

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Сумський державний університет  
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання  
Кафедра технічної теплофізики

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Сергій ВАНЄЄВ  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**  
зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»,  
освітньо-професійної програми «Холодильні машини і установки»  
на тему: «Проектування системи літнього кондиціонування повітря для  
промислових будівель великої площі»

Здобувача групи ХКдн-94р  
(шифр групи)

Северина Андрія Сергійовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Андрій СЕВЕРИН  
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник Доцент кафедри ТТФ, доцент, к.т.н. Юрій МЕРЗЛЯКОВ  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

# ЗМІСТ

С.

Вступ.....	3
1 Основні вимоги та класифікація систем кондиціонування повітря.....	5
2 Центральні системи кондиціонування повітря .....	8
3 Конструкція, компонування та розрахунок центрального кондиціонера ....	13
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	26
Список використаних джерел .....	32

					<b>Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.		Северин			Проектування системи літнього кондиціонування повітря для промислових будівель великої площі	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Мерзляков				2	32	
Н. контр.						<b>СумДУ, гр. ХКдн-94р</b>		
Затв.		Ванєєв						

## ВСТУП

У сучасних умовах ефективна робота промислових підприємств, які мають будівлі великої площі, неможлива без системи кондиціонування повітря, що забезпечує комфортні умови для працівників та нормальну роботу обладнання. Тому проектування та розробка системи літнього кондиціонування повітря є актуальною задачею, яка має вирішуватися з урахуванням специфіки промислових підприємств.

Літній період може стати справжнім випробуванням для промислових підприємств з великими площами будівель, особливо коли мова йде про високі температури та високу вологість повітря. У таких умовах працівники відчують дискомфорт та зниження продуктивності, а також можуть стикатись з ризиком для здоров'я. У цьому контексті, ця тема є особливо актуальною, оскільки вона стосується різних аспектів проектування системи кондиціонування: від розрахунку потужності та вибору обладнання, до організації системи вентиляції та забезпечення мікроклімату у приміщенні. У дипломі увага зосереджена на ключових викликах та особливостях проектування системи літнього кондиціонування повітря для промислових будівель великої площі та способах досягнення оптимального кліматичних параметрів.

Кондиціонування повітря - це процес надання йому необхідних тепловологісних якостей, які при цьому повинні автоматично підтримуватись у приміщенні. На відміну від загальнообмінної вентиляції та опаленні при кондиціонуванні протягом цілого року і особливо у літній час у приміщенні можна підтримувати будь-які бажані (постійні або змінні) параметри внутрішнього повітря, незалежно від зовнішніх метеорологічних умов і змінних надходжень до приміщення тепла.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						3
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Комплекс технічних засобів, за допомогою яких здійснюється кондиціювання повітря, називається системою кондиціювання повітря (СКП).

У СКП входить обладнання для здійснення різноманітних процесів обробки повітря, його переміщення та розподілу, джерела тепло- та холодопостачання, засоби автоматичного регулювання, дистанційного керування та контролю, насоси та трубопроводи, місцеві підігрівачі, осушувачі та зволожувачі, а також допоміжне електрообладнання.

Основне обладнання для приготування та переміщення повітря зазвичай агрегується в апарат. В окремому випадку всі технічні засоби для кондиціювання повітря агрегуються в кондиціонері, і тоді поняття СКП та кондиціонер стають однозначними.

Системи кондиціювання, як правило, забезпечуються засобами очищення повітря від пилу, бактерій та запахів: підігріву, зволоження та осушення його: переміщення, розподілу та автоматичного регулювання температури повітря, його відносної вологості, а іноді й засобами регулювання газового складу та іоноутримання повітря.

Основна складність при проектуванні систем кондиціювання повітря в промислових будівлях – це забезпечення рівномірної температури на всій робочій площі або забезпечення зонального кондиціювання на робочих місцях.

Для вирішення цього завдання можна розглядати модульні центральні системи кондиціювання повітря, які складаються з модулів для підготовки та охолодження повітря, VRF (Variable Refrigerant Flow)-системи центрального кондиціювання, системи кондиціювання на основі каналних агрегатів тощо. Кожна система має свої переваги та недоліки, які будуть розглянуті у роботі.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

# 1 Основні вимоги та класифікація систем кондиціонування повітря

Основні вимоги при проектуванні систем кондиціонування повітря [1, 2].

Санітарно-гігієнічні вимоги:

1. Забезпечення у приміщеннях регламентованих нормами метеорологічних умов.
2. Швидкість та напрямки випуску повітря, а також різниця температур між повітрям у приміщенні та повітрям, що подається, розташування розподільників повітря та витяжних отворів повинні бути такими, щоб у зоні перебування людей були відсутні місцеві шкідливі або неприємні струми повітря та застійні місця.
3. Зниження шуму в приміщеннях до рівня, що є безпечним для людей.
4. Запобігання проникненню та поширенню шкідливих і поганих запахів або шуму з одних приміщень до інших.

Будівельно-монтажні та архітектурні вимоги:

1. Мінімальна потреба у площі для розміщення устаткування й каналів як усередині обслуговуваних приміщень, так і у допоміжних приміщеннях.
2. Відповідність зовнішніх форм обладнання, що розташовується всередині приміщень, що кондиціонуються, архітектурному вигляду останніх і відсутність конструктивних деталей, що погіршують інтер'єр.
3. Найменші витрати часу та праці на монтаж та введення в експлуатацію установок.
4. Можливість будівництва та введення системи в експлуатацію по поверххах і навіть по окремих приміщеннях.
5. Забезпечення мінімальної кількості отворів у будівельних конструкціях для прокладання каналів та трубопроводів, а також невелика

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

вага обладнання, що особливо важливо при влаштуванні СКВ у існуючих будівлях.

6. Якісна вібро- та звукоізоляція обладнання від будівельних конструкцій.

7. Пожежна безпека та наявність засобів запобігання поширення вогню.

Експлуатаційні вимоги:

1. Можливість швидкого перемикання з режиму обігріву на режим охолодження в перехідну пору року, а також при різких змінах температури зовнішнього повітря та теплонадходжень, тобто мала теплова інерційність системи.

2. Взаємне блокування кондиціонерів, що полягає в тому, щоб при вимиканні одного з кондиціонерів подати повітря із сусідніх, хоча б у меншій кількості.

3. Забезпечення індивідуального регулювання температури та відносної вологості повітря у кожному окремому приміщенні.

4. Можливість опалення одних приміщень при одночасному охолодженні інших, що обслуговуються тією самою системою.

5. Зосередження обладнання, що потребує систематичного обслуговування, у мінімальній кількості місць.

6. Простота ремонту та обслуговування, а також мала потреба в них у період експлуатації.

7. Можливість часткового перепланування приміщення в процесі експлуатації без перебудови СКП, що особливо важливо для виробничих будівель з технологією виробництва, що швидко змінюється.

8. Герметичність повітроводів та притворів повітряних клапанів системи.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Економічні вимоги:

1. Мінімальна вартість обладнання та будівельно-монтажних робіт, тривалий термін служби і мінімальні амортизаційні відрахування.
2. Максимально можлива економія електроенергії, води, тепла та особливо холоду.

Класифікація систем кондиціонування повітря (СКП).

