

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



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему: Проект системи кондиціонування для супермаркету з
упровадженням енергозберігаючих технологій м. Одеса

Здобувача Бандуров Е.Д.

2 курсу ЕН-141 групи

Керівник к.т.н, доц. Трандафілов В.В.

Консультанти: д.т.н, проф. Хмельнюк М.Г.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 31.05.2024 р. протокол № 12

Завідувач кафедри ХУКП Михайло ХМЕЛЬНЮК

Одеса - 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

«05» березня 2024 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бандуров Ельдар Дмитрович

1. Тема роботи Проект системи кондиціонування для супермаркету з
упровадженням енергозберігаючих технологій м. Одеса

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

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 31.05.2024 р.

3. Вихідні дані роботи

Місто розташування: Одеса. Площа супермаркету: від 200 м² Орієнтація по сторонах
світу головного фасаду: П-С Висота стель, м: 3. Тип перекриття: ч- горищне

Обкладинка скління (подвійне): М-металева. Устаткування:

1-Вітрина холодильна середньотемпературна, 2шт.

2-Вітрина холодильна низькотемпературна, 2шт.

3-Вітрина холодильна відкритого типу, 2 шт.

4-Комп'ютер та касові апарати, 2шт

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Реферат, Вступ, 1 Системи кондиціонування і вентиляції магазинів;

2 Розрахунок системи кондиціонування;

3 Підбір системи кондиціонування;

4 Охорона праці

Список використаної літератури

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

Презентація PowerPoint.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.	20.05.2024	24.05.2024

7. Дата видачі завдання 05.03.2024 р.

Керівник Трандафілов В.В.

Завдання прийняв до виконання Бандуров Е.Д.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Реферат	28.05-29.05.2024	виконано
2	Вступ	17.03-20.03.2024	виконано
3	Системи кондиціонування і вентиляції магазинів	22.03-14.04.2024	виконано
4	Розрахунок системи кондиціонування	16.04-16.05.2024	виконано
5	Підбір системи кондиціонування;	16.05-20.05.2024	виконано
6	Охорона праці	20.05-24.05.2024	виконано
7	Список використаної літератури	25.05-26.05.2024	виконано
8	Презентація в PowerPoint	26.05-27.05.2024	виконано

Здобувач-дипломник Бандуров Е.Д.

Керівник роботи Трандафілов В.В.

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 Бандуров Ельдар Дмитрович

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з: 91 сторінок тексту, 13 рисунків, 12 таблиць, 12 посилань на літературні джерела. Метою та завданням даного роботи є розробка системи кондиціонування для супермаркету з упровадженням енергозберігаючих технологій у м. Одеса.

Устаткування супермаркету включає: 1- Вітрина холодиньна середньотемпературна, 2шт; 2-Вітрина холодиньна низькотемпературна, 2шт; 3-Вітрина холодиньна відкритого типу, 2 шт.

Для потреб охолодження та опалення в торгівельних залах були прийняті 2 спліт-системи по потрібній холодопродуктивності 11 кВт, та теплопродуктивності 14,3 підібрані наступні спліт-системи Haier HSU-24HT103/R2/HSU-24HUN103/R2-A.

Було обрано екологічний холодиньний агент R32, який в кліматичному обладнанні використовується давно: з нього наполовину складається поширений холодоагент R410A.

Ключові слова: система кондиціонування, супермаркет, R32, екологічна безпека, енергоефективність.

ABSTRACT

The qualification work consists of: 91 pages of text, 13 figures, 12 tables, 12 references to literary sources. The aim and objective of this paper is to develop an air conditioning system for a supermarket with the introduction of energy-saving technologies in Odesa.

The supermarket equipment includes: 1 - Refrigerated medium-temperature display cabinet, 2 pcs; 2 - Refrigerated low-temperature display cabinet, 2 pcs; 3 - Open-type refrigerated display cabinet, 2 pcs.

For the cooling and heating needs in the salesrooms, 2 split systems were selected for the required cooling capacity of 11 kW and heating capacity of 14.3, and the following Haier HSU-24HT103/R2/HSU-24HUN103/R2-A split systems were selected.

The environmentally friendly refrigerant R32 was chosen, which has been used in climate control equipment for a long time: it is half the common refrigerant R410A.

Key words: air conditioning system, supermarket, R32, environmental safety, energy efficiency.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З М І С Т

Стор.

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП.....	6
1. Системи кондиціонування і вентиляції супермаркетів	7
1.1 Типи кондиціонерів для супермаркетів	8
1.2 Вихідні дані для кондиціонування в супермаркетах	12
1.3 Характеристики систем кондиціонування повітря великих супермаркетів	14
1.4 Дані по системі кондиціонування повітря для типового супермаркету ..	15
1.5 Розподіл повітря в супермаркетах	16
1.6 Проектування кондиціонування супермаркету	16
1.7 Етапи проектування кондиціонування супермаркету.....	18
1.8 Вентиляція для супермаркетів	19
1.9 Проектування вентиляції супермаркетів і торгових центрів	19
1.10 Вентиляція продуктового супермаркету	23
1.11 Загальні вимоги до систем кондиціонування та вентиляції по СНиП	23
1.12 Проектування вентиляції	25
1.13 Обслуговування вентиляції	27
1.14 VRF і VRV системи кондиціонування	28
1.15 Архітектура мультизональної системи кондиціонування	34
2 Розрахунок системи кондиціонування	40
2.1 Вихідні дані для розрахунку.....	40
2.2 Розрахункові параметри зовнішнього і внутрішнього повітря.....	40
2.3 Розрахунок теплонаходження в приміщення	42
2.4 Розрахунок вологовиділення в приміщення	42
2.5 Побудова в I-d діаграмі процесів обробки повітря в теплий і холодний період року	49
2.6 Розрахунок систем кондиціонування повітря з фанкойлами	52
2.7 Розрахунок системи кондиціонування для торгового залу супермаркету ...	58
2.8 Розрахунок параметрів фанкойла	64
3 Підбір системи кондиціонування.....	67
3.1 Характеристики холодоагенту	69
3.2 Озоноруйнуючий потенціал і потенціал впливу на глобальне потепління	71
4 Охорона праці	78
4.1 Горючість	78
4.2 Заправка хладагента в систему.....	79
4.3. Класифікація виробництв за ступенем вибухової, вибухопожежної та пожежної небезпеки	80
4.4. (Індивідуальне завдання) Основна мета та порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці	86
Список використаної літератури	

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Проект системи кондиціонування для супермаркету з упродовженням енергозберігаючих технологій м. Одеса</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Бандуров Е.Д.						
Перевір.		Трандафілов В.В.					5	91
Реценз.						<i>ОНТУ група ЕН-141</i>		
Н. Контр.		Трандафілов В.В.						

ВСТУП

Системи вентиляції, кондиціонування та опалення в супермаркетах мають низку відмінностей від аналогічних систем на інших об'єктах. Тільки на перший погляд пристрій такої системи здається простим рішенням. Насправді будь-який супермаркет має безліч холодильного обладнання, проблеми з фільтрацією повітря через постійний потік людей. Супермаркети з кулінарними відділами або пекарськими цехами мають бути обладнані додатковою інженерною системою. Рибні відділи вимагають усунення неприємних запахів. У будь-якому випадку для кожного супермаркету має бути розроблене індивідуальне рішення.

Для складання правильного проекту для супермаркету необхідно розглядати кожну зону окремо, адже теплове навантаження у кожній із них різне. Від будь-яких інших будівель та приміщень супермаркет відрізняється розміщенням холодильних вітрин у зоні, яка кондиціонується. Також у супермаркеті інфільтрація повітря постійно збільшується через постійний потік відвідувачів.

Щоб інженерні системи повністю справлялися зі своїм завданням, необхідно враховувати додаткові чинники. Стіна, яка розділяє торговий зал та складські приміщення, має бути суцільною та максимально повітронепроникною. У гастрономічних цехах супермаркету тиск щодо тиску в торговому залі має бути зниженим, щоб уникнути проникнення сторонніх запахів. Складські приміщення, зазвичай, не вимагають установки додаткової вентиляційної системи.

Холодильні вітрини та інше професійне обладнання дуже погано реагують на високу вологість повітря. Негативний вплив проявляється у вигляді запітнілого скла, поганого регулювання температури, потреби в частому розморожуванні, зростають витрати на енергію тощо.

Для забезпечення комфортного перебування людей у приміщенні рівень вологості повітря також має велике значення. Діапазон значень відносної вологості у межах 45-55%.

Необхідно збільшити витрати енергії у системі кондиціонування, за рахунок чого значно знизяться витрати енергії на роботу холодильних систем.

Враховуючи особливості та складність проекту будь-якого супермаркету, тематика розробки *проекту опалення, вентиляції та кондиціонування повітря для супермаркетів є актуальною.*

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Системи кондиціонування і вентиляції супермакетів

Чому важливо правильно вибрати кондиціонер для супермаркету? Головна особливість торгового приміщення супермаркету продуктів - це наявність в ньому різного роду холодильників. Для збереження продуктів використовують гірки, ларі, шафи, вітрини, і всі вони з можливістю охолодження повітря. Зазвичай це обладнання конструктивно схоже з простим холодильником: в ньому компресор і випарник зібрані в одному корпусі. Таким чином, в процесі охолодження товару всередині холодильника відбувається викид тепла від компресора в торговий зал, в якому температура зростає. Відповідно, з ростом температури в торговому залі холодильник працює ще інтенсивніше, а компресор виділяє ще більше тепла. Щоб розірвати це замкнене коло, потрібно встановлювати кондиціонер для магазину.

Як розрахувати необхідну холодопродуктивність кондиціонера при установці в супермаркет? Коли мова йде про встановлення кондиціонера в звичайну квартиру, то частіше при розрахунку потужності кондиціонера ми виходимо з обсягу приміщення. В магазинах, в місцях загального користування ми повинні виходити не тільки з обсягу приміщення, але з наявності обладнання (морозильні скрині, холодильні вітрини і тд.). Якщо це кафе або банкетний зал, то варто враховувати і середню відвідуваність даного закладу.

Розрахунок холодопродуктивності кондиціонера за обсягом приміщення:

Впом. * $K1(2,3)$ = Охолодження кондиціонера (Вт), где $K1=30$ (тіньова сторона), $K2=35$ (південний захід, південний схід), $K3=40$ (південь, сонячна сторона, гарячий стелю і тд.).

Розрахунок додаткових теплопритоків:

Розрахунок додаткових теплопритоків:

Найпростіший спосіб розрахувати холодопродуктивність майбутнього кондиціонера це скласти

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

всі потужності обладнання знаходиться у Вашому супермаркеті і додати до вищесказаного значенням .Це і буде необхідна холодопродуктивність.

1.1 Типи кондиціонерів для супермаркетів

Спліт-система

Саме такий тип кондиціонера мають на увазі під словом «кондиціонер». Є найпоширенішою і недорогий системою кондиціонування. Ґрунтуються на роботі двох блоків: внутрішнього і зовнішнього. Відповідно внутрішній блок знаходиться в торговому приміщенні. Такий кондиціонер здатний охолодити лише те повітря, що знаходиться всередині магазину.

Переваги настінної спліт-системи:

- комфортний рівень шуму;
- зручність монтажу, так як внутрішній модуль можна розмістити у великій кількості місць;
- нескладна конструкція, що робить ціну прийнятною, а монтаж простим;
- ефективність.

Головний недолік даного кондиціонера - нездатність забезпечити магазин свіжим повітрям.

Мульти-спліт-система.

Має один зовнішній і до восьми внутрішніх блоків. На перший погляд, така система обійдеться дешевше, але це уявлення помилкове. Справа в тому, що один зовнішній блок буде дорожче, ніж вимагається нам кількість кондиціонерів в магазин. А монтаж мульти-спліт-системи буде вельми недешевим, так як траси від зовнішнього до внутрішніх блокам вийдуть довше, ніж у спліт-системи.

Напольно-стельові кондиціонери.

В основі роботи - трубопровід між внутрішнім і зовнішнім блоком, по якому рухається холодоагент. Внутрішній блок, як впливає з назви, може встановлюватися і на стелі, і на стіні.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Плюси даної системи:

- звільняють місце на стіні;
- ефективність роботи можлива на площі з високими, до 3.8 м, стелями;
- не потрібен підвісна стеля;
- якщо кондиціонер розташований на стелі, то завдяки своїй високій здатністю до охолодження, він не допустить появи переохолоджених місць в приміщенні.

Мінусів у такого кондиціонера два:

- неможливість забезпечити свіже повітря;
- стеля в магазині не повинна бути нижче 3 метрів.

Касетні кондиціонери.

Головна відмінність від вищеописаних кондиціонерів в тому, що блок виконаний у формі касети і розрахований на установку за підвісною стелею. Тим більше що у моделей з малою і середньою потужністю розмір внутрішнього блоку 600х600 мм. Таким чином, він збігається з розміром стельової панелі. Внутрішній блок може роздавати холодне повітря на чотири сторони.

Переваги:

- не псує дизайн приміщення, так як встановлено за стелею;
- естетичність і елегантність;
- відсутність переохолоджених або недоохолоджених зон;
- можливість подавати свіже повітря.

Недоліками будуть:

- необхідність влаштування підвісної стелі, що призведе до зниження висоти приміщення.

Колонний тип обладнання

Колонний тип обладнання для кондиціонування характерний тим, що внутрішній блок не вимагає монтажу. Колона цього кондиціонера ставиться на підлогу, що робить цю системою незамінною в тому випадку, якщо монтаж інших кондиціонерів неможливий.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Серед найбільш значущих переваг цієї системи знаходяться:

- невимогливість до монтажу;
- можливість обслуговувати велику площу;
- варіативність дизайну кондиціонера;
- може застосовуватися не тільки в магазинах, але і в ресторанах, банках, ТЦ і т.д.
- висока потужність;
- комфортна подача охолодженого повітря.

Але є у такого типу кондиціонера і недоліки:

- великі габарити;
- неможливість подавати свіже повітря;
- якщо людина буде перебувати довгий час поруч з колоною, то висока ймовірність захворювання на застуду.

Канальний кондиціонер

Канальний кондиціонер також знаходиться в списку найбільш відомих кондиціонерів для магазину. Охолоджене повітря надходить в приміщення через повітроводи, які змонтовані над або під стелею. Внутрішній блок також встановлюється в магазині таким чином, щоб не привертати уваги. Дізнатися про наявність такої системи можна лише за дифузорам, через які йде повітря.

Перевагами такого кондиціонера будуть:

- естетичність, так як більша частина системи прихована;
- одна система може обслуговувати кілька приміщень;
- можливість подавати свіже повітря.

До недоліків можна віднести:

- більш складний і дорогий монтаж, так як необхідно прокласти повітроводи і дифузори;
- зменшення висоти приміщення;
- система може працювати або на охолодження, або на нагрів для всіх приміщень магазину.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Мультизональна система.

Цей варіант системи кондиціонування відмінно підійде магазину, чие приміщення поділене на зони. Мультизональні системи (VRF, VRV) є інверторними системами, основне призначення яких - кондиціонування в будівлях з безліччю приміщень, а також місць, де потрібно зональне і роздільне регулювання температури повітря.

