

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Ю. О. Бурда, А. Д. Череднік, Ю. О. Півненко

ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво зі спеціальності 191 – Архітектура та містобудування, освітня програма «Архітектура та містобудування»)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

УДК [624: 697.34](076.6)

Бурда Ю. О. Інженерне обладнання будівель : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво зі спеціальності 191 – Архітектура та містобудування, освітня програма «Архітектура та містобудування») / Ю. О. Бурда, А. Д. Череднік, Ю. О. Півненко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 36 с.

Автори:

канд. техн. наук, доц. Ю. О. Бурда,
канд. техн. наук, доц. А. Д. Череднік,
канд. техн. наук, асист. Ю. О. Півненко

Рецензент

О. М. Міланко, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання і вентиляції (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою теплогазопостачання і вентиляції, протокол № 14 від 19.01.2024

© Ю. О. Бурда, А. Д. Череднік, Ю. О. Півненко, 2025
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лекція 1 Опалення та гаряче водопостачання будівель і споруд.....	4
Питання для самоконтролю.....	8
Лекція 2 Системи вентиляції будівель і споруд.....	8
Питання для самоконтролю.....	13
Лекція 3 Системи і установки кондиціювання повітря.....	13
Питання для самоконтролю.....	17
Лекція 4 Системи холодного водопостачання будівель і споруд.....	17
Питання для самоконтролю.....	21
Лекція 5 Внутрішня каналізація та сміттєвідведення	21
Питання для самоконтролю.....	25
Лекція 6. Системи газопостачання будівель та споруд.	26
Питання для самоконтролю.....	29
Лекція 7 Поняття, концепція і основні можливості «розумного» будинку.	30
Питання для самоконтролю.....	31
Лекція 8 Методи та засоби підвищення ефективності «розумного» будинку....	31
Питання для самоконтролю.....	34
Список рекомендованих джерел.....	35

ВСТУП

Сучасне будівництво вимагає комплексного підходу до проєктування та облаштування будівель, де важливу роль відіграє інженерне обладнання. Системи водопостачання, водовідведення, опалення, вентиляції, кондиціювання повітря, електропостачання та автоматизації створюють комфортні та безпечні умови для експлуатації будівель, забезпечують енергоефективність і мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище.

Методичні рекомендації мають на меті надати студентам фундаментальні знання та практичні навички, необхідні для проєктування, монтажу та експлуатації інженерних систем будівель. Розглядаються основні принципи роботи інженерних систем, сучасні технології та інноваційні рішення, що дозволяють створити зручні та енергоефективні будівлі.

Методичні рекомендації включають теоретичні відомості, методи розрахунку, аналіз типових схем та приклади інженерних рішень, що дозволяє сформувати у студентів комплексне розуміння процесів проєктування та інтеграції інженерних систем у будівельні конструкції.

Лекція 1 ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Мікроклімат приміщень. У приміщеннях житлових, громадських та промислових будівель мають підтримуватися необхідні метеорологічні умови, що визначаються санітарно-гігієнічними нормами для нормального самопочуття людини чи вимогами технологічного процесу, тобто певний мікроклімат. У зв'язку з тим, що обгороджувальні конструкції будівель не повністю захищають їх від впливу зовнішнього клімату, для цілорічного створення комфортних умов у приміщеннях призначені системи опалення, вентиляції, кондиціювання.

Оптимальні параметри мікроклімату є така сукупність показників мікроклімату, при якій при продовжуваному і систематичному впливу на

людину зберігається тепла рівновага в організмі та відсутня напруга в його системі терморегуляції, і відчуття комфорту не менше ніж у 80 % людей, що перебувають у приміщенні. Окрім оптимальних, параметри можуть бути і підвищено оптимальними [1].

Допустимі параметри мікроклімату включають сукупність кількісних показників мікроклімату, при якій при продовжуваному і систематичному впливу на людину можуть виникати зміни теплового стану організму, що супроводжуються напругою в його системі терморегуляції, але які не виходять за межі фізіологічних властивостей та швидко нормалізуються. При цьому не виникає пошкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть мати місце дискомфортні теплові відчуття, погіршення самопочуття і зниження працездатності. Окрім допустимих, параметри можуть бути і обмежено допустимими.

Умови оточуючого середовища, при яких нормальний тепловий стан людини порушується, називаються *дискомфортними*.

Окрім цього, в межах кожної з умов мікроклімату результуюча температура залежить від рівня метаболізму людини, тобто надходження від неї питомого потоку теплоти (визначається станом людини та категорією виконуваних робіт), а також від термічного опору одягу людини.

Зазначимо, що одиницею рівня метаболізму є Вт/м^2 , або мет ($1 \text{ мет} = 58 \text{ Вт/м}^2$), а термічного опору убрання людини – $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$, або кло ($1 \text{ кло} = 0,155 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$).

При визначенні розрахункових метеорологічних умов у приміщенні враховується властивість людського організму пристосовуватися до кліматичних умов у різні пори року, інтенсивність виконуваної роботи та характер надходжень теплоти та вологи до приміщень.

Розрізняють три періоди року:

- холодний, коли середньодобова температура зовнішнього повітря $t_3 < 8 \text{ }^\circ\text{C}$;
- теплий, коли $t_3 > 8 \text{ }^\circ\text{C}$;

– перехідний, коли $t_3 = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

За складністю виконувannya всі роботи розділені на такі категорії:

- стан спокою людини;
- легка робота ;
- робота середньої тяжкості;
- важка фізична робота.

Температурний стан в приміщенні визначається двома умовами комфортності.

Перша умова комфортності встановлює зв'язок між радіаційною температурою приміщення t_r і температурою внутрішнього повітря $t_{вн}$, при яких людина, що перебуває всередині робочої зони, не відчуває перегріву або переохолодження.

Для більшості приміщень житлових та громадських будівель перша умова комфортності характеризується такими формулами:

- для холодного періоду року:

$$t_r = 1,57 t_{п} - 0,57 t_{вн} \pm 1,5;$$

- для теплого періоду року:

$$t_r = 1,50 t_{п} - 0,5 t_{вн} \pm 1,5.$$

Друга умова комфортності визначає допустимі температури поверхонь при знаходженні людини біля них. Допустима температура стелі та внутрішніх стін визначається за такими формулами:

- для нагрітої поверхні:

$$t_{наг} \leq 19,2 + 8,7 / \varphi_{л-пов};$$

- для холодної поверхні:

$$t_{хол} \geq 23 - 5 / \varphi_{л-пов},$$

де $\varphi_{л-пов}$ – коефіцієнт опромінення між головою людини і заданою поверхнею.

При відомому характерному розмірі поверхні $l = \sqrt{F_{пов}}$, де $F_{пов}$ – площа поверхні, та відстані від голови людини до поверхні x , коефіцієнт $\varphi_{л-пов}$ можна визначити за формулою

$$\varphi_{л-пов} = l - 0,8 (x / l).$$

На холодній поверхні не повинна конденсуватися волога з повітря, тобто температура поверхні повинна бути вища за температуру точки роси (*точка роси (TR) – це температура, при якій водяна пара конденсується і перетворюється на воду. При цьому у повітрі утворюється туман, а на холодних поверхнях випадає конденсат (роса). Точка роси залежить, насамперед, від вологості повітря*).

Виходячи з розглянутих умов нормами встановлюються допустимі температури нагрівальних приладів. У зоні до 1 м від рівня підлоги температура приладів повинна бути не більше ніж 95 °С (для лікарень та дитячих закладів – 85 °С), у зоні вище 1 м – до 45 °С, температура нагрітих поверхонь і обгороджень обладнання не повинна перевищувати 45 °С.