СКП поділяються на комфортні та технологічні. Комфортні СКП призначені для створення та автоматичної підтримки температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, що найбільше відповідають санітарно-гігієнічним вимогам; технологічні СКП призначені для забезпечення параметрів повітря, які максимально відповідають вимогам виробництва продукції.

Залежно від розташування кондиціонерів по відношенню до приміщень, що обслуговуються, СКП діляться на центральні і місцеві. За типом кондиціонерів, що використовуються для приготування повітря, системи поділяються на автономні та неавтономні.

Центральні СКП, що набули найбільшого поширення, мають неавтономні кондиціонери, що постачаються ззовні холодом (доставляються холодною водою або розсолем), теплом (доставляються гарячою водою або парою) та електричною енергією для приводу вентиляторів та насосів.

Місцеві СКП можуть мати неавтономні та автономні кондиціонери, останні постачаються ззовні лише електричною енергією.

Неавтономні системи поділяються на повітряні, при яких в приміщення, що обслуговуються, подається тільки повітря, і водоповітряні, при яких в приміщення, що кондиціонуються, підводяться повітря і вода, що несуть тепло або холод.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

## 2 Центральні системи кондиціонування повітря

Центральні кондиціонери вже давно не асоціюються у виробників лише з габаритним промисловим обладнанням. Сучасні виробники постачають на ринок України просунуті і функціональні агрегати, що здатні якісно обробляти та охолоджувати повітря [9, 10]. Асортимент кліматичного обладнання досить великий, щоб розрахувати систему для вирішення поставлених завдань.

Центральні кондиціонери, на відміну від побутових, можуть охолоджувати великі площі приміщень, серед яких: стадіони, кінотеатри, торговельні центри, виробничі цехи тощо.

Типова конструкція устаткування являє собою модульну структуру, яка складається з декількох секцій (рис. 1). Грамотне підключення обладнання дозволить здійснювати очищення, осушення, зволоження, охолодження і нагрівання повітря. Саме це визначає універсальність центральних кондиціонерів.



Рисунок 1 - Центральна система кондиціонування повітря

Переваги центральних систем кондиціонування повітря:

- при правильному проектуванні, монтажі, пуско-налагодженні та експлуатації забезпечується висока енергетична ефективність;

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		8



- завдяки розміщенню обладнання в іншому приміщенні виключається висока гучність роботи кондиціонера;
- за необхідності можна організувати високоякісну автоматизацію і диспетчеризацію;
- гарантується висока ступінь зручності і надійності пристрою.

Крім цього, центральний кондиціонер підходить для організації кондиціонування повітря у багатоквартирних будинках та приватних будинках великої площі. Такі агрегати можна встановлювати в різних приміщеннях і гарантувати їх безперебійну роботу протягом десятків років. Планувати установку центрального кондиціонера варто ще до початку ремонтних та оздоблювальних робіт або при капітальному ремонті. Особливістю центрального кондиціонування багатоквартирних будинків є те, що вся система прихована під стелею і не псує дизайн. Так само можна регулювати температуру в кожній окремій кімнаті за допомогою пульта дистанційного керування. Свіже повітря надходить по повітроводам, проходить очистку, а взимку, якщо необхідно додатково підігрівається. Таким чином в квартирі можна регулювати відсоток вуглекислого газу та дихати свіжим очищеним повітрям комфортної температури.

Перевагами центрального кондиціонування у багатоквартирному або приватному будинку, котеджі є:

- система повітроводів прихована під стелями;
- є можливість регулювати температуру для кожної окремої кімнати;
- система фільтрації очистить повітря від пилу, мікробів та запахів;
- в зимовий час свіже припливне повітря можна підігріти;
- є можливість регулювати відсоток вуглекислого газу;
- тривалий термін служби системи (20 + років);
- екологічність системи (не застосовується фреон).

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

### Канальні кондиціонери.

Одним з варіантів організації кондиціонування повітря офісів та будівель підприємств є кондиціонери на основі каналного агрегату, що дозволяє організувати оптимальне центральне кондиціонування. Головними функціями обладнання вважаються охолодження і обігрів, другорядна - вентиляція. Саме такі центральні кондиціонери ставлять на розважальних об'єктах (бари, ресторани, кафе тощо). Найчастіше використовуються в приміщеннях площею від 250 кв. м.

### Модульні вентиляційні установки.

Призначені для подачі свіжого повітря. Також присутня додаткова функція - повітряне опалення. Така система передбачає можливість її вдосконалення різноманітними модулями для реалізації обігріву, охолодження, фільтрації повітря тощо.

Залежно від особливостей будівлі, в якому монтується промисловий кондиціонер, система буває припливною, витяжною або припливно-витяжною. До її складу можуть входити наступні елементи: вентилятори; фільтри; нагрівачі та охолоджувачі; рекуператори; зволожувачі; камера змішання; краплевловлювачі; клапани; датчики і керуючі механізми.

Таким чином, ціна промислового кондиціонера буде залежати від того, який розмір модульної системи і які елементи входять до складу.

В якості теплоносія в нагрівальних та охолоджувальних елементах в них застосовується фреон або вода. За охолоджувачами в обов'язковому порядку монтуються краплевловлювачі, оскільки при зниженні температури повітря виділяється конденсат. Також система може включати в себе рекуператори різних типів, що дозволяють повторно використовувати тепло відпрацьованого повітря, що відводиться з приміщень. Для управління режимами роботи системи використовуються клапани, які можуть перегороджувати струм повітря при необхідності.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Мультизональні VRF-системи кондиціонування (Variable Refrigerant Flow).

VRF-системи – це системи центрального кондиціонування, у яких в якості теплоносія виступає фреон. Зовнішня частина системи - це один блок або каскад з декількох блоків, розташованих поруч. З зовнішньої частини системи фреон подається в загальну магістраль і далі розподіляється по внутрішнім блокам, число яких може обчислюватися сотнями, а в великих будівлях досягає і тисячі. Основне призначення VRF-систем - кондиціонування великих будівель, таких як офісні чи торговельні центри. У житлових будинках вони не використовуються через велику вартість систем і складності обліку її використання в кожній окремій квартирі.

VRF-системи кондиціонування часто обирають в випадках, коли вимоги до фасаду будівлі не дозволяють монтувати велику кількість зовнішніх блоків, наприклад, якщо потрібно забезпечити кондиціонування в історичній споруді. Оскільки у VRF-системи зовнішній блок лише один, зовнішній вигляд фасаду зберігається. Ще одна перевага цього способу кондиціонування - простота обслуговування. Проводити ремонтні або профілактичні роботи набагато зручніше, якщо мова йде про один або декілька зовнішніх блоків, розташованих в одному місці, а не про десятки окремих кондиціонерів по всьому фасаду.

Зовнішній блок кондиціонера VRF за своїм устроєм схожий на зовнішній блок звичайного кондиціонера. Його конструкція включає в себе конденсатор, компресор, розширювальний клапан і керуючу автоматику. Внутрішні блоки можуть працювати як на охолодження приміщень, так і на їх нагрівання. Вони можуть відрізнятися за розмірами і способам монтажу, що дозволяє обирати кращі варіанти з урахуванням особливостей інтер'єру.