Плюси мультизональної системи кондиціонування:

- довжина міжблочних комунікації. Завдяки цьому зовнішні блоки можуть перебувати де завгодно: на стіні, даху, в підвалі, в спеціальному приміщенні або взагалі на віддалі від магазину;
- один зовнішній блок може обслуговувати десятки внутрішніх, що позитивно позначається на зовнішньому вигляді магазину;
- велика варіативність потужності блоків дозволяє підібрати оптимальну систему під будь-який магазин;
- VRF і VRV системи непогано справляються з аварійними ситуаціями, тому що навантаження з одного зламався зовнішнього блоку розподіляється по іншим;
- дуже точне відстеження температури, до половини градуса; можна не тільки охолоджувати повітря, але і нагрівати і вентилювати його;
- економічність;
- відносно простий монтаж, а так як все блоки підключені до єдиної мережі трубопроводів, то таку систему не складно розширити при необхідності; практично повна безшумність при роботі.
- простіша в обслуговуванні, ніж чилер.

Є й мінуси:

- ціна вище, ніж у системи чиллер-фанкойл або звичайної спліт-системи;

Чилер.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Цей тип користується найбільшою популярністю для кондиціонування великих супермакетів. Головна її відмінність в тому, що вона може задавати свої кліматичні умови для кожного окремого приміщення супермаркету.

Інші плюси кондиціонера системи чиллер-фанкойл:

- можливість роботи в декількох приміщеннях магазину;
- можна монтувати там, де потрібно протягнути довгу трасу або на різних висотах;
- в якості холодоагенту може використовуватися вода, що сильно знижує ціну протікання;
- естетичність, так як зовнішні блоки не псують фасад магазину;
- режим кондиціонування може бути заданий як всій системі, так і окремим внутрішнього блоку (фанкойли). Зробити це можна як пультом, так і за допомогою системи диспетчеризації;
- гнучке управління системою кондиціонування.

Мінусами цієї системи будуть висока вартість у всьому, починаючи від монтажу, закінчуючи обслуговуванням. Та й установку кондиціонерів цієї системи можуть здійснювати тільки висококласні фахівці.

1.2 Вихідні дані для кондиціонування в супермаркетах

Вимоги до систем кондиціонування та інших інженерних мереж сьогодні досить високі, тому в магазинах такі комунікації повинні будуватися на основі розробленого професійними фахівцями проекту. Для підготовки проектної документації на влаштування системи кондиціонування проектувальникам будуть потрібні різні вихідні дані, що описують особливості будови, приміщень магазину і вимоги замовника до функціональності мережі. Технічне завдання - найважливіший і об'ємний документ, що надається проектувальникам на початковому етапі співпраці. Технічне завдання повинно розроблятися власником споруди, тому якщо ви є орендарем магазину у великому торговому центрі, складене ТЗ на розробку інженерних систем потрібно буде попередньо узгодити з власником об'єкта.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Грамотне техзавдання на розробку проекту кондиціонування в магазині має включати в себе наступну інформацію:

1. Адреса об'єкта, в якому розташований магазин замовника проектування системи кондиціонування повітря.
2. Ім'я та контактні дані власника об'єкта.
3. Технічні характеристики, призначення та особливості системи кондиціонування, яку необхідно встановити в магазині. Кондиціонування повітря може бути забезпечено за рахунок установки кондиціонерів, мультізональних систем кондиціонування, сплит-систем і іншого подібного обладнання.
4. Площа приміщень магазину, матеріали, з яких виготовлені стіни, стелю та підлогу, висота стелі.
5. Кількість і розташування віконних, дверних прорізів.
6. Товщина підлог, матеріали покрівлі, технічні характеристики матеріалів.
7. Бажані місця установки обладнання системи кондиціонування.
8. Схема окремих зон внутрішніх приміщень магазину із зазначенням місць роботи співробітників.
9. Список зон, для яких потрібні індивідуальні умови кондиціонування.
10. Список електричних пристроїв в магазині, здатних нагріватися і впливати на температурні умови у внутрішніх приміщеннях, місця їх розташування.
11. Всі наявні побажання у замовника, що стосуються технічних характеристик системи кондиціонування повітря, функціональності мережі, економічності, особливостей її експлуатації.

Щоб найняті проектувальники змогли створити для вашого магазину якісну і надійну систему кондиціонування повітря, їм також потрібні наступні документи:

- Проект системи вентиляції повітря в магазині.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- План внутрішніх приміщень магазину з поділом площі на окремі зони, тут повинні бути вказані місця розташування електричних пристроїв, стелажів, дверей і вікон.
- Архітектурний план об'єкта, де розташовується магазин замовника.

1.3 Характеристики систем кондиціонування повітря великих супермаркетів

Системи кондиціонування повітря обстежених об'єктів є обладнанням дахового типу (Roof-Top), відповідним чином допрацьованим з метою використання трубчастих теплообмінників, встановлених навколо холодильної батареї. Три з розглянутих установок відносяться до систем «простий обробки», і ще три - до систем «подвійний або паралельної обробки». Загальним принципом для всіх систем є відділення повітря рециркуляції з торгової зони від повітря рециркуляції прилавків і обвід останнього через холодильну батарею. Як було зазначено вище, число секцій холодильної батареї прямого випаровування досить для ефективного знімання латентного тепла, а наявність конденсується батареї в прямому колекторі дозволяє регенерувати тепло для подальшого нагріву (контроль вологості) і додаткового опалення. Повітряний потік йде з постійною швидкістю, повітря подається на лицьовій стороні будівлі по лініях виходу відвідувачів, переміщаючись до задньої сторони в силу наявних тут повітрязабірних решіток рециркуляції. У трьох супермаркетах, мають системи подвійної обробки повітря, зовнішнє повітря регулюється окремо від головної системи за допомогою ентальпійного регулятора, який виробляє виміри стану зовнішнього повітря і включає відповідний холодильний компресор, коли ентальпія перевищує встановлений рівень. Обробка зовнішнього повітря запускається кожного разу, коли зовнішня температура по мокрому термометру піднімається вище 10°C.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

1.4 Дані по системі кондиціонування повітря для типового супермаркету

Слід додатково зазначити, що перевірялися системи стали одними з перших, де для поліпшення характеристик середовища за рівнем вологості були застосовані трубчасті теплообмінники. Внаслідок цього контрольні заміри мали головною метою визначити їх граничні функціональні характеристики, ступінь впливу самих теплообмінників на ККД системи в режимах охолодження і видалення вологи, а також критерії надійності. Як було зазначено вище, експертам вдалося забезпечити функціонування великого числа об'єктів при температурі точки роси середовища набагато нижче умовного контрольного значення $14,5^{\circ}\text{C}$, в деяких випадках до 10°C , що, природно, пояснюється особливостями самих систем і використанням в них трубчастих теплообмінників. Серед систем різного типу найбільш придатною для роботи з латентними навантаженнями, зумовленими інфільтрацією повітря, визнана система одинарної, а не подвійної обробки. Крім іншого в системі подвійної обробки випарник часто змушений функціонувати в «ненормальних» умовах, коли температура зовнішнього повітря по мокрому термометру занадто низька, внаслідок чого виникають проблеми з поверненням масла на компресор. Були отримані показники продуктивності COP в межах 3,8 в умовах середовища, близьких до проектних. Середнє сезонне значення склало 3,4. Кількість вологи, що видаляється також замірявся з урахуванням і без урахування дії теплообмінників, при цьому маса вилученого конденсату зіставлялася з кількістю спожитої електроенергії (кг / кВт.год). На об'єкті W1 були отримані середні значення 3,0 кг / кВт.год, при цьому діапазон показників склав від 0,4 до 3,6 в залежності від коливань стану зовнішнього повітря. Що ж стосується загальної теплового навантаження, виявилось неможливим отримати кількісні показники переважного використання трубчастих теплообмінників, коли вони застосовуються для скорочення потреби електроенергії холодильних агрегатів і їх енергоспоживання шляхом зниження точки роси середовища. Насправді економія ресурсів, що отримується на холодильних агрегатах, частково

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

врівноважується зростанням енергоспоживання і потреб електроенергії систем кондиціонування повітря. Показники цього зростання істотно варіюються і обумовлені безліччю факторів.

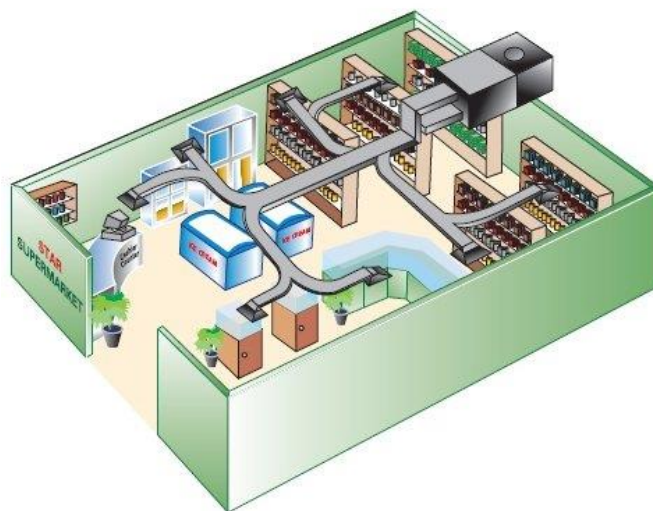


Рисунок 1.1 Розподіл повітря в супермаркетах

1.5 Розподіл повітря в супермаркетах

Половина обстежених супермаркетів проектувалася на обсяги повітря близько $18,5 \text{ м}^3 / \text{год}$ на 1 м^2 кондиціонованої площі або на показники, близькі до зазвичай вживаних в цих випадках. Решта три супермаркети працюють з меншою витратою повітря - від 10 до $14 \text{ м}^3 / \text{год}$, але і при таких скромних показниках скарг від відвідувачів не надходило, хоча істотно скорочується встановлена потужність електровентиляторів, що в свою чергу дає значну економію енергоресурсів. Наявність трубчастих теплообмінників, природно, веде до зростання аеродинамічного опору і, як наслідок, до збільшення потужності електродвигуна вентилятора, що обумовлює експлуатаційні показники системи за весь рік, а не тільки в літній період.

1.6 Проектування кондиціонування супермаркету

Проектування кондиціонування супермаркету має розроблятися з урахуванням специфіки об'єкта. І впоратися з цією складною роботою зможуть тільки професійні майстри, які мають достатній досвід роботи, володіють

високою кваліфікацією і знанням нормативної бази. Адже в кінцевому підсумку проект повинен пройти узгодження. Розробка робочого проекту дає можливість визначитися з вибором типу системи кондиціонування потрібної потужності і продуктивності. В процесі проектування можуть виникнути різні рішення. Це пов'язано з тим, що є кілька варіантів вибору обладнання. Разом із замовником вибирається найбільш оптимальна і прийнятна для нього система. Система кондиціонування не тільки забезпечує обмін повітря в приміщенні, але і підтримує певні кліматичні параметри, регулює рівень тепла і вологості. Якщо в будівлі магазину виробляють одночасно продаж продовольчих і промислових товарів, то система кондиціонування повинна бути роздільним.

Що лежить в основі проектування:

- Точний розрахунок теплового балансу і повітрообміну. При цьому слід враховувати всі можливі фактори, що впливають на температуру всередині приміщення, вологість. Для цього потрібно знати теплові навантаження - внутрішні і зовнішні;
- Проект повинен відповідати санітарно-гігієнічним нормам, виходячи з яких, вибирається необхідне обладнання. При складанні проекту враховуються архітектурні та технічні особливості будівлі;
- В процесі роботи складають робочий план і виконують розробку креслень майбутнього монтажу обладнання.

З чого починається проектування

До початку виконання розрахунків необхідно зробити ретельний огляд об'єкта з урахуванням його особливостей і побажань замовника. Робляться потрібні виміри, обговорюються технічні моменти і складається технічне завдання на проект. Цей документ має велике значення, особливо на початковому етапі, який обов'язково узгоджується з клієнтом. На його основі інженери проводять необхідні розрахунки.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Зміст технічного завдання

- Точна адреса розташування об'єкта, в даному випадку супермаркету;
- Особливості та технічні характеристики системи кондиціонування, вибір прийняттого варіанту. Це може бути спліт-система, мультizonальними або центральне кондиціонування;
- Точні параметри розмірів приміщення, висоти стелі, наявності вікон;
- Вказівка зон, що вимагають індивідуальну систему;
- Перевага місця установки кондиціонерів;
- Схема підсобних приміщень магазину, вказівка числа працюючого персоналу;
- Перелік електрообладнання, що виділяє тепло, і вказівка місць установки;
- Пропозиції замовника про технічні характеристики системи, її ефективності і економічності.

1.7 Етапи проектування кондиціонування супермаркету

Розрахунок кількості тепла. Тепловий баланс розраховується з урахуванням надходжень і втрат внутрішнього і зовнішнього тепла. Різниця температур між двома видами теплових навантажень залежить від сезонності. Влітку вона буде позитивною, так як приплив теплого повітря надходить зовні всередину приміщення, а взимку - негативною. На роботу кондиціонерів впливає потік зовнішнього повітря. Його властивості також змінюються зі зміною кліматичних сезонів;

Розробка схеми розміщення кондиціонерів. Велику роль в цьому відіграє планування приміщення. Так, наприклад, якщо в будинку є підвісна стеля, то можна використовувати касетний кондиціонер. Його потужні струмені холодного повітря рівномірно розподіляються по всіх чотирьох напрямках. Якщо будівля магазину велике, а зовнішні блоки не повинні порушувати архітектурний дизайн, то можна використовувати каналний кондиціонер. Розподіл повітря відбувається за допомогою повітропроводів;

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

- Виготовлення креслень системи. Габарити обладнання і його зовнішній вигляд можуть порушити дизайн приміщення. Тому замовник попередньо повинен ознайомитися з кресленнями і моделями кондиціонерів;
- Розробка креслень суміжних робіт і їх опис. В процесі установки кліматичної системи виконується ряд суміжних робіт сантехниками, електриками та будівельниками. Для них дається в проектуванні спеціальна інформація з переліком робіт.

1.8 Вентиляція для супермаркетів

Вимоги до систем вентиляції супермаркетів

Система вентиляції торгового комплексу повинна служити для наступних цілей:

- Очищення повітря від механічних забруднень;
- Забезпечення необхідного повітрообміну в приміщенні;
- Нагрівання або охолодження подається в приміщення повітря;
- Комфортна роздача повітря в приміщеннях.

Крім цього, система не повинна створювати проблем обслуговуючому персоналу, бути зручною в обслуговуванні, легко піддаватися регулювань і не створювати великого шуму.

1.9 Проектування вентиляції супермаркетів і торгових центрів

Вентиляцію і аварійну протидимний вентиляцію магазинів, торгових центрів і супермаркетів слід проектувати згідно зі СНиП.