Згідно з температурними умовами встановлюються відносна вологість і швидкість (рухомість) повітря.

Установки для підвищення тиску.

Установки для підвищення тиску призначені створювати додатковий до гарантійного тиску в зовнішній мережі, щоб забезпечити потрібний тиск у системі водопостачання при розрахунковій витраті. Зазвичай для цього використовують насосні установки.

Господарські підвищувальні насосні установки, загальні для систем гарячого і холодного водопостачання, використовують у невеликих централізованих системах гарячого водопостачання, у системах з ємнісними водонагрівачами, а також у системах з швидкісними водонагрівачами, у яких різниця тиску у водопроводах холодної та гарячої води не перевищує 0,1 МПа.

Окремі підвищувальні установки для централізованого гарячого водопостачання використовують у великих системах з швидкісними водонагрівачами, втрати тиску в яких під час експлуатації досягають 0,3 МПа.

Найбільше розповсюдження в системі гарячого водопостачання будинків набули відцентрові консольні та моноблочні насоси типу К і КМ завдяки їх простому влаштуванню та обслуговуванню, надійності в роботі, невеликій масі і вартості.

Господарсько-питні і виробничі насосні установки без регулювальних ємностей підбирають за максимальною секундною витратою води, а установки з регулювальною ємністю – за максимальною годинною витратою.

У системах гарячого водопостачання можуть застосовуватися **циркуляційні насосні установки**, які забезпечують рух води в циркуляційному контурі. Ці установки включають не менше двох насосів (робочий і резервний). Для циркуляції використовують спеціальні насоси типу ЦВЦ, ЦНПС.

Питання для самоконтролю

1. Які основні типи систем опалення використовуються в сучасному будівництві? Перелічіть їхні переваги та недоліки.
2. Як розрахувати тепловтрати будівлі для вибору оптимальної потужності опалювального обладнання?
3. Які існують схеми гарячого водопостачання? Як вибрати найбільш ефективну для конкретної будівлі?
4. Які вимоги до матеріалів і теплоізоляції трубопроводів у системах опалення та ГВП для мінімізації теплових втрат?
5. Як впровадження відновлювальних джерел енергії (наприклад, теплових насосів або сонячних колекторів) впливає на ефективність систем опалення та гарячого водопостачання?

Лекція 2 СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Основною умовою нормальної життєдіяльності людини є відповідний стан навколишнього середовища і, насамперед, повітря. В першому розділі зазначалося, що атмосферне повітря складається із сухої частини та водяної пари. Суха частина атмосферного повітря біля поверхні землі містить 78,13 % азоту, 20,9 % кисню, 0,93 % аргону, 0,03 % вуглекислого газу. Частка інших газів (водню, гелію, неону, озону, криптону, ксенону) складає лише 0,01 %. Вважається, що за ступенем важливості склад повітря більш важливий,

ніж склад продуктів харчування. Наприклад, за добу людина споживає близько 3 кг продуктів харчування, а повітря – 15 кг, у тому числі 15 л кисню за годину. Водночас людина виділяє за годину 18–36 л вуглекислого газу, 40–415 г вологи і 300–1 000 кДж теплоти [2].

Накопичення надлишків шкідливих газів, теплоти та вологи і змінювання температури повітря суттєво впливають на самопочуття людей. Наприклад, зміна температури навколишнього середовища з 20 °С до 36 °С призводить до зменшення продуктивності роботи людини у 5 разів. Особливо це характерно для промислових міст, де повітря забруднене відходами виробництв, викидними газами автомобілів, пилом і т. ін.

Для нормального перебігу технологічних процесів у багатьох галузях промисловості також необхідно забезпечувати відповідний стан повітряного середовища.

Вище зазначено, що основними нормованими параметрами повітря в приміщенні є температура, вологість, швидкість, газовий склад, наявність механічних часток пилу.

Основне завдання вентиляційних пристроїв полягає в тому, щоб забезпечити видалення з приміщення забрудненого повітря та подачу до нього свіжого повітря із навколишнього середовища. Таким чином створюється необхідний організований повітрообмін, який призначений для створення нормальних санітарно-гігієнічних умов для людей, а також забезпечення відповідних вимог технологічних процесів, збереження обладнання, матеріалів, продуктів і т. ін

Найпростішим способом вентиляції є природне провітрювання, яке забезпечується надходженням повітря через нещільності в обгородженнях. Рушійною силою такого надходження повітря є різниця тисків зовнішнього P_z та внутрішнього P_v повітря, тобто $\Delta P = P_z - P_v$. Такий спосіб вентиляції можна забезпечити у невеликому об'ємі приміщення, його називають неорганізованим повітрообміном.

До способів організованого повітрообміну належить природна та

вимушена вентиляція, при цьому системи вентиляції за конструктивним виконанням можуть бути каналними і безканалними. У каналних системах надходження або видалення повітря здійснюється по каналах або повітропроводах, у безканалних системах такі канали відсутні.

Природна вентиляція забезпечується за рахунок різниці густин зовнішнього ρ_z та внутрішнього ρ_v повітря, кожна з яких залежить від температури, тобто $\Delta\rho = \rho_z - \rho_v = f(\Delta t)$, а також за рахунок вітрового тиску.

Природна вентиляція може здійснюватися двома способами:

1) аерація повітря до приміщення або з приміщення через отвори в огороженнях, відкритих фрамугах вікон, ліхтарів і т. ін. (безканалні системи вентиляції);

2) надходження або видалення повітря за повітропроводами або спеціальними каналами (каналні системи).

На рисунку 1 наведена схема аерації виробничої будівлі. У цій схемі відсутні повітропроводи (канали), а надходження свіжого повітря здійснюється через спеціальні отвори в огороженнях і видалення забрудненого – через зенітні ліхтарі, які розташовані у верхній частині приміщення.

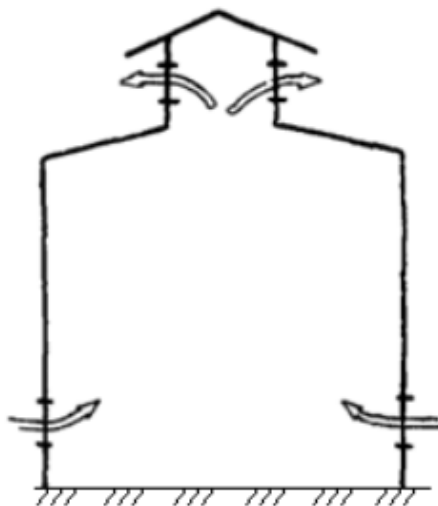


Рисунок 2.1 – Схема аерації виробничої будівлі

Зовнішнє повітря обдуває розташований на даху дефлектор, у результаті в ньому і в мережі повітропроводів створюється розрідження, за рахунок чого

забруднене повітря через витяжні решітки і повітропроводи видаляється із приміщення.

Радіус дії каналних систем з природною циркуляцією не перевищує 20–25 м, що пояснюється обмеженням через невеликі значення створюваного тиску (для припливних систем) або розрідження (для витяжних систем).

Для промислових та громадських будівель найбільш поширеною є *вимушена (механічна) вентиляція*, при якій повітря переміщується зовнішніми пристроями – вентиляторами.

Системи механічної вентиляції поділяються на *припливні та витяжні*, які можуть бути *місцевими, загальнообмінними та комбінованими*.

