



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра:** Архітектури та інженерних вишукувань  
**Спеціальність:** 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

**ЗАВДАННЯ**

**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Даниленко Олександр Іванович

**1. Тема роботи** Багатоповерховий житловий будинок в м. Суми

*Затверджено наказом по університету №\_\_\_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 202\_р.*

**2. Строк здачі студентом закінченої роботи:** "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 202\_р

**3. Вихідні дані до роботи:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Завдання видав до виконання:**

**Керівник :**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Андрух С.Л.

\_\_\_\_\_

(Прізвище, ініціали)

**Консультант:**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Андрух С.Л.

\_\_\_\_\_

(Прізвище, ініціали)

**Завдання прийняв до виконання:**

**Здобувач**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Даниленко О.І.

\_\_\_\_\_

(Прізвище, ініціали)

## Анотація

**Даниленко Олександр Іванович. Багатоповерховий житловий будинок в м. Суми.** – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

**Кваліфікаційна робота магістра** за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.

Робота складається із змісту, загальної характеристики роботи та її кваліфікаційних ознак, огляд досліджень за обраною темою, розділів основної частини, висновки за результатами МКР (українською та англійською мовами).

**Сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, методи наукового дослідження.**

**Результати досліджень:** викладені у пояснювальній записці магістерської роботи та розглянуто у науковій статті у вигляді тези даної роботи.

**В основній частині:** розглянуто шість розділів в першому розділі розглянуто загальну характеристику роботи, другий розділ складається з історичного аналізу розвитку щодо існування вентиляції, третій розділ досліджувалась ефективність та надійність вентиляційної системи, четвертий розділ проведений аналіз вологості повітря на вентиляційну систему, у п'ятому розділі практичне застосування системи вентиляції для житлового будинку, а у шостому розділі проведена економічна ефективність застосування вентиляційної системи для житлового багатоквартирного будинку.

**У висновках:** В другому розділі магістерської роботи проведено історичний огляд вентиляційних систем, починаючи з давніх часів і до сьогодення.

У третьому розділі вдалося розглянути ефективність та заходи безпеки при використанні рекуператора. Описані відомі типи вентиляційних систем для житлового будинку. Визначені позитивні та негативні сторони вентиляційних систем. Вартість вентиляційних систем з рекуператором була визначена за допомогою Інтернет-ресурсів. У останньому розділі розглянута економічна складова ефективності вентиляційної системи з підвищенням енергоефективності житлових будівель за умови застосування приточно-втяжної вентиляції приміщення з рекуперацією тепла, яка становила 11%.

**Ключові слова:** рекуперация тепла, вентиляція, енергоефективність.

**Список публікацій** та виступів на конференціях студента:

Даниленко О.І., Андрух С.Л. Використання сучасних вентиляційних систем з урахуванням енергозбереження/Матеріали щорічної науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського національного аграрного університету (13-17 листопада 2023р). – Суми, 2023.

В додатках наведено; тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

***Структура роботи.***

Робота складається з основного тексту на \_\_\_ сторінках, у тому числі \_\_\_ таблиць, \_\_\_ рисунки. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 6 розділів, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з \_\_\_ використаних джерел, 1 додатку на \_\_\_ сторінках. Графічна частина складається з \_\_\_ аркушів креслень та 10 слайдів мультимедійної презентації.

## **Abstract**

**Oleksandr Ivanovich Danylenko. A multistory residential building in the city of Sumy.** – Master's qualification work on manuscript rights.

**Master's qualification work in specialty 192 "Construction and civil engineering".** – Sumy National Agrarian University, Sumy, 2024.

The work consists of the content, the general characteristics of the work and its qualification features, an overview of research on the chosen topic, sections of the main part, conclusions based on the results of the MKR (in Ukrainian and English).

The goal, tasks, object and subject of research, methods of scientific research are formulated.

**The results of research:** are presented in the explanatory note of the master's thesis and considered in a scientific article in the form of a thesis of this thesis.

In the main part: six sections are considered, the first section considers the general characteristics of the work, the second section consists of a historical analysis of the development of the existence of ventilation, the third section examines the effectiveness and reliability of the ventilation system, the fourth section analyzes the humidity of the air on the ventilation system, in the fifth section practical application of the ventilation system for a residential building, and in the sixth chapter, the economic efficiency of the application of the ventilation system for a residential apartment building is carried out.

**In the conclusions:** In the second chapter of the master's thesis, a historical overview of ventilation systems, starting from ancient times and up to the present, was conducted. In the third section, it was possible to consider the effectiveness and safety measures when using the recuperator. Known types of ventilation systems for residential buildings are described. The positive and negative aspects of ventilation systems are defined. The cost of ventilation systems with recuperator was determined using Internet resources. In the last section, the economic component of the efficiency of the ventilation system with an increase in the energy efficiency of residential buildings is considered under the condition of the use of supply and exhaust ventilation of the room with heat recovery, which was 11%.

**Keywords:** heat recovery, ventilation, energy efficiency.

**List of publications and speeches at student conferences:**

Danylenko O.I., Andruh S.L. Use of modern ventilation systems taking into account energy saving/Materials of the annual scientific and practical conference of teachers, graduate students and students of the Sumy National Agrarian University (November 13-17, 2023). – Sumy, 2023.

**In the appendices** are given: abstracts of the conference, an album of multimedia slides presentations.

**Structure of work.**

The work consists of the main text on \_\_ pages, including \_\_ tables, \_\_ drawings. The text of the work contains a general description of the work, 6 sections, conclusions and recommendations based on the results of the work, a list of \_\_ used sources, 1 appendix on \_\_ pages. The graphic part consists of \_\_ sheets of drawings and 10 slides of a multimedia presentation.

## ЗМІСТ

Завдання .....	2
Анотація .....	4
Вступ .....	9
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ .....</b>	<b>10</b>
<b>РОЗДІЛ 2. БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ .....</b>	<b>13</b>
2.1. Як виникла система вентиляції в історії .....	13
2.2. Наукові дослідження в галузі вентиляції .....	14
2.3. Вентиляція у сучасності .....	16
<b>РОЗДІЛ 3. ВЕНТИЛЯЦІЙНА СИСТЕМА ЇЇ НАДІЙНІСТЬ У ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....</b>	<b>19</b>
3.1. Різновиди вентиляційних систем .....	19
3.2. Негативні та позитивні властивості застосування вентиляційних систем .....	26
<b>РОЗДІЛ 4. ПРИНЦИП РОБОТИ ДІАГРАМИ ВОЛОГІСНОГО ПОВІТРЯ .....</b>	<b>34</b>
<b>РОЗДІЛ 5. ЗАСТОСУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В ЖИТЛОВОМУ БУДИНКУ .....</b>	<b>43</b>
5.1. Застосування вентиляції в житловому будинку .....	43
5.2. Звичайна вентиляція в житловому будинку .....	45
5.3. Розрахунок необхідного діаметру для рекуператора в потрібному приміщенні квартири .....	48
<b>РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОПОНУЄМОЇ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ...</b>	<b>51</b>
6.1. Економічні передумови з вибору вентиляційної системи .....	51
6.2. Загальні висновки по роботі .....	53
Список використаних джерел .....	54
Додаток .....	58

## ВСТУП

Декілька слів до терміну «Вентиляція» - це дія процесу що може бути пов'язаний із заходами що забезпечують можливість заміни старого повітря на повітря із зовні. Вже останні 10 років на території України почали інтенсивно застосовувати енергозаощадливість починаючи з житлового сектору та поступово переходити і до промислового напрямку, хоча це не так видно, як хотілось.

Першими шагами у енергозбереженні для житлового сектору було застосована процедура заміни старих дерев'яних вікон та дверей на нові з використанням ПВХ матеріали вікон та дверей (збільшуючи при цьому від однієї камери до 3-х і більше) в приміщенні. Щільність забудови, якісна теплоізоляція, високоефективні вікна та двері – усі ці енергозберігаючі заходи призводять до герметичності будівель. Незважаючи на такий значний показник, питання вентиляції та забезпечення свіжим повітрям наших осель приділяється дуже мало уваги.

У майбутньому основним способом провітрювання наших осель залишатиметься відкривання вікон, що призводить до значних втрат енергії та впливу зовнішніх факторів на наше здоров'я. Проводячи від 70 до 90% нашого часу в приміщенні, важливо забезпечити високу якість повітря, яким ми дихаємо, що еквівалентно приблизно 12 м<sup>3</sup> на день.

Важливо знати, що втрати енергії при використанні вікон для провітрювання можуть становити до 50%. Тому використання систем вентиляції в сучасних будівлях є важливим чинником створення здорових, комфортних умов проживання та забезпечення енергозбереження.

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Останнім часом енергозбереження будівель стає головною проблемою сучасності. Значна частина будівель, побудованих 10 або більше років тому, потребує газу, вугілля або дров для опалення та утримання тепла у приміщенні. Перш за все, для збереження енергії (тепла) необхідно позбавитися відстійних старих вікон або дверей. Ці кроки частково допоможуть вирішити проблеми з енергозбереженням, але в подальшому появляються питання щодо вікон. Вони починають течі та отримують назву "плачучі вікна". Причиною цього явища є негативна температура скла при занадто високій вологості. Це питання з'явилося після того, як було замінено старе вікно на нове з пластику. У новому вікні є хороша герметичність та потребує додаткової функції вентиляції. Є простий спосіб вирішення цього питання - це відкриття вікон і провітрювання приміщення. Ці дії призводять до втрати великої кількості тепла з приміщення. Також важливо відзначити, що наявність вологи всередині приміщення свідчить про порушення герметичності склопакета. Зазвичай, якщо на вікні з боку кімнати з'являється краплеподібна вода, це проблема вентиляції.

**Мета і завдання дослідження.** Зробити порівняльний аналіз відомих рекуператорів із простим вентиляційним процесом. Для завдання з дослідження даної проблеми можна поставити наступне:

- проаналізувати відомі системи вентиляції;
- визначення безпечності приладів під час експлуатації;
- позитивні та негативні сторони енергозаощадження рекуператора в зимовий період;
- сформулювати поняття собівартості рекуператора по відношенню із звичайною системою вентиляції.

**Об'єкт дослідження.** Застосування енергозаощадження при будівництві будівель та споруд.

**Предмет дослідження.** Врахування внутрішнього середовища в приміщенні та конструктивне вирішення з енергозаощадження через рекуперацію.

**Методи дослідження.** Для дослідження поставленої мети використовувався емпіричний метод дослідження.

**Наукова та технічна новизна одержаних результатів.** Застосування новітніх технічних рішень має подальший розвиток у використанні з енергозаощадження в житловому приміщенні. Природна вентиляція у житлових приміщеннях в основному визначається нормативним документом ДБН В.2.2-15-2005. До житлової забудови належать малоповерхові та багатоповерхові житлові будинки. Вентиляція квартири заснована на такому ж принципі розподілу повітряного потоку по приміщенню. Він полягає в тому, що повітря подається в робочі зони, тобто зони праці та відпочинку людей (спальні, кабінет, вітальні та ін.), а вентиляційна витяжка надходить із збільшеної площі. Виділення вологи, диму, запахів і пилу (кухня, ванна кімната, душ, ванна кімната, гардероб). При розрахунку тепловтрат і природної вентиляції існувало і існує поняття проникнення повітря через негерметичність захисних конструкцій (вікон, балконів, дверей тощо).

У старих будівлях інфільтрація забезпечує значну частину втрат тепла, але все ще забезпечує припливне повітря, необхідне для природної вентиляції. У холодну пору року природна вентиляція працює в основному завдяки різниці температур і, отже тиску всередині приміщення і зовні.

Влітку природна вентиляція може бути ефективною лише на нижніх поверхах багатоповерхових будинків через перепади тиску (висоти). Залежно від конкретної ситуації, для конкретного житлового приміщення необхідно спочатку забезпечити природній приплив свіжого повітря або застосувати примусову вентиляцію.