Для транспортування фреону в VRF кондиціонері використовуються трубопроводи з міді, оскільки цей метал стійкий до хімічних впливів. Ще одна відмінність від звичайних систем кондиціонування - потужний

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		11

компресор, завдяки якому холодоагент може перекачуватися по трубопроводах довжиною в кілька сотень метрів. Таким чином, стає можливим розміщувати внутрішні блоки, підключені до загального центру, в різних частинах будівлі. В якості теплоносія можуть виступати різні види фреону, причому в сучасних VRF-системах найчастіше використовується фреон R32. На споживчі якості системи тип теплоносія не впливає: головна відмінність тих видів фреону, які використовуються зараз - екологічність. Негативний вплив на озоновий шар у них набагато нижче, ніж, наприклад, старих, вже знятих з виробництва.

Кондиціонери цього типу поділяються на дві групи в залежності від того, наскільки гнучко можна управляти їх функціонуванням. Це впливає і на ціну VRF-системи:

- у першому випадку режим роботи можна задати тільки для всієї системи в цілому: всі внутрішні блоки будуть працювати або на підігрів, або на їх охолодження приміщень. Цей варіант підходить, якщо потреби в регулюванні температури обумовлені сезонними змінами погоди.

- більш просунутий та дорожчий варіант - системи, в яких окремі внутрішні блоки можуть працювати незалежно. Таку конструкцію обирають, якщо вимоги до температури в різних приміщеннях можуть сильно різнитися.

- у деяких випадках підходить більш дешеве рішення: змонтувати в будівлі дві VRF-системи, одну - для приміщень північного фасаду, а другу - для південного, щоб отримати можливість регулювати температуру в частинах будівлі, які по-різному прогріваються протягом доби.

Для монтажу VRF-системи необхідно розробити проект, що враховує особливості конкретної споруди. Її установка можлива тільки при будівництві будівлі або в ході ремонту, оскільки буде потрібно прокладка трубопроводу в усіх приміщеннях.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

### 3 Конструкція, компонування та розрахунок центрального кондиціонера

Центральний кондиціонер (рис. 2) складається із окремих типових секцій, герметично з'єднаних між собою [10]. Корпус кондиціонера виконаний на базі каркасу з алюмінієвих профілів, до яких кріпляться постійні та знімні (для доступу до агрегатів) панелі. Панелі складаються із зовнішнього та внутрішнього оцинкованих листів, між якими встановлюється теплоізоляційний матеріал. З метою полегшення підходу до вузлів установки передбачені оглядові двері або знімні панелі з боку обслуговування [2].

Розміри секцій уніфіковані і залежать, як правило, від витрати і швидкості повітря, що обробляється в кондиціонері. Серед основних секцій, що використовуються при компонуванні центрального кондиціонера: вентиляторна секція, секції охолодження, нагріву, зволоження, фільтрації, шумоглушення тощо.

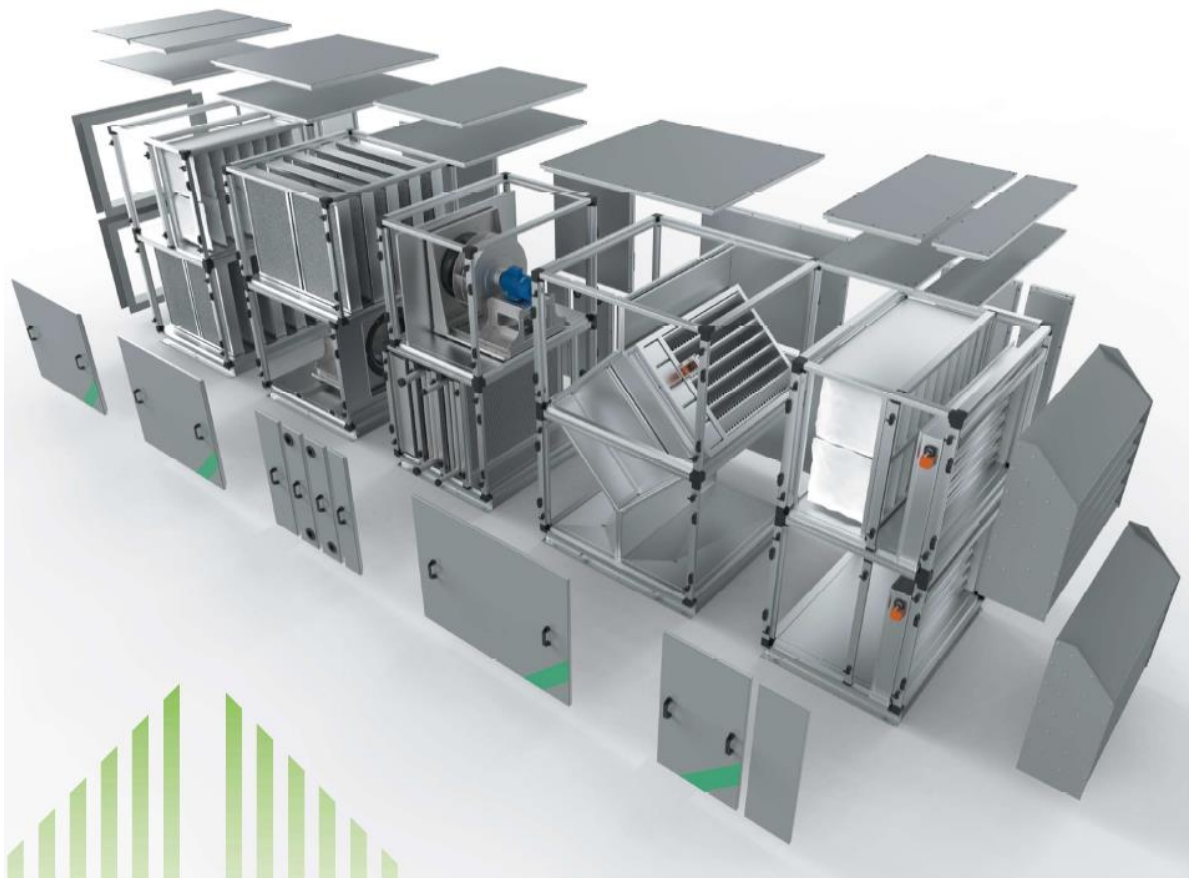


Рисунок 2 - Центральний кондиціонер

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		13

### Секція охолодження.

Секція охолодження є водяним або фреоновим теплообмінником-повітроохолоджувачем, виготовленим з мідних трубок (від 4 до 8 рядів) з алюмінієвими ребрами. Як холодоагент (робоче середовище) може бути: охолоджена вода, суміш води і гліколю або фреон. Холодоагент, залежно від типу робочого середовища, може надходити від чиллера, градирні, артезіанської свердловини тощо. Колектори виконані із сталевий оцинкованої труби (або з антикорозійним покриттям). Колектори оснащуються додатковими патрубками для спуску холодоагенту та відведення повітря.

Патрубки колекторів виведені назовні секції. Охолоджувач повітря має кожух з оцинкованої сталі. Кожух може бути обладнаний спеціальними транспортними утримувачами, що полегшують демонтаж та транспортування.

В секцію охолодження встановлюється піддон для конденсатної води, зроблений з листової нержавіючої сталі і оснащений виведеним назовні зливним патрубком, до якого приєднується переливний сифон, так званий водяний затвор (постачається, як правило, разом з секцією охолодження). Водяні охолоджувачі повітря оснащуються протизаморожуючими термостатами.