Для місцевих припливних систем подача повітря здійснюється в робочу зону, у місцевих витяжних системах видалення повітря здійснюється з місць забруднення повітря.

Прикладом місцевої припливної вентиляції можуть бути повітряні завіси та повітряні душі (коли повітря спрямовується на працюючу людину)

При використанні місцевих систем досягається кращий економічний ефект за рахунок менших витрат повітря, але до їх недоліку відносять збільшені капітальні витрати, а також те, що ці системи не завжди можна конструктивно виконати.

Аспіраційні системи поділяються на такі:

- індивідуальні, коли кожне робоче місце має окрему витяжну установку;
- центральні, коли одна установка обслуговує групу робочих місць.

Для переміщення легких матеріалів (дерев'яна стрічка, відходи текстильних матеріалів і т. ін.) споруджують вентиляційні системи, які називають пневмотранспортом.

Конструктивна схема загальнообмінної припливно-витяжної системи механічної вентиляції індивідуального житлового будинку наведена на рисунку 2.

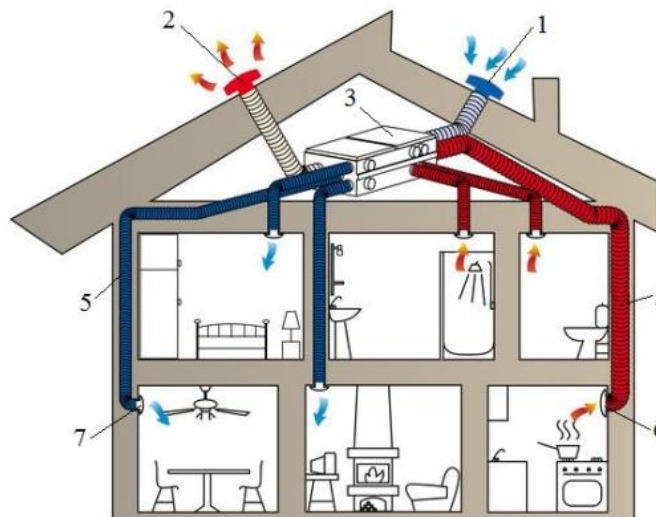


Рисунок 2 – Конструктивна схема припливно-витяжної вентиляції будівлі:

- 1 – повітрязабірний пристрій; 2 – витяжний пристрій;
 3 – припливно-витяжна установка; 4 – витяжний повітропровід;
 5 – припливний повітропровід; 6 – витяжні решітки;
 7 – повітророзподільні решітки

На горищі будинку розташована припливно-витяжна установка, яка містить фільтр для очищення повітря від пилу, теплоутилізатор, повітрянагрівач, припливний та витяжний вентилятори.

Зовнішнє повітря через повітрязабірний пристрій (1) надходить на припливно-витяжну установку (3), де в холодний період року попередньо підігрівається в теплоутилізаторі за рахунок охолодження видалюваного повітря, потім, за необхідності, догрівається в калорифері, і припливним вентилятором через припливні повітропроводи (5) та повітророзподільні решітки (7) спрямовується до приміщень. Витяжне повітря через витяжні решітки (6) і витяжні повітропроводи (4) надходить на теплоутилізатор, де охолоджується, передаючи теплоту припливному повітрю, і витяжним вентилятором через витяжний пристрій (2) викидається в атмосферу.

У теплий період року система може експлуатуватися аналогічно, але теплоутилізатор на попереднє нагрівання припливного повітря не працює, а в повітрянагрівачі за рахунок додаткового джерела можливе охолодження припливного повітря.

Питання для самоконтролю

1. Які основні типи вентиляційних систем існують? У яких випадках доцільно застосовувати кожную з них?
2. Як визначається необхідний повітрообмін для різних типів приміщень? Які нормативні документи регламентують ці розрахунки?
3. Які елементи складають систему вентиляції? Яку функцію виконує кожен із них (вентилятори, повітроводи, фільтри, калорифери тощо)?
4. Які існують методи енергозбереження в системах вентиляції? Як рекуперація тепла впливає на енергоефективність будівлі?
5. Як проводиться аеродинамічний розрахунок повітроводів? Які параметри необхідно враховувати для забезпечення оптимальної роботи системи?

Лекція 3 СИСТЕМИ І УСТАНОВКИ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ

Стан вологого повітря у приміщеннях змінюється залежно від надходження до них тепла та вологи і параметрів зовнішнього повітря.

У деяких приміщеннях необхідно забезпечити постійну температуру та відносну вологість незалежно від параметрів зовнішнього повітря та надходжень тепла і вологи до цих приміщень. Це можна забезпечити за допомогою систем кондиціювання повітря.

Під кондиціюванням повітря розуміють процеси тепло-вологісного оброблення повітря (охолодження, осушення, нагрівання та зволоження), очищення його від пилу, іонізація, дегазація, автоматичне підтримання необхідних параметрів повітря у приміщенні [3].

Основними процесами тепло-вологісного оброблення повітря для теплого періоду року в класичному варіанті є його охолодження та осушення.

Основними процесами тепло-вологісного оброблення повітря в холодний період року в класичному варіанті є його нагрівання та зволоження. У процесі

теплового та вологісного оброблення повітря до нього можуть бути підведені або відведені від нього відповідні потоки теплоти та вологи, при цьому розрізняють так зване тепло «явне» $Q_{\text{я}}$ та «приховане» $Q_{\text{прих.}}$.

На прикладі випаровування води з відкритих поверхонь резервуарів (рис. 3) наведемо формули для визначення величин $Q_{\text{я}}$ та $Q_{\text{прих.}}$.

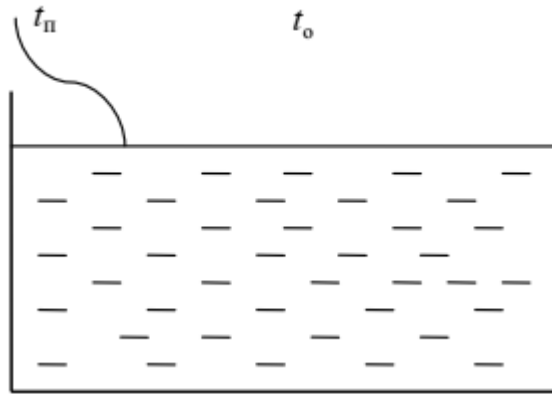


Рисунок 3 – Резервуар з водою:

t_o – температура навколишнього повітря за сухим термометром;

$t_{\text{п}}$ – температура поверхні рідини

Охолодження повітря здійснюють у повітроохолоджувачах, які можуть бути двох типів:

- «сухі» поверхневого типу;
- «мокрі» контактного типу.

Для охолодження повітря використовується охолоджувальне середовище: холодна вода з холодильної станції, проміжний холодоносіє – розсіл хлористого натрію або хлористого кальцію, холодоагент – фреон, аміак та ін.

Для нагрівання та зволоження повітря можна також використати суху насичену водяну пару або перегріту пару, але внаслідок специфічного запаху перегрітої пари такі процеси широко в техніці кондиціювання повітря не застосовують.

Системи кондиціювання повітря за ступенем забезпечення метеорологічних умов поділяються на три класи:

I – забезпечення необхідних для технологічного процесу параметрів згідно

з нормативними документами;

II – забезпечення оптимальних санітарно-гігієнічних норм або потрібних технологічних норм;

III – забезпечення припустимих норм, що не можуть бути забезпечені вентиляцією в теплий період року без штучного охолодження повітря.

