

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

А. П. Юзбашьян, В. А. Міланко

КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,
освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2023**

УДК 622.4

Юзбашьян А. П. Кондиціювання повітря : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція») / А. П. Юзбашьян, В. А. Міланко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 80 с.

Автори:

канд. техн. наук, доц. А. П. Юзбашьян,
асист. В. А. Міланко

Рецензент

О. В. Ромашко, кандидат технічних наук, доцент кафедри нафтогазової інженерії і технологій (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою енергоефективних інженерингових систем,
протокол № 1 від 05.09.2022.*

Конспект лекцій складено з метою допомогти здобувачам будівельних спеціальностей під час підготовки до занять, заліків та іспитів з курсу «Кондиціювання повітря».

© А. П. Юзбашьян, В. А. Міланко, 2023
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023

ЗМІСТ

Вступ	5
Лекція 1 Історія розвитку кондиціювання повітря	6
1.1 Історія розвитку техніки кондиціювання повітря	6
1.2 Розвиток вітчизняної індустрії кондиціювання повітря.....	6
1.3 Розробка теоретичних основ кондиціювання повітря	7
1.4 Удосконалення схемних рішень систем кондиціювання повітря	8
Лекція 2 Вимоги до систем кондиціювання повітря	9
Лекція 3 Класифікація систем кондиціювання повітря	12
3.1 Можливості сучасних кондиціонерів	15
Лекція 4 Основні параметри вологого повітря	16
Лекція 5 Побудова процесів обробки повітря в I-d-діаграмі	20
5.1 Кутовий коефіцієнт променю процесу	20
5.2 Процеси нагріву і охолодження повітря та їх відображення на I-d-діаграмі	21
5.3 Процес адіабатичного охолодження повітря і його відображення на I-d-діаграмі	22
5.4 Процес зволоження повітря парою і його відображення на I-d-діаграмі	23
5.5осушення повітря. Обробка повітря сорбентами	23
5.6 Змішування вологого повітря	25
Лекція 6 Розрахункові параметри зовнішнього і внутрішнього повітря	26
6.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря	26
6.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря	28
Лекція 7 Принцип роботи кондиціонера. Спліт-системи	31
7.1 Принцип роботи кондиціонера	31
7.2 Спліт-системи	34
7.3 Конструкція типової спліт-системи настінного типу	34
Лекція 8 Застосування рециркуляції повітря в системах кондиціювання повітря	36
8.1 Схеми рециркуляції	38
Лекція 9 Центральні системи кондиціювання повітря	40
9.1 Кондиціонери для центральних система кондиціювання повітря	43
9.2 Дахові кондиціонери (roof-top). Особливості їх застосування...	44
9.3 Центральні системи кондиціювання повітря на базі чилера й фанкойлів	46
Лекція 10 Багатозональні системи кондиціювання повітря. VRF- системи	48
10.1 VRF-системи	48
10.2 Підбір обладнання для систем кондиціювання повітря	49
10.3 Настінні внутрішні блоки	50
10.4 Касетні внутрішні блоки	51

10.5 Канальні внутрішні блоки	51
Лекція 11 Визначення основних шкідливих виділень в приміщеннях	53
11.1 Основні види шкідливостей та їх вплив на самопочуття людини	53
11.2 Розрахунок надходження шкідливостей від людини	54
11.3 Розрахунок теплонадходжень в приміщення житлових і громадських будівель	55
11.4 Розрахунок теплонадходжень від людей	56
11.5 Теплонадходження від джерела штучного освітлення	57
11.6 Теплонадходження від сонячної радіації через вікна	57
11.7 Теплонадходження від сонячної радіації через покриття	58
Лекція 12. Тепловий баланс приміщення. Визначення потужності кондиціонера	60
12.1 Тепловий баланс приміщення	60
12.2 Теплоприпливи від сонячної радіації	61
12.3 Теплоприпливи від обладнання	61
12.4 Теплоприпливи від людей, що знаходяться в приміщенні	62
12.5 Розрахунок вологовиділень в приміщенні	62
Лекція 13 Очищення повітря в системах кондиціювання повітря. Фільтри систем кондиціювання повітря	63
Лекція 14 Холодопостачання в системах кондиціювання повітря. Утилізація тепла витяжного повітря	67
14.1 Холодоагенти в системах кондиціювання повітря	69
14.2 Утилізація тепла витяжного повітря в системах кондиціювання повітря	71
Лекція 15 Встановлення і експлуатація обладнання в системах кондиціювання повітря	71
15.1 Порядок встановлення і монтаж систем кондиціювання повітря	71
15.2 Схема установки системи кондиціювання повітря	73
15.3 Основні споживчі функції кондиціонера	74
15.4 Експлуатація систем кондиціювання повітря і захист кондиціонерів	76
Список рекомендованих джерел.....	79

ВСТУП

Кондиціонування повітря – це автоматична підтримка в закритих приміщеннях всіх або окремих параметрів повітря (температури, відносної вологості, чистоти, швидкості руху) на певному рівні з метою забезпечення, головним чином, оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей, ведення технологічного процесу, забезпечення збереження цінностей культури.

Здоров'я, працездатність і загалом самопочуття людини значною мірою визначаються умовами мікроклімату і повітряного середовища в приміщеннях. Сучасні автоматизовані системи кондиціонування повітря підтримують задані параметри повітря в приміщенні незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища. Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, так званою системою кондиціонування повітря (СКП).

Системи кондиціонування забезпечуються засобами для очищення повітря від пилу, бактерій і запахів; підігріву, зволоження і осушення його; переміщення, розподілу і автоматичного регулювання температури повітря, його відносної вологості, іноді й засобами регулювання газового складу і змісту заряджених іонів у повітрі; засобами дистанційного управління і контролю. Системи кондиціонування великих громадських будівель обслуговуються комплексними автоматизованими системами управління.

З урахуванням зростаючих цін на енергоносії, кондиціонування повітря влітку та опалення приміщень взимку потребує впровадження нових інноваційних технологій. Застосування в кондиціонуванні теплових насосів забезпечує оптимальний комфорт цілий рік і легкість перемикання з режиму опалення на режим кондиціонування повітря.

Сучасні умови життя людини потребують застосування ефективних штучних засобів оздоровлення повітряного середовища. Одним із рішень цієї проблеми є застосування кондиціонування.

ЛЕКЦІЯ 1 ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

1.1 Історія розвитку техніки кондиціонування

Історія розвитку кондиціонування повітря нерозривно пов'язана з історією розвитку усього людства: формуванням і зростанням виробництва. Розвиток систем кондиціонування повітря в громадських і житлових будівлях нерозривно пов'язане з історією архітектури. В Англії, Франції, Німеччині та США прообрази систем кондиціонування повітря з'явилися ще в кінці XIX ст., а перші системи кондиціонування повітря – на початку XX ст. Розвитку цієї галузі сприяли вимоги до мікроклімату для технологічних процесів зростаючого виробництва (поліграфічна, текстильна) в умовах промислової конкуренції.

Основи для розвитку техніки кондиціонування повітря були закладені в XIX ст.: винахід холодильних машин, вентиляторів, електродвигунів. Але саме XX століття по праву вважається століттям кондиціонування повітря, так як до цього періоду належать основні технічні винаходи.

Розвиток техніки кондиціонування повітря проходив паралельно в декількох напрямках:

- створення і вдосконалення агрегатів для штучного отримання холоду;
- створення та вдосконалення обладнання для обробки повітря (теплообмінники для охолодження, осушення, зволоження) і переміщення повітря та рідин (вентилятори та насоси);
- розробка теоретичних основ: термодинаміка рідин і газів, теорії тепло - і масообміну, автоматичного регулювання; створення і вдосконалення методів опису фізичних процесів і розрахунку окремих елементів системи кондиціонування повітря;
- удосконалення схемних рішень систем кондиціонування повітря для будівель різного призначення.

Природне охолодження льодом і випарне охолодження є одним з найдавніших способів створення комфортних умов в жарких країнах. За часів найдавніших цивілізацій (Єгипет, Індія, Персія, Китай, а потім і Греція, Рим) будували спеціальні льодозберігальні, які ізолювали тирсою. Випарне охолодження також активно використовувалося стародавніми цивілізаціями (першими були Індія, Єгипет) в цілях охолодження як безпосередньо, так і в конструкціях будівель і споруд.

1.2 Розвиток вітчизняної індустрії кондиціонування повітря

Починаючи з 1930 року, у зв'язку з індустріалізацією, установками кондиціонування повітря обладнуються підприємства точного машинобудування, харчової, поліграфічної, радіоелектронної та важкої промисловості. До 1955 року був відсутнім серійний випуск устаткування,

установки кондиціонування повітря розроблялися за індивідуальними проектами і, як наслідок, мали високу вартість.

У 1956–1957 роки була розроблена серія типових центральних кондиціонерів, а Харківський машинобудівний завод «Кондиціонер» почав серійний випуск центральних кондиціонерів з типових секцій продуктивністю 10, 20, 40 і 60 тис. м³/год, а також декількох типорозмірів місцевих агрегатів продуктивністю від 0,5 до 3,5 тис. м³/год повітря. Було покладено початок вітчизняної промисловості з випуску кондиціонерів. Застосування типового обладнання сприяло зниженню капітальних, експлуатаційних витрат та скороченню термінів монтажу кондиціонерів. Будівництво в 60-ті роки ХХ століття заводів штучного волокна, хімічних заводів, напівпровідникової радіоелектроніки, військової та космічної техніки, а також нових типів громадських будівель зажадало розвитку масового виробництва центральних кондиціонерів. З 1965 року почалося проведення єдиної політики в області розробки і промислового виробництва кондиціонерів. У підпорядкуванні міністерства будівельного, шляхового і комунального машинобудування СРСР було створено виробниче об'єднання «Кондиціонер» і Всесоюзний науково-дослідний інститут «Кондиціонер». В об'єднання увійшли: Харківський машинобудівний завод «Кондиціонер», який виготовляв центральні кондиціонери КТЦ продуктивністю по повітрю 31,5–250 тис. м³/год і Кд продуктивністю по повітрю 10 і 20 тис. м³/год, а також Домодедівський машинобудівний завод, який освоїв серійне виробництво місцевих агрегатних неавтономних і автономних шафових і кранових кондиціонерів продуктивністю від 0,5 до 20 тис. м³/год. Після розпаду СРСР, правонаступником Харківського заводу стала фірма ТОВ «Веза», створена в 1995 році і яка освоїла виробництво каркасно-панельних центральних і автономних шафових кондиціонерів.

1.3 Розробка теоретичних основ кондиціонування повітря

Розробка теоретичних основ кондиціонування повітря, створення прикладної науки кондиціонування повітря з'явилося як об'єктивна необхідність розвитку техніки для розробки нових конструкцій агрегатів, підвищення їх ефективності з урахуванням вимог захисту навколишнього середовища і економії енергії.

Вперше термін «кондиціонування повітря» був ужитий в 1815 році, коли француз Жанн Шабаннес отримав британський патент на метод «кондиціонування повітря і регулювання температури в житлах і інших будівлях». Одним із творців основ кондиціонування повітря можна назвати М. Ломоносова, з ім'ям якого пов'язана розробка теорії теплоти і теорії руху повітря в каналах і трубах, а також Рихмана, який заклав основи теорії психрометрії, визначальною для кондиціонування повітря. У 1918 році російський професор Л. К. Рамзін розробив І-d-діаграму вологого повітря (ентальпія – вологовміст). У країнах Європи зазвичай застосовують І-d-діаграму вологого повітря (ентальпія – вологовміст) француза Мольє, яка була їм опублікована в 1921 році.

1.4 Удосконалення схемних рішень систем кондиціонування повітря

Починаючи з 1917 року відразу в декількох містах США з'явилися перші театри, кінозали, обладнані системою кондиціонування повітря, що призвело до різкого росту їхньої відвідуваності в спекотні літні місяці. У 1920-ті рр. центральні системи комфортного кондиціонування повітря зазвичай влаштовувалися в театрах, готелях, торгових центрах, але мало були поширені в офісних і житлових будівлях. У перших хмарочосах США були використані системи природної вентиляції. В реконструйованих будівлях в існуючі системи припливної вентиляції вбудовували повітроохолоджувачі. У зв'язку з розробкою і випуском місцевих автономних кондиціонерів на початку 20-х років в офісних та громадських будівлях переважали місцеві системи кондиціонування повітря. У 1930 році більшість основних державних установ США мали системи кондиціонування повітря, у тому числі Білий дім. В 30-ті роки в США, а потім і в інших країнах, почалося широке застосування кімнатних, побутових та шафових автономних кондиціонерів для житлових будівель.

Практично до середини 40-и х років системи кондиціонування цивільних будівель, в тому числі офісних, це – центральні повітряні системи з місцевими рециркуляційними вентиляторами або температурними довідниками. Система з температурними довідниками застосовується для приміщень з високими навантаженнями по прихованій теплоті, для реконструйованих будівель з існуючими системами водяного опалення, для нових будівель, у яких на першому етапі передбачається здійснювати тільки опалення і вентиляцію, а охолодження в більш пізні строки – за допомогою додавання повітроохолоджувача у центральну установку. Найбільше поширення одержала, наприклад, для музеїв та картинних галерей.

Пізніше стали застосовувати двоканальні системи кондиціонування повітря. Це системи, в яких зовнішнє повітря змішується з рециркуляційним, суміш охолоджується і осушується влітку, зволожується взимку, ділиться на два каналу і в кожному потоці встановлюються відповідно повітронагрівач і повітроохолоджувач. Можлива обробка повітря в двох паралельних установках. Нагріте і охоложене повітря по двох каналах надходить у приміщення, де змішується в необхідному співвідношенні, щоб забезпечити задану температуру повітря в приміщенні. У США і Європі двоканальні СКП використовувалися значно рідше, ніж водоповітряні. Незадовго до закінчення Другої світової війни з'явилися нові ідеї та їх втілення в архітектурі, пов'язані з використанням нових будівельних матеріалів – бетону і алюмінію. Зросли навантаження на систему кондиціонування повітря за рахунок сонячної радіації, були потрібні нові схемні рішення. Для зниження теплонадходжень від сонячної радіації через вікна використовували спеціальні вікна, внутрішні жалюзі, рідше – зовнішні сонцезахисні пристрої. Перша водоповітряна система з режимами охолодження та опалення, включаючи використання теплового насоса, була запроектована Д. Крокером в 1944 році.

Витрати на систему кондиціонування повітря зросли на 10–25 % в порівнянні із звичайними системами опалення та вентиляції. В якості місцевих агрегатів використовувалися ежекційні довідники, в тому числі в будівлях повоєнної будівництва, наприклад в будівлі ООН в Нью-Йорку.

У водоповітряних системах, у вітчизняній практиці званих місцево-центральними, у приміщення з кондиціонером вводиться повітря, оброблене в центральному кондиціонері, і вода, що несе тепло або холод. Водоповітряні системи застосовуються для приміщень зі значними явними тепловиділеннями, де не потрібне жорстке підтримання заданого значення відносної вологості повітря. Вони добре зарекомендували себе за кордоном в офісних будівлях, лікарнях, готелях, школах, житлових будинках, дослідних лабораторіях, можуть застосовуватися в прецизійних виробничих приміщеннях точного машинобудування, радіотехнічної, фармацевтичної, харчової промисловості. У водоповітряних системах в якості місцевих агрегатів, що встановлюються в приміщенні, застосовують ежекційні довідники, вентиляторні довідники, підлогові конвектори та охолоджуючі панелі.

У зв'язку з забрудненням атмосфери, необхідністю захисту від вуличного шуму в даний час значно розширилася сфера застосування комфортних СКП у будівлях різного призначення.

На сьогодні кондиціонування повітря стало необхідним елементом інженерного обладнання житлових будинків. Фахівці все більше приходять до необхідності влаштування механічної регульованою припливно-витяжної вентиляції з регенерацією теплоти витяжного повітря в житлових будівлях. Досвід використання таких установок є в деяких країнах Європи, наприклад, Німеччини, Швеції, Австрії.

У зв'язку з гострою енергетичною проблемою в останні роки в Європі розробляють децентралізовані системи кондиціонування повітря з регенерацією теплоти повітря, що видаляється, і змішані системи з використанням природної вентиляції – «нічне провітрювання», а також потенціалу зовнішнього повітря для отримання холодної води – непряме і комбіноване випарне охолодження.

ЛЕКЦІЯ 2 ВИМОГИ ДО СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ

Повітря як фактор життєдіяльності людини слід розглядати з двох позицій: як середовище, що вдихається людиною, і як середовище, що оточує людину, з якою поверхня людського організму постійно знаходиться в контакті. Роль повітря полягає в постачанні людини киснем, видалення вологи з організму при видиханні, забезпеченні процесу теплообміну людини з навколишнім середовищем.

З допомогою кондиціонування можна повністю усунути або звести до мінімуму дію таких шкідливих факторів, як надлишкова теплота (конвенційна, що викликає підвищення температури повітря, і промениста); надлишкові водяні пари – волога; гази та пари хімічних речовин токсичної або дратівної дії; токсичний і нетоксичний пил; радіоактивні речовини.

Коротко розглянемо джерела утворення факторів шкідливості.

Надлишкова теплота. Доросла людина в спокійному стані і при нормальних мих умовах виділяє в навколишнє середовище 85–120 Вт, з яких в середньому 20 % – конвекцією; 55 % – випромінюванням і 25 % випаровуванням вологи. Кількість виділеної людиною теплоти змінюється в залежності від фізичних навантажень і температури повітря в приміщенні. У приміщеннях, де буває багато людей, тепловиділення створюють несприятливі умови, шкідливо відбиваються на самопочутті, здоров'ї і працездатності людей.

Вологовиділення. Кількість водяної пари, що виділяється організмом людини при помірній температурі повітря і невеличкому фізичному навантаженні становить 40–75 г/год. При високій температурі середовища виділення вологи може зрости до 150 г/год. Надлишковий вміст водяної пари в повітрі може виникнути в приміщенні будівлі громадського призначення, а також в цехах і відділах промислових підприємств.

Газовиділення. Вміст газів та пилу не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій згідно нормативних документів.

Сучасні вимоги, що пред'являються до систем кондиціонування повітря будівель і споруд:

1. Санітарно-гігієнічні та акустичні вимоги.

Оптимальними мікрокліматичними умовами є такі поєднання параметрів повітря робочої зони, які забезпечують збереження нормального функціонального і теплового стану організму при їх тривалому і систематичному впливі на людину.

Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог в приміщеннях, що обслуговуються, системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати:

- задані внутрішні умови температури;
- відносну вологість;
- газовий склад;
- чистоту і рухливість повітря.

Найбільш сприятлива температура в громадських і адміністративно-побутових приміщеннях повинна бути 20–22 °С, допустимі коливання в теплий період – від 20 до 28 °С, в холодний і перехідний періоди – від 18 до 22 °С.

Відносна вологість вважається оптимальною в діапазоні від 30 до 60 % в теплий період і 30–45 % у холодний і перехідний періоди. Верхня допустима межа відносної вологості – 65 %.

Щоб зруйнувати створювану тілом людини оболонку газових виділень, необхідно організувати рух повітряного середовища. Проте надмірно збільшувати швидкість руху повітряного середовища неприпустимо з-за виникаючого почуття дискомфорту і можливості простудних захворювань. При температурі повітря 20–25 °С допустима швидкість руху повітря 0,2–0,3 м/с для легкої роботи.

Повітряні потоки спрямовуються з приміщень з більш високими вимогами до параметрів повітряного середовища в бік приміщень з менш високими вимогами.

Рівень шуму від працюючого обладнання не повинен перевищувати допустимі значення. Рівень шуму сучасних кондиціонерів для житлових і громадських будівель не перевищує 25 дБ(А). Це значення знаходиться за порогом чутності для більшості людей.

2. Технологічні вимоги до систем кондиціонування повітря.

Стан повітряного середовища технологічних приміщень є необхідною, а часто і вирішальною умовою для стабільної і довгострокової роботи багатьох електронних пристроїв. Однією з вимог безперебійної роботи обладнання є підтримка оптимальних параметрів температури, чистоти і вологості повітря. Ці параметри забезпечуються системами кондиціонування, до яких пред'являються наступні вимоги: надійність, точність підтримки температури, підтримка заданої вологості і запиленості повітря.

Найголовніша вимога до системи кондиціонування приміщень – надійність. Один з найнебезпечніших ворогів обладнання – пил. Він швидко акумулюється на заряджених частинах обладнання і осідає всередині обладнання. Це веде до зменшення терміну служби обладнання і передчасного виходу його з ладу.

3. Конструктивно-компонувальні і експлуатаційні вимоги до систем кондиціонування повітря.

У цю групу показників включаються зручність монтажу системи, габарити устаткування, займані будівельні площі, витрата матеріалів при монтажі.

В експлуатаційні вимоги входить:

- скорочення площ приміщень для обладнання систем кондиціонування повітря і їх елементів;
- забезпечення мінімальних витрат часу на монтаж, випробування та налагодження систем з можливістю позонного введення їх в експлуатацію;
- ув'язка робіт зі спорудження конструкції будівель з монтажем систем кондиціонування;
- звуко- і віброізоляція рухомого обладнання від елементів будівельних конструкцій, а також протипожежні заходи.

4. Естетичні вимоги.

Архітектура будинку і його планування мають безпосередній вплив на вибір системи кондиціонування повітря. В умовах забудови центральної історичної частини міст вимоги до збереження історичного вигляду пам'яток архітектури повинні бути високими. Неприпустимо розміщення на фасаді будівлі зовнішніх блоків системи кондиціонування.

5. Екологічні вимоги до систем кондиціонування повітря.

Повітряне середовище сучасних будівель має багатокомпонентний хімічний склад, залежить від ступеня забруднення атмосферного повітря і потужності внутрішніх джерел забруднення. До них, у першу чергу, відносяться продукти життєдіяльності людини, продукти неповного згорання побутового газу та продукти деструкції полімерних матеріалів, які входять до складу оздоблювальних і будівельних матеріалів, предметів особистого та домашнього вжитку. Токсичні речовини діють на організм людини не

ізолювано, а в поєднанні з різними факторами: температурою, вологістю повітря, електромагнітними полями, іонно-озонним режимом приміщень, радіоактивним фоном.

З одного боку, система кондиціонування призначені для створення комфортного клімату всередині приміщень і повинні підтримувати чистоту повітря в обслуговуваній зоні приміщення. З іншого боку, будь-які порушення в експлуатації і обслуговуванні системи можуть за певних обставин призвести до зворотного ефекту і надати негативний вплив на здоров'я людей і стан навколишнього середовища.

6. Економічні вимоги.

Економічні вимоги передбачають ефективність системи кондиціонування повітря, яка визначається високою надійністю всіх елементів системи, заданою забезпеченістю, стійкістю і керованістю системи. Ефективність визначається комплексними показниками, важливою складовою яких є мінімум приведених витрат.

7. Вимоги до енергозбереження в системах забезпечення мікроклімату.

Системи кондиціонування повітря вносять значний «внесок» в споживання енергії в процесі експлуатації будівель. Світовий досвід проектування, будівництва та експлуатації будівель різного призначення показує, що скорочення витрат енергії в основному досягається за рахунок наступних чинників:

- застосування регульованих систем кондиціонування, що дозволяють оптимізувати подачу і споживання енергії;
- влаштування локальних систем, що дозволяють скоротити кондиційовані площі і обсяги будівлі, запобігти поширенню технологічних шкідливих виділень і забезпечити їх ефективну очистку;
- використання утилізації тепла.

ЛЕКЦІЯ 3 КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

В даний час не існує загальноприйнятої класифікації СКП. Це пов'язано з розходженням принципів схем СКП, їх технічних характеристик, кондиційованих приміщень. Можна класифікувати сучасні СКП за такими ознаками:

1. Залежно від функції всі кондиціонери можна розділити:

- *охолоджуючі*, кондиціонери, які підтримують задану температуру в приміщенні (використовуються лише в жаркий період року);
- *охолоджувально-обігрівальні*, крім функції охолодження служать для постійного підтримання заданої температури повітря в приміщенні (обладнані калорифером);
- *повної кліматизації*, забезпечують вентиляцію, обігрів, охолодження і регулювання відносної вологості повітря.

2. За основним призначенням:

– *комфортні* призначені для забезпечення заданих оптимальних параметрів повітря в житлових, громадських і адміністративно-побутових будівлях або приміщеннях;

– *технологічні* призначені для забезпечення параметрів повітря, що відповідають вимогам виробництва.

3. *За принципом розташування кондиціонера* по відношенню до обслуговуваного приміщення: *центральні та місцеві*. Центральні СКП розташовані поза обслуговуваних приміщень і забезпечуються холодом, теплом і електричною енергією. Місцеві СКП встановлюються в приміщеннях, що обслуговуються.

4. *За наявності власного джерела тепла та холоду: автономні і неавтономні*. Автономні СКП забезпечуються тільки електричною енергією, наприклад спліт-системи і шафові кондиціонери. Вони мають вбудовані холодильні машини. Неавтономні СКП забезпечуються електроенергією, повітрям і водою, наприклад центральні кондиціонери.

5. *За принципом дії: прямоточні, рециркуляційні і комбіновані*. Прямоточні СКП повністю працюють на зовнішньому повітрі. Рециркуляційні СКП працюють без припливу зовнішнього повітря. Об'єднані СКП використовують і свіже зовнішнє повітря і повітря приміщення в різних пропорціях.

6. *За ступенем забезпечення метеорологічних умов у приміщенні: першого, другого і третього класу*.

Перший клас – забезпечує необхідні для технологічного процесу параметри у відповідності з нормативними документами.

Другий клас – забезпечує оптимальні санітарно-гігієнічні норми або необхідні технологічні норми.

Третій клас – забезпечує допустимі норми, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією в теплий період року без застосування штучного охолодження повітря.

7. *За кількістю обслуговуваних приміщень (локальних зон): однозональні і багатозональні*. Однозональні СКП застосовуються для обслуговування великих приміщень з рівномірним виділенням тепла і вологи. Багатозональні СКП застосовуються для обслуговування невеликих приміщень, і для великих, в яких обладнання з виділенням тепла і вологи розміщене нерівномірно.