За секцією охолодження в центральному кондиціонері встановлюються, як правило, сепаратори (каплевловлювачі). Швидкість повітря має бути в діапазоні від 2,5 до 5,0 м/с. Втрати тиску при цьому повинні становити не більше 16 кПа.

### Секція нагріву.

У секції нагрівання повітря можуть використовуватися водяні, парові або електричні нагрівачі. Конструктивно повітронагрівачі виконані, як і охолоджувачі повітря, з мідних трубок з алюмінієвими ребрами. Колектори та патрубки діаметром до 25 мм виконуються з мідних трубок, а діаметром понад 32 мм – із сталевих трубок із антикорозійним покриттям.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Колектори оснащуються додатковими патрубками з різьбленням, призначеними для спуску води та відведення повітря. Патрубки колекторів виведені назовні. Кінці патрубків подаючого та зворотного колектора також мають різьблення.

Кожух теплообмінників має спеціальні транспортні тримачі, що полегшують демонтаж та транспортування. Ребра трубок повітронагрівача вироблено пластинчастими ребрами з кроком від 1,6 до 4,0 мм.

Електричні нагрівачі виконані у формі прямокутного паралелепіпеда з укріпленими в корпусі елементами, що гріють у вигляді спіралі.

Нагрівач має термостат безпеки, що обмежує надмірне зростання температури всередині системи, а також відключення нагрівачів у разі припинення подачі повітря.

Секція зволоження.

Зволоження повітря у центральному кондиціонері здійснюється у секції зрошувального зволоження водою (форсуночної камери) або секції парового зволоження. Камера зрошення складається з корпусу, в який встановлені трубні гребінки, піддон та насос.

У форсуночній камері відбувається адіабатичне зволоження повітря циркуляційною водою, яка надходить з піддону. Повітря входить у безпосередній контакт із поверхнею крапель води, що розпорощується за допомогою форсунок. Розпорощуючись, вода перетворюється на густий туман дрібних крапель, крізь який рухається повітря, поглинаючи водяні пари.

Піддон виконує функції резервуара запасної ємності води, що забезпечує плавну роботу насоса. Піддон оснащений водозливом із поплавковим клапаном для спуску оборотної води, а також водяним введенням для поповнення випареної води. Циркуляційний насос розміщений біля піддону на кронштейні. На всмоктувальному патрубку насоса розташований сітчастий фільтр.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Конструкцію форсуночної камери доповнюють два сепаратори-каплеуловлювачі, що запобігають винесення крапель води до наступних секцій центрального кондиціонера.

Один працює на виході із секції як сепаратор, інший є напрямним для вирівнювання потоку повітря на вході. Сепаратори виготовлені з пластмасових профілів і мають конструкцію, що несе, з нержавіючої сталі.

Внаслідок винесення води з повітрям у процесі зволоження необхідно заповнювати втрати води. Підживлення водою регулюється за допомогою поплавця, який розміщений на живильному патрубку, а циркуляційна випускається ручним кульовим клапаном, розміщеним на стороні нагнітальної насоса.

#### Секція фільтрації.

При необхідності забезпечення фільтрації підвищеної якості компонування центрального кондиціонера можуть бути включені дві секції: первинної і вторинної фільтрації.

Фільтри розміщуються в тих частинах кондиціонера, через які проходить все повітря, що обробляється, і так, щоб захистити від пилу можливо більше число секцій кондиціонера. Фільтри закріплюються в установці за допомогою напрямних, які дозволяють легко демонтувати.

Розміри та кількість фільтруючих елементів також залежить від моделі установки. Тип тканини, що фільтрує, а також елементи кріплення аналогічні секції первинного фільтрування.

#### Секція шумоглушення.

Секція шумоглушення призначена зниження рівня шуму, створюваного центральним кондиціонером.

Усередині секції шумоглушення закріплені звукопоглинаючі пластини, які виготовляються, наприклад, з кількох шарів мінеральної вати спеціально підібраної густини. Зовнішня поверхня мінеральної вати посилена скловолокнистим покриттям.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						16
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		



Вентиляторна секція.

Вентиляторна секція призначена для забору повітря в центральний кондиціонер та його подачі в приміщення, що обслуговуються.

У центральних кондиціонерах застосовуються радіальні (відцентрові) вентилятори одностороннього та двостороннього всмоктування низького та середнього тиску.

Продуктивність вентиляторної секції відповідає потужності центрального кондиціонера.

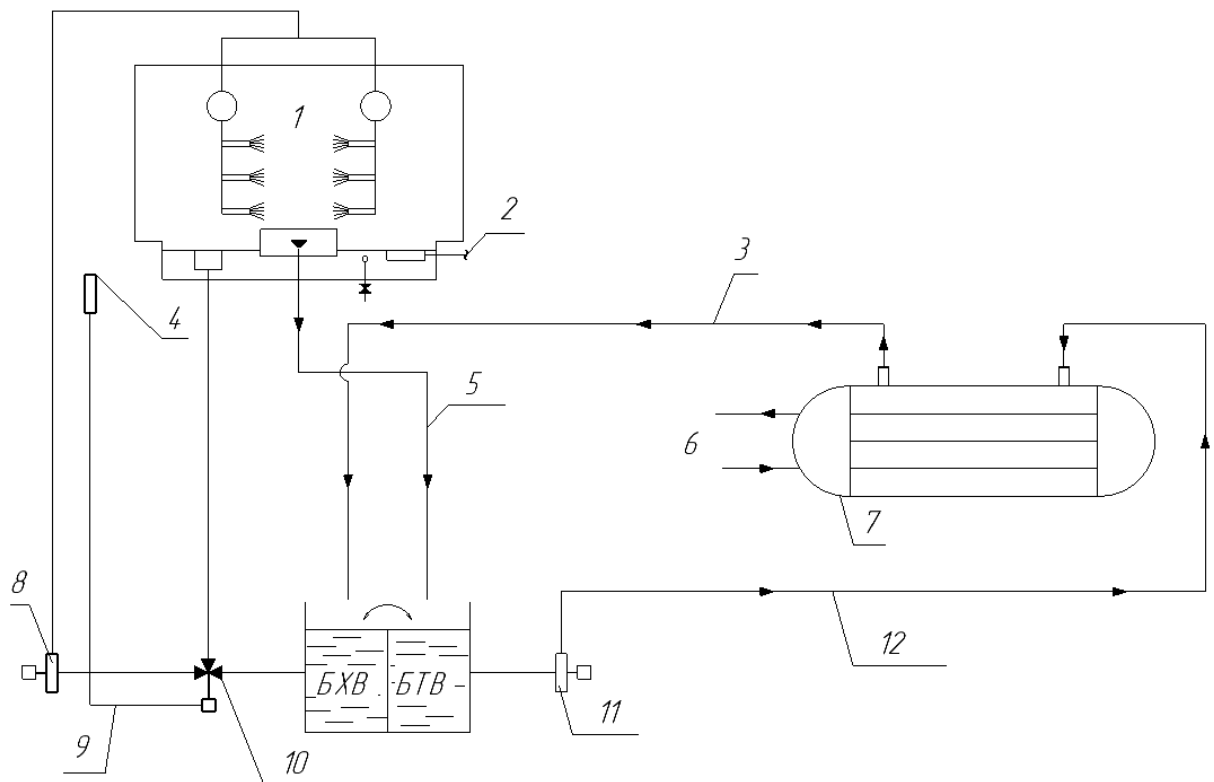


Рисунок 3 – Розрахункова схема системи холодопостачання у центральному кондиціонері

Умовні позначення: 1 – камера зрошення; 2 – підживлення з водопроводу; 3 – охолоджена вода; 4 – датчик контролю; 5 – зливний трубопровід; 6 – холодоагент; 7 – випарник; 8 – насос камери зрошення; 9 – імпульсна лінія; 10 – триходовий вентиль; 11 – насос холодильної машини; 12 – трубопровід теплої води.

