



Національний університет

водного господарства
та природокористування

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА
САНІТАРНОЇ ТЕХНІКИ**

03-02-312

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до вивчення, проведення практичних занять та
самостійної роботи з дисципліни “Інженерне обладнання
будівель” для студентів напряму підготовки 6.060102
“Архітектура”**



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рекомендовані методичною
комісією за напрямом
підготовки 6.060102
«Архітектура», протокол № 8
від 28.02.2013 р.

РІВНЕ, 2013



Національний університет

водного господарства

та природокористування

Методичні вказівки до вивчення, проведення практичних занять та самостійної роботи з дисципліни **“Інженерне обладнання будівель”** для студентів напряму підготовки 6.060102 “Архітектура” / В.С.Кравченко, Н.В.Кравченко - Рівне: НУВГП, 2013. - 40 с.

Упорядники:

В.С.Кравченко, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Н.В.Кравченко, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.



Відповідальний за випуск М.Д. Кізеєв, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

© Кравченко В.С., Кравченко Н.В., 2013

© НУВГП, 2013



ВСТУП

Методичні вказівки допоможуть студентам самостійно оволодіти знаннями з курсу “Інженерне обладнання будівель” і підготувати їх до виробничої діяльності при проектуванні та будівництві систем теплогазопостачання, вентиляції, кондиціонування повітря, водопостачання і водовідведення населених пунктів та окремих житлових та промислових будинків. В них наведені програма дисципліни і практичні поради щодо виконання проектних робіт та систематичного вивчення даного курсу, що буде сприяти всебічній підготовці архітекторів відповідно до вимог кваліфікаційної характеристики фахівця за напрямом підготовки 6.060102 “Архітектура”.

Дисципліна "Інженерне обладнання будівель" складається з таких основних розділів: водопостачання; водовідведення та сміттєвидалення; теплогазопостачання; вентиляція та кондиціонування повітря; електрообладнання; телефонізація та радіофікація; ліфти та інші системи благоустрою. В даних методичних вказівках розглянуті питання водопостачання, водовідведення, сміттєвидалення, теплогазопостачання, вентиляції та кондиціонування повітря.

Так як споруди теплогазопостачання, вентиляції, водопостачання і каналізації можуть бути об'єктами виробничої діяльності архітектора, то він повинен мати уяву про функціональне призначення і конструкцію певної споруди в цих системах і вміти вирішувати питання інженерного обладнання будівель за вибором конструкцій та розмірами установок при об'ємно-планувальних рішеннях будинків та інтер'єру приміщень. В результаті вивчення дисципліни студенти повинні засвоїти та знати:

- основні положення та вимоги державних стандартів до систем інженерного обладнання будівель;



- принципи роботи, основи розрахунку, призначення та конструкції споруд і мереж систем водопостачання, каналізації, теплогазопостачання та вентиляції;
- питання проектування, будівництва, монтажу та основи експлуатації внутрішніх мереж і споруд інженерного обладнання будівель.

Крім того: вміти читати проектні матеріали санітарно-технічних систем; знати та вміти проектувати елементи цих систем; вміти узгодити санітарно-технічні системи в комплексі з будівельними конструкціями та іншими інженерними системами будинків, а також в тісному зв'язку з прийнятими архітектурно-планувальними рішеннями.

Вивчення дисципліни базується на знанні окремих розділів фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін, а саме:

- конструктивні рішення житлових будинків (Архітектура);
- проектування будівель, генпланів, графічна документація (Інформатика та основи комп'ютерного моделювання);
- теорія побудови аксонометричних зображень (Нарисна геометрія).

Підсумковим контролем знань студентів є іспит.

1. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ

1.1. Водопостачання

Робоча програма

Системи та схеми водопостачання населених пунктів та окремих об'єктів. Зовнішні мережі та споруди систем водопостачання населених міст. Питоме водопостачання та визначення розрахункових витрат води, необхідні напори. Матеріали та обладнання водопроводів. Влаштування та гідравлічний розрахунок систем внутрішнього водопроводу. Протипожежне водопостачання. Системи гарячого водопостачання будинків. [1, р.1.1-1.13; 3 с.7-67; 4, с.4-80; 5].



При вивченні систем водопостачання населених міст та окремих об'єктів слід засвоїти їх класифікацію, звернути увагу на основні вимоги споживачів до якості та кількості води. Необхідно мати чітке уявлення про схеми водопостачання населеного пункту або підприємства, важливо знати роль, призначення і місце окремих споруд, які входять до цих схем. Слід звернути увагу на зони санітарної охорони джерел водопостачання.

При проектуванні систем водопостачання суттєвим є правильне визначення питомих витрат та режиму водоспоживання, так як за цими показниками визначають розрахункові витрати води.

Воду з підземних джерел водопостачання досить часто можна використовувати без очищення для господарсько-питних потреб. Вода з поверхневих джерел, як правило, містить значну кількість забруднень і її потрібно очищати та знезаражувати. Для вибору технічно грамотного рішення стосовно очищення води слід ознайомитись не лише з процесами та методами очищення, але і знати призначення, принцип роботи та конструктивні особливості окремих споруд. Студенти також повинні мати уяву про спеціальні методи підготовки води.

За місцем розташування в загальній схемі водопостачання і за призначенням водопровідні насосні станції розділяють на станції першого та другого підняття, підвищувальні і циркуляційні. Слід ознайомитись з цими насосними станціями, мати уяву про їх місце розташування та основне обладнання.

Регулюючі і запасні споруди в системі водопостачання – це напірні або безнапірні резервуари з певним об'ємом води, який потрібно для регулювання роботи системи і для утворення недоторканого запасу на випадок пожежі. В цьому розділі потрібно ознайомитись із обладнанням та конструкцією водонапірних башт і підземних резервуарів.



Більше половини вартості систем водопостачання становить вартість зовнішніх мереж, тому важливо правильно приймати схему мереж та ув'язувати ці мережі з іншими комунікаціями, вміти читати технічні креслення генпланів з інженерними мережами, в тому числі мережами водопостачання. Слід звернути увагу на використання труб з різних матеріалів, споруди на мережі, арматуру та перетин трубопроводів з перешкодами.

При вивченні питань водопостачання окремих будівель та споруд (внутрішнє водопостачання) необхідно знати системи та схеми внутрішніх водопроводів, основні елементи, матеріали та обладнання цих систем. Вміти визначати розрахункові витрати води в будинку, виконати трасування мереж та знати основи їх гідравлічного розрахунку. Ознайомитись з системами гарячого водопостачання будинків та системами протипожежного водопостачання. Знати водопостачання будівель та споруд спеціального призначення.

Крім того: вміти читати проектні матеріали систем водопостачання будівель; вміти узгодити ці системи в комплексі з будівельними конструкціями та іншими інженерними системами будинків, а також в тісному зв'язку з прийнятими архітектурно-планувальними рішеннями.

Питання для самоперевірки

1. Класифікація систем водопостачання.
2. Схема водопостачання населених пунктів та призначення окремих споруд.
3. Джерела водопостачання та характеристика зон санітарної охорони
4. Водозабори з підземних та поверхневих джерел.
5. Основні показники оцінки якості води. Санітарно-гігієнічне значення очищення води та основні технологічні процеси і схеми поліпшення якості води.
6. Дайте стислу характеристику методів знезаражування та спеціальних методів підготовки води.



7. Накреслити схеми водонапірної башти та резервуарів чистої води. Як визначається об'єм та висота водонапірної башти?
8. Наведіть схеми дюкера, акведука та переходу під дорогою.
9. Навести схеми внутрішніх систем водопостачання та дати їх характеристику.
10. Матеріали та обладнання внутрішніх водопроводів.
11. Трасування внутрішніх водопроводів будинку. Визначення розрахункових витрат води в будинку.
12. Характеристика та схеми простих, спринклерних та дренчерних систем протипожежного водопостачання.
13. Системи гарячого водопостачання будівель та споруд. Матеріали та обладнання цих систем, основні вимоги до температури та якості гарячої води.

1.2. Водовідведення

Робоча програма

Системи та схеми водовідведення населених міст. Зовнішні споруди та мережі систем каналізації. Каналізаційні очисні споруди. Системи та основні елементи внутрішньої каналізації. Гідравлічний розрахунок систем внутрішньої каналізації. Водостоки будинків. Сміттєвидалення.

[1, с.74-147; 3, с.70-144, с.212-256; 4, с.82-122, с.189-207; 5].

