах необхідно проводити не рідше одного разу на два роки.

Забороняється встановлення електропобутових приладів (телевізорів, холодильників тощо) в нішах меблів.

Під час вечірньої перевірки службових приміщень і робочих кабінетів черговий електрик зобов'язаний знеструмити електрообладнання, електроапаратуру та інші електричні прилади, перебування яких у нічний час під напругою не обов'язкове.

Обігрівання приміщень повинно здійснюватися тільки центральним водяним опаленням.

Приміщення вентиляційних установок слід завжди утримувати в чистоті. У разі виникнення пожежі потрібно негайно вимкнути (відключити) вентиляційну систему (за відсутності її аварійного відключення).

Вентиляційні камери, шахти та повітроводи необхідно очищати від горючих предметів і пилу не рідше ніж 2 рази на рік та після капітального ремонту.

Зберігання горючих матеріалів у вентиляційних камерах та використання камер для інших потреб забороняється.

Під час експлуатації побутових кондиціонерів забороняється:

- використовувати як опорні конструкції горючі елементи рам (у разі встановлення кондиціонера у віконному прорізі);
- кустарно (самотужки) переобладнувати кондиціонери;

- замінити триполюсні штепсельні роз'єднувачі на двополюсні;
- встановлювати кондиціонери у внутрішніх протипожежних перегородках та стінах.

Відпрацьовані ЛЗР і ГР, стоки речовин, які під час взаємодії з водою виділяють вибухопожежонебезпечні гази (карбід кальцію та інші), зливати до каналізаційної мережі забороняється.

Порядок огляду, приведення до пожежобезпечного стану і закриття приміщень, корпусів, будівель тощо після закінчення роботи

Після закінчення роботи працівники повинні впорядкувати робочі місця, зачинити вікна й вимкнути електроживлення приладів та обладнання, якими вони користувалися (настільні лампи, друкарські та лічильні машинки, вентилятори, побутові кондиціонери, комп'ютери, радіоприймачі й т. ін).

Відповідальний за пожежну безпеку після закінчення роботи зобов'язаний оглянути приміщення, пересвідчитись у тому, що нема порушень, які можуть призвести до пожежі, перевірити відключення електроприладів, обладнання, освітлення.

### **Індивідуальне завдання: Вимоги до первинних засобів пожежогасіння на підприємстві**

При

перших ознаках пожежі правильне використання первинних засобів пожежогасіння може допомогти уникнути розповсюдження полум'я та запобігти великому лиху. Тому особи, відповідальні за пожежну безпеку підприємства, об'єкта чи організації, повинні подбати про те, щоб персонал знав та вмів користуватись первинними засобами пожежогасіння.

#### **До первинних засобів пожежогасіння належать:**

- вогнегасники,
- покривала (кошми) з негорючої теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті,
- ящики з піском,
- бочки з водою,

- пожежні відра,
- багри,
- ломи,
- сокири.

**З усіх видів первинних засобів пожежогасіння вогнегасники є найпоширенішими та найефективнішими.** Завдяки таким особливостям, як ефективність і простота застосування, можливість швидкого приведення в дію та подавання вогнегасної речовини в осередок пожежі, а також відносно невеликій вартості, вогнегасники відіграють важливу роль у протипожежному захисті об'єктів (зменшенні кількості пожеж і збитків від них).

**Ефективність застосування вогнегасників суттєво залежить від знань та вміння працівників і населення правильно застосовувати вогнегасники різних типів, а також від суворого дотримання особами, відповідальними за пожежну безпеку об'єктів та експлуатацію вогнегасників, вимог нормативних документів до оснащення об'єктів вогнегасниками й правил їх експлуатації, включно зі своєчасним технічним обслуговуванням (ТО).**

Міжнародні стандарти (ISO) та європейські норми (EN) містять ідентичні вимоги до виробництва та експлуатації вогнегасників.

**Принцип дівогасників** полягає в створенні надлишкового тиску в корпусі (за винятком закачних) і викиданні підйогодією воггасної речовини в осередок пожежі. Цей принцип втілюється в різних моделях воггасників, кожна з яких має свої особливості.



## 7 ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ

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

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

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

– **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 показника (О<sub>НТЕ</sub>), який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad , \quad (10.1)$$

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

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

Значення показника  $K_{НТЕ}^{\Phi}$  визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 10.2).

Таблиця 10.1

Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,35
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
		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  $K_{НТЕ}^{\Phi}$  на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

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

– формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;

– здійснюють відповідні розрахунки для співставлення показників і визначення балів по табл. 10.1.

До числа специфічних показників відносять:

– для **нової техніки**: продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;

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

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

З метою спрощення визначення  $K_{НТЕ}^{\Phi}$  у табл. 10.2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

Таблиця 10.2

Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

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

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

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (10.3)$$

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. 10.3).