									Аркуш
									17
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ				

Зовнішнє повітря всмоктується припливним вентилятором і проходить через все обладнання, яке розташоване на його шляху. У фільтрі повітря очищується від пилу, а у повітронагрівачі першого підігріву – здійснюється його нагрівання у холодний період року.

Для охолодження та осушки повітря у теплий період року використовується зрошувальна камера. У холодний період року в ній здійснюється зволоження повітря. В теплий період року при охолодженні та осушці повітря вода частково подається з холодильної станції, а частково забирається з ємності зрошувальної води через сітчастий фільтр. Суміш води насосом подається на розпил до форсунок. Надлишок отепленої води повертається до холодильної станції.

Якщо один кондиціонер обслуговує декілька приміщень, або декілька зон одного і того ж приміщення, де потрібно підтримувати різну температуру повітря, то замість повітронагрівача другого підігріву у кожному приміщенні встановлюються так звані зональні повітронагрівачі.

За розрахункову прийнята прямоструминна схема з адіабатним зволоженням повітря в теплий період року [3, 5]. Ця схема має широке застосування, наприклад, на підприємствах текстильної промисловості, де має місце суттєве надходження теплоти та незначна кількість вологи. Також схему можна використати і для громадських будівель у районах з сухим і жарким кліматом.

*Вихідні дані до розрахунків:*

- потік теплоти, що надходить до приміщення,  $\sum Q_{пр} = 160$ , кВт;
- потік вологи, що надходить до приміщення,  $\sum W_{пр}$ , кг/с;
- граничне значення відносної вологості повітря у приміщенні  $\varphi_{п} \leq 70\%$ .

*Параметри для визначення:*

- параметри повітря у вузлових точках схеми (З, О, П, В): З – зовнішнє; О – оброблене в зрошувальній камері; П – припливне; В – що видаляється з приміщення (внутрішнє).

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

- необхідний повітрообмін для приміщення  $L_0$ , кг/с;
- масова витрата вологи, яка сприймається повітрям у зрошувальній камері  $W_{\text{вод}}$ , кг/с.

***Розрахунок повітрообміну в приміщенні та режимних параметрів для схеми літнього кондиціонування повітря***

1. Визначаємо температуру  $t_3$  і відносну вологість  $\phi_3$  зовнішнього повітря. За цими характеристиками в  $h-d$  діаграмі зображається точка З (рис. 4), в якій додатково визначається ентальпія  $h_3$ , кДж/кг, і вологовміст  $d_3$ , г/кг<sub>с.п.</sub>, зовнішнього повітря.

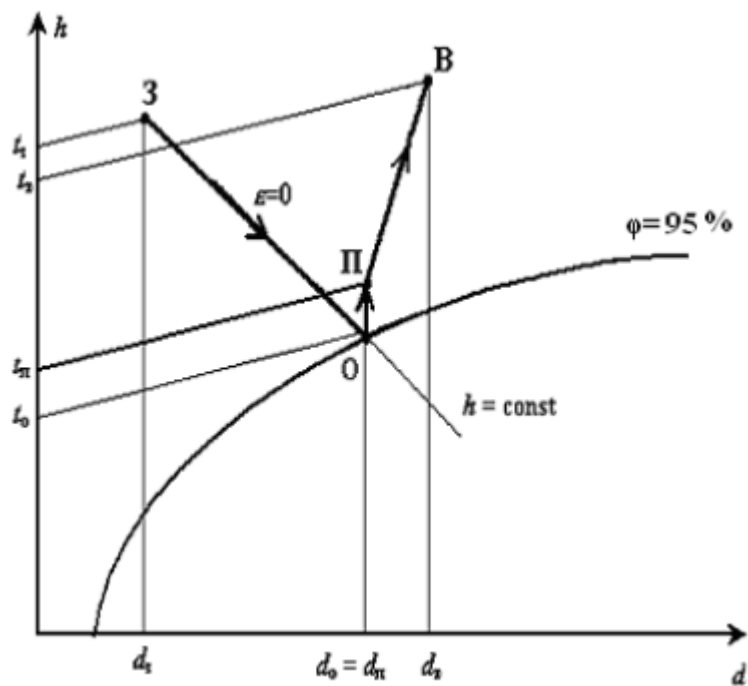


Рисунок 4 – Зображення процесів зміни стану повітря при адіабатному зволоженні у  $h-d$  діаграмі (прямокутний варіант)

2. В зрошувальній камері процес зміни стану повітря характеризується лінією 3O ( $\epsilon = 0$ ) і закінчується перетином цього променя процесу з лінією відносної вологості  $\phi_0 = 95 \%$ , при цьому температура  $t_0$  є мінімально

можливою температурою, яку можливо досягти при адіабатному зволоженні повітря. В отриманій точці О визначається вологовміст  $d_o$ , ентальпія  $h_o$  та температура  $t_o$  повітря, обробленого в зрошувальній камері.

3. При транспортуванні від припливного вентилятора до приміщення повітря нагрівається на 1-1,5 °С за рахунок тертя у вентиляторі та внаслідок того, що температура у приміщенні вища за температуру обробленого повітря в зрошувальній камері. Процес нагрівання повітря відбувається при  $d_o = \text{const}$ . Таким чином, отримавши температуру припливного повітря  $t_{\Pi} = t_o + (1-1,5)$ , °С за рахунок тертя у вентиляторі та внаслідок того, що температура у приміщенні в точці перетину ізотерми  $t_{\Pi}$  з вологовмістом припливного повітря ( $d_{\Pi} = d_o$ ) отримуємо точку П та характеристики повітря в ній (додатково до обчислених величин  $t_{\Pi}$  та  $d_{\Pi}$  визначаємо ентальпію припливного повітря  $h_{\Pi}$ ).