За класифікацією центральні системи кондиціонування належать до промислових, вони влаштовуються для великих приміщень, а самі кондиціонери розташовуються за межами приміщень, що обслуговуються: на даху будівлі (зовнішнє виконання агрегату), на технічних поверхах, у підвалах. Постачання до них тепла і холоду здійснюється від центральних джерел тепло- та холодопостачання, що розташовані за межами кондиціонера.

Центральні кондиціонери можна розділити на 4 класи :

- 1) прямоструминні;
- 2) із перемінною витратою повітря;
- 3) із рециркуляцією повітря;
- 4) із рекуперацією теплоти (холоду).

До основних параметрів центральних кондиціонерів належать такі:

- витрата повітря;
- тиск, що створюється вентилятором;
- тепло- , холодопродуктивність;
- ступінь фільтрації повітря;
- ефективність утилізації тепла (за наявності теплоутилізатора);
- споживана електрична потужність;
- рівень звукового тиску;
- питомі масогабаритні характеристики.

Центральні кондиціонери складаються із секцій, кожна з яких виконує відповідні функції, а саме:

- змішування потоків повітря;
- фільтрацію;
- нагрівання;

- охолодження або охолодження і осушення;
- зволоження.

Для зменшення рівня шуму, що розповсюджується повітропроводами, центральні кондиціонери мають шумоглушники.

Кондиціонери споруджують на базі уніфікованих типових секцій (модулів), які можна комплектувати в різних комбінація залежно від вимог технічного завдання.

Повітропродуктивність центральних кондиціонерів становить 10–250 тис. м³/год.

З точки зору роботи системи кондиціювання повітря, як і механічної вентиляції, розрізняють три періоди року:

- холодний, коли середньодобова температура зовнішнього повітря $t_3 < 8\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- теплий, коли $t_3 > 8\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- перехідний, коли $t_3 = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Температуру зовнішнього повітря t_{zi} , $^{\circ}\text{C}$ в розрахунках систем кондиціювання та охолодження повітря обирають для заданого населеного пункту за табличними даними:

- у теплий період року – для найжаркішої доби із забезпеченістю 0,95;
- у холодний період року – для найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,92, що відповідає розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення t_p . о;
- допускається для систем кондиціювання та охолодження повітря приміщень будівель у сільській місцевості в теплий період року брати розрахункову температуру зовнішнього повітря для найжаркішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,99;
- при проектуванні систем кондиціювання та охолодження повітря будівель у містах з населенням більше ніж 100 тис., а також при розташуванні приймальних пристроїв зовнішнього повітря на південно-східному, південному або південно-західному фасадах будівлі рекомендується приймати температуру

зовнішнього повітря в теплий період року до 3 °С більше ніж розрахункова.

Відносну вологість зовнішнього повітря ϕ_{zi} , % та розрахункову швидкість v_z , м/с для заданого населеного пункту обирають за табличними даними (будівельна кліматологія): у холодний період року для січня місяця, а у теплий – для липня.

Вологовміст d_{zi} , г/кг с. п. та ентальпію h_{zi} , кДж/кг зовнішнього повітря у теплий чи холодний період року визначають при обраних температурі t_{zi} і відносній вологості ϕ_{zi} або за h – d -діаграмою, або за аналітичними залежностями.

Питання для самоконтролю

1. Які основні типи систем кондиціювання повітря існують? За якими критеріями обирається оптимальна система для конкретного об'єкта?
2. Як розраховується необхідна холодопродуктивність системи кондиціювання для забезпечення комфортного мікроклімату в приміщенні?
3. Які основні елементи входять до складу установки кондиціювання повітря? Як функціонує кожен з них (компресор, конденсатор, випарник, повітроводи тощо)?
4. Як впливають параметри зовнішнього повітря (температура, вологість) на продуктивність і енергоефективність системи кондиціювання?
5. Які сучасні технології та рішення застосовуються для підвищення енергоефективності та екологічності систем кондиціювання повітря?

Лекція 4 СИСТЕМИ ХОЛОДНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Системою водопостачання називають комплекс інженерних споруд, машин і апаратів, які призначені для видобування води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування і подачі водоспоживачам. Вона складається із водоприймальних, водопідіймальних, очисних, водонапірних і регулюючих споруд, магістральних водоводів і розподільних

мереж, засобів автоматизації.

Господарсько-питні системи водопостачання подають воду для пиття, приготування їжі і проведення санітарно-гігієнічних процедур. Вода в цій системі повинна бути питної якості. Виробничі водопроводи подають воду на технологічні цілі. Вимоги щодо якості води визначаються технологами.

Протипожежні системи водопостачання призначені для подачі води під час гасіння пожежі. Вода в протипожежних водопроводах може бути і не питної якості [4].

Об'єднані водопроводи задовольняють потреби всіх водоспоживачів, роздільні – окремо подають воду на різні потреби. Місцеві (локальні) системи (див. рис. 1) забезпечують водою окремих водоспоживачів (наприклад, готельний комплекс, промислове підприємство чи окрему групу будинків), централізовані – усіх споживачів певного населеного пункту. Групові, або районні системи водопроводів, призначені для забезпечення водою кількох населених пунктів, ферм чи підприємств, віддалених один від одного (проектуються, як правило, за відсутності прісних вод, характеризуються великою довжиною водоводів).

Згідно з ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди централізовані системи водопостачання за надійністю забезпечення водою поділяються на три категорії.

Системи господарсько-питного водопроводу населених пунктів з кількістю мешканців до 5 тис. осіб належать до III категорії. Для них допускається зниження подання води не більше ніж на 30 % на 15 діб і менше, а також перерва в подачі води на час ремонту не більше ніж на 24 години.

При кількості мешканців від 5 тис. осіб до 50 тис. осіб передбачається II категорія, для якої перерва в подачі води може бути до 6 год, а зниження подачі не перевищує 10 діб. Населені пункти з кількістю мешканців понад 50 тис. осіб належать до I категорії, для яких зниження подачі води – не більше 3 доби, перерва – не більше 10 хвилин.

Категорію окремих елементів системи водопостачання встановлюють

залежно від їх функціонального значення в загальній системі водопостачання.
(рис 4).

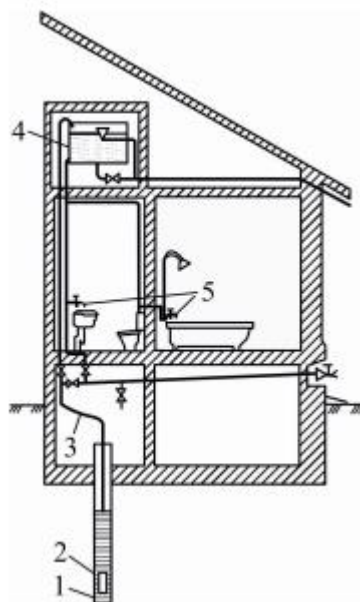


Рисунок 4 – Схема місцевого водопроводу: 1 – джерело водозабезпечення (колодязь, свердловина); 2 – насос; 3 – водопровідна мережа; 4 – водонапірний бак; 5 – водозбірна арматура

Джерело водопостачання повинне забезпечувати необхідну кількість води з урахуванням збільшення водоспоживання на перспективу, безперервно постачати воду, яка потребує мінімальних витрат на очищення та подачу споживачу. Крім того, потужність джерела має бути такою, щоб відбір води на потреби об'єкта не порушував складну екологічну систему. Розрізняють поверхневі та підземні джерела водопостачання.