Методичні рекомендації

З метою правильної оцінки вирішення питань каналізування населеного пункту або окремого об'єкту слід знати види стічних вод та їх характеристику. Необхідно звернути увагу на основні елементи каналізації міста та їх призначення, розібратись як вибирають тип системи каналізації міста та промислового підприємства. Знати переваги та недоліки тієї чи іншої системи, мати уяву про централізовані та децентралізовані способи видалення стічних вод. Слід ознайомитись з питаннями трасування каналізаційних мереж, знати основи розрахунку мереж, вміти



визначати початкове заглиблення труб, будувати поздовжній профіль каналізаційної мережі.

Знати призначення та конструкції споруд, які влаштовуються на каналізаційних мережах (колодязі, камери, переходи під дорогами та інші). Ознайомитись з класифікацією каналізаційних насосних станцій за призначенням, знати основні елементи та обладнання цих станцій.

Необхідно вміти на основі аналізу складу та умов скидання стічних вод у водні об'єкти вибрати методи та схеми очищення. Знати роль і призначення окремих споруд для очищення стічних вод і вміти визначати площі земельних ділянок під очисні споруди. Звернути увагу на очисні споруди малої продуктивності та особливості їх роботи.

При вивченні питань влаштування внутрішньої каналізації звернути увагу на класифікацію систем каналізації та основні елементи систем. Знати правила трасування, методичку розрахунку мереж, влаштування випусків та дворових мереж. Вивчити типи конструкцій та принципи роботи санітарних приладів - приймачів стічних вод. Звернути увагу на питання вентиляції каналізаційної мережі та пристрої для її прочищення. Необхідно знати основні елементи та конструктивні особливості внутрішніх водостоків, правила їх проектування та основи розрахунку. Знати типи, основні елементи та обладнання сміттєпроводів в будинках.

Питання для самоперевірки

- 2.1. Навести схеми каналізації міста та описати основні елементи.
- 2.2. Дати стислу характеристику систем каналізації. В яких випадках дозволяють скидати в міську каналізацію виробничі стічні води?
- 2.3. Особливості прокладання каналізаційних мереж при перетині перешкод. Схеми конструкцій споруд на



каналізаційних мережах. Основи трасування та розрахунку каналізаційних мереж.

- 2.4. Особливості прокладання каналізаційних мереж при перетині перешкод. Схеми конструкцій споруд на каналізаційних мережах.
- 2.5. Схеми та конструкції каналізаційних насосних станцій.
- 2.6. Характеристика забруднень стічних вод. Визначення концентрацій забруднень в стічних водах.
- 2.7. Вибір площадки очисних споруд та способу очищення стічних вод.
- 2.8. Навести схему очищення міських стічних вод і дати характеристику основних споруд очищення води та обробки осаду.
- 2.9. Як визначають площу ділянки станції очищення та розміри санітарно-захисних зон до житлової забудови?
- 2.10. Генеральні плани та схеми висотного розташування очисних споруд. Основні архітектурно-планувальні прийоми проектування споруд очищення стоків.
- 2.11. Очисні споруди малої продуктивності та особливості їх роботи.
- 2.12. Які санітарно-технічні прилади встановлюють в житлових будинках, їх стисла характеристика? Гідрозатвори, ревізії та прочистки.
- 2.13. Основи розрахунку та трасування мереж внутрішньої каналізації. Особливості проектування витяжної частини каналізаційних стояків.
- 2.14. Дворова каналізація, установки для локального очищення та перекачування стічних вод.
- 2.15. Внутрішні системи водовідведення дощових та талих вод. Схеми внутрішніх водостоків, основи їх розрахунку.
- 2.16. Основні елементи та обладнання сміттєпроводів.



1.3. Системи опалення будинків

Робоча програма

Мікроклімат приміщень. Тепловий режим будинків. Основні теплотехнічні розрахунки. Класифікація систем опалення та основні елементи. Джерела тепlopостачання, розміщення їх на генплані. Схеми та конструкції теплових мереж. Схеми систем та обладнання централізованого опалення. Автономні системи опалення будинків і споруд. Використання геотермальної енергії та енергії вітру, системи і біогазові установки. Розміщення теплогенераторів.

[3, с.257-313, с.424-441; 4, с.226-256]

Методичні рекомендації

Ознайомитись з основними параметрами, які характеризують мікроклімат приміщення, та основними вимогами до системи опалення. Звернути особливу увагу, що при проектуванні системи опалення будинку потрібно приділяти вибору конструкцій зовнішніх огорожень й оцінці їх опору теплопередачі. Огородження приймаються за умови забезпечення мінімальних затрат на будівництво та експлуатацію. Ці затрати включають вартість будівельних конструкцій, затрати на паливо і електроенергію при роботі системи опалення будинку. В усьому світі застосовуються та постійно вдосконалюються різноманітні системи утеплення фасадів. Застосування теплоізоляційних матеріалів при спорудженні та реконструкції будівель дозволяє зекономити теплову енергію на опаленні, збільшити корисну площу будови шляхом зменшення товщини стін; зменшити витрати матеріалів на фундамент у зв'язку з полегшеною конструкцією; ефективно покращити теплоізоляцію стін існуючих будівель; підвищити комфорт у приміщеннях. Знати основні архітектурні та об'ємно-планувальні рішення будівель з ефективним використанням енергії.

Необхідно засвоїти як визначають тепловий баланс приміщення, ознайомитись з системами опалення, основними



елементами цих систем. Окрему увагу звернути на системи водяного опалення та основи їх розрахунку. Знати види, конструкції та основні розміри опалювальних приладів.

Ознайомитись з системами панельно-променевого, парового, повітряного, газового та електричного опалення. Мати уяву про автономні системи опалення будинків і споруд. Крім того, знати про використання геотермальної енергії та енергії вітру, системи і біогазові установки. Вміти при об'ємно-планувальних рішеннях будівлі ув'язувати розміщення теплогенераторів.

Питання для самоперевірки

- 3.1. Мікроклімат приміщень та тепловий режим будинків.
- 3.2. Системи опалення (водяне, панельно-променево, повітряне, газове та електричне) та їх характеристика.
- 3.3. Матеріали та обладнання систем опалення.
- 3.4. Опалювальні прилади. Вибір системи опалення, розміщення опалювальних приладів та їх ув'язування з архітектурно-планувальними рішеннями.
- 3.5. Основи розрахунку систем опалення.
- 3.6. Автономні системи опалення будинків і споруд.
- 3.7. Використання геотермальної енергії та енергії вітру, системи і біогазові установки. Розміщення теплогенераторів.

1.4. Газопостачання

Робоча програма

Джерела газопостачання. Склад та основні властивості горючих газів. Схеми газопостачання населених пунктів та об'єктів. Розміщення ГРС та ГРП на генпланах. Влаштування систем газопостачання будинків. Газові прилади та пальники. [9; 3, с.314-339; 4, с.208-225].

Методичні рекомендації

Ознайомитись зі схемами газопостачання населених пунктів. Звернути увагу на мережі з різним тиском та знати призначення ГРС, ГРП, ГРШ та ін. Знати склад та основні



властивості горючих газів, газові прилади та пальники. Розібратись, з яких основних елементів складається газопостачання будинку. Засвоїти основи проектування та розрахунку дворових та внутрішніх газових мереж.

Питання для самоперевірки

- 4.1. Джерела газопостачання. Склад та основні властивості горючих газів.
- 4.2. Схеми газопостачання населених пунктів та окремих об'єктів. Розміщення ГРС та ГРП на генпланах. З якою метою в газопостачанні використовують одоранти?
- 4.3. Влаштування систем газопостачання жилих будинків. Основи трасування газових мереж всередині будинку. Перетин газопроводів з будівельними конструкціями. Використання зрідженого газу.
- 4.4. Визначення розрахункових витрат газу та розрахунків внутрішнього газопроводу.

1.5. Системи вентиляції та кондиціювання повітря

Робоча програма

Системи вентиляції та кондиціювання повітря, їх класифікація та область застосування. Особливості роботи та основи розрахунку. Конструктивні елементи вентиляційних систем та систем кондиціювання повітря. Рекуперація (утилізація) тепла. Основне обладнання, вимоги до зовнішнього оформлення. [14; 3, с.407-410, с.345-349; 2, с.318-384; 4, с. 269-320].