Природна і штучна вентиляція повинні відповідати таким санітарно-гігієнічним вимогам:

- створювати нормативні робочі погодні умови (температуру, вологість і швидкість руху повітря) у зоні роботи об'єкта;
- повністю видаляє з приміщення шкідливі гази, пари, пил та аерозолі або розчиняє їх до гранично допустимої концентрації;
- не вводити в приміщення забруднене повітря ззовні та забирати забруднене повітря із сусідніх приміщень;

- уникайте створення протягів або сильного кондиціонування на робочому місці;
- має бути доступним для оперативного управління та ремонту;
- не створюйте додаткових незручностей під час роботи (шум, вібрація, проникнення дощу чи снігу тощо).

Система кондиціонування повітря, яка також використовується у житловому приміщенні, значною мірою відповідає вищезазначеним вимогам.

### ***Практичне значення одержаних результатів.***

При введенні та експлуатації інтегрованої системи енергозабезпечення вдається підвищити енергоефективність місцевого об'єкту та зменшити викиди CO<sub>2</sub> за рахунок використання відновлюваних джерел енергії.

### ***Апробація та публікація результатів роботи.***

Даниленко О.І., Андрух С.Л. Використання сучасних вентиляційних систем з урахуванням енергозбереження/Матеріали щорічної науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського національного аграрного університету (13-17 листопада 2023р). – Суми, 2023.

## РОЗДІЛ 2. БІБЛОГРАФІЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Як виникла система вентиляції в історії

Вивчаючи історичні дані щодо вентиляції та кондиціонування, стало відомо, що ці процеси відомі були ще в Древньому Єгипті. Перевагами вентиляції для очищення повітря від пилу та сторонніх запахів було те, що робітники-вирізувачі каменю, що працювали в закритих приміщеннях, часто страждали на різні захворювання дихальних шляхів. Вивчаючи це питання, єгиптяни виявили, що джерелом захворювання є висока концентрація пилу, тому робітники почали будувати свої робочі місця так, щоб стіни відсутні або конструкція стін не заважала циркуляції повітря.

Вже в I столітті до н.е. в Древньому Римі почали використовувати систему відведення диму під час опалення будівель. Піч розміщувалася всередині будівлі, з'єднуючи пічну систему з димоходом через спеціальні канали, які проходили під підлогою. Дим і нагрітий повітря від пічної системи проходили каналами, нагріваючи кам'яний підлогу і тим самим підвищуючи температуру в будівлі. Така централізована система опалення використовувалася у будинках римських патриціїв, а також у банях. Цей досвід використання опалення в Римській імперії, хоч і в неповному обсязі, дозволяв мати в приміщенні повітря без смороду.

У середньовіччі люди почали розуміти, що повітря в приміщенні може передавати хвороби серед переповнених кімнат людей. Будинки та малі споруди обігрівалися за допомогою відкритого вогню в кімнатах. Дим проникав у кімнату, і люди задихалися. Король Англії Чарльз I в 1600 році заборонив будувати будівлі, де висота стелі менше 10 футів (3 м). Висота вікон при цьому повинна перевищувати їх ширину. Завдяки такому підходу до будівництва вдалося зменшити кількість диму в житлі та знизити відсоток отруєння вугільним газом людей. Маючи такий досвід вирішення питання щодо вентиляції, можна зробити висновок, що зі збільшенням кількості вікон та висоти приміщення виникала інша проблема - важкість опалення великих площ.

Додаючи до цього той факт, що велика частина приміщень побудованих понад 10 або більше років потребує газу, вугілля або деревини для опалення та

збереження тепла в приміщенні, можна сказати, що визначити ці умови комфортними дуже складно, особливо в осінньо-зимовий період.

## 2.2. Наукові дослідження в галузі вентиляції

Уже в XVII столітті почали проводитися перші наукові дослідження з визначення складу забрудненого димом повітря. Експерименти, що проводилися тоді, використовували малих тварин, яких поміщали в скляний контейнер з запаленою свічкою. Вогонь свічки гасили перед тим, як тварина загинула від удушення. В результаті експериментів лише частина випробуваних тварин, що брали участь в експерименті, змогла вижити після того, як вогонь свічки було загашено. Якщо зробити висновок цих наукових досліджень, а саме причина смерті - це "невідомі частки", що містяться в повітрі.

З часом, у 1775 році, французький хімік Антуан Лавуазьє, ідентифікувавши "невідомі частки" як вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ . Завдяки цьому висновку Антуан Лавуазьє причинами погіршеного стану людини не є зменшення кисню, а надлишок вуглекислого газу. За допомогою цієї гіпотези стала сенсацією і причиною довгих обговорень вчених, більше двох століть вчені сперечаються про мінімальний обсяг свіжого повітря, необхідного для однієї людини, щоб почувати себе оптимально.

Протягом тривалого часу існували дві точки зору щодо вентиляційних систем. Так для архітекторів та інженерів-будівельників система вентиляції повинна виводити неприємні запахи, насичувати повітря в кімнаті киснем та запобігати накопиченню вуглекислого газу. При проектуванні інженери повинні використовувати зовнішній та внутрішній простір будівлі, щоб не займати багато корисної площі.

З початку 1836 року гірничий інженер Томас Тредголд вперше опублікував норми про мінімально необхідний обсяг приміщення, рівних  $7,2 \text{ м}^3$  на одну людину.

Так, відомий винахідник Тесла запропонував свій електричний вентилятор у 1882 році, що стало новим застосуванням для комфортного перебування людини в приміщенні. Тоді можливості цього вентилятора були обмежені, тому

для ефективного та швидкого охолодження кімнати перед вентилятором кладили багато льоду.

Наприклад, під час Кримської війни (1853-1855 рр.) було помічено, що в переповнених лікарнях з поганою вентиляцією серед поранених солдат швидко поширювалися хвороби, що передавалися від людини до людини. Спираючись на спостереження, лікарі рекомендували 50 м<sup>3</sup> вільного простору на одну людину. Враховуючи ці спостереження, які увійшли в законодавство 1914 року Американського товариства інженерів з опалення та вентиляції (ASHVE). В результаті енергетичної кризи в США через півстоліття цей закон був переглянутий. Нові дослідження, проведені незалежними експертами США та Данії, про мінімальний об'єм чистого повітря на одну людину складає 27 м<sup>3</sup>. Вже з 1989 року був прийнятий стандарт ASHRAE/ANSI 62.1-1989, який є зараз загальноприйнятою нормою в більшості розвинених країн.

Початкові системи вентиляції були природними і здійснювалися шляхом орієнтації будівлі та розміщення вікон під кутом до напрямку вітру на місцевості. Проте не завжди є можливість спроектувати житло таким чином, щоб вентиляція використовувалася природним шляхом. Якщо циркуляція природним шляхом недостатня, для забезпечення свіжого повітря необхідна примусова вентиляція. Перший в світі вентилятор був вбудований в стіну винахідником Леонардо да Вінчі.

Значний розвиток примусових вентиляційних систем почався з середини 1880-х років разом з активним використанням пари та електрики в механізмах. Перші парові вентилятори були дуже великими і важили кілька тонн. У 19 столітті розвиток кондиціонування повітря в приміщеннях почався з винаходу морозильної парової установки. Однією з найраніших парових морозильних установок були спроектовані Шарлем Тельє у Франції. Пізніше, у 1870 році, Девід Бойл успішно отримав лід за допомогою свого парового агрегата, який використовував аміак, а інший винахідник Рауль Пікт запатентував технологію отримання льоду за допомогою діоксиду сірки.

### 2.3. Вентиляція у сучасності

В сучасний час розвиток вентиляційної системи набув значних змін. З'явилося багато різноманітного обладнання для кондиціювання повітря, зволожувачів, осушувачів та систем вентиляції. У цьому розмаїтті обладнання споживачеві важко зробити правильний вибір і не помилитися.

Основне напрямком діяльності вентиляційної системи - це створення максимально комфортного мікроклімату в квартирі та інших місцях проживання людини.

Ступінь комфортності в приміщенні визначається наступними параметрами:

- рівень чистоти повітря;
- температура;
- вологість.

Завдяки правильному застосуванню різних видів пристроїв можна створити більш складні системи "клімат-контролю" під будь-які вимоги та побажання.

Також відомо, що до 30% від загальних втрат тепла приміщення викликає вентиляція будинку та вентиляція квартири. Встановивши пластикові вікна, ми економимо тепло, але недопустимо знижуємо рівень вентиляції, що дуже негативно впливає як на здоров'я людини (недостаток кисню, швидка втомлюваність, поганий сон, головні болі тощо), так і на стан приміщень (підвищується вологість повітря, потовщення вікон, поява вологи, а також чорна пліснява та грибок на стінах). Вентиляція будинку, як правило, відбувається завдяки тому, що ми відкриваємо пластикові вікна, але це, по-перше, не вирішує всіх проблем, а по-друге, в холодний час створює дискомфорт і анулює їх енергозберігаючі властивості. Ми перетворили свої домівки в термоси, в яких тепло, але некомфортно. Розглянемо кілька систем вентиляції.

#### Клімат приміщень в будівлі

Клімат приміщень будівель характеризується комплексом фізичних факторів середовища, які впливають на тепловий обмін, фізичний стан організму людини і умови експлуатації конструкцій будівель. Показниками мікроклімату приміщень є температура повітря в приміщеннях і на поверхнях огороджуваних конструкцій, швидкість руху повітря, його вологість та гігієнічний стан, наявність або відсутність агресивних впливів на огороження, а також

інсоляційний, світловий і шумовий режими. Наявність агресивних впливів пов'язана не лише з присутністю хімічних речовин, а й з температурним і вологістним станом повітряного середовища і його змінами. Важливими факторами, які впливають на стан людей в приміщеннях, а також на умови експлуатації огорожуючих конструкцій, є максимальні і мінімальні значення температури і вологості, їх коливання і зміни, пов'язані з періодами року або особливостями функціональних процесів.

Основними принципами гігієнічного нормування оптимальних і допустимих параметрів мікроклімату в приміщеннях житлових і громадських будівель є:

- врахування добових і сезонних ритмів коливань фізіологічних функцій людини, а також її акліматизація до кліматичних особливостей;
- диференціація за віковими групами населення;
- врахування рівня енерговитрат (активності) і рівня теплоізоляційних властивостей одягу відповідних груп населення.

При проектуванні будь-якої будівлі необхідно створювати оптимально комфортне штучне середовище мікроклімату для здійснення функціональних процесів, що відбуваються в ній за призначенням.

Степінь комфорту в приміщенні визначається повітряно-тепловим, світловим, колірним та шумовим режимами, а також факторами об'ємно-планувальних рішень та зв'язком з навколишнім середовищем. Повітряне середовище приміщень будівель повинне відповідати гігієнічним вимогам до його основних параметрів за температурою, вологістю та швидкістю руху повітря. Оптимальні розміри цих параметрів визначаються їх впливом на організм людини та залежать від природно-кліматичних умов району будівництва і періоду року. Оптимальна температура повітря в приміщеннях опалюваних будівель на території України коливається: від 20 до 21 °С взимку, від 20 до 22°С - навесні та восени і від 22 до 25 °С - влітку. Важливе значення в гігієнічному відношенні має величина перепаду температури повітря по висоті приміщення, яка не повинна перевищувати 2 °С. Підвищення вертикального перепаду більше ніж на 3 °С призводить до охолодження кінцівок людини і рефлекторних змін температури

верхніх дихальних шляхів. В опалюваних приміщеннях рекомендується підтримувати відносну вологість повітря не нижче 30%, інакше починає пересихати слизова дихальних шляхів. Крім того, виникає небезпека появи статичного заряду електричності на поверхні синтетичних покриттів. Згідно рекомендацій Київського НДІ загальної та комунальної гігієни в районах з помірним кліматом (II та III кліматичні райони) температура в житлових приміщеннях взимку повинна бути 18...20 °С, на півночі (I кліматичний район) - 21...22 °С, в південних районах (IV кліматичних районах) - 17...19 °С. Літом в районах з помірним кліматом для житлових приміщень оптимальна температура 23...24 °С, а на півдні – 25...26 °С. Допустимі значення параметрів мікроклімату приміщень житлових будівель для кліматичних районів України представлені в таблиці 1 відповідно до ДСТУ-Н Б.В.1.1-27:2010.