Таблиця 10.3

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	9	8	9	8,66	3,03 (8,66 x 0,35)
2	Перспективність	7	7	6	6,66	2,33 (6,66 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						7,029

$$\text{НТЕ} = 8,66 \cdot 0,35 + 6,66 \cdot 0,35 + 4,67 \cdot 0,2 + 7,33 \cdot 0,1 = 2,91 + 2,21 + 0,93 + 0,73 = 7,029$$

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

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

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

На основі даних табл. 10.3 можна дійти до висновку, що  $K_{\text{НТЕ}}$  відповідає 70,29 %, тобто:

$$\frac{7,029}{10} \cdot 100\% = 70,29 \% .$$

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

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

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



## ВИСНОВКИ

Попередньо наведені розрахунки дозволили підібрати систему яка буде найбільш оптимальним рішенням для данного проекту .

Данна система має низку переваг , які були зазначені вище , а також дозволяє підтримувати оптимальні параметри повітря , згідно з попередніми розрахунками .

Дослідження вказує на значний потенціал повітророзподлу у створенні безпечного мікроклімату. Рекомендації щодо Впровадження: На основі проведених досліджень рекомендується впровадження повітророзподілення без застоюних зон та підвищення фільтрації повітря для поліпшення умов праці людей, особливо в ситуаціях обмеженого доступу до свіжого повітря.

Проведено проектування системи вентиляції та кондиціонування з врахуванням річного енергоспоживання . Було встановлено, що генерація ЦСКП у порівнянні з режимом роботи систем вентиляції та кондиціонування відбувається синхронно, що призводить до зменшення експлуатаційних витрат та пікового навантаження корпусу.

Тому запропонована інтегрована система енергозабезпечення із застосуванням вентиляційних систем дозволить підвищити надійність системи електропостачання та ефективність її роботи в 1.4 рази

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державні будівельні норми України: Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення: ДБН В.2.2.-9-99. Вид. офіц. – К.: Держбуд України, 1999. – 94 с.
2. Державні будівельні норми України: Будинки і споруди цивільної оборони: ДБН В.2.2.-5-97. – Вид. офіц. – К.: Держкоммістобудування України, 1998. – 161 с.
3. Державні будівельні норми України: Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів: ДБН В.2.2.-4-97. – Вид. офіц. – К.: Держкоммістобудування України, 1998. – 49 с.
4. Жихарева Н.В. Інноваційні технології кондиціонування повітря в нестационарних умовах. Монографія // Жихарева Н.В. /Одеса, ТЕС. 2022- 264 с.
5. Zhang Q. Development of typical year weather data for Chinese locations. [Tekst] // Q.Zhang, J.Huang, S. Lang / ASHRAE Transactions: Symposia, 2002, vol. 108.
6. Kogut V.. The filter on the basis of the ejector of the heat exchanger for purification of harmful substances from flue gases using heat exchanger as combustion gas filter [Tekst] / V Kogut. V.Bushmanov, N. Zhykharieva//AIP Conferenc Proceedings 2285, 030087 (2020); <https://doi.org/10.1063/5.0026819>
7. Жихарева Н.В.Моделювання та оптимізація систем кондиціонування повітря. Навчальний посібник.-: О: ТЕС, 2016.- 170 с + додатки с.
8. Джеджула, В. В. Д 40 Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с. ISBN 978-966-641-830-5 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Dzhedzhula\_2021\_71.pdf

9. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
10. Жихарева Н.В. Математичні аспекти термoeкономiчного аналізу холодильної установки плодоовочесховища. [Текст] / Н.В. Жихарева. // Холодильна техніка і технологія. 2014. № 2 (148). С. 11–15. .
11. Жихарева Н.В. Підвищення ефективності активного Кондиціонування при зберіганні плодоовочевої продукції [Текст] / Н.В. Жихарева., М.Г. Хмельнюк, В.І. // Наукові праці ОНАХТ – 2014. – Випуск 45. Том 1. с С. 116 –120. .
12. Когут В.Е. Применение теплообменника-ежектора в установках промышленного охлаждения воздуха [Текст] / В.Е Когут., Е.Ю Бутовский., Хмельнюк М.Г., Н.В Жихарева. // Холодильна техніка і технологія. 2015. № 1. С. 21–25.
13. Креслинь А.Я. Оптимізація енергопотребления системами кондиционирования воздуха [Текст] / А.Я. Креслинь. // - Рига: РПИ - 1982. – 155 с.
14. Жихарева, Н.В. Оптимізація режиму роботи холодильної установки плодоовочесховищ. / Н.В. Жихарева, М.Г.Хмельнюк // Холодильна техніка і технологія. – Одеса:ОДАХ. – 2012. – №5. - с.16-20.
15. Хімічева Г.І., Дзюба О.О. Оцінювання укриттів та бомбосховищ за показниками безпеки та комфортності. Наука. Інновації. Якість: [матеріали національного науково-практичного форуму, Харків 09-10 серпня 2022 року] за заг. ред. к.т.н., доц. Г. С. Грінченко. Українська інженерно-педагогічна академія. Харків: УІПА, 2022. – С. 56-59. 2. Лещинський О. Л., Іщенко А. О. Використання нейромереж ЖУРНАЛ НАУКОВИЙ ОГЛЯД № 3(88), 2023 у процесі інтелектуального

