

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Дослідження циклічності роботи водяного насосу та часу дозування водою зрошуваної насадки при термовологісної обробки повітря у СКП в умовах обмеженого доступу до водних ресурсів
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Постніков В.В.
(прізвище, ініціали)
2 курсу ХМ-771а групи
Керівник доц. Піщанська Н.О.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: доц. каф. ХУ і КП Жихарева Н.В.
доц. каф. ХУ і КП Піщанська Н.О.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 1 грудня 2023р., протокол № 6.

Завідувач кафедри ХУіКП _____ Михайло ХМЕЛЬНЮК
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Низькотемпературної техніки та інженерної механіки

Кафедра Холодильних установок і кондиціонування повітря

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри М.Г. Хмельнюк

«1» вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Постніков Владислав Володимирович

1. Тема роботи Дослідження циклічності роботи водяного насосу та часу дозування водою зрошуваної насадки при термовологісної обробки повітря у СКП в умовах обмеженого доступу до водних ресурсів

Затверджена наказом академії від 31.10.2022 р. наказ № 784-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 10.12.2023 р.

3. Вихідні дані роботи: сучасні насадки із полімерних матеріалів: міпласт (насадки 1,2) та ПЕТ (насадки 3, 4) (Україна), GLASdek3 (насадка 5) (Швеція), ПВХ (насадки 6, 7) (Нідерланди); питома площа поверхні $f_{к.п} = 91...560 \text{ м}^2/\text{м}^3$; площа робочої поверхні: насадки $F_n(1) = 20,01 \text{ м}^2$; $F_n(2) = 9,13 \text{ м}^2$; $F_n(3) = 29,40 \text{ м}^2$; $F_n(4) = 12,70 \text{ м}^2$; $F_n(5) = 28,51 \text{ м}^2$; $F_n(6) = 7,25 \text{ м}^2$; $F_n(7) = 4,78 \text{ м}^2$.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: Вступ. 1. Постановка завдання по визначенні циклічності роботи водяного насосу та часу дозування водою зрошуваної насадки. 2. Аналіз процесів тепломасопереносу за допомогою контактних апаратів. 3. Обґрунтування створення системи СКП для компенсації тепловологісного навантаження. 4. Вибір системи і приладів автоматичного регулювання при використанні СКП для тепловологісної обробки повітря. 5. Охорона праці. 6. Цивільна оборона. 7. Економічна частина. 8. Висновки. 9. Література

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): план приміщення із системою кондиціонування, система кондиціонування повітря, процеси в d-h діаграмі (термодинамічна модель)

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

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|---------------|----------------------------|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона праці | Піщанська Н.О., доц. ХУіКП | 01.09.2023 р. | 15.11.2023 р. |

| | | | |
|--------------------|----------------------------|---------------|---------------|
| Цивільний захист | Піщанська Н.О., доц. ХУіКП | 01.09.2023 р. | 20.11.2023 р. |
| Економічна частина | Жихарєва Н.В., доц. ХУіКП | 01.09.2023 р. | 25.11.2023 р. |

7.Дата видачі завдання 01.09.2023 р.

Керівник Піщанська Нонна Олександрівна

Завдання прийняв до виконання Постніков Владислав Володимирович

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|--------------------------------|----------|
| 1 | Вступ. Постановка завдання по визначених циклічності роботи водяного насосу та часу дозування водою зрошуваної насадки. | 20.09.2023 р. | виконано |
| 2 | Аналіз процесів тепломасопереносу за допомогою контактних апаратів. Побудова класичних процесів термовологісної обробки повітря в $d-h$ діаграмі. | 15.10.2023 р. | виконано |
| 3 | Обґрунтування створення системи СКП для компенсації тепловологісного навантаження. Визначення часу випаровування води з поверхні насадки. Подуова залежностей зміни інтенсивності випаровування від швидкості та кількості повітря | 30.10.2023 р. | виконано |
| 4 | Вибір системи і приладів автоматичного регулювання при використанні СКП для тепловологісної обробки повітря. | 10.11.2023 р. | виконано |
| 5 | Охорона праці. Цивільний захист. | 15.11.2023 р. | виконано |
| 7 | Економічна частина. Висновки | 20.11.2023 р. | виконано |

Здобувач-дипломник

Постніков Владислав Володимирович

Керівник роботи

Піщанська Нонна Олександрівна

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

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

Здобувач-дипломник

Постніков Владислав Володимирович

АНОТАЦІЯ

Виконавець: магістр, група ХМ-771а Постніков В.В.

Керівник: доцент, кандидат технічних наук Піщанська Н.О.

Тема дипломної роботи: «Дослідження циклічності роботи водяного насосу та часу дозування водою зрошуваної насадки при термовологісної обробки повітря у СКП в умовах обженого доступу до водних ресурсів».

Кваліфікаційна робота складається з: 77 сторінок друкованого тексту, 13 рисунків, 7 таблиць, 20 посилань на літературні джерела, 12 слайдів демонстраційного матеріалу.

Метою роботи постало дослідження циклічності роботи водяного насосу та часу дозування водою, що зрошує насадки тепломасообмінного апарату при термовологісної обробки повітря у системі кондиціонування.

Оскільки стоїть завдання обробка (зволоження) повітря, а не охолодження води, доцільно використовувати дозовану подачу води на насадку. Досліджено поверхні із високим ступенем використання конструктивної поверхні, а саме із дрібноячеюватою структурою, в зволожувачах припливного повітря СКП, які працюють в дискретному режимі зрошування водою, забезпечують високу інтенсивність процесу при невеликих показниках питомої витрати енергії. Розглянуті матеріали для використання у якості поверхонь насадокдо визначені як матеріали, здатні утримувати вологу Було проведено експериментальне дослідження тимчасового циклу зрошення насадки. Визначені параметри часового циклу роботи зволожувача в дискретному режимі. Встановлено, що режим дозованого зрошування приводить до зниження витрати питомої електроенергії в 2,5 рази. Встановлено час повного випаровування вологи для дослідженого діапазону швидкостей повітряного потоку, яке визначає параметри тимчасового циклу зрошення.

Ключові слова: система кондиціонування повітря, зрошувальні насадки, тепломасообмінний апарат, насос, циклічність роботи, витрата води

ABSTRACT

Performer: master, group HM-771a Postnikov V.V.

Supervisor: Associate Professor, Candidate of Technical Sciences
N.O. Pishchanska.

Topic of the thesis: "Investigation of the cyclical operation of the water pump and the dosing time of the water-irrigated nozzle during thermo-moisture treatment of air in SKP in conditions of limited access to water resources".

The qualification work consists of: 77 pages of printed text, 13 figures, 7 tables, 20 references to literary sources, 12 slides of demonstration material.

The purpose of the work was to study the cycle of the water pump and the time of dosing with water that irrigates the nozzles of the heat and mass exchange device during thermo-moisture treatment of air in the air conditioning system.

Since the task is to treat (humidify) the air, and not to cool the water, it is advisable to use a metered supply of water to the nozzle. Surfaces with a high degree of use of the constructive surface, namely with a fine-cell structure, in supply air humidifiers of SKP, which work in discrete mode of irrigation with water, provide high process intensity with low indicators of specific energy consumption, were studied. The considered materials for use as nozzle surfaces are defined as materials capable of retaining moisture. An experimental study of the temporal cycle of nozzle irrigation was conducted. The parameters of the time cycle of the humidifier in discrete mode are determined. It was established that the metered irrigation regime leads to a 2.5-fold reduction in specific electricity consumption. The time of complete evaporation of moisture was established for the studied range of air flow speeds, which determines the parameters of the irrigation time cycle.

Key words: air conditioning system, irrigation nozzles, heat and mass exchanger, pump, cycle of work, water consumption

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 7 |
| 1. Постановка завдання по визначених циклічності роботи водяного насосу та часу дозування водою зрошуваної насадки..... | 14 |
| 2. Аналіз процесів тепломасопереносу за допомогою контактних апаратів..... | 22 |
| 3. Обґрунтування створення системи СКП для компенсації тепловологісного навантаження..... | 28 |
| 4. Вибір системи і приладів автоматичного регулювання при використанні СКП для тепловологісної обробки повітря..... | 32 |
| 5. Охорона праці..... | 46 |
| 6. Цивільна оборона..... | 61 |
| 7. Економічна частина..... | 70 |
| ВИСНОВКИ..... | 75 |
| ЛІТЕРАТУРА..... | 76 |

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

ВСТУП

Системи кондиціонування із змінною витратою холодильного агента (VRV), застосовуються для створення високого рівня комфорту з індивідуальним регулюванням параметрів повітря. Системи VRV застосовуються переважно в елітних житлових комплексах, офісних приміщеннях, індивідуальних котеджах, адміністративних будівлях, фітнес - центрах і так далі.

Поряд з традиційними для систем кондиціонування завданнями по підтримці заданої температури, як в спеку, так і в холодну пору року, система VRV може бути об'єднана з системою вентиляції, і забезпечувати високий комфорт в приміщеннях. Ці системи прекрасно інтегруються в систему інтелектуальної будівлі BMS (моніторинг і управління всіма інженерними системами будівлі).

Завдяки тому, що системи VRV мають величезний асортимент типів внутрішніх блоків, в широкому діапазоні продуктивності вони відмінно вписуються в дизайн будь-яких приміщень від офісу і торгівельного залу до інтер'єрів престижних котеджів і заміських резиденцій.

Асортимент зовнішніх блоків включає моделі, продуктивністю від 11,2 кВт до 44,5 кВт, що дозволяють зібрати систему кондиціонування продуктивністю до 134 кВт.

Системи кондиціонування із змінною витратою хладагента вийшли на ринок в 1982 році, коли компанія DAIKIN (Японія) випустила першу систему цього класу. Корпорація DAIKIN INDUSTRIES, LTD є розробником принципу роботи системи, а також власником зареєстрованої торгівельної марки VRV (Variable Refrigerant Volume).

Термін VRV (Variable Refrigerant Volume) – змінну витрату хладагента відображає головна технічна відзнака системи від інших систем кондиціонування. Зовнішні блоки з'єднуються з внутрішніми блоками єдиною системою трубопроводів, а кожен внутрішній блок має електронний терморегулюючий вентиль,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

регулюючий об'єм хладагента, що поступає із спільної траси і проходить через блок, залежно від теплового навантаження на цей блок. Завдяки цьому система рівніше підтримує задану температуру, без стрибків і перепадів, властивим багатьом іншим системам кондиціонування.

В даний час подібні системи окрім DAIKIN проводять Mitsubishi Heavy Industries, Mitsubishi Electric, Sanyo, Fujitsu General та інші. Але оскільки VRV (Variable Refrigerant Volume) є зареєстрованою торгівельною маркою корпорації DAIKIN, то для позначення подібних систем інших виробників застосовується абревіатура VRF (Variable Refrigerant Flow) – змінний потік хладагента.

Різниця між системами різних виробників визначається кількістю блоків, що підключаються, надійністю і терміном служби, допустимою довгою трас між блоками, зручністю управління, габаритами блоків.

Сьогодні в світі працює більше 1 мільйона систем VRV і VRF, накопичений багатий досвід конструювання і експлуатації. І сьогодні провідним розробником і виробником цих кліматичних систем є корпорація DAIKIN, на її долю доводиться 70% ринку систем VRV і VRF.

Відрив корпорації DAIKIN від конкурентів пояснюється кращими характеристиками систем VRV, величезною надійністю і терміном служби 35 років, максимальною довгою трас, можливістю створити конфігурацію, яка підійде для будь-якої будівлі від однієї квартири і приватного котеджу до багатоповерхового ділового центру або житлового комплексу.

Порівняння системи чиллер-фанкойл і систем VRV

Системи чиллер-фанкойл як і системи VRV можуть застосовуватися для кондиціонування офісних і торгівельних центрів, житлових будинків і інших будівель.

Основною конструктивною відзнакою цих систем один від одного є хладоноситель, який переносить тепло від внутрішніх блоків (розташованих в приміщеннях) до зовнішнього блоку, який викидає це тепло в атмосферу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

У системах чиллер-фанкойл хладоносієм є вода, або водні розчини (частіше всього етилен-гліколя), в мульти-зональних системах кондиціонування із змінною витратою хладагента (системах VRV) хладоносієм є фреон.

При порівнянні цих типів централізованих систем кондиціонування, кожна з них має свої сильні і слабкі сторони:

- Первинна вартість установки системи чиллер-фанкойл де кілька нижче, ніж в систем VRV.
- І системи чиллер-фанкойл, і системи кондиціонування VRV, мають розгалужену систему трубопроводів, прокладених в будівлі і забезпечуючих перенесення тепла за допомогою циркуляції по ним хладагента (фреону в системах VRF-VRV і води в системах чиллер-фанкойл). В разі неграмотного монтажу системи кондиціонування існує вірогідність витоку фреону або води.
- Проектуватися система чиллер-фанкойл повинна відразу на всю будівлю, тоді як системи VRV дозволяють збільшувати потужність системи шляхом додавання зовнішніх блоків в систему на будь-яких етапах експлуатації будівлі.
- Монтаж чиллера і прокладку труб для води необхідно проводити на етапі будівництва будівлі, тоді як установку систем VRV або VRF можна проводити у вже побудованій будівлі.
- Для установки чиллера потрібний великий майдан, чим для зовнішніх блоків систем VRV, це поважно, якщо вони встановлюються на технічному поверсі, або займають кривлю, яку можна було зробити експлуатованою.
- Системи чиллер-фанкойл, у відзнаці від систем VRV мають складну і малоефективну систему управління. Крім того управлінням системою чиллер-фанкойл може займатися лише сертифікований фахівець.
- Вода для системи чиллер-фанкойл, у відзнаці від фреону вимагає дорогої підготовки, але навіть підготовлена вода по виділенню часу

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

приводить до відкладення солей. Систему періодично необхідно чистити, що сильно здорожує її обслуговування.

- Витрата електроенергії в систем чиллер-фанкойл значно вище ніж в системах VRV при рівній продуктивності, в сумі здорожчим регулярному обслуговуванням дозволяє говорити про різницю у вартості експлуатації цих систем в декілька тисяч доларів в рік (на середній будівлі).

- До останнього часу головним козирем систем чиллер-фанкойл перед системами VRV були допустимі відстані між чиллером і споживачами (фанкойлами), сьогодні система VRV II (DAIKIN) допускає відстані між зовнішніми і внутрішніми блоками до 150 м-коду, чого вистачає в більшості ситуацій.

Порівняння центральних кондиціонерів і централізованих систем із змінною витратою хладагента VRV

Принципово робота центрального кондиціонера заснована на подачі в приміщення повітря потрібної температури і вологості. Повітря обробляється в центральному кондиціонері і по воздуховодам подається в приміщення. Тому при проектуванні центрального кондиціонера величезне значення має правильний розрахунок мережі воздуховодов, розрахунок втрат швидкості потоку і температури. Центральний кондиціонер і його повітропроводи встановлюються на етапі будівництва будівлі, крім того повітропроводи вимагають великого простору для розміщення.

Системи VRV обробляють повітря за допомогою внутрішніх блоків, що знаходяться безпосередньо в приміщенні, тим самим забезпечується високий ККД системи і точність підтримки температури, крім того блоки системи і комунікації займають мінімум місця в будівлі. Систему можна встановити у вже побудовану будівлю.

Для створення комфортного мікроклімату в приміщеннях, кліматична система повинна виконувати декілька функцій:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Контролювати температуру повітря, тобто охолоджувати / обогрівати повітря в приміщенні. Центральний кондиціонер подає повітря однієї і тієї ж температури у всі приміщення, індивідуальне регулювання температури в різних приміщеннях, що обслуговуються однією системою, може відбуватися лише за допомогою зменшення або збільшення подачі повітря в приміщення. Для забезпечення регулювання подачі повітря у повітропроводні канали мають бути вбудовані регулюючі пристрої типу шиберов. Центральний кондиціонер не може забезпечити точне і оперативне регулювання температурних параметрів в приміщенні. Системи VRV здатні регулювати температуру в кожному з приміщень з точністю до 0,50С, і крім того в деяких модифікаціях цих систем можливий режим роботи при якому в одних приміщеннях повітря охолоджується, а в інших в цей час обігрівається. Цей режим є унікальним і в інших системах неможливий.