Таблиця 1. Допустимі значення параметрів клімату приміщень житлового будинку

Параметр	Кліматичний район і період року							
	Холодний				Теплий			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Температура внутрішнього повітря, °С	18...22				20...28			
Відносна вологість повітря, %	50...60				55...65			
Швидкість руху повітря, м/с	0,08...0,1				0,08...0,1		0,1...0,15	
Середня температура внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, °С	21	18	18	17	26	27	28	30

### Нормативний розрахунок для житлових приміщень

1. Кухня - 90 м<sup>3</sup>/год.;
2. Санвузол - 50 м<sup>3</sup>/ год.;
3. Ванна кімната - 25 м<sup>3</sup>/ год.;
4. Суміщений WC - 50 м<sup>3</sup>/ год.;
5. Приток повітря в житловому приміщенні - 3 м<sup>3</sup>/ год. на 1 м<sup>2</sup> житлової площі.

## РОЗДІЛ 3. ВЕНТИЛЯЦІЙНА СИСТЕМА ЇЇ НАДІЙНІСТЬ У ЕКСПЛУАТАЦІЇ

### 3.1. Різновиди вентиляційних систем

Вентиляційна система, як кондиціонер. Так, сучасні кондиціонери стали важливим елементом для забезпечення комфортних умов проживання. При виборі кондиціонера важливо враховувати характеристики приміщення та завдання, які передбачається вирішити за його допомогою. Наприклад, для однієї кімнати або невеликого будинку підійде спліт-система, а для багатоквартирного висотного будинку може знадобитися більша система типу VRV. Якісне проектування, монтаж та обслуговування системи вентиляції також мають велике значення для забезпечення ефективної роботи кондиціонера.

**Мульти-спліт системи.** Мульти-спліт (рис.1) системи дозволяють підключати до одного зовнішнього блоку декілька внутрішніх блоків. Кількість портів на



Рис. 1. Кондиціонер  
Мульти-спліт

зовнішньому блоці визначає кількість внутрішніх блоків, які можна підключити. Кожен внутрішній блок може працювати тільки на холод або тепло, одночасно з іншими внутрішніми блоками. Системи VRV дозволяють підключати до зовнішнього блоку значно більше внутрішніх блоків, використовуючи розгалужувачі. Кількість внутрішніх блоків може бути

різною і залежить від потужності зовнішнього блоку. Деякі з таких систем дозволяють внутрішнім блокам працювати незалежно один від одного на охолодження або обігрів. Це особливо зручно, коли, наприклад, у будівлі є серверна або інше приміщення, де потрібно проводити охолодження навіть взимку.

Більшість побутових та напівпромислових кондиціонерів призначені для літнього періоду і працюють у режимі охолодження. В перехідні періоди їх можна використовувати для обігріву, коли ще не працює центральне або місцеве опалення. Температурний діапазон зовнішнього повітря, при якому доцільно використовувати кондиціонер, зазвичай від  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ . Деякі сучасні

інверторні спліт-системи можуть працювати і при низьких температурах, але їх продуктивність при цьому суттєво нижча від номінальної.

При виборі кондиціонера важливо звернути увагу на його холодо- і теплопродуктивність, особливо якщо він може працювати в режимі теплового насоса. Бажано, щоб холодопродуктивність кондиціонера перевищувала розрахункові теплові навантаження у приміщенні на 20%. Тоді кондиціонер буде працювати в оптимальному для компресора режимі, і його ресурс роботи значно зросте. Кондиціонери спліт-систем можна класифікувати за виконанням і способом монтажу внутрішніх блоків на настінні кондиціонери, каналні кондиціонери, касетні кондиціонери, напольно-стельові кондиціонери та кондиціонери колонного типу.

**Настінні кондиціонери.** Ці кондиціонери мають холодопродуктивність від 1,9 до 11 кВт. Їх живлення до 7 кВт однофазне, і напруга зазвичай підводиться до внутрішнього блоку. Для більш потужних моделей напругу трьох фаз подають на зовнішні блоки.

Дизайн і колір внутрішніх блоків можуть бути різноманітними, від звичайної прямокутної форми до квадратної з можливістю використовувати блок як раму під картину або у кутовому виконанні. Кондиціонер керується з дистанційного пульта, зазвичай вентилятор блоку має кілька швидкостей, є режими форсованого охолодження, осушення, регулювання напрямку струменя і т.п. Деякі виробники застосовують додаткові фільтри та іонізатори повітря.

**Канальні кондиціонери.** Канальні кондиціонери (рис.2) використовуються там, де можна сховати внутрішній блок в підстелевому просторі.



Рис. 2. Канальні кондиціонери

Це потребує використання повітропроводів і ґраток, що збільшує вартість установки. Однак одним внутрішнім блоком можна охолодити кілька приміщень, зберігаючи їх інтер'єр. Крім того, каналні кондиціонери можуть змішувати зовнішнє повітря з рециркуляційним (до 20%), що є їх важливою перевагою. Залежно від кількості повітропроводів, які можна підключити до внутрішнього блоку, каналні кондиціонери можуть

бути низького, середнього або високого тиску. Потужність каналних кондиціонерів зазвичай становить від 5 до 30 кВт по холоду.

Касетні кондиціонери, якщо підстелевий простір у приміщенні не менше 25 см, також не порушують інтер'єр, оскільки видимою залишається тільки панель.

Охолоджене повітря розподіляється на 4 сторони, що зменшує почуття дискомфорту від холодного струменя, яке може виникати при роботі кондиціонерів інших типів. Касетні кондиціонери мають вбудований дренажний насос, що дозволяє легко вирішити проблему видалення конденсату. Їх холодопродуктивність може коливатися від 3,5 до 16 кВт.

**Напольно-стельові кондиціонери.** Напольно-стельові кондиціонери створюють потужний струмінь повітря уздовж стелі або стіни. Це робить їх зручними для встановлення у великих приміщеннях навіть з невисокими стелями, де немає можливості встановити каналні або касетні кондиціонери. Продуктивність напольно-стельових кондиціонерів зазвичай становить від 5 до 16 кВт по холоду.

**Кондиціонери колонного типу.** Колонні кондиціонери створюють потужний повітряний потік. Мінімальна холодопродуктивність таких кондиціонерів становить 8 кВт, а максимальна - 25 кВт. Вони чудово вписуються в будь-який інтер'єр, але через потужний потік холоду встановлювати їх зручно не скрізь, а лише, наприклад, у великих високих холах, де використання кондиціонерів інших типів неможливе або неекономне.

### **До іншого типу вентиляторів можна віднести – рекуператор**

Інноваційним продуктом нового покоління, який з'явився останнім часом в Україні, є рекуператор тепла. Рекуперація - це процес передачі тепла. Він здійснюється за допомогою мідних теплообмінників, які використовують тепло відпрацьованого повітря для нагрівання холодного. На відміну від віконних провітрювачів, віконних клапанів (які, по суті, більш наближені до нещільно закритих вікон) та реверсних вентиляторів (яких, як правило, потрібно мінімум два в кожному приміщенні), система припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією повітря (рис.3 - 4) є цілісним вентиляційним рішенням і вирішує одразу кілька проблем:

- припливні та витяжні потоки працюють одночасно (з перевагою припливу над витяжкою на близько 8% для компенсації існуючих витяжних каналів) і не перемішуються між собою;
- мідний теплообмінник забезпечує відмінну рекуперацію та знезаражує повітря завдяки своїм природним антисептичним властивостям (максимально наближеним до срібла). Мідь протягом багатьох століть вважається одним з найкращих та безпечних матеріалів для транспортування повітря та питної води;
- нормалізує мікроклімат в приміщенні та усуває передумови для появи сирості, плісняви, надмірної вологості та грибка;
- проста система управління та наявність безшумного режиму;
- ви економите гроші, оскільки тепло відпрацьованого повітря з приміщення не втрачається крізь відкриті вікна, а використовується для нагрівання холодного повітря з вулиці. Таким чином, тепло в приміщенні зберігається, а свіже повітря постійно поступає;
- допомагає роботі кондиціонерів (у літній період працює навпаки, на охолодження);
- мінімальне споживання електроенергії;
- цей тип рекуператора отримав визнання якості у вигляді європейських сертифікатів СЕ та класу енергоефективності А+.

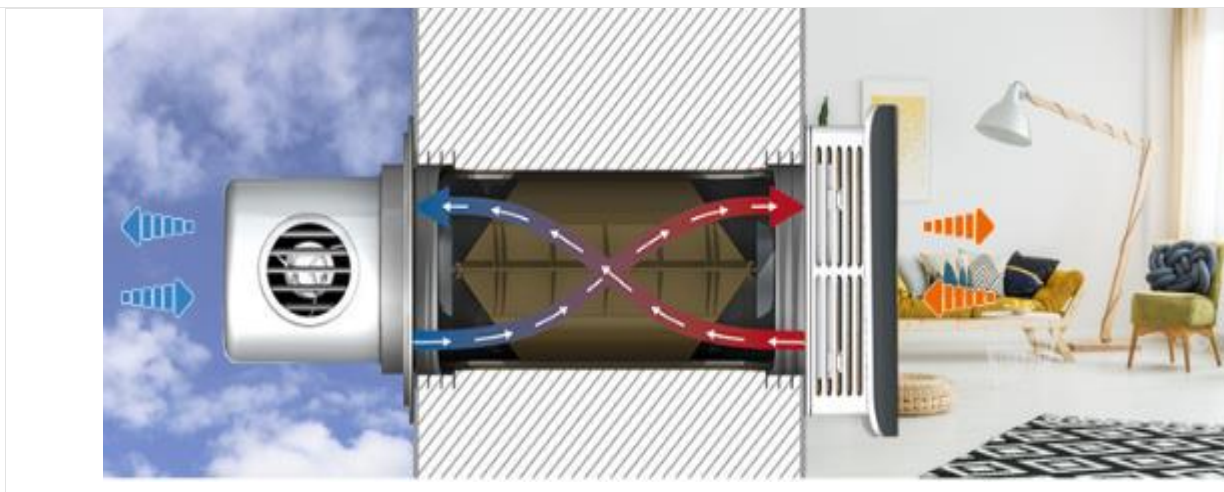


Рис.3. Принцип дії рекуператора у дії



Рис. 4. Рекуператор

Таблиця 2. Умови роботи повітрообміну вентиляційної системи

Найменування модуля	Діаметр корпусу робочого модулю, мм	ККД, %	Рекомендована площа приміщення, м <sup>2</sup>	Споживання електроенергії, Вт*год	Об'єм при рекуперації м <sup>3</sup> /год.		
					приток	витяжна	Ніч/min
Децентралізова на система вентиляції рекуператор "Prana 150"	150	91	до 60	6-32	115	105	25
Децентралізова на система вентиляції рекуператор "Prana 200G"	200	92	до 60	6-32	135	125	25
Децентралізова на система вентиляції рекуператор "Prana 200C"	200	81	до 120	12-54	235	220	40
Децентралізова на система вентиляції рекуператор "Prana 250"	250	74-51	-	20-120	650	610	80
Децентралізова на система вентиляції рекуператор "Prana 340A"	340	78-54	-	30-110	540	520	50
Децентралізова на система вентиляції рекуператор "Prana 340S"	340	78-48	-	80-310	1100	1020	110

Рівень шуму на відстані 3 метрів у максимальному режимі роботи не перевищує 40 децибелів. У режимі "ніч" він становить 26 децибелів для побутової серії. Система призначена для тривалої експлуатації при кімнатній температурі від +5°C до +35°C і зовнішнього повітря від -25°C (із увімкненим "міні-догрівом" від -30 °C) до +45°C. Встановлений термін експлуатації приладу - 10 років.