8. *По тиску, що розвивається вентиляторами кондиціонерів: низького тиску (до 1 кПа), середнього тиску (від 1 до 3 кПа) і високого тиску (вище 3 кПа)*.

9. *За способом регулювання вихідних параметрів повітря: з якісним і кількісним регулюванням*. При якісному регулюванні оброблене повітря виходить з кондиціонера по одному каналу і надходить в приміщення. При кількісному регулюванні в приміщення подають холодне і тепле повітря по двох каналах. Температура регулюється за рахунок зміни витрат холодного і теплого повітря.

Всі кондиціонери також можна поділити на *побутові* і *промислові*. Їх відмінність не в конструктивному виконанні, а в області застосування. До

побутових відносяться кондиціонери малої і середньої потужності (до 7 кВт). Їх застосовують для охолодження невеликих приміщень. До промисловим відносять кондиціонери великої потужності, які використовуються для охолодження великих площ. Також виділяють великий клас кондиціонерів, що займають проміжне положення між побутовими та промисловими системами – *напівпромислові* кондиціонери. При потужності від 7 до 25 кВт, вони можуть використовуватися як в побутових умовах – котеджах, багатокімнатних квартирах, так і в офісних приміщеннях, магазинах, на підприємствах.

По *конструктивному виконанню* всі кондиціонери можна розділити на два великих класи: *моноблочні* – складаються з одного блоку (віконні, мобільні тощо) і *спліт-системи* складаються з двох і більше блоків (настінні, каналні, касетні, VRF-системи тощо).

Класифікувати СКП так само доцільно *по надійності*.

Наприклад, якщо з 100 встановлених кондиціонерів протягом гарантійного періоду вийшли з ладу 2 з них, то надійність таких кондиціонерів – 98 %.

Елітні кондиціонери (перша група).

У першу (елітну) групу входять кондиціонери найбільш високотехнологічних компаній. Більшість кондиціонерів першої групи мають не тільки відмінні споживчі характеристики, але і розвинені системи самодіагностики і захисту. Кондиціонери першої групи досить коштовні, але володіють багатьма перевагами. Перша перевага – це висока надійність і довговічність. Протягом гарантійного терміну заводські дефекти виявляються не більш, ніж у 0,1–0,3 % кондиціонерів (один несправний кондиціонер на кожні 300 – 1 000 штук). При правильній експлуатації і періодичному обслуговуванні термін служби цих кондиціонерів складає не менше 12–15 років.

При типовому мінімальному рівні шуму внутрішнього блоку до 24–26 дБ він фактично нечутний. Стабільна робота в широкому температурному діапазоні. Елітні кондиціонери мають сучасний дизайн і невеликі габарити.

Кондиціонери середнього класу (друга група).

До другої групи відносяться кондиціонери середнього класу. Ці кондиціонери володіють хорошим співвідношенням ціна і якість, мають досить високу надійність. За цим параметром кондиціонери середнього класу майже не поступаються елітним кондиціонерів. Відмінності полягають у спрощеній системі захисту від неправильної експлуатації, трохи більшому рівні шуму у деяких моделей та інших незначних відмінностях.

Бюджетні кондиціонери (третя група).

Якщо відмінності між кондиціонерами усередині першої і другої групи незначні, то в третій групі спостерігається істотний розкид, як за якістю, так і за ціною. Входять в цю групу кондиціонерів різних торгових марок. Ці кондиціонери найдешевші. Недоліки цих кондиціонерів виявляються при їх порівнянні з кондиціонерами першої і другої групи.

Відсоток браку у цих кондиціонерів вище, хоча його величина, в середньому близько 1 %, є цілком допустимою. Найбільша проблема

«бюджетних» кондиціонерів – нестабільна якість. Також помітно менший термін служби. Ще один недолік кондиціонерів третьої групи – спрощена система управління. У порівнянні з кондиціонерами першої і другої групи в них встановлено менше датчиків, в результаті стійка робота кондиціонера гарантована в більш вузькому діапазоні температур зовнішнього повітря. Так, наприклад, у недорогих кондиціонерів можливо обмерзання радіатора внутрішнього блоку при температурі зовнішнього повітря нижче плюс 10–15 °С. У той же час, якщо такий кондиціонер планується використовувати переважно для охолодження в жарку пору, то це обмеження не є суттєвим.

3.1 Можливості сучасних кондиціонерів

Охолодження повітря.

Головне завдання кондиціонера – охолодження повітря. Хоча б тому, що нагрівання, осушення і очищення повітря можуть забезпечити інші, часто більш прості і дешеві пристрої, а от давати освіжаючу прохолоду вмє тільки він. Причому робить це дуже економічно – на один кіловат споживаної електроенергії видає близько 3 кВт холоду. Порушення законів природи тут немає, так як енергія витрачається не на створення прохолоди, а на її перенесення з вулиці в приміщення.

Правда, знижувати температуру в приміщенні можна тільки до певної межі. Більшість сучасних кондиціонерів може охолодити повітря до +18 °С. При високій рухливості повітря здається ще холодніше. Саме тому ілюзію прохолоди можна створити за допомогою вентилятора.

Нагрівання повітря.

Багато сучасних кондиціонерів вмють нагрівати повітря. Причому змусити кондиціонер працювати на тепло можна двома різними способами. У переважній більшості випадків це робиться за допомогою так званого теплового насоса. Насправді ніякого насоса в кондиціонері немає: у цьому режимі він морозить вулицю і гріє приміщення. При зовнішніх температурах вище -10 °С таке опалення вельми ефективно. На кожен кіловат електроенергії можна отримати від 2,5 до 3,5 кВт тепла.

Чим холодніше на вулиці, тим менше тепла дає кондиціонер. Ризик поломки кондиціонера при низьких температурах зростає багаторазово: це поломка компресора, поломка лопатей вентилятора зовнішнього блоку, згорання електродвигуна вентилятора зовнішнього блоку. Існують моделі кондиціонерів з електричним підігрівом.

Осушення повітря.

Крім охолодження і обігріву повітря всі сучасні кондиціонери вмють осушувати повітря. Знижуючи температуру повітря, вони видаляють з нього зайву вологу. При високій вологості дихати важко, і спека переноситься гірше. У всіх сучасних моделях навіть є такий режим – «осушення». Це коли температура повітря майже не змінюється, а вологість падає.

Вентиляція приміщення.

У режимі вентиляції не відбувається ні охолодження, ні нагріву, а створюється циркуляція повітря, що знаходиться в приміщенні, і його очищення. Компресор і вентилятор зовнішнього блоку в даному режимі вимкнені, а вентилятор внутрішнього блоку працює на заданій швидкості.

Очищення повітря.

Більшість сучасних побутових кондиціонерів мають тільки один фільтр – повітряний механічний. Він захищає повітря приміщення і теплообмінник внутрішнього блоку від пилу.

Фільтри тонкого очищення, здатні вловлювати найдрібніший пил, пилок рослин, запахи, сигаретний дим, у багатьох моделях не входять в стандартну комплектацію і купуються окремо. Найчастіше їх виготовляють з активованого вугілля, тому вони називаються вугільними або дезодоруючими. При великому забрудненні повітря вигідніше використовувати спеціальні очисники повітря.

Озон.

Іонізація повітря визначається наявністю в приміщенні негативно заряджених частинок – молекул кисню. Зазвичай в приміщеннях кількість негативних іонів в сотні разів менше, ніж в парках і садах. Висока концентрація аероіонів благотворно впливає на організм людини. Деякі сучасні моделі кондиціонерів оснащені іонізаторами повітря.

ЛЕКЦІЯ 4 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ

Як відомо, сухе повітря складається на 78 % з азоту, на 21 % з кисню і близько 1 % складають діоксид вуглецю, інертні та інші гази. Якщо в повітрі є водяні пари, то таке повітря називається вологим повітрям. До суміші сухого і вологого повітря застосовні всі газові закони. З термодинамічних параметрів вологого повітря, якими оперують в курсі кондиціонування повітря, можна виділити наступні:

- щільність;
- теплоємність;
- температура;
- вологовміст;
- парціальний тиск водяної пари;
- відносна вологість;
- температура точки роси;
- ентальпія (тепловміст);
- температура по мокрому термометру.

Термодинамічні параметри визначають стан вологого повітря і пов'язані один з одним.

Щільність.

Щільністю називається маса речовини в одиниці об'єму. Одиниця виміру щільності $\text{кг}/\text{м}^3$. Щільність всіх газів зменшується з підвищенням температури, так як при нагріванні при постійному тиску вони розширюються. Для сухого

повітря при 20 °С щільність дорівнює 1,2 кг/м³. При інших значеннях температури її можна обчислити за формулою

$$\rho_t = 353 / (273 + t). \quad (4.1)$$

Щільність водяної пари може бути визначена за формулою

$$\rho_{pt} = 219 / (273 + t). \quad (4.2)$$

Щільність вологого повітря менше щільності сухого повітря, так як водяна пара має меншу молекулярну масу, ніж сухе повітря. З огляду на те, що кількість водяної пари в повітрі відносно невелика, зменшенням щільності в практичних розрахунках можна сміливо знехтувати.

Теплоємність.

Теплоємністю називається кількість теплоти, необхідна для нагрівання 1 кг речовини на 1 °С. Теплоємність сухого повітря при постійному тиску дорівнює 1,005 кДж/(кг·°С). Теплоємність водяної пари дорівнює 1,8 кДж/(кг·°С). Точно також, як і з щільністю, в практичних розрахунках нехтують зміною теплоємності вологого повітря і вважають що теплоємність вологого повітря дорівнює теплоємності сухого повітря, тобто 1,005 кДж/(кг·°С).

Температура.

Температура є мірою нагріву тіла. У кондиціюванні повітря температуру повітря вказують за стоградусною шкалою Цельсія. У стоградусній шкалі за 0 прийнята температура танення льоду. Температура кипіння чистої води при нормальному атмосферному тиску відповідає 100 °С. У практиці доводиться мати справу як з позитивними, так і негативними значеннями температур.

Вологовміст.

Вологовмістом вологого повітря називається кількість водяної пари в грамах, що припадає на кожен кілограм сухої частини повітря. Вологовміст позначається буквою *d*, а одиниця виміру г/кг с.п.

Кількість вологи, яка може максимально утримуватися в повітрі при атмосферному тиску, залежить від його температури, значно зростаючи при її підвищенні, як показано нижче в таблиці.

Таблиця 4.1 – Залежність вологовмісту від температури

t, °С	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60
d, г/кг с.п.	0,77	1,79	3,8	7,63	14,7	27,3	48,9	86,3	152,0

Парціальний тиск водяної пари.

Кількість водяної пари, що знаходиться в повітрі, однозначно визначає парціальний тиск водяної пари p_{en} у вологому повітрі. Чим більше вологи, тим більше p_{en} . Зв'язок між кількістю вологи і парціальним тиском водяних парів виражається наступними залежностями:

$$d = 623 / (P_{\sigma} - p_{\text{вн}}), \quad (4.3)$$

$$p_{\text{вн}} = P_{\sigma} / (623 + d), \quad (4.4)$$

де P_{σ} – барометричний (атмосферний) тиск, Па.

Таким чином, при збільшенні кількості водяної пари в повітрі, що знаходиться при деякій температурі t , відбувається зростання парціального тиску водяних парів. При деякому граничному вологовмісті парціальний тиск досягне значення тиску насичуючих водяних парів $p_{\text{нп}}$, тобто тиску над вільною поверхнею рідини, що знаходиться при тій же температурі t . Такий стан вологого повітря є граничним і називається *насиченим вологим повітрям*. Збільшити вологовміст повітря вище граничного неможливо, так як буде відбуватися конденсація вологи на центрах активації, і в повітрі з'явиться туман. Стан туману – це стан надмірної вологи в повітрі.

Відносна вологість.

Відносною вологістю вологого повітря називається відношення парціального тиску пари в повітрі до тиску насичуючих водяних парів. Зазвичай відносну вологість виражають у відсотках. Тоді формула для розрахунку відносної вологості буде:

$$\varphi = 100 \times p_{\text{вн}} / p_{\text{нп}}. \quad (4.5)$$

Для абсолютно сухого повітря $p_{\text{вн}} = p_{\text{нп}}$, и $\varphi = 100 \%$. При повному насиченні повітря водяними парами $p_{\text{вн}} = p_{\text{нп}}$, і $\varphi = 100 \%$. Відносна вологість, таким чином, є мірою ступеня насичення повітря водяними парами.

Ентальпія (теплотність).

Ентальпією вологого повітря називається кількість теплоти, яка потрібна на те, щоб перевести 1 кг абсолютно сухого повітря ($d = 0$), що знаходиться при 0°C , в якийсь інший стан з температурою t і вмістом вологи d .

З даного визначення випливає, що при $t = 0$ і $d = 0$ ентальпія повітря також дорівнює 0.

Ентальпія повітря вимірюється в кДж/кг с. (килоджоули на кілограм сухого повітря).

Температура точки роси.

Якщо вологе повітря, що має відносну вологість $0 < \varphi < 100 \%$, охолоджувати, то при зниженні температури буде зменшуватися тиск насичених водяних парів, що залежить тільки від температури. При цьому вологовміст повітря буде залишатися незмінним, а відносна вологість буде збільшуватися. В деякий момент при певній температурі значення $p_{\text{нп}}$ досягне значення $p_{\text{вп}}$. У цей момент відносна вологість досягне значення 100% – вологе повітря набуває стан повного насичення. При подальшому охолодженні $p_{\text{нп}}$ стане менше $p_{\text{вп}}$, і частина вологи почне конденсуватися на холодних поверхнях, що контактують з повітрям, або утворюється туман. Таким чином, подальше охолодження повітря призводить до його перенасичення вологою, що веде до випадання конденсату – роси. Тому та гранична температура, до якої можна охолоджувати повітря без випадіння конденсату, і починаючи з якої

процес подальшого охолодження супроводжується випадінням конденсату, називається *температурою точки роси*.

Температура по мокрому термометру.

Температура мокрого термометра залежить від вологості повітря. Чим менше відносна вологість, тим нижче тиск парів в повітрі і тим інтенсивніше йде випаровування, тому температура буде нижче.

Температура мокрого термометра названа так тому, що цей процес використовується для вимірювання вологості повітря психрометричним методом, при якому використовуються два термометра – «сухий» і «мокрый». Сухий термометр показує просто температуру повітря. Кулька мокрого термометра обгорнута тонкою ганчіркою, яку змочують водою перед початком вимірювання. Знаючи показання двох термометрів, можна визначити вологість повітря.

I-d- діаграма вологого повітря.

В області вентиляції та кондиціонування повітря часто доводиться визначати ті чи інші параметри повітря. Щоб уникнути численних обчислень, їх зазвичай визначають за спеціальною діаграмою, складеною в 1918 році професором Л. К. Рамзінім. Вона носить назву *I-d-діаграми*. Вона дозволяє швидко визначити всі параметри повітря по двом відомим. Використання діаграми дозволяє уникнути обчислень за формулами і наочно відобразити вентиляційний процес. Аналогом I-d діаграми на заході є діаграма Мольє або психрометрическая діаграма.

Оформлення діаграми в принципі може бути декілька різним. Типова схема I-d-діаграми показано нижче на рисунку 4.1. Діаграма складена в косокутній системі координат I-d, на якій нанесено кілька координатних сіток і по периметру діаграми – допоміжні шкали. Шкала вологовмісту зазвичай розташовується по нижній кромці діаграми. Лінії постійних ентальпій представляють паралельні прямі, зазвичай йдуть під кутом 135° до вертикальних ліній вологовмісту. Косокутна система координат обрана для того, щоб збільшити робоче поле діаграми. У такій системі координат лінії постійних температур являють собою прямі лінії, що йдуть під невеликим нахилом до горизонталі і злегка розходяться вгору.

Робоче поле діаграми обмежене кривими лініями рівних відносних вологостей 0 % і 100 %, між якими нанесені лінії інших рівних значень відносних вологостей з кроком 10 %.

Шкала температур зазвичай розташовується по лівій кромці робочого поля діаграми. Значення ентальпій повітря нанесені зазвичай під кривою $\phi = 100\%$. Значення парціальних тисків іноді наносять по верхній кромці робочого поля, іноді по нижньому краю під шкалою вологовмісту, іноді по правій кромці. В останньому випадку на діаграмі додатково будують допоміжну криву парціальних тисків.

Визначення параметрів вологого повітря на I-d-діаграмі.

Точка на діаграмі відображає певний стан повітря, а лінія – процес зміни стану. Визначення параметрів повітря, що має певний стан, що відображається точкою А, показано на рисунку 4.1.

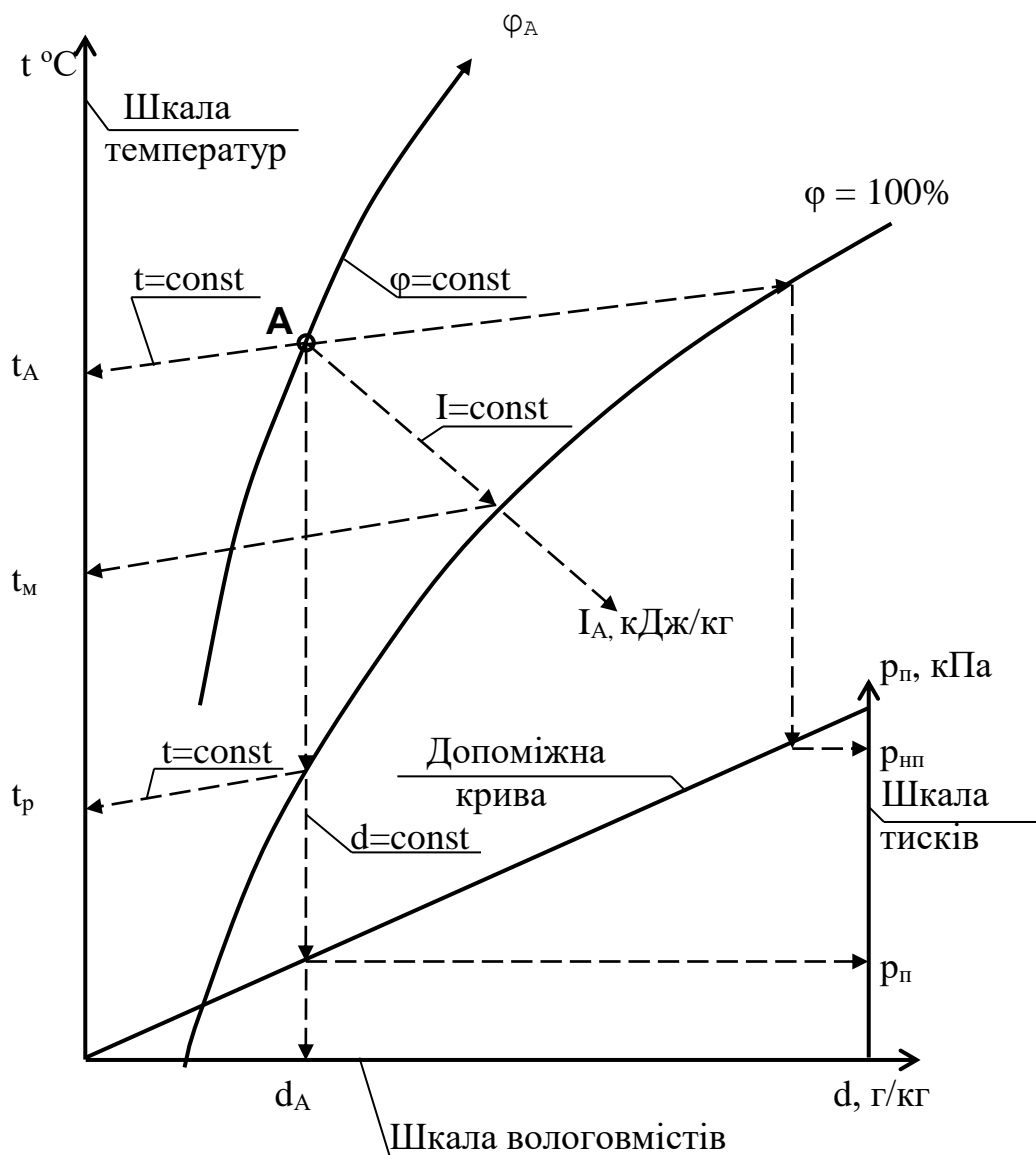


Рисунок 4.1 – Схема визначення параметрів вологого повітря на I-d-діаграмі

ЛЕКЦІЯ 5 ПОБУДУВАННЯ ПРОЦЕСІВ В I-d ДІАГРАМІ

5.1 Кутовий коефіцієнт променю процесу

В процесі зміни стану повітря змінює всі або деякі свої параметри. Процес зміни стану на I-d-діаграмі відображається прямою лінією (променем), що виходить з точки *A*, що відповідає початковому стану повітря. Точка кінцевого стану *B* лежить на промені і обмежує відрізок з іншого боку. Для характеристики *напрямку* зміни стану використовується поняття *кутового коефіцієнта променю процесу* ε , який зазвичай називають для стислості *кутовим коефіцієнтом*:

$$\varepsilon = 1000 (I_B - I_A) / (d_B - d_A) = 1000 \Delta I / \Delta d. \quad (5.1)$$

У цьому рівнянь коефіцієнт 1000 (г/кг) служить лише для переведу одиниць виміру: значення кутового коефіцієнта виражено в кДж/кг, в той час як вміст вологи прийнято виражати в г/кг. Особливо відзначимо, що розмірність кутового коефіцієнта зовні збігається з розмірністю ентальпії повітря (кДж/кг), однак насправді це абсолютно різні величини: в знаменнику для ентальпії розуміється кілограм сухого повітря, а для кутового коефіцієнта – кілограм вологи.

Для будь-якого процесу однозначно можна визначити конкретне значення кутового коефіцієнта. Значимість цього параметра полягає в тому, що він характеризує нахил лінії променю процесу на I-d-діаграмі. Існує кілька типових процесів, для яких заздалегідь відомо значення кутового коефіцієнта.

Відмінність I-d-діаграми від звичної декартової системи координат полягає лише в тому, що вона косокутна: кут між осями ентальпій і вологовмісту зазвичай дорівнює 135° . У всьому іншому є майже повна аналогія. Вертикальна лінія і в тій і в іншій системі координат має кутовий коефіцієнт, що дорівнює нескінченності, кутовий коефіцієнт горизонтальної лінії в обох системах дорівнює 0.

Особливо підкреслимо, що кутовий коефіцієнт і на I-d-діаграмі *не може вказувати напрямок* променю процесу, а характеризує *тільки його нахил*.

5.2 Процеси нагріву і охолодження та їх відображення на I-d діаграмі

Чистий нагрів.

Процес нагрівання повітря від деяких джерел явного тепла (наприклад, нагрітих поверхонь) йде без зміни вологовмісту по лінії $d = \text{const}$ вгору. Це дуже поширений процес, коли повітрю передається тільки тепло без вологи: тепловіддача від нагрівальних приладів або устаткування, нагрівання повітря в теплообмінниках (калорифери).

Теоретично, нагрів може йти необмежено вгору, тобто кінцеве значення температури може бути дуже великим. В вентиляції найчастіше мають справу з температурами до 70° , так як це граничне значення температури повітря, з якою його можна подавати в приміщення.

З огляду на те, що волога повітрю не передається, $\Delta d = 0$, і тоді

$$\varepsilon = 1000 \Delta I / \theta = \pm\infty.$$

Відзначимо відразу ж, що знак кутового коефіцієнта в цьому процесі не визначений, так як значення 0 не має знаку, а є точкою зміни його. Лише умовно можна вважати, що процес чистого нагріву має $\varepsilon = +\infty$. Якщо Δd матиме нескінченно мале, але від'ємне значення, то знак зміниться на негативний. Фактично вертикальна лінія є кордоном стрибка знаку: найменший нахил її від вертикалі вліво призводить до негативного знаку, а найменший нахил вправо – до позитивного. Точно так же в декартовій системі координат тангенс кута 90° дорівнює $+\infty$, і функція тангенса в цій точці має розрив.

Чисте охолодження (без конденсації водяної пари).

Процес йде також без зміни вмісту вологи по вертикальній лінії $d = \text{const}$ вниз, теоретично до кривої $\varphi = 100\%$. Цей процес можливий при контакті повітря з холодними поверхнями зовнішніх огорожень або обладнання. Кутовий коефіцієнт для даного процесу теж дорівнює нескінченності, умовно вважається, що знак негативний ($\varepsilon = -\infty$).

Охолодження з конденсацією водяної пари.

Фактично це охолодження повітря нижче температури точки роси.

Якщо температура повітря вище точки роси, то процес спочатку йде як чисте охолодження, без зміни вмісту вологи по лінії $d = \text{const}$ вниз до кривої $\varphi = 100\%$. В кінці цього процесу повітря приймає насичений стан ($\varphi = 100\%$). Потім процес йде вниз по лінії $\varphi = 100\%$ до кінцевої температури. На другій стадії процесу деяка кількість вологи Δd випадає у вигляді конденсату. Саме цю другу стадію і слід розуміти як охолодження з конденсацією водяної пари.

Цей процес можливий при контакті повітря з холодними поверхнями зовнішніх огорожень, устаткування або холодною водою, які мають температуру нижче температури точки роси. У кондиціонуванні цей процес використовується свідомо для осушення повітря.

При контакті теплого вологого повітря з холодним повітрям також відбувається охолодження з конденсацією, але волога випадає не на холодних поверхнях, а безпосередньо в обсязі повітря у вигляді туману.

З огляду на те, що в даному процесі $\Delta I < 0$ і $\Delta d < 0$, тоді кутовий коефіцієнт $\varepsilon = 1000 \Delta I / \Delta d > 0$.

За рахунок сильного охолодження повітря може бути дуже сильно осушене. Вже при температурі $-20\text{ }^\circ\text{C}$ вологовміст вологого повітря всього $0,8\text{ г/кг}$, а при більш низьких температурах він ще менший. Тому взимку зовнішнє атмосферне повітря має дуже маленький вологовміст навіть при відносній вологості більше 80% .