Поверхневі джерела водопостачання (річки, озера, канали, водосховища) характеризуються значним змінюванням якості води в окремі періоди року. Якість води річок, озер, водосховищ значного мірою залежить від інтенсивності атмосферних опадів, танення снігу, сільськогосподарської та виробничої діяльності людини в зоні водозабору.

Річкова вода характеризується значною каламутністю, особливо в період весняних повеней і злив, багата органічними домішками і містить велику кількість мікроорганізмів. Окрім цього, вміст солей і жорсткість води, як

правило, незначні. Води озер і водосховищ характеризуються меншою каламутністю, але можуть мати значну забарвленість внаслідок розвитку водоростей і планктону. Якість води поверхневих джерел, як правило, не відповідає вимогам держстандартів, тому її потрібно відповідно очищати та знезаражувати. При використанні поверхневих вод потрібно також враховувати вимоги санітарно-епідеміологічної служби, органів рибоохорони, водного транспорту та інспекції з охорони водних ресурсів.

Межі другого поясу встановлюються з розрахунку, що при мікробному забрудненні води час пересування води від межі до водозабору повинен бути 100–400 діб. Третій пояс враховує хімічне забруднення джерела водопостачання. Тривалість часу пересування хімічних забруднень повинна бути такою самою, як і тривалість експлуатації водозабору, але не менше 25 років.

Якість води оцінюють за її складом та властивостями, після чого визначається її придатність для тих чи інших цілей. Особливо жорсткі вимоги висувають до води, яка використовується для господарсько-питних потреб споживачів виробничих, житлових та громадських будинків. Ця вода повинна відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Нормування концентрацій тих чи інших речовин обумовлене необхідністю забезпечення сприятливих органолептичних властивостей питної води, нешкідливості її хімічного складу і безпеки води в санітарному відношенні. Невідповідність хоча б одного з цих нормативів вимогам ДСТУ 7525:2014 Вода питна дає підстави для визнання непридатності води для питних цілей.

Для всіх нормованих речовин визначена лімітувальна ознака шкідливості – органолептична або санітарно-токсикологічна. Наприклад, залізо у воді навіть у великих концентраціях (більше ніж 0,3 мг/л) не має токсичного впливу на організм людини, але надає воді жовто-коричневого кольору, погіршує її смак, зумовлює розвиток залізобактерій та відкладання осаду в трубопроводах. Обмежувальною ознакою шкідливості для сполук заліза є органолептична. Те саме стосується марганцю. Навпаки, такі хімічні речовини, як сполуки стронцію, нітрати, не змінюючи органолептичних властивостей води,

є токсичними для людини. Наприклад, стронцій з концентраціями понад 7 мг/л пригнічує активність багатьох ферментів. Водночас гіркий присмак у воді з'являється лише при концентраціях стронцію більше ніж 12 мг/л. Для таких сполук лімітувальною ознакою шкідливості є санітарно-токсикологічна.

Питання для самоконтролю

1. Які основні схеми організації систем холодного водопостачання застосовуються в будівлях? За якими критеріями обирається кожна з них?
2. Як проводиться гідравлічний розрахунок водопровідної мережі для забезпечення необхідного тиску та витрати води у всіх точках споживання?
3. Які елементи складають систему холодного водопостачання? Які функції виконують резервуари, насосні станції, запірні арматури та фільтри?
4. Як впливають висота будівлі та кількість водоспоживачів на вибір обладнання та конструктивні особливості системи водопостачання?
5. Які сучасні методи автоматизації та контролю якості води використовуються для підвищення надійності та безпеки систем холодного водопостачання?

Лекція 5 ВНУТРІШНЯ КАНАЛІЗАЦІЯ ТА СМІТТЄВИДАЛЕННЯ

Внутрішня каналізація – це система трубопроводів та інженерного обладнання, що забезпечують організований прийом стічних вод у місцях їх утворення та транспортування забруднених стоків за межі будинку у зовнішні мережі. За необхідності до системи внутрішньої каналізації можуть входити споруди місцевого підкачування або локального очищення стічних вод.

Системи внутрішньої каналізації поділяють за способом збору та видалення забруднень, характеристикою стічних вод, сферою обслуговування, наявністю спеціального обладнання та вентиляції мережі.

За способом збору та видалення забруднень розрізняють вивізну і сплавну каналізацію. Під час вивізної каналізації рідкі забруднення в неканалізованих

районах збирають децентралізовано (вигріби, люфтоклозети), періодично вивозячи їх автотранспортом на очисні споруди. За сплавної системи забруднення розбавляють водою і транспортують за межі будинку в зовнішні каналізаційні мережі [5].

За характеристикою стічних вод системи внутрішньої каналізації бувають побутові, виробничі та дощові (водостоки). Побутова каналізація відводить забруднену воду після миття посуду, продуктів, прання білизни, санітарно-гігієнічних процедур, а також фекальні стоки, що містять рідкі та тверді виділення людини. Виробнича каналізація виводить за межі будівель виробничі стічні води, що утворилися в технологічному процесі. Внутрішні водостоки (дощова каналізація) відводять з даху будинків дощові та талі води.

За сферою обслуговування розрізняють об'єднані та роздільні системи каналізації. Об'єднані системи використовують у тих випадках, коли змішування різних стічних вод не утворює токсичних, вибухонебезпечних або інших речовин, що перешкоджають безпечному транспортуванню і очищенню стічних вод. Роздільні системи каналізації (наприклад, побутова або виробнича) доцільно влаштовувати на підприємствах, коли виробничі стоки потребують локального очищення.

Системи внутрішньої каналізації можуть бути простими, тобто без спеціального обладнання, та зі спеціальним обладнанням (наприклад, місцеві установки підкачування або очищення стічних вод перед їх відведенням у зовнішні мережі).

Перелічені системи каналізації видаляють забруднення в рідкому стані (стічні води). Тверді відходи, сміття видаляють сміттєпроводами, які теж відносять до систем каналізації (каналізація твердих відходів).

Система внутрішньої каналізації (див. рис. 1) складається з таких основних елементів: приймачі стічних вод (санітарні прилади, воронки, трапи тощо), гідравлічні затвори, внутрішні каналізаційні мережі (поверхневі відвідні труби, стояки, горизонтальні ділянки і випуски).

Приймачі стічних вод збирають забруднену воду і відводять її в

каналізаційну мережу. Гідравлічні затвори перешкоджають потраплянню газів з каналізаційної мережі в приміщення. Поверхневі відвідні труби з'єднують приймачі стічних вод зі стояками. Каналізаційні стояки можуть мати витяжну частину (вентильовані стояки) або бути без неї – невентильовані. Горизонтальні ділянки об'єднують стояки з випусками.

Внутрішня каналізація закінчується випуском, який підключається до колодязя, що розташований поза будинком.