- При розміщенні в будинку декількох магазинів для кожного з них слід проектувати окремі гілки системи вентиляції.
- У продовольчих і непродовольчих магазинах торговельною площею до 400м² допускається проектувати вентиляції з природним спонуканням.
- У приміщеннях магазинів торговою площею 400м² і більше, обладнаних вентиляцією з механічним спонуканням, обсяг витяжки повинен бути повністю компенсовано.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

- У тому випадку, якщо проектується вентиляція торгових центрів, що мають торгові площі в 3500м^2 і більше, обов'язково в систему включається установка для кондиціонування повітря. Ці вимоги дійсні для магазинів, розташованих в середній смузі. У тому випадку, якщо торговий комплекс будується в південних областях, кондиціонування повітря слід передбачити в тому випадку, якщо торговий зал займає більше 1000 квадратів.
- Кількість людей, які знаходяться в торгових приміщеннях можна визначити по технологічним завданням або за площею торгового залу, займаної однією людиною, а саме:
 - 6м^2 на 1 чол. - для магазинів меблів, музичних, аудіо-, відео-, побутової та оргтехніки, книжкових, спортивних, ювелірних;
 - 5м^2 на 1 чол. - для інших непродовольчих магазинів, а також для продовольчих магазинів.
- Кількість робочих місць касирів в магазинах самообслуговування приймається виходячи з розрахунку: в магазинах, торгующих продуктами питания, один кассир приходится на 100 м^2 ;
- в непродовольчих магазинах один кассир доводиться на 160 м^2 .
- На одного покупця прийнята норма подачі повітря - $20\text{ м}^3 / \text{год}$, а на одного працівника - $60\text{ м}^3 / \text{год}$.
- При орієнтації на південь, схід і південний схід закслених прорізів торгових залів та службових приміщень магазинів допускається передбачати установку віконних або кімнатних кондиціонерів.
- У торгових залах магазинів, крім торгових залів з хімічними, синтетичними або пахучими речовинами і горючими рідинами, допускається застосовувати рециркуляцію повітря.
- Системи вентиляції магазинів, вбудовано-прибудованих, вбудованих у житлові будинки, а також в будівлі іншого призначення або прибудовані до них не допускається об'єднувати з системами вентиляції цих будинків.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- У приміщеннях комор слід, як правило, передбачати природну систему вентиляції з самостійними каналами.
- Допускається під'єднання системи витяжної вентиляції комор до загальнообмінної системи механічної вентиляції підсобних приміщень за умови установки вогнезатримуючих клапанів.

Не варто забувати:

Під час проектування системи вентиляції багатоповерхових торгових споруд необхідно мати на увазі два фактори:

1. На верхніх поверхах нижче відвідуваність, ніж на першому, тому необхідно враховувати меншу щільність відвідувачів
2. Для залучення покупців на верхніх поверхах розміщують ресторани і закусочні, що створює певні труднощі з вентиляції та відведення відпрацьованого повітря

Для виконання проекту вентиляції магазину необхідні такі вихідні дані:

- Характеристики виробничого процесу в виробничих приміщеннях (пекарня, кухні): тип і кількість виробничого обладнання; тепло, пило, газу і волого виділення від технологічних процесів
- Тип, потужність і кількість ламп штучного освітлення.
- Технічні умови на підключення до суміжних інженерних систем (електропостачання та теплопостачання).
- Тип нагрівача - водяний або електричний.
- Чи потрібна охолодження припливного повітря влітку.
- Розрахункова кількість відвідувачів і службовців в магазині.
- Орієнтація магазину, (торгового центру) за сторонами світу.
- Тип, склад і характеристики вікон, стін.
- Наявність і тип конструктивних елементів будівлі: колон, балок і ригелів.
- Передбачувані місця забору і викиду повітря, розміщення вентиляційного обладнання.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

випадку, якщо це єдине приміщення, не розбите на зони, і навантаження по відвідуванню людей розподілена рівномірно).

Торговий центр з площею понад 400м² - в подібних приміщеннях встановлюється кілька приточно-витяжних систем, які найкраще застосовувати разом з чиллером для економії електроенергії, підвищення надійності системи, простоти монтажу і експлуатації.

1.10 Вентиляція продуктового супермаркету

Задачі систем воздухообмена в продуктовому супермаркеті

Вентиляція, незалежно від характеристик об'єкта торгівлі, повинна вирішувати такі завдання:

1. Надходження свіжого повітря в усі приміщення.
2. Висновок відпрацьованих повітряних мас з приміщень.
3. Підігрів або охолодження повітряних мас в торгових залах. П
4. одержання оптимальної вологості.
5. Очищення повітря, що поступає.

1.11 Загальні вимоги до систем кондиціонування та вентиляції по СНиП

1. Якщо торгові площі розміщені в будівлі іншого призначення (житловий будинок), система вентиляції магазину повинна бути відокремлена від загальнодомовий системи повітрообміну.
2. Вертикальні труби витяжної вентиляції підносяться над козирком або плоскою поверхнею покрівлі не менше ніж на 100 см. к
3. амеро охолодження овочів, фруктів, зелені обладнуються окремої примусовою системою подачі повітря. Холодильне обладнання при роботі виділяє велику кількість тепла, що вимагає додаткових заходів по циркуляції повітряних потоків.
4. Припливна система примусового типу обладнуються фільтрами і системою підігріву.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

5. Точки забору повітря розміщуються на висоті не менше 200 см від поверхні землі. Для припливних систем вибираються місця найменшого забруднення (віддаленість від проїжджої частини, скупчення людей, об'єктів викидів промислових підприємств).
6. Фасувальні і мийні приміщення обладнуються окремої примусовою системою вентиляції.

Особливості вентиляції в продовольчих магазинах

Щоб правильно організувати роботу магазину, недостатньо оснастити його якісним обладнанням і заповнити товаром. Власнику підприємства необхідно подбати і про комфортних кліматичних умов всередині приміщень.

Проект вентиляції в продовольчому магазині розробляється на основі таких даних, як площа і середня кількість відвідувачів.

Для торгового підприємства, площа якого не перевищує 250 м², цілком достатньо організувати природну вентсистем, де припливне повітря буде поставлятися за допомогою повітряних віконних клапанів.

Розрахунок повітрообміну в магазинах проводиться з урахуванням такого показника, як площа торгового залу, яка припадає на одного відвідувача. Проект припливної вентиляції в торговій точці передбачає подачу повітря в обсязі 20 м³ / год на кожного присутнього в ній людини.

У магазині більшої площі доцільно використовувати припливно-втяжну вентиляцію механічного типу.

Згідно СанПіН 2.3.5.021-94, в підприємстві, розташованому в будівлі іншого призначення, проект втяжної вентиляції і припливної системи повинен розроблятися окремо від вентиляційної системи цієї будівлі. Забезпечити приплив повітря можна за допомогою зовнішньої решітки з фільтром, повітряним клапанів, вентилятором, шумоглушників і пристроєм, підогреваючим повітряні маси.

Устаткування в магазині необхідно встановити в окремому, захищеному від сторонніх, приміщенні або в тамбурі магазину.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Так як магазин з продовольством оснащений великою кількістю холодильного обладнання, необхідно в складських приміщеннях і торгових залах організувати повноцінний приплив повітряних мас незалежно від інших вентиляційних систем магазину.

Для забезпечення комфортного мікроклімату важливо впровадити систему очищення припливного повітря, а в зимовий період забезпечити його підігрів. А в підсобному приміщенні, де проводиться розфасовка сипких товарів, знадобиться місцева витяжка.

На вхідній групі доцільно встановити повітряну теплову завісу. Санвузол слід оснастити механічної витяжної системою зі зворотним клапаном.

Власникам торгово-роздрібних підприємств слід пам'ятати, що без дозволу Росспоживнагляду, зокрема про забезпечення приміщень повноцінної вентсистеми, і допуску СРО діяльність магазину здійснюватися не може. Тому дуже важливо вже на етапі організації торговельної точки подбати про кліматичні комунікації. До того ж, доведено, що здоровий мікроклімат в торговому приміщенні сприяє підвищенню продуктивності праці обслуговуючого персоналу. А покупець, який відчуває себе комфортно в магазині, зробить набагато більше покупок.

Кілька варіантів вентиляції

На складах застосовується витяжна і припливна вентиляція. Як варіант, можна зробити основний агрегат з декількох дахових кондиціонерів. Коли працює подібна система, не потрібно прокладати витяжні повітропроводи. При цьому припливні труби матимуть мінімум розгалужень.

Щоб підігрівати повітря в конкретних приміщеннях, з настанням холодів можна використовувати спеціальні калорифери. Однак подібна система пристосована тільки для однієї великої кімнати. У неї відсутня можливість регулювання клімату в різних приміщеннях.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Для подачі свіжого повітря в великий магазин часто застосовують потужний центральний кондиціонер. Він здатний підігрівати повітря, або в разі необхідності проводити його охолодження.

Подібні апарати виготовляються тільки на замовлення, відповідно до індивідуальних технічних характеристик.

Найпотужніший центральний кондиціонер виготовлений за принципом модульної структури.

Він складається з декількох деталей:

- Охолоджуючий блок;
- Вентилятори;
- Нагрівальний модуль;
- Фільтраційний блок;
- шумоподавлювач;
- Зволожувач.

Центральний кондиціонер працює спільно з зовнішнім модулем, так званим чиллер-фанкойлом, змонтованим на даху будинку. У такого обладнання дуже багато достоїнств:

- Абсолютно безпечні;
- Можна відрегулювати температуру потоку повітря в будь-якому відділі приміщення;
- Повітропровід може мати будь-яку довжину.

1.12 Проектування вентиляції

Проектування вентиляції продовольчих залів здійснюється відповідно до існуючого СНиП, що передбачає:

- Проектування вентиляції з природним припливно витяжних спонуканням, за умови, якщо площа кожного торгового залу не буде перевищувати 400 квадратних метрів.
- Проектування продовольчих магазинів з площею кожного залу понад 400 квадратних метрів з припливно витяжною вентиляцією механічного спонукання.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

- Проектування з окремими гілками систем приточно витяжної вентиляції при розміщенні в одному комплексі декількох продовольчих магазинів, торгових площ і супермаркетів.

1.13 Обслуговування вентиляції

Для того, щоб система вентиляції працювала справно, необхідно проводити регулярне технічне обслуговування. Надійніше всього укласти договір з компанією-підрядником і узгодити графік робіт на рік вперед. Такий підхід забезпечить вас від штрафів і санкцій з боку наглядових органів, а система вентиляції буде стабільно працювати в режимі 24/7. Фахівці проводять огляд устаткування в заздалегідь встановлені терміни, проводять пусконаладжувальні роботи, діагностику всієї системи. Регулярні перевірки роботи вентиляційної системи в кілька разів знижують ризики поломок і підвищують продуктивність обладнання. До комплексу робіт по обслуговуванню вентиляції відносять і очищення вентиляційної системи. У невеликому продуктовому магазині очищення потрібно проводити мінімум 1 раз на рік. У великому продуктовому магазині з власним кулінарним відділом очищення проводиться 2 рази на рік, що також позитивно позначається на роботі системи вентиляції і кондиціонування повітря.

Нормы воздухообмена для торговых помещений

Є багато факторів, які впливають на час, який покупець буде перебувати в торговому центрі. Найважливішим з них вважається фактор комфортної атмосфери в приміщеннях. Іншими словами можна сказати, що чим зручніше і комфортніше людині буде в торговому центрі, тим більше часу він в ньому проведе. А для того щоб створити ці самі умови, необхідно грамотно спроектувати і змонтувати систему вентиляції.

Торгові приміщення	Норма повітрообміну	Примітка
Підвальні приміщення	30 м ³ /ч·чел.	-

Надземні приміщення	20 м ³ /ч·чел.	-
Складські приміщення	20 м ³ /ч·чел., но не менше 0,5 л/ч	-
Примірочні	30 м ³ /ч·чел.	-
Пасажі	20 м ³ /ч·чел.	-
Приміщення навантаження-розвантаження	20, але не менше 0,5 л/ч	-
Квіти	30 м ³ /ч·чел	Вимоги до повітрообміну можуть бути продиктовані необхідністю створення умов, оптимальних для росту і розвитку рослин
Зоомагазини	30 м ³ /ч·чел	Вимоги до повітрообміну можуть бути продиктовані необхідністю створення умов по зоологічним вимогам
Одяг, тканини, взуття	30 м ³ /ч·чел	-
Господарські товари, меблі, килими	30 м ³ /ч·чел	Вимоги до повітрообміну можуть бути продиктовані необхідністю видалення технологічних шкідливих

1.14 VRF і VRV системи кондиціонування

При всіх своїх перевагах, традиційні спліт і мульти-спліт системи мають ряд недоліків, помітно обмежують можливості їх використання. В першу чергу це невелика довжина міжблочних комунікацій, як правило, не перевищує 25 метрів, та й то, при такій довжині не уникнути зменшення потужності кондиціонера відсотків на 30. Інший недолік мульти-спліт систем - обмежена кількість внутрішніх блоків, як правило від двох до чотирьох штук. Все це призводить до того, що для кондиціонування елітної квартири або котеджу доводиться розміщувати зовні (іноді навіть на фасаді) кілька зовнішніх блоків, які ніяк не хочуть "вписуватися" в задум архітектора.

До недавнього часу з цієї ситуації був єдиний вихід - встановити один каналний кондиціонер з роздачею охолодженого повітря по системі повітроводів, розташованих за підвісною стелею. Крім зменшення корисної висоти кімнат на 15 - 20 см (діаметр теплоізольованих повітроводів), таке технічне рішення мало ще один істотний недолік - регулювати температуру повітря можна було лише в цілому по всіх приміщеннях, оскільки один внутрішній блок не дозволяв встановити в кожній кімнаті свою температуру. Вихід був знайдений в 1982 році, коли компанія Daikin представила першу в світі VRV систему кондиціонування.

Характеристики та особливості VRV і VRF систем

Фактично, VRV система є поліпшеним варіантом традиційної мульти-спліт системи:

- Як і в мульти-спліт системах, до одного зовнішнього блоку може бути підключено кілька внутрішніх, однак у VRV їх число може досягати декількох десятків.
- Як і в деяких мульти-спліт системах, внутрішні блоки VRV можуть бути різних типів (настінний, каналний, касетний і т.п.) і мати різну потужність, зазвичай від 2 до 25 кВт.

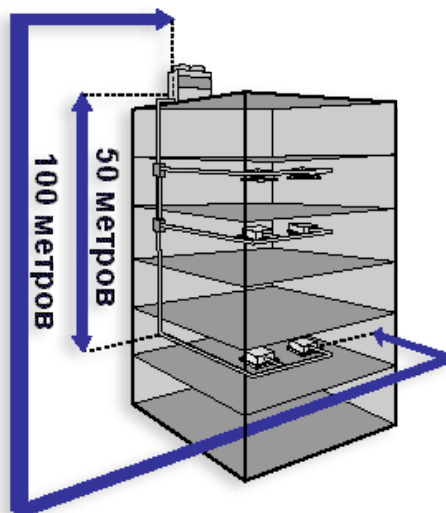


Рисунок 1.2 Схема розташування VRV системи

Однак VRV системи мають ряд принципових відмінностей від всіх раніше випускалися кондиціонерів:

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- У звичайних мульти-спліт системах між зовнішнім і кожним з внутрішніх блоків прокладається окрема фреонова траса. У системах VRV все блоки підключаються до єдиної системи трубопроводів, тобто до загальної трасі з двох або трьох мідних труб підключається до 30 внутрішніх і 3 зовнішніх блоків. Таке технічне рішення дозволяє спростити (здешевити і прискорити) монтажні роботи, а так само дає можливість легко розширювати систему в майбутньому.
- Максимальна відстань між внутрішнім і зовнішнім блоком (довжина трубопроводу) становить 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.
- Управління внутрішніми блоками може проводитися як за допомогою індивідуальних бездротових пультів (як і в звичайних мульти-спліт системах), так і за допомогою централізованого пульта управління, який контролює режими роботи всіх внутрішніх блоків і стан системи в цілому. Крім цього, VRV система може управлятися за допомогою персонального комп'ютера.
- У порівнянні зі звичайними кондиціонерами, внутрішні блоки VRV підтримують задану температуру з більш високою точністю - до $\pm 0,5^{\circ}$ С.