### **Вентиляційні системи у вигляді – зволожувачів повітря**

Занадто низька або занадто висока вологість повітря у приміщенні може бути шкідливою як для здоров'я людей, так і для багатьох технологічних процесів. Вона може призвести до пересихання меблів, паркету, столярки, різних матеріалів, сировини та продуктів. Сухе повітря негативно впливає на шкіру, подразнює слизові оболонки очей, носової та ротової порожнини дихальних шляхів та може спричиняти різні види алергій. Санітарні норми та правила визначають вологість повітря як допустиму у приміщенні в межах 30-70%, а оптимальну - 45-60%.

Зволоження повітря в приміщеннях є особливо важливим в зимовий період, коли вологість повітря дуже падає. Це стається через різницю температур зовнішнього та внутрішнього повітря. Відносна вологість зовнішнього повітря при від'ємних температурах зазвичай або нормальна, або невисока. Коли таке повітря потрапляє в опалюване приміщення з вищою температурою, його відносна вологість знижується у рази. Тому в усіх опалюваних приміщеннях, як от житло, офіси або будь-які громадські заклади, важливо здійснювати зволоження повітря до оптимального рівня. Для визначення необхідної кількості вологи для конкретного приміщення потрібно провести розрахунок продуктивності зволоження.

### **Які бувають методи зволоження повітря**

Зволоження повітря - важливий процес для забезпечення здоров'я та комфорту у приміщенні. Спробуємо розглянути найпоширеніші методи зволоження, уникнувши складних наукових пояснень.

Люди завжди старалися зволожувати повітря простими методами. Наприклад, посудини для радіаторів з'явилися вже після виникнення систем опалення. Розміщені на радіаторах, вони випаровують воду, підвищуючи вологість у

приміщенні. Цей метод простий і ефективний, але потребує постійного контролю рівня води.

Сучасні методи зволоження базуються на випаровуванні води. Сьогодні використовуються три основних методи: "холодний", паровий і ультразвуковий. Кожен з них має свої переваги та недоліки. Розглянемо ці методи, описуючи принцип роботи зволожувачів повітря.

### Прилади для зволоження повітря



Зволожувачі повітря можуть бути "холодні", парові та ультразвукові, кожен з них має свої особливості та переваги.

1. **Холодні зволожувачі:** Пропускають повітря через зволожувальний картридж, що наповнений водою. Повітря поглинає вологу з картриджа, одночасно очищуючись. Цей метод ефективний та малошумний, але вимагає певної якості води та періодичної заміни картриджа.

Рис.5. Зволожувач повітря

2. **Парові зволожувачі:** Підігрівають воду до температури випаровування, виділяючи пару. Вони можуть підтримувати вологість на рівні вище 60%, що корисно для деяких технологічних процесів, але вони споживають багато електроенергії та потребують гігростата.
3. **Ультразвукові зволожувачі:** Вони створюють туман з дрібних крапель води за допомогою ультразвукових хвиль. Цей метод ефективний та малошумний, і відповідно до технологічних трендів, ультразвукові зволожувачі є найбільш перспективними у сучасному світі.
4. Ультразвукові зволожувачі використовують п'єзоелектричні кристали для створення ультразвукових коливань на поверхні води, що призводить до виділення дрібнодисперсних крапель води у повітря. Ці зволожувачі є компактними, малошумними та енергоефективними, а також можуть бути комплектовані іонізаторами та очищувачами повітря. Проте вони потребують періодичної заміни фільтра та вимагають певної якості води.

5. Побутові зволожувачі призначені для використання в домашніх умовах, офісах або інших невеликих приміщеннях. Вони компактні, працюють від звичайної електромережі, мають мінімальні вимоги до установки та є легкими у обслуговуванні, зазвичай потребуючи лише підтримки рівня води або заміни картриджів.
6. Промислові зволожувачі можуть мати значно більшу продуктивність, ніж побутові, і використовуються для підтримання вологості на великих комерційних та промислових об'єктах, складах, в громадських будівлях. Вони можуть бути частиною повноцінної системи кондиціонування та поєднуватись з приточно-витяжною вентиляцією. Промислові каналні зволожувачі подають струмінь пари чи дрібнодисперсних крапель води безпосередньо в повітропроводи систем вентиляції. Також широке застосування в промисловості мають промислові зволожувачі розпилювального типу, або атомайзери, які застосовують метод механічного розпилення і можуть мати велику продуктивність зволоження - до 250 л/год.

### **3.2. Негативні та позитивні властивості застосування вентиляційних систем**

Так, спліт-системи дійсно є дуже популярними в Україні, і вони часто вважаються найзручнішими для використання в домашніх умовах. Внутрішній блок спліт-системи зазвичай має компактний дизайн і може бути легко встановлений на стіну або стелю, забезпечуючи комфортне охолодження приміщення. Цей блок майже безшумний, що дозволяє йому працювати непомітно для користувачів.

Однак зовнішній блок, який розташовується за межами приміщення, може виділяти певний рівень шуму під час роботи, що може бути джерелом роздратування для сусідів, особливо якщо вони вирішать відкрити вікна. Це один з недоліків спліт-систем, особливо в апартаментах чи багатоповерхових будинках.

Незважаючи на це, зручність використання і ефективність охолодження роблять спліт-системи привабливими для багатьох людей, навіть з урахуванням їхньої відносно високої ціни.

## Використання вентиляційних систем:

### *Позитивні сторони:*

1. Забезпечення свіжого повітря в приміщенні, що допомагає зберігати здоров'я та підвищує комфорт.
2. Видалення шкідливих речовин і запахів з приміщення.
3. Покращення якості повітря за рахунок фільтрації і очищення від пилу, бактерій і алергенів.
4. Регулювання вологості та температури повітря.

### *Негативні сторони:*

1. Потреба в регулярному обслуговуванні та очищенні системи для запобігання появі пилу, грибків і бактерій.
2. Можливість збільшення споживання електроенергії, що впливає на економічні витрати.
3. Шум від роботи вентиляційних систем може бути джерелом дискомфорту для людей.

## **Використання кондиціонерів:**

### *Позитивні сторони:*

1. Підтримка комфортної температури у приміщенні в жарку погоду.
2. Зменшення вологості повітря, що може підвищити комфортність.
3. Фільтрація повітря в приміщенні від пилу, бактерій і інших забруднювачів.

### *Негативні сторони:*

1. Потенційно висока споживання електроенергії, що може призвести до збільшення витрат.
2. Потреба в регулярному обслуговуванні та чищенні для запобігання пилу та бактерій.
3. Можливість впливу на здоров'я при неправильному використанні або недостатньому обслуговуванні.

Обидва типи систем можуть бути корисними, але їх слід використовувати з урахуванням переваг і недоліків, а також з увагою до регулярного обслуговування та належного використання для максимального комфорту і забезпечення здоров'я.

## Застосування рекуператорів

Система вентиляції, яку ви описали, виглядає досить ефективною і сучасною. Вона базується на принципі рекуперації тепла, що дозволяє зберігати значну частину тепла, яке вже було нагріте у приміщенні. Це дозволяє зменшити втрати тепла через вентиляційну систему і підвищує енергоефективність системи в цілому.

Крім того, ваша система включає в себе роздільні вертикальні шахти, які сприяють швидкому введенню свіжого повітря та видаленню відпрацьованого повітря. Це є важливим аспектом для забезпечення здорового та комфортного мікроклімату у приміщенні.

Загалом, така система вентиляції має багато переваг, включаючи високу ефективність, енергоефективність та забезпечення здорового середовища для проживання.

Ця система вентиляції дійсно має декілька переваг, які сприяють покращенню якості життя в приміщенні:

- Постійне вентилявання:** Система забезпечує постійне, відповідне нормам, вентилявання всього житлового простору, що допомагає уникнути застою повітря та забруднення.
- Уникнення конденсації:** Через рекуперацію тепла і контроль вологості повітря у приміщенні, система допомагає уникнути утворення конденсату, що може призвести до пошкодження матеріалів і стін.
- Шумовий захист:** Герметичні конструкції вікон і звукоізоляція допомагають зменшити шум зовнішнього середовища, що сприяє створенню тихого і комфортного житлового простору.
- Чисте повітря:** Підвід чистого повітря завдяки дворазовій фільтрації допомагає уникнути попадання шкідливих частинок та запахів у приміщення.

Ці переваги роблять систему вентиляції досить привабливою для використання, особливо в новобудовах або при повній реконструкції з санацією трубопроводів.



Рис.6. Технологічний процес влаштування рекуператора

Рекуператори і реверсні провітрювачі (вентиляційні установки) дійсно мають свої особливості у роботі:

1. **Однотимний приплив і витяжка:** Рекуператори забезпечують однотимний приплив свіжого повітря і відведення відпрацьованого, при цьому повітряні потоки не перемішуються. Це дозволяє уникнути повернення забрудненого повітря назад у приміщення.
2. **Робота реверсних установок:** Реверсні провітрювачі працюють поперемінно на приплив і витяжку, що вимагає встановлення двох асинхронних установок для правильної роботи.
3. **Уникнення зворотної тяги:** Система вентиляції завжди забезпечує на 8% більше обсягу приточного повітря, ніж витяжки, що дозволяє уникнути небажаного явища зворотної тяги і розповсюдження запахів з кухні і санвузла.
4. **ККД рекуператорів:** Рекуператори мають стабільно високий коефіцієнт корисної дії (ККД), оскільки постійно обслуговують два різнонапрямлені повітряні потоки, що дозволяє їм ефективно використовувати теплообмінник.

Так, виправданою перевагою рекуператорів є їхній стабільний високий ККД у порівнянні з реверсними установками, які мають пікову ефективність у певний момент, але з часом теплообмінник і, відповідно, припливне повітря поступово охолоджуються, що призводить до зниження ККД. В рекуператорах теплообмінник працює постійно і одночасно обслуговує два різнонапрямлені повітряні потоки, що забезпечує стабільно високий ККД упродовж тривалого часу.

## Зволожувач повітря в дії

Так, оптимальний рівень вологості повітря для комфортного перебування людини та збереження предметів у приміщенні зазвичай коливається в межах 45-55%. Відхилення від цих значень може призвести до несприятливих наслідків для здоров'я та стану речовин. Зволожувачі повітря можуть допомогти підтримувати оптимальний рівень вологості, але їх слід використовувати ретельно, оцінюючи якість води та враховуючи індивідуальні особливості приміщення.

Якщо ви плануєте використовувати зволожувач повітря, важливо врахувати кілька ключових моментів:

1. **Якість води:** Використовуйте дистильовану або очищену воду для запобігання розпиленню мікроорганізмів у повітрі.
2. **Підтримання:** Регулярно очищуйте та дезінфікуйте зволожувач відповідно до інструкцій виробника.
3. **Рівень вологості:** Слідкуйте за рівнем вологості, щоб уникнути переуволювання приміщення, що може призвести до проблем зі здоров'ям та псуванням предметів.
4. **Підтримка здоров'я:** Використовуйте зволожувач для полегшення симптомів, пов'язаних з сухістю повітря, таких як сухість шкіри та дихальних шляхів.

Якщо ви дотримуетесь цих рекомендацій, зволожувач може стати корисним доповненням до вашого домашнього комфорту.

### Якщо зволоження приміщення не достатнє

Підтримання оптимального рівня вологості в приміщенні є важливим для забезпечення комфорту та здоров'я. Низький рівень вологості, особливо менше 30%, може мати негативний вплив на організм:

- **Розмір приміщення:** Оберіть зволожувач з потужністю, яка відповідає розміру приміщення. Для великих приміщень може знадобитися більш потужний зволожувач.

- **Тип зволожувача:** Виберіть між ультразвуковим, паровим або вентиляційним зволожувачем, залежно від вашого бажаного методу зволоження та умов використання.

- **Фільтрація:** Приділіть увагу наявності та якості фільтрів у зволожувачі. Вони важливі для очищення води від мікроорганізмів та забруднень.

- **Можливості регулювання:** Оберіть зволожувач з можливістю регулювання рівня вологості для забезпечення комфортних умов.