5.3 Процес адіабатного охолодження повітря і його відображення на I-d-діаграмі

Процес адіабатного охолодження повітря при контакті з водою, що має температуру мокрого термометра, йде за рахунок випаровування вологи, при якому явна теплота повітря переходить в приховану теплоту водяної пари. Тому даний процес називають також прямим випарним охолодженням. З огляду на те, що явне тепло, витрачене на випаровування вологи, повертається знову в повітря у вигляді прихованого тепла, ентальпія повітря в цьому процесі змінитися не може. На I-d-діаграмі процес йде по лінії $I = \text{const}$ вниз до кривої $\varphi = 100\%$. З огляду на те, що теплота повітря не передається, $\Delta I = 0$, і тоді

$$\varepsilon = 1000 \Delta I / \Delta d = 0.$$

Це поширений процес, здійснюваний в основному в форсункових зрошувальних камерах кондиціонерів шляхом розпилення форсунками безперервно циркулюючої води в обсязі камери, через яку проходить повітря що обробляється. Основна умова – досить велика поверхня масообміну, що

досягається за рахунок дрібного розпилу води. Реально досягається відносна вологість повітря близько 95 %. Адіабатичне охолодження може бути здійснено і в апаратах з пористої насадкою (зрошувані шари), при зрошенні циркулюючої водою.

Крім того, є пристрої для випарного охолодження шляхом дрібного розпилу води безпосередньо в повітря приміщень. Вони мають, як правило, відносно невелику продуктивність.

5.4 Процес зволоження повітря паром і його відображення на I-d-діаграмі

Зволоження повітря паром здійснюється при безпосередньому випуску пари в приміщення, а частіше в кондиціонерах комфортного і технологічного кондиціонування при зволоженні повітря паровими зволожувачами. Пара подається безпосередньо в припливний повітропровід через перфоровану трубку, розташовану всередині нього. Сам процес випаровування води, тобто приготування пара, здійснюється в окремому пристрої – парогенераторі. Найчастіше для випаровування використовується електричний нагрів. Конструкція парогенератора дозволяє плавно регулювати кількість утворюваної пари змінюючи витрату води, що подається до нього або змінюючи потужність нагрівача.

Враховуючи, що випаровування відбувається при атмосферному тиску, температура пари майже завжди близько 100 °С. При цьому явне тепло, яке несе пара, становить лише 6 % від загальної теплоти, а 94 % припадає на приховану теплоту пароутворення. Тому можна вважати, що в повітря вноситься лише приховане тепло, і процес йде практично по лінії $t = \text{const}$ (насправді трохи вище), в межі до кривої $\varphi = 100\%$. Кутовий коефіцієнт променя процесу приблизно відповідає прихованій теплоті пароутворення ($\varepsilon = 2\ 500$), насправді трохи більше.

При високій відносній вологості повітря пара починає конденсуватися на холодних поверхнях, локально утворюючи в об'ємі повітря зони туману, тобто краплинної вологи. При конденсації виділяється явне тепло, так як відбувається процес перетворення прихованого тепла в явне. При цьому повітря і поверхні, на яких відбувається конденсація, підвищують свою температуру. Точний розрахунок такого процесу скрутний через необхідність урахування локальних температур повітря і поверхонь.

5.5 Осушення повітря. Обробка повітря сорбентами

Під терміном «сорбенти» тут розуміються будь-які пористі гігроскопічні речовини, здатні поглинати вологу. Одним з найбільш відомих сорбентів з високим поглинанням вологи є силікагель. Він випускається у вигляді невеликих гранул і закладається в невеликих мішечках в упаковки для різних приладів і апаратів для стабілізації вологісного режиму.

Не розглядаючи тут докладно фізичні основи процесів сорбції та десорбції, відзначимо лише найбільш важливу особливість твердих сорбентів – при зміні температури сорбенту рівноважна відносна вологість повітря майже не змінюється (рис. 5.1).

При достатньо великій кількості сорбенту можна вважати, що повітря, що знаходиться з ним в контакт, приймає відносну вологість, відповідну рівноважній вологості сорбенту. Процеси нагрівання і охолодження повітря в замкнутому об'ємі при цьому йдуть практично по лінії $\varphi = \text{const}$ (вгору при нагріванні і вниз при охолодженні). Сорбент виконує роль стабілізатора вологості.

Даний процес може використовуватися в замкнутих приміщеннях з радіоелектронним обладнанням для стабілізації їх вологісного режиму. Використання сорбенту дозволяє згладити скачки коливань вологості, викликані зміною температурного режиму, пов'язані з різкою зміною споживаної електричної потужності.

Крім твердих сорбентів для обробки повітря можуть застосовуватися рідкі сорбенти – розчини солей. Рівноважна вологість повітря над розчином солі залежить від концентрації розчину і температури.

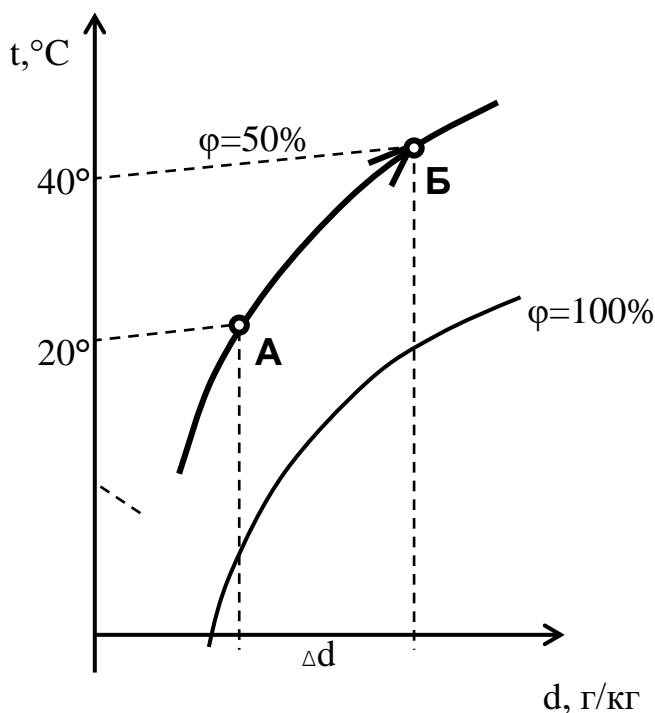


Рисунок 5.1 – Нагрівання замкнутого об'єму повітря з твердим сорбентом

5.6 Змішування вологого повітря

Особливим процесом є процес змішування двох кількостей повітря (або двох витрат), початкові стан яких на I-d-діаграмі відображаються точками А і Б.

В результаті змішування обидва повітря змінюють свій стан і приймають кінцеве стан суміші, що відображається на діаграмі точкою C_{AB} , яка лежить на прямому відрізку, що з'єднує точки початкових станів А і Б (рис. 5.2).

Положення точки С на відрізку АБ може бути визначено за значенням будь-якого з трьох параметрів (температура, вміст вологи і ентальпія), яке визначається з рівнянь збереження:

$$\begin{aligned}G_C &= G_A + G_B, \\c G_C t_C &= c G_A t_A + c G_B t_B, \\G_C d_C &= G_A d_A + G_B d_B, \\G_C I_C &= G_A I_A + G_B I_B.\end{aligned}$$

Як видно, принциповий вид і сенс рівнянь для будь-якого параметра однаковий: кількість речовини або теплоти в суміші дорівнює сумі вкладів двох складових.

Вибір, який саме параметр використовувати для визначення положення точки суміші, ґрунтується на принципі досягнення максимальної точності побудови. Якщо кількості що змішуються мають приблизно рівні вологовмісти, то немає сенсу визначати параметр d_C , так як це дасть велику похибку, а слід визначити параметр t_C , при якому точність побудови буде максимальна.

Таким чином, слід дотримуватися простого правила:

- для приблизно вертикальних ліній змішування краще визначати параметр I_C ;
- для приблизно горизонтальних ліній змішування краще визначати параметр d_C ;
- для ліній змішування, нахилених приблизно під кутом 45° , краще визначати I_C .

У деяких випадках точка суміші при побудові може потрапити нижче кривої $\phi = 100\%$. Такого стану повітря не може бути, тому при змішуванні частина вологи конденсується у вигляді туману. При цьому з повітря з вологою йде частина прихованого тепла, проте майже така ж кількість теплоти конденсації надходить в повітря в явному вигляді. Тому загальний тепловміст повітря не змінюється, і реальна точка суміші буде розташована на перетині кривої $\phi = 100\%$ і лінії, проведеної по $I = \text{const}$ з попередньої точки суміші С. Приклад такої побудови показаний на рисунку 5.2 вихідні стану повітря відображаються точками Е і Д, а результат змішування відповідає точці C_{DE} . Кількість вологи Δd випадає у вигляді конденсату, тобто туману.

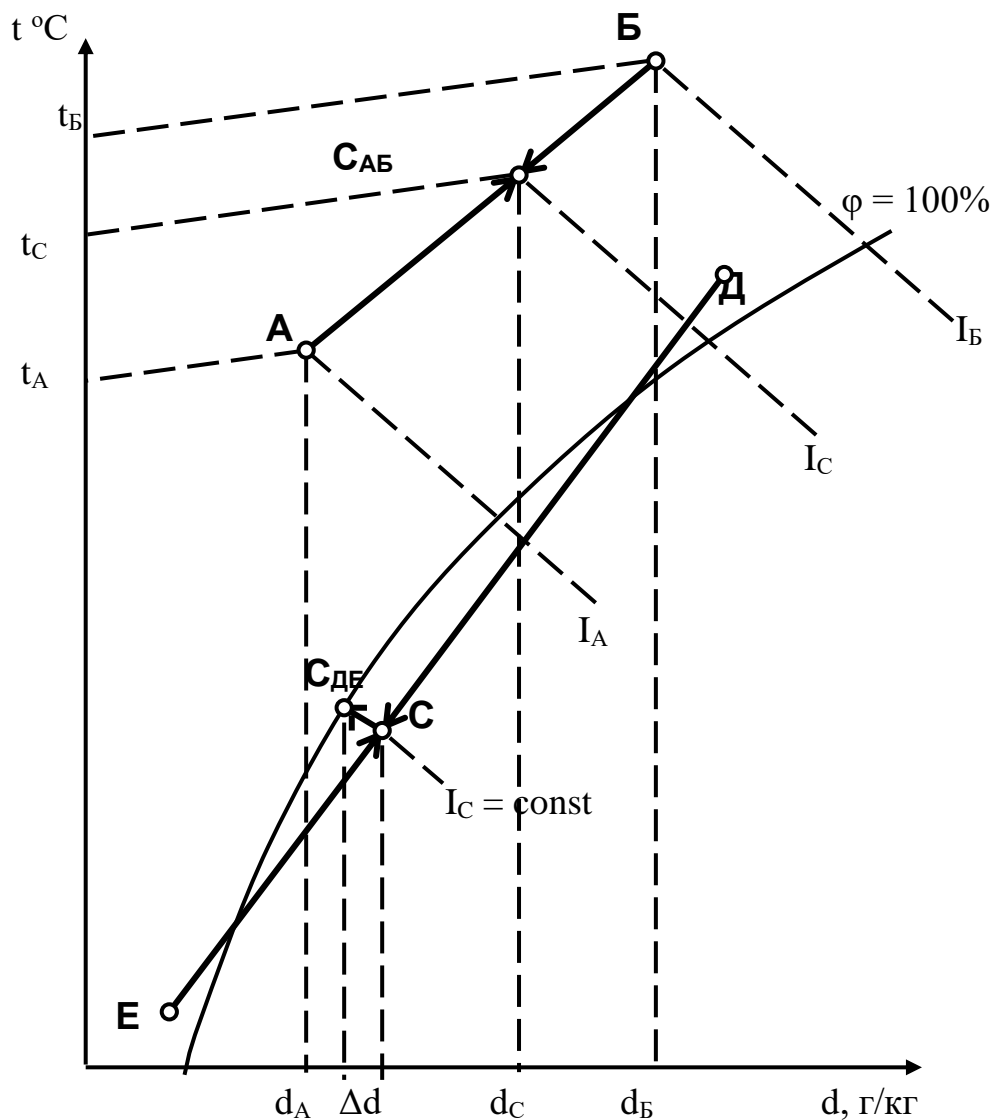


Рисунок 5.2 – Процеси змішування повітря на I-d-діаграмі

ЛЕКЦІЯ 6 РОЗРАХУНКОВІ ПАРАМЕТРИ ЗОВНІШНЬОГО І ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ

6.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря

У вентиляції і кондиціонуванні повітря основними розрахунковими параметрами зовнішнього повітря є *температура, ентальпія і швидкість зовнішнього повітря*. Зовнішні параметри задаються для трьох періодів: *холодного, перехідного і теплого*.

Перехідний період є певним граничним розрахунковим станом повітря між теплим і холодним. За розрахункові параметри перехідного періоду приймається температура 8°C і ентальпія $22,5$ кДж/кг. Середньодобова температура 8°C обрана в якості розрахункової для перехідного періоду не випадково, вона відповідає моменту відключення систем опалення громадських

будівель (виробничі будівлі часто вимикаються і раніше з метою економії теплової енергії) і переводу систем тепlopостачання на літній режим.

Параметри зовнішнього повітря безперервно змінюються і залежать від району будівництва і сезону року.

Температура зовнішнього повітря змінюється безперервно. Існують добові коливання, місячне зміна і річний цикл. Стосовно до зовнішнього клімату можна говорити тільки про деякі усереднені його показники, так як навіть в одній і тій же місцевості клімат одного року може істотно відрізнятись від попереднього. Недарма кажуть, що в такий-то рік зима чи літо були холодними або, навпаки, теплими.

Найхолоднішим місяцем зазвичай є січень, а найбільш спекотним – липень. В деякий момент в січні, середньодобова температура зовнішнього повітря сягає свого мінімального значення за рік, а в липні – максимального. Якщо прийняти за розрахункову температуру для кожного з періодів саме ці значення, то потужність обладнання систем кондиціонування повітря (СКП) вийде найбільшою, тобто максимальної. Очевидно, що система при цьому виявиться дорожче. При цьому практично весь розрахунковий період СКП буде працювати в режимі зниженої потужності.

Якщо ж взяти для холодного періоду більш високі значення температури, а для теплого періоду – більш низькі, то деякий проміжок часу система не зможе забезпечувати розрахункові параметри повітря в приміщенні. Ступінь забезпечення характеризується коефіцієнтом забезпеченості. Значення $K_{об} = 0,7$ означає, що 70 % тривалості розрахункового періоду система зможе забезпечувати необхідний рівень параметрів у приміщенні, а 30 % часу параметри будуть не відповідати заданим. В ці 30 % часу потужності системи (холодильної в теплий період, нагрівальної – в холодний) не вистачить для підтримки заданого значення внутрішньої температури. Однак при цьому витрати на систему виявляться істотно менше.

При виборі розрахункового коефіцієнта забезпеченості враховують період року та рівень вимог до будівлі. Для деяких виробничих будівель системи слід проектувати на граничні параметри зовнішнього клімату (підприємства електроніки, точної механіки та оптики, фармацевтичні підприємства та ін.) Для більшості будівель звичайного призначення за розрахункову температуру холодного періоду приймають температуру холодної п'ятиденки (параметри Б). Це приблизно відповідає коефіцієнту забезпеченості 98 %, при цьому тривалість відхилення параметрів від розрахункових складе приблизно 50 годин. Такий короткий термін пояснюється тим, що при тривалому зниженні температури в приміщеннях різко збільшується кількість простудних захворювань.

Для теплого періоду року, можна допустити значно більш тривалий період відхилення параметрів в приміщенні від розрахункових, так як це призведе до порушення комфорту в приміщенні, але не до захворювань. Для більш відповідальних приміщень, до яких пред'являються більш високі вимоги, слід проектувати СКП, які розраховуються по параметрах Б, для теплого періоду.

Значення географічної широти місцевості є важливим при розрахунку теплонадходжень від сонячної радіації, так як на різних широтах інтенсивність і тривалість сонячної інсоляції різна. Крім того, очевидно, чим більше значення широти, тим більш холодним є клімат даної місцевості.

Барометричний тиск вказується для того, щоб можна було використовувати відповідні I-d-діаграми (вони випускаються на різний атмосферний тиск), що дозволяє трохи підвищити точність визначення параметрів повітря на різних стадіях вентиляційного процесу. Використання більш точної діаграми доцільно при проектуванні кондиціонування повітря, де проводиться вологісна обробка повітря.

Концентрація вуглекислого газу в зовнішньому повітрі залежить від того, в сільській місцевості або у великому промисловому місті розташований проектуваний об'єкт, так як у повітря міст вуглекислий газ надходить від автомобільного транспорту, труб котелень та ТЕЦ, виробничого обладнання, в якому здійснюється процес спалювання палива. Значення концентрацій CO₂ наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Концентрація вуглекислого газу в зовнішньому повітрі

Місце	Концентрація C, л/м ³
Сільська місцевість	0,33
Малі міста	0,4
Великі промислові міста	0,5

6.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Під параметрами *внутрішнього повітря* розуміють параметри повітря в *обслуговуваній або робочій зоні* приміщення. У верхній зоні приміщення, де зазвичай немає людей, параметри не нормуються.

Параметри внутрішнього повітря призначаються окремо для теплого і холодного періодів року. Для перехідного періоду приймаються такі ж параметри, як і для холодного.

Для приміщень громадських будинків при розрахунках СКП орієнтуються на допустимий діапазон параметрів (табл. 6.2), так як вентиляція не призначена для підтримки оптимальних параметрів. Зазвичай при наявності надлишків тепла в приміщенні призначають температуру, що відповідає верхній межі допустимого діапазону, а при наявності недоліків тепла в приміщенні – нижньої межі.

Слід зазначити, що температура 18 °C дійсно є нижнім допустимим значенням за умови, що люди знаходяться без верхнього (вуличного) одягу в спокійному стані. Така температура не є оптимальною, і більшість людей при ній відчувають деяку прохолоду. Оптимальним значенням є діапазон 20-22 °C.

При наявності двох систем забезпечення мікроклімату (система опалення та СКП) слід правильно організувати управління роботою систем

автоматичного регулювання теплової потужності кожної системи. Інакше може вийти так, що система опалення знижує свою тепловіддачу, прагнучи знизити температуру в приміщеннях, а СКП збільшує підігрів припливного повітря, прагнучи підтримати внутрішню температуру на заданому рівні. Краще всього, щоб одна з систем працювала з постійною тепловіддачею, а регулювання температури в приміщеннях здійснювала інша система.

Крім того, слід передбачити роботу системи в нештатних ситуаціях. Наприклад, у холодний період хтось залишив відкритою квартиру в приміщенні, і температура повітря в ньому починає знижуватися. Тоді система автоматики системи опалення, відкриваючи регулюючий клапан, збільшує витрату теплоносія через опалювальний прилад, що підвищує його тепловіддачу. Наслідком такої роботи автоматики є перевитрата теплової енергії.

Таблиця 6.2 – Допустимі норми параметрів внутрішнього повітря в обслугованій зоні житлових і громадських будівель (для людей, що знаходяться в приміщенні більше 2 годин безперервно)

Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %, не більше	Швидкість повітря, м/с, не більше
Теплий	Не більше ніж на 3° вище розрахункової температури зовнішнього повітря (параметри А). Не вище 28 °С ¹ для громадських і адміністративно-побутових приміщень з постійним перебуванням людей	65 ¹²³	0,5
Холодний і перехідний	18 ²³ – 22	65	0,2

¹ Для районів з $t_n = 25$ °С і більше слід приймати температуру не вище 33 °С.
² Для громадських будівель з перебуванням людей у вуличному одязі слід приймати температуру 14 °С.
³ В районах з розрахунковою відносною вологістю зовнішнього повітря більше 75 % допускається приймати вологість внутрішнього повітря 75 %.

Для теплового періоду практично завжди в приміщенні присутні теплові надлишки (технологічних процесів з поглинанням тепла практично не існує), тому температура внутрішнього повітря завжди буде вище зовнішньої температури. Зовнішнє повітря подається в приміщення, нагрівається в ньому до внутрішньої температури, і потім видаляється з приміщення, несучи надлишкове тепло. Чим більше різниця температур всередині приміщення і зовні, тим менше повітря потрібно подати в приміщення, щоб видалити теплові надлишки, і, отже, менше витрати на систему:

$$G = Q_{изб} / [c (t_v - t_n)]. \quad (6.1)$$

Однак температура всередині приміщення не повинна бути занадто високою, оскільки це порушує тепловий комфорт людей. В якості прийнятного

компромісу між вартістю системи і комфортом людей прийнято наступне базове положення по відношенню до розрахункової температури внутрішнього повітря в теплий період: внутрішня температура повинна бути не більше ніж на 3 °С вище зовнішньої ($t_{в} = t_{н} + 3^{\circ}$).

Враховуючи, то при температурі 28 °С більшість людей відчуває тепловий дискомфорт, і різко падають їх увага та працездатність при помірному кліматі ($t_{н} < 25^{\circ}$), за верхню розумну межу внутрішньої температури приймає саме це значення 28 °С, так як це дозволяє отримати більш-менш прийнятні витрати на СКП і забезпечити більш-менш прийнятні умови для людей.

В жаркому кліматі допустиме значення збільшують до 33 °С. Це вимушена міра, так як при наявності теплових надлишків внутрішнє повітря все одно буде перегріватися. Найбільш несприятливі умови будуть при високій температурі зовнішнього повітря і високій відносній вологості (приморські південні райони), так як при високій вологості повітря погіршується випаровування вологи з поверхні шкіри, і тим самим погіршується охолодження організму за рахунок зменшення відведення прихованого тепла випаровування.

Особливим випадком є сухий і жаркий клімат. По-перше, при низькій відносній вологості відбувається інтенсивне випаровування вологи з поверхні шкіри, що саме по собі покращує охолодження організму. Тому в такому кліматі навіть при високій температурі людина відчуває себе краще, ніж у вологому приморському кліматі. По-друге, тут є досить простий засіб для зниження температури зовнішнього повітря перед подачею його в приміщення – випарне (адіабатичне) охолодження. Охолодження проводиться без використання холодильної машини, але в сухому жаркому кліматі дозволяє істотно знизити температуру повітря і забезпечити в приміщенні температуру до 28 °С при прийнятних витратах повітря. Якщо прийняти розрахункову внутрішню температуру вище, то витрата повітря ще істотно зменшиться.

Розрахункову концентрації вуглекислого газу (діоксид вуглецю, двоокис вуглецю, CO_2) у внутрішньому повітрі приймають рівною гранично допустимій концентрації (ГДК) в приміщенні. Значення ГДК для CO_2 наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Концентрації вуглекислого газу у внутрішньому повітрі приміщень

Місце	Концентрація, л/м ³
Дитячі кімнати і лікарні	0,7
Місця постійного перебування людей (житлові кімнати)	1,0
Місця періодичного перебування людей, більше 2 годин безперервно (установи, зали для глядачів)	1,25
Місця короткочасного перебування людей, менше 2 годин (установи, магазини, їдальні)	2,0

ЛЕКЦІЯ 7 ПРИНЦИП РОБОТИ КОНДИЦІОНЕРА. СПЛІТ-СИСТЕМИ

7.1 Принцип роботи кондиціонера

В основі роботи будь-якого кондиціонера лежить властивість рідин поглинати тепло при випаровуванні і виділяти при конденсації. Щоб зрозуміти, яким чином відбувається цей процес, розглянемо схему роботи кондиціонера на прикладі спліт-системи (рис. 7.1).

Основними вузлами будь-якого кондиціонера є:

1. Компресор – стискає фреон і підтримує його рух по холодильному контуру.
2. Конденсатор – радіатор, розташований в зовнішньому блоці. Назва відображає процес, що відбувається при роботі кондиціонера – перехід фреону з газоподібної фази в рідку (конденсація).
3. Випарник – радіатор, розташований у внутрішньому блоці. У випарнику фреон переходить з рідкої фази в газоподібну (випаровування).
4. ТРВ (терморегулюючий вентиль) – знижує тиск фреону перед випарником.

Вентилятори – створюють потік повітря, що обдуває випарник і конденсатор. Використовуються для інтенсивнішого теплообміну з навколишнім повітрям.

Компресор, конденсатор, ТРВ і випарник з'єднані мідними трубами і утворюють холодильний контур, усередині якого циркулює суміш фреону і невеликої кількості компресорного масла.

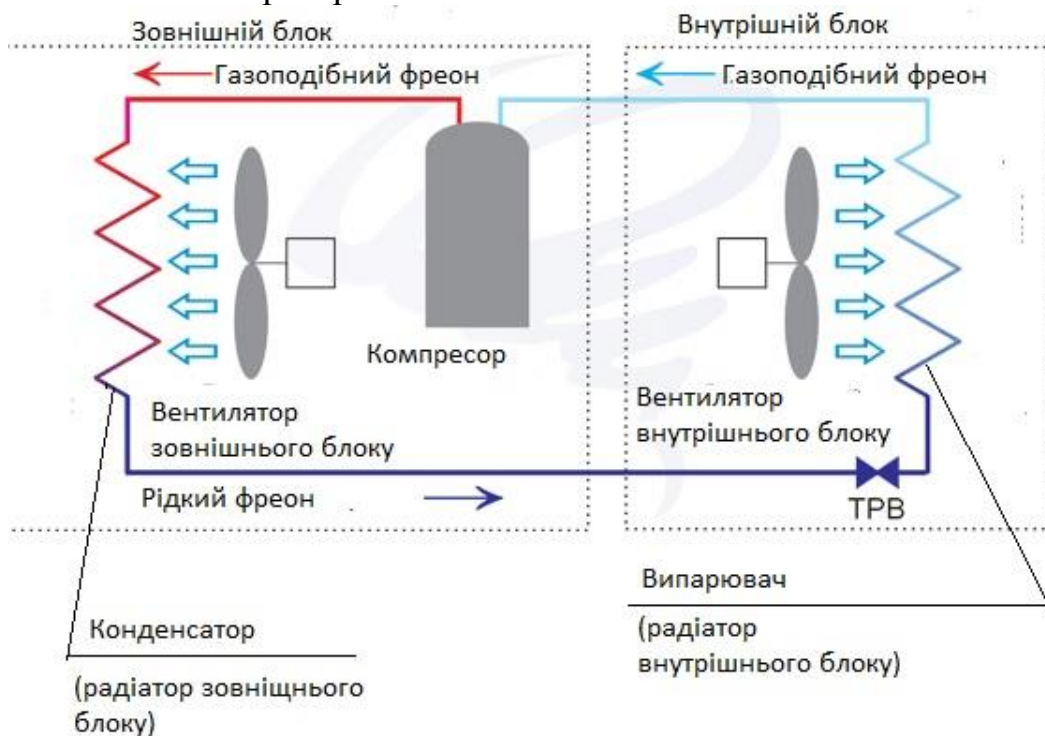


Рисунок 7.1 – Рух холодоагенту

У процесі роботи кондиціонера на вхід компресора поступає з випарника газоподібний фреон під низьким тиском в 3–5 атмосфер і

температурою 10–20 °С. Компресор стискає фреон до тиску 15–25 атмосфер, в результаті чого фреон нагрівається до 70–90 °С, після чого поступає в конденсатор.