4. Визначаємо температуру внутрішнього повітря

$$t_g = t_n + 3, \text{ °С.}$$

5. Обчислюємо кутовий коефіцієнт променю процесу, який характеризує зміну стану припливного повітря у приміщенні, що проводиться через точку П, кДж/кг вологи

$$\varepsilon_{np} = \sum Q_{np} / \sum W_{np}.$$

6. Перетин кутового коефіцієнта променю процесу  $\varepsilon_{np}$  з ізотермою температури внутрішнього повітря  $t_v$  дає точку В, що характеризує стан внутрішнього повітря. В точці В додатково визначаються вологовміст  $d_v$ , ентальпія  $h_v$  та відносна вологість  $\phi_v$  внутрішнього повітря. Якщо отримана величина  $\phi_v \leq 70 \%$ , то побудову процесів можна вважати закінченою, після чого визначається необхідна масова витрата вентиляційного повітря для приміщення, кг/с

$$L_o = \sum Q_{np} / (h_g - h_n).$$

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Визначаємо масову витрату вологи, яка сприймається повітрям у зрошувальній камері, кг/с

$$W_{\text{вол}} = L_0 \frac{d_0 - d_3}{1000}$$

Величина  $W_{\text{вол}}$  необхідна для визначення витрати водопровідної води на підживлення ємності. Результати зведено до таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри повітря

	<b>З</b>	<b>О</b>	<b>П</b>	<b>В</b>
Температура, °С	28	21	26	33
Відносна вологість, %	50	95	70	50
Вологовміст, г/кг	12	15	15	16
Ентальпія, кДж/кг	59	60	64	72

***Розрахунок повітрообміну в приміщенні та режимних параметрів для схеми літнього кондиціонування повітря***

Витрату припливного повітря  $L$ , м<sup>3</sup>/год, для системи кондиціонування визначають за розрахунком та вибирають більшу із витрат, яка необхідна для забезпечення санітарно-гігієнічних норм та норм вибухопожежної безпеки.

Витрату повітря визначають окремо для теплого і холодного періодів року та перехідних умов, беручи більшу із значень, отриманих за наведеними нижче формулами.

Витрату повітря за надлишками явної теплоти визначають за формулою:

$$L_1 = L_{\text{м.в.}} + \frac{Q - c_n L_{\text{м.о.}} (h_n - h_o)}{c_n (h_g - h_o)},$$

де  $L_{\text{м.в.}}$  – витрата повітря, що видаляється місцевими системами вентиляції із зони обслуговування або робочої зони приміщення, та на технологічні потреби, 20 000 м<sup>3</sup>/год;

$Q$  – явний тепловий потік у приміщенні, Вт;

$c_n$  – теплоємність повітря 1,006 кДж/(кг·К);

$h_o$  – температура повітря, що видаляється місцевими системами вентиляції із зони обслуговування або робочої зони приміщення, та на технологічні потреби, кДж/(кг·К);

$h_e$  – ентальпія повітря, що видаляється із приміщення за межами зони обслуговування або робочої зони, кДж/(кг·К);

$h_n$  – ентальпія припливного повітря, що подається до приміщення, кДж/(кг·К).

Витрату повітря за масою шкідливих або вибухонебезпечних речовин, що виділяються, визначають за формулою:

$$L_2 = L_{м.в.} + \frac{W - c_n L_{м.в.} (d_n - d_o)}{c_n (d_e - d_o)},$$

де  $W$  – сумарні надходження вологи до приміщення, 5000 г/год;

$d_o, d_n, d_e$  - відповідно вологовміст повітря в робочій зоні приміщення, повітря, що подається і повітря, що видаляється поза робочою зоною, г/кг.

$$L_1 = 20000 + \frac{160000 - 1,006 \times 20000(64 - 60)}{1,006 \times (72 - 60)} = 26\,587 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$L_2 = 20000 + \frac{5000 - 1,006 \times 20000(15 - 15)}{1,006 \times (16 - 15)} = 4\,970 \text{ м}^3/\text{год}$$

За корисну продуктивність кондиціонера  $L_{кп}$  приймається найбільша з величин  $L_{м.в.}, L_1, L_2$ :

$$L_{кп} = L_1 = 26\,587 \text{ м}^3/\text{год}$$

При транспортуванні повітря, через нещільність у повітроводах, можливі витоки, мають поповнюватися за рахунок збільшення продуктивності кондиціонера.

З урахуванням втрат на витоку та створення підпору в приміщенні, повна продуктивність кондиціонера  $L_{tot}$ :

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						22
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

$$L_{tot} = L_{kn}\beta + \frac{L \times n}{1,2} + VK, \text{ м}^3/\text{год}$$

де  $n = 100$  – кількість людей на робочих місцях;

$V = 7200$  - об'єм приміщення, що кондиціонується,  $\text{м}^3$ ;

$K = 4$  - кратність  $pL_{tot}$ овітрообміну, для створення підпору в приміщенні;

$\beta = 1,3$  - коефіцієнт, що враховує витоки повітря.

$$L_{tot} = 26\,587 \times 1,3 + \frac{14 \times 100}{1,2} + 7200 \times 4 = 64\,530 \text{ м}^3/\text{год}$$

### **Підбір кондиціонера**

ПрАТ «Інтеркондиціонер» (м. Харків) виготовляє центральні кондиціонери типу КТЦ [11] – 3м: 10; 20; 31,5; 40; 63; 80; 125; 160; 200; 250 (цифрами наведена номінальна повітропродуктивність  $V_{ном}$ , в тис.  $\text{м}^3/\text{год}$ ) [11]. Кондиціонери складаються з наборів окремого повітрообробного обладнання, кількість та виконання якого визначається для кожної системи кондиціонування повітря, тобто для кожного об'єкту.

За  $L_{tot}$  визначається типорозмір кондиціонера. Вибираємо найближчий центральний кондиціонер. Вибираємо кондиціонер КТЦ-80.

На рис. 5 та табл. 2 наведені типова схема кондиціонера КТЦ – 80 номінальною повітропродуктивністю 80 тис.  $\text{м}^3/\text{год}$  зі зрошувальною камерою та габаритні розміри центрального кондиціонера.

Таблиця 2 – Габаритні розміри центрального кондиціонера

Тип кондиціонера	L, мм	L <sub>1</sub> , мм	L <sub>2</sub> , мм	L <sub>3</sub> , мм	L <sub>4</sub> , мм	H, мм	h, мм
КТЦ-80	10305	2005	810	2900	950	3345	255

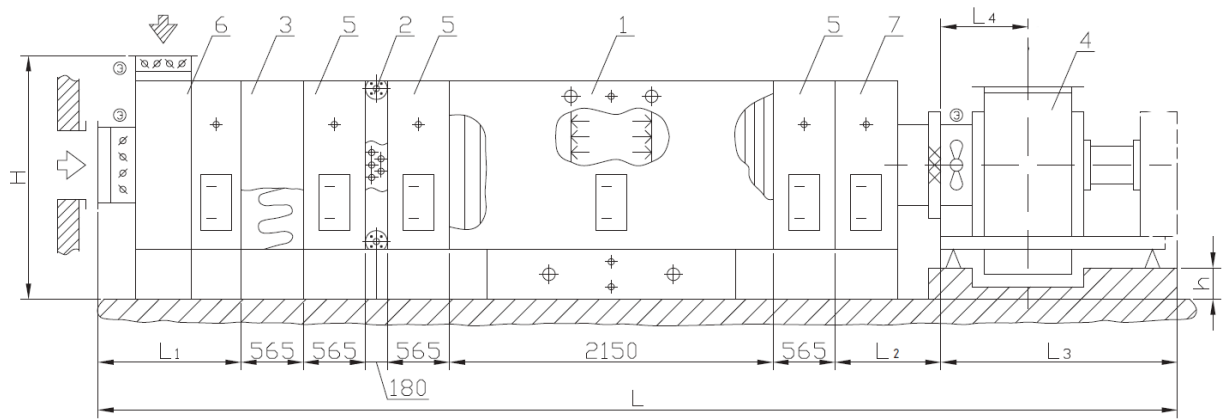


Рисунок 5 – Типова схема кондиціонера КТЦ-80

Умовні позначення: 1 – камера зрошення; 2 – повітрянагрівач; 3 – фільтр повітряний; 4 – вентиляторний агрегат; 5 – камери обслуговування; 6 - блок приймальний; 7 – блок приєднувальний.