Назва VRV (Variable Refrigerant Volume) перекладається як "Змінний обсяг холодоагенту" і відображає головна відмінність VRV від інших систем кондиціонування - використання загальної системи трубопроводів. У системах VRV кожен внутрішній блок має електронний терморегулюючий клапан, що регулює обсяг що надходить холодоагенту із загальної траси в залежності від теплового навантаження на цей блок. Завдяки цьому, система VRV більш рівно підтримує задану температуру, без перепадів, властивим звичайним

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

кондиціонерів, що регулює температуру повітря шляхом періодичного включення і виключення.

В даний час подібні системи, крім Daikin, виробляють також Mitsubishi Heavy, Mitsubishi Electric, Sanyo, Toshiba, Fujitsu General і інші. Оскільки назва VRV є зареєстрованим товарним знаком компанії Daikin, то для позначення подібних систем інших виробників було обрано назву VRF (Variable Refrigerant Flow) - "Змінний потік холодоагенту", що за змістом те ж саме, що і VRV (тобто VRF означає клас або тип кондиціонерів). Різниця між VRF системами різних виробників не дуже значна і визначається кількістю підключаються блоків, максимальною довжиною траси, зручністю управління, надійністю і терміном служби.

Інверторна система VRV Plus була розроблена для невеликих будинків, котеджів, елітних квартир загальною площею 400 - 700 м². Ця система дозволяє підключати до загальної системи фреонових трубопроводів до 3 зовнішніх і 30 внутрішніх блоків, загальною потужністю до 90 кВт. Використання трьох зовнішніх блоків, один з яких має інверторний тип, дозволяє, по-перше, плавно регулювати потужність всієї системи в залежності від температури зовнішнього повітря, а по-друге, збільшує надійність - при виході з ладу одного з зовнішніх блоків система не втрачає працездатності. Об'єднавши систему вентиляції HRV с системою кондиціонування VRV Plus і підключивши їх до персонального комп'ютера, ми отримуємо інтелектуальну систему управління кліматом Hi-VRV.

Інтелектуальна система Hi-VRV

- VRV - зовнішній і внутрішні блоки системи кондиціонування VRV Plus
- HRV - система припливно-витяжної вентиляції з утилізацією тепла (рекуператором), що об'єднується в єдине ціле з VRV Plus
- D-BACS - система управління на базі PC комп'ютера для контролю і управління системами вентиляції і кондиціонування

Для централізованого управління системами VRV Plus і HRV розроблено програмне забезпечення, яке працює під Windows і має зручний і

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

- Внутрішні блоки можуть бути різних типів і мати потужність від 2,5 до 7,1 кВт.
- Максимальна сумарна довжина трас може досягати 115 м.
- Система має однофазне живлення (220В) і максимальний споживаний струм не більше 30А, тобто вона може бути встановлена в звичайній квартирі.
- Можливість повного управління і контролю за допомогою персонального комп'ютера.

У порівнянні з VRV Plus, ця система має одну особливість. В VRV Plus теплорегулюючі вентиля, що регулюють витрату фреону із загальної траси, вбудовані у внутрішні блоки. В Super Multi Plus використовуються стандартні внутрішні блоки, а теплорегулюючі вентиля винесені в окремі модулі, так звані ВР блоки (Branch Provider Unit), до яких підключаються по два або три внутрішні блоки. До речі, за цим же принципом виконані VRF системи деяких інших виробників. У такого технічного рішення є як переваги, так і недоліки. Недоліком є більш складна конфігурація системи і необхідність розміщення між зовнішнім і внутрішнім блоками додаткового пристрою - ВР модуля. Гідність - можливість використання стандартних внутрішніх блоків, які мають менші розміри і менший рівень шуму в порівнянні з блоками VRV систем (через вбудованих в останні терморегулювальних вентилів).

RF- системи - принцип роботи

Мультизональні системи кондиціонування або, як їх ще називають, VRF-системи являють собою, по суті, більш потужні мульти-спліт системи: у них також при одному зовнішньому блоці може бути встановлено кілька внутрішніх блоків, причому їх число може досягати десятків одиниць. Так, в VRF-системах, які виробляє компанія IGC, число внутрішніх блоків може досягати 80 шт.

1.15 Архітектура мультизональної системи кондиціонування

Принципово важлива відмінність мультизональних систем кондиціонування від мульти-спліт систем полягає в тому, що в останніх до

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

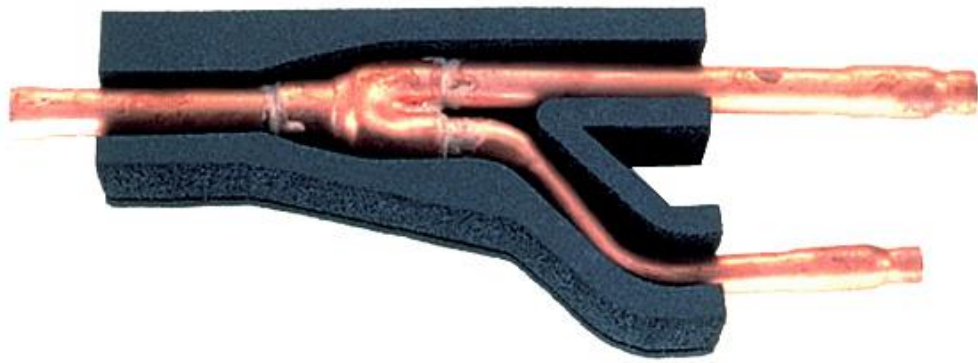


Рисунок 1.4. Рефнет або Y-подібний перехідник



Рисунок 1.5. Колектор для розгалуження фреонових трас на 4 лінії

Але це не всі особливості VRF-систем. Так, наприклад, кілька зовнішніх блоків теж можуть бути об'єднані в єдину систему. Як правило, їх кількість не перевищує 4 штуки. При цьому зовнішні блоки можуть бути встановлені в ряд впритул один до одного, а з'єднання фреонових трас виконуються за допомогою трійників (див. Рис. 1.6.)

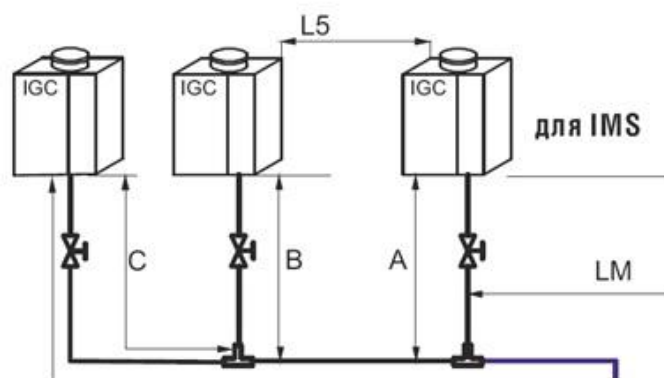


Рисунок 1.6. Трійник для об'єднання зовнішніх блоків в одну систему

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Принцип роботи мультізональних систем кондиціонування

В основі роботи мультізональної системи кондиціонування лежить принцип змінного витрати холодоагенту. Так, автоматика зовнішнього блоку мультізональної системи регулює продуктивність компресора, тим самим змінюючи витрату холодоагенту в холодильному контурі залежно від потреби в холоді.

Таким чином, зовнішній блок передає у внутрішні блоки рівно стільки холодоагенту, скільки необхідно для охолодження повітря в кондиціонованих приміщеннях в даний період часу.

Блоки VRF-систем

VRF-система, так же как и обычная система кондиционирования, состоит из внутренних и наружных блоков.

Зовнішній вигляд зовнішніх блоків залежить від їх потужності. Блоки малої потужності (до 20кВт) схожі на зовнішні блоки спліт-систем. Блоки високої потужності зовні істотно від них відрізняються (див. Рис. 1.7.)

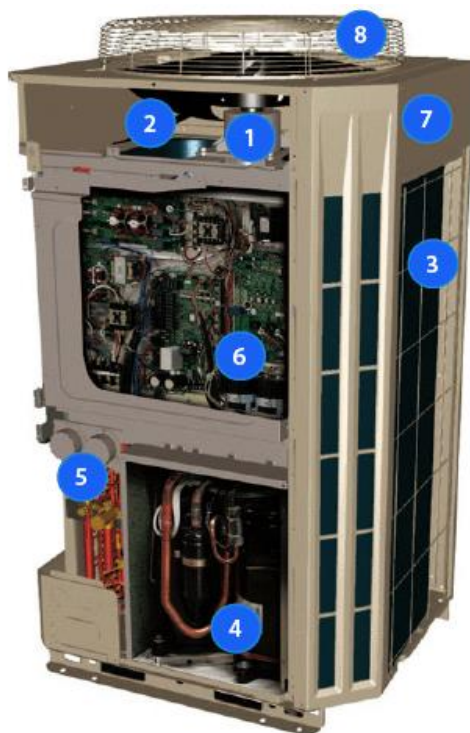


Рисунок 1.7. Зовнішній вигляд зовнішнього блоку мультізональної системи кондиціонування

Внутрішні блоки VRF-систем в цілому такі ж, як і в звичайних системах кондиціонування. Вони також бувають настінного, стельового, касетного і каналного типів і вибираються виходячи з архітектурних особливостей охолоджуваного приміщення.

Особливості кондиціонерів VRF-систем IGC

В обладнанні IGC використовується нова технологія енергозбереження, яка покращує ККД перетворення енергії і холодильний коефіцієнт системи, що особливо помітно при частковій перевантаженні. Значення інтегрального показника ефективності при частковому навантаженні (IPLV) системи досягає найвищого рівня в галузі, лінійка продукції пройшла Національну сертифікацію першого класу в області енергозбереження. Наприклад, в модульному зовнішньому блоці потужністю 28 кВт, показник IPLV може досягати 4,35.

Також мультизональні кондиціонери IGC оснащени функцією автоматичного перезапуску. У деяких особливих випадках, наприклад, в ситуації необслуговуваного приміщення з кондиціонером, якщо відбувається відключення живлення під час роботи, незалежно від тривалості такого відключення після відновлення живлення, пристрій не вимагає ручного перезапуску і може працювати автоматично в режимі, обраному до відключення живлення.

Окремі модифікації торкнулися поліпшення шумових характеристик кондиціонерів. На основі результатів прецизійного лабораторного дослідження шумів і аналізу спектру шумів виробляються ретельні випробування і відбір таких частин пристрою, як двигун і вентилятор, а також професійне проектування пристрою і трубопроводів з метою придушення шумів, що дозволило значно знизити рівень шуму пристрою.

Крім того, в VRF-системах IGC використовується технологія швидкого охолодження / нагрівання. Залежно від тенденції зміни температури в приміщенні пристрій може використовувати алгоритм PI для розрахунку необхідної частки потужності внутрішнього блоку і управління робочою

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

частотою компресора в реальному часі. Зокрема, використання великої частки потужності внутрішнього блоку під час запуску дозволить швидше охолоджувати або нагрівати.

Мультизональні системи кондиціонування IGC також мають такі особливості:

- інверторні компресори Hitachi
- пластинчастий теплообмінник
- управління процесом масловирівнівння
- оптимізоване розподіл холодоагенту
- корозіостійкий і покращений конденсатор.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

2. Розрахунок системи кондиціонування

2.1 Вихідні дані для розрахунку

Місто розташування: Одеса

Площа супермаркету: від 200 м²

Орієнтація по сторонах світу головного фасаду: П-С

Висота стель, м: 3

Тип перекриття: ч- горищне

Обкладинка скління (подвійне): М-металева

Устаткування:

1- Вітрина холодильна середньотемпературна, 2шт.

2- Вітрина холодильна низькотемпературна, 2шт.

3- Вітрина холодильна відкритого типу, 2 шт.

4- Комп'ютер та касові апарати, 2шт.

2.2 Розрахункові параметри зовнішнього і внутрішнього повітря

Параметри зовнішнього повітря задаються для двох періодів року: для теплого і зимового. У теплий період ($t_{н} > 10^{\circ}\text{C}$) розрахунок ведеться за параметрами Б так як проектується система кондиціонування. Значення параметрів приймаються за таблицею 2.1. У холодний період ($t_{н} < 10^{\circ}\text{C}$) розрахунок ведеться за параметрами Б, значення яких приймаються за таблицею 2.1. У даній роботі виконуються розрахунки для теплого (ТП) і холодного (ХП) періодів року.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Повітрообмін в розраховуються по надлишку тепла, вологи і вуглекислого газу. За розрахунковий при проектуванні систем вентиляції приймається більша з отриманих величин.

Таблиця 2.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря для м Южне

Період року	Параметр	$t_n, ^\circ\text{C}$	$I_n, \text{кДж/кг}$	$d_n, \text{г/кг}$	$\varphi_n, \%$
Теплий (ТП)	А	33,2	58,2	9,8	31
Холодний (ХП)	Б	-18	-16,4	0,9	80

Параметри внутрішнього повітря слід приймати в залежності від призначення приміщення і розрахункового періоду року за даними нормативних матеріалів на проектування.

Температуру повітря в приміщеннях слід приймати з таких міркувань. Для теплого періоду року на $4 ^\circ\text{C}$ вище температури зовнішнього (припливного), що забезпечить асиміляцію надлишків теплоти; для холодного періоду - економічно доцільну, що зумовлюють оптимальні витрати на підігрів припливного повітря. В обох випадках прийняті температури повинні відповідати межам допустимих.

У будівлях підприємств торгівлі передбачається система опалення, що підтримує температуру повітря $15 \dots 16 ^\circ\text{C}$ в нічний час доби, коли відсутні тепловиділення, характерні для режиму експлуатації будівлі. У холодний період часу року в режимі експлуатації, температура внутрішнього повітря підвищується до розрахункової, за рахунок подачі підігрітого припливного повітря, а також тепловиділень від технологічного обладнання, людей і т. П.

Таблиця 2.2. Розрахункові параметри внутрішнього повітря.

Період року	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	$\vartheta_{в}, \text{м/с}$	$\varphi_{в}, \%$	$\text{CCO}_2, \text{л/м}^3$
Теплий	23-25(23)	$\leq 0,3$	60-30	1,25
Холодний	16	$\leq 0,2$	60	

2.3. Розрахунок теплонадходження в приміщення.

Розрахункові параметри повітря

В якості розрахункових параметрів зовнішнього повітря приймають розрахункові параметри Б для заданого району будівництва в холодний період (таблиця 2.1), в теплий - температуру зовнішнього повітря на 2⁰С і питому ентальпію на 2 кДж / кг нижче, ніж при параметрах Б.