- Здійснювати вентиляцію приміщень, тобто здійснювати приплив і витяг повітря в приміщеннях. Принципова перевага центрального кондиціонера перед всіма іншими кліматичними системами, подача свіжого повітря в приміщення, по суті, центральний кондиціонер є системою вентиляції, яка дозволяє подавати 100 % свіжого повітря потрібної температури і вологості. Багатозональні системи кондиціонування із змінною витратою хладагента VRV, так само як і системи чиллер-фанкойл призначені перш за все для регулювання температури, але при використанні у складі системи внутрішніх блоків каналного типу може бути організована подача свіжого повітря (до 30%), у складі системи VRV виробництва DAIKIN можуть бути використані вентиляційні установки VAM, які забезпечують приплив свіжого повітря до 100%.

- Контролювати вологість повітря в приміщеннях. Мультизональні системи кондиціонування системи VRV можуть лише зменшувати вологість, шляхом видалення вологи з приміщення при роботі в режимі охолодження або осушення приміщень. Центральний кондиціонер в простій комплектації так само може лише зменшувати вологість, але за наявності секції

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.XUіKP.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 11 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

зволоження у складі центрального кондиціонера він може і зволожувати повітря, тим самим, здійснюючи повний контроль над вологістю в приміщеннях.

- Забезпечувати очищення повітря в приміщеннях. У внутрішніх блоках систем VRV застосовуються найбільш сучасні елементи, що фільтрують, часто в блоках застосовується дві міри фільтрації: фільтр губою очищення + фільтр тонкого очищення повітря, що забезпечує відмінне очищення повітря в приміщеннях.

Окрім вказаних відзнак, існує ще декілька чинників, які впливають на вибір тієї або іншої системи:

- вжиток енергії центральним кондиціонером значно вищий, ніж в систем VRV;
- сервісне обслуговування центрального кондиціонера обходиться значно дорожчим із-за необхідності чищення повітропроводів

Порівняння систем VRV і мульти-сплит систем

Максимальну довжину трубопроводу між зовнішнім блоком, і найдалішим внутрішнім блоком обмежено. Для мульти-сплит системи рекорд 25 м, при цьому сумарна довжина всіх трас мульти-сплит системи не повинна перевищувати 70м (і це для найдосконаліших систем). Для системи VRV максимальна відстань між зовнішнім блоком і далеким внутрішнім блоком може досягати 150 метрів. На практиці це означає що зовнішні блоки мульти-сплит системи розташовують на стіні, яка знаходиться поряд з приміщеннями, що кондиціонують, тоді як при використанні системи кондиціонування VRV зовнішній блок може розташовуватися на значній відстані від приміщень, що кондиціонують, наприклад на даху або технічному поверсі офісної будівлі або на задньому дворі заміського будинку.

Внутрішні блоки можуть підтримувати різну температуру в різних приміщеннях, але в мульти-сплит системі всі блоки повинні працювати в одному режимі. Наприклад, система охолоджує, або система обігріває

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

приміщення (деякі блоки в цей час можуть бути вимкнені). Режим, коли одні блоки у складі мульти-сплит системи охолоджують, а інші блоки обігрівають неможливий!

У модельному ряду систем VRV, практично у будь-якого виробника є системи, які дозволяють працювати в режимі, при якому в одних приміщеннях повітря охолоджується, а в інших приміщеннях нагрівається, при цьому система кондиціонування просто переносить тепло з одного приміщення в інше. Такий режим можливий лише в мультизональних системах кондиціонування із змінною витратою хладагента, системах VRV.

Системи кондиціонування із змінною витратою хладагента – системи VRV, увібрали в себе всі достоїнства, якими володіють близькі за призначенням системи кондиціонування, при цьому практично позбавлені недоліків, за винятком відносно високої ціни.

1. Постановка завдання по визначених циклічності роботи водяного насоса та часу дозування водою зрошуваної насадки

Оскільки стоїть завдання зволоження повітря, а не охолодження води, доцільно використовувати дозовану подачу води на насадку. Циклічність роботи водяного насоса можна уявити як:

$$\tau_{\text{н}} = \tau_1 + \tau_2, \quad (1)$$

де τ_1 – час «змочування» поверхні насадки з одночасним випаровуванням води;

τ_2 – час випаровування води з поверхні насадки.

Маса води, необхідна для «змочування» насадки, визначається:

$$m_{\text{жс}} = \delta \cdot F_{\text{н}} \cdot \rho_{\text{жс}}, \quad (2)$$

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|-------|------|------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 113 |
| Змін. | Арк. | № докум. | Місц. | Дата | ЖРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3 | | | | |

де δ – товщина умовно утримуваного шару води, визначається експериментальним шляхом, м;

F_H – площа поверхні насадки, м²;

$\rho_{жс}$ – щільність води при $t_{жс}$, кг/м³.

Тоді формулу (3) можна інтерпритувати:

$$\tau_H = \frac{m_{жс}}{G_{жс}} + \frac{m_{жс}}{G_H} = \frac{m_{жс}}{G_{жс} \cdot (1+n)}, \quad (3)$$

де n – доля випарившейся води в одиницях.

Для всіх типів зрошуваних насадок, використовуваних в даний час, однією з основних характеристик є питома площа поверхні $f_{к.п} = 91...560$ м²/м³ [4,8,10].

Час зрошення насадки визначається наступною залежністю:

$$\tau_{вкл} = \frac{m_{жс}}{G_{жс}}, \quad (4)$$

де $m_{жс}$ – маса води, необхідна для змочування всієї поверхні насадки, кг.

Час до наступного зрошення визначається:

$$\tau_0 = \frac{m_{жс}}{G_u}. \quad (5)$$

Крім вимірювальних приладів, зазначених у §3.1, також використовувався електронний термометр ELIWELL ID 961 LX, датчики (10 шт.) Якого були вбудовані в обсяг зрошуваною насадки (по глибині і поперечним перерізом) для контролю зміни температури плівки води в часі (похибка складає $\pm 0,05$ °С). Дані експериментів представлені в таблиці 3.5.

Об'ємна витрата повітря визначався таким чином:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$V_2 = w^* \cdot F, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (6)$$

де w^* – швидкість руху повітря в каналі повітропроводу, м/с,

$F_{\text{сеч}} = 0,15 \text{ м}^2$ – площа поперечного перетину каналу повітропроводу.

Регулювання ступеня відкриття шиберу визначалось за показаннями анемометру для того, щоб забезпечити потрібні об'ємні витрати V_2 , відповідно, 0,5; 0,4; 0,3 и 0,2 м³/с.

Наприклад, для РН III $-F_n = 29,4 \text{ м}^2$. Маса води, що необхідна для змочування даної поверхні насадки, визначалась таким чином:

$$m = \delta \cdot F_n \cdot \rho_{\text{ж}} = 0,063 \cdot 10^{-3} \cdot 29,4 \cdot 1000 = 1,85, \text{ кг}. \quad (7)$$

Водяний насос включався на 5 хвилин для досягнення режиму повного змочування РН водою. Зміна параметрів повітря що виходить (температура та відносна вологість) із насадки обумовлено випаровуванням з її поверхні вологи, що фіксує оголений елемент терморпарі.

Результати експерименту по визначенню циклічності роботи насосу для насадок РН III, IV представлені в таблиці 1.

При застосуванні дозованого (дискретного) зрошення РН водою в зволожуючих пристроях з регулярною насадкою можливий варіант установки водяного бака, з якого самопливом вода періодично подається на зрошення РН за допомогою відкриття водяного клапана, що працює в двопозиційний режимі. Необхідність в роботі водяного насоса виникає тільки в разі наповнення самого бака.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 16 |

Таблиця 1 – Час випаровування води з поверхні насадки

| Час τ , хв | Температура повітря $t_2, ^\circ\text{C}$ | | Відносна вологість повітря φ , % | | Температура поверхні води $t_{жс}$, $^\circ\text{C}$ |
|---|--|-------|---|-------|---|
| | вхід | вихід | вхід | вихід | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| $w^* = 4,3 \text{ м/с}, V_2 = 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ | | | | | |
| 0 | 30 | 27,6 | 0,34 | 0,48 | 22,0 |
| 5 | 30 | 27,6 | 0,34 | 0,48 | 22,0 |
| 10 | 30 | 27,6 | 0,34 | 0,48 | 22,0 |
| 15 | 30 | 27,6 | 0,34 | 0,48 | 21,9 |
| 20 | 30 | 27,6 | 0,34 | 0,48 | 21,6 |
| 25 | 30 | 28,0 | 0,34 | 0,40 | 22,1 |
| $w^* = 3,5 \text{ м/с}, V_2 = 0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ | | | | | |
| 0 | 30 | 27,5 | 0,34 | 0,49 | 22,0 |
| 5 | 30 | 27,5 | 0,34 | 0,48 | 22,0 |
| 10 | 30 | 27,5 | 0,35 | 0,49 | 21,9 |
| 15 | 30 | 27,5 | 0,34 | 0,49 | 21,9 |
| 20 | 30 | 27,5 | 0,34 | 0,5 | 21,7 |
| 25 | 30 | 27,6 | 0,34 | 0,41 | 21,2 |
| 30 | 30 | 28,2 | 0,34 | 0,36 | 22,0 |
| $w^* = 2,6 \text{ м/с}, V_2 = 0,3 \text{ м}^3/\text{с}$ | | | | | |
| 0 | 30 | 27,4 | 0,34 | 0,5 | 22,0 |
| 5 | 30 | 27,4 | 0,34 | 0,5 | 22,0 |
| 10 | 30 | 27,4 | 0,34 | 0,51 | 22,0 |
| 15 | 30 | 27,4 | 0,34 | 0,5 | 21,9 |
| 20 | 30 | 27,4 | 0,34 | 0,5 | 21,9 |
| 25 | 30 | 27,4 | 0,34 | 0,51 | 21,8 |
| 30 | 30 | 27,4 | 0,34 | 0,5 | 21,7 |
| 35 | 30 | 27,9 | 0,34 | 0,45 | 22,3 |
| $w^* = 1,7 \text{ м/с}, V_2 = 0,2 \text{ м}^3/\text{с}$ | | | | | |
| 0 | 30 | 27,1 | 0,34 | 0,52 | 22,0 |
| 5 | 30 | 27,1 | 0,34 | 0,51 | 22,0 |
| 10 | 30 | 27,1 | 0,34 | 0,52 | 22,0 |
| 15 | 30 | 27,1 | 0,34 | 0,52 | 22,0 |
| 20 | 30 | 27,1 | 0,34 | 0,52 | 21,9 |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 17 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | | | | | |

| | | | | | |
|----|----|------|------|------|------|
| 25 | 30 | 27,1 | 0,34 | 0,51 | 21,9 |
| 30 | 30 | 27,1 | 0,34 | 0,52 | 21,8 |
| 35 | 30 | 27,1 | 0,35 | 0,52 | 21,8 |
| 40 | 30 | 27,1 | 0,34 | 0,52 | 21,4 |
| 45 | 30 | 27,2 | 0,34 | 0,48 | 21,2 |
| 50 | 30 | 28,1 | 0,34 | 0,36 | 22,8 |

Експериментальне дослідження для визначення здатності матеріалу насадки утримувати вологу проводилося за такою методикою:

1. Проводилось зважування «сухий» насадки.
2. Насадка занурювалася в водяну ванну.
3. Витяг насадки, струшування і зважування «змоченою» насадки.

Результати експерименту представлені в таблиці 2, на підставі яких визначено питомі характеристики (таблиця 3).

Таблиця 2 – Експериментальні дані по утримуючий здатності РН

| Тип насадки | Площа робочії поверхні РН F_n , м ² | Маса насадки m , кг | | Товщина умовно утримаючого шару води $\delta_{ж}$, мм |
|-------------|--|-----------------------|------------|--|
| | | «сухої» | «змоченої» | |
| РН I | 20,01 | 6,232 | 10,513 | 0,2100 |
| РН II | 9,13 | 5,360 | 7,071 | 0,1900 |
| РН III | 29,40 | 6,305 | 8,155 | 0,0630 |
| РН IV | 12,70 | 5,481 | 6,091 | 0,0480 |
| РН V | 28,51 | 7,830 | 9,535 | 0,0600 |
| РН VI | 7,25 | 0,198 | 0,260 | 0,0086 |
| РН VII | 4,78 | 0,150 | 0,203 | 0,0110 |

Таблиця 3 – Питомі характеристики досліджених насадок

| Насадка | Площа поверхні, м ² /м ³ | Маса «сухої»/ «вологої», кг/кг |
|---------|--|--------------------------------|
| РН I | 381 | 118,7 / 200,2 |
| РН II | 174 | 102,2 / 134,8 |
| РН III | 560 | 120,1 / 155,3 |
| РН IV | 242 | 104,4 / 116,0 |
| РН V | 543 | 215 / 262,2 |
| РН VI | 138 | 43,9 / 50,2 |
| РН VII | 91 | 21 / 25,6 |

Слід зазначити, що на насадках РН VI і РН VII, виконаних з гофрованих ПВХ пластин, з часом експлуатації відбувається осадження «водяного» каменю, при цьому відбувається збільшення шорсткості їх поверхні і, отже, товщини плівки води. Так, після чотирьох років експлуатації насадки РН VI, яка використовувалася для градирні, був проведений тестовий контроль, при цьому товщина плівки води становила 0,24 мм.

Було проведено експериментальне дослідження тимчасового циклу зрошення насадки. На рис.1 представлений графік часу випаровування води з поверхні насадки τ в залежності від швидкості повітря w в «живому» перетині РН. Первісне час експозиції зрошення насадки склало 5 хв. Дане час гарантує повне зрошення всієї поверхні.

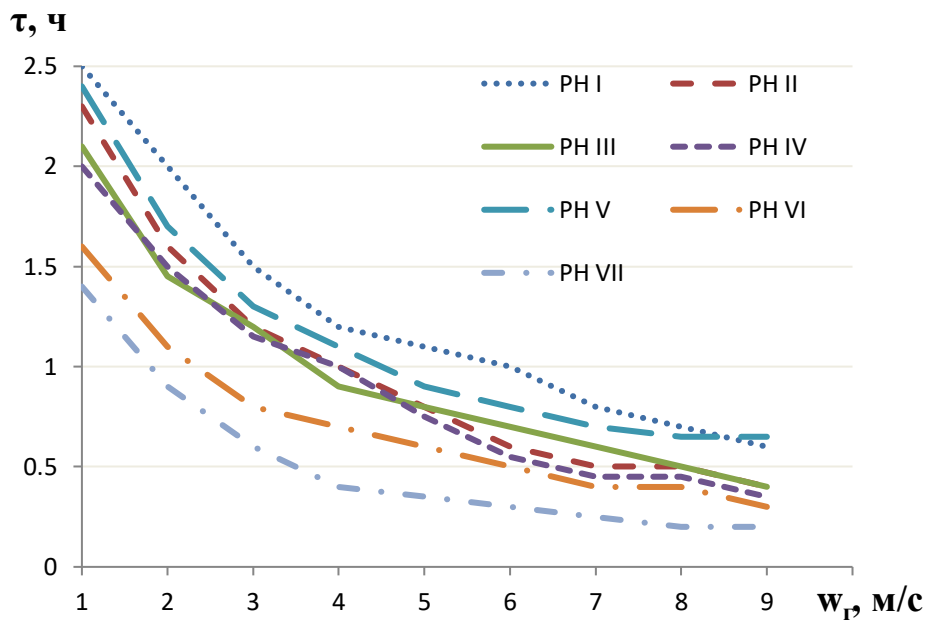


Рис. 1 – Залежність часу випаровування води τ з поверхні насадки від швидкості потоку повітря в «живому» перетині насадки w_p

Встановлено час повного випаровування вологи для дослідженого діапазону швидкостей повітряного потоку, яке визначає параметри тимчасового циклу зрошення $\tau_{вкл}/\tau_{викл}$ для зволожувачів з дозованим зрошенням насадки. На рис.2 показана експериментальна залежність зміни температури плівки води $t_{жс}$ в часі при різних значеннях витрати повітря G_2 (насадки РН III, IV).