- **Обслуговування:** Пам'ятайте про необхідність регулярної чистки та обслуговування зволожувача для забезпечення його ефективної роботи та тривалого терміну служби.

Правильно обраний зволожувач повітря допоможе забезпечити оптимальний рівень вологості в приміщенні і покращить ваше здоров'я та комфорт.

- Навіть предмети: меблів, книги, рослини, апаратура і статеve покриття при недостатній зволоженості повітря приходять в непридатність.

Атмосфера з показником вологості нижче 20% вважається непридатною для життя, адже навіть у Сахарі він становить не менше 25%.

*Як потрібно вибрати прилад:*

Перед використанням зволожувача повітря важливо ознайомитися з його особливостями та правильним застосуванням. Ось деякі пункти, на які варто звернути увагу:

1. **Температура і вологість:** Важливо встановлювати зволожувач відповідно до рекомендованої температури для комфортного перебування в приміщенні (20-23°C). Висока температура разом із зволоженням може створити нездорову атмосферу.
2. **Контроль вологості:** Важливо стежити за рівнем вологості у приміщенні, особливо після встановлення зволожувача. Підвищена вологість може призводити до росту мікроорганізмів та погіршення стану здоров'я.
3. **Дитячі кімнати:** У разі використання зволожувача у дитячих кімнатах варто бути особливо обережним, оскільки маленькі діти чутливі до змін в атмосфері. Краще консультиватися з лікарем щодо оптимальних умов для дитини.
4. **Контроль і підтримка:** Після встановлення зволожувача важливо регулярно перевіряти та очищати його, щоб уникнути утворення бактерій та грибків у воді.
5. Поліровані меблі, дзеркала, скла і екран телевізора покриваються нальотом. Це можливо, якщо використовувати ультразвуковий зволожувач і заправляти його

не дистильованою, а звичайною водою, що містить мінеральні солі. Парові очищувачі повітря викидають в атмосферу чистий пар, тому в даному випадку такий контроль за рідиною не потрібен.

Вибір зволожувача повітря та його коректне використання можуть значно покращити якість повітря у приміщенні та благоприємно позначитися на здоров'ї мешканців.

### **Зволожувач ультразвукового типу**

Саморобні і сучасні зволожувачі повітря – типи і характеристики сьогодні можна знайти в будь-якому магазині побутової техніки і купити відповідний зволожувач. При цьому розумний пристрій не лише забезпечить досягнення вказаної мети, а й додатково очистить повітря, його іонізує і виконає інші корисні функції.

- Стандартний паровий зволожувач. Це базовий варіант, який забезпечує високий рівень зволоження без викидів шкідливих речовин. Однак його недоліками є велике споживання електроенергії і нагрівання повітря (що не завжди практично влітку).
- Ультразвуковий зволожувач. Цей тип майже безшумний, ефективний для великих приміщень, трохи підвищує температуру. Перед покупкою такого зволожувача варто врахувати додаткові витрати на дистильовану воду та можливість встановлення фільтра. Також треба бути готовим до частого доливання рідини і обов'язкової наявності гідростату, щоб уникнути перенасичення повітря вологою.
- Мийка повітря для холодного випаровування. Цей зволожувач використовує мінімум електроенергії, запускається звичайною водою і не перенасичує атмосферу вологою. Водночас він очищує повітря. Однак має великі розміри і високу ціну, і для його роботи потрібно регулярно міняти воду і очищати від нальоту.

Деякі люди вважають, що можна обійтися підручними засобами замість покупки дорогих зволожувачів:

1. Акваріум. Це універсальний зволожувач, який здатний зволожувати повітря відповідно до обсягу акваріума. Простою випаровуванням води він створює

зволожено середовище. З включенням аерації можна збільшити швидкість випаровування вологи.

2. Домашній фонтан. Навіть невеликий фонтан може ефективно зволожувати повітря і прикрасити приміщення. Для найкращих результатів слід використовувати фільтровану воду.
3. Кімнатні рослини. Один кімнатний рослинний екземпляр (папороть, монстера, гібіскус тощо) може покращити якість повітря в приміщенні. Якщо вирощувати ці рослини у великій кількості, то додаткові зволожувачі можуть бути зайвими.
4. Розпилення рідини за допомогою пульверизатора. Для зволоження не лише повітря, але й гардин, стін та меблів, можна використовувати пульверизатор.
5. Саморобні рішення в конструкції. Дослідники запропонували багато якісних зволожувачів, які не лише зволожують повітря, але й наповнюють його приємним ароматом. Наприклад, звичайний таз з водою, в який додають ефірну олію, може бути поставлений біля батареї. На край тазу можна поставити рушники, змочені водою, що випаровується на блюдо.

## РОЗДІЛ 4. ПРИНЦИП РОБОТИ ДІАГРАМИ ВОЛОГІСНОГО ПОВІТРЯ

Сукупність станів вологого повітря, що послідовно змінюються, називається процесом. Початковий і кінцевий стан повітря можуть бути позначені цифрами або буквами. Елементарним є процес у одному окремому теплообмінному апараті або приладі, такому як повітрянагрівач, повітроохолоджувач, зволожувач, осушувач і т. д. Найчастіше складні елементарні процеси спрощують до прямої лінії, яка з'єднує початкову та кінцеву точки процесу. Процес, який відбувається в приміщенні і включає асиміляцію тепловологонадлишків, у більшості випадків розглядається як елементарний процес. Комплексним є процес обробки вологого повітря, що складається з кількох елементарних процесів, що відбуваються послідовно в окремих апаратах або приладах. Такий процес зазвичай зображується на діаграмі I-d ламаною лінією. У вентиляції обробка повітря відбувається в потоці масовою витратою  $G$ , в кілограмах на секунду або кілограмах на годину. Для переведення з інших одиниць слід використовувати таблицю 3.

Таблиця 3. Вимірювання витрат на одиницю

Дана витрата в	Потрібна витрата в					
	дм <sup>3</sup> /с (л/с)	дм <sup>3</sup> /год (л/год)	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /год	кг/с	кг/год
	Потрібна (і) операція (ї)					
дм <sup>3</sup> /с (л/с)	-	х 3600	÷ 1000	х 3,6	х 0,001р	х 3,6 р
дм <sup>3</sup> /год (л/год)	÷ 3600	-	÷ 3600000	÷ 1000	х р /3600000	х 0,001р
м <sup>3</sup> /с	х 1000	х 3600000	-	х 3600	х р	х 3600 р
м <sup>3</sup> /год	÷ 3,6	х 1000	÷ 3600	-	х р /3600	х р
кг/с	÷ (0,001 р)	х 3600000/р	÷ р	х 3600 / р	-	х 3600
кг/год	÷ (3,6 р)	х 1000 /р	÷ (3600 р)	÷ р	÷ 3600	-

У кожному процесі відбувається обмін теплоти та вологи, які можуть включати випаровування та конденсацію вологи. При цьому виділяють три види теплоти:

- Явна теплота - це енергія хаотичного руху молекул. Розрахунки можна проводити без врахування випаровування та конденсації.

При витраті потоку повітря  $G$ , кг/с, зміні температури  $\Delta t$ , °С, та середній питомій теплоємності повітря  $c=1,006$  кДж/(кг\*°С).

$$Q = c * G * \Delta t * 10^3 = 1006 G \Delta t, \text{ Вт},$$

при витраті потоку повітря  $G$  в кг/год

$$Q = c * G * \Delta t / 3,6 = 0,2794 G \Delta t, \text{ Вт}$$

- прихована - це теплота випаровування водяної пари в повітря;
- повна - це сума явної та прихованої теплоти, що використовується для будь-яких процесів. При зміні ентропії повітря на  $\Delta I$ , кДж/кг, при витраті повітря в кг/с

$$Q_{hf} = G * \Delta I * 10^3, \text{ Вт},$$

при витраті потоку повітря  $G$  в кг/год

$$Q = G * \Delta I / 3,6, \text{ Вт}.$$

### **Як нагрівається повітря у повітронагрівачів**

Нагрівання повітря в повітронагрівачі здійснюється без вологообміну, тому він перебігає вертикально вгору (рис.7, процес 1-2). Цей процес найчастіше здійснюється в холодний період року для підігрівання зовнішнього повітря. При цьому:

- температура зростає від  $t_1$  до  $t_2$ , °С;
- ентропія збільшується від  $I_1$  до  $I_2$ , кДж/кг;
- вологовміст залишається незмінним ( $d_1 = d_2$ , г/кг);
- відносна вологість зменшується від  $\phi_1$  до  $\phi_2$ , %;
- споживається теплота у кількості:

при витраті  $G$  у кг/с

$$Q = c * G * (t_2 - t_1) * 10^3 = 1006G * (t_2 - t_1) = G * (I_2 - I_1) * 10^3, \text{ Вт}$$

при витраті  $G$  у кг/год

$$Q = c * G * \frac{(t_2 - t_1)}{3,6} = 0,278 * c * G * (t_2 - t_1) = 0,2794 * G * (t_2 - t_1) \\ = G * \frac{(I_2 - I_1)}{3,6} = 0,278G * (I_2 - I_1), \text{ Вт}.$$

Для стандартної густини повітря  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>; при витраті  $L$  у м<sup>3</sup>/с

$$Q = 1207 * L * (t_2 - t_1), \text{ Вт};$$

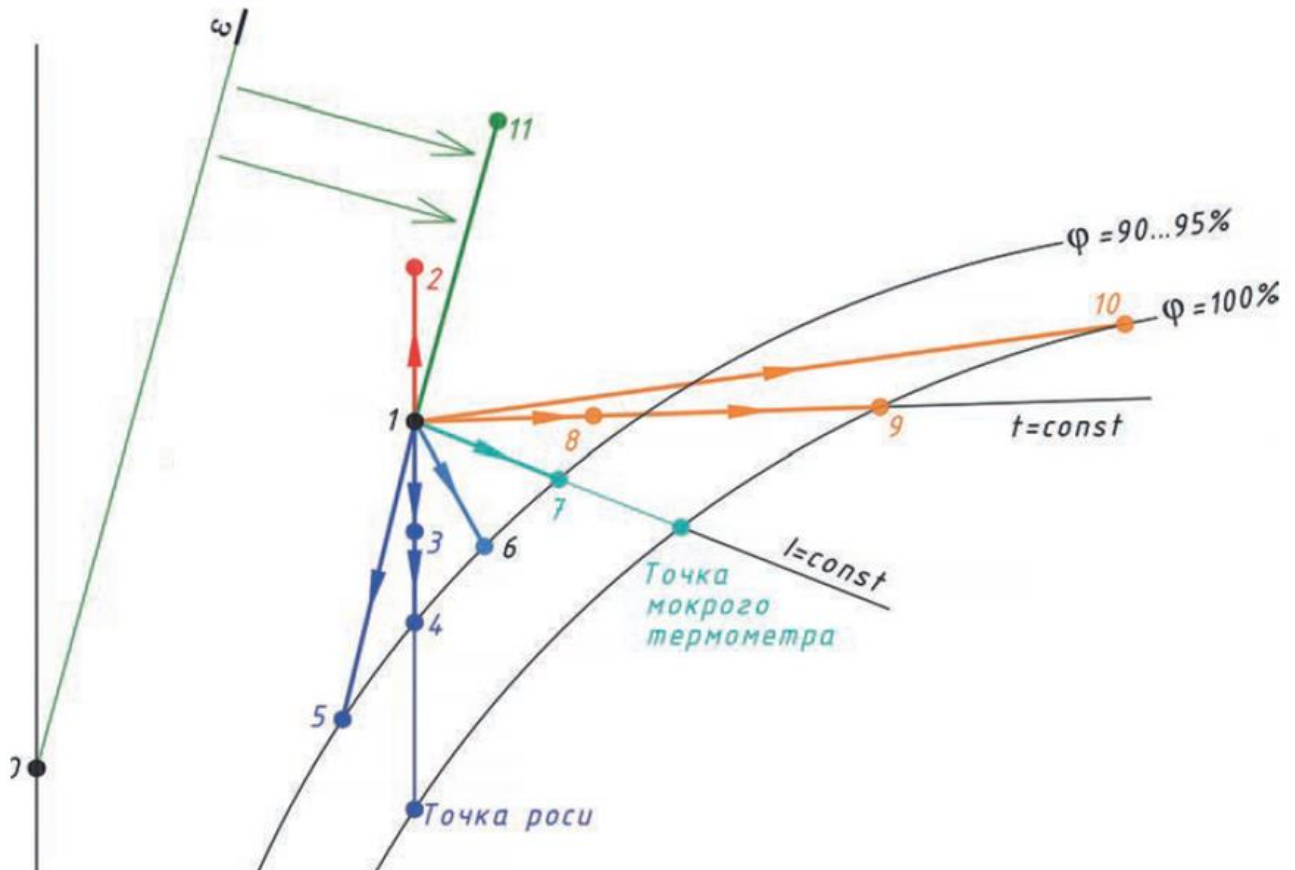


Рис. 7. Діаграма процесу нагрівання у повітрянагрівачу при витраті  $L$  у  $\text{м}^3/\text{год}$

$$Q = 0.3353 * L * (t_2 - t_1), \text{Вт}$$

Аналогічний процес перебігає у вентилятори та повітря водах за рахунок перетворення механічної енергії потоку на теплову (втрат тиску). При цьому різниця температури приймається  $t_2 - t_1 = 1 \dots 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### Охолодження повітря у поверхневому повітроохолоджувачі