Приймаємо:

Літній режим

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

$$t_H = +33,1^{\circ}\text{C}; I = 58,2 \text{ кДж/кг}$$

Розрахункові параметри всередині приміщення

$$t_B = +20^{\circ}\text{C} \quad \varphi = 60\%$$

Зимовий режим

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

$$t_H = -18^{\circ}\text{C}; I = -16,4 \text{ кДж/кг}$$

Розрахункові параметри всередині приміщення

$$t_B = +18^{\circ}\text{C} \quad \varphi = 40\%$$

Розрахункові параметри повітря в кондиціонованих приміщеннях встановлюються в результаті припливу і відведення тепла і вологи в ці приміщення. Так, в літню пору, як правило, в приміщеннях виділяється надмірна кількість тепла і вологи. Тому завдання установки кондиціонування повітря - охолодження і осушення повітря в приміщенні. У зимовий період, навпаки, повітря, що подається в кондиціонером приміщення, нагрівають і зволожують для компенсації тепло- і втрат вологості кондиціонованих приміщень.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Тепло, поступає в приміщення (зі знаком +) або йде з нього (з знаком-), підраховують за формулою:

$$\sum Q = Q_{\text{л}} + Q_{\text{об}} + Q_{\text{осв}} \pm Q_{\text{м}} \pm Q_{\text{огр}} + Q_{\text{рад}} + Q_{\text{инф}}, \text{ кВт}$$

де: $Q_{\text{л}}$ — тепловиділення від людей, Вт;

$Q_{\text{об}}$ — тепловиділення від технологічного обладнання;

$Q_{\text{осв}}$ — тепловиділення від освітлювальних приладів;

$Q_{\text{м}}$ — тепловиділення від оброблюваних технологічних матеріалів;

$Q_{\text{огр}}$ — теплопоступлення через огорожувальні конструкції;

$Q_{\text{рад}}$ — теплопоступлення від сонячної радіації;

$Q_{\text{инф}}$ — теплопоступлення від інфільтрації зовнішнього повітря.

Загальна кількість вологи, поступає в приміщення (зі знаком +), або поглинається в ньому (зі знаком -), підраховують за формулою:

$$\sum W = W_{\text{л}} + W_{\text{об}} \pm W_{\text{м}} + W_{\text{инф}} \text{ кг/сек},$$

де $W_{\text{л}}$ — вологовиділення від людей;

$W_{\text{об}}$ — вологовиділення від технологічного обладнання;

$W_{\text{м}}$ — вологовиділення від оброблюваних матеріалів;

$W_{\text{инф}}$ — вологовиділення від інфільтрації зовнішнього повітря

При розрахунку установки кондиціонування повітря необхідно знати не тільки величину сумарних тепло- і вологовиділення, але і їхнє ставлення $E_{\text{п}}$.

$$E_{\text{п}} = \sum Q / \sum W \text{ кдж/кг.}$$

Ця величина називається тепловлажностной ставленням. Якщо приміщення, в якому є постійні теплопритоки $\sum Q$ і вологпритоки $\sum W$, не обладнане установкою кондиціонування повітря, то параметри повітря в приміщенні почнуть змінюватися (температура, вологість і ентальпія повітря

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Теплонадходження за рахунок різниці температур в теплий період року

$$Q_{одр} = FK(t_H - t_B)\psi, \text{ Вт}$$

де ψ - коефіцієнт, що залежить від кольору огорожі, приймаємо світлий колір ($\psi = 0,5$)

K – розрахунковий коефіцієнт теплопередачі, який визначається за формулою:

$$K = \frac{1}{R_o}, \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

відповідно до СНиП II-3-79 * знаходимо:

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B} = \frac{1}{8,7} = 0,115 \quad \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

для стіни

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{23} = 0,0435 \quad \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

для горищного перекриття

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{12} = 0,0833 \quad \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

для стін

$$R_o = 0,115 + \frac{0,125}{0,8} + \frac{0,07}{0,064} + \frac{0,25}{0,87} + 0,0435 = 1,69 \quad \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$K_{CT} = \frac{1}{2,16} = 0,59 \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

для орища

$$R_o = 0,115 + \frac{0,006}{0,17} + \frac{0,1}{0,87} + \frac{0,2}{0,064} + \frac{0,05}{2,04} + 0,0833 = 3,498 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}$$

$$K_q = \frac{1}{3,498} = 0,286 \frac{Вт}{m^2 \cdot K}$$

Теплопоступлення за рахунок інфільтрації зовнішнього повітря

$$Q_{инф} = M \cdot C(t_B - t_H)$$

де М – кількість повітря, яке визначається за формулою:

$$M = \sum \alpha \cdot m \cdot l$$

де α – коефіцієнт враховує скління; приймаємо 0,3

m – коефіцієнт що враховує величину щілини, приймаємо = 35,5

l – довжина щілини.

C – теплоємність повітря – 1,005 кДж/(кг*К)

Теплонадходження від людей.

Кількість теплоти (Сума прихованої і явної) визначається за формулами:

повне:

$$Q_{Л.П.} = \sum_{i=1}^n q_{ni} \cdot n_i$$

і явно

$$Q_{Л.Я.} = \sum_{i=1}^n q_{яi} \cdot n_i$$

Теплонадходження від джерел штучного освітлення.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Теплонадходження від джерел штучного освітлення визначаємо за такою формулою:

$$Q_{OC} = F \cdot N_{yd} \cdot \eta_{ocv}$$

N_{yd} - питома потужність світильників, приймаємо

$$N_{yd} = 33 \text{Вт} / \text{м}^2$$

η_{ocv} - частка теплоти, що надходить в приміщення;

Теплонадходження від сонячної радіації.

Визначається тільки для теплого періоду року. Кількість теплоти надходить від сонячної радіації, можна визначити за формулами, Вт:

для зашкленних поверхонь

$$Q_{OCT.ПОВ.} = F_{OCT} \cdot q_{OCT} \cdot A_{OCT} :$$

для покриттів:

$$Q_{П.РАД.} = F_n \cdot q_n \cdot K_n,$$

де F_{OCT} , F_n - площі поверхні скління і покриття, м².

q_{OCT} , q_n - теплопоступлення від сонячної радіації через 1м² поверхні зашклення і покриття, Вт/м²;

A_{OCT} - Коефіцієнт залежить від характеру скління і сонцезахисних пристроїв;

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

K_n - коефіцієнт теплопередачі покриття Вт/(м³*К)

також вводимо поправку на захист вікон Z=0,2

Теплонадходження від технологічного обладнання

Приймаємо 300 Вт – 1 комп'ютер.

Приймаємо по 1 кВт – вітрина.

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.3 і 2.4.

Таблиця 2.3 Тепловий розрахунок приміщень (ТП)

№ приміщення	Кількість людей	Теплонадходження, кВт							Витрата повітря, м ³ /ч
		від різниці температур	від інфільтрації зовнішнього повітря	від обладнання	від сонячної радіації	від джерел штучного освітлення	від людей	всього	
1	2	0,102	1,966	4,3	1,657	1,811	0,3	9,23	120
2	2	0,003	0,270	0,3	0,060	0,436	0,3	1,4	120
3	2	0,006	0,240	2	0,075	0,545	0,3	3,4	120
Σ								14,03	

Примітка: Q_я менше на 0,65 кВт

Таблиця 2.4 Тепловой расчет помещений (ХП)

№ приміщення	Кількість людей	теплонадходження, кВт				Витрата повітря, м ³ /ч
		від обладнання	Від джерел штучного освітлення	від людей	всього	
1	2	4,3	1,811	0,3	6,4	120
2	2	0,3	0,436	0,3	1,0	120
3	2	2	0,545	0,3	2,8	120
Σ					10,2	

2.4. Розрахунок вологовиділення в приміщення.

Вологовиділення в приміщеннях визначається за формулою:

$$W_{\text{л}} = 10^{-3} \sum W_i \cdot n_i, \text{ кг/ч}$$

де W_i - вологовиділення однією людиною г / ч;

n_i - число людей в приміщенні.

Також додають 1,5 кг / год на вологе прибирання приміщення, прийняту один раз в день.

Таблиця 2.5

№ приміщення	1	2	3	прибирання	Σ
Кількість людей	2	2	2	-	6
вологовиділення ТП	0,15	0,15	0,15	1,5	1,95
вологовиділення ХП	0,13	0,13	0,13	1,5	1,9

2.5 Побудова в I-d діаграмі процесів обробки повітря в теплий і холодний період року

Розрахунок продуктивності СКП

ТП (теплий період)

1. Визначаємо кутовий коефіцієнт променя процесу:

$$\xi_T = \frac{3,6Q_n}{W} = \frac{3,6 \cdot 23000}{2,48} = 33387 \text{ кДЖ / кг}$$

2. Знаходимо температури припливного і повітря, що видаляється:

$$t_y = t_e + (H_{\text{ПОМ}} - 2,0) \text{grad} \quad t = 20 + 1,5(3,0 - 2,0) = 21,5^{\circ} \text{C}$$

$$t_{\text{П}} = t_{\text{В}} - \Delta t_{\text{ДОП}} = 20 - 6 = 14^{\circ} \text{C}$$

Будуємо на Id- діаграмі промінь процесу, через точку В і наносимо точки П, У, відповідні знайденим температур.

3. Визначаємо необхідний повітрообмін.

Визначаємо повітрообмін по повному тепловиділенню:

$$G_{\text{П}} = \frac{3,6Q_{\text{ТП}}}{\Delta t_{\text{T}}} = \frac{3,6 \cdot 23000}{44,2 - 36} = 10097 \text{кг/ч}$$

Визначаємо теплообмін за явною тепловиділенню:

$$G = \frac{3,6Q_{\text{Я}}}{c(t_y - t_n)} = \frac{3,6 \cdot 22350}{1,005(21,5 - 14)} = 10675 \text{кг/ч}$$

Визначаємо повітрообмін по вологовиділенню:

$$G = \frac{W_{\text{T}} \cdot 10^3}{\Delta d_{\text{T}}} = \frac{2480}{9,9 - 9,65} = 9920 \text{кг/ч}$$

Потім на поле I-d діаграми наносимо лінію $d_{\text{П}} = \text{const}$, по якій знаходимо положення точок П і О, що характеризують стан повітря на виході з кондиціонера і з камери зрошення.

б) ХП (холодний період)

1. Визначаємо кутовий коефіцієнт променя процесу:

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

$$\xi_T = \frac{3,6Q_n}{W} = \frac{3,6 \cdot 15100}{2,35} = 23132 \text{ кДЖ / кг}$$

2. Знаходимо температури припливного і повітря, що видаляється:

$$t_y = t_6 + (H_{ПOM} - 2,0)grad \quad t = 18 + 1,5(3,0 - 2,0) = 19,5^0 C$$

$$t_{II} = t_B - \Delta t_{доП} = 18 - 4 = 14^0 C$$

Будуємо на Id- діаграмі промінь процесу, через точку В і наносимо точки П, У, відповідні знайденим температур.

3. Визначаємо необхідний повітрообмін.

Визначаємо повітрообмін по повному тепловиділенню:

$$G_{II} = \frac{3,6Q_{III}}{\Delta t_T} = \frac{3,6 \cdot 15100}{32,8 - 27} = 9372 \text{ кг / ч}$$

Визначаємо теплообмін за явною тепловиділенню:

$$G = \frac{3,6Q_{я}}{c(t_y - t_n)} = \frac{3,6 \cdot 15100}{1,005(19,5 - 14)} = 9834 \text{ кг / ч}$$

Визначаємо повітрообмін по Вологовиділення:

$$G = \frac{W_T \cdot 10^3}{\Delta d_T} = \frac{2350}{5,27 - 5} = 8700 \text{ кг / ч}$$

Потім на поле I-d діаграми наносимо лінію dП = const, по якій знаходимо положення точок П і О, що характеризують стан повітря на виході з кондиціонера і з камери зрошення.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

у_ф – параметри повітря, що видаляється з приміщення фенкойлами;

в – параметри внутрішнього повітря в обслуговуваній або робочій зоні.

Вже згадана схема, безумовно, не є якоюсь винятковою. Можливе розміщення фенкойлів на або в підлозі, на стіні або під стелею, так само як і подача припливного повітря у статі (витісняє вентиляція) або в робочу зону, але це не змінює суті розв'язуваної задачі - забезпечити необхідні параметри повітря, включаючи, крім зазначених, його якість і рухливість в обслуговуваній зоні.

Складемо тепловий баланс для даного приміщення, який в загальному випадку має вигляд:

$$G_n^c \cdot I_n + G_\phi^c \cdot I_\phi + \sum Q_{\text{пол}} = G_y^c \cdot I_y + G_\phi^c \cdot I_{y\phi}; \quad (2.1)$$

$$G_n^c \cdot d_n + G_\phi^c \cdot d_\phi + 1000 W = G_y^c \cdot d_y + G_\phi^c \cdot d_{y\phi}. \quad (2.2)$$

Кількість сухої частини припливного або видаляється визначається за формулою:

$$G^c = \frac{G}{1 + d}. \quad (2.3)$$

Оскільки значення вологовмісту звичайно невеликі (0,008-0,012 кг / (кг св)), то рівняння (2.1) і (2.2) можна записати у вигляді:

$$G_n \cdot I_n + G_\phi \cdot I_\phi + \sum Q_{\text{пол}} = G_y \cdot I_y + G_\phi \cdot I_{y\phi}; \quad (2.4)$$

$$G_n \cdot d_n + G_\phi \cdot d_\phi + 1000 W = G_y \cdot d_y + G_\phi \cdot d_{y\phi}. \quad (2.5)$$

де G — кількість повітря, кг/ч;

I — ентальпія повітря, кДж/(кг св);

d — вологовміст повітря, г/(кг св);

SQ_{пол} — сумарні повні теплонадлишки в приміщенні, кДж/ч;

W — сумарні вологовиділення в приміщенні, кг/ч.

Для визначення ентальпії повітря необхідно знати його температуру, тому формули (2.4) і (2.5) зазвичай доповнюють рівністю:

$$G_n \cdot t_n + G_f \cdot t_f + \sum Q_{\text{явн}} = G_y \cdot t_y + G_f \cdot t_{yf}, \quad (2.6)$$

де $\sum Q_{\text{явн}}$ — сумарні явні теплонадлишки в приміщенні, кДж/ч.

З рівнянь (2.4) і (2.5) неважко отримати формули для розрахунку кількості повітря, що подається фенкойлами, за умови, що $G_n = G_y$:

$$G_f = \frac{\sum Q_{\text{явн}} - G_n \cdot (t_y - t_n)}{t_{yf} - t_f}; \quad (2.7)$$

$$G_f = \frac{1000 W - G_n \cdot (d_y - d_n)}{d_{yf} - d_f}. \quad (2.8)$$

Аналогічну формулу можна отримати і з рівняння (2.6), але оскільки процеси в приміщенні і в фенкойлів йдуть зі зміною вмісту води повітря, то подальший розрахунок слід виконувати за формулою (2.7).

У наведених вище рівняннях немає двох параметрів, які цікавлять нас в першу чергу і є нормованими або необхідними: температури t_{pz} і відносній вологості j_{pz} в робочій або обслуговуваній зоні.

Зазвичай для зв'язку параметрів повітря в робочій зоні з параметрами припливного і повітря, що видаляється використовують коефіцієнти повітрообміну K_t і K_d :

$$K_t = \frac{t_y - t_n}{t_{pz} - t_n}, \quad (2.9)$$

$$K_d = \frac{d_y - d_n}{d_{pz} - d_n}. \quad (2.10)$$

Причому для даних систем кондиціонування повітря необхідно вводити по два різних значення: K_t і K_d (окремо для фенкойлів). У загальному випадку значення коефіцієнтів повітрообміну залежать від способу організації повітрообміну, типу розподільників повітря, розташування припливних і витяжних отворів відносно один одного і джерел виділення тепла і шкідливих умов і ряду інших чинників.

Для багатофункціональних будівель при висоті приміщень 2,8-3,5 м і при схемі організації повітрообміну зверху-вгору треба дуже добре підібрати

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

- нормована температура внутрішнього повітря в робочій зоні t_{pz} .

2.7 Розрахунок системи кондиціонування для торгового залу супермаркету.