В процесі роботи зволожувального пристрою після зрошення насадки температура плівки води зменшується в міру випаровування води до певного моменту часу, що визначає повне випаровування плівки, яке фіксується підйомом температури - показаннями термопар, розміщених на робочій поверхні РН. Екстремум t пояснюється істотним утоньшенням рідинного шару аж до «оголення» термопари [7,10].

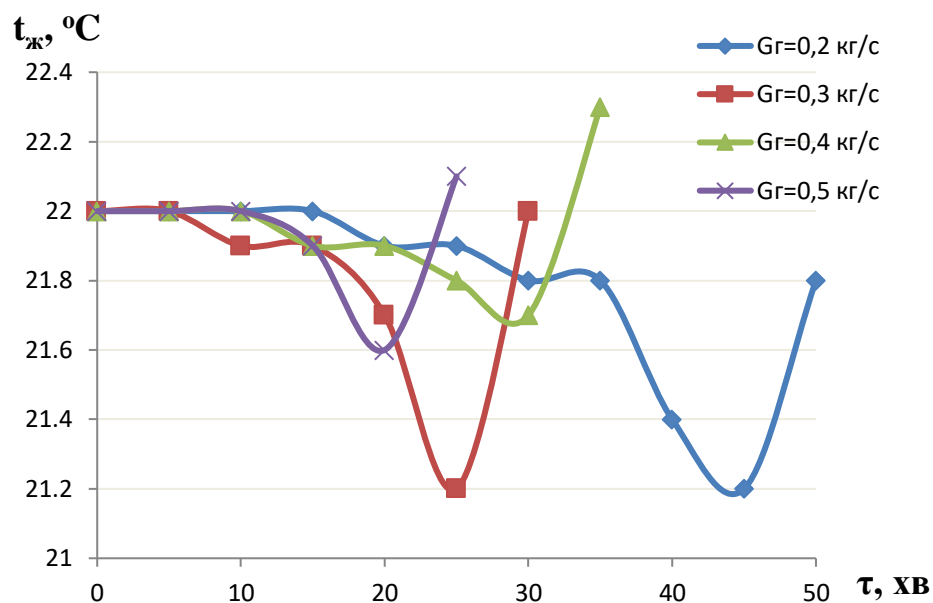


Рис. 2 – Зміна температури поверхні води t_w впродовж часу τ при різних масових витратах повітря G_z

Інтервал між імпульсними зрошеннями в залежності від масових витрат складає від 20 до 40 хвилин.

2. Аналіз процесів тепломасопереносу за допомогою контактних апаратів

Зволоження повітря в контактних апаратах СКП відбувається за рахунок випаровування води за умови перевищення парціального тиску пари в прикордонному шарі над поверхнею води P_n'' над парціальним тиском пари зволожуючого повітря P_n (рис. 3). Потік, що переносить маси водяного пара для елемента поверхні dF визначається рівнянням Дальтона:

$$dW = \beta \cdot (P_n'' - P_n) \cdot dF, \quad (8)$$

где β – коефіцієнт пропорційності.

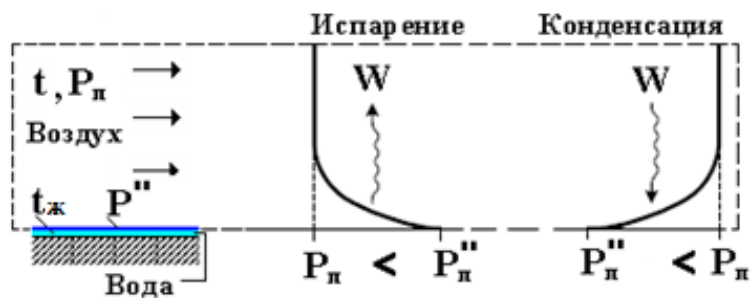


Рис. 3 – До фізичної картини масопереносу при безпосередньому контакті води та повітря

При значеннях вмісту вологи d до 20 г / кг, характерних для контактних апаратів, величина P_n пропорційна d , і в цих умовах зручніше використовувати форму подання dW відповідно до рівнянням Льюїса:

$$dW = \sigma \cdot (d'' - d) \cdot dF, \quad (9)$$

де σ – коефіцієнт вологообміну, кг/(м²·с).

У найбільш загальному випадку політропического процесу обробки повітря водою теплообмін між контактуючими середовищами

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

характеризується двома потоками теплоти – явним $Q_{явн}$, за рахунок різниці температур, та схованим $Q_{схр}$, що вноситься із потоком маси водяної пари:

$$Q_{\Sigma} = \alpha \cdot (t_{жс} - t) \cdot dF + r \cdot dW, \quad (10)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі в газовій фазі, Вт/(м²·К); r – схована теплота пароутворення, кДж/кг; $t, t_{жс}$ – температури повітря та води, °С.

Беручи справедливим співвідношення Льюїса $le = 1$, вираз для сумарного потоку теплоти істотно спрощується, і в результаті відомих перетворень Меркеля має вигляд:

$$dQ_{\Sigma} = \sigma \cdot (h'' - h) \cdot dF, \quad (11)$$

де h – ентальпія повітря, кДж/кг; h'' – ентальпія насиченого повітря при $t_{жс}$, кДж/кг; $le = \alpha / (\sigma \cdot c_{в})$, $c_{в}$ – теплоємність вологого повітря, кДж/(кг·К).

При цьому інтегральна характеристика інтенсивності процесу – число Меркеля:

$$Me = \sigma F / G_{жс} = C_{жс} \int dt_{жс} / (h'' - h), \quad (12)$$

– являє собою одну з форм чисел одиниць перенесення NTU, широко використовуваних для розрахунку контактних апаратів при неможливості визначення фактичної величини поверхні обміну F :

$$NTU = \int dh / (h'' - h) = \sigma F / G_2 = \mu \cdot Me, \quad (13)$$

де $\mu = G_{жс} / G_2$ – коефіцієнт зрошення.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.XUİKП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 23 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

На рис приведена графічна інтерпретація числа Me - площа відповідної геометричної фігури, яка визначається в результаті знаходження величин рушійної сили процесу $h'' - h$ в кожному перетині елементарних ділянок поверхні, що відповідають диференціальних рівнянь (2.5), вирішувати методом кінцевих різниць. Розрахункова процедура вибудовується в прямокутній t, h - діаграмі, в рамках якої рівняння теплового балансу, що зв'язує ентальпію повітря з температурою води, характеризується прямою, так званої робочої лінією. Лінії процесу, що зв'язують параметри повітря (температуру і ентальпію) з параметрами насиченого повітря при $t_{ж}$, для елементарної ділянки визначаються графічно, відповідно до рівняння:

$$dh/dt = (h'' - h)/(t_{ж} - t). \quad (14)$$

Вираз виходить в результаті поділу диференціальних рівнянь для теплових потоків повної і явної теплоти, з урахуванням $le = 1$:

$$dQ_{\Sigma} = G_2 dh = \sigma(h'' - h)dF, \quad (15)$$

$$dQ_{явн} = C_2 \cdot G_2 \cdot dt = \alpha(t_{ж} - t)dF. \quad (16)$$

Якісний аналіз типових процесів обробки повітря водою в контактних апаратах СКП, з урахуванням особливостей розподілу потоків явною $Q_{явн}$ і прихованої теплоти $Q_{скр}$, що визначають тепловий баланс Q_{Σ} , можна провести при суміщенні t, h - діаграми вологого повітря з теплової діаграмою (рис. 2.3).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.XYIKP.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

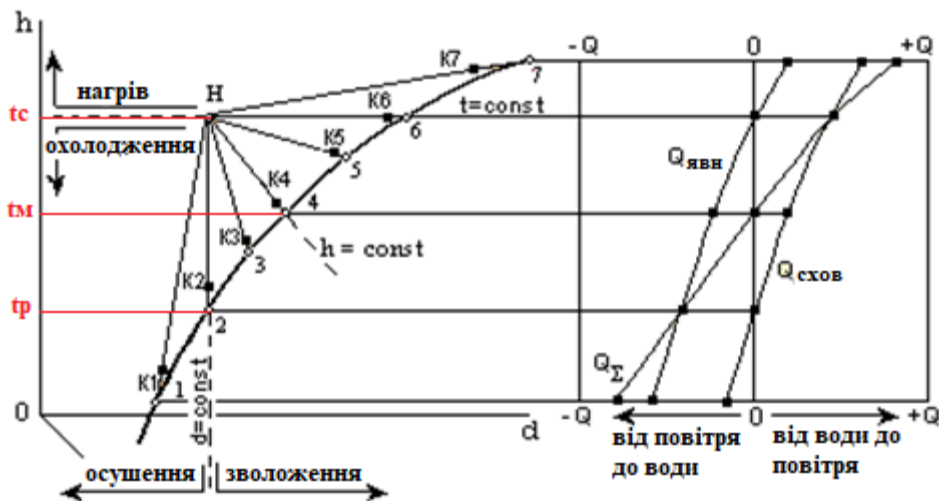


Рис. 4 – Характерні процеси обробки повітря водою

Якщо температура води більше температури повітря по сухому термометру $t_{ж} > t_c$, то процес зволоження буде супроводжуватися підвищенням значень температури і ентальпії повітря. При температурі води нижче температури повітря і при цьому вище за температуру повітря по мокрому термометру t_m , що визначає гранично можливе пониження температури повітря в процесі його прямого випарного охолодження $t_m < t_{ж} < t_c$, температура повітря буде зменшуватися, а ентальпія збільшуватися. У разі, якщо температура води вища за температуру точки роси, але нижче межі охолодження $t_p < t_{ж} < t_m$, зволоження характеризується зниженням температури і ентальпії повітря. У разі рівного розподілу температур води і межі охолодження $t_{ж} = t_m$, зволоження протікає зі зниженням температури повітря при незмінній ентальпії.

Проведений аналіз типових процесів НК1 ... НК7 (рис. 4, табл. 4) дозволив виявити наступні закономірності в розподілі потоків явної та прихованої теплоти:

- НК₁ політропічний процес охолодження та осушення повітря:

$$-Q_{\Sigma} = -(Q_{\text{явн}} + Q_{\text{схов}});$$

- НК₂ – ізовологісний процес охолодження повітря по лінії

$$d = \text{const};$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| | | | | | | 25 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$-Q_{\Sigma} = -Q_{\text{явн}}, Q_{\text{скр}} = 0;$$

- НК₃ – політропічний процес охолодження та зволоження повітря:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{явн}} - Q_{\text{скр}};$$

- НК₄ – ізентальпійний процес охолодження та зволоження повітря по лінії $h = \text{const}$:

$$Q_{\Sigma} = 0, Q_{\text{явн}} = Q_{\text{скр}};$$

- НК₅ – політропічний процес зволоження та охолодження повітря:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{скр}} - Q_{\text{явн}};$$

- НК₆ – ізотермічний процес зволоження по лінії $t = \text{const}$:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{скр}}, Q_{\text{явн}} = 0;$$

- НК₇ – політропічний процес зволоження та нагріву повітря:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{скр}} + Q_{\text{явн}}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

Таблиця 2.1 – К аналізу типичних процесів термовлажностной обробки воздуха водой

| № | Характер зміни параметрів | | | Напрямок потоків тепла | | | Переважний потік | ε | Умови протікання процесів | | |
|--------|---------------------------|-------|-------|------------------------|-----------|--------------|---------------------|---|---------------------------|---|--|
| | t | d | h | $Q_{явн}$ | $Q_{скр}$ | Q_{Σ} | | | Величина t_w | Вимоги до обробки води | |
| HK_1 | ↓ | ↓ | ↓ | - | - | - | $Q_{явн}$ | $-\infty < \varepsilon < \varepsilon_l$ | $t_w < \tau$ | Вода що охолоджується в холодильній установці | |
| HK_2 | ↓ | const | ↓ | - | 0 | - | | $-\infty$ | $t_w = \tau$ | | |
| HK_3 | ↓ | ↑ | ↓ | - | + | - | | $-\infty < \varepsilon < 0$ | $t_w = \tau$ | | |
| HK_4 | ↓ | ↑ | const | - | + | 0 | $Q_{явн} = Q_{скр}$ | 0 | $t_w = t_m$ | Зворотня вода не обробляється | |
| HK_5 | ↓ | ↑ | ↑ | - | + | + | $Q_{скр}$ | $0 < \varepsilon < \varepsilon_t$ | $t_m < t_w < t_n$ | Вода підігрівається в бойлерній установці | |
| HK_6 | const | ↑ | ↑ | 0 | + | + | | ε_t | $t_w = t_n$ | | |
| HK_7 | ↑ | ↑ | ↑ | + | + | + | | $\varepsilon_t < \varepsilon < \varepsilon_7$ | $t_w > t_n$ | | |

3. Обґрунтування створення системи СКП для компенсації тепловологісного навантаження

СКП вимагають створення вельми складних пристроїв, що істотно впливають на вартість будівництва і експлуатаційні витрати. У зв'язку з цим техніко-економічна оцінка СКП завжди представляє інтерес для замовника. Така оцінка виконується не лише в процесі проектування, але і на перед проектній стадії, що особливо важливе для вибору того або іншого варіанту системи або для вирішення питання про доцільність пристрою СКП в тих випадках, коли будівельні норми вимагають обґрунтування для проектування усередині будівлі повітряної середи з оптимальними параметрами.

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

В цілях забезпечення нормативного стану повітряної середи приміщень, дипломним проектом передбачено: припливно-витяжна вентиляція з механічною спонукою.

У ремзоні і діагностичному цеху запроектована припливно-витяжна вентиляція П1, В1. Притоку повітря передбачає припливна система П1. Огорожа повітря здійснюється через ґрати встановлену в стіні. Устаткування припливних систем розташовується під стелею. Розрахунок підігрівання припливного повітря виконаний за наступних умов: температура зовнішнього повітря в холодний період року -18°C , температура повітря в приміщенні в холодний період року $+20^{\circ}\text{C}$. Теплоносієм є вода з параметрами $60-80^{\circ}\text{C}$.

У виставковому залі запроектована припливно-витяжна вентиляція П3, В4. Притоку повітря передбачає припливна система П1. Огорожа повітря здійснюється через ґрати установлені в стіні. Устаткування припливних систем розташовується під стелею виставкового залу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 28 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

У офісних приміщеннях запроектована припливно-витяжна вентиляція П2, В2, В3. Притоку повітря передбачає припливна система П2. Огорожа повітря здійснюється через ґрати установлені в стіні.

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

Приміщення призначені для цілорічної експлуатації.

У дипломному проекті передбачається прийняти VRV систему для кондиціонування офісних приміщень і виставкового залу. Це обумовлено наступним:

- Точна підтримка індивідуальних температурних параметрів для кожного приміщення.
- Величезний вибір зовнішніх блоків (для підбору по потужності) і внутрішніх блоків (личать практично для будь-якого інтер'єру).
- Зовнішні блоки займають невеликий майдан (в порівнянні з іншими системами такої ж продуктивності), що дозволяє економити майдани, у тому числі і комерційні.
- Максимальна відстань між внутрішнім і зовнішнім блоком (довжина трубопроводу) складає 100 метрів. Перепад висот між зовнішнім і внутрішнім блоком (відстань між блоками по вертикалі) — 50 метрів. Таким чином, стало можливим розміщувати зовнішній блок кондиціонера в будь-якому зручному місці — на даху, в підвалі або навіть в декількох десятках метрів від будинку.
- Установка такої системи стоїть дешевше за установку систем типу чиллер-фанкойл, крім того монтаж системи VRV можливий практично на будь-якому етапі будівництва або експлуатації будівлі.
- Серед систем VRV є моделі, які дозволяють одночасно охолоджувати одні приміщення і одночасно нагрівати інші приміщення. Ця унікальна функція дозволяє (наприклад навесні) переносити надлишки тепла

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| | | | | | | 29 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

з одного приміщення (сонячна сторона) в інші приміщення, де потрібно нагрівати повітря.