- (кластерного) аналізу даних. Економіка і суспільство. 2017. № 11. С. 578-581. ISSN (Online): 2313-2165
3. Ліпінський І.С. Хижняк Т.А. Web-технології в електротехнічних системах регулювання параметрів мікроклімату/ Електроніка та зв'язок : науково-технічний журнал. 2016. Т. 21, № 5(94). С. 83–87. ISSN 1811-4512
16. Автоматизований моніторинг та керування мікрокліматом виробничого приміщення складання прецизійних приладів / Антонюк В.С., Мережаний Ю.Г., Пономаренко А.І. // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. Харьков: НТУ "ХПИ", 2011. Вип. 80. с. 3-14.
17. ДСТУ ISO 14644-1:2009 Чисті приміщення та пов'язані з ними контрольовані середовища. Частина 1. Класифікація чистоти повітря (ISO 14644-1:1999, IDT)
- 18.. Купін А. І., Музика І. О., Кузнецов Д. І. Структура експертної системи інтелектуального регулювання мікроклімату житлових приміщень. Науковий журнал «Радіоелектроніка, інформатика, управління». Запорізький національний технічний університет, №1(40) Н 2017 с. 170-177 ЖУРНАЛ НАУКОВИЙ ОГЛЯД № 3(88), 2023
19. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації електромеханічних процесів / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 99 с. 11. Шмельов Ю.М., Волканін Є.Є., Заливча І.В., Гаврилюк Ю.М. Автоматизація опалення житлових приміщень з метою зниження енерговитрат. Вісник Херсонського національного технічного університету. №1(68). Херсон. 2019 с. 58-64
12. ISO 7730:2005 (2005). Ergonomics of the thermal environment —Analytical
20. PN – 83/B – 03430. Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania. (Dz. Norm. i Miar nr 5/1983, poz. 8). Wydanie 2. Wydawnictwo Normalizacyjne „ALFA”, 1987. - 4 с.

21. PN – 87/B – 03433. Wentylacja. Instalacje wentylacji mechanicznej wywiewnej w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. Wymagania. (Dz. Norm. i Miar nr 2/1988, poz. 3). - Wydawnictwo Normalizacyjne „ALFA”, 1988. - 3 c.
22. Klippe J.: Zeitschrift für Sanitär-Heizung-Klima (IKZ) nr 3/80, s. 4.
23. Oetjen H.: Kälte und Klimatechnik (KKT) nr 4/80, s. 146-149.
24. Wimböck G.: Technik am bau (TaB) nr 2/82, s. 133-134.
25. Kittler H.: KKT nr 9/84, s. 406.
26. Tauschenbuch für Heizung und Klimatechnik 92/93. R. Oldenbourg Verlag GmbH. – München.
27. VDI 3802 (8.12.79): RLT – Anlagen für Fertigungswerkstätten.
28. Keppler P.: Ges. – Ing. Nr 6/81, s. 281-286, 327-329.
29. FTA – Fachbericht 3, 1980, Resch-Verlag, Gräfelfing/ München.
30. VDI – Bericht. 435. Tagung München 1982, VDI – Verlag, Düsseldorf.
31. Flais K.: VVII Int. Kongreß TGA. Berlin nr 10/88, s. 44 u.a.
32. FTA – Bericht 3: Wärmerückgewinnung bei Be- und Entlüftung in Industriehallen 1980, Resch Verlag. München.
33. VDI – Bericht 435, Tagung München, 1982.
34. Schöfer E. TaB nr 9/78, s. 751-755.
35. Ossadnik H. VDI Bericht nr 425 (1981), s. 39-46.
36. Bach H., Dittes W.: HLN nr 8/86, s. 411-418.
37. Lorenz W.: Ges.-Ing. nr 6/85, s. 259-273.
38. Жуковський С.С. Кінаш О.В. Особливості енергоощадного вентилявання помешкань з щільними вікнами. Вісник НУ „Львівська політехніка” „Теорія і практика будівництва” № 496. – Львів: Видавництво НУ „ЛП”, 2005.
39. Лівчак І., Мелік-Аракемян Т. Особливості вентиляції висотних житлових будинків. /Ринок інсталяцій № 7-8/ 2004, с. 11-14.

40. Жуковський С.С. Температурна ефективність загальнообмінної вентиляції /Ринок інсталяцій №7/ 2003, с. 6-8.

41. Жуковський С.С. Ефективність загальнообмінної вентиляції щодо переміщення шкідливих речовин поза межі приміщення. /Вісник НУ «Львівська політехніка» «Теорія і практика будівництва» №495. – Львів: Вид-во НУ „ЛП”, 2004. с.72-78.