- розмір приміщення в плані 155 м^2 , висота до низу стелі підшивання $3,2 \text{ м}$, об'єм $V = 690 \text{ м}^3$;
- сумарні повні тепловиділення від людей, освітлення і апаратури $Q_{\text{пол}} = 14 \text{ кВт}$;
- вологовиділення $W = 4 \text{ кг / год}$;
- кількість відвідувачів і продавців відповідно 30 і 4 чол. ;
- розрахункові параметри зовнішнього повітря: $t_n = 33 \text{ }^\circ \text{C}$, $I_n = 60 \text{ кДж / (кг св)}$, $P_6 = 99 \text{ кПа}$, $J_n = 33\%$;
- необхідні параметри внутрішнього повітря в обслуговуваній зоні: $t_{pz} = 24 \text{ }^\circ \text{C}$, $j_{pz} < 60\%$;
- холодоносій - вода $7-12 \text{ }^\circ \text{C}$.

Попередньо приймаємо:

- для зменшення холодильного навантаження на фенкойли і більш рівномірного розподілу температури зовнішнє повітря охолоджується в кондиціонері, нагрівається у вентиляторі і повітропроводах на $1 \text{ }^\circ \text{C}$ і подається в приміщення з температурою $22 \text{ }^\circ \text{C}$;
- застосовуємо фенкойли без кожуха і встановлюємо їх в стелі підшивання, з приточними плафонами фенкойли з'єднані гнучкими повітропроводами з тепло- і звукоізоляцією;
- видаляється і рециркуляційний повітря забирається з приміщення і обсягу стелі підшивання через витяжні плафони;
- температура видаляється і рециркуляційного повітря приблизно рівні температурі в обслуговуваній зоні, т. Е. $Kt \approx 1$.

Принципова схема організації повітрообміну і розміщення фенкойлів приведена на рисунку 2.1. Для розрахунку потрібно наступні основні формули:

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

$$l = 1,006t + (2\,501 + 1,805t) \frac{d}{1000}, \frac{\text{кДж}}{\text{кг св}}, \quad (2.11)$$

$$d = 622 \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{б}} - P_{\text{п}}}, \frac{\text{г}}{\text{кг св}}, \quad (2.12)$$

$$P_{\text{п}} = \frac{P_{\text{б}} \cdot d}{622 + d}, \text{кПа}, \quad (2.13)$$

$$\varphi = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{нп}}} \cdot 100, \%, \quad (2.14)$$

$$\rho_{\text{вл.в}} = \frac{P_{\text{б}} \cdot (1 + d)}{0,2871T (1 + 1,6078d)}, \text{кг/м}^3. \quad (2.15)$$

Визначаємо мінімальну витрату зовнішнього повітря:

$$L'_{\text{н}} = 36 \cdot 30 + 4 \cdot 60 = 1\,320 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Оскільки приміщення не має зовнішніх огорожувальних конструкцій, за погодженням із замовником збільшуємо обсяг:

$$L_{\text{н}} = 36 \cdot 40 + 4 \cdot 60 = 1\,700 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

З комп'ютерного роздруку для повітроохолоджувача центрального кондиціонера одержуємо: $t_{\text{ок}} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$, $j_{\text{ок}} = 63 \text{ } \%$. Заходимо тиск насиченої водяної пари при $t_{\text{ок}} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$, $P_{\text{пн}} = 2,4877 \text{ кПа}$ і за формулою (2,14) обчислюємо парціальний тиск $P_{\text{ок}} = 2,4877 \cdot 0,63 = 1,567 \text{ кПа}$.

За формулою (2,12) визначаємо вологосодержание зовнішнього повітря на виході з повітроохолоджувача:

$$d_{\text{ок}} = 622 \cdot \frac{1,567}{99 - 1,567} = 10,0 \frac{\text{г}}{\text{кг св}}.$$

Визначаємо основні параметри і кількість припливного зовнішнього повітря:

$$l_{\text{н}} = 1,006 \cdot 22 + (2\,501 + 1,805 \cdot 22) \cdot \frac{10}{1000} = 47,54 \frac{\text{кДж}}{\text{кг св}};$$

$$d_{\text{н}} = d_{\text{ок}} = 10,0 \frac{\text{г}}{\text{кг св}};$$

$$\rho_{\text{н}} = \frac{99 \cdot (1 + 0,01)}{0,2871 \cdot 295,15 ((1 + 1,6078 \cdot 0,01))} = 1,161 \text{ кг/м}^3;$$

$$G_{\text{н}} = 1700 \cdot 1,161 = 1\,974 \text{ кг/ч}.$$

Задаємося кінцевими параметрами повітря на виході з фенкойлів:

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{\phi} = t_{wk} + 1,5 = 12 + 1,5 = 13,5 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\varphi_{\phi} = 90 \text{ } \%$$

Знаходимо тиск насиченої водяної пари при $t = 13,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ і обчислюємо значення I_{ϕ} і d_{ϕ} :

$$P_{\text{пн}} = 1,5475 \text{ кПа};$$

$$d_{\phi} = 622 \cdot \frac{0,9 \cdot 1,5475}{99 - 0,9 \cdot 1,5475} = 8,88 \frac{\text{г}}{\text{кг св}};$$

$$I_{\phi} = 1,006 \cdot 13,5 + (2501 + 1,805 \cdot 13,5) \cdot \frac{8,88}{1000} = 36 \frac{\text{кДж}}{\text{кг св}}.$$

Отже, нам відомі параметри і кількість що подається в приміщення зовнішнього повітря, параметри припливного повітря від фенкойлів, температура видаляється і внутрішнього повітря і тепловлаговиділення в приміщенні.

Визначимо необхідну кількість повітря, що подається фенкойлами. З цією метою реальний процес, коли припливне зовнішнє повітря і повітря від фенкойлів «самостійно» асимілюють тепло- і вологовиділення, а вже потім змішуються в приміщенні, замінимо умовним процесом, прийнявши, що повітря від фенкойлів змішується із зовнішнім до приміщення і вже суміш асимілює тепло - і вологовиділення. Таке припущення не впливає на кінцевий результат, т. К. Тепловий баланс приміщення не змінюється, але дозволяє досить просто виконувати подальший розрахунок методом послідовних наближень.

Припустимо, що кількість зовнішнього повітря становить 25% від загальної кількості припливного повітря $G_{\text{см}}$.

Тоді:

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$\Sigma L = \frac{4\,606}{1,154} = 4\,000 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

У приміщенні припускаємо встановити 6 фенкойлів. Обчислюємо витрата повітря і повну потужність охолодження одного фенкойли:

$$L_{\phi} = \frac{4\,000}{6} = 670 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{\text{х. пол}} = \frac{670 \cdot 1,154(49,33 - 36)}{3\,600} = 2,86 \text{ кВт.}$$

Таким чином, необхідно підібрати фенкойл при наступних вихідних даних:

- витрата повітря при середніх оборотах і статичному тиску 15 Па - 670 м³ / год;
- повна холодопродуктивність при воді 7-12 ° С і початкових температурах t_c = 24 ° С і t_м = 17,2 ° С - 2,86 кВт.

По електронному каталогу фірми-виробника підбираємо фенкойл: Q_{пол} = 2,96 кВт; Q_{явн} = 2,51 кВт; P_{СТ} = 15 Па; L_ф = 663 м³ / год. Уточнюємо параметри повітря на виході з фенкойла, нехтуючи дуже невеликою зміною щільності повітря:

$$I_{\phi} = 49,33 - \frac{2,96 \cdot 3\,600}{663 \cdot 1,154} = 35,4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг св}};$$

$$t_{\phi} = 24 - \frac{2,51 \cdot 3\,600}{663 \cdot 1,154 \cdot 1,006} = 12,3 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$d_{\phi} = \frac{I_{\phi} - 1,006t_{\phi}}{2,501 + 0,001805t_{\phi}} =$$

$$= \frac{35,4 - 1,006 \cdot 12,3}{2,501 + 0,001805 \cdot 12,3} = 9,13 \frac{\text{г}}{\text{кг св}};$$

$$\Sigma G_{\phi} = 1,154 \cdot 663 \cdot 6 = 4\,590 \text{ кг/ч.}$$

Визначаємо уточнені параметри повітря в обслуговуваній зоні:

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

$$I_{\text{см}} = \frac{47,54 \cdot 1974 + 35,40 \cdot 4\,590}{6\,564} = 39,05 \frac{\text{кДж}}{\text{кг св}};$$

$$d_{\text{см}} = \frac{10 \cdot 1974 + 9,13 \cdot 4\,590}{6\,564} = 9,39 \frac{\text{г}}{\text{кг св}};$$

$$I_{\text{рз}} = 39,05 + \frac{17 \cdot 3\,600}{6\,564} = 48,37 \frac{\text{кДж}}{\text{кг св}};$$

$$d_{\text{рз}} = 9,39 + \frac{4\,000}{6\,564} = 10,0 \frac{\text{г}}{\text{кг св}};$$

$$t_{\text{рз}} = \frac{48,37 - 2,501 \cdot 10,0}{1,006 + 0,001805 \cdot 10,0} = 22,80 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\varphi_{\text{рз}} = 55 \%, \quad t_{\text{м}} = 17 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Як видно, розрахункові параметри повітря в обслуговуваній зоні дуже близькі до необхідних, тому практично розрахунок можна закінчити, проте, з чисто теоретичної метою доведемо розрахунок до кінця, т. Е. Перевіримо, чи встановиться в приміщенні тепловий баланс при роботі центрального кондиціонера і фенкойлів, якщо: $t_{\text{yf}} = 22,8 \text{ } ^\circ\text{C}$; $t_{\text{м}} = 17 \text{ } ^\circ\text{C}$; $d_{\text{yf}} = 10 \text{ г / (кг св)}$ і $I_{\text{yf}} = 48,37 \text{ кДж / (кг св)}$.

По електронному каталогу для вибраного фенкойли знаходимо:

Найменування параметру	$G_{\text{н}} = 0,3 G_{\text{см}}$	$G_{\text{н}} = 0,35 G_{\text{см}}$
$G_{\text{см}}$, кг/ч	6580	5640
$G_{\text{ф}}$, кг/ч	4606	3666
$I_{\text{см}}$, кДж/(кг св)	39,46	40,04
$d_{\text{см}}$, г/(кг св)	9,22	9,27
$\Delta I_{\text{р}}$, кДж/(кг св)	9,30	10,85
$\Delta d_{\text{р}}$, г/(кг св)	0,61	0,71
$I_{\text{рз}}$, кДж/(кг св)	48,76	50,89
$d_{\text{рз}}$, г/(кг св)	9,83	9,98
$t_{\text{рз}}$, $^\circ\text{C}$	23,61	25,32

$$Q_{\text{пол}} = 2,88 \text{ кВт}; \quad Q_{\text{явн}} = 2,27 \text{ кВт}.$$

2.8 Розрахунок параметрів фанкойла.

Визначаємо основні параметри повітря для фанкойлу:

$$\rho_{y\phi} = \frac{99(1+0,01)}{0,2871 \cdot 295,95(1+1,6078 \cdot 0,01)} = 1,158 \text{ кг/м}^3;$$

$$l_{\phi} = 48,37 - \frac{2,88 \cdot 3\,600}{663 \cdot 1,158} = 34,87 \frac{\text{кДж}}{\text{кг св}};$$

$$t_{\phi} = 22,8 - \frac{2,27 \cdot 3\,600}{663 \cdot 1,158 \cdot 1,006} = 12,22 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$d_{\phi} = \frac{34,87 - 1,006 \cdot 12,22}{2,501 + 0,001805 \cdot 12,22} = 8,95 \frac{\text{г}}{\text{кг св}};$$

$$\Sigma G_{\phi} = 663 \cdot 1,158 \cdot 6 = 4\,606 \text{ кг/ч};$$

$$l_{\text{см}} = \frac{47,54 \cdot 1\,974 + 34,87 \cdot 4\,606}{6\,580} = 38,67 \frac{\text{кДж}}{\text{кг св}};$$

$$d_{\text{см}} = \frac{10 \cdot 1\,974 + 8,95 \cdot 4\,606}{6\,580} = 9,27 \frac{\text{г}}{\text{кг св}};$$

$$l_{\text{рз}} = 38,67 + \frac{17 \cdot 3\,600}{6\,580} = 48,0 \frac{\text{кДж}}{\text{кг св}};$$

$$d_{\text{рз}} = 9,27 + \frac{4\,000}{6\,580} = 9,88 \frac{\text{г}}{\text{кг св}};$$

$$t_{\text{рз}} = \frac{48,0 - 2,501 \cdot 9,88}{1,006 + 0,001805 \cdot 9,88} = 22,75 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{м}} = 17 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Якщо підставити отримані значення параметрів в балансові рівняння (2,4) і (2,5), то дійсно отримаємо рівності:

$$\begin{aligned} & 1\,974 \cdot 47,54 + 4\,606 \cdot 34,87 + 17 \cdot 3\,600 = \\ & = 1\,974 \cdot 48 + 4\,606 \cdot 48 \text{ кДж/ч}; \\ & 1\,974 \cdot 10 + 4\,606 \cdot 8,95 + 4\,000 = \\ & = 1\,974 \cdot 9,88 + 4\,606 \cdot 9,88 \text{ г/ч}. \end{aligned}$$

Побудова процесів обробки повітря на I-d діаграмі показано на малюнку 2.2.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Якщо при підборі фенкойлів розрахункова температура повітря в робочій зоні значно нижче необхідної, то слід:

- змінити кількість і типорозмір фенкойлів;
- зменшити витрату води через фенкойли, т. е. Збільшити кінцеву температуру;
- підвищити початкову температуру холодної води, якщо це доцільно для більшості приміщень, що кондиціонують;
- зменшити кількість повітря, що подається фенкойлами;
- підвищити температуру зовнішнього повітря приточування;
- виконати кілька зазначених рекомендацій.

У розглянутому прикладі приміщення не має зовнішніх огорожувальних конструкцій і тепловлаговиделенія в ньому в холодний період такі ж, як і в теплий, тому передбачається використовувати фенкойли круглий рік.

Необхідно побудувати процес обробки повітря на I-d діаграмі і визначити параметри повітря в робочій зоні.

За I-d діаграмі знаходимо параметри повітря в точці «Т» (рис. 2,3): $t_T = 28,3$ °С; $d_T = 0,4$ г/(кг св); $I_T = 29,5$ кДж/(кг св); $t_{MT} = 10$ °С.

Обчислюємо температуру повітря на виході з форсунки камери t_k , використовуючи вираз

$$E_a = \frac{t_T - t_k}{t_T - t_M} = 0,65;$$
$$t_k = 16,4 \text{ °С.}$$

За I-d діаграмі визначаємо: $I_k = 29,7$ кДж/(кг св); $d_k = 5,2$ г/(кг св) та обчислюємо:

$$\rho_k = \frac{99(1 + 0,0052)}{0,2871 \cdot 289,55(1 + 1,6078 \cdot 0,0052)} = 1,187 \text{ кг/м}^3;$$

$$G_k = 1700 \cdot 1,187 = 2018 \text{ кг/ч.}$$

попередньо приймаємо $t_{pz} = t_y = 22$ °С.

Як видно, можлива температура точки роси повітря, що видаляється нижче температури води, що подається в фенкойли, тому в них буде йти

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Оскільки параметри повітря точно відповідають вихідним, розрахунок закінчуємо і отримані дані використовуємо для проектування контуру сухого охолоджувача і пластинчастих теплообмінників.