- В порівнянні із звичайними кондиціонерами, внутрішні блоки VRV підтримують задану температуру з вищою точністю — до $\pm 0,5$ °С.

Переваги систем VRV:

- Точна підтримка індивідуальних температурних параметрів для кожного приміщення.

- Величезний вибір зовнішніх блоків (для підбору по потужності) і внутрішніх блоків (личать практично для будь-якого інтер'єру).

- Зовнішні блоки займають невеликий майдан (в порівнянні з іншими системами такої ж продуктивності), що дозволяє економити майдани, у тому числі і комерційні.

- Максимальна відстань між внутрішнім і зовнішнім блоком (довжина трубопроводу) складає 100 метрів. Перепад висот між зовнішнім і внутрішнім блоком (відстань між блоками по вертикалі) — 50 метрів. Таким чином, стало можливим розміщувати зовнішній блок кондиціонера в будь-якому зручному місці — на даху, в підвалі або навіть в декількох десятках метрів від будинку.

- Установка такої системи стоїть дешевше за установку систем типу чиллер-фанкойл, крім того монтаж системи VRV можливий практично на будь-якому етапі будівництва або експлуатації будівлі.

- Серед систем VRV є моделі, які дозволяють одночасно охолоджувати одні приміщення і одночасно нагрівати інші приміщення. Эта унікальна функція дозволять (наприклад навесні) переносити надлишки тепла з одного приміщення (сонячна сторона) в інші приміщення, де потрібно нагрівати повітря.

- В порівнянні із звичайними кондиціонерами, внутрішні блоки VRV підтримують задану температуру з вищою точністю — до $\pm 0,5$ °С.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Недоліки систем VRV:

- Практично єдиним недоліком мультизональних систем із змінною витратою хладагента є вартість цього устаткування.

4. Вибір системи і приладів автоматичного регулювання при використанні СКП для тепловологісної обробки повітря

Принципи регулювання хладагента в системі VRV

Процес охолодження:

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3 | Арж. |
| Змін. | Арж. | № докум. | Підпис | Дата | | 321 |

Регулювання хладагента залежить від кількості працюючих блоків (вкл. термостат) потужності, витрати повітря, температури всмоктування, і зміни вологості для внутрішніх блоків

- Навантаження на всю систему змінюється.
- Навантаження на кожен внутрішній агрегат різні

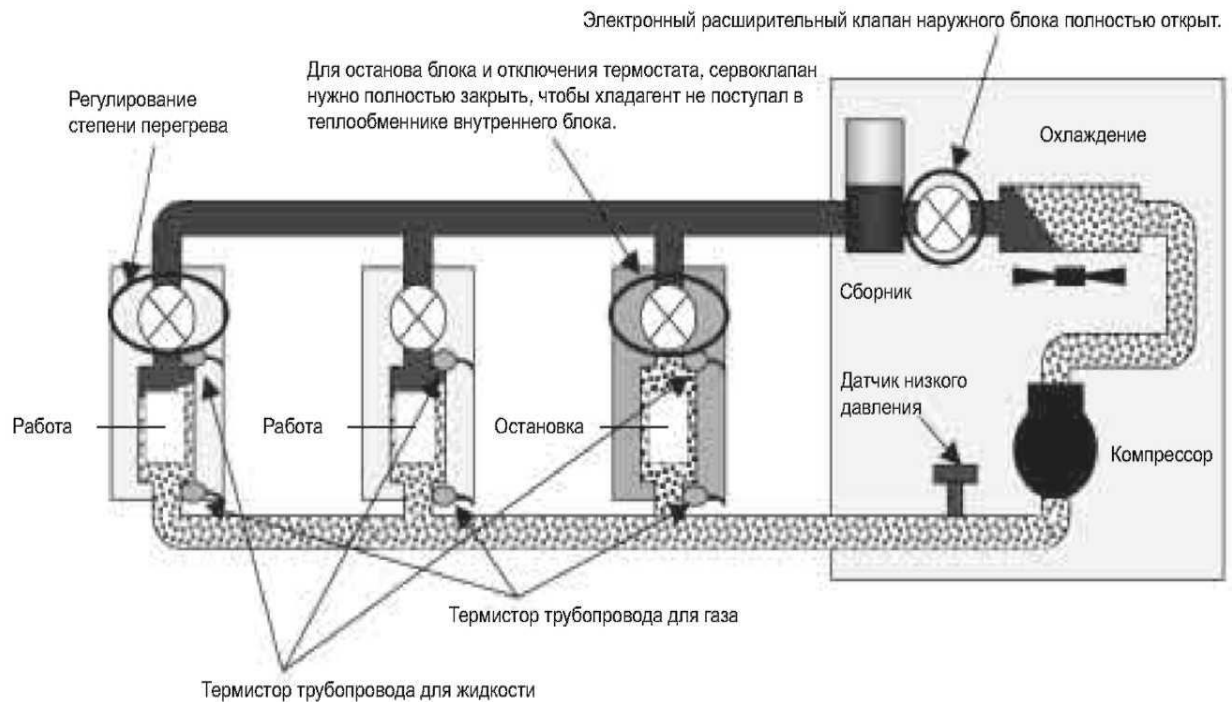


Рис. 5 – Регулювання хладагента в системі VRV, процес охолодження.

Управління потужністю компресора:

Для того, щоб підтримувати потужність охолодження відповідно до потужності

випарника і зміною навантаження на основі тиску, визначуваного датчиком низького тиску зовнішнього блоку (P_e), потужність компресора регулюється так, щоб еквівалентні температури насичення при низькому тиску (температура випару = T_e) були близькі до заданого значення.

Регулювання міри перегріву за допомогою електронного розширювального клапана внутрішнього блоку:

Для того, щоб підтримувати міру перегріву у випарнику і забезпечувати необхідну витрату хладагента, не дивлячись на різні навантаження на кожен внутрішній блок, на основі температури,

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | | | | |

визначуваної термісторами трубопроводів для рідини і для газу, електронний розширювальний клапан внутрішнього блоку регулюється так, щоб міра перегріву на виході випарника була близька до заданого значення.

• Міра перегріву $SH =$ (температура трубопроводу для газу внутрішнього блоку –

температура трубопроводу для рідини внутрішнього блоку).

Процес обігріву:

Регулювання хладагента залежить від кількості працюючих блоків (вкл. термостат) потужності, витрати повітря, температури всмоктування для внутрішніх блоків

- Навантаження на всю систему змінюється.
- Навантаження на кожен внутрішній агрегат різні.

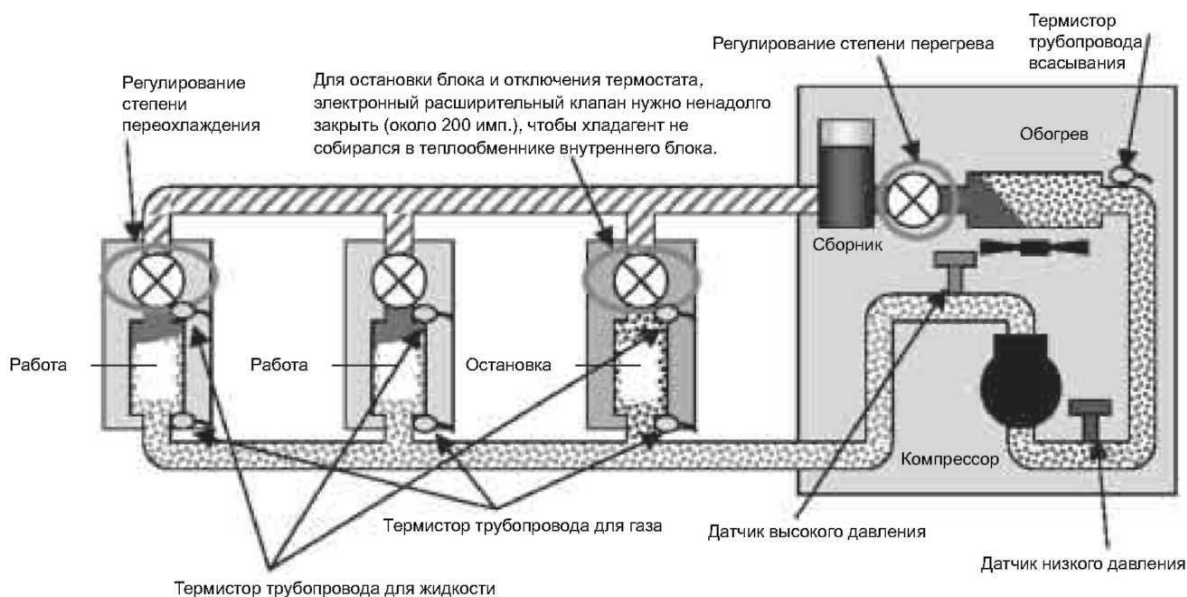


Рис. 6 – Регулювання хладагента в системі VRV, процес обігріву.

Управління потужністю компресора:

Для того, щоб підтримувати потужність обігріву відповідно до потужності конденсатора і зміною навантаження на основі тиску, визначуваного датчиком високого тиску зовнішнього блоку (P_c), потужність компресора регулюється так щоб еквівалентні температури насичення при

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

KPM.XUİKP.1.784-03.3.3

Арк.

34

високому тиску (температура конденсації = T_c) були близькі до заданого значення.

Регулювання міри перегріву за допомогою електронного розширювального клапана зовнішнього блоку:

Для того, щоб підтримувати міру перегріву у випарнику на основі тиску визначуваного датчиком низького тиску зовнішнього блоку (T_e) і температури визначуваної термістором температури трубопроводу всмоктування, електронний розширювальний клапан зовнішнього блоку регулюється так, щоб міра перегріву на виході випарника була близька до заданого значення.

- Міра перегріву $SH =$ (температура трубопроводу всмоктування зовнішнього блоку – температура трубопроводу випару зовнішнього блоку)

Регулювання міри переохолодження за допомогою електронного розширювального клапана внутрішнього блоку:

Для того, щоб правильно розподіляти витрату хладагента не дивлячись на різні навантаження на кожен внутрішній блок, на основі тиску, визначуваного датчиком високого тиску зовнішнього блоку (T_c) і температури, визначуваної термістором трубопроводу для рідини внутрішнього блоку, електронний розширювальний клапан внутрішнього блоку регулюється так, щоб міра переохолодження на виході конденсатора була близька до заданого значення.

- Міра переохолодження $SC =$ (температура конденсації зовнішнього блоку – температура трубопроводу для рідини внутрішнього блоку)

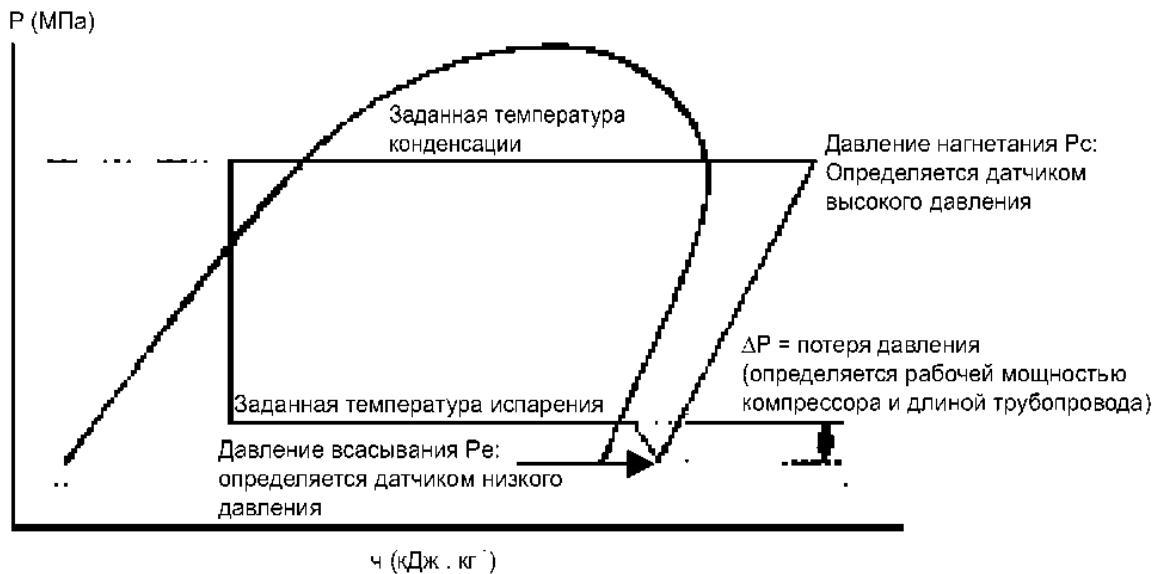


Рис. 7 – Управління потужністю компресора

При управлінні потужністю компресора системи VRV, тиск (P_e або P_c), визначуваний датчиком тиску, встановленим на зовнішньому блоці, перетвориться в еквівалентну температуру насичення, а температура випару (T_e) при охолодженні або температура конденсації (T_c) при обігріві змінюється на основі Під-регулювання так, щоб вони були близькими заданому значенню, з метою підтримки стійкої потужності, не дивлячись на навантаження, що миттєво змінюється. (Див. таблицю нижче, де приведені задані значення.)

Таблиця 5 - Середні температури насичення на стороні газу.

| | Задана температура конденсації/ Високий тиск | | Задана температура испарения/ Низький тиск | |
|-------|---|---------|---|----------|
| | R22 | 46 °C | 1,8 МПа | 5,5 °C |
| R407C | 48 °C | 1,9 МПа | 7,5 °C | 0,58 МПа |
| R410A | 46 °C | 2,8 МПа | 6,0 °C | 0,96 МПа |

* Всі приведені вище задані температури є середніми температурами насичення на стороні газу.

Втрата тиску в трубопроводі підвищується залежно від довжини сполучного трубопроводу і робочої потужності компресора. Для компенсації пониження

потужності, викликаного втратою тиску в трубопроводі, виконуються наступні корекції.

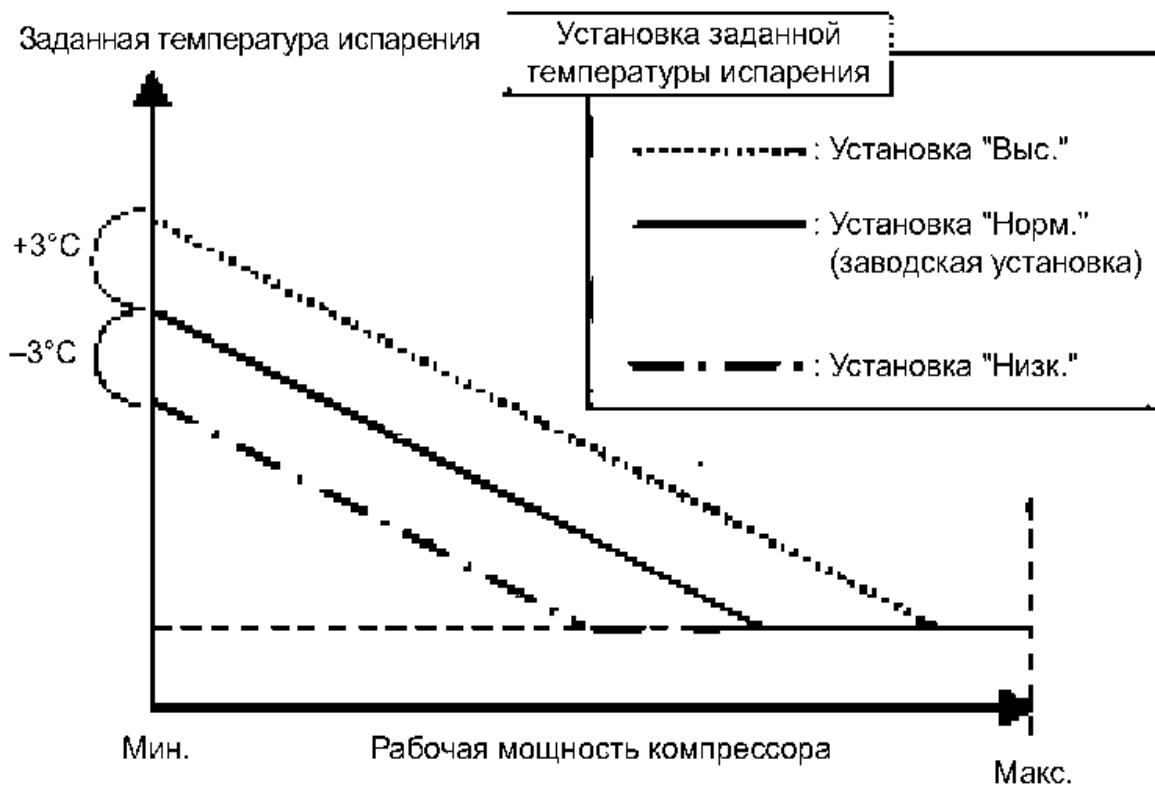


Рис. 8 - Корекція заданої температури випару з допомогою ΔP .