Методичні рекомендації

При вивченні цього розділу в першу чергу звернути увагу на завдання та санітарно-гігієнічне призначення вентиляції і технологічні вимоги до неї. Знати основні системи вентиляції та кондиціювання повітря, їх класифікацію. Необхідно ознайомитись з оптимальними параметрами повітря та показниками абсолютної і відносної вологості. Вивчити основи розрахунку зміни стану атмосферного повітря, ознайомитись з розрахунком за



допомогою I-d діаграм. Знати основні шкідливі виділення у приміщення та повітрообміни в приміщенні. Ознайомитись з основним вентиляційним обладнанням (вентиляторами, вентиляційними установками, повітряними фільтрами, глушниками шуму, калориферами) та питаннями їх розміщення в будинках різного призначення. Знати питання пов'язані з шумом та вібрацією у вентиляційних системах і методи зниження рівнів звукового тиску. Мати уяву про альтернативні джерела енергопостачання будинків.

Питання для самоперевірки

- 5.1. Загальна класифікація систем вентиляції та їх застосування.
- 5.2. Конструктивні елементи вентиляційних систем. Основне вентиляційне обладнання.
- 5.3. Системи кондиювання повітря.
- 5.4. Організація повітрообміну в приміщенні. Основні шкідливі виділення в приміщенні.
- 5.5. Основи проектування систем вентиляції, повітряного опалення та кондиювання повітря.
- 5.6. Шум і вібрація у вентиляційних системах та методи зниження рівнів звукового тиску.
- 5.7. Альтернативні джерела енергопостачання будинків.

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО РІШЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАДАЧ

2.1. Визначення розрахункових витрат води в населеному пункті, на підприємстві та в окремому будинку

При проектуванні систем водопостачання необхідно знати кількість води, яка має бути подана водопроводом, види і кількість водоспоживачів з урахуванням перспективного плану розвитку об'єкта, розрахункові норми споживання води кожним видом споживача та режим споживання води протягом доби. Нормою водоспоживання називають кількість води, що витрачається на певні потреби за одиницю часу або



на одиницю продукції, що виробляється. В населених пунктах норми господарсько-питного водоспоживання призначають на основі вивчення фактичного об'єму та режиму водоспоживання в аналогічних умовах або, якщо це неможливо, то за СНиП 2.04.02-84.

Витрати води на господарсько-побутові потреби в населеному пункті визначають за формулами:

- середньодобові,
$$Q_w = \frac{N \cdot q_w}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (1)$$

- максимальногодинні,
$$Q_w = \frac{N \cdot q_w \cdot K_{gen.max}}{24 \cdot 1000}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2)$$

- максимальnoseкундні,
$$Q_w = \frac{N \cdot q_w \cdot K_{gen.max}}{24 \cdot 3600}, \text{ л/с}, \quad (3)$$

де N - розрахункова кількість жителів; q_w - середньодобова норма водоспоживання, л/добу; $K_{gen.max}$ - коефіцієнт нерівномірності.

Більш детально методика визначення розрахункових витрат води в населеному пункті та для окремих підприємств наведена в [1, розд.1.2-1.3]. Приклади розрахунку в [4,с.4-10].

На підприємствах вода використовується на виробничі, протипожежні та господарсько-питні потреби. Питомі витрати води на промислові потреби підприємств залежать від типу продукції, що випускається, прийнятої технології та встановленого обладнання. Ці витрати визначають за технологічним паспортом підприємства. Для орієнтовних підрахунків витрат води на підприємствах користуються нормами споживання води на одиницю продукції. Так, наприклад, на молочних заводах на переробку 1 т молока необхідно 7,5-12 м³ води, на хлібозаводах - 1,8-4,8 м³ води на 1 т хліба, на м'ясокомбінатах - 10-40 м³ води на 1т продукції, на цукрозаводах - 18-25 м³ води на 1 т цукру, на плодоовочевих консервних заводах - 8-28 м³ води на 1 тис. банок, на цегельних заводах - 1,3-1,8 м³ води на 1 тис. штук



цеглин, на цементних заводах - 1,1-2,4 м³ води на 1 т цемента, на олійних підприємствах – 1,4 м³ на 1 т насіння. Детальніше і питомі показники витрат води у промисловості наведені в [8].

Розрахункові витрати води для промислових підприємств на виробничі (технологічні) потреби за відсутності технологічних графіків водоспоживання вираховують за формулами:

– середньодобові: $q_{доб} = \Pi_{доб} \cdot q_w$, м³/добу, (4)

– за зміну: $q_{зм} = \Pi_{зм} \cdot q_w$, м³/зміну, (5)

– середньогодинні за зміну: $q_{hr,max,зм} = (\Pi_{зм} \cdot q_w) / T_{зм}$, м³/год, (6)

– максимальногодинні за зміну: $q_{hr,зм} = (\Pi_{зм} \cdot q_w \cdot K_n) / T_{зм}$, м³/год, (7)

– максимальногодинні за добу: $q_{hr,max} = (\Pi_{зм,max} \cdot q_w \cdot K_n) / T_{зм}$, м³/год, (8)

– максимальногодинні: $q = q_{hr,max} / 3,6$, л/с, (9)

де: $\Pi_{доб}$ – кількість продукції, що випускається за добу; $\Pi_{зм}$ – те ж за зміну; $\Pi_{зм,max}$ – те ж за зміну з максимальною продуктивністю; q_w – норма водо-споживання на одиницю продукції, м³; $T_{зм}$ – тривалість зміни, год; K_n – коефіцієнт нерівномірності водоспоживання на виробничі потреби.

Крім виробничих, на промислових підприємствах, потрібно враховувати господарсько-питні потреби води за нормою: 45 л за зміну на одну людину в цехах з тепловиділенням більше за 85 кДж/м³·год (так звані "гарячі"); 25 л - в інших цехах [5, табл. А.2]. На господарсько-питні потреби розподіл добових та змінних витрат води виконують за коефіцієнтом погодинної нерівномірності, значення якого приймають в "гарячих" цехах: $K_{hr} = 2,5$; - в "холодних" – $K_{hr} = 3$. Ці витрати не враховують витрати води на душ на наступну годину після кожної робочої зміни, які приймають із розрахунку 500 л/год на одну душеву сітку протягом 45 хв. Кількість душевих сіток визначають від розрахункових витрат



води на душ в найбільш чисельній зміні. Розрахункові витрати води на душ на одного працівника за добу приймаються залежно від групи виробничого процесу за санітарною характеристикою [4, табл.1.7].

При проектуванні систем водопостачання в окремому житловому будинку та будинках громадського призначення використовують такі розрахункові витрати холодної та гарячої води: середні (за рік) добові, м³/добу; максимальні добові, м³/добу; максимальні годинні, м³/год; мінімальні годинні, м³/год; максимальні секундні, л/с.

Розрахункові витрати питної води (загальної, холодної та гарячої в режимі водорозбору) у внутрішніх водопроводах визначають за [5, п.5.2] залежно від:

- а) питомої розрахункової витрати води, л/год, віднесеної до одного споживача або санітарно-технічного приладу;
- б) кількості споживачів або від кількості санітарно-технічних приладів.
- в) кількості споживачів води у житлових і багатоквартирних будівлях за таблицями А.6-А.9 [5].

Розрахункові середні добові витрати, м³/добу, для різних споживачів приймають відповідно до [5, табл.А1 і А2.]: загальна Q_T^{tot} , гаряча Q_T^h , холодна Q_T^c .

Максимальні добові витрати води (загальна Q_{max}^{tot} , гаряча Q_{max}^h , холодна Q_{max}^c):

$$Q_{max} = Q_T \cdot k_d, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (10)$$

де k_d - коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, приймається залежно від кількості приладів (N) або споживачів (U) та середніх годинних витрат води (q_T) за [5, дод.А,т.А4].

Середні годинні витрати води (загальна q_{max}^{tot} , гаряча q_{max}^h , холодна q_{max}^c):

$$q_T = \frac{Q_T}{T}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (11)$$

де T – тривалість подачі води протягом доби, год.



Максимальні годинні (загальна q_{hr}^{tot} , гаряча q_{hr}^h , холодна q_{hr}^c), м³/год, та секундні (загальна q^{tot} , гаряча q^h , холодна q^c) витрати, л/с, води визначають за [5, табл. А5-А9].

Розрахункові мінімальні годинні витрати води (загальна q_{hrmin}^{tot} , гаряча q_{hrmin}^h , холодна q_{hrmin}^c), м³/год, визначають за формулою

$$q_{hrmin} = q_T \cdot k_{min}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (12)$$

де k_{min} - приймається за таблицею 1 [5] залежно від величини k_{max} .