Завдяки інтенсивному обдуву конденсатора, фреон охолоджується і переходить з газоподібної фази в рідку з виділенням додаткового тепла. Відповідно, повітря, що проходить через конденсатор, нагрівається.

На виході конденсатора фреон знаходиться в рідкому стані, під високим тиском і з температурою на 10–20 °С вище температури атмосферного повітря. З конденсатора теплий фреон поступає в терморегулюючий вентиль (ТРВ), який у найпростішому випадку являє собою капіляр (довгу тонку мідну трубку звиту в спіраль). На виході ТРВ тиск і температура фреону істотно знижуються, частина фреону при цьому може випаруватися.

Після ТРВ суміш рідкого і газоподібного фреону з низьким тиском надходить у випарник. У випарнику рідкий фреон переходить в газоподібну фазу з поглинанням тепла, відповідно, повітря, що проходить через випарник, охолоджується. Далі газоподібний фреон з низьким тиском надходить на вхід компресора і весь цикл повторюється.

Цей процес лежить в основі роботи будь-якого кондиціонера і не залежить від його типу, моделі або виробника.

До речі, одна з найбільш серйозних проблем в роботі кондиціонера виникає в тому випадку, якщо у випарнику фреон не встигає повністю перейти в газоподібний стан. У цьому випадку на вхід компресора потрапляє рідина, яка, на відміну від газу, нестислива. В результаті компресор просто виходить з ладу. Причин, за якими фреон не встигає випаруватися може бути кілька, найпоширеніші з них – забруднені фільтри (при цьому погіршується охолодження випарника і теплообмін) і включення кондиціонера при негативних температурах зовнішнього повітря (в цьому випадку надходить у випарник занадто холодний фреон).

В режимі охолодження (рис. 7.2) кондиціонер забирає з приміщення зайве тепло і «викидає» його назовні.

Сучасні кондиціонери можуть працювати не тільки на охолодження, але і на обігрів приміщення. При цьому внутрішній і зовнішній блоки просто міняються своїми функціями: теплообмінник внутрішнього блоку стає конденсатором, а теплообмінник зовнішнього блоку – випарником. У режимі обігріву кондиціонер, навпаки, відбирає тепло у вуличного повітря і віддає його повітрю приміщення (рис.7.3). Кондиціонер, що працює в такому режимі, називають «тепловим насосом», адже він як би перекачує тепло з вулиці в будинок.

Відомо, що на холодній поверхні конденсується волога з повітря. Завдяки цьому кондиціонер, що працює на охолодження, вміє осушувати повітря в кімнаті (рис.7.4). У режимі осушення температура повітря в кімнаті практично не змінюється, зате вміст у ньому вологи падає.



Рисунок 7.2 – Робота кондиціонера в режимі охолодження

При необхідності можна взагалі відключити компресор і вентилятор зовнішнього блоку, давши можливість попрацювати тільки вентилятору внутрішнього блоку. Це режим вентиляції, коли повітря інтенсивно проходить через внутрішній блок і направляється вихідними жалюзі в потрібну область приміщення.



Рисунок 7.3 – Робота кондиціонера в режимі обігріву



Рисунок 7.4 – Робота кондиціонера в режимі осушення

7.2 Спліт-системи

Ці кондиціонери отримали свою назву від англійського слова «split», що означає «роздільний». Спліт-системи складаються з двох блоків – внутрішнього і зовнішнього. Таке розбиття знадобилося відразу з кількох причин. По-перше, завдяки тому, що найбільш галасливий вузол будь-якого кондиціонера – компресор, винесений в зовнішній блок, на вулицю, в приміщенні, оснащеному спліт-системою, досить тихо. По-друге, кондиціонер не прив'язаний до віконного отвору. Зовнішній блок розміщується на вулиці, а внутрішній – в будь-якому зручному місці всередині приміщення. При цьому площа вікон не зменшується і можна вільно користуватися шторами і жалюзі. Внутрішні блоки бувають настінні, стельові, колонні, універсальні, підлогові, а також вбудовані в підвісну стелю – каналні і касетні.

7.3 Конструкція типової спліт-системи настінного типу

СКП на базі кондиціонерів спліт-систем застосовується:

- в існуючих будинках, в офісних приміщеннях, в житлових кімнатах;
- у знову споруджуваних будинках, в готелях та інших приміщеннях.

Спліт-системи настінного типу працюють, як правило, на рециркуляцію. Приплив свіжого повітря здійснюється через вікна. При необхідності подачі і видалення повітря в приміщенні передбачається окрема система припливно-втяжної вентиляції.

Розглянемо більш докладно конструкцію настінної спліт-системи.

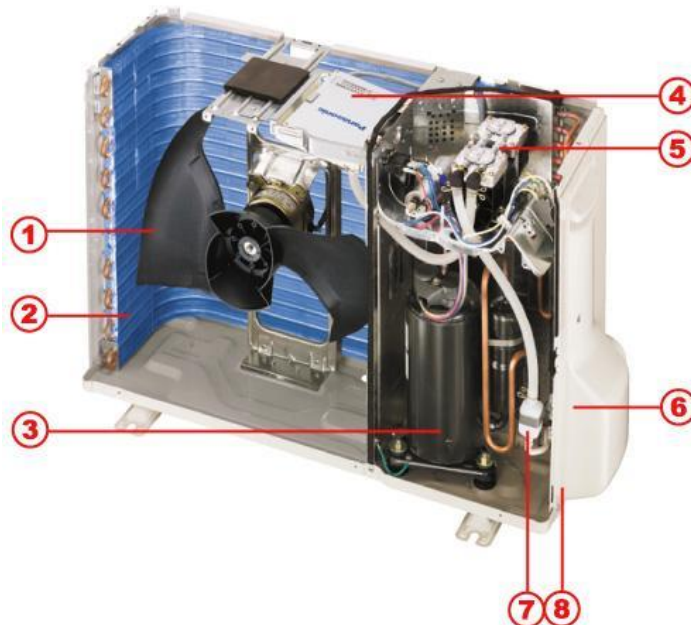


Рисунок 7.5 – Зовнішній блок кондиціонера

На рисунку 7.5 подано такі позначення:

- 1 – вентилятор створює потік повітря для обдування конденсатора;

2 – конденсатор – це радіатор, в якому відбувається охолодження і конденсація фреону, повітря, що проходить повз конденсатора, нагрівається і йде в навколишнє середовище;

3 – компресор здійснює стиснення холодоагенту і підтримує його рух по холодильному контуру;

4 – плата управління встановлюється, як правило, в інверторних кондиціонерах. В інших моделях всю електроніку намагаються розміщувати у внутрішньому блоці;

5 – чотириходовий клапан встановлюється в моделях з функцією підігріву. У режимі обігріву цей клапан змінює напрям руху фреону, при цьому внутрішній і зовнішній блоки як би міняються місцями: внутрішній блок працює на обігрів, а зовнішній, на охолодження;

6 – штуцерні з'єднання (на малюнку не видно) для підключення мідних труб, що з'єднують зовнішній і внутрішній блоки;

7 – фільтр фреонової системи встановлюється перед входом компресора і захищає його від частинок бруду, які можуть потрапити в систему при монтажі кондиціонера;

8 – захисна кришка, яка закриває штуцерні з'єднання і електричні роз'єми.

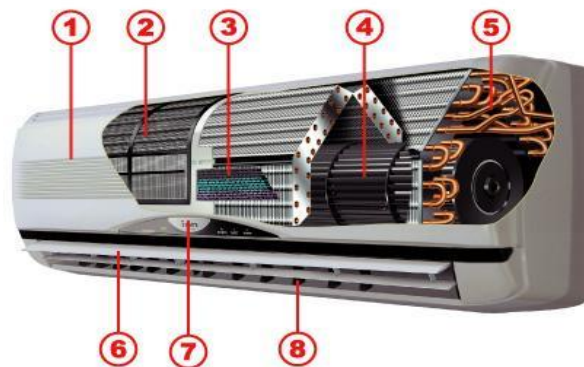


Рисунок 7.6 – Внутрішній блок кондиціонера

Внутрішній блок складається з таких основних вузлів:

1 – передня панель – пластикова решітка, через яку всередину блоку надходить повітря. Панель легко знімається для обслуговування кондиціонера (чищення фільтрів і т. п.);

2 – фільтр грубого очищення, що представляє собою пластикову сітку. Він призначений для затримки великого пилу, вовни тварин, тополиного пуху і т. п. Для нормальної роботи кондиціонера фільтр необхідно чистити не рідше двох разів в місяць;

3 – система фільтрів складається з різних фільтрів тонкого очищення, серед яких зазвичай бувають: вугільний (видаляє неприємні запахи), електростатичний (затримує дрібний пил), антибактеріальні і т. п.;

4 – вентилятор, призначений для циркуляції очищеного і охолодженого або підігрітого повітря в приміщенні;

5 – випарник – це радіатор (теплообмінник), у якому відбувається нагрівання холодного хладагента і його випаровування. Повітря, що продувається через радіатор, відповідно, охолоджується;

6 – горизонтальні жалюзі, призначені для регулювання напряму повітряного потоку по вертикалі. Ці жалюзі мають електропривод та їх положення може регулюватися з пульта дистанційного керування. Крім цього, жалюзі можуть автоматично здійснювати коливальні рухи для рівномірного розподілу повітряного потоку по приміщенню;

7 – індикаторна панель складається з індикаторів (світлодіодів), які показують в якому режимі працює кондиціонер і які сигналізують про можливі несправності;

8 – вертикальні жалюзі, які регулюють напрямок повітряного потоку по горизонталі;

9 – плата управління (на малюнку не показана), на якій розміщений блок електроніки з центральним мікропроцесором;

10 – штуцерні з'єднання (на малюнку не показано), розташовані в нижній задній частині внутрішнього блоку. До них підключаються мідні труби, що з'єднують зовнішній і внутрішній блоки.

ЛЕКЦІЯ 8 ЗАСТОСУВАННЯ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Щоб уникнути зайвої витрати енергії на нагрівання та охолодження повітря, застосовують *рециркуляцію внутрішнього повітря*. Рециркуляція повітря – це повторне використання відпрацьованого внутрішнього повітря. Рециркуляція проводиться в основному з метою економії енергії в холодний, перехідний і теплий періоди року.

Слід підкреслити, що рециркуляція не є обов'язковою. Існують системи зі змінною витратою повітря, що подають тільки зовнішнє повітря, необхідна кількість якого визначається за сигналами датчика вуглекислого газу чи вологості. Найчастіше це системи кондиціонування спеціальних приміщень, що дозволяють за рахунок охолодження одержати низькі температури припливного повітря в літній період, і тим самим істотно скоротити необхідний повітрообмін по теплових надлишках.

Для кондиціонування громадських будівель використання рециркуляції є майже обов'язковим. Розглянемо основні співвідношення.

При температурі внутрішнього повітря 25 °С (літній режим) людина виділяє приблизно 60 Вт явної теплоти і приблизно 50 г/год вологи. Виділення повної теплоти складає 95 Вт. Якщо знехтувати іншими джерелами теплоти, то значення кутового коефіцієнта променю процесу в приміщенні буде:

$$\varepsilon = 3600 \cdot 95 / 50 = 6840 \text{ кДж/кг.}$$

Таке значення променю процесу говорить про те, що кількості явного і прихованого тепла порівнянні, однак явне тепло більше прихованого.

Приймемо різницю температур припливного повітря і повітря, що видаляється, 5 °С. Тоді необхідний питомий повітрообмін на одну людину по явному теплу буде:

$$G = 3,6 \cdot 60 / 5 = 42 \text{ кг/год.}$$

Мінімально потрібний повітрообмін на одну людину по санітарним нормам дорівнює 20 м³/год або:

$$G = 1,2 \cdot 20 = 24 \text{ кг/год.}$$

Таким чином, *розрахунковий повітрообмін по тепловому періоду у 2 рази більший мінімально необхідного по зовнішньому повітрю.*

Щоб можна було подавати тільки зовнішнє повітря, необхідно мати різницю температур припливного повітря і повітря, що видаляється, 9–10 °С, що можна досягти в теплий період тільки при використанні охолодження зовнішнього повітря і вимагає системи кондиціонування.

Для холодного і перехідного періодів розрахункова температура становить 18–20 °С. При такій температурі одна людина в стані спокою виділяє близько 100 Вт явної теплоти і близько 40 г/год вологи. Виділення повної теплоти складає 120 Вт. При відсутності інших джерел теплоти значення кутового коефіцієнта променю процесу в приміщенні буде

$$\varepsilon = 3 \cdot 600 \cdot 120 / 40 = 108 \text{ 000 кДж/кг.}$$

Таке значення променю процесу говорить про те, що в ці періоди кількості явного тепла істотно більше прихованого, і промінь процесу йде майже вертикально. Таким чином, в холодний період основною шкідливістю є явне тепло, а вологою можна знехтувати.

З огляду на низьку температуру зовнішнього повітря, можна істотно знизити і температуру припливного повітря, однак занадто низька температура при невдалому розподілі повітря може викликати локальне переохолодження окремих зон приміщення і відчуття холодного протягу у людей. Практика показує, що в залах для глядачів можна довести різницю температур припливного повітря і повітря, що видаляється, до -10 °С. Тоді необхідний питомий повітрообмін на одну людину по явному теплу буде:

$$G = 3,6 \cdot 100 / 8 = 45 \text{ кг/год;} \quad G = 3,6 \cdot 100 / 10 = 36 \text{ кг/год.}$$

Як видно, необхідний повітрообмін по теплових надлишках має приблизно таке ж значення, що і влітку. Причиною цього є збільшення виділення явного тепла людиною при більш низькій температурі внутрішнього повітря.

Мінімально необхідний повітрообмін на одну людину по санітарній нормі залишиться тим же – 24 кг/год.

Таким чином, навіть для холодного і перехідного періодів року важко забезпечити роботу тільки на зовнішньому повітрі. Крім того, зниження продуктивності системи допустимо тільки в тому випадку, якщо схема розподілу повітря дозволяє при цьому забезпечити необхідну рухливість в робочій зоні.

Вищенаведені міркування підводять нас до висновку про необхідність використання рециркуляції повітря в більшості будинків.

Для різних офісних і конторських приміщень, на відміну від залів для глядачів і їм подібних приміщень, характерна відносно невелика кількість людей. Тому необхідний повітрообмін по санітарній нормі для таких приміщень невеликий. А повітрообмін по явному теплу виявляється істотно більше, так як до тепловиділення людини додаються надходження тепла від комп'ютерів і освітлення, а влітку істотну частку становлять теплонадходження від сонячної радіації, зважаючи на велику питому площу скління.

8.1 Схеми рециркуляції

Рециркуляція є перемішування внутрішнього повітря, при якому воно умовно надходить в приміщення з тією ж концентрацією і температурою, з якою віддалявся з приміщення. Видалити шкідливості може тільки зовнішнє повітря. Однак, якщо б подавалося тільки зовнішнє повітря в тій же кількості, то для видалення теплових надлишків його б довелося подавати з дуже низькою температурою, що неприпустимо для забезпечення комфорту людей. Підмішування ж внутрішнього повітря до зовнішнього дозволяє збільшити кількість зовнішнього повітря, не витрачаючи енергію на нагрівання або охолодження і подаючи його в приміщення з прийнятною температурою.

На рисунку 8.1 наведені різні варіанти здійснення рециркуляції.

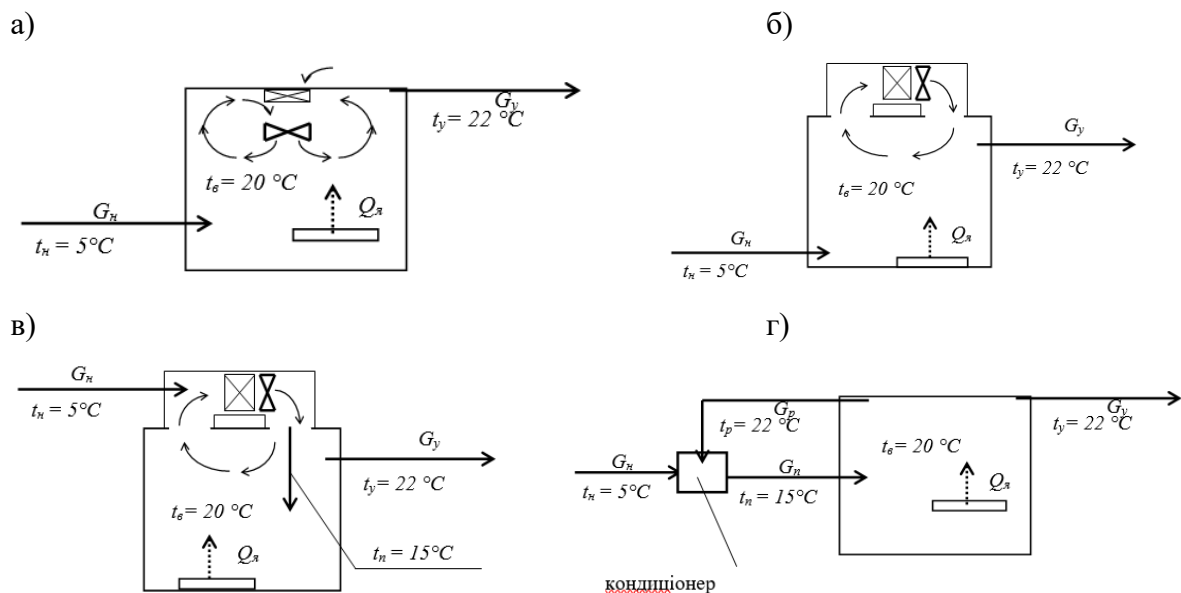


Рисунок 8.1 – Варіанти рециркуляції повітря:

- а – схема з рециркуляцією повітря безпосередньо всередині приміщення стельовим вентилятором; б – схема з рециркуляцією повітря через стельовий канал; в – схема з рециркуляцією повітря через стельовий канал і підмішуванням зовнішнього повітря; г – схема з рециркуляцією через центральний кондиціонер

Так як кутовий коефіцієнт променя процесу в приміщенні визначається тільки співвідношенням повного надлишкового тепла і вологи, він не може змінитися від того, є рециркуляція чи ні. *Рециркуляція не змінює кутовий коефіцієнт променя процесу в приміщенні.*

Рециркуляція стельовим вентилятором за схемою *a* здійснюється безпосередньо в об'ємі приміщення. Змінити параметри притоку зовнішнього повітря вона не може, якщо в конструкції немає теплообмінника. Така схема без теплообмінника застосовується в деяких приміщеннях (магазини, кафе, адміністративні приміщення) тільки для збільшення рухливості в робочій зоні. Власне рециркуляцією цей варіант зазвичай не вважається. Температура припливу зовнішнього повітря при цьому дуже низька з-за необхідності придушити теплові надлишки в приміщенні.

Якщо ж до вентилятора конструктивно приєднаний теплообмінник, то їх сукупність, виконана окремим блоком, називається вентиляторним доводчиком, фанкойлом (від англійських слів fan – вентилятор, і coil – змійовик, нагрівач). Теплообмінник може забезпечувати охолодження або нагрівання повітря для придушення теплових надлишків або недоліків в приміщенні, а зовнішнє повітря подається без обробки або обробляється і подається окремо зі своїми індивідуальними параметрами. В кондиціонуванні системи з фанкойлами використовуються досить широко.

Рециркуляція через стельовий канал за схемою *b* здійснюється частіше. Її перевагою є *невелика довжина повітроводів*. У каналі часто встановлюється теплообмінник для нагрівання або охолодження повітря, а також вентилятор для спонукання руху повітря. Така схема типова для кондиціонерів з каналним внутрішнім блоком. Змінити параметри притоку вона теж не може, так як рециркуляційне повітря циркулює окремо від припливного. Така схема широко застосовується в приміщеннях малого та середнього обсягу. Вибравши правильно кількість рециркулюючого повітря, можна забезпечити необхідну його температуру при випуску в приміщення.

Температура припливу зовнішнього повітря при цьому варіанті також дуже низька-за необхідності придушити теплові надлишки в приміщенні тільки зовнішнім повітрям, якщо немає теплообмінника в рециркуляційному повітропроводі. Якщо ж він є, то він забезпечує охолодження рециркулюючого повітря для придушення теплових надлишків, а зовнішнє повітря подається без обробки або обробляється і подається окремо зі своїми індивідуальними параметрами.

Зазвичай конструкція фанкойлів і внутрішніх блоків кондиціонерів передбачає можливість підмішування частини зовнішнього повітря, і тоді виходить схема *в*. Її перевагою є те, що повітря подається в приміщення через одну систему повітророзподільників, і його температура на припливі відповідає вимогам норм. Такі схеми знайшли широке поширення в установках кондиціонування повітря.

Для великих приміщень, типу зорових залів, системи з фанкойлами не застосовуються, так як це відносно прості установки, що не мають спеціальної камери змішування, клапанів, пристроїв утилізації теплоти і автоматики. Крім того, потужності фанкойлів обмежені і часто недостатні для обслуговування великих приміщень. Їх вентилятори розвивають невеликі тиски, що дозволяє отримати більш низький рівень шуму, однак не дозволяє долати опір протяжних повітроводів і додаткових пристроїв.

Тому вентиляцію приміщень здійснюють, як правило, за допомогою досить великих центральних установок, які можуть включати будь-який склад обладнання. Рециркуляцію при цьому здійснюють через основну установку за схемою 2. Це дозволяє дуже гнучко управляти установкою і забезпечувати найбільш економічні режими експлуатації, керуючи в оптимальному режимі усіма пристроями.

У всіх системах для регулювання ступеня рециркуляції (частки рециркуляційного повітря по відношенню до загальної кількості припливного повітря) на рециркуляційному повітроводі встановлюється регулюючий клапан.

У деяких ситуаціях при відповідному обґрунтуванні можуть застосовуватися й інші принципові схеми систем вентиляції. Зокрема, за кордоном поширені системи зі змінною витратою припливного повітря, що дозволяє взагалі відмовитися від рециркуляції повітря в холодний період, подаючи лише зовнішнє повітря. Як правило, такі системи використовують схему розосередженої подачі повітря в нижню зону приміщення, що дозволяє уникнути перемішування повітря по висоті приміщення і більш ефективно вентилувати нижню робочу зону, де знаходяться люди.

ЛЕКЦІЯ 9 ЦЕНТРАЛЬНІ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Центральними називаються СКП, що обслуговують кілька приміщень з одного центру, зовнішнього по відношенню до обслуговуваних приміщень. Такі системи забезпечуються ззовні холодом (який доставляють холодною водою або холодоагентом), теплом (яке доставляють гарячою водою, парою або електрикою) та електричною енергією для приводу електродвигунів вентиляторів, насосів.

Центральні системи кондиціонування повітря розташовані поза обслуговуваних приміщень і кондиціонують одне велике приміщення, кілька зон такого приміщення або багато окремих приміщень. Іноді кілька центральних кондиціонерів обслуговують одне приміщення великих розмірів (виробничий цех, театральний зал, закритий стадіон або каток). Приготоване в центральному кондиціонері повітря подається в приміщення, що обслуговуються по мережі повітроводів. Центральні СКП отримали найбільше поширення для приміщень значних розмірів в промислових і громадських будівлях.

За ступенем використання зовнішнього повітря центральні СКП підрозділяють на *прямоточні, рециркуляційні* і *з частковою рециркуляцією*. У *прямоточних* СКП використовується тільки зовнішнє повітря. Ці системи забирають зовнішнє повітря, обробляють його до необхідних параметрів і подають в приміщення, що обслуговуються. З приміщень повітря видаляється системами витяжної вентиляції.

Прямоточні СКП застосовують для приміщень, в яких виділяються токсичні пари і газів, пил і містяться хвороботворні мікроорганізми, що виключають повторне використання повітря, що видаляється з приміщення. Такі ж системи застосовують для приміщень, у повітрі яких містяться різко виражені неприємні запахи, а також для приміщень з виділеннями вибухонебезпечних та пожежонебезпечних речовин.

В *рециркуляційних* (замкнених) СКП багаторазово використовується одне і те ж повітря, яке забирається з приміщення, піддається в кондиціонері необхідній обробці і знову подається в приміщення. Таким чином здійснюється повна рециркуляція повітря. Рециркуляційні системи застосовують для приміщень, в яких утворюються тільки тепло- і вологонадлишки, і в яких відсутні виділення шкідливих парів, газів і пилу. Якщо в повітря приміщень надходять шкідливі пари, газів та пил, то застосовувати СКП з повною рециркуляцією можна лише при включенні в комплект пристроїв по обробці повітря спеціальних апаратів для очищення повітря від шкідливих домішок, що вельми ускладнює системи і зазвичай економічно недоцільно. До такого рішення вдаються тоді, коли не можна використовувати зовнішнє повітря. У СКП з повною рециркуляцією здійснюються тільки очищення повітря від пилу і тепловологісна обробка, тому такі СКП застосовують для кондиціонування повітря в приміщеннях, в яких потрібна підтримка температурно-вологісних параметрів повітря, а потреба в зовнішньому повітрі відсутня або задовольняється іншими системами. До числа таких приміщень відносяться багатотехнологічні приміщення з тепловиділяючим обладнанням.