- Корекція заданого значення виконується місцевою установкою. Довгий сполучний трубопровід на монтажному майданчику може збільшити втрату тиску в трубопроводі, а установка в іншому порядку (зовнішній блок розташовується нижче за внутрішній блок) може збільшити внутрішній тиск в трубопроводі для рідини. В цьому випадку, “нижча” місцева установка заданої температури випару забезпечить стійку роботу. І навпаки, при короткому сполучному трубопроводі стабільна робота забезпечується вищою установкою.

Крім того, вибірка температури випару і конденсації виконується так, щоб тиск, визначуваний кожним датчиком високого/низкого тиску, прочитувався і розраховувався кожні 20 секунд. При кожному прочитуванні,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

потужність компресора (инверт. частота або СТАНД Вкл/викл) регулюється так, щоб усунути відхилення від заданого значення.

Електронний розширювальний клапан зовнішнього блоку:

В процесі охолодження

В процесі охолодження, електронний розширювальний клапан зовнішнього блоку зазвичай повністю відкритий.

Примітка: У деяких моделях типа L і пізніших, клапан може бути повністю закритий мостовою схемою.

В процесі обігріву = Регулювання міри перегріву

Міра перегріву [SH] розраховується на основі еквівалентної температури насичення при низькому тиску (T_e), перетвореною з тиску, визначеного датчиком низького тиску зовнішнього блоку (P_e) і температури, визначеної термістором трубопроводу всмоктування (T_e). Міра відкриття електронного розширювального клапана регулюється так, щоб міра перегріву [SH] стала близькій заданій мірі перегріву [SHS].

Коли $SH > SHS$, виконується корекція, щоб міра відкриття збільшилася в порівнянні з поточною.

Коли $SH < SHS$, виконується корекція, щоб міра відкриття зменшилася в порівнянні з поточною.

SH: Міра перегріву ($T_s - T_e$)

SHS: Задана міра перегріву (зазвичай 5°C)

Електронний розширювальний клапан внутрішнього блоку:

В процесі охолодження = Регулювання міри перегріву

Міра перегріву [SH] розраховується на основі температури, визначеної термістором трубопроводу для газу внутрішнього агрегату (T_g) і температури визначеною термістором трубопроводу для рідини (T_l). Міра відкриття електронного розширювального клапана регулюється так, щоб міра перегріву [SH] стала близькій заданій мірі перегріву [SHS].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.XU</i> КП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Компенсація виконується на основі різниці температур між встановленою температурою і температурою термістора повітря всмоктування (ΔT).

Коли $SH > SHS$, виконується корекція, щоб міра відкриття збільшилася в порівнянні з поточною.

Коли $SH < SHS$, виконується корекція, щоб міра відкриття зменшилася в порівнянні з поточною.

SH : Міра перегріву ($T_g - T_l$)

SHS : Задана міра перегріву

[Зазвичай 5°C , проте, коли різниця температур (ΔT) зменшується, SHS збільшується. (навіть при великій SH , міра відкриття стає малою.)]

ΔT : Настановна температура пульта дистанційного керування - значення визначене термістором повітря всмоктування

Регулювання міри переохолодження в процесі охолодження

Міра переохолодження [SC] розраховується на основі еквівалентної температури насичення при високому тиску (T_c), перетвореної з тиску, визначеного датчиком високого тиску зовнішнього блоку і температури, визначеної термістором трубопроводу для рідини внутрішнього блоку (T_l). Міра відкриття електронного розширювального клапана регулюється так, щоб міра переохолодження [SC] стала близькій заданій мірі переохолодження [SCS].

Компенсація виконується на основі різниці температур між встановленою температурою і температурою термістора повітря всмоктування (ΔT).

Коли $SC > SCS$, виконується корекція, щоб міра відкриття збільшилася в порівнянні з поточною.

Коли $SC < SCS$, виконується корекція, щоб міра відкриття зменшилася в порівнянні з поточною.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.XUİKP.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

SC: Міра перегріву ($T_c - T_l$)

SCS: Задана міра переохолодження.

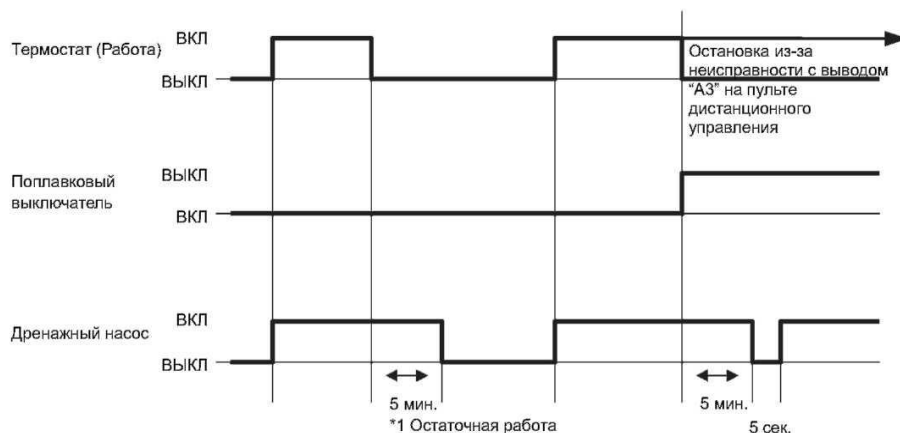
[Зазвичай 5°C , проте, коли різниця температур (ΔT) зменшується, SCS збільшується. (навіть при великій SC, міра відкриття стає малою.)]

ΔT : Настановна температура пульта дистанційного керування - значення визначене термістором повітря всмоктування.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.XUİKП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

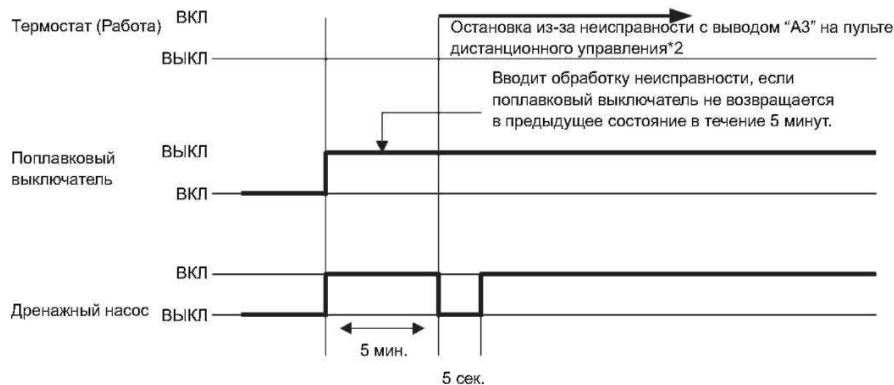
Управління дренажним насосом

(1) Поплавковый выключатель включается при ВКЛ термостате охлаждения.



*1: Целью остаточной работы является полный дренаж влаги, оставшейся на ребрении теплообменника внутреннего блока, когда термостат выключен.

(2) Поплавковый выключатель включается при ВЫКЛ термостате:



*2: При остановленной работе системы вывод неисправностей отсутствует; однако, при последующем пуске системы осуществляется вывод возможных неисправностей.

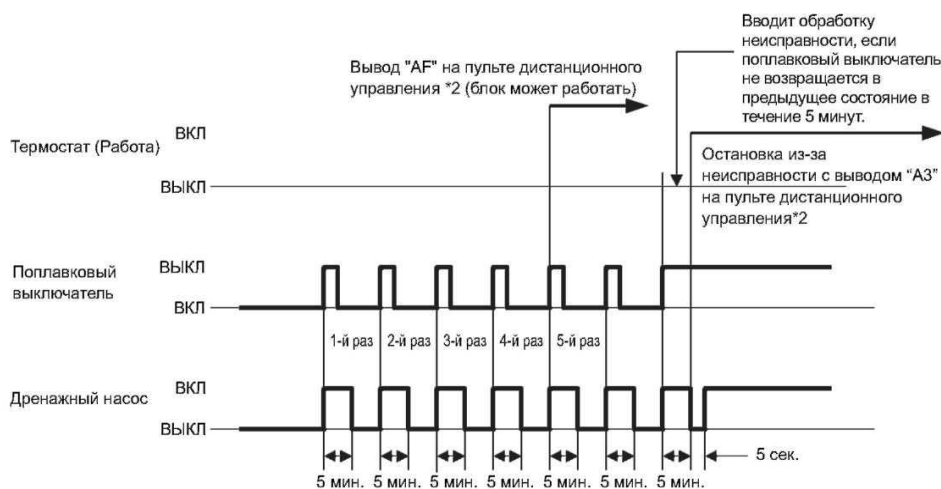


Рис. 9 - Управління дренажним насосом

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

КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3

Арк.

40

Управління запобіганням утворенню льоду

Управління запобіганням утворенню льоду на основі циклу виключень.

(Управління виконується з індивідуальним внутрішнім блоком.)

Коли температура, визначена термістором трубопроводу для рідини (Th2) теплообмінника внутрішнього блоку, падає, і умова ВКЛ виконується, то блок входить в режим управління запобіганням утворенню льоду (примусове виключення термостата).

При роботі в режимі запобігання утворенню льоду, швидкість вентилятора є постійною при інтенсивності L. Робота зупиняється при виконанні умови ВИКЛ, описаної нижче. Умова ВКЛ: Температура (Th2) рівна $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ або менше, всього протягом 40 мин., або температура рівна $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ або менше, всього протягом 10 мин. Умова ВИКЛ: Температура (Th2) рівна $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ або більш, безперервно протягом 10 мин.

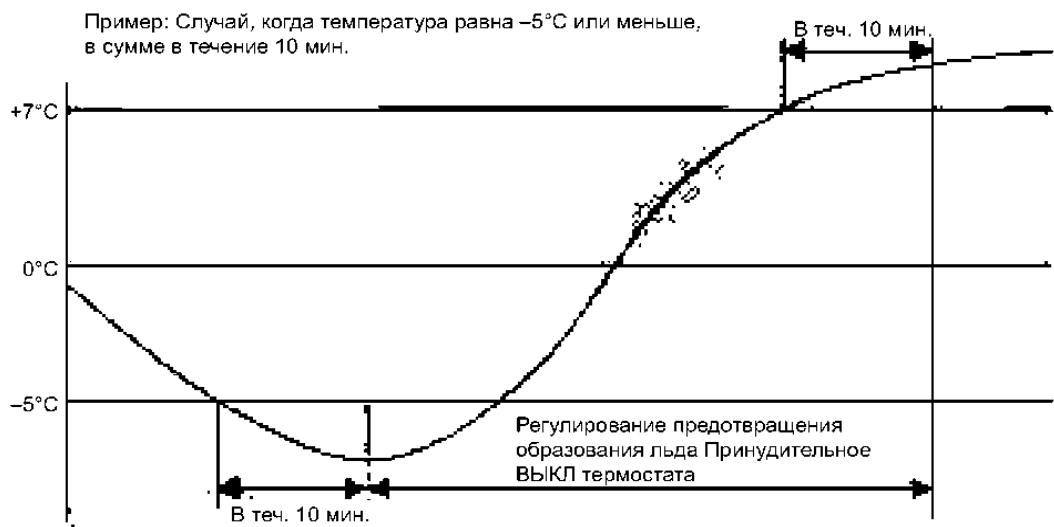


Рис. 10 - Управління запобіганням утворенню льоду

Принцип управління запобіганням утворенню льоду:

Профілактика утворення льоду

- Прагнення обмежити частоту Вкл/викл термостата і підтримувати комфортність.

→Забезпечення безперервної роботи в широкому діапазоні.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 41 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | | | | |

- Забезпечення надійної роботи компресора.

→ Частота Вкл/викл компресора обмежена (регулювання потужності електронного розширювального клапана внутрішнього блоку).

Можливість видалення продуктів замерзання.

- Запобігання витокам води.

→ Повністю забезпечується умова видалення продуктів замерзання.

Управління нагрівачем в системі VRV

Додатковий нагрівач (потрібний дротяний адаптер з врахуванням модифікації) Вкл/викл за умов, описаних нижче.

Умова включення (Всі умови мають бути виконані):

- режим обігріву і термостат ВКЛ
- Відсутній гарячий пуск
- Відсутня підготовка повернення масла або разморозки
- Відсутнє вирівнювання тиску
- T_c (Еквівалентна температура насичення при високому тиску з зовнішнього блоку) $< 50\text{ }^\circ\text{C}$
- Th_2 (Термістор трубопроводу для рідини внутрішнього блоку) $<$

43 °C

Умова виключення (Кожна умова нижче має бути виконане):

- Будь-який режим, окрім обігріву
- Термостат ВИКЛ
- Режим гарячого пуску
- Підготовка повернення масла або разморозки
- Вирівнювання тиску
- $T_c > 60\text{ }^\circ\text{C}$
- $Th_2 > 47\text{ }^\circ\text{C}$

Залишкова робота вентилятора

Щоб запобігти включенню пристрою термічного захисту, коли нагрівач вимкнений, вентилятор працюватиме протягом певного періоду часу

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 42 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

після виключення нагрівача. (Ця операція виконується незалежно від нагрівача.)

Час залишкової роботи = Стельовий підвісний блок: 100 секунд, інші блоки: 60 секунд.

Регулювання термостата при автоматичному перемиканні режимів охладжение/обогрев

При автоматичному перемиканні режимів охладжение/обогрев, блок регулюється, як показано нижче, на основі “значення різниці температур”.
Заводська установка значення різниці рівна 5°C.