Таблиця 1 [5]

k_{max}	1	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	>3,0
k_{min}	1	0,74	0,54	0,40	0,29	0,21	0,14	0,10	0,07	0,04	0,02

Для житлових і громадських будівель, а також адміністративно-побутових будівель виробничих підприємств, необхідність влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу, кількість струменів та мінімальну витрату води одним струменем на пожежогасіння потрібно визначати відповідно до [5, т.3]. Розрахунок витрат води на пожежогасіння слід здійснювати згідно з [5, п.6].

2.2. Трасування внутрішніх водопровідних мереж. Побудова аксонометричної схеми водопроводу. Основи гідралічного розрахунку внутрішнього водопроводу [3 с.69-71; 3, с.162-165; 4, с. 130-148]

При виконанні трасування внутрішніх водопровідних мереж слід пам'ятати, що правильний вибір місць прокладання та монтажне положення мереж впливає на архітектурне оформлення приміщення, знижує вартість влаштування системи водопостачання і полегшує її експлуатацію. При проектуванні внутрішніх мереж водопроводу спочатку виконують трасування мережі на



планах підвалу і поверхах. На плані поверху позначають місця прокладання стояків і підведень до приладів. Запроектовані стояки переносять на план підвалу і проектують магістральну мережу водопроводу, яка з'єднує всі стояки і водомірний вузол. Основи трасування внутрішніх водопровідних мереж наведені в [3 с.69-71; 3, с.162-165; 4, с.130-148]. Після трасування водопровідної мережі викреслюють її аксонометричну схему, яка дає повне уявлення про систему і є основою для гідравлічного розрахунку.

Аксонометричну схему внутрішнього водопроводу викреслюють в масштабі планів поверху з позначенням усіх трубопроводів, приладів, запірної та регулювальної арматури, водорозбірних кранів. Ці елементи показують прийнятими умовними позначеннями. Для чіткості читання аксонометрії дозволяється показувати приєднання санітарно-технічних приладів до стояка лише на останньому поверсі, на решті поверхів – тільки фасонні частини для приєднання трубопроводів.

Для подальших розрахунків на виконаній аксонометричній схемі вибирають головний розрахунковий напрямок (від вводу до найвіддаленішого і найвище розташованого водорозбірного пристрою - диктуючого), розбивають його на розрахункові ділянки і виконують гідравлічний розрахунок мережі. Діаметри труб на ділянках проставляють після розрахунку. Крім того, на схемі повинні бути проставлені позначки поверхні землі біля будинку, підлоги підвалу, вводу, чистої підлоги поверхів, найвищого і найвіддаленішого від вводу водорозбірного крана, прийнятого в розрахунок, під'єднань до стояків. Якщо у водопроводі, що проектується, є насоси, то вказують позначку осі насоса.

Методика побудови аксонометричної схеми та виконання гідравлічного розрахунку мережі з конкретними прикладами наведені в [3 с.69-71; 3, с.162-165; 4, с. 130-148].

Гідравлічний розрахунок трубопроводів систем холодного водопостачання виконують за максимальними секундними витратами води [5]. Розрахунку підлягає ділянка трубопроводу від диктуючого приладу до вводу, розбита на



аксонометричній схемі на розрахункові ділянки. Метою розрахунку є визначення на кожній з цих ділянок діаметрів труб, потрібних для пропуску ними витрат води при допустимих швидкостях руху, та загальних втрат напору при переміщенні води цими ділянками.

При розрахунку мереж потрібно забезпечити необхідний тиск води у приладах, які розташовані найвище і надалі від вводу [5, п.11.3]. Діаметри труб внутрішніх водопровідних мереж визначають за умови найбільшого використання гарантованого тиску води в зовнішній водопровідній мережі [5, п.11.5]. Швидкість руху води в трубопроводах внутрішніх мереж повинна бути не більше за [5, п.11.6]: для металевих труб – 1,5 м/с; для мідних труб – 3,0 м/с; для труб з полімерних матеріалів – 2,5 м/с; при пожежогасінні – 3,0 м/с.

Залежно від витрат води на ділянці та швидкості руху на них, вибирають діаметр труби і визначають втрати напору на кожній ділянці за формулою

$$H = i \cdot L \cdot (1 + k_L), \text{ м}, \quad (13)$$

де i – одиничні втрати напору на тертя; L – довжина розрахункової ділянки, м; k_L – коефіцієнт, який враховує втрати напору у місцевих опорах мережі (для систем питних водопроводів житлових і громадських будинків $k_L = 0,3$).

Сума втрат напору на окремих ділянках ΣH дає загальні втрати напору на розрахунковому напрямку.

Потрібний напір для водопостачання будинку визначають за формулою

$$H_{\text{нотр}} = H_{\text{геом}} + h_{\text{вод}} + h_{\text{вод}}^{\text{кв}} + \Sigma H + H_{\text{роб}}, \text{ м}, \quad (14)$$

де $H_{\text{геом}}$ – геометрична висота підйому води, яка визначається як різниця відміток диктуючого приладу і труб зовнішньої мережі водопроводу в точці підключення, м; $h_{\text{вод}}$ – втрати напору у загальному лічильнику води, м; $h_{\text{вод}}^{\text{кв}}$ – втрати напору у квартирному лічильнику води, м; ΣH – сумарна втрата напору, м; $H_{\text{роб}}$ – робочий напір перед водорозбірним пристроєм, необхідний для забезпечення його нормальної роботи, м.



Лічильники води слід установлювати на вводах трубопроводів холодного і гарячого водопроводу в кожному будівлю (споруду), у кожному квартиру житлових будинків і на відгалуженнях трубопроводів в будь-які нежитлові приміщення, вбудовані або прибудовані до житлових, виробничих або громадських будівель. Втрати тиску в лічильниках води визначають при розрахункових секундних витратах води згідно з технічною документацією на лічильники.

Обчислене значення потрібного напору $H_{нотр}$ необхідно порівняти із значенням гарантованого напору $H_{гар}$. Якщо:

- $H_{гар} - H_{нотр} = 0,5-1,0$ м – результати розрахунків задовільні;
- $H_{гар} - H_{нотр} > 1,0$ м – необхідно зменшити діаметри деяких ділянок мережі;
- $H_{нотр} - H_{гар} > 0,5$ м – слід перевірити можливість збільшення діаметрів найнавантажениших ділянок мережі з метою зменшення потрібного напору, щоб виконувалась умова $H_{нотр} \leq H_{гар}$. Якщо це не можливо, то слід запроєктувати підвищувальну установку.

2.3. Трасування та основи розрахунку внутрішньої каналізації

[5 с. 38-57; 2, с. 178-208; 3, с. 212-230; 4, с. 189-208]

У будинку, будівлі, споруді потрібно встановлювати санітарно-технічні прилади та обладнання для прийому стічних вод, види, типи і кількість яких визначається в архітектурно-будівельній або технологічній частині проекту.

Відведення стічних вод слід передбачати самопливними трубопроводами. Ділянки системи каналізації потрібно прокладати прямолінійно. Труби прокладають з похилом в сторону стояка. Для приєднання відвідних трубопроводів до стояка передбачають косі хрестовини і трійники. Стояки розташовують біля приймачів стічних вод відкрито біля стін або приховано - в монтажних шахтах, блоках, кабінах (ближче



до унітазів). Не слід розміщувати стояки біля перегородок, що відділяють санвузли від житлових кімнат, маючи на увазі шум води, що виникає при роботі санприладів. Заборонено приєднувати санітарно-технічні прилади, розташовані на одному поверсі в різних квартирах, до одного відповідного трубопроводу. Прокладання каналізаційних мереж може бути відкрите і приховане. Не допускається ні відкрите ні приховане прокладання внутрішніх каналізаційних мереж в житлових кімнатах (у тому числі в стінах чи в підлозі) та інших приміщеннях з особливим санітарним режимом. Перелік таких приміщень наведено в [5,п.19.1].

Витяжна частина каналізаційного стояка згідно з [5,п.19.17] виводиться через покрівлю або збірну вентиляційну шахту будівлі (споруди) на висоту: від плоскої, яка не експлуатується, і скатної покрівлі – 0,2 м; обрізу збірної вентиляційної шахти – 0,1 м. Витяжна частина каналізаційного стояка повинна бути віддалена від вікон, які відкриваються, і балконів не менш ніж на 4 м (по горизонталі). Діаметр витяжної частини окремого стояка повинен бути рівний діаметру його стічної частини. Установка в усті витяжної частини стояка аеродинамічних опорів у вигляді дефлекторів (флюгарка, простий ковпак тощо) не допускається. Забороняється з'єднувати витяжну частину каналізаційних стояків із вентиляційними системами та димоходами.