### ***Розрахунок холодильної машини центрального кондиціонера***

Холодильна машина центрального кондиціонера необхідна для охолодження води, що надходить у зрошувальну камеру. Цикл та параметри холодоагенту R134a у характерних точках циклу представлені на рисунку 6 та таблиці 3. Розрахунок проводимо за допомогою програмного комплексу компанії Данфос Coolselector 2 [12].

Умови роботи:

Холодоагент:	R134a	
Холодопродуктивність:	160,0	kW
Масова витрата в лінії:	3402	kg/h
Теплопродуктивність:	187,3	kW
Температура кипіння:	0,0	°C
Температура конденсації:	30,0	°C
Тиск кипіння:	2,929	bar
Тиск конденсації:	7,702	bar
Ефективний перегрів:	8,0	K



Переохолодження: 4,0 К  
 Температура нагнітання: 48,6 °С

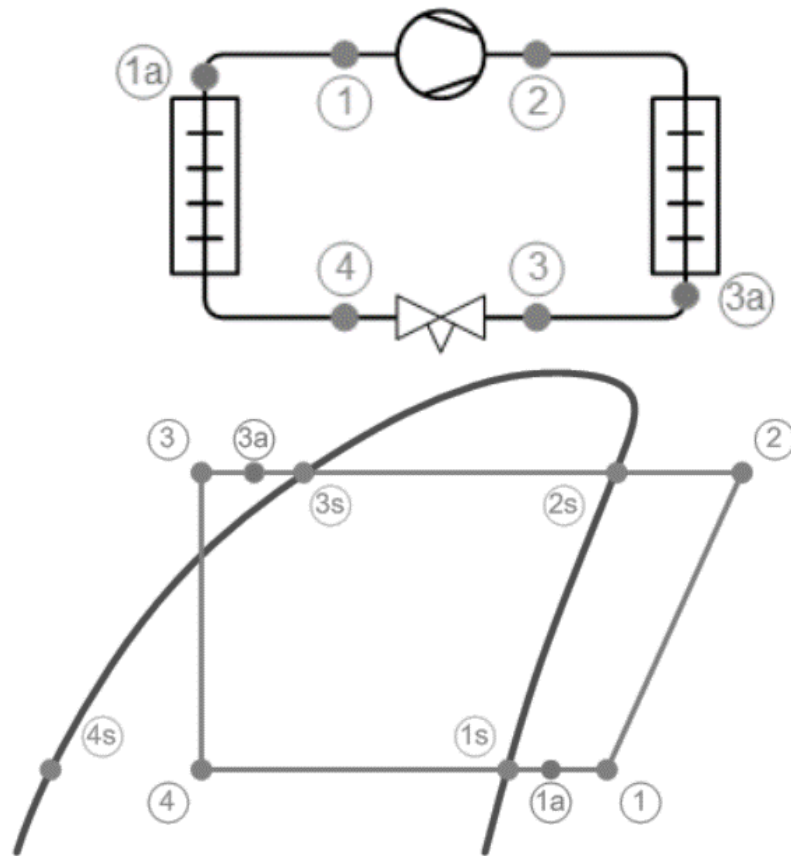


Рисунок 6 – Цикл та схема такої холодильної машини центрального кондиціонера

Таблиця 3 – Значення параметрів в характерних точках робочого циклу

Точка	Опис	Температура [°C]	Тиск (абс.) [bar]	Густина [kg/m <sup>3</sup> ]	Ентальпія [kJ/kg]	Ентропія [kJ/(kg·K)]
1	Всмоктування компресором	8,0	2,929	13,87	405,8	1,753
2	Нагнітання компресором (розрахункове)	48,6	7,702	33,76	434,7	1,778
2s	Точка роси на лінії конденсації	30,0	7,702	37,53	415,3	1,716
3s	Точка початку кипіння на лінії конденсації	30,0	7,702	1188	242,3	1,146
3a	Вихід конденсатора	26,0	7,702	1204	236,5	1,126
3	Включаючи додаткове переохолодження	26,0	7,702	1204	236,5	1,126
4	Після розширювального клапана	0,0	2,929	74,83	236,5	1,134
4s	Точка початку кипіння на лінії кипіння	0,0	2,929	1295	200	1
1s	Точка роси на лінії кипіння	0,0	2,929	14,43	398,6	1,727
1a	Вихід випарника	8,0	2,929	13,87	405,8	1,753

## 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

### Небезпечні та шкідливі фактори при монтажі та обслуговуванні центрального кондиціонера.

Монтаж повинні виконувати лише уповноважені на проведення подібних робіт фахівці, які пройшли відповідний інструктаж, знають дане обладнання та правила безпечної роботи з ним [4, 6, 7, 8].

Віброамортизатори, якщо вони необхідні, слід встановлювати між опорною рамою та підлогою. Після встановлення необхідно переконатися у відсутності вібрації. Дуже важливо для цього забезпечити рівну горизонтальну поверхню агрегату по всій його довжині.

При виборі позиції агрегату необхідно враховувати можливість вільного доступу до нього з проведення періодичного обслуговування.

Навколо агрегату слід залишити достатньо вільного простору для приєднання водяних труб теплообмінників та дренажної лінії, для виконання заміни фільтрів, перевірки та чищення піддонів для збору конденсату, контролю системи мастила, регулювання натягу клинового ременя. Сервісний простір збоку агрегату повинен бути таким, щоб надалі можна було безперешкодно демонтувати теплообмінники або вентилятори.

Вхідні та вихідні повітроводи приєднуються до агрегату за допомогою гнучких вставок, які можна кріпити або до фланців отвору повітря, або безпосередньо до каркаса корпусу агрегату на повний торцевий отвір входу/виходу повітря.

У стандартному виконанні багато центральних кондиціонерів призначаються для монтажу тільки всередині приміщення. При необхідності зовнішньої установки слід передбачити додаткове приладдя для захисту агрегату від атмосферних впливів, наприклад, спеціальний дах, ковпаки, навіси від дощу тощо, що постачаються опціонально.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		26

### **Монтаж гідравлічних з'єднань.**

Всі гідравлічні трубопроводи, що під'єднуються, повинні бути виконані відповідно до діючих промислових стандартів.

Не можна прикладати надмірних зусиль при підключенні трубопроводів до патрубків колекторів теплообмінників.

Трубопроводи повинні мати власні опорні тримачі, що забезпечують незалежність фіксації труб та теплообмінника. Для надання з'єднанням відповідної гнучкості настійно рекомендується встановлювати на вході та виході води гнучкі віброізолятори.

Гідравлічна лінія повинна мати у верхній точці випускний повітряний клапан, а в нижній точці – зливний отвір.