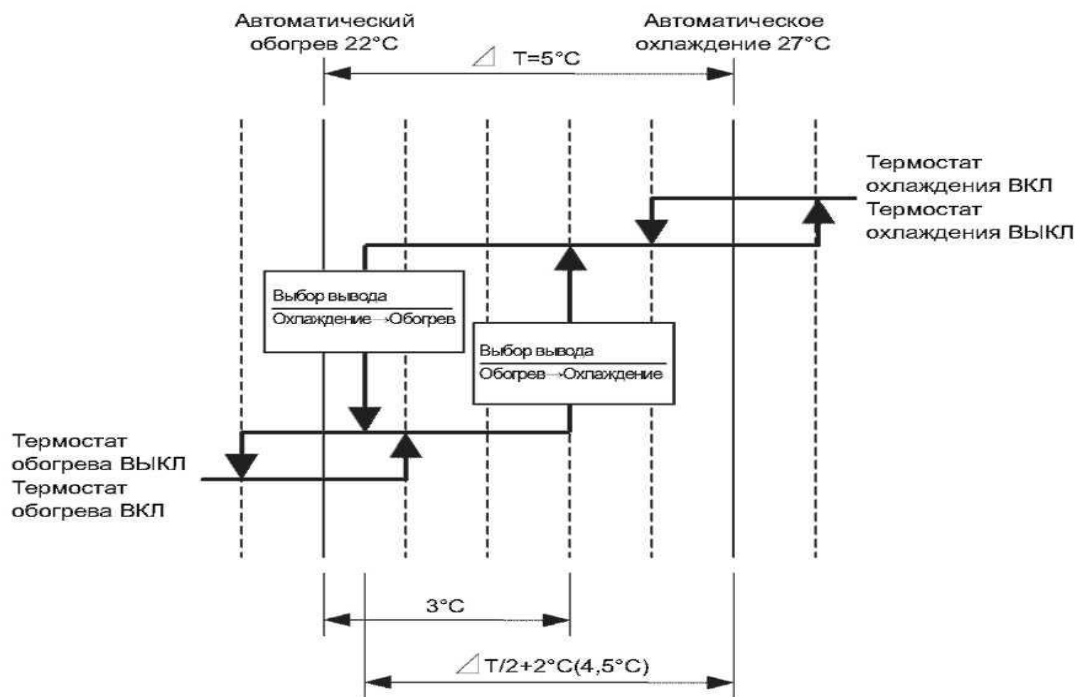


Рис. 11 - Разница охладжение/обогрев: при 5°C.

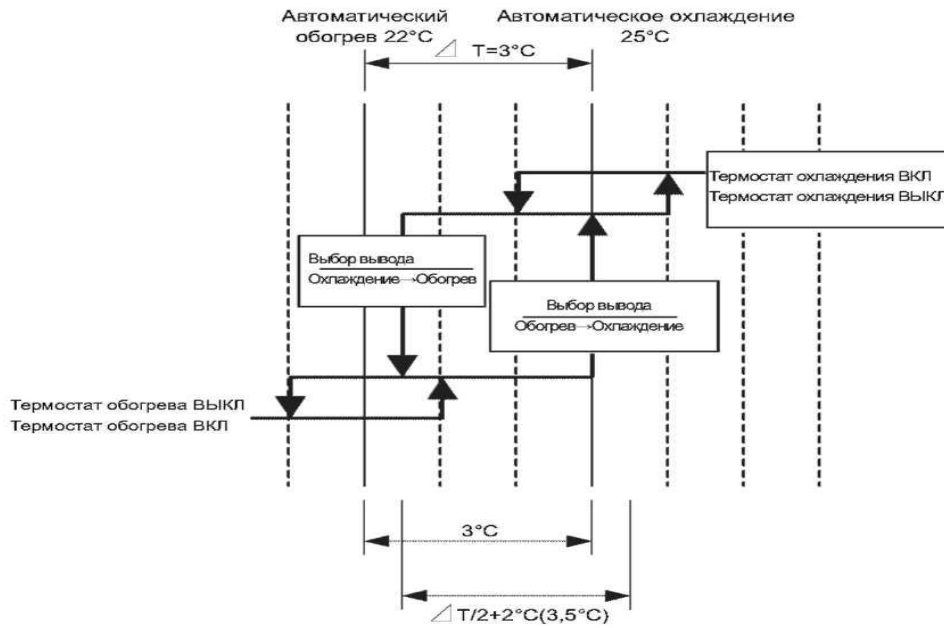


Рис. 12 - Різниця охладження/обогрев: при 3°C.

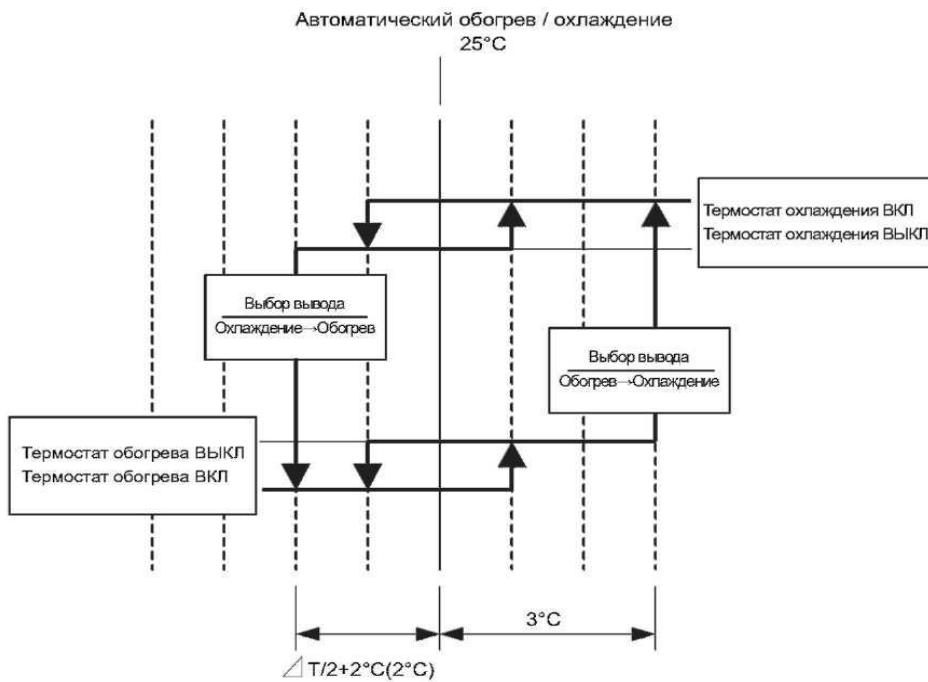


Рис. 13 - Різниця охладження/обогрев: при 0°C.

Щоб запобігти коливанням при перемиканні охладження/обогрев:

| | | | | |
|------|------|--------------|--------|------|
| Зам. | Арх. | Нач. об'єкту | Підпис | Дата |
|------|------|--------------|--------|------|

КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3

Арх.

45

- Після виключення термостата в режимі охолодження, якщо температура не досягає встановленої температури $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, то режим обігріву не слід включати.

- Після виключення термостата в режимі обігріву, якщо температура не досягає встановленої температури $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$, то режим охолодження не слід включати.

5. Охорона праці

Токсичність робочої речовини

У холодильній установці використовується хладагент – R-410A. Температура кипіння при атмосферному тиску $t_0 = 43,6 \text{ }^\circ\text{C}$. R-410A створений як альтернатива R-22, в його склад входять три хладони: R-32 (50%), R-125 (50%). Кожен з них відповідає за забезпечення певних властивостей: перший сприяє збільшенню продуктивності, другий виключає спалах, третій визначає робочий тиск в контурі хладагента. При будь-яких витоках цього хладагента його фракції випаровуються нерівномірно, і оптимальний склад міняється. Таким чином, при розгерметизації холодильного контура кондиціонер не можна просто дозаправити. Залишки хладагента необхідно злити і замінити новим.

Основний вид дії хладагента на організм людини - інгаляційна дія його пари. В разі розгерметизації устаткування масова частка хладагента в повітрі за інших рівних умов пропорційна тиску і щільності його пари, тобто при однакових ГДК і одній і тій же температурі хладагент з вищим тиском насиченої пари і щільністю потрапляє в повітря робочої зони швидше і представляє велику небезпеку, чим хладагент з низьким і тиском насиченої пари і щільністю.

Об'ємно-планувальні рішення по розміщенню проектованої установки

Машинне відділення розташовуємо в прибудові. У одному приміщенні з хладоновими установками забороняється розміщувати апарати і прилади з відкритим полум'ям або з нагрітими зовнішніми поверхнями, температура яких не перевищує $350 \text{ }^\circ\text{C}$.

Двері машинних відділень повинні виходити назовні будівель або в коридори, відокремлені дверима від інших приміщень і відкриваються у бік виходу. Мінімальні розміри проходів для обслуговування установок з об'ємною подачею компресорів не менше $0,017 \text{ м}^3/\text{с}$ повинні складати головний прохід і прохід від електрощита до виступаючих часток машин $1,2 \text{ м}$, між промовцями частями машин 1 м .

При розміщенні холодильного устаткування необхідно забезпечити:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 46 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

Висота приміщення машинного відділення 3,5 метра. Площа машинного відділення 49 м². Довжина приміщення 7 метрів і ширина 7 метрів.

У машинному відділенні є відкритий приямок для установки насосів. Приямок має огорожу висотою 1,1 м і двоє сходів.

Підлога машинного відділення рівна, виконана з бетону. Непрохідні канали і люки закриваються у рівень з підлогою металевими рифленими листами.

Стіни і стеля машинного відділення, а також холодильне устаткування забарвлені відповідно до нормативів, що діють.

Вимоги до контрольно-вимірювальних приладів і запобіжних клапанів

На кожному компресорі має бути встановлений манометр або мановакууметр, для виміру тиску масла на ресіверах, а також на кожухотрубних випарниках і конденсаторах поверхнею від 50 м².

Манометри мають бути з класом точності не нижче 2,5.

Для захисту компресора від високого тиску нагнітання по ходу агента встановлюють реле високого тиску РВТ, яке зупиняє компресор при підвищенні тиску нагнітання до ясно величини. Для захисту від низького тиску використовується реле низького тиску РНТ.

Для захисту від високої температури нагнітання використовують реле температури РТ.

Для контролю тиску в системі мастила застосовують реле контролю мастила РКМ.

Кількість запобіжних клапанів, їх розміри і пропускну спроможність розраховують з умови, щоб тиск в судині не міг перевищити робоче більш

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ніж на 0,05 мПа для судин з робочим тиском до 0,3 мПа включно, на 15% для судин з робочим тиском від 0,3 до 6 мПа і на 10% для судин з робочим тиском до 0,3 мПа включно, на 15% для судин з робочим тиском до 0,3 до 6 мПа і на 10% для судин з робочим тиском більше 6 мПа.

У хладонових холодильних установках застосовують, в основному, пружинні клапани. Конструкція запобіжних клапанів повинна унеможливити затягування пружини понад величину, встановлену для даного клапана. Не рідше за один раз на рік запобіжні клапани перевіряють на стенді на спрацьовування з подальшим опломбуванням. Якщо по характеру виробництва запобіжний клапан не може надійно працювати, то судину обладнали запобіжною пластиною, що розривається при тиску в судині, що перевищує робоче більш ніж на 25%.

Розрахунок і підбір запобіжного клапана

Визначаємо площу прохідного перетину клапана

$$F = \frac{M}{\mu \cdot V \cdot \sqrt{2\rho \cdot (P_1 - P_2)}}; \text{м}^2 \quad (17)$$

де $M = 0,985 \text{ кг/с}$ - масова витрата агента через клапан;

$P = 0,75$ – коефіцієнт витрати;

$\rho = 95,5 \text{ кг/м}^3$ – щільність холодильного агента при температурі і тиску в апараті для R – 410A при тиску спрацьовування клапана;

$$f = \left(\frac{P_2}{P_1}, K \right); V = 0,456 \quad (18)$$

V – коефіцієнт, залежний від відношення тиску P_2/P_1 і показника адіабати, таблиці. 25 [12]

P_1 – тиск спрацьовування клапана; мПа

P_2 – тиск після клапана, атмосферний; мПа

$$F = \frac{0.985}{0.75 \cdot 0.456 \cdot \sqrt{2 \cdot 95.5 \cdot (2.1 - 0.1) \cdot 10^6}} = 1,47 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Визначуваний діаметр клапана

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \text{м} \quad (19)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 48 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | |

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,47 \cdot 10^{-4}}{3,14}} = 0,014 \text{ м}$$

Приймаємо повнопідіймальний запобіжний клапан з параметрами:

діаметр вхідного патрубка: $D_y = 25\text{мм}$

діаметр перетину клапана в сідлі: $d_c = 15\text{мм}$

Правила безпеки при обслуговуванні

Мета організаційних заходів щодо техніки безпеки на холодильних установках – створення безпечних умов праці шляхом постійного контролю за дотриманням правил монтажу, експлуатації і ремонту устаткування. Чисельність обслуговуючого персоналу повинна відповідати нормам, тобто не менше двох машиністів в зміну і один якщо робота не постійна в перебігу доби.

Основні правила безпеки при обслуговуванні холодильної установки - заправка холодильним агентом.

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

І попереджувальний ремонт системи заземлення повинно оглядатися відповідно до вимог "Правил технічної експлуатації і безпечного обслуговування електроустановок промислових підприємств".

Забороняється палити в машинному відділенні. Забороняється експлуатувати замочну арматуру з пошкодженими маховиками, що утрудняють відкриття і закриття судин, апаратів і балонів.

Обслуговуючий персонал установки при роботі повинен носити спецодяг відповідно до норм, що діють.

Користування несправними автоматичними приладами забороняється. Перевірка приладів автоматичного захисту повинна проводитися не рідше за раз на рік з складанням акту.

Знімати огорожі з працюючого устаткування забороняється.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 49 |

Забороняється торкатися до рухомих часток машин і апаратів, як при роботі, так і при автоматичній зупинці, до усунення можливості їх автоматичного включення.

І перевірка протипожежного устаткування оглядається спеціальною адміністрацією, що призначається комісією в порядку, встановленому типовими правилами пожежної безпеки.

Догляд за електроустаткуванням виконується відповідно до "Правил технічної експлуатації і безпеки обслуговування електроустановок промислових підприємств".

Розбирання і ремонт електроустаткування, електродвигунів і електроапаратури, заміна ламп в електроарматурі і інші подібні роботи повинні проводитися тільки після виключення струму.

Випробування судин, що працюють під тиском

Технічний огляд апаратів холодильних установок проводять для перевірки їх міцності і щільності і своєчасного виявлення можливих дефектів в апаратах. Технічний огляд апарату включає внутрішній огляд і пневматичне випробування.

Внутрішній огляд апарату проводять не рідше за один раз на два роки. Якщо внутрішній огляд неможливий із-за конструктивних особливостей апарату, то його замінюють пневматичним випробуванням, що проводиться в терміни, передбачені для внутрішнього огляду. Пневматичні випробування апарату, доступного для внутрішнього огляду, проводять не рідше за один раз в 8 років.

При проведенні пневматичного випробування тиск в апаратах хладонових установок створюють осушеним газом або сухим інертним газом (азот, діоксид вуглецю) з балонів. Апарати хладонових установок перевіряють тільки на щільність.

На судину в експлуатації кріплять табличку з даними: номер реєстрації; робочий тиск; дату наступного огляду.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 50 |

Робота по проведенню технічного огляду відносять до особливо небезпечним, оскільки при розтині апарату перед внутрішнім оглядом може статися витік хладагента, а при пневматичному випробуванні – розрив апарату. Перед проведенням огляду начальник компресорного цеху оформляє наряд - допуск, в якому вказує заходи безпеки, особу, відповідальну за виконання роботи, особливі умови і термін дії наряду-допуску. Технічний огляд проводить бригада, очолювана машиністом або старшим машиністом компресорного цеху, для членів бригади проводять інструктаж, після чого перевіряють їх знання і розписуються в журналі.

Роботи по продуванню апарату і механічному випробуванню проводять механіка або старшого механіка під чуйним керівництвом відповідальної особи. При проведенні випробувань на хладонових холодильних установках працівники повинні мати рукавички і гумові окуляри.

Заходи безпеки при проведенні випробувань наступні:

Під час випробувань холодильна установка не працює.

Місце випробувань захищають, вивішуючи попереджувальні написи.

Для апаратів розташованих зовні зона, що охороняється, складає не менше 25 метрів.

При проведенні випробувань обслуговуючий персонал цеху і тих, що працюють поруч не зайняті у випробуваннях працівники віддаляються в безпечне місце.

Двері і вікна в приміщенні відкриті і включена загальнообмінна вентиляція.

При випробуванні не допускають різкого зниження або підвищення тиску в апараті.

Вентилі подачі і скидання повітря, запобіжний клапан, робочий і контрольний манометри виводять за захисний екран.