Висота витяжної частини на експлуатованих покрівлях повинна бути не менше ніж 3 м, але при цьому витяжка повинна об'єднувати не менше 4-х стояків. За неможливості виконання цієї умови каналізаційні стояки не треба виводити вище покрівлі – кожен стояк повинен закінчуватися вентиляційним клапаном (що пропускає повітря тільки в один бік – у стояк), який встановлюється в усті стояка над підлогою поверху, де встановлені найвище розташовані прилади і обладнання. Аналогічні рішення треба приймати у всіх



випадках, коли каналізаційні гази від стояків необхідно відвести із зони перебування людей.

На мережах внутрішньої побутової і виробничої каналізації потрібно передбачати встановлення ревізій або прочисток згідно з [5, п.19.24, п.25].

Збірні горизонтальні каналізаційні трубопроводи, що об'єднують стояки і випуск, прокладають у підвалах, технічному підпіллі або каналах. Всі каналізаційні стояки будинку рекомендується об'єднувати у групи, до яких входять близько розташовані один біля одного стояки. Для кожної групи проектується один випуск. Всі випуски слід направляти за межі стін дворових фасадів (тобто в сторону розташування під'їздів) і підключати до дворової каналізації. Діаметр і уклон випуску треба визначати розрахунком.

Найменшу глибину закладання каналізаційних труб треба приймати за умови забезпечення труб від руйнування під дією постійних і тимчасових навантажень, але не меншою ніж глибина промерзання ґрунту. Довжина випуску від стояка або прочистки до осі оглядового колодезя повинна бути не більше вказаної в [5, табл.9].

Проектування трубопроводів внутрішньої каналізації в здійснюють у тій же послідовності, що і внутрішнього водопроводу. При цьому дотримують всіх правил побудови аксонометрії та вказують всі фасонні частини, гідрозатвори, прочистки і ревізії.

Перед побудовою аксонометрії каналізації слід графоаналітичним методом обчислити відмітки, на яких розташовані окремі елементи каналізації, верх витяжної труби, фасонні частини для приєднання труб до стояка, положення випуску і дворового колодезя. Для чіткості читання аксонометрії дозволяється показувати приєднання санітарно-технічних приладів до стояка лише на останньому поверсі, на решті поверхів – тільки фасонні частини для приєднання відповідних труб. Розрахунок мереж внутрішньої каналізації зводиться до визначення діаметрів трубопроводів,

похилів труб та перевірки пропускної здатності труб. Правильно запроєктована мережа забезпечує нормальне відведення розрахункових витрат стічних вод.

Для стояків систем каналізації розрахунковою кількістю є максимальна кількість стоків за секунду від приєднаних до стояка санітарно–технічних приладів, які не спричиняють зриву гідрозатворів будь-яких видів санітарно-технічних приладів (приймачів стічних вод). Цю кількість належить визначити як суму розрахункової максимальної за секунду витрати стічних вод від всіх санітарно–технічних приладів, приєднаних до стояка, q^{tot} , відповідно до вимог [5, п.5.1] і розрахункової кількості за секунду стічних вод від приладу з максимальним водовідведенням, q_0^s [5, табл.А.3]:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \text{ л/с.} \quad (15)$$

Для горизонтальних відвідних трубопроводів систем каналізації розрахунковою кількістю треба рахувати витрату, л/с, значення якої обчислюється залежно від кількості санітарно–технічних приладів N , які приєднані до проєктованої ділянки трубопроводу, довжиною цієї ділянки трубопроводу L , м, за формулою

$$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + k_s \cdot q_0^s, \text{ л/с,} \quad (16)$$

де q_{hr}^{tot} – загальна максимальна витрата води за годину, м³/год; k_s – коефіцієнт, який приймається згідно з [5, табл.2].

Гідравлічний розрахунок каналізаційних стояків і випусків доцільно виконувати в табличній формі [2, с.208].

В житлових будинках, де використовують стандартні приймачі стічних вод, поверхові відвідні трубопроводи приймають без розрахунку. Відвідні лінії від унітазів приймають діаметром 100 мм, а від решти санітарних приладів 32, 40 або 50 мм. При проєктуванні відвідних ліній



призначають похил в сторону стояка (для $d = 32-50$ мм мм $i = 0,035-0,025$, для $d = 85-100$ мм мм $i = 0,02-0,012$).

При встановленні в кухнях посудомийних і пральних машин а також мийок рекомендується діаметр стояка приймати не менше 70 (90) мм. Мінімальний діаметр стояка при приєднання унітаза приймається 100 мм. По всій висоті каналізаційні стояки приймають однакового діаметра, враховуючи, що діаметр стояка не може бути меншим, ніж найбільший діаметр поверхових відвідних труб, що приєднуються до цього стояка. Пропускна спроможність каналізаційних стояків перевіряють за [5, табл.10-16].

Конструктивно діаметр трубопроводу каналізаційного випуску не може бути менше найбільшого діаметру каналізаційного стояка. При цьому визначальним фактором є швидкість руху стічних вод V (не менше 0,7 м/с) і наповнення h/d (0,3-0,7). Гідравлічний розрахунок внутрішніх каналізаційних труб проводять за таблицями гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж. При розрахунку мереж повинна виконуватись умова

$$V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K, \quad (17)$$

де $K = 0,5$ - для трубопроводів із полімерних матеріалів і 0,6 м - для трубопроводів з інших матеріалів.

У тих випадках, коли виконати умову (17) неможливо через недостатню величину витрат стічних вод, нерозрахункові ділянки самопливних трубопроводів діаметром 40 мм та 50 мм слід прокладати з похилом 0,03, а діаметром 85 мм і 100 мм – з похилом 0,02. Найбільший похил трубопроводів не повинен перевищувати 0,15 (за винятком відгалужень від приладів довжиною до 1,5 м).



2.4. Трасування вуличних та дворових мереж водопостачання, водовідведення, теплотрас та газопроводів

На території житлових кварталів та підприємств проектується система мереж водопостачання, водовідведення, теплотрас та газопроводів. Залежно від розташування трубопроводів на території населеного пункту чи підприємства ця система називається дворовою, квартальною або заводською мережею. Дворова мережа обслуговує один або декілька будинків, квартальна - значно більшу групу будинків в межах кварталу, а заводська прокладається на території підприємства.

При прокладанні мереж паралельно будинкам відстань від стіни будинку приймається не менше 3,5-5,0 м, щоб при проведенні земляних робіт не пошкодити основу фундаменту будинку. Відстань в плані між трубопроводами і підземними частинами фундаментів будинків та іншими підземними спорудами приймається для напірних трубопроводів - не меншою, ніж 5 м, а для самопливних 3 м. При відкритому способі прокладання трубопроводів ця відстань не повинна бути меншою, ніж визначена за формулою

$$L = h / \operatorname{tg} \alpha + b / 2 + 0,5 \quad (18)$$

де: h - відстань по висоті між підшвою фундаменту та лотком труби; $\operatorname{tg} \alpha$ - кут відкосу ґрунту (траншеї без кріплення); b - ширина траншеї, м.

Не слід прокладати мережі територією, де в подальшому передбачається забудова. При проектуванні та будівництві обов'язково ув'язують прокладання каналізаційних мереж з іншими підземними комунікаціями: до теплотрас - 1,0-1,5 м; до ліній електропередач: до 35 кВ-5 м, більше 35 кВ-10м; до дерев цінних порід - 2,0 м; до щогл та опор освітлення, зв'язку, контактної мережі - 1,5 м.; до бортового каменя автодоріг - 1,5 м; до краю кювету - 1,0 м; до трамвайних та заводських колій - 1,5 м; до залізничних колій загальної мережі - 4 м (до осі колій); до підшви насипу - не менше



Мінімальна відстань між водовідвідною мережею та газопроводом при паралельному прокладанні приймається в залежності від тиску газу в газопроводі: при низькому тиску до 5 кПа - 1,0 м; при середньому тиску до 0,3 МПа - 1,5 м; при високому тиску до 0,6 МПа – 2 м, теж саме до 1,2 МПа - 5м.