Для можливості виконання технічного обслуговування теплообмінників необхідно на вході та виході води встановити запірні вентилі. З метою забезпечення належного функціонування теплообмінників та природного зливу води з них та зі збірників конденсату, кондиціонер повинен розташовуватися на горизонтальній поверхні.

### **Підключення теплообмінників до прямої та зворотної ліній (входу/виходу) води.**

Водяні теплообмінники кондиціонера обладнані сталевими колекторами з виведеними назовні агрегату сполучними патрубками, один із яких розташований у верхній частині, а інший – у нижній частині колектора. Така конструкція дозволяє використовувати один і той же теплообмінник як при ліво-, так і правосторонній схемі підключення.

Для забезпечення оптимальної ефективності теплопередачі напрямок вхідної води має бути протилежним напрямку руху повітря, що проходить через теплообмінник, тобто. при виборі сторони підключення слід керуватися принципом протитечії.

Таким чином, при правосторонньому підключенні лінія подачі води

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

повинна приєднуватися до нижнього патрубку теплообмінника, а при лівому підключенні до верхнього патрубку.

Не можна прикладати надмірні зусилля при підключенні гідравлічної лінії до патрубку теплообмінника, що виступає за зовнішню панель, щоб не зруйнувати зварювання між колектором теплообмінника і патрубком.

### **Підключення теплообмінника до дренажної лінії.**

Діаметр дренажної трубки повинен відповідати діаметру дренажного патрубку у піддоні для збирання конденсату.

Щоб уникнути повернення води в установку необхідно відразу ж після сполучного патрубку організувати гідравлічний сифон-пастка. Для гарантованої герметичності гідравлічного затвора висота петлі сифона та різниця рівнів розташування сполучного патрубку та дренажної лінії на виході з сифона повинні бути рівними подвоєної величини статичного тиску в секції дренажного піддону за нормальних робочих умов кондиціонера.

### **Електропідключення.**

Центральні кондиціонери постачаються без електричної панелі керування. Тому підключення електродвигунів до мережі живлення виконується дома монтажу. Всі електродвигуни спроектовані та виготовлені відповідно до чинних стандартів. Підключення електродвигуна виконується згідно ідентифікаційної табличці та електричної схеми, розміщеної в контактній коробці.

Всі електродвигуни стандартно комплектуються вбудованим нормально замкнутим тепловим реле захисту від навантаження. Реле обов'язково має підключатися до ланцюга керування електродвигуном.

Електричні панелі не можна монтувати на дверцятах чи панелях, є інспекційними, тобто. що надають доступ до внутрішніх компонентів агрегату.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						28
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Вхід силових кабелів агрегат повинен забезпечуватися через кабельні сальники, вмонтовані в панель агрегату.

Щоб уникнути витоків повітря, всі отвори кабельних входів на панелі агрегату слід ретельно загерметизувати ущільнювачем.

### **Пуск центрального кондиціонера.**

Перед введенням центрального кондиціонера в експлуатацію необхідно, щоб кваліфікований фахівець перевірів наступне:

- комплектність агрегату, правильність монтажу та під'єднання до нього повітроводів;
- чистоту фільтрів та відсутність будівельного сміття всередині та навколо агрегату;
- правильність та комплектність електропідключення;
- надійність електричних контактів та відповідність мережевого живлення характеристикам, вказаним на ідентифікаційній табличці агрегату;
- герметичність ущільнення кабельних входів;
- надійність фіксації настановними гвинтами електродвигунів, підшипників та вентиляторів;
- центрівку осей вентилятора та шківів електродвигуна та правильність натягу клинового ремня (див. нижченаведений малюнок);
- правильність підключення до водяних теплообмінників прямого та зворотного трубопроводів, а також дренажної лінії;
- герметичність сполук повітроохолоджувальної/нагрівальної системи;
- наявність гідравлічного затвора на лінії відведення конденсату;
- безперешкодність обертання крильчатки вентиляторів.

### **Технічне обслуговування центрального кондиціонера.**

Користувач центрального кондиціонера повинен проводити належне технічне обслуговування агрегату, необхідне підтримки його у хорошому

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		29

робочому стані.

Загальні рекомендації:

- параметри напруги живлення електродвигуна вентилятора повинні відповідати характеристикам, зазначеним у його ідентифікаційній табличці. Підключення до джерела живлення виконується відповідно до місцевих норм та правил експлуатації електроустаткування;

- необхідно регулярно перевіряти заземлення металевої конструкції агрегату та теплові реле захисту електродвигунів від перевантаження та всі електричні контакти;

- кожні півроку слід перевіряти ступінь зносу всіх рухомих елементів кондиціонера та надійність затягування гвинтів електродвигунів, вентиляторів, підшипників;

- у жодному разі не можна використовувати кондиціонер без встановлених повітряних фільтрів. Для забезпечення оптимальної ефективності фільтри мають бути досить чистими, тому їх слід періодично очищати, а за необхідності замінювати;

- застоювання вологи в піддонах для збору конденсату може призвести до їх замулювання і, як результат, до закупорювання дренажного отвору та переповнення піддону. Щоб уникнути цього, необхідно періодично чистити піддони. З метою запобігання розповсюдженню бактерій може знадобитися спеціальна обробка поверхонь, яку повинен виконувати лише кваліфікований спеціаліст;

- не рідше, ніж двічі на рік, слід оглядати дренажний патрубок, так як він може забиватися пилом, що потрапляє в нього, особливо при забруднених повітряних фільтрах;

- забруднення теплообмінників призводить до зниження їх ефективності. Тому щорічно слід перевіряти теплообмінники і, якщо вони потребують чищення, виконувати її за допомогою щітки або пилососу. При

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

цьому необхідно дотримуватись особливої обережності, щоб не пошкодити ребра теплообмінника;

- використання жорсткої води із значним вмістом мінеральних солей у ній може призвести до забруднення трубок теплообмінника та, як наслідок, до критичного зниження ефективності установки. Тому необхідно проводити попередню підготовку води, що використовується.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		31

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель : навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф. Боженко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
2. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с.
3. Строй А. Ф. Расчет и проектирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Строй А. Ф. – К. : Феникс, 2013. – 344 с.
4. ДСТУ Б А. 3.2 – 12: 2009 Системи вентиляційні. Загальні вимоги:– Чинний від 01.08.2010. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 8 с.
5. Зінич П. Л. Вентиляція громадських будівель і споруд: навчальний посібник / Зінич П. Л. – К. : КНУБА, 2002. – 256 с.
6. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. – Чинний від 01.01.2014. – Київ: Мінрегіонбуд, 2013. – 141 с.
7. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія: – Чинний від 01.11.2011. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
8. СНиП 2.04.05-91У\* Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Чинний від 01.10.1996. – К. : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 1996. – 84 с.
9. Сайт компанії «ССК ТМ». – Режим доступу: <https://www.vent.com.ua/>.
10. Сайт ТОВ «Карно». – Режим доступу: <https://karno.ua/ua/conditioner/centralnye-kondicionery/>.
11. Сайт ПрАТ «Інтеркондиціонер» ». – Режим доступу: <http://intercon.com.ua/ua/>.
12. Сайт компанії Данфос». – Режим доступу: <https://www.danfoss.com/uk-ua/service-and-support/downloads/dcs/coolselector-2/>.

					Х.дн 08Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		32