Разом з судиною завод-виготівник поставляє паспорт і інструкцію по монтажу і безпечній експлуатації.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

Електробезпека устаткування

Класифікація приміщення по ступеню небезпеки ураження електричним струмом

Згідно правилам пристрою електроустановок всі електричні установки діляться на дві групи залежно від напруги до 1000 В і понад 1000 В. На підприємствах холодної промисловості, а також для комфортного ВКВ знаходяться в експлуатації установки тільки першої групи. Виробничі приміщення всіх видів залежно від ступеня небезпеки ураження електричним струмом діляться на три категорії:

приміщення без підвищеної небезпеки – без струмопровідного пилю, без великої кількості заземлених металевих предметів (адміністративні, учбові приміщення і так далі).

приміщення з підвищеною небезпекою – сирі з відносною вологістю повітря понад 75%, температура повітря більш 300°C, з підлогою із струмопровідних матеріалів (цегельний, бетонний) з можливістю одночасного дотику до металевих корпусів електроустаткування і заземлених металоконструкцій (вентиляційні камери, механічні майстерні, камери холодильників та інші).

Особливо небезпечні приміщення – особливо сирі, з наявністю хімічно активної середи, два і більш за ознаки, що характеризують приміщення з підвищеною кислотністю.

Дане приміщення з холодною установкою відноситься до другої категорії, оскільки в ньому пів із струмопровідних матеріалів (бетонний) з можливістю одночасного дотику до металевих корпусів електроустаткування і заземлених металоконструкцій.

Захист від ураження електричним струмом і спалаху можна здійснити захисним відключенням, захисним заземленням або зануленням.

Розрахунок заземлюючого пристрою

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

Захисному заземленню і зануленню підлягають металеві струмопровідні частки електроустаткування, які із-за несправності ізоляції можуть опинитися під напругою.

Напруга $U = 380$ В, тому опір нового заземлюючого контуру має бути $[R] = 4$ Ом;

Умова розрахунку:

Грунт – чорнозем, для якого питомий опір $\rho = 30$ Ом·м.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту

$$\rho_{гр.} = \rho \cdot \psi, \text{ Ом}\cdot\text{м} \quad (20)$$

$$\rho_{гр.} = 30 \cdot 1,5 = 45 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

де $\rho_{ф}$ - фактичний опір ґрунту;

ψ - кліматичний коефіцієнт, що враховує сезонні коливання ґрунту.

Використовуємо тип заземлювача трубчастий. Розташування труб в ряд.

Довжина труби: $L_{тр} = 2$ м;

Діаметр труби: $d = 0,03$ м.

Труби між собою сполучені сталевією смугою шириною $b_{ш} = 0,04$ м.

Труби забиті так, щоб верхній край був нижчий за рівень землі на глибину $t_0 = 0,5$ м

Опір один вертикального заземлювача

$$R_{тр} = \frac{\rho_{гр.}}{2 \cdot \pi \cdot L_{тр}} \cdot \left(\ln \cdot \frac{2 \cdot L_{тр}}{d_t} + 0,5 \cdot \ln \cdot \frac{4t + L_{тр}}{4t - L_{тр}} \right), \text{ Ом} \quad (21)$$

d_t - зовнішній діаметр труби;

t - глибина центру труби;

$$t = t_0 + \frac{L_{тр}}{2}, \text{ м}, \quad (22)$$

$$t = 0,5 + \frac{2}{2} = 1,5 \text{ м}$$

Приймаємо відстань між стрижнями заземлювачами, довжину одиночної смуги.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 53 |

$$l_{\text{н}} = 2 \cdot L_{\text{тр}} \text{ м} \quad (23)$$

$$l_{\text{н}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ м}$$

$$R = \frac{45}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,03} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,5 + 2}{4 \cdot 1,5 - 2} \right) = 18,8 \text{ Ом.}$$

Кількість вертикальних заземлювачів

$$n = \frac{R}{[R]}, \quad (24)$$

$$n = \frac{18,8}{4} = 4,7.$$

Округлимо набутого значення до найближчого стандартного значення 2, 4, 6, 20, 40, 60, 100.

Приймаємо $n = 6$ шт.

Опір системи вертикальних заземлювачів

$$R_{\text{в}} = \frac{R}{n \cdot \eta_{\text{в}}} \text{ Ом} \quad (25)$$

$$R_{\text{в}} = \frac{18,8}{6 \cdot 0,85} = 3,7 \text{ Ом.}$$

де $\eta_{\text{в}} = 0,85$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів приймаємо з таблиці №19[12], враховуючи, що $n = 6$ штук;

Довжина горизонтального заземлювача

$$L = l_{\text{н}} (n - 1) \text{ м} \quad (26)$$

$$L = 4(6 - 1) = 20 \text{ м.}$$

Опір горизонтального заземлювача

$$R_{\text{г}} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot \eta_{\text{г}}} \ln \frac{2L^2}{b_{\text{н}} \cdot 0,5 \cdot t_0} \text{ Ом} \quad (27)$$

$$R_{\text{г}} = \frac{45}{2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 0,84} \ln \frac{20^2}{0,04 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 4,5 \text{ Ом.}$$

де $\eta_{\text{г}} = 0,85$ – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів приймаємо з таблиці №20 [12], враховуючи, що $n = 6$ штук;

Опір системи

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 54 |

$$R_c = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, \text{ Ом} \quad (28)$$

$$R_c = \frac{3,7 \cdot 4,5}{3,7 + 4,5} = 2,0 \text{ Ом.}$$

Це менше допустимого $[R] = 4 \text{ Ом}$.

Вибраний заземлювач задовольняє умовам, оскільки опір групових заземлювачів менше допустимого.

Пожежна профілактика

Приміщення для устаткування повинні відповідати вимогам вибухової і пожежної безпеки, що пред'являються до обслуговуваних цими системами приміщенням і ділянкам відповідно категорії розміщених в них виробництв.

При обслуговуванні декількох приміщень вимоги приймаються по вищій з категорій вибуховий, вибухопожежний або пожежній небезпеці з числа обслуговуваних приміщень.

При проектуванні необхідно передбачати застосування шумоглушників виготовлених з матеріалів, що не згорають.

Машинні і апаратні відділення хладонових установок відносяться до категорії Д (оскільки тут використовуються негорючі речовини і матеріали в холодному стані).

Протипожежні вимоги до конструкції будівлі і ступінь вогнестійкості його залежно від категорії виробництва по вибухо – пожежонебезпеці.

Згідно [12] всі будівельні матеріали і конструкції діляться на тих, що не згорають, важкоспалимі і такі, що згорають.

До матеріалів, що не згорають, відносяться всі природні матеріали, вживані в будівництві метали, а також гіпсові або гіпсоволокнисті плити при змісті органічної маси більше 8% (по масі).

Важкоспалимими - називають матеріали, що складаються з складових, що не згорають і згорають. До таких матеріалів відносяться асфальтовий бетон.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

До тих, що згорають відносяться матеріали, які під впливом відкритого полум'я або температури запалали і продовжують горіти у відсутність джерела запальника.

Межа вогнестійкості будівельних конструкцій - час в годиннику, визначається від початку випробування конструкції на вогнестійкість до виникнення одного з наступних ознак: освіта в конструкції крізних тріщин або крізних отворів, через які проходять продукти горіння або полум'я; підвищення температури на стороні конструкції, що не обігривається, більш ніж на 180⁰С порівняно з температурою до випробування або більше 220⁰С незалежно від температури конструкції до випробування, втраті конструкцією здатності, що несе.

Всі будівлі і конструкції по вогнестійкості розділяються на 8 ступенів [15]. Основні конструкції машинних залів мають бути II-го ступеня вогнестійкості з негорючих матеріалів. Приміщення машинних залів і апаратних залів аміачних холодильних установок відокремлюють від інших приміщень стінами з матеріалів, що не згорають, з межею вогнестійкості 0,75 год.

Розрахунок кількості води для пожежогасінні

Оскільки у нас II ступінь вогнестійкості будівлі, розрахункова тривалість гасіння пожежі приймаємо рівною 2 годинам.

Розрахунок недоторканного запасу води в резервуарі виходить з можливості кількості одночасних пожеж, розрахунковій продуктивності їх і витрата води в період пожежі:

$$V = \frac{k \cdot g \cdot n \cdot \tau}{1000} \text{ м}^3 \quad (29)$$

до = 1,15 – коефіцієнт запасу

g = 10 л/с – питома витрата води на одну пожежу

n = 1 – кількість пожеж, оскільки S_{пр} < 150 га.

τ - розрахункова тривалість пожежі, для будівель категорії Д рівна 2

ч.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |

$$V = \frac{1,15 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3600}{1000} = 82,8 \text{ м}^3$$

Приймаємо об'єм водоймища рівним $V = 83 \text{ м}^3$.

Розрахунок виробничого освітлення

Проведемо розрахунок системи штучного освітлення, забезпечивши вимоги норм до даного приміщення.

Матимемо в своєму розпорядженні світильники ряди. Для забезпечення рівномірного розподілу освітленості необхідно щоб відношення відстані між центрами світильників L_k до висоти їх підвісу над робочою поверхнею H_p дорівнювало 1,5

$$\frac{L_k}{H_p} = 1,5. \quad (30)$$

Висота від світильника до робочої поверхні

$$H_p = H - h_{rp} - h_c, \text{ м} \quad (31)$$

де $H = 3,5 \text{ м}$ – висота стелі приміщення;

$h_{rp} = 0,8 \text{ м}$ – стандартна висота робочої поверхні;

$h_c = 1 \text{ м}$ – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

$$H_p = 3,5 - 0,8 - 1 = 1,7 \text{ м.}$$

Звідки відстань між світильниками

$$L_k = H_p \cdot 1,5 \quad (32)$$

$$L_k = 1,4 \cdot 1,7 = 2,4 \text{ м}$$

Визначаємо кількість світильників

$$N = \frac{A \cdot B}{L_k^2} \quad (33)$$

де $A = 7 \text{ м}$ – довжина приміщення;

$B = 7 \text{ м}$ – ширина приміщення;

L_k – відстань між світильниками.

$$N = \frac{7 \cdot 7}{2,4^2} = 8,5.$$

Приймаємо кількість світильників $N' = 9$ шт.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 57 |

Визначаємо нормовану освітленість на робочому місці

Для умов машинних залів холодильних установок [4]

$E_{\text{норм}} = 200 \dots 300 \text{ Лк}$. Приймаємо $E_{\text{норм}} = 250 \text{ Лк}$.

Розрахунок виробничої системи освітлення

Визначуваний геометричний індекс приміщення

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}, \quad (34)$$

$$i = \frac{7 \cdot 7}{1,4 \cdot (7 + 7)} = 2,5.$$

Задавшись значеннями коефіцієнта віддзеркалення стелі $\rho_{\text{п}} = 50 \%$ і коефіцієнта віддзеркалення стін $\rho_{\text{с}} = 30 \%$ відповідно до типа світильника і отриманого індексу приміщення знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,38$.

Визначуваний світловий потік лампи

$$\Phi = \frac{E_{\text{норм}} \cdot S \cdot k \cdot z}{N' \cdot \eta} \text{ лм} \quad (35)$$

де $E_{\text{норм}} = 250 \text{ лк}$ – нормована освітленість для даного типа приміщення для ламп розжарювання;

$S = 49 \text{ м}^2$ – площа приміщення.

$k = 1,5$ – коефіцієнт запасу для даного приміщення.

$z = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення для люмінесцентних ламп.

$N' = 9$ – заокруглена кількість світильників.

$\eta = 0,38$ - коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi = \frac{250 \cdot 49 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{9 \cdot 0,38} = 5910 \text{ лм.}$$

За значенням Φ підбираємо однорядну лампу ЛБ – 80;

$\Phi = 5220 \text{ лм}$; потужність однієї лампи $N_{\text{ламп}} = 80 \text{ Вт} = 0,08 \text{ кВт}$

Визначаємо відхилення світлового потоку

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 58 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$\Delta = \frac{\Phi - \Phi'}{\Phi} \cdot 100\%, \quad (36)$$

$$\Delta = \frac{5910 - 5220}{5910} \cdot 100\% = 11,6\%.$$

Що входить в допустимий діапазон відхилень, від - 10% до + 20%.

Загальна потужність системи освітлення

$$P = n \cdot P_{\text{л}} \cdot N, \text{Вт}, \quad (37)$$

де $n = 1$ - кількість встановлених ламп;

$P_{\text{л}} = 80$ Вт – потужність однієї лампи.

$$P = 1 \cdot 80 \cdot 9 = 720 \text{ Вт}.$$

Розрахунок припливно-витяжної вентиляції

Продуктивність припливної вентиляції

$$L_{\text{прип(вит)}} = V_{\text{прм}} \times K, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (38)$$

де $V_{\text{прм}}$ - об'єм приміщення; $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$V_{\text{прм.}} = A \cdot B \cdot H, \text{ м}^3 \quad \text{м}^3/\text{год} \quad (39)$$

$$V_{\text{прм.}} = 7 \cdot 7 \cdot 3,5 = 171,5, \text{ м}^3/\text{год}$$

K – кратність циркуляції для приміщень з хладоновими холодильними установками приймається: припливна $K = 3$; витяжна $K = 4$; аварійна $K = 4$.

$$L_{\text{прип}} = 171,5 \cdot 3 = 514,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Потужність електродвигуна вентилятора

$$N = \frac{\kappa_{\text{зап}} \cdot \Delta P \cdot L \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пр}}} \text{ кВт} \quad (40)$$

де $\Delta P = 250$ Па - повний тиск, який розвивається вентилятором;

$L = 514,5$ м³/час – продуктивність вентилятора;

$\eta_{\text{в}} = 0,7$ – ккд вентилятора;

$\eta_{\text{пр}} = 1$ – ккд приводу, який при безпосередній установці колеса на валу двигуна рівний 1.

$$N = \frac{1,3 \cdot 250 \cdot 514,5 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 1} = 0,0663 \text{ кВт}.$$

Продуктивність витяжної і аварійної вентиляції

| | | | | | |
|------|------|----------|--------|--------------|--|
| | | | | Арх. Арк. | |
| | | | | 60 | |
| | | | | 59 | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |
| Змт. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |

КРМ ХУІКП.1.784-03.3.3
КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3

$$L_{\text{авар}} = 171,5 \cdot 4 = 686 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Потужність електродвигуна вентилятора

$$N = \frac{1,3 \cdot 250 \cdot 686 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 1} = 0,088 \text{ кВт}.$$

Долікарська допомога

Перша допомога при отруєнні хладагентами. При попаданні рідкого хладагента на шкіру обережно розтирають обморожену ділянку стерильною ватяною кулькою або марлевою серветкою до почервоніння шкіри. Обморожене місце після цього обтирають спиртом і накладають на нього марлеву пов'язку. В разі освіти на тілі міхурів шкіру розтирати не можна - на обморожену ділянку тіла необхідно також накласти стерильну пов'язку.

При задусі, викликаній недоліком кисню в приміщенні, заповненому газоподібним хладоном, необхідно негайно вивісьпострадавшего на свіже повітря. Рекомендується пиття, вдихання кисню на протязі 30-45 хвилин. В разі припинення дихання слід робити штучне дихання до приходу лікарки.

При попаданні хладону в очі їх промивають струменем води кімнатної температури під невеликим тиском і закопують в очі стерильне вазелінове масло, після чого необхідно звернутися до лікарні.

Висновок

У даному розділі дипломного проекту розроблені заходи по запобіганню від ураження електричним струмом. Розглянені заходи по наданню долікарської допомоги. Розрахована продуктивність вентиляції по кратності повітрообміну. Проведений розрахунок засобів пожежогасінні, на випадок виникнення пожежі.

6. Цивільна оборона

Тема: Захист робітників і службовців в умовах надзвичайних ситуацій.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 61 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Надзвичайна ситуація (далі НС) — це порушення нормальних і умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних витрат.