Звичайно, дуже важливе значення при проектуванні даних систем кондиціонування повітря має правильний підбір самих фенкойлів. У прикладі підбір виконаний з використанням електронного каталогу, що значно спрощує завдання і дає можливість розглянути кілька різних варіантів. Однак набагато частіше фірми-виробники пропонують лише таблиці, номограми і поправочні коефіцієнти для перерахунку характеристик апарату, наведених при стандартних умовах 27-19 ° С і максимальних обертах вентилятора.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

3. Підбір системи кондиціонування.

Для потреб охолодження та опалення в торгівельних залах приймаємо 2 спліт-системи по потрібній холодопродуктивності 11 кВт, та теплопродуктивності 14,3 підбираємо наступні спліт-системи Haier HSU-24HT103/R2/HSU-24HUN103/R2-A.

:



Таблиця 3.1 Характеристики кондиціонеру.

Бренд	Haier Electric Company
Страна производитель	Китай
Класс	Стандарт
Назначение	Охлаждение/обогрев
Серия	Tibio Inverter
Модель кондиционера	24
Инверторная технология	Есть
Гарантия	36 мес. от производителя
Тип блока	Настенный
Средняя площадь помещения, (м ²)	80
Расход воздуха, (м ³ /мин)	1200
Уровень шума (внутри), дБА	30-47
Хладагент	R32
Мах длина трассы	25

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

R32 в кліматичному обладнанні використовується давно: з нього наполовину складається поширений холодоагент R410A. Потенціал впливу на глобальне потепління (GWP) R32 дорівнює 675 - це третина від показника R410A (2088). R32 має більшу енергоефективність, при рівній продуктивності потрібно в меншій кількості для заправки, відповідно, обладнання може стати компактніше. R32 однокомпонентний, тому його простіше повторно використовувати і утилізувати, відсутній так званий температурний глайд. В процесі зберігання R32 не поділяється на фракції. Але для його заправки потрібні деякі нові інструменти і дотримання необхідних процедур. До того ж, як і більшість хладагентів з низьким GWP, R32 є слабгорючим.

Як будь-яке нововведення, перехід на R32 може створити певні труднощі, тому завдання виробників і дистриб'юторів - навчання монтажних і сервісних компаній методикам роботи з новим холодоагентом. Не менш важливо також інформувати проектувальників, продавців дилерських компаній і споживачів про нове законодавство, щоб нові директиви вже зараз враховувалися при проектуванні систем, розрахованих на найближчі 10-15 років.

Значення відмови від гідрофторвуглеців для кліматичної галузі

Існує очевидна потреба в альтернативних хладагентах, які не тільки були б менш шкідливими для навколишнього середовища не впливають на клімат і відповідали б вимогам нового законодавства, але були б також безпечними і забезпечували підвищення економічності використання устаткування. Економія важлива як з точки зору вартості холодоагенту, так і з точки зору переобладнання існуючих систем для роботи з ним. Використання нових холодоагентів, що мають на увазі повний перегляд проектів систем, означає, що частина обладнання, яке буде встановлено в найближчі 5-10 років, може стати непридатною для використання ще до закінчення терміну служби. Виробники вважають за краще діяти прямо зараз, пропонуючи нові продукти і способи адаптації старих систем до нових холодоагентів, продовжуючи, таким чином, термін їх експлуатації.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

При виборі холодоагенту нового покоління необхідно врахувати ряд факторів:

- озоноруйнуючий потенціал;
- потенціал впливу на глобальне потепління;
- безпеку;
- ефективне використання природних ресурсів;
- енергоефективність;
- доступність.

3.2 Озоноруйнуючий потенціал і потенціал впливу на глобальне потепління

Відповідно до Монреальського протоколу і європейському законодавству з проблеми виснаження озонового шару озоноруйнуючий потенціал холодоагентів повинний бути нульовим. Ситуація з потенціалом впливу на глобальне потепління (GWP) трохи складніше, тому що цей показник розраховується з урахуванням повного життєвого циклу обладнання. Це означає, що енергія, використана протягом всього терміну служби кондиціонера або теплового насоса, перекладається в еквівалент глобального потепління (непряма емісія), потім додається безпосередня емісія (в результаті витоку з різних причин) холодоагенту. Такий метод дає більш точну оцінку реального впливу обладнання на глобальне потепління протягом усього його життєвого циклу.

Оцінювати тільки значення GWP некоректно, оскільки обладнання зі «середнім» значенням GWP може в підсумку надавати менший вплив на глобальне потепління, ніж кондиціонер на холодоагенті з «низьким» GWP.

Безпека

На безпеку впливає безліч факторів, включаючи тип обладнання, обсяг заправленого холодоагенту, розмір приміщення і розташування обладнання.

Природні ресурси

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Важливо ефективно використовувати природні ресурси: обладнання повинно бути енергоефективним, а виробництво - відповідати принципу «виробляти більше з меншого кількості матеріалу». Для холодоагентів в цьому контексті актуальна можливість повторного використання, для обладнання - можливість переробки матеріалів, з яких воно вироблено. Якщо ми підвищуємо енергоефективність холодоагенту, використовуючи більшу його кількість в більшій системі, - це ще не енергоефективність.

Доступність

Згідно з прогнозами, 75% майбутньої емісії ДФУ доведеться на країни, що розвиваються. Нові успішні рішення повинні бути доступні на глобальному рівні.

Енергоефективність

Всі перераховані фактори важливі, проте ключовий фактор при виборі холодоагенту - його енергоефективність. Без максимальної енергоефективності система все одно буде побічно «здійснювати» додатковий викид вуглекислого газу за рахунок спалювання природних ресурсів в процесі генерації електроенергії, необхідної для роботи кліматичного обладнання.

При оцінці енергоефективності потрібно враховувати не тільки «сезонну ефективність», усереднену за сезон охолодження або опалення, але і ефективність при пікових навантаженнях (в дуже спекотні або дуже холодні дні). Перший показник важливий для відповідності цільових показників енергоефективності різних європейських директив (Ecodesign, Energy efficiency directive, EPBD, Renewable Energy Source Directive), а ефективність при пікових навантаженнях дозволить обходитися без задіяння резервних потужностей електростанцій.

R 32 досить впевнено почуває себе серед конкурентів. Щоб це продемонструвати, ми пропонуємо порівняти хладони R32, R410A і фреон R32. Характеристики скажуть все самі за себе. Чому з усього безлічі хладагентів обрані саме ці? Справа в тому, що вони дуже нагадують один одного властивостями і якостями, що дозволяє говорити про об'єктивне

										Лист
										72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Холодоагенти нового покоління: варіанти

Поки до кінця не ясно, який газ займе місце холодоагенту нового покоління. Найбільш ймовірні кандидати - R32, суміші ГФО, CO₂ і вуглеводні (пропан і бутан). У кожного з них є свої переваги і недоліки, і, швидше за все, кожен з хладагентів (або їх поєднання) займе власну нішу. Можливо, для кондиціонерів і теплових насосів буде використовуватися R32, для напівпромислового кондиціонування - R410A, CO₂ і суміші ДФУ, бутан - для побутових холодильників і морозильних камер.

Порівняємо перелічені вище альтернативи з поширеними в даний час ДФУ за такими параметрами, як конструкція системи, вартість установки, енергоефективність та безпеку.

R32 GWP нижче, ніж у R410A (675 проти 2088). Енергоефективність трохи вище. Технологія і витрати на тому ж рівні, відносно не дорогі у виробництві. Нетоксичний, але відноситься до слабогорючим газам з низькою швидкістю горіння, для роботи з ним слід незначно оновити набір інструменту і строго дотримуватися встановленої процедури монтажу.	Нетоксичний, але відноситься до слабогорючим Суміші гідрофторолефінов (ГФО) У ГФО, таких як R1234yf або R1234ze (E), дуже низький GWP. Ними можна замінювати R134a, оскільки вони схожі за характеристиками. Однак їх тиск і енергоефективність не підходять для заміни R410A в кондиціонерах і теплових насосах. Нетоксичний, відноситься до слабогорючим газам з низькою швидкістю горіння. газам з низькою швидкістю горіння, для роботи з ним слід незначно оновити набір інструменту і строго дотримуватися встановленої процедури монтажу.
--	--

<p>CO₂</p> <p>GWP CO₂ дорівнює одиниці, він нешкідливий, має високу ефективність.</p> <p>Однак у нього низька критична температура (при T > 31 ° C він не може перебувати в рідкій фазі), тому можливо тільки обмежене застосування CO₂.</p> <p>Висока робочий тиск вимагає складних конструктивних рішень. Значний рівень витoku в вимкненому стані обладнання.</p> <p>Негорючий.</p>	<p>вуглеводні</p> <p>У таких вуглеводнів, як R290 (пропан) і R600 (бутан), низький GWP, і в деяких випадках вони ідеальні, особливо для комерційних холодильників і морозильників на базі герметичних компресорів, а також для невеликих мобільних кондиціонерів. Конструкція компресора, вартість і енергоефективність можна порівняти з ДФУ. Горючі і вибухонебезпечні.</p>
---	--

показники	ДФУ	R32 (ДФУ)	ДФО	CO ₂	вуглеводні
GWP	1300/1400	675	4-6	1	<10
Конструкція і вартість компресора				Високий тиск	
енергоефективність					
клас безпеки	A1	A2L	A2L	A1	A3
вартість холодоагенту			?		
вартість системи					

Порівняння характеристик холодоагентів R32 і R410A:

- R32 має GWP, рівний 675 проти 2088 у R410.

- R32 має більш високою енергоефективністю (на 6% в 4-кВт системі).
- Для заправки потрібна менша кількість R32, завдяки чому компоненти обладнання компактніше (на 18% в 4-кВт системі)
- Відноситься до категорії A2L, що означає вкрай низький рівень токсичності A, до слабогорючим речовин, як і інші ДФУ з низьким GWP.
- R32 однокомпонентний, що означає простоту утилізації і повторного використання; R410A - двокомпонентна суміш, що включає R32 і R125.
- Температура кипіння R32 подібна R410A.

Установка

Незалежно від використовуваного хладагента, роботи по монтажу і заправці обладнання повинен проводити кваліфікований персонал. Це означає, що монтажники зобов'язані мати сертифікати для роботи з фторвмісними газами і бути навченими роботі з обладнанням і холодоагентами, які вони встановлюють. Так як R32 давно використовувався в складі R410A, зміни в процедурі монтажу незначні.

Але необхідно звертати особливу увагу на організацію вентиляції в приміщенні, де проводяться роботи. В принципі вентиляція необхідна і при роботі з традиційними холодоагентами, проте в разі R32 її відсутність може привести до більш неприємних наслідків.

R32, будучи важким газом, має властивість накопичуватися в поглибленнях статі, тому бажано їх чимось закривати перед початком робіт. Також при виробництві будь-яких робіт, пов'язаних з паянням на холодильному контурі, необхідно переконатися, що в ньому не залишилося холодоагенту. Це правило справедливо і для традиційних холодоагентів, при нагріванні яких утворюється отруйний газ, однак в разі R32 перевірку слід проводити більш ретельно.

В цілому ж нічого особливого, крім високої пильності й акуратності, від монтажника не потрібно.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для роботи з R32 слід незначно оновити набір інструментів. З огляду на те що характеристика «тиск - температура» R32 відрізняється від R410A, потрібно придбати спеціальний манометрический колектор. Також для роботи з R32 потрібна станція евакуації з безщітковим мотором компресора, який виключає утворення іскор при роботі. Слід мати на увазі, що R32, як будь-який горючий газ, поставляється в балонах з лівою різьбою. Для використання стандартних шлангів з правого різьбленням необхідно придбати або виготовити відповідний перехідник. Всі інші інструменти міняти не потрібно.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

4. Охорона праці

4.1 Горючість

R410A має категорію A1 - низькотоксичні і негорючі речовини. А R32, будучи ДФУ з низьким GWP, - категорію A2L. Існують різні рівні горючості. Швидкість горіння R32-6,7 см / с, пропану - 46 см / с, т. Е. З точки зору безпеки різниця досить суттєва. Можливі ризики варіюються від серйозних травм до короткочасного виникнення полум'я.

З існуючої технічної документації по R32 слід, що при повній витокі холодоагенту з системи в приміщення включення компресора або спрацьовування вимикача, швидше за все, не спричинять загорання або вибух. Невелике полум'я, яке виникає під час обслуговування в процесі пайки, пояснюється горінням масла, а не газу. Тести показують, що R32 поводить себе в системах так само, як і R410A.

Висловлювалися побоювання, що в процесі горіння R32 може виділятися фтористий водень. При впливі високих температур (наприклад, при ацетилено-кисневого різання) R32 розкладається на три речовини: окис вуглецю, двоокис вуглецю і фтористий водень. Остання речовина, з'єднуючись з водою, утворює високотоксичну фторістоводородну кислоту. Однак варто пам'ятати, що під впливом високих температур так поведуться всі ГФУ-холодоагенти, в тому числі ті, які використовуються в даний час. Цей ризик не можна ігнорувати, і тому, незалежно від типу використовуваного хладагента, необхідно дотримуватися всі встановлені при роботі правила.

Дослідження, проведені компанією Daikin і Токійським університетом науки Сува, показують, що навіть якщо займання R32 відбудеться (при концентрації понад 320 г / м³), небезпеки вибуху немає, а ймовірність поширення вогню вкрай низька.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

4.2 Заправка хладагента в систему

При заправці R32 в отвакууміровану систему кількість холодоагенту, розраховане в грамах, має бути досить низьким. Кількість холодоагенту, розраховане в см3, має бути за обсягом дорівнює обсягу рідини в системі. Це призводить до того, що відповідно заправка R32 становить приблизно 40% від заправки R22 і R404A по масі, що збігається з експериментальними даними.

Охорона праці - система законодавчих актів, організаційних, технічних, лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують збереження здоров'я, працездатність і безпеку людини в процесі праці.

Завдання охорони праці - звести до мінімальної ймовірність ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

На даному підприємстві розроблено ряд заходів з охорони праці обслуговуючого персоналу з урахуванням можливих аварій і порушень техніки безпеки.

Нижче розглянуті безпечні умови праці та заходи для їх створення при експлуатації ХМ: характеристика холодоагенту, небезпечні та шкідливі фактори при його використанні, класифікація холодильної машини за ступенем вибухової, вибухопожежної та пожежної безпеки та ін.

Відповідно до стандартної класифікації шкідливих речовин, встановлені чотири класи безпеки залежно від семи показників токсичного впливу, включаючи середню смертельну концентрацію для піддослідних тварин і гранично допустиму концентрацію (ГДК) у повітрі робочої зони. У порівнянні з іншими показниками ГДК найбільш повно представляє токсичні властивості холодоагентів, однак одного цього показника недостатньо для оцінки реальної безпеки роботи з холодоагентом в умовах експлуатації.

Основний вид впливу холодоагенту на організм людини – інгаляційний вплив його пару. У разі розгерметизації обладнання масова частка холодоагенту в повітрі, при інших рівних умовах, пропорційна тиску і щільності його пару, тобто при однакових ГДК і однієї і тієї ж температури

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

холодоагент з більш високим тиском насиченої пари і щільністю потрапляє в повітря робочої зони швидше і становить велику небезпеку, ніж холодоагент з низьким тиском насиченої пари і щільністю. Реальну небезпеку холодоагенту в умовах експлуатації доцільно характеризувати коефіцієнтом токсичної небезпеки $K_{т.о}$.