Процес зволоження залежить від параметрів повітря. Найпростіший процес відбувається без вологообміну, коли відносна вологість повітря наприкінці процесу не перевищує значення  $\varphi_4=90-95\%$  (див. рис. 7, процеси 1-3 та 1-4). температура зниження від  $t_1$  до  $t_2$  або до  $t_4$ ,  $^\circ\text{C}$ ;

- ентропія зменшується від  $I_1$  до  $I_3$  або  $I_4$ ,  $\text{кДж/кг}$ ;
- вологовміст залишається незмінним ( $d_1 = d_3 = d_4$ ,  $\text{г/кг}$ );
- відносна вологість зростає від  $\varphi_1$  до  $\varphi_2$  або  $\varphi_4$ , %;
- відбирається теплота (т.з. кількість холоду) у кількості:

при витраті  $G$  у  $\text{кг/с}$

$$Q = c * G * (t_1 - t_{3,4}) * 10^3 = G * (I_1 - I_{3,4}) * 10^3, \text{Вт}$$

при витраті  $G$  у кг/год

$$Q = c * G * \frac{(t_1 - t_{3,4})}{3.6} = 0.278 * c * G * (t_1 - t_{3,4})/3,6 = G * \frac{(I_1 - I_{3,4})}{3.6} \\ = 0.278G * (I_1 - I_{3,4}), \text{Вт.}$$

Процес подальшого зволоження після точки 4 відбувається з виділенням конденсату (див. рис. 7, процес 1-5). Теоретично точка 4 має лежати на кривій  $\varphi=100\%$ . Однак через нерівномірний розподіл температури між теплообмінними поверхнями досягнення цього у технічній реалізації є неможливим.

- температура зниження від  $t_1$  до  $t_5$ , °С;
- ентропія зменшується від  $I_1$  до  $I_5$ , кДж/кг;
- вологовміст залишається незмінним ( $d_1$  до  $d_5$ , г/кг);
- відносна вологість зростає від  $\varphi_1$  до  $\varphi_5 = \varphi_4 = 90 \dots 95 \%$ ;
- кількість відібраної теплоти (т.з. кількість холоду) при конденсації вологи може бути розрахована тільки за різницею ентропії, а розрахунок за різницею температури дає значну похибку, що відповідає теплоті конденсації:

при витраті  $G$  у кг/с

$$Q = G * (I_1 - I_5) * 10^3, \text{Вт}$$

при витраті  $G$  у кг/год

$$Q = G * \frac{(I_1 - I_5)}{3.6} = 0.278G * (I_1 - I_5), \text{Вт.}$$

- витрата конденсату в г/с, якщо витрата повітря  $G$  у кг/с, або в г/год, якщо витрата повітря  $G$  у кг/год:

$$G_w = G * (d_1 - d_5), \quad \text{г/с або г/год.}$$

Повітроохолоджувачі, які працюють у такому режимі, оснащені піддоном для збирання конденсату та системою відведення конденсату з нього. У випадку, коли кінцева температура  $t_5$ , °С, наближається до нуля або стає від'ємною, може виникнути обмерзання теплообмінника, що вимагає застосування спеціальних заходів для його розморожування.

### **Зрошення та взаємодії повітря з водою**

Хід процесу зволоження залежить від температури води. Якщо вода має температуру, що близька до точки роси (тобто до точки перетину кривої

насиченості вологи з лінією  $\phi=100\%$ ), тоді процес відповідає кривим 1-4 на рисунку 7. У разі коли температура води нижча, ніж ця точка, на її поверхні утворюється конденсат водяної пари, і процес відповідає кривим 1-5. Коли температура води перевищує температуру точки роси, відбувається охолодження і зволоження повітря (процес 1-6 на рисунку 7).

- температура зниження від  $t_1$  до  $t_6$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- ентропія зменшується від  $I_1$  до  $I_6$ , кДж/кг;
- вологовміст залишається незмінним ( $d_1$  до  $d_6$ , г/кг);
- відносна вологість зростає від  $\phi_1$  до  $\phi_6=90\dots95\%$ ;
- кількість відібраної теплоти (т.з. кількість холоду) визначається за формулою:

при витраті  $G$  у кг/с

$$Q = G * (I_1 - I_6) * 10^3, \text{Вт}$$

при витраті  $G$  у кг/год

$$Q = G * \frac{(I_1 - I_6)}{3.6} = 0.278G * (I_1 - I_6), \text{Вт.}$$

після заміни індексу "5" на індекс "6";

- витрати води, що випаровується, у г/с, якщо витрати повітря  $G$  у кг/с, або в г/год, якщо витрата повітря  $G$  у кг/год:

$$G_w = G * (d_6 - d_1), \quad \text{г/с або г/год.}$$

Давайте розглянемо процес зволоження неохолодженою водою (процес 1-7 на рисунку 7), який майже зберігається на постійному рівні ентропії. Теоретично цей процес досягає точки мокрогетерометра (перетин кривої постійної ентропії з кривою  $\phi=100\%$ ), але на практиці досягає  $\phi_7=90\dots95\%$ . Цей процес називається "прямим випарним охолодженням" і використовується для зниження температури повітря без використання холодильного обладнання. Він відбувається у струминних водогряях і викликає прохолоду біля них. У цьому випадку, на відміну від попереднього, ентропія практично не змінюється, тобто  $I_1 \approx I_7$ , кДж/кг, і інші умови залишаються справедливими після заміни індексу "6" на індекс "7" для відбору конденсату та відведення конденсату з нього. Зволоження гарячою водою відбувається подібно до описаних раніше процесів,

але зі збільшенням ентропії. Цей спосіб рідко використовується, і через аналогію з попередніми процесами його розгляд не розглядається.

### Заходи парового зволоження

Коли водяна пара додається до потоку повітря (процес 1-8 та 1-9 на рисунку 7), цей процес зазвичай відбувається при постійній температурі.

- температура залишається незмінною  $t_1 = t_8 = t_9$ , °C;
- ентропія зростає від  $I_1$  до  $I_8$  або  $I_9$ , кДж/кг;
- вологовміст зростає від  $d_1$  до  $d_8$  або  $d_9$ , г/кг;
- відносна вологість зростає від  $\phi_1$  до  $\phi_8$  або до  $\phi_9 \approx 100$  %;
- витрата пари визначається за формулами

$$G_w = G * (d_8 - d_1), \quad \text{г/с або г/год.}$$

$$G_w = G * (d_9 - d_1), \quad \text{г/с або г/год.}$$

При подальшому збільшенні витрати пари процес продовжується вздовж кривої  $\phi \approx 100\%$  (процес 1-10 на рисунку 7).

- температура зростає від  $t_1$  до  $t_{10}$ , °C;
- ентропія зростає від  $I_1$  до  $I_{10}$ , кДж/кг;
- вологовміст зростає від  $d_1$  до  $d_{10}$ , г/кг;
- відносна вологість зростає від  $\phi_1$  до  $\phi_{10} \approx 100$  %;
- витрата пари визначається за формулою

$$G_w = G * (d_{10} - d_1), \quad \text{г/с або г/год.}$$

### Загальний процес теплового обміну

Найбільш загальний процес тепловологічного обміну відбувається, коли повітря передають певну кількість повної теплоти  $\Delta Q_{hf}$ , у ватах, та вологи  $W$ , у годинах. Такий процес має місце у приміщеннях і називається процесом асиміляції тепловологічних надлишків приміщення. Для його побудови (див. рисунок 7, процес 1-10) використовується пропорція між переданою теплотою (тепловими надлишками), вологою (вологовими надлишками), приростом ентропії  $\Delta I = I_{10} - I_1$  кДж/кг, та приростом вологовмісту  $\Delta d = d_{10} - d_1$ , у грамах на кілограм.

$$3,6 * \frac{\Delta Q_{hf}}{W} = \frac{\Delta I}{\Delta d} = \frac{I_{10} - I_1}{d_{10} - d_1} = \varepsilon, \frac{\text{кДж}}{\text{г}};$$

де  $\varepsilon$  - (кутовий) коефіцієнт променя процесу, кДж/г.

Він може змінюватися від мінус нескінченності до нескінченності. Якщо сполучити точку  $I = 0, t = 0$  з позначкою кутового коефіцієнта променя процесу (розташовані вздовж периметра діаграми), буде отримано напрямок процесу. Далі через відому точку (початкову, кінцеву, проміжну) проводять лінію, паралельну попередній. За відомим одним параметром повітря на цій лінії можна знайти початкову або кінцеву точку.

### **Розраховуючи температуру вологості повітря в приміщенні і побудова діаграми I-d**

Вибір оптимального рівня умов мікроклімату (категорія В за ДСТУ Б EN ISO 7730) для розрахунків є розумним, оскільки цей рівень забезпечує комфортні умови для більшості людей.

Таблиця 4. Область застосування та взаємозв'язок між позначеннями умов мікроклімату

Умови мікроклімату			Область застосування
Згідно з цими нормами	Згідно з ДСТУ Б EN ISO 7730	Згідно з ДСТУ Б EN 15251	
Підвищені оптимальні	A	I	Приміщення з дуже чутливими людьми з особливими потребами, такими як: інваліди, хворі, маленькі діти та люди похилого віку
Оптимальні	B	II	Приміщення з постійним перебуванням людей у нових будівлях і в існуючих будівлях при реконструкції та капітальному ремонті, у тому числі термомодернізації
Допустимі	C	III	Приміщення з тимчасовим перебуванням людей у нових будівлях і в існуючих будівлях при реконструкції та капітальному ремонті, у тому числі термомодернізації, існуючі будівлі
Обмежено допустимі	-	IV	Будівлі з обмеженим використанням упродовж року

Для забезпечення комфортних умов в приміщенні потрібно врахувати оптимальні значення температури та відносної вологості повітря. З ваших даних випливає, що температура в кімнаті трошки вища за оптимальне значення ( $25^{\circ}\text{C}$  проти  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), а відносна вологість повітря набагато нижча за оптимальне значення (15% проти 25-60%). Це може призводити до відчуття сухості повітря, яке виявили люди, які перебувають у квартирі.

Для підвищення вологості повітря в помешканні можна використовувати зволожувачі повітря. Також варто регулярно провітрювати кімнату і дбати про належне зволоження рослинами або водяними контейнерами.