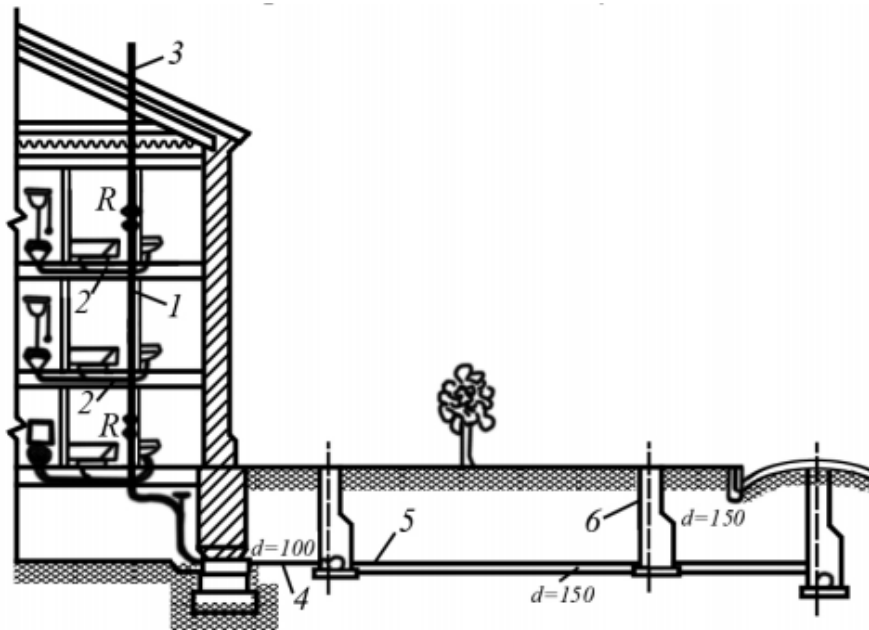


Рисунок 5 – Схема внутрішньої каналізації: 1 – каналізаційний стояк;

2 – поверхневі відвідні лінії; 3 – витяжна частина стояка; 4 – випуск;

5 – дворова мережа; 6 – контрольний колодязь (КК); 7 – вуличний колектор

Приймачі стічних вод виготовляють у вигляді відкритих посудин або воронок, що збирають забруднену воду.

Приймачами стічних вод слугують санітарно-технічні прилади (мийки, раковини, умивальники, ванни, душові піддони, біде, унітази, пісуари); спеціальні санітарно-технічні прилади (лікувальні ванни та оздоровчі душі, медичні умивальники, спеціальні мийки тощо); пристрої для прийому виробничих стічних вод (лотки, трапи, приймальні решітки, прямки, воронки тощо); водостічні воронки, які призначені для збору і відведення з даху дощових або талих вод.

Основні вимоги, що ставляться до приймачів стічних вод, – це простота їх

конструкції, високі гігієнічні показники та зручність в експлуатації. Приймачі стічних вод повинні виготовлятися з міцного водонепроникного матеріалу, що не піддається перепаду температур та хімічній дії стічних вод. Поверхню приладів для зручності промивання роблять гладкою із заокругленими формами. Санітарні прилади кріплять до будівельних конструкцій за допомогою дюбелів, шурупів або клею.

Виробничі стічні води, які містять горючі рідини, багато завислих речовин, жири, масла, кислоти, луги та інші шкідливі речовини, що порушують нормальну роботу мережі та очисних споруд, а також стоки з цінними відходами виробництва повинні бути очищені до скидання в зовнішню мережу на місцевих локальних установках.

Залежно від мети очищення в будинку або біля нього передбачають влаштування таких місцевих локальних споруд: решіток; піскоуловлювачів; відстійників; жиро-, бензо- та маслоуловлювачів; усереднювачів; нейтралізаційних установок; теплоуловлювачів; уловлювачів цінних речовин; установок обробки осаду та ін. За малої потужності локальні очисні споруди можуть бути заблоковані з основним технологічним обладнанням.

Під час проектування локальних каналізаційних споруд малої потужності для окремих будівель і споруд потрібно керуватися рекомендаціями та положеннями ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація і спеціальною літературою. Під час вибору схеми та споруд очищення невеликої кількості стічних вод (індивідуальна забудова, дачні ділянки, бази відпочинку тощо) за відсутності централізованої каналізації користуються, як правило, типовими рішеннями.

Для повного біологічного очищення невеликої кількості стічних вод використовують септики, фільтрувальні колодязі, траншеї, компактні установки та інші споруди.

Проте септики мають низку істотних недоліків: їх необхідно будувати досить великими за розмірами, оскільки вони розраховані на дво-, тридобовий приплив стічних вод. Крім того, бульбашки газу, що виділяються в процесі

анаеробного розкладу осаду, спливають у стічних водах і виносять на їхню поверхню легкі частинки мулу, з яких утворюється ущільнена товста кірка, що ускладнює експлуатацію септика. Для ліквідації повторного забруднення септик поділяють на камери поперечними перегородками, які мають вікна для переходу стічних вод з однієї камери в іншу. Повний розрахунковий об'єм септика, кількість та об'єм камер визначають залежно від добової витрати стічних вод, що надходять на очисну споруду. Септики будують зі збірного залізобетону або цегли, з люками із подвійними кришками. Септики розміщують на відстані 5–20 м від будівель залежно від добової витрати стічних вод.

Фільтрувальні колодязі, призначені для біологічного очищення стічних вод, будують за септиками і розміщують на відстані 8–10 м від житлових будинків. Розрахункова площа фільтрувальної поверхні колодязів залежить від навантаження стічних вод на 1 м^2 , а також від ґрунтів, у яких передбачається будівництво фільтрувальних колодязів. Навантаження на 1 м^2 фільтрувальної поверхні колодязя для піщаних ґрунтів беруть рівним 80 л/добу, а для супіщаних – 40 л/добу.

Питання для самоконтролю

1. Які основні елементи входять до складу системи внутрішньої каналізації? Яку функцію виконує кожен із них (стояки, випуски, ревізії, вентиляція тощо)?
2. Як розраховується діаметр каналізаційних трубопроводів для забезпечення безперешкодного відведення стічних вод?
3. Які конструктивні рішення дозволяють запобігти утворенню гідравлічних заторів та зворотному потоку стічних вод у будівлі?
4. Які існують методи організації систем сміттєвідведення в багатоповерхових будівлях? Як забезпечується їхня санітарна безпека?
5. Які сучасні технології очищення та повторного використання стічних вод можна інтегрувати у внутрішні каналізаційні системи для підвищення екологічності будівель?

Лекція 6 СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Газ як високоефективний енергоносіє широко використовується нині як у побуті, так і на виробництві. Порівняно з твердим та рідким паливом використання газу має низку переваг, а саме: високий коефіцієнт корисної дії газового обладнання, повнота та бездимність згорання, зручність зберігання та транспортування, простота газових пальників і камер згорання та ін. У побуті та в промисловості використовують здебільшого природний газ, який добувають із газових або газонафтових родовищ. Значно рідше використовують штучні гази, які отримують у процесі термічної переробки рідкого чи твердого палива. Властивості газу як палива визначаються його складовими частинами, а саме: кількістю горючих газів і баластових домішок. Горюча частина газу складається переважно із вуглеводів (метан, етан, пропан, бутан, пентан), водню та оксиду вуглецю. Вміст метану в природних газах складає 93–98 %, тому його властивості практично повністю визначають властивості природного газу. До баластової частини газу відносять сірководень, аміак, водяні пари, нафталін, пил, азот, кисень та ін. Значна кількість баластних домішок у горючих газах знижує теплотворну здатність газу та збільшує його питому вагу, що потребує додаткових капітальних та експлуатаційних витрат (необхідність очищення газу, завищення діаметрів трубопроводів, збільшення витрат напору). Крім того, до складу газу входять токсичні речовини (сірководень, оксид вуглецю та ін.), що потребує певних заходів безпеки, а саме: не допускати витоків газу, забезпечити повноту його згорання та відвід продуктів згорання, запобігати утворенню вибухонебезпечних концентрацій [6].