Коефіцієнт являє собою безрозмірну величину, яка визначається відношенням щільності сухого насиченого пару холодоагенту при 20°C до ГДК, встановленої для повітря робочої зони. Чим вище значення $K_{т.о}$, тим більше строгими повинні бути запобіжні заходи.

4.3 Класифікація виробництв за ступенем вибухової, вибухопожежної та пожежної небезпеки

Згідно з нормами технологічного проектування з вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщення і будівлі підрозділяють на категорії А, Б, В, Г і Д. Приміщення машинного відділення фреонових холодильних установок відносять до категорії Д. Ступінь вогнестійкості будівлі холодильника І.

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

Об'ємно-планувальні рішення

Холодильне устаткування і трубопроводи розташовані в такому машинному відділенні, в якому можна виконати їх монтаж із забезпеченням

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

висоти для проходу 2,2 м, – від відмітки підлоги до виступаючих частин устаткування (трубопроводів, арматури та ін.).

Забороняється розташовувати в одному приміщенні з холодильною установкою пристрої з відкритим полум'ям або з температурою поверхонь більше 300°C, а також вибухонебезпечне устаткування.

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

Двері машинних відділень, а також охолоджуваних приміщень (холодильних камер) відкриваються у бік виходу.

Ширина проходів в машинному відділенні:
головний прохід і прохід від електрощита до виступаючих частин машини (у там числі до обгороджувальних і фундаменту колон) - становить 1,5 м;
між виступаючими частинами машин - 1 м;
між гладкою стіною і машиною - 0,8м.

Допускається встановлювати холодильне устаткування стороною, що не вимагає обслуговування, в стінах без наявності проходів.

Розміщення холодильного устаткування забезпечує зручність і безпеку обслуговування. Одиначна, рідко використовується арматура, розташована на висоті не більше 3 м., обслуговується з переносних сходів і драбин.

Майданчики, переходи і сходи, що вмонтовані в машинному відділенні, захищені поручнями заввишки 1 м, забезпеченими знизу суцільним металевим зашиванням заввишки 15см.

Рівні і майданчики сходів виготовлені з рифленої листової або круглої сталі. Ширина сходів 60 см, відстань між рівнями по висоті - 20 см, ширина рівнів - 12см.

Забезпечення вибухобезпечної експлуатації обладнання

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

Фундаменти під компресори (агрегати) відокремлені від фундаментів стін або колон будівлі машинного відділення. При установці агрегатів на

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

перекриттях передбачені заходи, що знижують можливість передачі вібрації на будівельні конструкції відповідно до нормативних документів, що діють.

У схемі трубопроводів передбачена можливість відсмоктування холодоагенту з будь-яких апаратів, судин, повітроохолоджувачів і батарей.

Щоб уникнути пошкодження вантажами або підйомно-транспортними засобами труб з хладоном, їх прокладка в холодильних камерах зроблена уздовж стін, перегородок і проходів без пересічення вантажного об'єму камер. Технологічні трубопроводи, що проходять через приміщення машинного відділення і не пов'язані з роботою холодильної установки, не мають в межах цього приміщення роз'ємних з'єднань (фланців, замкової арматури і т.д.).

Трубопроводи неагрегованих фреонових установок мають наступне пізнавальне забарвлення:

всмоктуючи - синю;

нагнітальні - червону;

рідинні - сріблясту;

водяні - зелену.

Напрямок руху хладону, вказується стрілками, нанесеними чорною фарбою.

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

У машинних відділеннях передбачене робоче і аварійне (від незалежного джерела) освітлення. Аварійне освітлення автоматично включається при відключенні основного джерела освітлення. Для освітлення при огляді, ремонті, чищенню і тому подібне застосовуються переносні ручні світильники з мірою захисту IP 54 із запобіжною сіткою напругою не більше 42 В. Для приміщень з періодично обслуговуваними автоматизованими фреоновими установками аварійне освітлення не обов'язкове.

Машинне відділення забезпечене опалюванням і вентиляцією відповідно до вимог СН 245-71 і Сніп II-33-75*. Температура в машинних і апаратних відділеннях підтримується на рівні не нижче 16°C при непрацюючому устаткуванні.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Припливна і витяжна (вона ж аварійна) вентиляція в машинних відділеннях примусові з кратністю повітрообміну:

припливна - 3,

витяжна (аварійна) - 4 в годину.

Видалення повітря здійснюється поблизу холодильних агрегатів з нижньої зони приміщення згідно СНІП II-33-75*, при цьому 2/3 загального об'єму повітря видаляється з нижньої частини зони і 1/3 - з верхньої зони.

Так як в нас використовується повітряний конденсатор (при установці його в приміщенні) він забезпечений обдуванням зовнішнім повітрям в кількості, що забезпечує робочий режим машини.

Забороняється об'єднувати між собою фреонові трубопроводи агрегатованих холодильних установок заводського постачання (за винятком трубопроводів, що сполучають машини з дренажним ресивером, і аварійного викиду хладону).

Технічний огляд апаратів (посудин) фреонових установок, що підлягають дії "Правил пристрою і безпечної експлуатації судин, що працюють під тиском", але не реєстрованих в органах Держміськтехнагляду, повинен проводитися підприємством - власником посудин до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації і достроково. Випробування апаратів (посудин) тиском може бути або гідравлічним (із заповненням судини для фреонових холодильних машин маслом), або пневматичним на такий же пробний тиск сухим інертним газом (азотом або вуглекислотою) або сухим повітрям з точкою роси не більш мінус 40°C (випробування водою забороняється)

П р и м і т к а. Допускається випробування на міцність проводити холодоагентом в апаратах, де можливе створення необхідного тиску агенту шляхом наприклад, прокачування підігрітої води або іншого теплоносія через випробовуваний апарат.

При технічному огляді до пуску в роботу випробування знов встановленого апарату (посудини) дозволяється не проводити, якщо з моменту

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

проведення такого випробування на заводі - виробнику прошло менше 12 міс, посудина не отримала пошкоджень при транспортуванні до місця установки і монтаж його вироблявся без вживання зварки або паяння елементів, що працюють під тиском.

Якщо термін консервації, встановлений заводом-виробником, більше 12 міс, то в холодильних агрегатах, що поставляються заповненими маслом і газом-консервантом і що зберегли надлишковий тиск до пуску в роботу, при технічному огляді (в межах терміну складської консервації до трьох років) вирішується випробування на міцність апаратів не проводити. Їх слід піддати зовнішньому і в доступних місцях внутрішньому огляду з подальшим випробуванням на щільність разом з системою змонтованих трубопроводів.

Апарати (посудини) піддаються достроковому технічному огляду: після реконструкції і ремонту із застосуванням зварки і паяння частин, що працюють під тиском;

після бездіяльності в не законсервованому стані (без надлишкового тиску хладону або азоту) більш одного року;

якщо такий огляд необхідний по розсуду особи, що здійснює нагляд або відповідального за їх справний стан і безпечну дію.

Результати технічного огляду апарату (посудини), дозвіл на пуск в роботу з вказівкою терміну наступного технічного огляду записуються в книгу обліку і огляду посудин, а також в паспорт посудини особою, що проводила даний технічний огляд.

Тиск при випробуванні слід піднімати поступово з оглядом апаратів (посудин) досягши 0,3 і 0,6 пробного тиску з припиненням підйому тиску на час огляду. Після цього тиск піднімається до пробного і під цим тиском апарат (посудина) повинен знаходитися протягом 5 хв, після чого тиск поступово знижується до розрахункового, при якому оглядається апарати (посудини) з контролем щільності його швів і роз'ємних з'єднань.

Апарат (посудина) визнається таким, що витримав випробування, якщо: у нім не виявиться ознак розриву;

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

не будуть відмічена теча і потіння в зварних швах, а при пневматичному випробуванні-пропуск газу;

не будуть відмічені видимі залишкові деформації після випробувань.

Система трубопроводів після монтажу має бути ретельно продута і випробувана на міцність і щільність пробним тиском сухого повітря або інертного газу з точкою роси не більш мінус 40°C окремо по сторонах високого і низького тиску. Випробування проводяться при відключених компресорах, приладах контролю і автоматики, а також апаратах, якщо випробування апаратів на міцність не входить в об'єм технічного огляду, до пуску в роботу. Під пробним тиском система трубопроводів (або окремі її ділянки) повинна знаходитися не менше 5 хв.

Після випробувань на міцність система трубопроводів і апаратів (посудин) випробовується на щільність (герметичність) тиском сухого повітря або інертного газу окремо по сторонах високого і низького тиску і витримкою під тиском протягом 18 год. із записом тиску через кожну годину

Протягом перших 6 год. тиск може мінятися унаслідок вирівнювання температур внутрішнього і оточуючого середовищ. Протягом подальших 12 год. тиск не повинен мінятися за умови постійності температури навколишнього повітря, інакше має бути вироблений перерахунок. Випробування на щільність повинне проводитися до ізоляції трубопроводів і апаратів.

Пневматичне випробування апаратів (посудин) і системи трубопроводів пробним тиском проводиться з дотриманням наступних заходів безпеки:

вентиль на наповнювальному трубопроводі від джерела тиску і манометри мають бути виведені за межі охоронної зони. Знаходиться кому-небудь в цій зоні в період нагнітання повітря або інертного газу і при витримці пробного тиску забороняється;

на випробовуваному апараті (посудині) або системі трубопроводів є не менше одного запобіжного клапана, відрегульованого на відкриття при тиску, що перевищує відповідний пробний тиск не більш, ніж на 0,1 Мпа (1 кгс/см²).

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

При проведенні випробувань системи трубопроводів і апаратів (посудин) на щільність з визначенням падіння тиску на час випробування охоронну зону не встановлюють.

При пневматичному випробуванні для створення тиску в системі забороняється використовувати фреоновий компресор.

Після закінчення пневматичного випробування проводиться вакуумування системи трубопроводів і апаратів (посудин) з метою їх осушення при температурі навколишнього повітря не менше 15°C. Після досягнення залишкового тиску від 0,6 до 1,0 кПа (від 5 до 8 мм рт. ст.) рекомендується продовжити вакуумування протягом 18 год., після чого випробувати систему на вакуум. При випробуванні система повинна залишатися під вакуумом протягом 18 год. із записом тиску через кожен годину.

Протягом перших 6 год. допускається підвищення тиску не більш, ніж на 0,5 кПа (4 мм рт. ст.). У останній час тиск може змінюватися лише на величину, відповідну зміні температури навколишнього повітря.

Після заповнення установки хладоном проводиться додаткова перевірка щільності всіх з'єднань системи за допомогою втечешукача.

На кожному апараті (посудині) є нанесений фарбою на видному місці або на спеціальній табличці:

реєстраційний номер;

дозволений тиск;

дата (місяць і рік) проведеного і наступного технічного випробування.

4.4 Основна мета та порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці.

Атестація робочих місць за умовами праці – комплексна оцінка всіх факторів виробничого середовища і трудового процесу, супутніх соціально-економічних факторів, що впливають на здоров'я і працездатність працівників у процесі трудової діяльності.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Основна мета атестації полягає у регулюванні відносин між роботодавцем і працівником у галузі реалізації прав на здорові і безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, пільги та компенсації за роботу в несприятливих умовах. Атестації підлягають робочі місця, на яких технологічний процес, обладнання, використовувані сировина і матеріали можуть бути потенційними джерелами шкідливих і небезпечних факторів.

Результати атестації використовуються для цілеспрямованої і планомірної роботи, спрямованої на покращення умов праці, зниження рівня травматизму і захворюваності, а також для надання пільг і компенсацій, передбачених чинним законодавством, таких, як скорочена тривалість робочого часу, додаткова оплачувана відпустка, пільгова пенсія, оплата праці у підвищеному розмірі.

Для проведення атестації робочих місць та встановлення пріоритету в проведенні оздоровчих заходів використовується "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці діляться на 4 класи – оптимальні, допустимі, шкідливі та небезпечні (екстремальні).

1 клас – **ОПТИМАЛЬНІ** умови праці – такі умови, при яких зберігається не лише здоров'я працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

2 клас – **ДОПУСТИМІ** умови праці – характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах.

3 клас – **ШКІДЛИВІ** умови праці – характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та настання можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені:

1 ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту з шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

2 ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років та більше);

3 ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять, окрім зростання виробничо-обумовленої захворюваності, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (з втратою професійної працездатності в період трудової діяльності);

4 ступінь – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку важких форм професійних захворювань (з втратою загальної працездатності);

4 клас **НЕБЕЗПЕЧНІ (ЕКСТРЕМАЛЬНІ)** умови праці – характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

Ступінь шкідливості умов праці встановлюється за величиною перевищення граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин; класом та ступенем шкідливості чинників біологічного походження; залежно від величин перевищення чинних нормативів шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку; за показником мікроклімату, який отримав найвищий ступінь шкідливості з врахуванням категорії важкості праці за рівнем енергозатрат, або за інтегральним показником теплового навантаження середовища; за величиною перевищення граничнодопустимих рівнів електромагнітних полів та випромінювань; за параметрами радіаційного фактора відповідно до Норм радіаційної безпеки; за показниками природного та штучного освітлення; за величиною недодержання необхідної кількості іонів повітря і показника їх полярності.

Оцінка важкості трудового процесу здійснюється на підставі обліку фізичного динамічного навантаження, маси вантажу, що піднімається і переміщується, загального числа стереотипних робочих рухів, величини статичного навантаження, робочої пози, ступеню нахилу корпусу, переміщень в просторі.

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначається наказом по підприємству в строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Для проведення санітарно-гігієнічних досліджень факторів виробничого середовища та трудового процесу залучаються відповідні санітарні лабораторії, атестовані органами Держпраці і Міністерства охорони здоров'я.

За результатами атестації заповнюються спеціальні карти умов праці на робочих місцях, які є основою для вирішення питань надання пільг і компенсацій працівнику, а також розроблення і реалізації організаційних,

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

технічних, економічних та соціальних заходів колективного договору щодо поліпшення умов трудової діяльності.

Відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації робочих місць покладається на роботодавця.

					<i>КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Список використаної літератури

1. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянов А.В. Холодильная техника. Свойства веществ: Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.
2. Лагутин А. Е. Аппараты холодильных установок: Том 1, Учебное пособие, ОГАХ, 2003. – 141 с.
3. Мнацаканов Г.К. Основы проектирования холодильников: Учебное пособие, ОГАХ. 2004. – 70 с.
4. Цинман М.М., Янюк В.Я. Холодильники для фруктов. – М.: «Пищевая промышленность», 1969. – 201 с.
5. Чумак И.Г., Кочетов В.П. и др. Транспортировка и хранение тропических плодов: Учебное пособие. – Одесса. Рефпринтинфо, 2004.– 12 с.
6. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова. – М.: Машиностроение.1983.–432с.
7. Вигуржинская С. Ю. и Туснолобов В. К. Методические указания к дипломному проектированию по экономике. Одесса, 2010.- 24 с.
8. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М., 2004. - 54 с.
9. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование /под ред. Проф. Б.М. Хрусталева – М.: Изд-во АСВ, 2005. – 576 с.
10. СНиП 2.08.02-89*. Общие здания и сооружения. – М.,1991. - 40 с.
11. СНиП 2.09.04-87*. Административные и бытовые здания. – М.,1993. -20 с.
12. МГСН 4.14-98. Предприятия общественного питания.- М., 1998.

					КРБ.ХУКП.1.487-03.2.3	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91