Найбільш поширеною є СКП з *частковою рециркуляцією*, в якій використовується суміш зовнішнього і рециркуляційного повітря. Такі системи застосовують за умови, що повітря, що використовується для рециркуляції, не містить токсичних парів і газів, а розрахункова кількість вентиляційного повітря для видалення надлишків теплоти і вологи перевищує кількість зовнішнього повітря, яке повинно подаватися в приміщення для асиміляції шкідливих парів і газів. Крім того, використання рециркуляційного повітря має наближати температурні та вологісні параметри зовнішнього повітря до необхідних параметрів припливного повітря. СКП з частковою рециркуляцією зазвичай передбачається з подачею в приміщення змінних обсягів зовнішнього і рециркуляційного повітря в залежності від параметрів зовнішнього повітря. Однак кількість зовнішнього повітря в суміші, яка подається в приміщення СКП з частковою рециркуляцією, має бути не менше санітарної норми.

СКП з частковою рециркуляцією є найбільш гнучкими: в залежності від умов і стану зовнішнього повітря вони можуть працювати за прямоточною схемою і за схемою з частковою або повною рециркуляцією. В останньому

випадку при необхідності газовий склад повітря по кисню і вуглекислому газу в приміщеннях підтримується іншими засобами.

У системах з частковою рециркуляцією рециркуляційне повітря змішується із зовнішнім до або після камери зрошення. В першому випадку система називається *СКП з першою рециркуляцією*, у другому – *СКП з другої рециркуляцією*. Застосування першої рециркуляції дозволяє зменшити витрату теплоти на нагрівання зовнішнього повітря в холодну пору року і витрату холоду на охолодження повітря в теплу пору.

В промислових і громадських будівлях є приміщення значних розмірів, в яких виділяються різні шкідливості (тепло, волога, пари і гази). Інтенсивність виділень змінюється неоднаково по площі і по часу. За умовами призначення цих приміщень, їх не можна розділити перегородками або ізолювати по повітрю окремі ділянки. Тому такі приміщення доводиться розбивати на умовні зони, в кожній з яких характер формування теплового режиму приблизно однаковий і можливо підтримання однакової температури шляхом управління температурою припливного повітря в цю зону. При виборі раціонального типу СКП для таких будівель можуть розглядатися такі можливі принципові рішення.

У великих приміщеннях з рівномірним розподілом по площі і однорідним характером зміни тепло- і вологонадлишків (зали театрів, кінотеатрів, спортивні зали тощо) застосовуються *однозональні* центральні СКП. В кожній зоні приміщення передбачають самостійну однозональну СКП. Внаслідок рівномірності і однорідності теплових режимів підтримання температури внутрішнього повітря досягається автоматичним регулюванням температури припливного повітря, що подається у всі приміщення. Як правило, для цілорічної роботи СКП розрахункові параметри внутрішнього повітря задаються різними для теплового і холодного періодів року.

Одноканальні системи кондиціонування повітря відносять до систем з якісним регулюванням.

Існують і *двоканальні* СКП, в яких повітря двох різних станів подається в приміщення по двох самостійних каналах. Необхідні параметри припливного повітря досягають змішанням повітря перед подачею в приміщення. Їх відносять до *систем з кількісним регулюванням*. Двоканальні системи використовуються дуже рідко через складність регулювання, хоча вони і володіють деякими перевагами, зокрема, відсутністю в приміщеннях, що обслуговуються, теплообмінників, трубопроводів тепло- і холодоносія, можливістю спільної роботи з системою опалення, що особливо важливо для існуючих будівель, системи опалення яких при влаштуванні двоканальних систем можуть бути збережені. Недоліком таких систем є підвищені витрати на теплову ізоляцію паралельних повітроводів, які підводяться до кожного обслуговуваного приміщення.

Якщо потрібно подавати в приміщення повітря з різними параметрами, то застосовують *багатозональні* центральні СКП. Для обслуговування приміщення застосовують одну центральну прямоточну або рециркуляційну

СКП. Зміна параметрів припливного повітря здійснюється контролем внутрішніх параметрів повітря в кожній зоні.

У багатозональних СКП припливне повітря доводиться в центральному кондиціонері до певних параметрів, по повітроводах подається до приміщень (зон), а перед видачею в приміщення піддається додатковій обробці у тепломасообмінних апаратах. У місцевих довідниках повітря доводиться до параметрів, необхідних для кожного приміщення.

Застосування багатозональних СКП більш економічно, ніж влаштування індивідуальних систем для кожного з обслуговуваних приміщень. Однак ці системи можуть підтримувати з заданою точністю тільки один з параметрів повітря: температуру або відносну вологість. Багатозональні СКП, що застосовуються для громадських будівель, зазвичай підтримують температуру повітря на заданому рівні, допускаючи відхилення відносної вологості від розрахункових значень.

9.1 Кондиціонери для центральних систем кондиціонування повітря

До складу центрального секційного кондиціонера в загальному випадку входять робочі секції (повітряний фільтр, повітронагрівачі першого і другого підігріву, повітроохолоджувачі та камери зрошення, повітряні клапани), а також камери і секції корпусу кондиціонера, необхідні для складання і обслуговування робочих секцій (камери приєднувальні, змішувальні, поворотні секції та ін.). Зовнішнє повітря з повітрозабірною пристроєм надходить через відкритий утеплений клапан в змішувальну камеру. Як правило, клапан має пневматичний або електричний привід, який через систему автоматичного керування включається в схему електродвигуна вентилятора. При пуску вентилятора в роботу привід відкриває стулки клапана а при зупинці – закриває. Через регулюючий клапан надходить у змішувальну камеру рециркуляційне повітря. Рециркуляційне і зовнішнє повітря переміщується в змішувальній камері, суміш повітря проходить далі через повітряний фільтр, призначений для очищення повітря від пилу. Доступ для ревізії та обслуговування фільтра здійснюється через дверцята в повітряних камерах.



Рисунок 9.1 – Загальний вигляд центрального кондиціонера

З фільтра через повітряну камеру повітря надходить в теплообмінники секції першого підігріву, в яких при необхідності повітря нагрівається до

необхідної температури. Нагрівання повітря регулюється зміною температури і витрати гарячої води, що надходить в теплообмінники. Якщо в кондиціонері використовують теплообмінники, що обігріваються парою, то тут передбачений обвідний канал, витрата повітря через який регулюється секційним клапаном.

З секції першого підігріву через повітряну камеру повітря надходить в камеру зрошення, в якій піддається зволоженню, осушенню, охолодженню. Іноді замість камери зрошення використовують поверхневі повітроохолоджувачі або інші пристрої, здатні охолодити повітря і змінювати його вологовміст. Далі повітря через повітряну камеру надходить до теплообмінників секції другого підігріву. До фланців останнього по ходу повітря повітряної камери приєднується перехідна секція, за допомогою якої повітряний тракт секцій з'єднується з всмоктувальним патрубком вентилятора. Для забезпечення горизонтальної зв'язки і установки секцій і камер служать опори. Нагнітальний отвір вентилятора з'єднується з припливним повітроводом, за яким підготовлене в кондиціонері повітря подається в приміщення безпосередньо або через місцеві довідники.

9.2 Дахові кондиціонери (roof-top) і особливості їх застосування

Дахові кондиціонери мають потужність від 8 до 140 кВт і витрату повітря від 1 500 до 25 000 м³/год. Завдяки моноблочній конструкції ці кондиціонери відрізняються простотою монтажу та обслуговування. За своїми характеристиками і областями застосування дахові кондиціонери близькі до центральних кондиціонерів. Принципова відмінність між ними в тому, що даховий кондиціонер є моноблоком і встановлюється на даху, а центральний кондиціонер встановлюється в приміщенні, але йому необхідне зовнішнє джерело холоду.

Кондиціонери поставляються в повністю зібраному, укомплектованому вигляді. Вони заправлені холодоагентом і перевірені перед відправкою на заводі-виробнику. Завдяки тому, що подача і витяжка оброблюваного повітря здійснюються по повітроводам, можна домогтися оптимального розподілення повітря. Використання моноблочних кондиціонерів дозволяє повністю зберегти інтер'єр приміщень.

На відміну від системи чилер-фанкойл і мультизональної системи, даховий кондиціонер має можливість виконувати не тільки кондиціонування, але і вентиляцію приміщення, при цьому для змішування повітря використовується спеціальна змішувальна камера, в якій відбувається регулювання співвідношення внутрішнього і зовнішнього повітря. У той же час, собівартість дахового кондиціонера в порівнянні з вищезазначеними промисловими системами досить невелика.

У той же час у дахового кондиціонера є і ряд недоліків, до яких слід віднести, насамперед, досить високу ступінь енергоспоживання, яке сягає близько 80 Вт/м². Ще один недолік дахового кондиціонера – це необхідність наявності обслуговуючого персоналу, при цьому відсутня можливість керувати режимом роботи дахового кондиціонера індивідуально для кожного

приміщення, всі режими і настройки по роботі такого кондиціонера задаються централізовано.

Крім того, для установки дахового кондиціонера потрібно місце на даху будівлі, що далеко не завжди може узгоджуватися з архітектурним рішенням. Ще одним важливим моментом у випадку використання дахових кондиціонерів є необхідність прокладання магістральних повітропроводів, при цьому використовуються повітроводи великого перерізу. Таким чином, вартість установки кондиціонера дахового типу виявляється досить високою, що також відноситься до недоліків таких кондиціонерів.

Як правило, дахові кондиціонери використовуються для обслуговування таких архітектурних об'єктів, як театри, великі спортивні та торгові комплекси, концертні зали, кафе, ресторани, криті стадіони.

Як і всі кондиціонери, даховий кондиціонер містить стандартний набір вузлів і агрегатів, а саме: конденсатор, компресор, випарник, вентилятори. Крім того, в комплектацію може входити камера змішування, в якій здійснюється змішання рециркуляційного повітря (забирається безпосередньо з приміщення) та зовнішнього повітря з вулиці, а також електричний або водяний калорифер, який служить для нагріву повітря в холодну пору року.

Свіже повітря забирається з вулиці через забірну решітку дахового кондиціонера. Рециркуляційне повітря забирається з приміщення за системою повітропроводів і подається в змішувальну камеру, де змішується зі свіжим повітрям. Необхідне співвідношення свіжого і рециркуляційного повітря забезпечується зміною положення заслінок.

Автономний даховий кондиціонер встановлений на крівлі одноповерхової будівлі магазину. Кондиціонер працює на суміші зовнішнього та рециркуляційного повітря. Необхідна кількість зовнішнього повітря надходить в змішувальну камеру, де перемішується з повітрям, що забирається з приміщення.

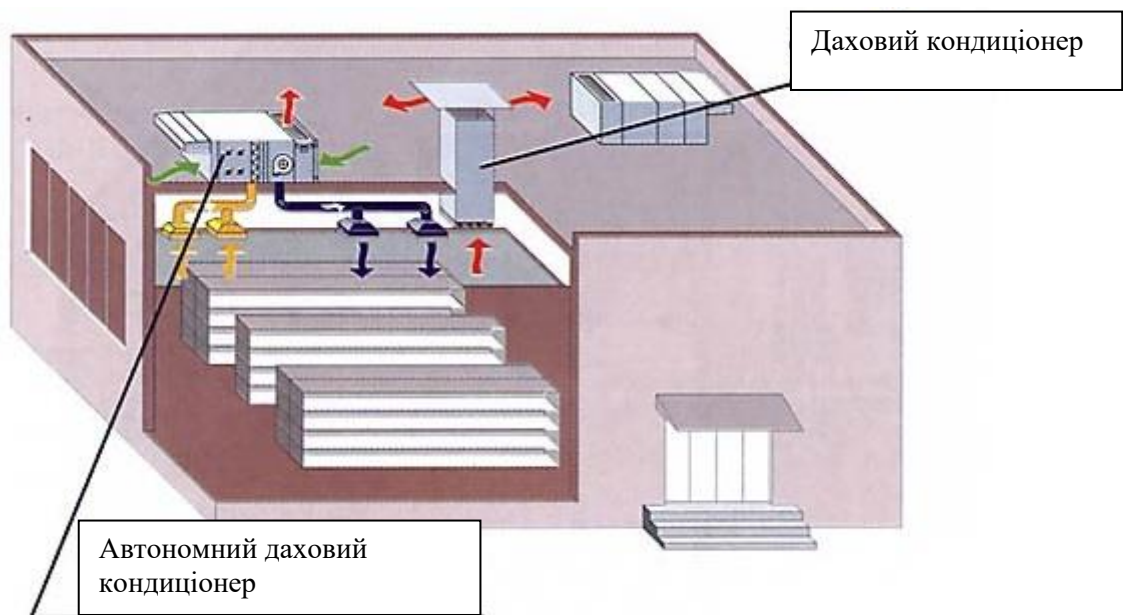


Рисунок 9.2 – Застосування дахового кондиціонера

Загальна кількість повітря проходить через фреоновий повітроохолоджувач і надходить в приміщення через систему повітропроводів і розподільників повітря. Видалення витяжного повітря здійснюється системою природної витяжної вентиляції через даховий дефлектор.

У кондиціонерах малої потужності може бути відсутня камера змішувача з жалюзійними заслінками, тому змішання в цьому випадку необхідно виконувати в підвідному повітроводі.

З камери змішувача повітря проходить через фільтр і подається до теплообмінника (випарника або конденсатору) холодильної машини, де він охолоджується або нагрівається (в кондиціонерах з тепловим насосом). Для підігріву повітря в кондиціонер може використовуватися додатковий електричний або водяний нагрівач

Після теплообмінників повітря з необхідною температурою подається відцентровим вентилятором в систему розподільних повітропроводів.

Повітря для охолодження конденсатора холодильного циклу забирається з атмосфери спеціальним вентилятором, що також входить в конструкцію кондиціонера, і потім викидається на вулицю.

Газовий нагрів.

Функція газового нагріву, яка використовується в дахових кондиціонерах, дозволяє підігрівати повітря і подавати його в опалювальне приміщення на протязі і перехідного, і холодного періодів року. Крім цього, застосування функції газового нагріву в даховому кондиціонері значно зменшує навантаження на тепловий пункт будівлі і відповідно значно зменшує необхідну потужність котла.

Більш того, при нагріванні повітря в приміщенні за допомогою газового пальника, встановленого безпосередньо в даховому кондиціонері, зменшуються втрати і збільшується ККД системи за рахунок того, що пропадає проміжна ланка (система гарячої води) між природним газом і підігрітим повітрям.

Термостат контролю полум'я газового пальника виключає можливість виходу з ладу агрегатів дахового кондиціонера при роботі на обігрів.

Дахові кондиціонери характеризуються широким діапазоном потужностей – від 8 до 140 кВт по холоду і теплу, і відповідними витратами повітря від 1 500 до 25 000 м³/год.

9.3 Центральні системи кондиціонування повітря на базі чилерів-фанкойлів

В даній системі кондиціонування джерелом холодопостачання є чилер, встановлений на даху. Місцеві неавтономні кондиціонери-довідники (фанкойли) підлогової установки забезпечують оптимальні температурні умови в приміщеннях.

Система чилер-фанкойли відрізняється від інших СКП тим, що між зовнішнім блоком (чилером) і внутрішніми блоками (фанкойлами) циркулює не фреон, а вода або незамерзаюча рідина.

Фанкойли включають в себе два теплообмінника що підключені за чотиритрубною схемою, що дозволяє використовувати їх в зимовий час як прилади центрального опалення. Чотирьохтрубна установка передбачає цілорічне використання фанкойла. У період охолодження в основний теплообмінник надходить холодна вода з чилера, в міжсезоння тепла вода також надходить від чилера, працюючого в режимі теплового насоса. В опалювальний (зимовий) сезон через додатковий теплообмінник циркулює гаряча вода (з температурою теплоносія 70–95 °С) від системи центрального опалення. Повітрообмін здійснюється за рахунок природної витяжної вентиляції.

Чилер постачає холодною водою фанкойли багатоповерхової будівлі. Гаряча вода надходить у систему міської теплотережі через індивідуальний тепловий пункт в підвалі. Такий варіант установки є найбільш дешевим, оскільки не потрібно місця в будинку або у дворі. При цьому вибрана установка з малошумними осьовими вентиляторами, щоб їх шум не проникав в обслуговувані і поруч розташовані будівлі.

Насосна станція, що забезпечує циркуляцію води в системі чилер-фанкойли, також встановлюється на даху.

Переваги системи чилер-фанкойли:

- відстань між чилером і фанкойлами може досягати декількох сотень метрів і визначається потужністю насосної станції;
- для з'єднання чилера з фанкойлами використовуються звичайні водопровідні труби (часто пластикові), а не дорогі мідні фреонові комунікації;
- кожен фанкойл може підтримувати задану температуру в приміщенні.

Представлена система кондиціонування широко застосовується, як правило, при будівництві або реконструкції будівлі цілком або хоча б окремого поверху в готелях, офісах, медичних установах і школах.

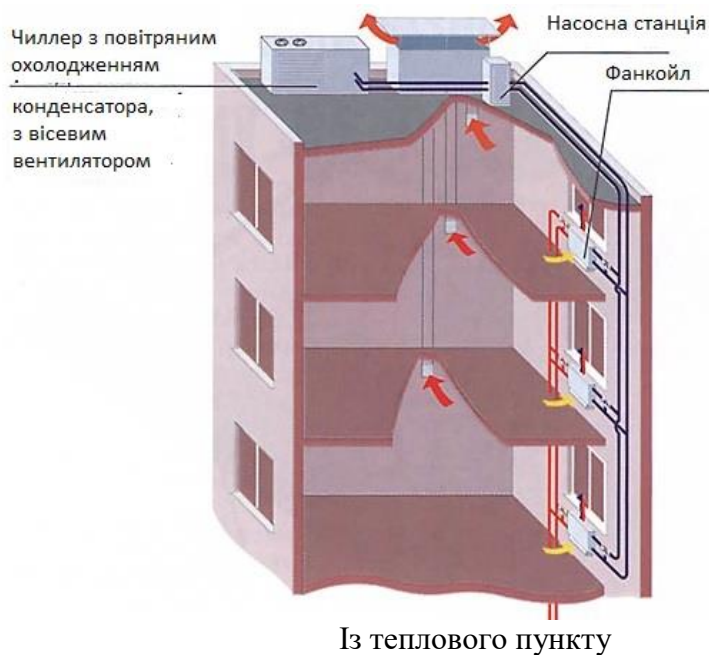


Рисунок 9.3 – Застосування чилерів і фанкойлів

Переваги центральних СКП:

- простота монтажу і установки;
- компактність;
- висока надійністю і економічність в експлуатації;
- єдина система автоматики, що дозволяє при заданні необхідної температури в приміщенні, автоматично вибирати режими роботи;
- робота з низькими шумовими характеристиками.

Недоліки центральних СКП:

- великі габарити і трудомісткість будівельно-монтажних робіт по установці кондиціонерів, прокладці повітроводів і трубопроводів;
- труднощі застосування центральних СКП в існуючих і реконструйованих будинках;
- менш гнучке регулювання температури і вологості в окремих приміщеннях.

ЛЕКЦІЯ 10 БАГАТОЗОНАЛЬНІ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ. VRF-СИСТЕМИ

Для сучасних будівель характерно багатокімнатне розташування приміщень, нерівномірний розподіл їх по площі, а також різна інтенсивність змін тепло- і вологовиділень. При розробці системи кондиціонування повітря таких об'єктів необхідно передбачити можливість одночасного забезпечення необхідних параметрів внутрішнього повітря в декількох зонах приміщення. Для цих цілей в кожній обслуговуваній зоні приміщення передбачають відповідні пристрої, що забезпечують теплову обробку припливного повітря у відповідності з особливостями зміни контрольованого параметра внутрішнього повітря в зоні.

Для будівель, де є багато невеликих приміщень, у кожному з яких потрібно підтримувати свої кліматичні параметри, ідеально підходять багатозональні системи. Такі системи побудовані за принципом конструктора: у залежності від необхідної продуктивності і побажань замовника вибирають певні види зовнішніх і внутрішніх блоків. Особливістю цього виду кондиціонерів є те, що їх монтаж може бути проведений в реконструйованих будівлях, а при необхідності навіть після завершення будівельних робіт. Мультиспліт системи забезпечують більший комфорт і незалежність для користувача порівняно з іншими. Сумарна довжина магістралі в мультизональній системі може становити до 400 м, а перепад висот до 50 м.

10.1 VRF-системи

Абревіатура VRF складена із заголовних букв Variable Refrigerant Flow і в перекладі з англійської означає «змінна витрата холодильного агенту». Основна відмінність VRF-систем від спліт-систем, які стали класичними, полягає в реалізації принципу багатозональності, тобто перерозподіл холодоагенту між

внутрішніми блоками по мірі необхідності. У таких кондиціонерах до зовнішнього блоку (компресорно-конденсаторному агрегату) з допомогою мідних трубопроводів може бути приєднано до 32 внутрішніх блоків. Всі внутрішні блоки можуть працювати і управлятися незалежно один від одного.

Розроблені в якості альтернативи традиційним центральним системам кондиціонування, VRF-системи мають ряд переваг:

- можливість створювати індивідуальні параметри мікроклімату в кожному приміщенні;
- відсутність необхідності в постійному обслуговуванні;
- широкі можливості в частині вибору методу управління;
- енергоефективність системи за рахунок використання інверторного способу регулювання роботи компресора;
- економія на повітропроводах;
- відсутність необхідності в приміщеннях для розміщення обладнання.

Продуктивність внутрішніх блоків в багатозональних системах регулюється за рахунок зміни потоку теплоносія через теплообмінник. У свою чергу, потік регулюється електронним розширювальним клапаном, який встановлений у внутрішніх блоках. Одночасно змінюється продуктивність компресора.

Компресор сучасної VRF-системи оснащений інверторним приводом, який дозволяє плавно змінювати швидкість обертання компресора і відповідно його продуктивність. Блок інвертора в таких кондиціонерах перетворює змінну напругу живлення в постійну (цей процес називається інвертування), що дозволяє плавно змінювати частоту оборотів компресора і тим самим регулювати потужність кондиціонера. В процесі роботи інверторного кондиціонера не виникає постійних циклів включення і відключення компресора, тому інверторні блоки більш точно підтримують задану температуру

Важливою перевагою VRF-системи є різноманітність внутрішніх блоків. Вони можуть бути настінними, касетними, каналними, підстельовими, підлоговими, що дає можливість ефективно охолоджувати приміщення будь-якого планування, не втручаючись в існуючі інтер'єри.

VRF-системи довговічні і економічні. Вони розраховані на експлуатацію протягом 20–25 років.

10.2 Підбір обладнання систем кондиціонування повітря

До складу багатозональної мультиспліт-системи входить один зовнішній блок і внутрішні блоки різних типів установки і різної потужності.

Внутрішні блоки підбираються виходячи з розрахункового значення теплоприпливів, обмежень по довжині траси, місця установки, інтер'єру приміщень. Підбір обладнання може бути зроблений вручну або за допомогою комп'ютерної програми.

Підібрати внутрішній блок це означає визначити:

- тип блоку (настінний, касетний, каналний, підвісний, підлоговий);

– модель блоку (погоджуємо холодопродуктивність з теплонадходженнями);

– вибрати місце розташування блоку.

На вибір типу блоку впливає загальне архітектурне рішення приміщення, модель блоку вибирається обов'язково з урахуванням заданих температури і вологості повітря в приміщенні. Найпоширенішими є такі види блоків: настінний; касетний; каналний.

10.3 Настінні внутрішні блоки

Настінний внутрішній блок кондиціонера найпоширеніший і найбільш звичний тип блоку, оскільки саме він найчастіше застосовується в квартирах. Блок встановлюють у верхній частині стіни. Рівень шуму внутрішніх блоків настінного типу на сьогоднішній день є найнижчим – 26 дБА. Це значення знаходиться за порогом чутності для більшості людей.

Завдяки потужному вентилятору і спеціально підбраному режиму роботи, жалюзі настінних блоків кондиціонерів забезпечують рівномірний розподіл охолодженого або нагрітого повітря в приміщенні. Кут подачі повітря в горизонтальній площині складає 150°, довжина повітряного струменя досягає 12 метрів.

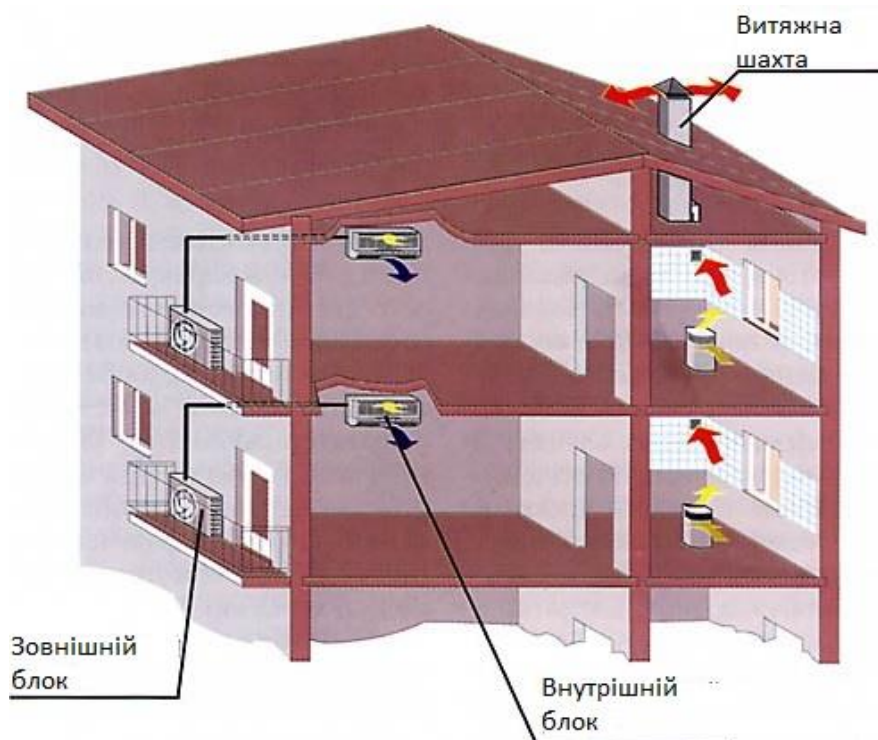


Рисунок 10.1 – Приклад спліт-системи настінного типу

Внутрішні блоки системи VRF оснащені унікальними фільтрами, які дозволяють нейтралізувати антиоксиданти, небезпечні для здоров'я людей. Повітряний фільтр має спеціальне каталітичне покриття, яке виконує антиоксидантну функцію. Додатковий фільтр тонкого очищення –

електростатичний фільтр ефективно очищає повітря від частинок пилу розміром 1 мікрон.