Мінімальна відстань між водовідвідною мережею та водопроводом приймається:

- при паралельному прокладанні на одному рівні та діаметрі водопроводу до 200 мм - не менша за 1,5 м, при більшому діаметрі - не менша за 3 м;
- при прокладанні мереж водовідведення вище від водопроводу на 0,5 м і більше - не менша за 5 м.
- при перетинах з водопроводом водовідвідна мережа прокладається нижче від водопроводу не менше, як на 0,4 м, а у випадках коли водовідвідна мережа прокладається вище від водопроводу, то необхідно захищати водопровід у футляр. Довжина захищеної ділянки по обидва боки від перетину приймається: у водонепроникних ґрунтах – не меншою за 3 м, а у фільтруючих – 10 м.

Після вибору траси мереж їх наносять на план території, проводять гідравлічні розрахунки, виконують висотну ув'язку труб і будують поздовжні профілі цих мереж. На профілях вказують діаметри труб, довжини розрахункових ділянок, відмітки поверхні землі та лотків труба також глибини колодязів.

2.5. Визначення теплових втрат в приміщенні. Основи гідравлічного розрахунку систем опалення. Визначення кількості опалювальних приладів

Тепловий баланс приміщення у загальному вигляді:

$$Q_{\text{нi}} = \sum Q_{\text{aод}} - \sum Q_{\text{iaаb}} \quad (18)$$

де Q_{co} – дефіцит тепла, тобто розрахункова потужність системи опалення, Вт; $\sum Q_{\text{отр}}$ – сумарні теплові втрати приміщеннями, Вт; $\sum Q_{\text{надх}}$ - сумарні надходження тепла в приміщення, Вт, для житлових будинків приймаються із розрахунку 10 Вт на 1 м² загальної площі і їх слід враховувати в цілому на систему опалення будинку .



Якщо в будинку, зазвичай виробничому, $\sum Q_{надх} > \sum Q_{втр}$, то надлишок тепла усувається, наприклад, роботою припливної вентиляції. Розрахункові теплові втрати для житлових будинків визначаються за формулою

$$\sum Q_{дод} = \sum Q_{іаіо} + Q_{ааіо}, \quad (19)$$

де $\sum Q_{огор}$ – сума втрат тепла через окремі огороження будинку; $Q_{вент}$ – втрати тепла на нагрів вентиляційного повітря.

Втрати тепла через окремі огороження обчислюють за формулою

$$Q_{іаіо} = KF(t_a - t_c)n(1 + \sum \beta) \quad (20)$$

де $K = 1/R_0^o$ – коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²·°C); F – розрахункова площа огороження, м²; t_c – розрахункова температура зовнішнього повітря, якщо різниця між температурами сусідніх приміщень більше 8 °C; $\sum \beta$ – додаткові втрати тепла в частках від основних.

Кількість тепла на нагрів вентиляційного повітря обчислюється для кожного опалюваного приміщення, яке має одне або більшу кількість вікон чи балконних дверей в зовнішніх стінах, виходячи з необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря у об'ємі однократного повітрообміну за годину, за формулою:

$$Q_{ааіо} = 0,337F_n \cdot h(t_a - t_c) \quad (21)$$

де F_n – площа підлоги приміщення, м²; h – висота приміщення від підлоги до стелі, м, але не більше 3,5 м.

Витрати тепла $Q_{вент}$ для нагріву зовнішнього повітря, яке надходить через зовнішні двері:

$$Q_{ааіо} = 0,7B(H + 0,8P)(t_a - t_c) \quad (22)$$

де H – висота будинку, м; P – кількість мешканців у будинку; B – коефіцієнт, що враховує кількість входних тамбурів. При одному тамбурі (двоє дверей) $B = 1$.

Розрахунок тепловтрат у кутовому приміщенні житлового будинку наведено в [4, с.263-265].



2.6. Проектування (трасування мереж, побудова аксонометричної схеми) та основи гідравлічного розрахунку системи водяного опалення

[3, с. 268; 4, с. 226-257]

Основні задачі проектування системи опалення:

- розміщення на планах будинку опалювальних приладів, стояків, магістральних трубопроводів, запірно-регулювальної арматури;
- вибір схеми приєднання системи опалення до теплової мережі, способу прокладання трубопроводів, видалення повітря, компенсації теплового видовження та ізоляції труб;
- побудова аксонометричної схеми системи та підготування її до гідравлічного розрахунку.

Опалювальні прилади розміщують переважно під вікнами із забезпеченням доступу для огляду, ремонту та очищення. В сходових клітках опалювальні прилади розміщують на першому поверсі так, аби вони не заважали руху людей. Забороняється розміщувати опалювальні прилади в тамбурах сходових кліток із зовнішніми дверима.

На підведеннях до опалювальних приладів передбачають автоматичні терморегулятори. На подавальному підведенні опалювального приладу встановлюють прохідні або триходові термостатичні клапани, а на зворотньому, за необхідності, – вентиля з функцією попереднього настроювання. На підведеннях до опалювальних приладів сходових кліток автоматичні терморегулятори не встановлюють.

Запірну арматуру встановлюють для відключення стояка від подавальної магістралі, а регулятори витрати встановлюють внизу стояка перед підключенням його до зворотної магістралі. Для кращої роботи регулятора витрати рекомендовано у верхній частині стояка після запірної арматури встановлювати фільтр, який крім того може служити і для впуску повітря в систему під час її спорожнення.

Якщо запірна та регулювальна арматура не має в своєму корпусі спеціальних отворів для спорожнення стояків та



впуску повітря, то у верхній та нижній частинах стояка необхідно передбачити трійники з пробкою або інші пристрої.

Запірну арматуру на магістральних трубопроводах (як подавальних, так і зворотних) встановлюють для відключення окремих кілець (наприклад, чвертей будинку) та частин (наприклад, окремих фасадів) системи опалення. Запірна арматура в тепловому пункті служить для відключення усієї системи та окремого обладнання.

В системах опалення передбачене відкрите (металеві) і приховане (металеві, полімерні) прокладання трубопроводів. Опалювальні прилади приєднують до стояків системи опалення підводеннями, довжину яких приймають рівною 0,4 м для труб діаметром 15-20 мм і 0,5 м для діаметра 25 мм, але в будь-якому випадку не більше ніж 1,5 м. В однотрубній системі кожен опалювальний прилад приєднують обома підводеннями до одного стояка.

Стояки, так само як і опалювальні прилади, розташовують попід зовнішніми стінами відкрито (на відстані 35 мм від поверхні стіни до осі трубопроводу, якщо його діаметр не перевищує 32 мм, і 50 мм для більших діаметрів) або приховано (приховане прокладання трубопроводів в зовнішніх стінах збільшує тепловтрати порівняно з відкритим прокладанням труб, що змушує вживати відповідних заходів). Трубопроводи стояків розміщують на відстані 150 ± 50 мм від віконного прорізу з будь-якої сторони опалювального приладу, за винятком приладів, встановлених під вікнами з балконними дверима і вікнами кутових кімнат. В кутових кімнатах стояк розміщують у наріжному кутку, щоб забезпечити його прогрівання. Опалювальні прилади сходових кліток приєднують до окремих стояків.

В системах опалення з верхнім розташуванням подавальної магістралі теплоносій до неї подають з індивідуального теплового пункту головним стояком системи, який розміщують якомога ближче до центру будинку за межами житлових квартир (в сходових клітках, міжквартирних коридорах).



Стояки на планах позначають точками і нумерують по периметру будинку за годинниковою стрілкою, починаючи з лівого верхнього приміщення на плані: Ст1, Ст2, Ст3 і т.д, головний стояк системи позначають ГСт.

Магістральні труби, які подають та відводять воду від стояків системи опалення, проектують у підвальному та горищному приміщеннях. Розміщення цих трубопроводів залежить від ширини будинку та виду системи опалення.

Для систем з верхнім розташуванням подавальної магістралі трубопроводи подачі води до стояків проектують на плані горища. Якщо ширина будинку перевищує 9 м, то передбачають дві подавальні магістралі вздовж кожної з фасадних стін, прокладені паралельно зовнішнім стінам на відстані не менше 1 м від них з похилом не менше 0,002 від повітрозбірників, які встановлюють перед одним або двома останніми стояками.

Приєднання стояків до подавальної магістралі здійснюють під прямим кутом, за винятком останніх, які підключають під кутом 135° для зменшення втрат тиску та компенсації теплового видовження.

На плані підвалу будинку передбачають приміщення з окремим входом під індивідуальний тепловий пункт, де розміщують вузли обліку та приготування теплоносія.

Зворотні магістралі, які збирають охолоджену воду від стояків, в підвалі будинку прокладають і кріплять на внутрішній стороні зовнішніх стін. Зворотні магістралі з'єднують між собою перемичкою, з якої відводять воду через тепловий пункт в трубопровід теплової мережі. Магістралі прокладають з похилом не менше 0,002 в сторону теплового пункту для спорожнення системи.