Надзвичайні ситуації за походженням поділяють на такі.

Надзвичайні ситуації природного характеру — небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміна стану водних ресурсів та біосфери тощо.

Небезпечне природне явище — це подія природного походження або результат природних процесів, які за своєю інтенсивністю, масштабом поширення і тривалістю можуть уражати людей, об'єкти економіки та довкілля.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру — транспортні аварії (катастрофи), пожежі, неспровоковані вибухи чи загрози, аварії з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних біологічних речовин, раптове руйнування споруд та будівель, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічні аварії на греблях, дамбах тощо.

Потенційно небезпечний об'єкт — це такий об'єкт, на якому використовуються, переробляються, зберігаються або транспортуються небезпечні радіоактивні, пожежовибухові речовини та біологічні препарати, гідротехнічні й транспортні споруди, транспортні засоби, а також інші об'єкти, що створюють реальну загрозу виникнення надзвичайної ситуації.

Аварія — це небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті або території загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування

будівель, споруд, обладнання і транспорт, них засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Катастрофа — великомасштабна аварія чи інша подія, що призводить до тяжких трагічних наслідків.

Виходячи з характеру походження подій, що зумовлюють виникнення надзвичайних ситуацій на території України, розрізняють:

— надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру, пов'язані з протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування: здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і утримання важливих об'єктів, ядерних установок і матеріалів, систем зв'язку та телекомунікація, напад чи замах на екіпаж повітряного чи морського судна), викрадення (спроба викрадення) чи знищення суден, захоплення, встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях, зникнення, крадіжка зброї, виявлення застарілих боєприпасів тощо;

— надзвичайні ситуації воєнного характеру, пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних та гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних й токсичних речовин і відходів, нафтопродуктів, вибухових, сильнодіючих ядучих речовин, токсичних відходів, транспортних та інженерних комунікацій тощо.

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру це — система організаційних, технічних, медико-біологічних, фінансово-економічних та інших заходів для запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків, що реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, відповідними силами та засобами підприємств, установ та організацій, незалежно від форм власності й господарювання, добровільними формуваннями і спрямовані на

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 62 |

захист населення і територій, а також матеріальних і культурних цінностей та довкілля.

Основними завданнями у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру є:

— здійснення комплексу заходів для запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру та реагування на них;

— забезпечення готовності та контролю за станом готовності до дій і взаємодій органів управління у цій сфері, сил та засобів, призначених для запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру і реагування на них.

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру здійснюється на принципах:

— пріоритетності завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я і довкілля

— надання переваги раціональній та превентивній безпеці;

— вільного доступу населення до інформації щодо захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій;

— особистої відповідальності й піклування громадян про власну безпеку, неухильного дотримання ними правил поведінки та дій у надзвичайних ситуаціях;

— відповідальності посадових осіб у межах своїх повноважень, за дотримання вимог цього Закону;

— обов'язковості завчасної реалізації заходів, спрямованих на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;

— урахування економічних, природних та інших особливостей територій і ступеня реальної небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій;

— максимально можливого ефективного і комплексного використання наявних сил і засобів, призначених для запобігання надзвичайним ситуаціям і реагування на них.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 63 |

У питаннях захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру громадяни України мають право на:

- отримання інформації про надзвичайні ситуації, що виникли або можуть виникнути, та про заходи необхідної безпеки;
- забезпечення та використання засобів колективного й індивідуального захисту, які призначені для захисту населення від надзвичайних ситуацій у разі їх виникнення;
- звернення до місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування з питань захисту від надзвичайних ситуацій;
- відшкодування збитків, згідно із Законом, заподіяних їхньому здоров'ю та майну внаслідок надзвичайних ситуацій;
- компенсацію за роботу в зонах надзвичайних ситуацій;
- соціально-психологічну підготовку та медичну допомогу;
- інші права у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру відповідно до законів України.

Основним завданням цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій є захист населення.

Захист населення — це створення необхідних умов для збереження життя і здоров'я людей у надзвичайних ситуаціях.

Головна мета захисних заходів — уникнути або максимально знизити ураження населення.

До системи захисту населення і територій, що проводяться в масштабах держави у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій належать: інформація та оповіщення, спостереження і контроль, укриття в захисних спорудах, евакуація, інженерний, медичний, психологічний, біологічний, екологічний, радіаційний і хімічний захист, індивідуальні засоби захисту, самодопомога, взаємодопомога в надзвичайних ситуаціях.

З метою запобігання виникненню надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру здійснюються заходи інженерного захисту під час

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 64 |

проектування й експлуатації споруд та інших Об'єктів господарювання, наслідки діяльності яких можуть шкідливо вплинути на безпеку населення і довкілля.

Заходи інженерного захисту населення і території мають передбачати: під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування враховувати можливі прояви небезпечних і катастрофічних явищ і раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їхньої діяльності у разі виникнення аварії: спорудження будинків, будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності; розроблення і здійснення заходів безаварійного функціонування об'єктів підвищеної небезпеки, створення комплексної схеми захисту населення пунктів та об'єктів господарювання від небезпечних природних процесів; розроблення і здійснення регіональних та місцевих планів запобігання надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків; організацію будівництва протизсувних, протиповіневих, проти селевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення; реалізацію заходів санітарної охорони території.

Для запобігання ураженню людей або зменшення його ступеня, своєчасного надання медичної допомоги постраждалим, забезпечення епідемічного благополуччя в зонах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру необхідно проводити такі заходи: планування і використання наявних сил і засобів закладів охорони здоров'я незалежно від форм власності й господарювання; розгортання в умовах надзвичайної ситуації необхідної кількості лікувальних закладів; завчасне застосування профілактичних медичних препаратів та санітарно-епідеміологічних заходів, контроль якості харчових продуктів, продовольчої сировини, питної води і джерел водопостачання, стану атмосферного повітря та опадів, стану довкілля, санітарно-гігієнічної та епідеміологічної ситуації; завчасне створення і підготовку медичних формувань, медичного персоналу та загальне медико-

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 65 |

санітарне навчання населення, накопичення медичних засобів захисту, медичного та спеціального майна і техніки, навчання населення способів надання першої медичної допомоги; недопущення впливу на здоров'я людей шкідливих факторів навколишнього середовища та наслідків надзвичайних ситуацій.

Головним і невід'ємним елементом всієї системи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру в інформація та оповіщення.

Зміст інформації мають становити відомості про надзвичайні ситуації, що прогнозуються або вже виникли, з визначенням їхньої класифікації, меж поширення і наслідків, а також заходи реагування на них.

Оперативну і достовірну інформацію про стан захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, методи та способи їх захисту, заходи безпеки зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації центральні та місцеві органи виконавчої влади та виконавчі органи рад.

Оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій і постійне інформування про них населення забезпечується шляхом:

— завчасного створення, підтримання в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення населення;

— організаційно-технічного з'єднання територіальних систем централізованого оповіщень і систем оповіщення на об'єктах гос-подарювання;

— завчасного створення та організаційно-технічного з'єднання із системами спостереження і контролю постійно діючих локальних систем оповіщення та інформування населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств та інших об'єктів підвищеної небезпеки;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 66 |

— централізованого використання загальнодержавних і галузевих систем зв'язку, радіопровідного, телевізійного оповіщення, радіотрансляційних мереж та інших технічних засобів передавання інформації.

Оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайної ситуації у мирний, в особливий період та постійне інформування його про наявну обстановку — одне з важливих завдань цивільного захисту України. Для цього створюється система, організаційно-технічне об'єднання засобів для передачі сигналів і розпоряджень органів управління цивільного захисту.

Система оповіщення та інформативного забезпечення створюється завчасно в усіх ланках пунктів управління.

Основу системи оповіщення утворюють автоматизована система централізованого оповіщення мережі зв'язку та радіомовлення, а також спеціальні засоби.

Укриття населення в захисних спорудах – це комплекс заходів із завчасним будівництвом захисних споруд, а також пристосування наявних приміщень для захисту населення та підтримання їх у готовності до використання.

Фонд захисних споруд створюється шляхом обстеження й обліку підземних та наземних будівель і споруд, що відповідають вимогам захисту населення; погребів та інших заглиблених приміщань; обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд; гірничих виробок і природних порожнин, що відповідають вимогам захисту; у разі необхідності переобладнання цих приміщень;

Будівництво заглиблених споруд пристосованих для захисту, що окремо розташовані від об'єктів виробничого призначення; масового будівництва в період загрози надзвичайних ситуацій найпростіших сховищ та укриттів; будівництво окремих сховищ та протирадіаційних укриттів.

Розосередження і евакуація у багато разів знижують щільність населення міст, а, отже, і втрати населення можуть бути значно зменшені.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 67 |

Безпосередньо організацією і проведенням евакуаційних заходів займаються начальники і штаби цивільної оборони евакуаційні комісії, що створюються в містах (міських районах). Розосередження і евакуацію організують і проводять після здобуття розпорядження про їх проведення.

Для проведення розосередження і евакуації використовуються всі види суспільного транспорту (залізничний, автомобільний, водний), не зайнятого військовими і невідкладними виробничими і господарськими перевезеннями, а також транспорт індивідуального користування.

Всі роботи по організації і проведенню розосередження і евакуації населення здійснюються у відповідності з планом і вказівками начальника ЦО об'єкту. Для керівництва розосередженням і евакуацією населення на об'єкті створюється евакуаційна комісія, а на крупних об'єктах, крім того, можуть створюватися також збірні евакуаційні пункти (ЗЕП). Наказом начальника ЦО об'єкта створюється адміністрація ЗЕП. Головою об'єктової евакуаційної комісії призначається один із заступників керівника об'єкту.

Розосередження і евакуація населення проводяться через збірні евакуаційні пункти. Під них зазвичай відводяться школи, клуби і інші суспільні будівлі. Призначаються ЗЕП для збору, реєстрації і відправки населення, евакуйованого транспортом, на станції, пристані і інші пункти посадки, а евакуйованого в пешому порядку (пішими колонами), - на вихідні пункти пішого руху. ЗЕП організують зазвичай поблизу залізничних станцій, платформ, портів, пристаней, а для населення, що виводиться пішим порядком, - поблизу маршрутів виводу в призначені райони.

Отримавши розпорядження про проведення розосередження і евакуації, начальник ЦО організовує виконання евакуаційних заходів відповідно до плану і розпорядження старшого начальника.

У випадку, якщо робітників і службовців розмістити разом з сім'ями не представляється можливим, членів їх сімей евакуйовували окремо в більш віддалені райони по напрямку розосередження (евакуації); час їх явки на

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3</i> | Арк. |
| | | | | | | 68 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

збірний евакуаційний пункт буде встановлений особливо.

Не допускається вживання забруднених продуктів харчування і води, і приймаються інші запобіжні засоби.

Евакуація проводиться з тих районів, де перебування населення може привести до зараження вище допустимої межі і де не можна забезпечити його захис тіншими способами. Рішення на евакуацію приймається начальником ЦО області (краї, республіки без обласного ділення).

Висновок:

Дана система кондиціонування розташовується на станції технічного обслуговування (СТО), де можлива вірогідність виникнення надзвичайних ситуацій небезпечних для життя людей і матеріальних цінностей. Тому обслуговуючий персонал має бути відповідно проінструктований сигналам ГО і діям в разі надзвичайних ситуацій.

Від підготовки обслуговуючого персоналу безпосередньо залежить те, як правильно поступати при НС. У данному розділі розглянуті всі чинники, які можуть впливати на результат роботи і безпеки робітників і службовців СТО. Таким чином, в данному розділі знаходиться вся необхідна інформація для інструктажа і підготовки робітників і службовців до можливих надзвичайних ситуацій.

7. Економічна частина

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

| | | | | | | | | | | |
|------|------|---------|-------|------|------------------------|--|--|--|--|-----|
| | | | | | | | | | | АРК |
| | | | | | | | | | | 68 |
| ЗМН. | АРК. | № ВЕКМ. | Після | Дата | КРМ:ХУІКП.1:784-03:3:2 | | | | | |

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 $O_{НТЕ}$, який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} , \quad (1)$$

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

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

Значення показника $K^{\Phi}_{НТЕ}$ визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 8.1).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| | | | | | | 71 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

З цією метою:

- розроблюють 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. 1.

До числа специфічних показників відносять:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 72 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | <i>КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3</i> | | | | |

- 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 $K^{\Phi}_{НТЕ}$ у табл. 8.2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

Таблиця 8.2

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 ³ | 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:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (2)$$

де $i = 1 \div 4$,

B_i – бали (рейтингове число),

K – коефіцієнт значущості показників.

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 8.3).

Таблиця 8.3

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

| № | Групи показників | Рейтинг експертів | | | Середня за експертними | НТЕ | Док. |
|-------------------------------|------------------|-------------------|--------|------|------------------------|-----|------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | | | | | | | |
| КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 73 |

| | | | | | оцінками | |
|-------------|--|---|---|---|----------|--------------------|
| 1 | Науково-технічний рівень | 8 | 7 | 8 | 7,67 | 2,91 (8,33 x 0,35) |
| 2 | Перспективність | 5 | 5 | 6 | 5,33 | 2,21 (6,33 x 0,35) |
| 3 | Потенційний масштаб практичного використання | 5 | 6 | 5 | 5,33 | 0,93 (4,67 x 0,20) |
| 4 | Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів | 8 | 7 | 7 | 7,33 | 0,73 (7,33 x 0,10) |
| В С Ь О Г О | | | | | | 6,78 |

$$НТЕ = 7,67 \cdot 0,35 + 5,33 \cdot 0,35 + 5,33 \cdot 0,2 + 7,33 \cdot 0,1 = 2,91 + 2,21 + 0,93 + 0,73 = 6,35$$

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

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

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

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

$$\frac{6,78}{10} \cdot 100 = (6,35/10) \cdot 100 = 63,5 \% .$$

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

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КРМ.ХУіКП.1.784-03.3.3 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

ВИСНОВКИ

1. Визначені параметри часового циклу роботи зволожувача I...IV в дискретному режимі, які в продовж одного часу повинні працювати за часом подачі води $\tau_{вкл} = 6 \div 7$ хв. із подальшим періодом випаровування вологи без зрошування поверхні зволожувача $\tau_{выкл}$, при співвідношенні $\tau_{вкл} / \tau_{выкл} = 1/8$.

2. Встановлено, що режим дозованого зрошування приводить до зниження витрати питомої електроенергії в 2,5 рази від величини $E^* = 250...600$ Дж/м³, що характеризує режим постійної подачі води, до $E^* = 120...250$ Дж/м³ в діапазоні значень коефіцієнта ефективності $E_{жс} = 0,5...0,7$.

3. Визначено, що поверхні із високою ступеню використання конструктивної поверхні, а саме із дрібноячейковою структурою, в

зволожувачах припливного повітря СКП, які працюють в дискретному

КРМ.ХУІКП.1.784-03.3.3

Арк.

75

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

режимі зрошування водою, забезпечують високу інтенсивність процесу при невеликих показниках питомої витрати енергії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kibert C. Construction Ecology. Nature as the basis for green buildings. [Spon press]. Canada, 2007. 328 p.
2. Дячук О. «Утилізація тепла і енергоефективність систем вентиляції»
3. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]: ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.– На заміну ГОСТ 26629.85; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с.
4. Development of a data model for consumption analysis and prediction of large-scale commercial building / [Fangting Song, Yi Jiang, Anne Le Mouel and other] // Building Simulation, 2007. - P. 1601-1609.
5. Проектування. Настанова з розроблення та складання

енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції

Арк.

KPM.XUICKP.1.784-03.3.3

76

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

19. EN 13779:2007. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems.

20. Кондиціонування та вентиляція повітря Е. Г. Братута, А. М. Ганжа, О. В. Круглякова, В. В. Чубарова Харків : НТУ «ХП», 2009. 128 с.