10.4 Касетні внутрішні блоки

Внутрішні блоки касетного типу вбудовуються в підвісну стелю. Нижня частина такого блоку має розмір стандартної стельової плитки – 600х600 мм і закривається декоративними ґратами з розподільними жалюзі. Охолоджене повітря розподіляється через нижню частину блоку.

Основна перевага касетного кондиціонера – непомітність, оскільки видно тільки декоративні ґрати. Ще одна його перевага – рівномірний розподіл повітряного потоку по чотирьох напрямках, що дозволяє використовувати всього один блок для охолодження великого приміщення (при використанні настінних блоків для досягнення аналогічного ефекту довелося б використовувати 2–3 кондиціонери меншої потужності).

У касетних блоках VRF-системи не всі 4 жалюзі пов'язані одна з одною (або одночасно рухаються, або відкриті під однаковим кутом). Кожна має власний привід, що дозволяє зафіксувати їх в певному положенні, виходячи з конфігурації приміщення і розміщення людей. При виключенні кондиціонера всі жалюзі автоматично закриваються.

Через контакт кімнатного повітря з холодними жалюзі декоративної решітки, на жалюзі може утворюватися конденсат. Щоб цього уникнути, їх покривають ворсом. У касетних блоках всередині жалюзі встановлений нагрівач, який перешкоджає утворенню конденсату.

10.5 Канальні внутрішні блоки

Канальні внутрішні блоки встановлюються за підвісною або підшивною стелею, яка повністю приховує цей блок. Вони мають більш просту конструкцію, так як до них не пред'являються особливі вимоги дизайну. Видимими залишаються тільки декоративні решітки, з яких роздається повітря по приміщенню.

До недоліків каналних кондиціонерів відноситься неможливість підтримки в кожному приміщенні індивідуальної температури. Припливне повітря подається в кількості не більше 15 % від загального повітрообміну, а взимку можливо обмерзання випарника і випадання конденсату.

До переваг каналних кондиціонерів відносяться низька вартість, можливість подачі зовнішнього повітря, можливість повністю приховати внутрішній блок за будівельними конструкціями.

Розподіл охолодженого повітря здійснюється по системі теплоізованих повітроводів, які також розміщуються в міжстельовому просторі. Забирається повітря також через декоративні решітки, проходить внутрішній блок і системою повітроводів знову подається в приміщення через розподільні ґрати.

Блок має вентилятор з потужним статичним напором, що дозволяє подолати опір розподільних труб і решіток.

Завдяки такій конструкції, каналний кондиціонер може охолоджувати відразу декілька приміщень. Принципова відмінність каналного блоку від інших – можливість підмішування свіжого повітря в обсягах, необхідних для повноцінної вентиляції кондиціонованих приміщень. Таким чином, використання каналного блоку дозволяє забезпечити вентиляцію і кондиціонування приміщення.

Сполучні труби фреонової магістралі повинні бути безшовні і виготовлені з міді. Діаметри з'єднувальних труб вибирають залежно від продуктивності внутрішнього блоку або індексів продуктивності в разі розгалуження магістралі. Пайку труб системи виробляють в середовищі захисного газу – азоту.

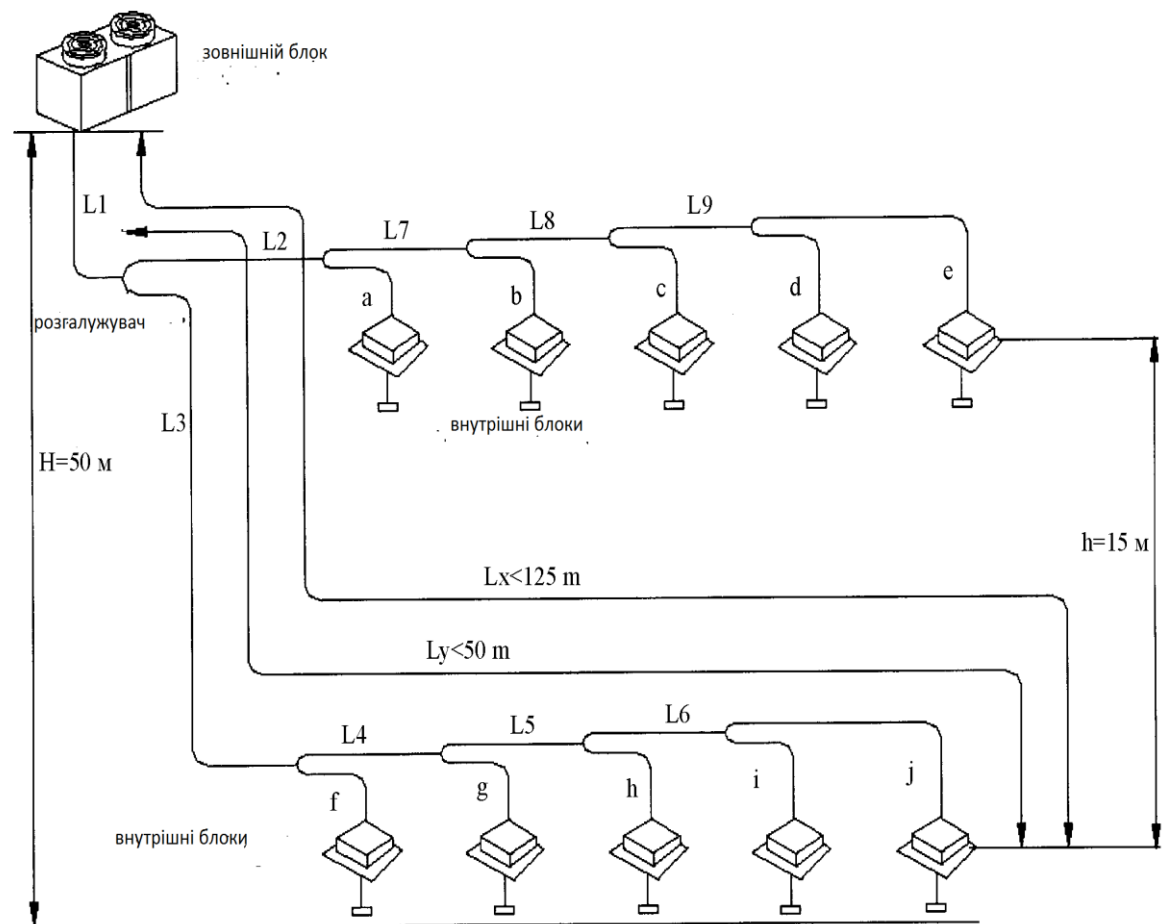


Рисунок 10.2 – Схема міжблочної фреонової траси:

H – максимальний перепад висот між внутрішнім і зовнішнім блоком;
 h – максимальний перепад висот між внутрішніми блоками; L_x – максимальна еквівалентна довжина траси від зовнішнього блоку до найбільш віддаленого внутрішнього блоку; L_y – максимальна еквівалентна довжина траси від першого розгалужувача до найбільш віддаленого внутрішнього блоку

ЛЕКЦІЯ 11 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ШКІДЛИВИХ ВИДІЛЕНЬ В ПРИМІЩЕННЯХ

Метою систем кондиціонування повітря є створення комфортних умов для перебування людей в приміщеннях. На тепловий комфорт людини впливають температурні та вологісні умови в приміщенні і рухливість повітря, а на процеси дихання, обміну речовин і інші функції організму – газовий склад повітря, тобто наявність в повітрі шкідливих речовин, що змінюють нормальне функціонування різних підсистем організму.

11.1 Основні види шкідливостей та їх вплив на самопочуття людини

У приміщення житлових і громадських будівель надходять такі шкідливості: вуглекислий газ; виділення тепла; виділення вологи. Надходження інших шкідливостей спостерігається в виробничих будівлях, так як пов'язано з протіканням будь-якого технологічного процесу.

Вуглекислий газ виділяється в повітря приміщень при диханні людей. Слід зазначити, що вуглекислий газ в невеликих концентраціях не є отруйним і шкідливим для людини. Тільки при високих концентраціях CO₂ спостерігається його негативний вплив на організм людини. Однак причиною його утворення в громадських будівлях є дихання людей, при якому з повітря приміщення споживається кисень. Тому наявність вуглекислого газу є свідченням зниження концентрації кисню, що негативно позначається на самопочутті людини. Саме тому вуглекислий газ відносять до шкідливих виділень, і для нього існують гранично допустимі концентрації.

Таблиця 11.1 – Вплив концентрацій вуглекислого газу на людський організм

Концентрація CO ₂		Результат впливу CO ₂
% по об'єму	л/м ³	
1-2	10–20	При безперервному впливі порушується електролітичний баланс в тілі людини
2	20	Після декількох годин впливу з'являється слабкий головний біль і задишка
3	30	Сильний головний біль, рясне виділення поту, задишка
5	50	Депресивний стан
6	60	Погіршується зір, з'являється озноб
10	100	Втрата свідомості

Тепло, що виділяється в приміщенні впливає на тепловий комфорт людини. З точки зору теплотехніки тіло людини являє собою нагріте тіло з внутрішніми джерелами теплоти, температура якого повинна підтримуватися на постійному рівні 36,6°. Теплота від тіла може відводитися наступними шляхами:

а) за рахунок тепловіддачі з поверхні через наявність різниці температур тіла і навколишнього повітря;

б) за рахунок передачі явної та прихованої теплоти з повітрям, що видихається;

в) за рахунок прихованої теплоти, що витрачається на випар вологи з поверхні шкіри.

Передача теплоти тим чи іншим шляхом залежить від параметрів повітря в приміщенні, середньої радіаційної температури оточуючих поверхонь.

Явне тепло з поверхні тіла передається за рахунок конвективного і променистого теплообміну. Коли температура навколишнього повітря низька, то тепловіддача конвекцією йде інтенсивно і істотно знижується зі зниженням температури. Коли температура внутрішнього повітря стає рівною температурі тіла, тепловіддача конвекцією дорівнює 0. Можна вважати, що тепловіддача конвекцією пропорційна різниці температур тіла людини і навколишнього повітря. Крім того, тепловіддача конвекцією з поверхні шкіри сильно залежить від рухливості повітря в приміщенні. Наявність застійних зон з низькою рухливістю повітря погіршує тепловіддачу конвекцією і, крім того, сприяє локальному підвищенню в цих зонах концентрації шкідливих речовин. Тепловіддача випромінюванням залежить від температури оточуючих поверхонь. Особливо чутливі до випромінювання оголені поверхні шкіри людини.

У спеціальній літературі наводяться діаграми комфортних умов людини, тобто поєднання параметрів, при яких середня людина відчуває тепловий комфорт. Параметри мікроклімату, при яких тепло відводиться від тіла людини природним шляхом і не потрібно напруження системи терморегуляції організму, називаються *оптимальними параметрами*. Параметри мікроклімату, при яких система терморегуляції організму при невеликій нарузі здатна успішно забезпечити відведення утворюваного тепла від тіла, і тим самим підтримати нормальну температуру тіла, називаються *припустимими параметрами*. При інших поєднаннях параметрів людина відчуває сильний дискомфорт, так як система терморегуляції працює з великим напруженням. У деяких ситуаціях, наприклад при високій температурі і вологості, система терморегуляції не справляється зі своїм завданням і настає перегрів організму.

11.2 Розрахунок надходження шкідливостей від людей

Розрахунок надходжень всіх шкідливостей від людей (тепла, вологи і вуглекислого газу), як правило, виконується одночасно, так як при цьому використовується одна і та ж методика і нормативна література. Розрахунок слід виконувати для трьох періодів: холодного, перехідного і теплого, і вести його з урахуванням прийнятого значення температури внутрішнього повітря для кожного періоду року:

$$\begin{aligned}
Q_{я} &= q_{я} N; \\
Q_{п} &= q_{п} N; \\
M_w &= m_w N; \\
V_{CO_2} &= v_{CO_2} N,
\end{aligned}
\tag{11.1}$$

де N – кількість людей в приміщенні;

$q_{я}, q_{п}$ – питомі виділення явного і повного тепла, Вт/чол;

$Q_{я}, Q_{п}$ – загальні теплонадходження явного і повного тепла від людей, Вт;

m_w – питомі виділення вологи через одного чоловіка, г/(год чол);

M_w – загальне надходження вологи від людей, г/год;

v_{CO_2} – питомі виділення CO_2 однією людиною, л/(год чол);

V_{CO_2} – загальне надходження вуглекислого газу від людей, л/год.

Питомі надходжень шкідливостей від людей залежать від тяжкості виконуваної роботи і температури повітря в приміщенні і приймаються за довідковою літературою. Дані для людей, що знаходяться в стані спокою, наведені в таблиці 11.2.

Таблиця 11.2 – Питомі виділення шкідливостей від людей, що знаходяться в стані спокою (дорослі чоловіки)

Показники	Одиниці вимірювання	Питомі виділення шкідливостей однією людиною при температурі повітря в приміщенні, °С					
		0	5	0	5	0	5
1	2	3	4	5	6	7	8
Явне тепло	Вт/осіб	40	20	0	0	0	0
Повне тепло	Вт/осіб	65	45	20	5	5	5
Волога	г/(год осіб)	0	3	0	0	5	15
Вуглекислий газ	л/(год осіб)	23					
Примітка. Для дітей до 12 років виділення шкідливостей приймати з коефіцієнтом 0,5; для жінок виділення шкідливостей приймати з коефіцієнтом 0,75.							

11.3 Розрахунок теплонадходжень в приміщення житлових і громадських будівель

Розрахунок теплонадходжень і теплових втрат для розрахункового приміщення слід виконувати для трьох періодів: холодного, перехідного і теплого.

Теплові втрати в житлових і громадських будівлях відбуваються через зовнішні огорожі і на нагрів повітря, що інфільтрується через нещільності у віконних і дверних отворах. Розрахунок теплових втрат слід вести з урахуванням прийнятого значення температури внутрішнього повітря для холодного періоду.

Теплонадходження від системи опалення Q_{co} , Вт, визначають шляхом перерахунку теплових втрат на розрахункову температуру внутрішнього повітря для опалення. Розрахункова температура внутрішнього повітря приймається за нормами.

Теплонадходження в житлових і громадських будівлях складаються з наступних складових: тепло від людей; тепло від джерел штучного освітлення; тепло від сонячної радіації через вікна і покриття; тепло від устаткування.

11.4 Розрахунок теплонадходжень від людей

Від людей в приміщення надходить явна теплота (за рахунок променисто-конвективного теплообміну з повітрям і поверхнями приміщення) і прихована теплота (виділяється з вологою повітря, що видихається і за рахунок випарів з поверхні шкіри). Повна теплота дорівнює сумі явної та прихованої теплоти. Теплонадходження від людей залежать від тяжкості виконуваної роботи; температури і вологості навколишнього повітря, його рухливості, теплоізоляційних властивостей одягу; особливостями терморегуляції самої людини. Теплопродукція людини і її здатність до терморегуляції залежать від статі і віку.

Таблиця 11.3 – Надходження теплоти і вологи від людей

Кількість теплоти і вологи, що виділяються дорослими людьми (чоловіками)						
Показники	Кількість теплоти, Вт, и вологи, г/ч, що виділяються людьми при температурі повітря в приміщенні, °С					
	10		20	25		35
Теплота:	<i>У стані спокою</i>					
явна	14		90	60		10
повна	16		120	95		95
волога	30		40	50		115
Теплота:	<i>При легкій праці</i>					
явна	15		100	65		5
повна	80		150	145		145
волога	40		75	115		200
Теплота:	<i>При праці середньої важкості</i>					
явна	16		105	70		5
повна	21		205	200		200
волога	70		140	185		280
Теплота:	<i>При важкій праці</i>					
явна	20		130	95		10
повна	29		290	290		290
волога	13		240	295		415

Примітка. Для дітей до 12 років виділення шкідливостей приймати з коефіцієнтом 0,5; для жінок виділення шкідливостей приймати з коефіцієнтом 0,75.

Стосовно до вбудованих і вбудовано-прибудованих в житловий будинок приміщень трудову діяльність людей, що в них знаходяться, можна віднести до таких категорій:

- стан спокою: глядачі в клубах, відвідувачі різних установ і т.п. ;
- легка робота: сидяча робота в майстернях, персоналу поліклінік, покупців магазинів, відвідувачів кафе і т.п. ;
- робота середньої тяжкості: стояча робота персоналу магазинів, кафе, їдальнь, майстерень і т.д.

Слід підсумовувати теплонадходження від людей, зайнятих трудовою діяльністю різних категорій, що знаходяться в одному приміщенні:

$$Q_{\text{я}} = q_{\text{я}} \cdot n, \quad (11.2)$$

де $q_{\text{я}}$ – явні тепловиділення однією людиною, Вт.

Питомі надходжень теплоти і вологи від людей залежать від тяжкості виконуваної роботи і температури повітря в приміщенні і приймаються за довідковою літературою. Дані наведені в таблиці 11.3.

11.5 Теплонадходження від джерел штучного освітлення

Теплонадходження від джерел штучного освітлення $Q_{\text{осв}}$, Вт, можуть бути визначені за величиною нормованої освітленості приміщення і площі підлоги

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (11.3)$$

де E – нормативна освітленість, лк (для глядацьких залів 200 лк при використанні люмінесцентних світильників і 100 лк при використанні ламп розжарювання);

F – площа підлоги приміщення, м²;

$q_{\text{осв}}$ – питомі тепловиділення від світильників, Вт/(лкм²) (від 0,05 до 0,15 для люмінесцентних світильників і від 0,13 до 0,25 для ламп розжарювання);

$\eta_{\text{осв}}$ – частка теплової енергії, що потрапляє в приміщення (якщо світильники встановлені безпосередньо в приміщенні, то $\eta_{\text{осв}} = 1$, а якщо поза приміщенням, то $\eta_{\text{осв}} = 0,85$ для ламп розжарювання і $\eta_{\text{осв}} = 0,55$ для люмінесцентних світильників).

Для кінотеатрів теплонадходження від штучного освітлення враховувати не слід, так як в них освітлення використовується тільки в перервах між сеансами і рівень освітленості значно нижче.

11.6 Теплонадходження від сонячної радіації через вікна

Теплонадходження від сонячної радіації через вікна визначаються тільки для теплого періоду в тому випадку, якщо в розрахунковому приміщенні є вікна або прозорі засклені двері.

Теплове випромінювання від сонця, яке залежить від широти місцевості, орієнтації отвору і розрахункової години доби, може надходити через вікна в приміщення безпосередньо з прямими сонячними променями (пряма радіація) і

за рахунок відбиття від оточуючих поверхонь (розсіяна радіація). Частина теплового потоку поглинається пилом, що знаходиться в атмосфері, частина, відбивається від поверхні скла, частина поглинається конструкцією плетінь. Тому в приміщення надходить зменшений тепловий потік, величина якого визначається забрудненістю атмосфери і конструкцією вікон. Тепло, що надходить у результаті в приміщення, не може бути передано повітрю приміщення, так як деяка його частка буде поглинена внутрішніми огорожами приміщення – підлогою, стелею та внутрішніми стінами. Ступінь поглинання залежить від кількості і площі внутрішніх огорожень, їх матеріалу та періоду часу надходження сонячної радіації в приміщення.

Таким чином, детальний розрахунок вимагає врахування великої кількості факторів. В інженерній методиці розрахунку за стандартний варіант прийнято надходження тепла через одинарне скління товщиною 3 мм, а облік додаткових факторів здійснюється шляхом введення поправочних коефіцієнтів. Розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації через вертикальні прорізи Q_{cp} , Вт, виконується для конкретної години доби за формулою:

$$Q_{cp} = \sum (q_{np} K_{1np} + q_p K_{1p}) F K_2 K_{отн} K_{сз} K_{ак}, \quad (11.4)$$

де q_{np} , q_p – пряма і розсіяна сонячна радіація через стандартний віконний отвір даної орієнтації в розрахунковий час доби, Вт/м², визначаються за таблицями в довідковій, навчальній та нормативній літературі;

K_{1np} , K_{1p} – поправочні коефіцієнти, що враховують забруднення атмосфери і затінення отвору плетіннями для отвору що опромінюється сонцем і неопромінюється;

K_2 – поправочний коефіцієнт, що враховує забруднення скла;

$K_{отн}$ – поправочний коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через отвір, який відрізняється від стандартного (враховує товщину і кількість стекол і наявність сонцезахисних пристроїв);

$K_{ак}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив акумуляції тепла внутрішніми огорожами.

Значення всіх параметрів, що входять у формулу, вибираються з нормативної літератури для розрахункової години доби і заданої орієнтації огорож. За розрахункову годину слід приймати таку годину в період роботи підприємства, коли мають місце максимальні значення теплонадходжень від сонячної радіації.

При декількох вікнах, що мають різну орієнтацію, слід прорахувати теплонадходження протягом кожної години робочого періоду підприємства та вибрати за розрахункову годину ту, в яку теплонадходження максимальні.

11.7 Теплонадходження від сонячної радіації через покриття

Теплонадходження від сонячної радіації через покриття допускається визначати тільки для теплового періоду з середньодобовими значеннями.

Теплонадходження через покриття не враховують, якщо в приміщенні є підшивна стеля з вентиляльованим простором. Ця ситуація найбільш характерна для великих зорових залів, що мають підшивну стелю для поліпшення внутрішнього інтер'єру, організації витяжки повітря та прокладки припливних повітропроводів до стельових плафонів. Якщо є підшивна стеля або повітряний прошарок, але повітряний простір не вентилюється, то теплонадходження враховують з коефіцієнтом 0,6.

Тепло сонячної радіації, що надходить на покриття, нагріває його і підвищує температуру зовнішньої поверхні. За рахунок тепловіддачі до зовнішнього повітря (обдування вітром і випромінювання в атмосферу) частина тепла відбирається від покриття, знижуючи температуру зовнішньої поверхні. Частина теплового потоку, що залишилася, за допомогою теплопровідності передається через товщу конструкції покриття до внутрішньої поверхні – стелі приміщення. прогрів внутрішньої поверхні відбувається поступово, з запізненням через інерційні властивості огорожі. Від нагрітої внутрішньої поверхні тепло передається в приміщення в основному конвективним шляхом. Однак при тонких покриттях з малим опором теплопередачі (наприклад, з листового заліза по дерев'яній обрешітці) випромінювання від стелі може грати істотну роль за рахунок високої температури внутрішньої поверхні. Частина випроміненого тепла потрапляє на внутрішні огорожі, наприклад, підлогу, і частково поглинається ними. Інша частина передається повітрю приміщення.

Розрахунок теплонадходжень ведеться за середньодобовими значеннями теплового потоку на покриття звичайною формулою теплопередачі через покриття:

$$Q_{cp} = (t_{ny} - t_e) F_n / R_n , \quad (11.5)$$

де t_{ny} – умовна зовнішня температура повітря над покриттям (приблизно дорівнює температурі зовнішньої поверхні покриття), °С;

t_e – розрахункова температура внутрішнього повітря у верхній зоні приміщення під покриттям, °С;

F_n – площа покриття, м²;

R_n – опір теплопередачі покриття (береться за даними теплотехнічного розрахунку), (м² °С)/Вт.

Умовна зовнішня температура повітря над покриттям визначається за формулою:

$$t_{ny} = t_n + q_{cp} \rho_n / \alpha_n , \quad (11.6)$$

де t_n – розрахункова температура зовнішнього повітря (параметри А), °С;

q_{cp} – середньодобовий тепловий потік сонячної радіації на горизонтальну поверхню, залежить від широти місцевості, Вт/м²;

ρ_n – коефіцієнт поглинання сонячної радіації поверхнею покриття;

α_n – коефіцієнт тепловіддачі до повітря на зовнішній поверхні покриття, Вт/(м² °С).

ЛЕКЦІЯ 12 ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ПРИМІЩЕННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ КОНДИЦІОНЕРА

12.1 Тепловий баланс приміщення

Тепловий баланс розрахункового приміщення складається для визначення надлишків або недоліків тепла, які повинна компенсувати система кондиціонування повітря.

У приміщенні, в якому підтримується постійний (стаціонарний, що не змінюється в часі) тепловий режим, повинен спостерігатися тепловий баланс.

$$\sum Q = 0 \quad \text{або} \quad Q_{\text{ношт}} - Q_{\text{ном}} = 0 \quad \text{або} \quad Q_{\text{узб}} = 0.$$

Навіть якщо б не було у приміщенні систем забезпечення мікроклімату, тобто систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, баланс тепла все одно б дотримувався, просто баланс існував би при температурах внутрішнього повітря, неприйнятних для людини. Наявність системи кондиціонування повітря дозволяє забезпечити тепловий баланс при необхідній температурі внутрішнього повітря. Таким чином, якщо при розрахунковій температурі внутрішнього повітря баланс не спостерігається, тобто мають місце надлишки або недоліки теплоти, СКП повинна скоригувати баланс, ввівши в приміщення точно таку ж кількість теплоти, але з протилежним знаком.