Основні компоненти горючої частини природного газу:

1. *Метан* CH_4 – нетоксичний газ без кольору, запаху та смаку. Маса 1 нм^3 метану дорівнює 0,717 кг. При зниженні температури переходить у рідкий стан (зріджений газ) і його об'єм зменшується майже в 600 разів, що дуже зручно під час вирішення питань зберігання та транспортування. Питома теплота згорання метану становить 35 880–39 820 кДж/м^3 , при згорянні 1 нм^3 метану утворюється 10,52 м^3 продуктів згорання. Окрім метану, як правило, присутні вуглеводи

метанового ряду (C_2H_6 – етан, C_3H_8 – пропан, C_4H_{10} – бутан та інші).

2. *Оксид вуглецю* CO, також не має кольору, запаху та смаку, але, на відміну від метану, токсично впливає на людей, бо легко вступає в реакцію з гемоглобіном крові. При вмісті в повітрі 0,04 % CO приблизно 30 % гемоглобіну крові вступає в хімічне з'єднання з оксидом вуглецю, при 0,1–50 %, при 0,4 % – більше ніж 80 %. Оксид вуглецю належить до високотоксичних газів, тому перебувати в приміщенні, де в повітрі є 0,2 % CO, протягом однієї години шкідливо для організму, а при концентраціях CO в повітрі 0,5 % перебувати в приміщенні навіть протягом 5-ти хвилин небезпечно для життя. Гранично допустима концентрація CO в повітрі приміщення під час використання газу для комунально-побутових потреб складає 0,2 г на 100 м³.

3. *Водень* H₂ – нетоксичний газ без кольору, запаху та смаку. Маса 1 м³ водню дорівнює 0,09 кг. Питома теплота згорання водню складає 12 750 кДж/м³, при згоранні утворюється 2,88 м³ продуктів згорання. До баластової частини природного газу відносять певні елементи.

Оскільки природні гази практично не мають кольору, запаху та смаку, то для того щоб своєчасно виявити витіки, всі горючі гази, які направляються в міські газопроводи, підлягають одоризації, тобто їм надають різкого, відмінного від всіх побутових, специфічного запаху. За цим запахом горючі гази легко виявити навіть за незначних концентрацій у повітрі приміщень. Одоризація газів здійснюється спеціальними одорантами, які мають сильний запах. Зазвичай для цього застосовують етил меркаптан, за якого запах газу відчувається навіть тоді, коли його концентрація у приміщенні набагато менша за нижню межу вибуховості. Продукти згорання одорантів запаху не мають. Для одоризації 1 000 м³ природного газу потрібно близько 16 г (19 мл) одоранту.

До основних фізико-хімічних властивостей горючих газів, що мають практичне застосування під час розрахунку, проектування та конструювання обладнання й систем газопостачання, відносять тиск, питому вагу, в'язкість, теплотворну здатність, температуру горіння та запалювання, швидкість поширювання полум'я.

Залежно від максимального робочого тиску газорозподільні мережі за ДБНВ. 2.5-20-2018 Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд поділяють на газопроводи:

- високого тиску I категорії..... від 0,6 МПа до 1,2 МПа;
- те саме, для зріджених вуглеводневих газів..... від 0,6 МПа до 1,6 МПа;
- високого тиску II категорії..... від 0,3 МПа до 0,6 МПа;
- середнього тиску..... від 0,005 МПа до 0,3 МПа;
- низького тиску..... до 0,005 МПа включно.

Питома вага (для газів ототожнюють з об'ємною вагою) суміші горючих газів залежить від їх складу і може коливатись в межах 0,65–1,2 кг/м³. Переважно питома вага природного газу складає 0,73–0,87 кг/м³.

В'язкість – властивість газу чинити опір взаємному переміщенню його частинок під дією прикладених сил. У технічних розрахунках користуються кінематичним коефіцієнтом в'язкості.

Теплотворна здатність або питома теплота згоряння газового палива – кількість тепла, яке виділяється при повному згоранні 1 м³ газу. Теплотворна здатність природних газів складає 38–42 тис. кДж/м³.

Температура горіння – це температура, яку отримують вироби під час спалювання газоподібного палива. Температура горіння залежить від складу суміші газів, способу спалювання, надлишку повітря і перебуває в межах 1 100–2 600 °С.

Температура запалювання для суміші горючих газів – величина непостійна і залежить від відсоткового вмісту газоповітряної суміші, повноти перемішування газу з повітрям, конструкції пальників, розмірів топкового об'єму та ін.

Швидкість поширення полум'я має важливе значення під час конструювання газових пальників, бо суттєво впливає на повноту згоряння газу, проскакування полум'я, зниження ККД, шумне згасання та ін.

Можливість встановлення газового обладнання та прокладання газопроводів у будинках різного призначення потрібно визначати відповідно до

будівельних норм і правил на проєктування цих будинків та вимог ДБНВ. 2.5-20-2018 Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд. Класифікація побутового газового обладнання визначається чинними стандартами. Окремі з них включають групи газових приладів, які об'єднуються за призначенням та конструктивними особливостями. Основним елементом газових приладів є газові пальники.

У житлових будинках передбачають встановлення газових побутових плит, газового обладнання для гарячого водопостачання та поквартирного опалення. Поверховість житлових будинків під час встановлення газового обладнання для опалення та гарячого водопостачання з відводом продуктів згорання в димовий канал і газових плит приймається згідно з вимогами ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки.

Питання для самоконтролю

1. Які основні елементи складають систему газопостачання будівлі? Яку функцію виконує кожен із них (газопроводи, регулятори тиску, лічильники, запірна арматура тощо)?
2. Як класифікують системи газопостачання за джерелом постачання, тиском газу та способом прокладання трубопроводів?
3. Які параметри враховуються під час розрахування пропускної здатності газопроводів для забезпечення безперервної роботи споживачів?
4. Які вимоги до безпеки та пожежної безпеки регламентуються при проєктуванні, монтажу та експлуатації систем газопостачання?
5. Які сучасні технології контролю витоків газу, автоматизації та дистанційного моніторингу застосовуються для підвищення надійності газових систем?

Лекція 7 ПОНЯТТЯ, КОНЦЕПЦІЯ І ОСНОВНІ МОЖЛИВОСТІ «РОЗУМНОГО» БУДИНКУ

«Розумний» будинок – це інтегрована система, що забезпечує автоматизоване управління інженерними мережами та пристроями в будівлі для підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності. Основу концепції становить об'єднання різних систем (освітлення, опалення, вентиляції, безпеки тощо) в єдину інфраструктуру, яка керується через централізований інтерфейс або дистанційно – за допомогою мобільних додатків чи голосових асистентів.

Основні можливості системи «розумний» будинок:

1. Енергоефективність.

Автоматичне регулювання опалення, кондиціювання та освітлення відповідно до часу доби, погоди та присутності людей у приміщенні.

Моніторинг енергоспоживання в реальному часі з можливістю оптимізації витрат ресурсів.

2. Комфорт та зручність.

Управління кліматом, віконними жалюзі, аудіо- та відеосистемами за заданими сценаріями або командами.

Налаштування «сценаріїв» для автоматизації щоденних процесів (наприклад, «Ранок» – увімкнення світла, підняття штор, запуск кавоварки).

3. Безпека та контроль.

Системи відеоспостереження, датчики руху, протікання води, диму чи газу з можливістю надсилання сповіщень на смартфон.

Інтеграція зі смарт-замками та домофонами для віддаленого управління доступом до будівлі.

4. Інтеграція та масштабованість.

Сумісність із великою кількістю пристроїв та можливість поступового розширення системи новими компонентами [7].

Підтримка голосових асистентів (Google Assistant, Alexa, Siri) для голосового управління функціями будинку.

Перспективи розвитку технологій «розумного» будинку.