На кресленні подавальні трубопроводи позначають Т1, зворотні – Т2. Усі труби, прокладені горищем та підвалом, беруть у теплову ізоляцію, яку на кресленні позначають тонкою хвилястою лінією.

На аксонометричну схему наносять опалювальні прилади, арматуру, обладнання, позначають та нумерують усі



стояки і трубопроводи, вказують місця перетину з будівельними конструкціями. На схемі вказують діаметри, які проставляють після гідравлічного розрахунку, та довжини ділянок трубопроводів, відмітки: підлоги підвалу, входу та виходу тепломережі, магістральних трубопроводів, підлоги поверхів. Вказують також напрямок та величину похилу трубопроводів, запірну та запобіжну арматуру.

Для визначення площі поверхні опалювальних приладів знаходять тепловий потік q_{np} , що передається від теплоносія в навколишнє середовище через 1 м^2 площі поверхні приладу

$$q_{i\partial} = \frac{Q}{F} \quad (23)$$

де Q – тепловий потік через поверхню опалювального приладу, Вт;
 F - площа поверхні приладу, м^2 .

Розрахункова площа опалювального приладу визначається за формулою

$$F_{\partial} = \frac{Q_{i\partial}}{q_{i\partial}} \quad (24)$$

При врахуванні додаткових факторів, що впливають на теплопередачу приладів, формула матиме вигляд:

$$F_{\partial} = \frac{Q_{i\partial}}{q_{i\partial}} \beta_1 \beta_2 \quad (25)$$

де Q_{np} – тепловіддача опалювального приладу в приміщення, визначається за формулою:

$$Q_{i\partial} = Q_{i\partial\partial i} - 0,9Q_{\partial\partial} \quad (26)$$

де $Q_{прим}$ – потреба приміщення в теплі, що дорівнює різниці між тепловтратами і тепловими надходженнями, Вт; Q_{np} – сумарна тепловіддача відкрито прокладених в межах приміщення стояків, підведень, до яких безпосередньо приєднаний прилад (коефіцієнт 0,9 враховує частку теплового потоку від теплопроводів, корисну для підтримання температури повітря в приміщенні).

Тепловіддачу від трубопроводів можна визначати за спрощеною формулою:



$$Q_{\text{доп}} = q_a l_a + q_a l_a \quad (27)$$

де q_v , q_e – тепловіддача 1 м вертикально і горизонтально прокладених труб, Вт/м; l_v , l_e – довжина вертикально і горизонтально прокладених труб, м. β_1 – коефіцієнт, який враховує додатковий тепловий потік; β_2 – коефіцієнт додаткових втрат теплоти опалювального приладу.

Розрахункова кількість секцій чавунних радіаторів визначається за формулою:

$$N = \frac{F_d \beta_4}{f_1 \beta_3} \quad (28)$$

де f_1 – площа поверхні нагріву однієї секції, м²; β_4 – коефіцієнт, що враховує спосіб установлення радіатора в приміщенні, при відкритому установленні - 1,0; β_3 – коефіцієнт, що враховує кількість секцій в одному радіаторі.

Розрахунок визначення кількості секцій в системі водяного опалення наведено в [4, с.265-267].

2.7. Проектування (трасування, аксонометрична схема) та основи розрахунку внутрішнього газопроводу [9; 4, с.208-225]

Система газопостачання будинку складається з газопроводу-вводу, ввідного газопроводу, стояків, квартирних розведень, газових приладів і арматури. Внутрішні газопроводи проектують із сталевих труб.

Ввідні газопроводи не повинні проходити через фундаменти та під фундаментами будинків. Не допускається ввід газопроводів у підвали, ліфтові приміщення, вентиляційні камери та шахти, приміщення сміттєзбірників, трансформаторних підстанцій та розподільчих пристроїв. В місцях проходів через зовнішні стіни будинків газопроводи прокладають у футлярах (гільзах).



Простір між стіною та футляром старанно замурується на всю товщину стіни. Кінці футляру повинні виступати за стінку не менше ніж на 3 см, а діаметр його приймається з умови, щоб кільцевий простір між газопроводом і футляром був не менше 5 мм для газопроводів номінальним діаметром не більш 32 мм і не менше 10 мм для газопроводів більшого діаметру. Простір між газопроводом і футляром необхідно закладати герметичними еластичними матеріалами. У межах футляру газопровід повинен бути зафарбований і не мати стикових з'єднань.

Вводи газопроводів в житлові будинки необхідно передбачати в нежитлові приміщення, доступні для огляду. Прокладання газопроводів необхідно здійснювати в нежитлові приміщення. Не допускається прокладати транзитні газопроводи та стояки через санітарні вузли та у сходових клітках.

Квартирне газове розведення призначене для подачі газу від стояків до газових приладів і складається з розподільних трубопроводів і спусків до приладів. Розподільні трубопроводи дозволяють прокладати тільки нежитловими приміщеннями. Перед кожним газовим приладом на спуску на висоті 1,5 м від підлоги встановлюють запірну арматуру - корковий чи кульовий кран.

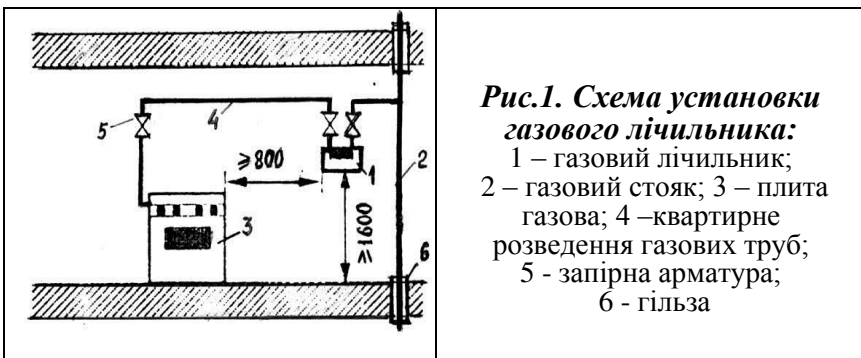
Внутрішні газопроводи низького і середнього тиску монтують з водогазопровідних труб. Газопроводи прокладаються відкрито. Приховане прокладання у вентильованих рівчачках допускається як виняток. З'єднання труб, що прокладаються в житлових (службових) приміщеннях слід виконувати зварними, різьбові з'єднання допускаються тільки в місцях підключення газопроводу до опалювального газового обладнання, для приєднання арматури, газових і контрольно-вимірювальних приладів. Прокладаючи трубопроводи по зовнішній стіні дворових фасадів, відстань між трубою і стіною приймають не меншою за радіус труби, але не більшою за 100 мм. У місцях перетину



внутрішнього газопроводу з іншими трубопроводами відстань між трубами передбачають не меншою, ніж 20 мм.

Газопровід прокладають на висоті не нижче ніж 2,2 м в місцях проходження людей і вище від дверних прорізів та воріт. Газопроводи не повинні перетинати віконних прорізів. Газові стояки в житлових будинках прокладають в кухнях, сходових приміщеннях або у коридорах. Встановлення стояків у житлових приміщеннях, ванних кімнатах і санвузлах, а також перетин газопроводами вентиляційних і димових каналів та шахт не допускається. Газові стояки встановлюють вертикально з допустимим відхиленням 2мм на 1 м довжини.

Для виміру кількості спожитого в житлових будинках природного газу застосовують побутові газові лічильники, які встановлюють на ввіді в будинок (на відгалуженні в квартиру) в місцях, які виключають можливість пошкодження його при відкриванні дверей і вікон. При цьому мінімальні відстані від лічильника (рис.2): **0,8 м** по горизонталі у просвіті до пальників відкритого вогню та до тепло- ізольованих димоходів; **0,6 м** по горизонталі у просвіті до закритих опалювачів (газових водонагрівачів, котлів, печей тощо); **0,5 м** по горизонталі у просвіті до радіаторів та труб опалення; **0,35 м** по горизонталі у просвіті до комунікацій електропостачання, зв'язку та радіомовлення; **1,6 м** по вертикалі від підлоги до низу лічильника.





Розрахунки слід виконувати за умови, що гідравлічні режими роботи газопроводів повинні прийматися за умови створення при максимально допустимих втратах тиску газу найбільш економічної та надійної в експлуатації системи, що забезпечує стійкість роботи ГРП та ГРУ, а також роботу пальників споживачів у допустимих діапазонах тиску газу. Розрахункові внутрішні діаметри газопроводів необхідно визначати гідравлічним розрахунком за умови забезпечення безперебійного газопостачання всіх споживачів у часи максимального споживання газу.