Таким чином, для визначення розрахункової теплової (холодильної або опалювальної) здатності системи слід провести розрахунок надлишків теплоти в приміщенні шляхом підсумовування всіх теплонадходжень та тепловтрат з урахуванням знаку (тепловтрати враховуються зі знака «мінус»). Зазначимо, що терміни теплонадходжень та тепловтрат відображають лише напрямок потоків теплоти: теплонадходження – це потік теплоти всередину приміщення, а тепловтрати – потік теплоти з приміщення.

Враховуючи наявність знака «мінус» перед значенням теплових втрат, результат підсумовування теплонадходжень та тепловтрат може виявитися як позитивним, так і негативним. У першому випадку говорять про *надлишки* теплоти в приміщенні, а в другому випадку – про *нестачу* теплоти.

Таблиця теплового балансу складається для трьох періодів року.

Якщо в приміщенні виділяється волога, що зазвичай і буває в житлових і громадських будівлях (волога надходить від людей), то надлишки і недоліки теплоти в приміщенні підраховуються роздільно.

Для житлових і громадських будівель характерна наявність водяної системи опалення з місцевими нагрівальними приладами. Така система є постійно діючою і працює цілодобово, на відміну від систем чергового опалення промислових будівель, які можуть відключатися в робочий час (в першу чергу це стосується систем повітряного опалення). Тому зазвичай при складанні таблиці теплового балансу громадських будівель передбачається, що система опалення буде працювати, і теплові надходження від неї включаються

в одну з колонок графі «теплонадходження». Тепловий же баланс для промислової будівлі зазвичай складається без урахування теплонадходжень від опалення.

Тепловтрати через огороження мають місце тільки в холодний і перехідний періоди року, а надходження теплоти від сонячної радіації зазвичай враховується тільки в теплий період року. Крім того, якщо теплонадходження від сонячної радіації через скління більше розрахункових теплонадходжень від освітлення, то при підрахунку надлишків теплоти враховуються тільки вони, а якщо менше – тільки теплонадходження від освітлення.

Дана експрес-методика в основному використовується для розробки СКП на базі нескладного (в проектному відношенні) кліматичного обладнання, такого, як: кондиціонери спліт-систем, а також кондиціонери віконного типу і моноблочного виконання.

Для підбору необхідного по холодопродуктивності кондиціонера треба розрахувати тепло, яке надходить до приміщення від сонячної радіації, освітлення, людей, оргтехніки і т. д.

Основні теплоприпливи в приміщення складаються з наступних складових.

12.2 Теплоприпливи від сонячної радіації

Теплоприпливи, що виникають за рахунок різниці температур всередині приміщення і зовнішнього повітря, а також сонячної радіації Q_1 , розраховуються за формулою:

$$Q_1 = V \cdot q_{уд}, \quad (12.1)$$

де $V = S \cdot h$ – об'єм приміщення:

S – площа приміщення;

h – висота приміщення;

$q_{уд}$ – питома теплове навантаження (приймається: 30-35 Вт/м³ – якщо немає сонця в приміщенні, 35 Вт/м³ – середнє значення; 35-40 Вт/м³ – якщо велике скління з сонячного боку).

12.3 Теплоприпливи від обладнання

Теплоприпливи, що виникають за рахунок оргтехніки, що знаходиться в приміщенні, Q_2 .

У загальному випадку величина теплонадходжень від електрообладнання визначається за формулою:

$$Q_2 = Q_{об} = N \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ Вт}, \quad (12.2)$$

де N – споживана потужність, Вт;

K_1 – коефіцієнт переходу електроенергії в теплову (100-80%);

K_2 – коефіцієнт використання обладнання (30-80%).

Теплонадходження від обладнання залежать в першу чергу від споживаної потужності і частоти використання. Для різних видів офісного

обладнання величина теплонадходжень буде наступна (з урахуванням частоти використання):

Таблиця 12.1 – Теплонадходження від різного устаткування

Вид обладнання	Теплонадходження, Вт	Коефіцієнт одночасності використання
Комп'ютер (системний блок + монітор)	300	0,8–1,0
Лазерний принтер	400	0,3–0,6
Копірувальний апарат	500	0,1–0,6
Холодильник	150	0,4–0,6
Електрочайник	300–600	0,1
Газова плита	2 500	Залежить від типу приміщення

12.4 Теплоприпливи від людей, що знаходяться в приміщенні

Теплоприпливи від людей, що знаходяться в приміщенні Q_3 .

$$Q_3 = q n, \text{ Вт}, \quad (12.3)$$

де q – питомі теплонадходження від однієї людини, Вт, (за табл. 11.3);

n – кількість людей в приміщенні.

Сумарна кількість теплонадходжень, Вт

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ Вт}. \quad (12.4)$$

До підрахованих теплоприпливів додається 20 % на невраховані теплоприпливи:

$$Q_{\text{общ}} = (Q_1 + Q_2 + Q_3) \cdot 1,2 \text{ Вт}.$$

У разі використання в приміщенні додаткового тепловиділяючого обладнання (електроплит, виробничого обладнання та т. п.) відповідне теплове навантаження повинно бути також враховане в даному розрахунку.

12.5 Розрахунок вологовиділення в приміщенні

Джерелами вологовиділень в основних приміщеннях цивільних будівель є люди, в їдальнях і ресторанах – гаряча їжа, технологічне обладнання.

Вологовиділення від людей:

$$W = w \cdot n, \text{ кг/год}, \quad (12.5)$$

де w – виділення вологи однією людиною, кг/год;

n – кількість людей в приміщенні.

Споживана кондиціонером потужність приблизно в 3 рази менше потужності охолодження, тобто побутовий кондиціонер потужністю 2,5 кВт споживає всього близько 800 Вт.

Точний вибір потужності кондиціонера дуже важливий. Недостатня потужність може проявитися тільки в жарку погоду. Надлишкова потужність теж ні до чого доброго не приводить. Потужний кондиціонер створює сильний

потік холодного повітря – створюються не зовсім комфортні умови. Кондиціонер буде частіше включатися і вимикатися, що призведе до підвищеного зносу компресора. Нарешті, з економічної точки зору, кондиціонер буде дорожче.

ЛЕКЦІЯ 13 ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ. ФІЛЬТРИ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Одне з головних завдань кондиціонера – очищати повітря в кімнаті. З цим завданням сучасні кондиціонери справляються чудово завдяки унікальним технологіям фільтрації та очищення.

Наприклад, в сучасних кондиціонерах реалізований принцип двостороннього повітрообміну, що дозволяє не тільки безперервно очищати повітря в приміщенні, але і додавати до нього свіже повітря, піддаючи і його ретельній фільтрації. В оригінальній системі повітрообміну цих кондиціонерів вперше застосована вбудована система вентиляції, що включає в себе окремий вентилятор для подачі повітря з вулиці і відбору повітря з приміщення. Повітря надходить в приміщення після ретельного очищення в системі фільтрів.

У кондиціонері встановлені три фільтри. Один фільтр очищає повітря, що надходить з вулиці, два інших відповідають за чистоту повітря в приміщенні. Більшість сучасних побутових кондиціонерів обладнані тільки механічним фільтром, який, в основному, захищає від пилу теплообмінник внутрішнього блоку. Заміни такий фільтр не вимагає, але періодично його необхідно мити або чистити.

Багатоступенева система фільтрів кондиціонерів є нездоланим бар'єром на шляху пилу, запахів і мікроорганізмів (рис.13.1). У кондиціонерах ця система включає в себе антиалергічний, дезодоруючий і електростатичний фільтри (рис.13.2). Такі системи очистки не входять в стандартну комплектацію багатьох моделей кондиціонерів, їх можна придбати окремо.

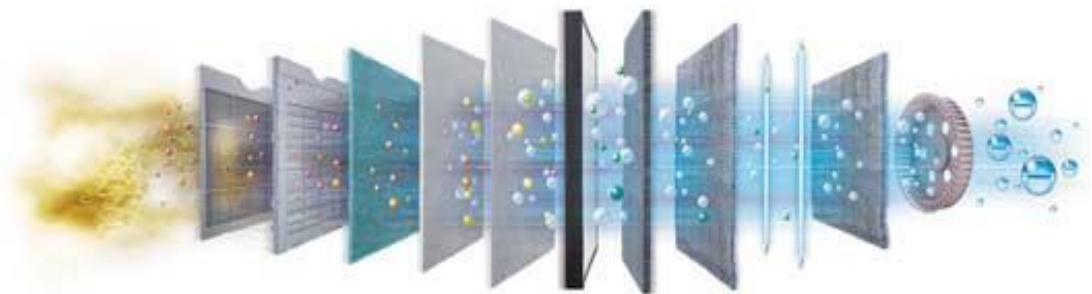


Рисунок 13.1 – Багатоступенева система фільтрації



Рисунок 13.2 – Система очистки повітря в кондиціонерах:
 1 – іонізатор; 2 – вентилятор внутрішнього блоку; 3 – теплообмінник Silver Nano, 4 – антиалергічний фільтр, 5 – дезодоруючий фільтр;
 6 – електростатичний фільтр

Особливим компонентом кондиціонерів цієї серії є іонізатор. Це пристрій служить для генерації негативно заряджених частинок – аніонів, які благотворно впливають на організм людини. Їх наявність – один з факторів, що обумовлюють освіжаючий і підбадьорливий ефект свіжого природного повітря. Потрапляючи в кров, аніони кисню стимулюють метаболізм. Крім того, аніони впливають на частинки пилу, які містяться в повітрі, як би «прибиваючи» їх до підлоги.

Інше «електричний» пристрій кондиціонера – електростатичний фільтр. Діє він так: на фільтр подається слабкий електричний струм, завдяки чому на його поверхні створюється електростатичне поле. В результаті найдрібніші частинки пилу затримуються фільтром і не потрапляють у повітря, яким ми дихаємо.

Електростатичний фільтр кондиціонерів серії покритий іонами срібла і здатний знищити близько 99,99 % часток пилу, вірусів і бактерій. Іони срібла знищують бактерії і перешкоджають їх розмноженню.

Поверхня теплообмінника багатьох сучасних кондиціонерів також покрита іонами срібла, що запобігає появі конденсату і пригнічує розмноження мікроорганізмів усередині кондиціонера.

Розроблена унікальна система очищення повітря, оснащена 12 ступенями різних фільтрів. Проходячи через кожну ступінь фільтра, повітря очищається від дрібних частинок пилу і побутових грибків, запахів їжі і тютюну. При цьому руйнуються клітинні оболонки бактерій, завдяки чому система має високу стерилізаційну здатність.

Антибактеріальний фільтр системи видаляє великі частинки пилу, грибки і волокна тканини. Наступний за ним потрійний фільтр складається з декількох

шарів з органічними компаундними наповнювачами і видаляє з повітря різні органічні складові, які подразнюють очі і горло. У складі пакету є фільтруючий елемент для видалення формальдегіду. Третя складова фільтра дозволяє видаляти звичайні запахи, які, діючи підступно і непомітно, можуть викликати мігрень і хронічну втому.

Вугільний фільтр Nano-carbon (рис.13.3) затримує найдрібніші частинки, що складають запахи, облагороджуючи атмосферу приміщення. Вугільна структура фільтра, складається з часток розміром $200\text{--}500 \times 10^{-9}$ м. Такий матеріал вперше використаний в якості матеріалу для видалення запахів.

Системи кондиціонування повітря можуть містити бактерії, зростання яких відбувається під час процесу обробки повітря, його транспортування і розподілу. Ці бактерії найчастіше відносять до виду легіонел. Вони викликають різні легеневі захворювання. У ході проектування, монтажу та експлуатації СКП слід застосовувати методи попередження розповсюдження бактерій.

Ще один бар'єр фільтра – біологічний. За допомогою мікрочастинок фільтра, що проникають через клітинну оболонку бактерій і алергенів, можливе повне руйнування ядра клітин. У той час як звичайні методи тільки дезактивують бактерії або руйнують їх зовнішні клітинні оболонки, цей інноваційний метод стерилізації дозволяє повністю знищити бактерії.

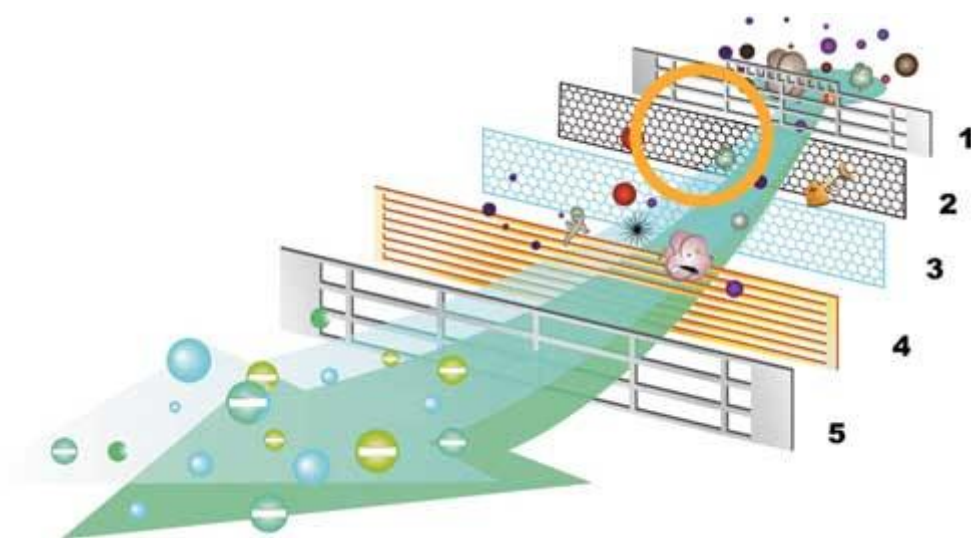


Рисунок13.3 – Фільтр Nano-carbon:

- 1 – ґратка; 2 – структура із вугільних наночастинок; 3 – фотокаталітична сітка; 4 – іонізатор повітря; 5 – кришка

Система очищення повітря Plasma, (рис. 13.4), не тільки видаляє мікроскопічні забруднюючі частинки і пил, але також видаляє побутових кліщів, пилок рослин, ворсинки тварин, запобігаючи тим самим алергічні захворювання, зокрема, астму.

Для ефективної роботи фільтрів їх слід підтримувати в сухому стані, так як волога і конденсат утворюють ідеальне середовище для поширення бактерій в приміщеннях. До приміщень підвищеного ризику відносяться лікарні, дитячі

установи, готелі, офіси, спортивні споруди і приміщення громадського харчування.

Заміну фільтрів слід проводити регулярно.

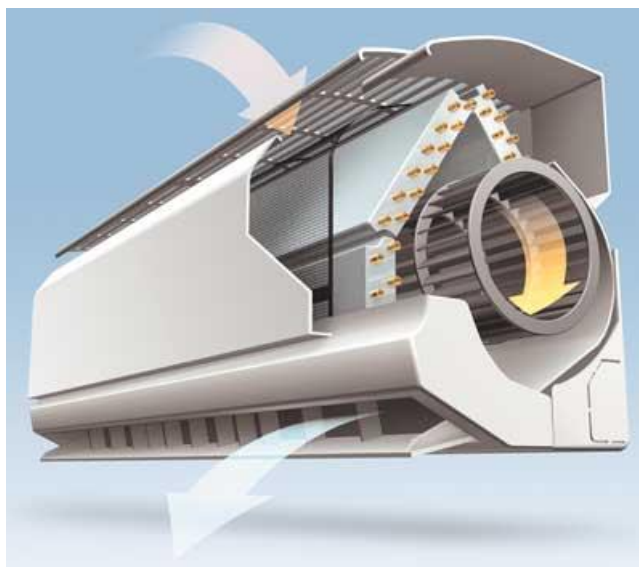


Рисунок 13.4 – Внутрішній блок кондиціонера NEO-Plasma в розрізі

Список технологій очищення повітря в сучасних кондиціонерах можна продовжити. У багатьох моделях кондиціонерів використовуються так звані катехінові фільтри, які убивчо діють на віруси. Катехін – це природна антибактеріальна речовина, яка міститься, наприклад, в листках чаю. Цікавий механізм боротьби катехіну з вірусами: у цих шкідливих мікробів є шипи, які стирчать в сторони, якими вони чіпляються за клітки. Катехін покриває собою шипи і не дає вірусу вчепитися за жертву. Оброблені катехіном фільтри утримують до 98 % вірусів.

У сучасних кондиціонерах застосовуються біо-ензимні фільтри, які ефективно знищують бактерії, віруси і цвіль. Ензими – це біологічно активні речовини, що володіють здатністю «різати» довгі органічні молекули. Не випадково ензими широко використовуються в пральних порошках, успішно борючись з забрудненнями біологічної природи. У кондиціонерах ензимам також знайшлася робота: тут вони «ріжуть» поглинені фільтром бактерії.

Інша сучасна технологія, застосовувана в сучасних кондиціонерах – це фотокаталітичні цеолітні фільтри. Волокна такого фільтра містять найдрібніші частинки оксиду титану (TiO_2). Ця речовина під дією ультрафіолетового випромінювання стає найсильнішим окислювачем і вступає в реакцію з забрудненнями, що попадають на поверхню фільтра. В результаті органічні забруднення розкладаються на вуглекислий газ, азот і воду. Періодичне промивання фільтра водою і вплив прямого сонячного світла повністю відновлюють фільтр, який може ефективно служити протягом 3–5 років.

Мозок людини, зайнятий тривалий час інтенсивним навчанням або роботою, потребує великих обсягах кисню. Нестача кисню викликає почуття

втоми, а на думку ряду вчених, може навіть стати причиною ракового переродження клітин. Межа зони безпеки за вмістом кисню в повітрі становить 18 %. При зменшенні концентрації цього газу до 12–16 % відбувається почастишання пульсу, підвищення частоти дихання, порушується увага, з'являються головні болі.

Проблема подачі свіжого повітря в приміщення, що обслуговується, звичайної побутової спліт-системи настінного типу вирішується різними способами. Сучасні технології дозволили не тільки очистити повітря від вуличного пилу і різних забруднень, але навіть збільшити вміст в повітрі кисню. Це стало можливим завдяки застосуванню мембранних технологій.

Принцип методу збагачення повітря киснем заснований на різній швидкості проникнення газів через полімерну мембрану під дією перепаду парціальних тисків в ній. Виявляється, ця швидкість залежить від молекулярних властивостей газу. Всі гази можна умовно розділити на два класи: ті, що легко проникають (до них відноситься кисень); і ті, що важко проникають (наприклад, азот). Основою генератора кисню є полімерна мембрана, що представляє собою тонку плівку з гомогенного шару завтовшки в декілька часток мікрметра, що забезпечує газорозділення, і технологічних пористих підшарів товщиною до сотень мікрметрів.

Мембрана не має отворів, тому частинки пилу, бактерії та інші шкідливі компоненти не можуть проникнути в приміщення.

Киснезбагачуючі мембрани застосовуються в моделях побутових кондиціонерів ряду виробників. Так, генератор кисню кондиціонерів підтримує концентрацію кисню в приміщенні на рівні не нижче 21 %.

Подача свіжого зовнішнього повітря здійснюється також за допомогою припливного клапана внутрішнього блоку кондиціонера.

ЛЕКЦІЯ 14 ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ. УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛА ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Для *холодопостачання* систем кондиціонування повітря використовуються природні і штучні джерела холоду. До природних джерел належать артезіанські води, води холодних річок і озер; лід; природне випаровування води в пристроях випарного охолодження.

Лід для використання в системах кондиціонування заморожується товщиною 2,5–3 м в зимовий період і закривається шаром теплоізоляції для збереження на теплу пору року. В системах кондиціонування повітря за допомогою льоду охолоджується вода, що подається в кондиціонер для охолодження повітря. Охолодження води льодом здійснюється в спеціальних теплообмінниках, через які пропускається охолоджувана вода.

Охолодження води в системах випарного охолодження (бризкальні басейни, градирні, камери зрошення) відбувається за рахунок віддачі

прихованого тепла при її випаровуванні в повітрі. Охолоджена таким чином вода використовується в системі кондиціонування.

В бризкальних басейнах охолоджувана вода розбризкується під тиском з труб через форсунки вгору у вигляді фонтану. При русі крапель води в повітрі відбувається її випаровування і, отже, охолодження. Охолоджена вода збирається в басейні і подається для використання. Бризкальні басейни ефективно працюють при невеликому вітрі, який збільшує інтенсивність випаровування.

В градирнях вода у вигляді плівки і крапель стікає зверху вниз по розвинутій поверхні і випаровується. Розвинена поверхня всередині градирні утворюється шляхом встановлення численних решіток з дерева або іншого матеріалу, що перекривають багатьма ярусами внутрішній об'єм градирні. За зовнішнім виглядом градирня являє собою паралелепіпед, усічений конус або усічену багатокутну піраміду, на верхню частину якої на гратчасте заповнення подається тепла вода. Охолоджена вода збирається в нижній частині градирні. Для збільшення інтенсивності випаровування, а отже, і охолодження, здійснюють продування повітря через градирню вентилятором. У цьому випадку градирня називається вентиляторною.

Камери зрошення для охолодження води працюють в режимі як можливо більшого випаровування води, що досягається підбором відповідних витрат повітря та води, а також як можливо тонкого розпилення води форсунками.

Системи випарного охолодження ефективні в районах з сухим і жарким кліматом. Проте охолодження води, що досягається у розглянутих системах, зазвичай недостатньо для її використання при кондиціонуванні для безпосереднього охолодження повітря до потрібних параметрів. Тому системи випарного охолодження зазвичай використовуються в поєднанні з системами штучного холодопостачання для відведення теплоти від конденсаторів холодильних машин. Воду, що подається в кондиціонер, охолоджує в цьому випадку холодильна машина.

В якості штучних джерел холодопостачання систем кондиціонування повітря використовуються компресійні, абсорбційні і пароежекторні холодильні установки.

Найбільш широке поширення для холодопостачання систем кондиціонування повітря мають компресійні холодильні машини.

В якості холодильних агентів використовуються рідини, киплячі в випарнику при температурі, що забезпечує охолодження середовища, від якої повинна бути відведена теплота, до потрібної температури. До таких рідин відносяться фреон, аміак та інші. Найбільше поширення для систем кондиціонування повітря отримали фреонові холодильні машини. У разі застосування аміачних машин із-за отруйності аміаку має застосовуватися двоконтурне охолодження.

У систему холодопостачання часто включають кілька холодильних установок, що забезпечує можливість їх роботи на оптимальних режимах в залежності від необхідної холодопродуктивності в різні періоди, а також кращі умови експлуатаційного утримання.

Акумулятор холоду в системі холодопостачання необхідний для економічної роботи холодильних машин. У цьому випадку холодильні машини можуть працювати періодично на найбільш оптимальних режимах, створюючи запас холоду в акумуляторі на деякий період роботи кондиціонерів. Управління роботою систем холодопостачання, як і кондиціонерів, здійснюється системою автоматики. У більшості випадків, однак, джерелом холоду є механічні або хімічні процеси. Всі механічні холодильні машини являють собою не що інше, як теплові насоси.

14.1 Холодоагенти систем кондиціонування повітря

Хоча в конкретних холодильних пристроях можуть використовуватися найрізноманітніші леткі рідини, деякі специфічні вимоги звужують кількість холодоагентів до однієї–двох рідин, придатних для широкого практичного використання. Ці рідини мають бути неотруйними, негорючими, мати високу теплоту випаровування, малу питомий обсяг. Як правило, бажано використовувати холодоагенти, які мають таку залежність тиску насичених парів від температури, щоб невеликий надлишковий тиск відповідав області розрідження компресора і не занадто високий – зоні стиснення. Невеликий надлишковий тиск у зоні розрідження дозволяє уникнути проблем, які виникають, якщо тиск розрідження нижче атмосферного, а помірний тиск у зоні стиснення дозволяє полегшити конструкцію і знизити її вартість.

Найбільш споживаними холодоагентами є повітря, вода, аміак, вуглекислота, хлористий метил, сірчистий ангідрид і різні фреони.

Перший, визнаний істориками техніки кімнатний кондиціонер, випущений в 1929 році компанією General Electric, працював на аміаку. Це речовина, що небезпечна для людини, що значною мірою стримувало розвиток холодильної техніки.

Проблема була вирішена в 1931 році, коли був синтезований нешкідливий для людського організму холодоагент – фреон. Згодом було синтезовано більше чотирьох десятків різних фреонів, що відрізняються один від одного за властивостями і хімічним складом. Найбільш дешевими і ефективними виявилися R–11, R–12, які довгий час всіх влаштовували. В останні роки вони потрапили в немилість через своїх озоноруйнівних властивостей. Використовувані в кондиціонерах і холодильниках фреони були названі головними винуватцями сумно відомих озонових дірок (що дуже сумнівно). Так це насправді чи ні, але в 1987 році був прийнятий Монреальський протокол, що обмежує використання озоноруйнівних речовин. Зокрема, згідно цього документу, виробники змушені відмовитися від використання фреону R–22, на якому сьогодні працює багато кондиціонерів. У більшості європейських країн продаж кондиціонерів на цьому фреоні припинена і нові моделі випускають тільки на озонобезпечних холодоагентах – R–407C і R–410A.

На відміну від інших холодоагентів, R-407C і R-410A є сумішами різних фреонів, а тому менш зручні в експлуатації. Так до складу R–407C, створеного

в якості альтернативи R-22, входять три фреону: R-32 (23 %), R-125 (25 %) і R-134a (52 %). Кожен з них відповідає за забезпечення певних властивостей: перший сприяє збільшенню продуктивності, другий виключає загоряння, третій визначає робочий тиск в контурі циркуляції холодоагенту.

Таблиця 14.1 – Порівняння холодоагентів

Властивості холодоагента	Холодоагент		
	R-22	R-410A	R-407C
Ізотропність (можливість дозаправки кондиціонера при витоку)	да	да	ні
Масло	мінеральне	поліефірне	поліефірне
Тиск при температурі конденсації +43 °C	16 атм.	26 атм.	18 атм.