З кожним роком технології розумного будинку стають доступнішими, а штучний інтелект і машинне навчання дозволяють системам адаптуватися до звичок мешканців. У майбутньому очікується ще більша інтеграція з відновлюваними джерелами енергії, а також вдосконалення кібербезпеки для захисту персональних даних користувачів.

Таким чином, технології «розумного» будинку продовжують стрімко розвиватися, пропонуючи нові можливості для підвищення якості життя, економії ресурсів та забезпечення безпеки. У найближчі роки очікується ще глибша інтеграція з міськими системами, поліпшення користувацького досвіду та поява більш доступних рішень, що зробить розумний будинок стандартом для сучасного будівництва.

Питання для самоконтролю

1. Які основні технології забезпечують функціонування системи «розумний» будинок? Як вони взаємодіють між собою?
2. Які переваги та потенційні ризики впровадження систем розумного будинку з точки зору енергоефективності, безпеки та зручності?
3. Як розвиток IoT та штучного інтелекту впливає на перспективи вдосконалення «розумних» будівель у майбутньому?

Лекція 8 МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ «РОЗУМНОГО» БУДИНКУ

Одним із основних напрямів підвищення ефективності систем «розумного» будинку є оптимізація енергоспоживання. Системи автоматичного регулювання, засновані на алгоритмах машинного навчання, дозволяють адаптувати параметри клімату та освітлення відповідно до потреб мешканців і змін у навколишньому середовищі. Наприклад, інтелектуальні термостати можуть автоматично коригувати температуру в приміщенні залежно від того, чи

є хтось вдома, або змін у зовнішній температурі. Це дозволяє значно зменшити енергетичні витрати без втрати комфорту для користувачів.

Також важливою є інтеграція з відновлюваними джерелами енергії. Сонячні панелі, теплові насоси та інші технології дозволяють не лише знижувати витрати на електроенергію, але й забезпечують більшу енергетичну незалежність будівлі. Крім того, завдяки інтелектуальним системам управління можна оптимізувати роботу таких систем, забезпечуючи найбільшу ефективність їх використання залежно від зовнішніх умов та потреб будинку.

Підвищення ефективності також можна досягти через інтеграцію пристроїв з функцією самообслуговування та самонавчання. «Розумні» системи можуть самостійно діагностувати несправності в роботі техніки та повідомляти власника про необхідність технічного обслуговування, що дозволяє зменшити час простоїв та витрати на ремонт.

Забезпечення безпеки є ще одним важливим аспектом, який значно підвищує загальну ефективність «розумного» будинку. Автоматизовані системи безпеки здатні не лише вчасно виявляти загрози, зокрема вторгнення, витіки газу чи води, але й здійснювати їх попередження за допомогою сигналізації або навіть віддаленого блокування певних систем, наприклад, водопостачання або електрика. Інтелектуальні камери відеоспостереження, що працюють на основі штучного інтелекту, можуть розпізнавати обличчя і поведінкові патерни, що дозволяє підвищити рівень безпеки на новому рівні, відрізняючи незнайомих від членів сім'ї.

Ще одним методом підвищення ефективності є використання технологій автоматизації для зниження витрат на обслуговування. Автоматичні системи можуть керувати світлом, системами опалення та кондиціонуванням так, щоб вони були активовані тільки тоді, коли це необхідно, і вимикались, коли приміщення не використовується. Це дозволяє значно знизити витрати на енергоспоживання, а також подовжувати термін служби обладнання завдяки зменшеному навантаженню на нього [8].

Застосування аналітики великих даних (Big Data) для прогнозування

майбутніх потреб також є важливим фактором підвищення ефективності «розумного» будинку. Завдяки збору та обробці даних про звички користувачів, стан навколишнього середовища та інші фактори можна створювати передбачувані моделі, що допомагають системам оптимізувати свою роботу в реальному часі. Це не лише підвищує енергоефективність, а й знижує витрати на обслуговування та налаштування різних систем.

Інтеграція з іншими «розумними» містами та інфраструктурами також сприяє підвищенню ефективності. Взаємодія з міськими транспортними та енергетичними системами дозволяє будівлі адаптувати свої функції до змін у навколишньому середовищі або потребах міста в цілому. Наприклад, будинок може автоматично підлаштовувати свої системи під час пікових навантажень на енергетичну мережу, що дозволяє знизити навантаження на міські інфраструктури та зменшити витрати на енергію.

Крім того, розвиток і вдосконалення інтерфейсів взаємодії з користувачем (наприклад, через мобільні додатки або голосових помічників) сприяє зручності та легкості управління всіма аспектами «розумного» будинку. Чим простіше користувачеві налаштовувати і керувати своїм домом, тим ефективніше він використовуватиме всі доступні функції.

Перспективи розвитку та вдосконалення «розумного» будинку.

У найближчі роки розвиток технологій Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту дозволить зробити «розумні» будинки ще більш автономними та інтегрованими з іншими сферами життя. Технології 5G дозволять забезпечити безперервний зв'язок між пристроями, що працюють в межах «розумного» будинку, а вдосконалення алгоритмів машинного навчання дозволить системам точніше адаптуватися до змін у навколишньому середовищі.

Також очікується, що з розвитком технологій буде спрощено впровадження «розумних» систем у вже існуючі будівлі без необхідності проводити масштабні реконструкції. Це зробить ці технології більш доступними для широкого кола користувачів, що стимулюватиме їх швидке поширення на ринку.

Одним із головних напрямів розвитку стане інтеграція «розумних» будинків із глобальними інфраструктурами, що дозволить створити інтегровані системи «розумних» міст. Це дасть можливість значно поліпшити якість життя мешканців, знизити енергетичні витрати й зробити міські системи більш стійкими до змін у навколишньому середовищі та техногенних загрозах.

У майбутньому також можна очікувати ще більшої персоналізації систем. Завдяки використанню біометричних даних та глибшому аналізу звичок користувачів системи «розумного» будинку зможуть ще точніше налаштовувати всі параметри для забезпечення максимального комфорту та ефективності.

Питання для самоконтролю

1. Яким чином інтеграція з відновлюваними джерелами енергії може підвищити енергоефективність «розумного» будинку?
2. Як технології машинного навчання та штучного інтелекту допомагають оптимізувати роботу систем «розумного» будинку і підвищити їх ефективність?
3. Назвіть переваги інтеграції «розумного» будинку з іншими інфраструктурами міста для підвищення загальної ефективності та зниження енергоспоживання.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – Чинний від 2018-01-07. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с.
2. СНіП 2.04.14 – 88. Теплова ізоляція обладнання і трубопроводів. – Чинний від 1990-01-01. – Держбуд, 1989. – 28 с.
3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Чинний від 2022-01-09. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 27 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинний від 2014-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 149 с.
5. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Чинний від 2013-01-03. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 113 с.
6. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. – Чинний від 2020-01-06. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. – 109 с.
7. ДБН В.2.5-77:2014. Котельні зі зміною №1. – Чинний від 2018-01-07. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. – 55 с.
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011-01-11. – Київ : ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2010. – 127 с.

Електронне навчальне видання

БУРДА Юрій Олександрович,
ЧЕРЕДНІК Артем Дмитрійович,
ПІВНЕНКО Юрій Олександрович

ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво зі спеціальності 191 – Архітектура та містобудування, освітня програма «Архітектура та містобудування»)

Відповідальний за випуск *Ю. І. Чайка*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *Ю. О. Бурда*

План 2024, поз. 26Л

Підп. до друку 17.03.2025. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 2,1.

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