Розрахунковий (допустимий) перепад тиску в газопроводах низького тиску приймається за допустимими коливаннями теплових навантажень газових приладів. Максимальному тиску газу перед приладами буде відповідати максимальне теплове, а мініимальному – мінімальне теплове навантаження.

Розрахункові (допустимі) сумарні втрати тиску газу в газопроводах низького тиску (від джерела газопостачання до найбільш віддаленого приладу) приймаються згідно ДБН В.2.5-20-2001 не більш 180 даПа, у тому числі в розподільчих газопроводах 120 даПа, газопроводах-вводах і внутрішніх газопроводах - 60 даПа. Для садибної забудови розподіл розрахункових втрат допускається приймати в розподільчих газопроводах 150 даПа, газопроводах-вводах та внутрішніх газопроводах – 30 даПа.

Перед початком розрахунку будують аксонометричну схему внутрішніх газових мереж, на якій вибирають розрахунковий напрям - до найвіддаленішого і несприятливо розташованого газового приладу. Розрахунковий напрям поділяють на розрахункові ділянки і визначають їх довжину.

Гідравлічний розрахунок внутрішніх мереж газопроводу починається з визначення витрат газу по будинку в цілому і на окремих ділянках за формулою



$$Q_p = \sum_1^n K_{sim} \cdot q_i \cdot N_i, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (29)$$

де K_{sim} - коефіцієнт одночасної дії для однотипних приладів; N_i - кількість квартир, шт.; n - кількість типів приладів; q_i - номінальні витрати газу приладом або групою приладів, $\text{м}^3/\text{год}$, які приймаються за паспортними даними приладів.

За розрахунковими витратами газу на окремих ділянках визначають діаметри труб, виходячи з умови, що загальна сума втрат тиску, з врахуванням гідростатичного тиску, не повинна перевищувати допустимого перепаду тиску [9], який складає для газопроводу-вводу та внутрішніх газопроводів – 600 Па. Діаметри підведень до газових приладів приймають: до газової плити 15 мм, до газового нагрівача – 25 мм.

За величиною розрахункових витрат газу на окремих ділянках з таблиць гідравлічного розрахунку газопроводів вибирають діаметри труб, питомі втрати напора та швидкість руху газу із умови, щоб загальна сума втрат тиску (з урахуванням гідростатичного) не перевищувала допустимих величин. Методика визначення розрахункових витрат газу та гідравлічний розрахунок внутрішньобудинкового і дворового газопроводу наведені в [4, с.215-225].

2.7. Вентиляція приміщень житлових будівель [14; 3, с.407-410, с.345-349; 2, с.318-384; 4, с. 269-320]

Вентиляція приміщень житлових будівель призначена для видалення надлишків тепла, вологи, вуглекислого газу, які виділяються людьми та інших шкідливих виділень у результаті процесів приготування страви тощо. За існуючими нормами в цих будівлях влаштовують витяжну вентиляцію з верхньої зони приміщень кухонь, санітарних вузлів, ванних і душових кімнат, а в деяких випадках і житлових кімнат. Надходження повітря відбувається неорганізовано через квартирки і нещільності в зовнішніх огороджуючих



Вентиляція передбачається з природним спонуканням.

Повітрообмін в приміщеннях житлових будівель з урахуванням нормованої площі на одну людину приймається $3 \text{ м}^3/\text{год}$ на 1 м^2 житлової площі. Виходячи із необхідності вентиляції кухонь, мінімальна кількість повітря, що видаляється, складає: для кухонь квартир з електроплитами – не менше $60 \text{ м}^3/\text{год}$; з газовими 2-пальниковими плитами – не менше $60 \text{ м}^3/\text{год}$, з 3-пальниковими плитами – не менше $75 \text{ м}^3/\text{год}$, з 4-пальниковими плитами – не менше $90 \text{ м}^3/\text{год}$. Із ванних і індивідуальних санвузлів кількість видаленого повітря складає по $25 \text{ м}^3/\text{год}$, а із суміщеної ванни та санвузла – $50 \text{ м}^3/\text{год}$.

Схема повітрообміну в житлових будівлях така: зовнішнє повітря надходить безпосередньо в житлові приміщення, а видаляється через витяжні канали кухонь та санвузлів. В квартирах із чотирьох і більше кімнат передбачається додаткове видалення із усіх кімнат, за винятком двох ближчих до кухні.

Вихідні канали природної вентиляції влаштовують у внутрішніх стінах (капітальних несучих) або можуть бути приставними за відсутності внутрішніх капітальних стін. Всередині зовнішніх стін канали влаштовувати забороняється із-за можливої конденсації водяної пари, що призводить при замерзанні та розмерзанні конденсату до руйнування стін. При улаштуванні приставного каналу до зовнішньої стіни обов'язково між ним та стіною передбачається зазор не менше 5 см.

Мінімально допустимий розмір вентиляційних каналів у цегляних стінах $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ цеглини ($140 \times 140 \text{ мм}$). Відстань між суміжними каналами та між каналами і поверхнею стін повинна бути не менше $\frac{1}{2}$ цеглини (140 мм). Мінімальний розмір приставних повітропроводів із блоків або плит становить $100 \times 150 \text{ мм}$. У приміщеннях із нормальною вологістю приставні канали виконуються з гіпсошлакових або



шлакобетонних або бетонних плит товщиною 35-40 мм. У сучасних великопанельних будівлях вентиляційні канали виготовляють у вигляді спеціальних блоків або панелей із бетону, залізобетону тощо. Форма перерізу каналів є кругла, якнайбільш раціональна.

Радіус дії витяжних каналних систем природної вентиляції рекомендується приймати не більше 8 м через умову стабільності їх роботи. Витяжні вентиляційні системи закінчуються вентиляційними шахтами з металевим зонтом, а з метою використання сил вітру – дефлектором у випадку без теплих горищ. Мета аеродинамічного розрахунку системи природної вентиляції – визначення природного тиску і розрахунок повітропроводів.

Основи проектування та розрахунку вентиляційних систем будинку наведені в [14; 4, с. 269-320].

3. ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 2

Найменування теми практичного заняття	Література
1. Вимоги до розміщення санітарно-технічних приладів і обладнання для прийому стічних вод	[1, с.38-40; 4, с.123-125]
2. Особливості проектування систем гарячого водопостачання	[1, с.183-187; 4, с.175-180]
3. Водостоки будинків	[3, с.244-247]
4. Видалення сміття та пилу в будинках	[3, с.248-254]
5. Електрообладнання житлових будинків. Влаштування внутрішніх електричних мереж	[3, с.415-419]
6. Енергетичний паспорт будівлі	[13]
7. Обладнання систем механічної вентиляції	[3, с.366-381]
8. Системи кондиціонування повітря	[3, с.390-406]



ЛІТЕРАТУРА

1. Кравченко В.С. Водопостачання і каналізація: Підручник, «Кондор», 2009-288с.
2. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків: Підручник – «Кондор», 2009 – 458 с.
3. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Давидчук В.І., Кравченко Н.В. Інженерне обладнання будинків: Підручник. – К.: «Професіонал», 2008 – 480 с.
4. Кравченко В.С., Проценко С.Б., Кравченко Н.В. Розрахунок систем інженерного обладнання будівель: Посібник. Рівне. НУВГП, 2012 – 440 с.
5. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Ч.1. Проектування. Ч. 2. Будівництво. – Київ: Мінрегіон України, 2013.
6. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения–М.:СИ,1985.
7. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: СИ,1986.
8. Укрупненные нормы водоснабжения и водоотведения для различных отраслей промышленности /ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М.: СИ, 1978. – 590с.
9. ДБН В.2.5-20-2001. Інженерне обладнання будинків і споруд. Газопостачання (Зі Зміною № 1 від 11.05.2010 р.). – Київ, 2001.
10. ДСТУ Б.2.5-34:2007. Інженерне обладнання будинків і споруд. Сміттєпроводи житлових і громадських будинків.
11. ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
12. ДСТУ Н Б В.2.5-45:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з проектування, монтажу та експлуатації внутрішніх систем холодного та гарячого



Національний університет

водного господарства

та природокористування,
водопостачання, опалення і охолодження з
використанням мідних безшовних круглих труб.

13. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.



Національний університет
водного господарства
та природокористування