Таблиця 5. Температура в приміщенні для опалення та охолодження що має діапазон

Тип будівлі/приміщення	Умови мікроклімату	Результуюча температура, °C	
		Діапазон в опалювальний період (у холодний період), приблизно 1,0 кло	Діапазон в опалювальний період (у теплий період), приблизно 0,5 кло
Житлові будівлі: житлові об'єми (спальна кімната, вітальня, кабінет, кухня-їдальня тощо) Сидяча діяльність-приблизно 1,2 мет	Підвищені оптимальні	22,0±1,0	24,5±1,0
	Оптимальні	<b>22,0±2,0</b>	<b>24,5±1,5</b>
	Допустимі	22,0±3,0	24,5±2,5
Житлові будівлі: інші об'єми (кухня, гардеробна, комора тощо) Стояння-ходьба-приблизно 1,5 мет	Підвищені оптимальні	19,5±1,5	-
	Оптимальні	19,5±3,0	-
	Допустимі	19,5±4,0	-
Житлові будівлі: ванна кімната Стояння-ходьба при 0,2 кло - приблизно 1,6 мет	Підвищені оптимальні	25,0±0,5	-
	Оптимальні	25,0±1,5	-
	Допустимі	25,0±2,0	-

Для визначення величини перегрівання приміщення понад максимальну оптимальну температуру повітря необхідно відняти максимальне значення з діапазону оптимальної температури від фактичної температури.

Максимальне значення оптимальної температури відповідно до таблиці 5 - 24°C.

Фактична температура, яку ви вимірили, становить 25°C.

Отже, величина перегрівання складає  $25^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 6. Відносна вологість повітря

Умови мікроклімату	Відносна вологість повітря, %
Підвищені оптимальні	30 - 50
Оптимальні умови	<b>25 - 60</b>
Допустимі	25 - 70
Обмежено допустимі	Менше 20 та більше 70

Для прогнозування зниження температури без зміни вологовмісту повітря можна скористатися графіком ізотерм для визначення оптимальних умов мікроклімату.

Оптимальна температура для вашої кімнати становить  $22 \pm 2$  °С, а оптимальна відносна вологість повітря - 25-60% (за ДБН).

1. На графіку позначимо точку 1 за температурою  $t_1 = 25$  °С та відносною вологістю повітря  $\phi_1 = 15\%$ .
2. Проведемо вертикальну лінію вниз від точки 1. Точка 2 буде на перетині цієї лінії з ізотермою  $t_2 = 20$  °С.
3. Для досягнення оптимальної вологості повітря  $\phi = 25\%$  необхідно знизити температуру до 16.5 °С, що неможливо з медичних та комфортних причин.

Для забезпечення оптимальних умов мікроклімату рекомендується носити тепліші одяг, щоб зменшити оптимальний діапазон температур, а також використовувати зволожувачі повітря або зволожувати повітря в приміщенні іншими способами.

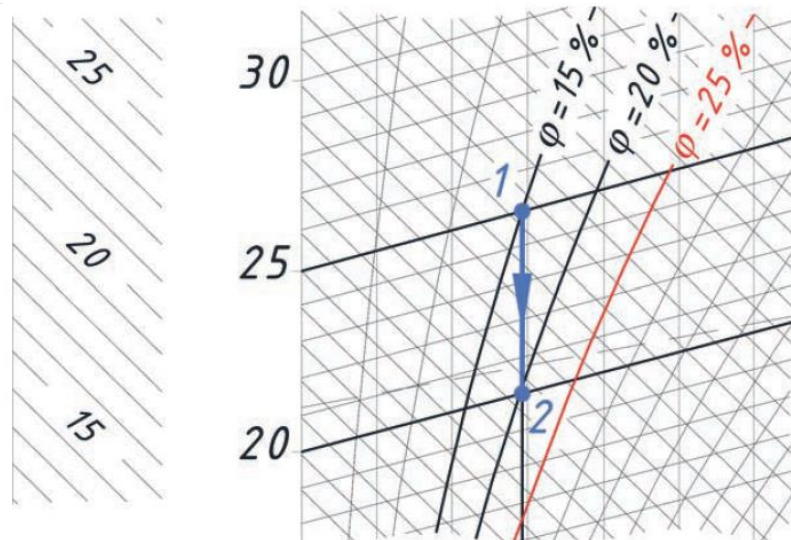


Рис. 8. Побудова зволоження повітря в приміщенні (житлової кімнати) і побудова *I-d* діаграми

## РОЗДІЛ 5. ЗАСТОСУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В ЖИТЛОВОМУ БУДИНКУ

Облаштування вентиляційної системи в житловому будинку є важливим аспектом для забезпечення комфортних та здорових умов проживання. Ось деякі основні кроки та рекомендації щодо цього процесу:

1. **Проектування системи:** Першим кроком є проектування вентиляційної системи, враховуючи площу будинку, кількість приміщень та їх призначення, а також кількість людей, які будуть проживати в будинку.
2. **Вибір типу системи:** Існують різні типи вентиляційних систем, такі як приточно-витяжна, приточна з рекуперацією тепла, циркуляційна, індивідуальна або централізована. Вибір залежить від потреб будинку та можливостей власника.
3. **Розташування вентиляційних отворів:** Вентиляційні отвори (приточні та витяжні) слід розташовувати таким чином, щоб забезпечити ефективний обмін повітря в усіх приміщеннях.
4. **Встановлення системи фільтрації:** Для запобігання витрати повітря, що містить пил та інші забруднення, важливо встановити систему фільтрації у вентиляційній системі.
5. **Контроль вологості:** Важливо також встановити систему контролю вологості, яка може включати в себе використання вологовідвідників або вбудований контроль вологості.
6. **Регулярне обслуговування:** Для забезпечення ефективної роботи вентиляційної системи, рекомендується проводити регулярне обслуговування та очищення вентиляційних каналів та обладнання.

Ці кроки допоможуть забезпечити ефективну та ефективну вентиляційну систему в вашому житловому будинку.

### 5.1. Застосування вентиляції в житловому будинку

Для вентиляції 3-кімнатної квартири в 16-поверховому житловому будинку можна розглянути такі варіанти:

1. **Приточно-витяжна система з рекуперацією тепла:** Ця система витягує використане повітря з кухні, туалетів і ванних кімнат, та подає свіже повітря в

спальні, вітальню і коридори через вентиляційні отвори. Рекуператор забезпечує теплообмін між витягнутим і свіжим повітрям, що дозволяє зберігати тепло в приміщенні.

2. **Приточно-витяжна система без рекуперації тепла:** Аналогічно до попереднього варіанту, але без рекуператора. Це може бути менш ефективно в збереженні тепла, але дешевше в установці.
3. **Централізована система вентиляції:** Ця система обслуговує весь будинок і може бути підключена до центральної системи кондиціонування повітря. Вона зазвичай є дорожчою в установці, але може забезпечити більш ефективну та однорідну вентиляцію по всьому будинку.
4. **Індивідуальна приточно-витяжна система:** Кожна квартира має власну систему, яка регулюється мешканцями. Це може бути більш ефективно для кожної квартири окремо, але вимагає більше уваги до обслуговування та установки.

Кожен варіант має свої переваги та недоліки, тому вибір системи вентиляції повинен здійснюватися з урахуванням потреб та можливостей власника будинку.

Приймаємо для розрахунку квартиру 3-х кімнатну із загальною площею - 159,22 м<sup>2</sup> з них житлова кімната - 42,15 м<sup>2</sup>, кухня - 21,77 м<sup>2</sup>, спальня 1 - 21,65 м<sup>2</sup>, спальня 2 - 22,3 м<sup>2</sup>, туалет 1 - 1,4 м<sup>2</sup>, туалет 2 - 1,7 м<sup>2</sup>, ванна кімната 1 - 2,9 м<sup>2</sup>, ванна кімната 2 - 2,9 м<sup>2</sup>, коридор 1 - 6,2 м<sup>2</sup>, коридор 2 - 16,6 м<sup>2</sup>, комора - 3,65 м<sup>2</sup>, лоджія - 16 м<sup>2</sup>.

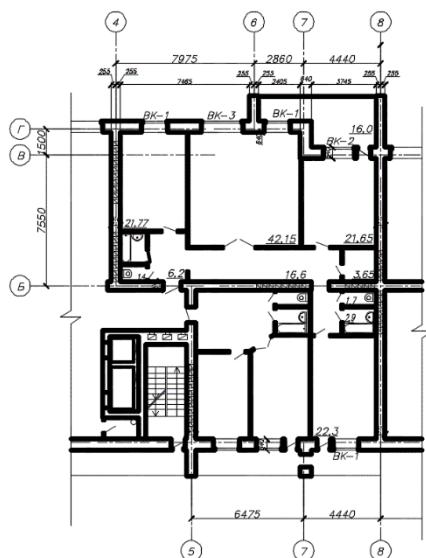


Рис. 9. Схема плану 3-х кімнатної квартири

Природна вентиляція, яка використовується в туалеті, ванній кімнаті та кухні, дійсно може бути ефективним способом для оновлення повітря та виведення забрудненого повітря з цих приміщень. Така система дозволяє використовувати природні потоки повітря для цього процесу, що може бути економічно вигідним і екологічно чистим.

Для підвищення ефективності природної вентиляції важливо враховувати правильне розташування та розміри вентиляційних отворів, щоб забезпечити

оптимальний обмін повітря. Також можна використовувати додаткові пристрої, наприклад, вентилятори або вентиляційні шахти, для підвищення потоку повітря в системі.

Необхідно також враховувати витрати теплової енергії на виведення теплого повітря з приміщень. Можливо, буде доцільно встановити систему рекуперації тепла, яка дозволить використовувати тепло з виходячого повітря для попереднього нагріву свіжого повітря, що надходить у приміщення.

## **5.2. Звичайна вентиляція в житловому будинку**

Природна вентиляція - це система, яка використовує природні сили, такі як вітер або теплові різниці, для створення потоків повітря. Вона не вимагає використання електричних пристроїв, таких як вентилятори. Циркуляція повітря здійснюється шляхом проникнення повітря через відкриті вікна, двері та щілини в стінах. Цей тип вентиляції може бути застосований в будь-якій будівлі, і лише в разі недостатньої ефективності можуть бути використані пристрої примусової вентиляції, які нагнітають повітря (витяжні вентилятори). Природна вентиляція має кілька переваг, наприклад:

- простота облаштування;
- відсутність великих фінансових витрат;
- при правильно складеному проекті система природної вентиляції може бути дуже ефективна;
- монтаж повітропроводів легко виконується самостійно, без залучення професіоналів.

Основні види природної вентиляції:

1. Мимовільна (неорганізована). У цьому випадку повітря надходить і видаляється з приміщення виключно за рахунок природних умов, таких як різниця тисків, температур і швидкість вітру.
2. Організована. Забезпечується за допомогою спеціально облаштованих отворів, розташованих на різній висоті і з різною площею. Залежно від параметрів цих отворів і способу регулювання подачі повітря розрізняють кілька підвидів організованої природної вентиляції:

- Ярусна (multi-level): забезпечується за допомогою отворів на різних рівнях будівлі, що сприяє кращій циркуляції повітря.
- Аерація (aeration): використовує спеціальні аератори або вентиляційні шахти для створення потоку повітря.
- Гравітаційна (gravity): використовує різницю густини та температури повітря для створення потоків вентиляції.

Правильний розрахунок і проектування природної вентиляції є важливими аспектами, оскільки циркуляція повітря в приміщенні залежить від них. Навіть найменші помилки можуть призвести до недостатнього повітрообміну, що може спричинити різні проблеми, такі як застій повітря, збільшення рівня вологості, а також появу грибка та цвілі в приміщенні.

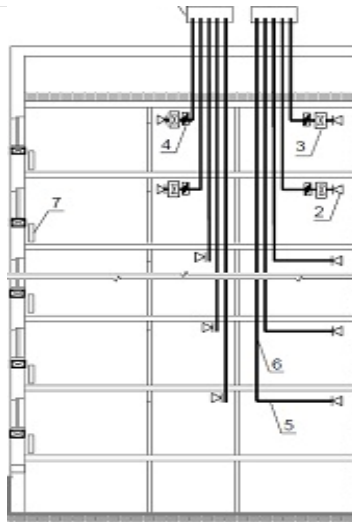


Рис. 10. Схема вентиляційної розводки каналів з видаленням повітря

Для провітрювання приміщень без вентиляційних каналів, таких як житлові кімнати та спальні, можна використовувати відкриття вікон, балконних дверей та квартирні. Це особливо важливо в осінньо-зимовий період, коли вони опалюються.