Ця суміш не є ізотропною, а тому при будь-яких витоках холодоагенту його фракції випаровуються нерівномірно, і оптимальний склад змінюється. Таким чином, при розгерметизації холодильного контуру кондиціонер не можна просто дозаправити. Залишки холодоагенту необхідно злити і замінити новим. Саме це і стало основною перешкодою для розповсюдження R-407C. Евакуйований з кондиціонерів фреон необхідно утилізувати. І хоча для озонового шару R-407C не небезпечний, він є одним з найбільш сильних «парникових газів».

Холодоагент марки R-410A, що складається з R-32 (50 %) та R-125 (50 %) є умовно ізотропним. Тобто при витоку суміш практично не змінює свого складу, а тому кондиціонер може бути просто дозаправлен. Однак і R-410A має ряд недоліків. На відміну від R-22, який добре розчинний у звичайному мінеральному маслі, нові холодоагенти припускають використання синтетичного поліефірного масла. Поліефірне масло має один дуже істотний недолік – воно швидко поглинає вологу, втрачаючи при цьому свої властивості. Причому при зберіганні, транспортуванні та заправці необхідно виключити не тільки потрапляння краплинної вологи, але і контакт з вологим повітрям, з якого олія вбирає воду. До того ж вона не розчиняє будь-які нафтопродукти і органічні сполуки, які стають потенційними забруднюючими речовинами.

Крім того, саме кліматичне обладнання на R-410A при тій же продуктивності виходить істотно дорожче. Причина в більш високому робочому тиску. Так при температурі конденсації +43 °C, R-22 воно становить близько 16 атм., а у R-410A – близько 26 атм. З цієї причини всі вузли і деталі холодильного контуру кондиціонера на R-410A, включаючи компресор, повинні бути більш міцними. Це істотно збільшує витрата міді і робить всю систему більш дорогою.

І, нарешті, самі озонобезпечні холодоагенти коштують у кілька разів дорожче, в 6–7 разів. Слід врахувати і той факт, що із зростанням робочого тиску кількість витоків неминуче збільшиться, оскільки міцність паяних, а головне вальцьованих з'єднань залишається тією ж самою.

14.2 Утилізація витяжного повітря в системах кондиціонування повітря

До складу припливно-витяжної установки входить повітро-повітряний теплоутилізатор для нагріву припливного повітря. Додатковий нагрів відбувається в калориферній установці. У припливно-витяжних СКП передбачена установка фільтрів, охолоджувачів повітря, клапанів зонального регулювання і блоків автоматики. Теплоутилізатори забезпечують енергозбереження в СКП.

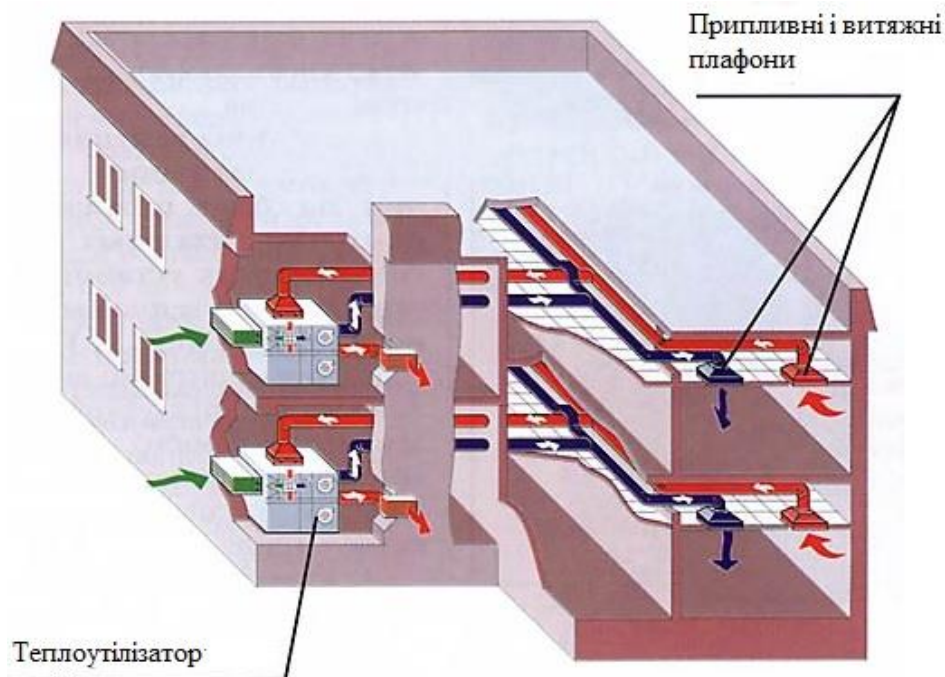


Рисунок 14.1 – Застосування припливно-витяжної установки СКП

ЛЕКЦІЯ 15 УСТАНОВКА І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

15.1 Порядок установки і монтажу

Установка і монтаж системи кондиціонування проводиться в наступній послідовності:

- встановлення внутрішніх блоків;
- встановлення зовнішніх блоків;
- прокладка і пайка трубопроводу фреонової траси;
- прокладання та підключення дренажного трубопроводу;
- прокладання та підключення кабелів живлення;
- прокладання та підключення кабелів управління;

- установка елементів управління, провідних пультів керування, підключення елементів централізованого управління;
- установка повітроводів для блоків каналного типу;
- продування траси і перевірка на герметичність;
- теплоізоляція трубопроводів;
- підключення трубопровідної системи до внутрішніх і зовнішніх блоків;
- вакуумування системи;
- дозаправка холодоагента;
- відкриття вентилів блоків;
- пуск, налаштування і тестування блоків.

Внутрішні блоки системи кондиціонування встановлюють залежно від обраної моделі – або в стельовому просторі (каналні), або в подшивній стелі (касетні), або на стінах (настінні моделі).

Зовнішні блоки систем кондиціонування розташовуються у дворі, на спеціально обладнаних майданчиках.

Вимоги до монтажу трубопровідної системи впливають з необхідності забезпечити відсутність вологи і бруду всередині труб, а також герметичність трубопровідної системи.

З'єднувальні труби фреонової магістралі повинні бути безшовні і виготовлені з міді. Діаметри з'єднувальних труб вибирають в залежності від продуктивності внутрішнього блоку або індексів продуктивності у разі розгалуження магістралі. Рекомендований радіус вигину труб при монтажі не менше 300 мм. Паяння труб системи виконують в середовищі захисного газу – азоту. Азот з мінімальною витратою, що забезпечує витіснення повітря, подають всередину спаюваних труб. Подача азоту виключає утворення окалини у внутрішніх порожнинах при пайці.

Для забезпечення гарантованого видалення з труб повітря і вологи виконують вакуумування системи. Після вакуумного сушіння проводиться дозаправка трубопровідної системи холодильним агентом.

Для забезпечення зливу конденсату в системі кондиціонування використовується дренажний трубопровід. Для забезпечення зливу конденсату дренажна труба повинна встановлюватися з ухилом 1:100 у бік зливу. Для каналного і касетного типу блоків рекомендується підключати загальний трубопровід від кожного блоку до загальної дренажній трубі. У внутрішніх блоків настінного типу організовується індивідуальний дренаж від кожного блоку. Діаметр дренажних труб повинен бути підібраний у відповідності з продуктивністю внутрішнього блоку. Діаметр загальної дренажної труби повинен бути не менше 35 мм. При необхідності до загальної трубі підключається дренажна помпа з накопичувальною ємністю, розрахована на продуктивність блоків конденсату. В середньому на 1 кВт по холоду припадає 0,5-0,8 л/год продуктивності конденсату.

15.2 Схема установки системи кондиціювання повітря

Схема установки системи кондиціювання повітря наведена на рисунку 15.1.

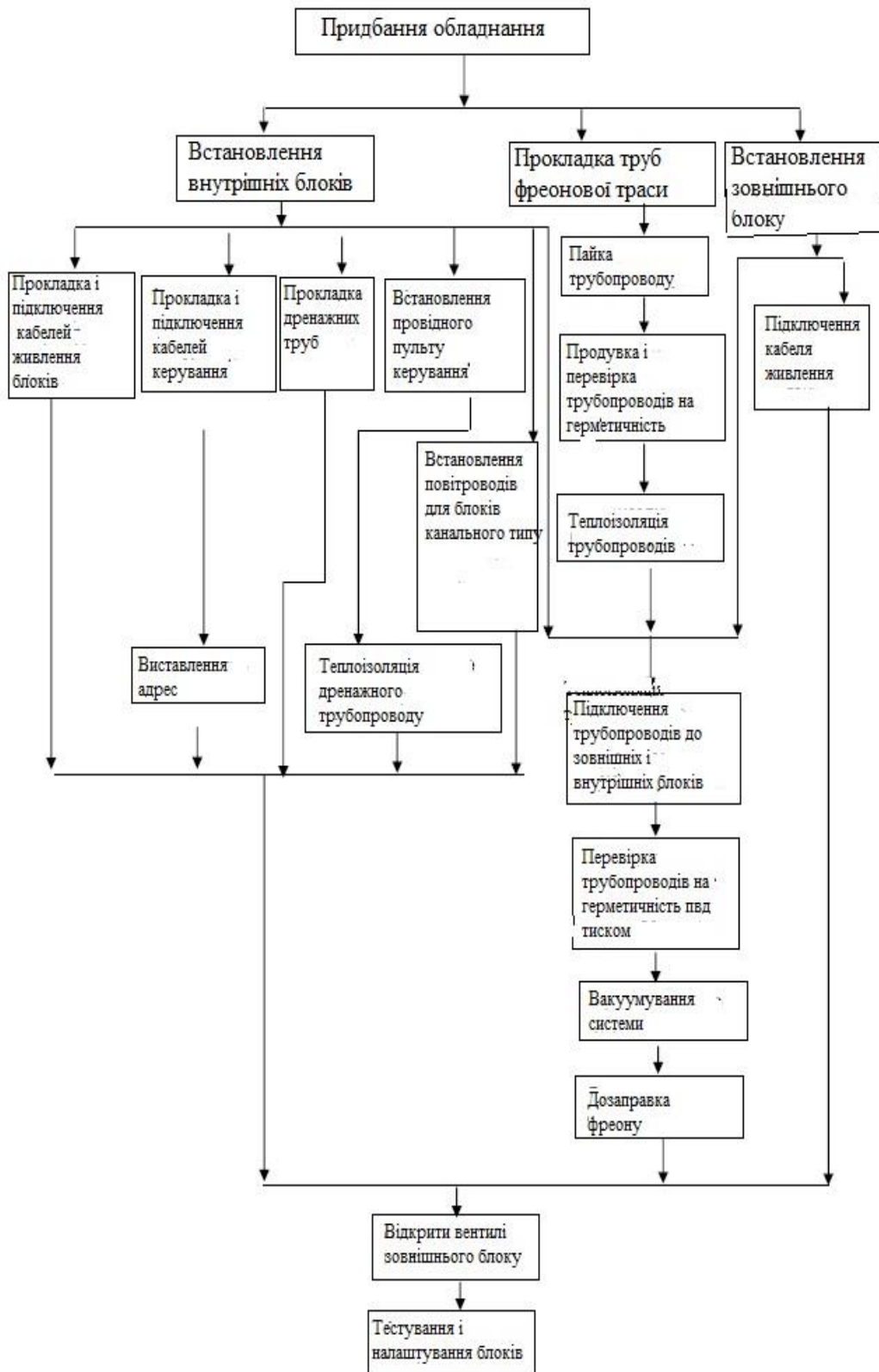


Рисунок 15.1 – Схема установки СКП

Прокладка кабелю електроживлення розробляється відповідно до схем підключення блоків, схем прокладки фреонової траси, дренажного трубопроводу, розташування щита електроживлення і елементів управління системою, вимог безпеки правил експлуатації електроустановок. Кабель живлення підбирається в залежності від споживаної потужності блоків. Перетин загального кабелю живлення внутрішніх блоків має бути розрахований на сумарний струм всіх внутрішніх блоків, який не повинен перевищувати максимально допустимий струм більш ніж в 1,5–2 рази.

15.3 Основні споживчі функції кондиціонера

Всі побутові спліт-системи мають інфрачервоний пульт дистанційного керування з рідкокристалічним дисплеєм і близько десятка стандартних функцій, причому за цим показником «бюджетні» кондиціонери нічим не відрізняються від «елітних». Причина такої уніфікації в тому, що для реалізації додаткових функцій не потрібно змінювати або ускладнювати конструкцію кондиціонера, достатньо лише перепрограмувати мікроконтролер, який керує роботою кондиціонера і додати кнопки на пульт ДУ.

Основні режими роботи кондиціонера, що використовуються для кондиціонування і обігріву приміщень:

1.Вентиляція – режим роботи, при якому працює лише вентилятор внутрішнього блоку, без включення компресора. Використовується для рівномірного розподілу повітря по приміщенню і може використовуватися, наприклад, взимку, коли тепле повітря від обігрівачів і приладів центрального опалення скупчується під стелею, а підлога залишається холодним.

2.Автоматичний режим. У цьому режимі кондиціонер сам вибирає режим роботи (Охолодження, Обігрів або Вентиляція) для підтримки комфортної температури.

3.Осушення. У режимі осушення кондиціонер зменшує вологість повітря. Осушення повітря завжди супроводжує його охолодженню. Тепле повітря стикається з холодним теплообмінником (радіатором) внутрішнього блоку, в результаті на теплообміннику конденсується волога, яка відводиться через дренажний шланг. Тому в режимі осушення кондиціонер працює так само, як і в режимі охолодження, тільки температура повітря в приміщенні знижується не більше, ніж на 1 °С. В той же час зволожувати повітря не вміє жоден побутовий кондиціонер, оскільки для цього довелося б вбудовувати додаткове обладнання, а це призвело б до збільшення собівартості.

Очищення повітря. Для очищення повітря перед теплообмінником внутрішнього блоку встановлюють один або декілька фільтрів. Основний фільтр кондиціонера призначений для очищення повітря від крупного пилу (так званий, фільтр грубого очищення). Цей фільтр являє собою звичайну дрібну сітку і захищає не стільки мешканців кондиціонованого приміщення, скільки нутрощі кондиціонера. Для очищення цього фільтра досить промити його в холодній воді. Додаткові фільтри (так звані, фільтри тонкої очистки) призначені для очищення повітря від дрібних частинок пилу, диму, пилку рослин. Спліт-

системи можуть комплектуватися різними фільтрами тонкого очищення – вугільними (усуває неприємні запахи), електростатичним (затримує дрібні частинки) та іншими. Термін служби більшості таких фільтрів – від 6 місяців до 2 років, після чого треба купувати нові.

Установка температури. Для режимів Охолодження і Обігрів можна задати бажану температуру з точністю до 1 °С в діапазоні від 16–18 до 30 °С. Зазвичай датчик температури встановлюється у внутрішньому блоці кондиціонера, але деякі моделі мають додатковий датчик, вбудований в пульт ДУ. У цьому випадку користувач сам вибирає, в якій точці буде проводитися вимірювання температури.

Швидкість вентилятора. Вентилятор внутрішнього блоку може обертатися з різною швидкістю, відповідно змінюючи швидкість і кількість повітря, що проходить через внутрішній блок (цей параметр називається *продуктивність по повітрю* або «прокачування» кондиціонера і вимірюється в м³/год). Зазвичай вентилятор має від 3 до 5 фіксованих швидкостей плюс автоматичний режим. В автоматичному режимі швидкість вентилятора вибирається виходячи з поточної і заданої температури – чим більше поточна температура відрізняється від заданої, тим вище швидкість вентилятора.

Напрямок повітряного потоку. Напрямок повітряного потоку, створюваного внутрішнім блоком, може регулюватися по вертикалі за допомогою горизонтальних пластин (жалюзі), що мають 5–7 фіксованих положень. У режимі охолодження потік зазвичай направляють горизонтально уздовж стелі, щоб холодне повітря не потрапляло на людей. У режимі обігріву потік повітря направляють вниз, оскільки гаряче повітря легше холодного і піднімається вгору. Крім цього, жалюзі можуть автоматично гойдатися вгору-вниз, рівномірно розподіляючи потік повітря по приміщенню. У деяких моделях кондиціонерів потужністю понад 5 кВт додатково є автоматичні вертикальні жалюзі, які регулюють потік повітря в горизонтальному напрямку.

Таймер на включення і виключення. За допомогою 24-годинного таймера можна встановити час автоматичного включення і виключення кондиціонера, наприклад, можна включати кондиціонер за годину до повернення з роботи.

Нічний режим. Після включення цього режиму кондиціонер встановлює мінімальну швидкість вентилятора (для зменшення шуму) і плавно підвищує (у режимі охолодження) або знижує (в режимі обігріву) температуру на 2–3 градуси протягом кількох годин. Вважається, що такі температурні умови оптимальні для сну. Через 7 годин після включення цього режиму кондиціонер вимикається.

Рівень шуму кондиціонера

Рівень шуму вимірюється в децибелах (дБ) – відносній одиниці, що показує в скільки разів один звук голосніше іншого. За 0 дБ прийнятий поріг чутності (зауважимо, що звуки з рівнем менше 25 дБ фактично не чути). Рівень шепоту – 25–30 дБ, шум у офісному приміщенні, як і гучність звичайної розмови, відповідає 35–45 дБ, а шум жвавої вулиці або гучної розмови 50–70 дБ.

Для більшості побутових кондиціонерів рівень шуму внутрішнього блоку лежить в діапазоні 26–36 дБ, зовнішнього блоку 38–54 дБ. Можна помітити, що шум працюючого внутрішнього блоку не перевищує рівень шуму офісного приміщення.

При закритих вікнах, а інакше експлуатувати кондиціонер не допускається, шум зовнішнього блоку практично не чутний.

Відстань між зовнішнім і внутрішнім блоками кондиціонера або міжблочна відстань має велике значення як для вартості установки кондиціонера, так і для його терміну служби. Ця відстань визначається довжиною міжблокових комунікацій – мідних труб і кабелю. У стандартну установку зазвичай включають 5–метрову трасу – в більшості випадків цього цілком достатньо. Максимальна довжина траси для побутових кондиціонерів становить 15–20 метрів, проте використовувати трасу такої довжини не рекомендується по ряду причин. По-перше, істотно зростає вартість установки кондиціонера. По-друге, при збільшенні довжини траси падає потужність кондиціонера і зростає навантаження на компресор.

Якщо необхідно використовувати трасу більше 15–20 метрів, наприклад, при розміщенні зовнішнього блоку на даху будівлі, то доведеться використовувати не побутовий кондиціонер, а напівпромислову систему. Так, VRF–системи дозволяють розносити блоки на 100 метрів з 50-ти метровим перепадом висот, але вартість таких систем значно вище.

15.4 Експлуатація СКП і захист кондиціонера

Якщо споживчі функції у всіх кондиціонерів однакові, то функції захисту від неправильної експлуатації або несприятливих зовнішніх умов, навпаки, істотно відрізняються. Повноцінна система контролю за станом кондиціонера збільшує його вартість на 20–30 %. Навіть у першій елітній групі багато кондиціонерів мають лише частковий захист від неправильної експлуатації.

Рестарт. Ця функція дозволяє кондиціонеру включитися після перебоїв з електроживленням. Причому кондиціонер увійде в той же режим, в якому працював перед збоєм. Ця найпростіша функція реалізується на мікропрограмному рівні і тому є майже у всіх кондиціонерах.

Контроль за фільтрами. Якщо фільтри внутрішнього блоку кондиціонера не чистити, то за кілька місяців на них наросте такий шар пилу, що продуктивність кондиціонера зменшиться в кілька разів. В результаті порушиться нормальна робота холодильної системи і на вхід компресора замість газоподібного буде надходити рідкий фреон, що з великою ймовірністю призведе до заклинювання компресора. Але навіть якщо компресор і не вийде з ладу, то з часом пил налипне на пластини радіатора внутрішнього блоку, потрапить в дренажну систему і внутрішній блок доведеться везти в сервісний центр. Тобто наслідки експлуатації кондиціонера з брудними фільтрами можуть бути найсерйознішими. Для захисту в кондиціонер вбудовують систему контролю за чистотою фільтрів – якщо фільтри забруднилися, то загоряється відповідний індикатор.

Контроль витоку фреону. У будь-якій спліт-системі кількість фреону з часом зменшується із-за нормованого витоку. Для людини це не небезпечно, оскільки фреон – інертний газ, але кондиціонер без дозаправки може прослужити лише 2–3 роки. Справа в тому, що охолоджується компресор кондиціонера фреоном і при його нестачі може перегрітися і вийти з ладу. Зараз більшість виробників переходить на електронні системи контролю, які вимірюють температуру в ключових точках системи і/або струм компресора і на підставі цих даних обчислюються всі робочі параметри холодильної системи, в тому числі і тиск фреону.

Захист по струму. По струму компресора можна визначити цілий ряд несправностей холодильної системи. Знижений струм говорить про те, що компресор працює без навантаження, тобто витік фреон. Підвищений струм сигналізує про те, що на вхід компресора надходить не газоподібний, а рідкий фреон, що може бути викликано або занадто низькою температурою зовнішнього повітря, або брудними фільтрами внутрішнього блоку. Таким чином, датчик струму компресора дозволяє істотно підвищити надійність кондиціонера.

Автоматичне розморозування. При температурі зовнішнього повітря нижче +5 °С зовнішній блок кондиціонера може покритися шаром інею або льоду, що призведе до погіршення теплообміну, а іноді навіть до поломки вентилятора з-за удару лопатей об лід. Щоб цього не відбувалося, система контролю стежить за умовами роботи кондиціонера і якщо виникає ризик обмерзання, періодично включає систему авторозморозки (кондиціонер працює 5-10 хвилин у режимі охолодження без включення вентилятора внутрішнього блоку, при цьому теплообмінник зовнішнього блоку нагрівається і відтає).

Захист від низьких температур. Включати неадаптований кондиціонер при негативних температурах зовнішнього повітря категорично не рекомендується. Для запобігання поломки деякі моделі кондиціонерів автоматично відключаються, якщо температура на вулиці опустилася нижче певної позначки (зазвичай мінус 5–10 °С).

Відношення потужності охолодження до споживаної потужності є основним показником *енергоефективності* кондиціонера, в технічних каталогах це відношення позначається як ERR. Інший коефіцієнт – COP дорівнює відношенню потужності обігріву до споживаної потужності. Коефіцієнт ERR побутових спліт-систем зазвичай знаходиться в діапазоні від 2.5 до 3.5, а COP – від 2.8 до 4.0. У нових сучасних кондиціонерів значення коефіцієнтів енергоефективності ще вище. Можна помітити, що значення COP вище, ніж ERR. Це пов'язано з тим, що в процесі роботи компресор нагрівається і передає фреону додатково тепло. Саме тому кондиціонери завжди виділяють більше тепла, ніж холоду.

Для позначення енергоефективності побутової техніки існує сім категорій, що позначаються літерами від А (найкраща) до G (найгірша). Кондиціонери категорії А мають COP > 3.6 і ERR > 3.2, а категорії G – COP < 2.4 і ERR < 2.2. Слід зауважити, що споживана потужність і потужність охолодження зазвичай вимірюються у відповідності зі стандартом ISO 5151

(температура всередині приміщення 27 °С, зовні 35 °С). При зміні цих умов потужність і ККД кондиціонера будуть менше.

Огороджувальні конструкції, сонцезахисні пристрої та інші конструктивно-планувальні засоби можна віднести до пасивних методів кондиціонування мікроклімату. Вони дозволяють знизити теплонадходження або втрати тепла, забезпечити тепло- і вологостійкість приміщень. Від них залежить настановна потужність (а також річне енергоспоживання) систем опалення, охолодження, вентиляції та кондиціонування повітря, які відносяться до активних засобів кондиціонування мікроклімату. У свою чергу опалення і вентиляція є системами обмеженої дії, а кондиціонування повітря – універсальною системою в частині підтримки заданих значень температури і вологості повітря в приміщенні.

Кондиціонування повітря забезпечує цілорічне підтримання регульованих значень температури і вологості повітря в обслуговуваних приміщеннях. Таким чином, інші активні засоби кондиціонування мікроклімату є окремими випадками кондиціонування повітря.

Застосування СКП може бути викликано необхідністю підтримки заданого мікроклімату в приміщеннях, забезпечення комфортних умов для людей, оптимізації технологічних процесів, підвищення продуктивності праці, якості продукції, продуктивності тварин, скорочення втрат сировини і продукції.

Для вирішення питання про можливість застосування кондиціонування повітря необхідно мати техніко-економічне обґрунтування, оскільки це пов'язано з великими витратами – висока вартість обладнання для кондиціонування повітря, систем холодопостачання, автоматичного регулювання та керування; додаткове енергоспоживання.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5–67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. – Чинний від 01.01.2014. – Київ : Мінрегіонбуд, 2013. – 141 с.
2. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 Будівельна кліматологія: – Чинний від 01.11.2011. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
3. СНиП 2.04.05-91У* Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Чинний від 01.10.1996. – Київ : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 1996. – 84 с.
4. ДСТУ Б А. 3.2 – 12: 2009 Системи вентиляційні. Загальні вимоги. – Чинний від 01.08.2010. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 8 с.
5. Боженко М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електрон. ресурс] : навч. посіб. / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл: 11,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
6. Жихарєва Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря : навч. посіб. / Н. В. Жихарєва; Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса : ОНАХТ, 2014. – 118 с.
7. Джеджула В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навч. посіб. / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с. ISBN 978–966–641–830–5.
8. Зінич П. В. Вентиляція громадських будівель : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / П. Л. Зінич ; Київський національний ун-т будівництва і архітектури. – Київ : КНУБА, 2002. – 256 с.: іл. – Бібліогр.: с. 248–251. – ISBN 966–627–061–7.

Електронне навчальне видання

ЮЗБАШЬЯН Анна Петрівна,
МІЛАНКО Вікторія Анатоліївна

КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,
освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»)*

Відповідальний за випуск *В. В. Гранкіна*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *Міланко В. А.*

План 2021, поз.110Л

Підп. до друку 29.03.2023. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 4,7

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
№ ДК 5328 від 11.04.2017.