Рис. 11. Рух повітря в приміщенні

Підчас відчинення вікон, дверей та клапана, холодне свіже повітря з вулиці погіршує комфорт в приміщенні. Це може призвести до втрати тепла та неефективного використання енергозберігаючих технологій для збереження тепла, що в свою чергу призведе до збільшення рахунку за опалення. У магістерській роботі я розробляю це питання, спрямовуючись на пропозицію технологій, які дозволять зменшити втрати тепла в приміщенні та зробити вентиляційну систему більш ефективною та енергозберігаючою. Вивчаючи ринок України в галузі вентиляційних систем, я прийшов до висновку, що існує велика кількість пристроїв, які можна застосовувати у вентиляційній системі житлового багатоповерхового будинку.

При виборі вентиляційної системи враховувались такі фактори:

- габарити самої вентиляційної системи;
- місце розташування вентиляційної системи (розміри приміщення);
- використання тільки приточної системи вентиляції;
- використання тільки витяжної системи вентиляції;
- використання централізованої системи вентиляції;
- використання децентралізованої системи вентиляції;
- використання вентиляційної системи з рекуперацією тепла.

З усього вище перерахованого можна виділити нову вентиляційну систему яка б підходила для житлових приміщень в багатоквартирному будинку. Враховуючи розмір приміщень в квартирі (площу кімнати та її висоту), то це можна зазначити, як умови, що відноситься до обмежень.

Враховуючи розміри приміщень в квартирі та їх висоту, а також враховуючи багаторічний досвід у вентиляційній сфері та новітні технології, варто розглянути використання децентралізованої вентиляційної системи з рекуперацією тепла для житлових приміщень у багатоквартирному будинку. Ця система може ефективно забезпечити вентиляцію для практично всіх кімнат у квартирі, забезпечуючи комфортні умови та зменшуючи втрати тепла.

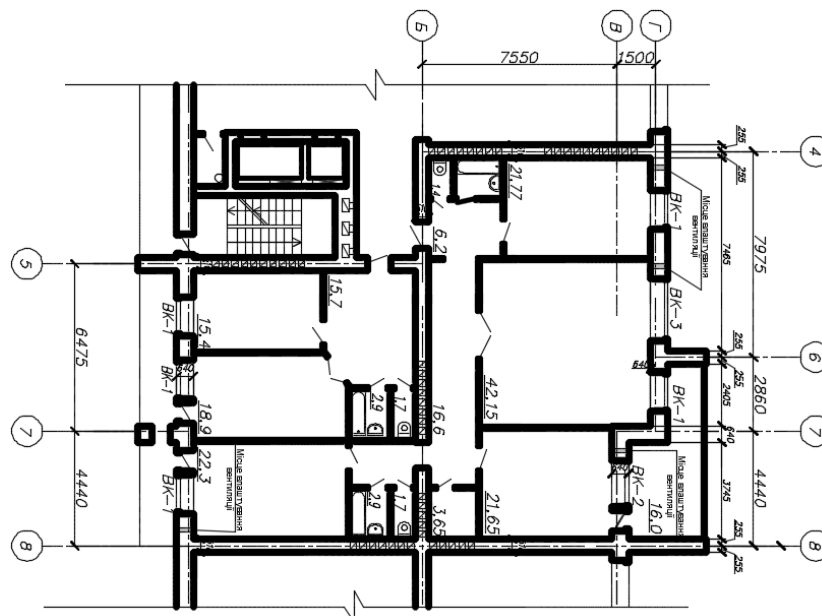


Рис. 12. Схема розміщення місць вентиляційної системи з рекуперацією тепла Використовуючи децентралізовану вентиляційну систему з рекуперацією тепла дозволяє вирішити основні завдання вентиляції приміщень: забезпечення ефективного провітрювання та комфортних умов у квартирі з енергозбереженням. Ця система забезпечує постійний потік свіжого повітря та видалення відпрацьованого повітря, а також дозволяє ефективно використовувати тепло, яке віддається відпрацьованим повітрям, зменшуючи тим самим витрати на опалення.

### 5.3. Розрахунок необхідного діаметру для рекуператора в потрібному приміщенні квартири

**Задача.** Виконати розрахунок житлової кімнати для визначення необхідного перерізу для повітря обміну в приміщенні. Для розрахунку приймаємо житлову кімнату площею 42,15 м<sup>2</sup>. Визначення площі (F, м<sup>2</sup>) перерізу каналу для вентиляційної системи визначаємо за формулою:  $F = \frac{L}{3600} \cdot v_p$ ,

де L - кількість вентиляційного повітря, м<sup>3</sup>/год;

$v_p$  - рекомендована швидкість повітря, м/с.

Швидкість повітря в повітропроводах системи витяжної природної вентиляції становить  $v_p = 0,08 \dots 0,1$  м/с - холодний період,

$v_p = 0,1 \dots 0,15$  м/с - теплий період.

Визначаємо площу перерізу F, м<sup>2</sup> каналу.

$$F = \frac{L}{3600} \cdot v_p = \frac{3 * 42,15}{3600} \cdot 0,09 = 0,0032 \text{ м}^2$$

Для даної площі відповідає діаметр перерізу повітрообміну становить  $D = 65 \text{ мм}$ .

В нашому випадку мінімальний діаметр приладу становить  $D = 150 \text{ мм}$ , а площа перерізу повітрообміну  $F = 0,0176 \text{ м}^2$ .

## РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОПОНУЄМОЇ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

### 6.1. Економічні передумови з вибору вентиляційної системи

При визначенні економічної складової ефективності вентиляційної системи значну роль відіграють такі чинники:

- собівартість вентиляційної системи та її монтаж;
- окупність вентиляційної системи;
- продуктивність в режимі рекуперації;
- рекомендована площа для обслуговування вентиляційною системою;
- компактні розміри для всієї вентиляційної системи;
- відчутна економія електроенергії;
- відсутність шуму у нічному режимі;
- одночасно приток і витяжка.

Інноваційними є заходи по збереженню довкілля та економії енергоресурсів. Пріоритетним напрямком розробок для забезпечення мікроклімату всередині приміщень є вентиляція із застосуванням принципів рекуперації тепла. Розглянемо просту стінову припливно-витяжну вентиляцію з використанням рекуперації тепла, на прикладі приладів "PRANA".

Таблиця 7. Технічні характеристики рекуператора для побутових приміщень

Модель	Діаметр монтажного отвору, мм	Рекомендована площа приміщення, м <sup>2</sup>	Обсяг обміну повітря при рекуперації, м <sup>3</sup> /год	Енергоспоживання, Вт*год	Ефективність рекуперації, %	Акустичний тиск від приладу, дБ	Розмір приладу, мм
Prana 150	≥162	<60	115	7-32	91	13/24	≥500x200x200
Prana 200G	≥215	<60	135	7-32	92	13/24	≥500x250x250

Орієнтовна вартість рекуператора - 6550 грн, енергоспоживання - 15.4 (кВт\*міс).  
Вартість 1 кВт\*г становить 90 копійок. Вартість спожитої рекуператором електроенергії:  $15,4 * 0,9 = 13,82$  (грн\*міс).

Вихідні дані для розрахунку та характеристика кімнати:

- 1 поверх, площа кімнати – 42,15 м<sup>2</sup> (6,41м х 6,57м);
- висота поверху – 2,70 м;
- зовнішні стіни – дві;
- матеріал зовнішніх стін - цегла повнотіла;
- товщина зовнішніх стін – 640мм;
- вікна – два, ВК-1(висота 1.45 м. ширина 1,45 м) та ВК-3 (висота 1.45 м, ширина 2,28 м) з подвійним скло пакетом;
- підлога – збірні з/б плити перекриття;  
знизу є підвальне приміщення;

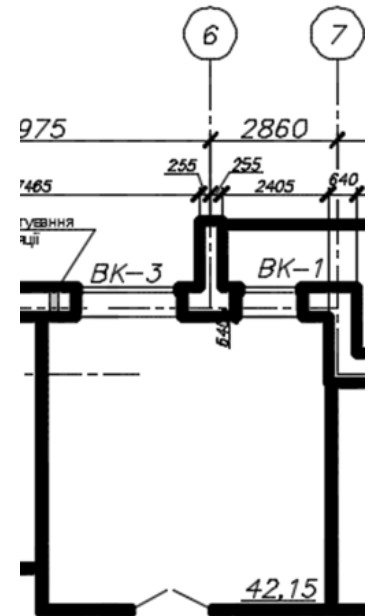


Рис. 13. Схема кімнати

- вище збірні залізобетонні плити перекриття;
- розрахункова мінімальна зовнішня температура – 30 °С;
- температура в приміщенні +20 °С [1];
- повітрообмін в приміщенні 0,6 год<sup>-1</sup> [1. Табл. X.4];

Виконуємо розрахунок площ тепловіддачі поверхонь [2].

- Площа зовнішніх стін без вікон:

$$S_{\text{стін}} = 8,03 \times 2,7 - 5,41 = 16,27 \text{ м}^2.$$

- Площа вікон:  $S_{\text{вікна}} = (1,45 \times 1,45) + (1,45 \times 2,28) = 5,41 \text{ м}^2$
- Площа підлоги:  $S_{\text{підлога}} = 6,41 \times 6,57 = 42,15 \text{ м}^2$
- Площа стелі:  $S_{\text{стелі}} = 6,41 \times 6,57 = 42,15 \text{ м}^2$
- Витрата вентиляційного повітря:

$$V_{\text{вент}} = 42,15 \times 2,7 \times 0,6 = 68,3 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Виконаємо розрахунок тепловтрати кожної поверхні в кімнаті:

$$Q_{\text{стіна}} = 16,27 \times 89 = 1448,03 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{вікна}} = 5,41 \times 135 = 730,35 \text{ Вт}; \quad Q_{\text{підлога}} = 42,15 \times 26 = 1095,9 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{стеля}} = 42,15 \times 35 = 1475,25 \text{ Вт}.$$

Виконаємо розрахунок тепловтрати на вентиляційне повітря:

$$Q_{\text{вент. повітря}} = 0,33 \times 0,6 \times 68,3 \times 50 = 676 \text{ Вт}.$$

Тепловтрати на вентиляційне повітря при використанні рекуператора:

$$Q_{\text{вент. рекупер}} = 676(1-0,91) = 61 \text{ Вт}$$

Сумарні тепловтрати становлять:

$$Q_{\text{сумарне}} = 5426 \text{ Вт};$$

при рекуперації повітря:  $Q_{\text{сумарне рекупер.}} = 4811 \text{ Вт}$ .

Розрахункове підвищення енергоефективності розглянутої кімнати при застосуванні припливно-витяжної вентиляції приміщення з рекуперацією тепла становить 11%.

**Висновок:** Ефективною вентиляцією з економічного розрахунку було визначено рекуператор марки PRANA 200G з такими технічними характеристиками, які наведені в таблиці 7.

## **6.2. Загальні висновки по роботі**

1. У магістерській роботі у першому розділі проведено історичний огляд систем вентиляції від давнього Єгипту до сучасності.
2. У другому розділі досліджено ефективність та заходи безпеки при використанні рекуператора. Розглянуто різні типи вентиляційних систем для житлових будинків. Описано позитивні та негативні аспекти вентиляційних систем.
3. Вартість вентиляційних систем з рекуператором була визначена за допомогою Інтернет-ресурсів.
4. У фінальному розділі розглянуто економічний аспект та ефективність вентиляційної системи з підвищенням енергоефективності житлових будівель за допомогою припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією тепла, що призвело до збільшення енергоефективності на 11%.