

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## **ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ**

Методичні вказівки  
до виконання практичних завдань та самостійного вивчення дисципліни  
для студентів спеціальності 193 «Геодезія і землеустрій»  
освітньо-професійної програми бакалавра «Землеустрій і кадастр»

Київ 2024

УДК 697.9

I62

Укладачі: К. М. Предун, д-р екон. наук, професор;  
С. Г. Рибачов, канд. техн. наук, асистент

Рецензент М. П. Сенчук, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск К. М. Предун, д-р екон. наук,  
професор

*Затверджено на засіданні кафедри теплогазопостачання  
і вентиляції, протокол № 12 від 15 березня 2023 року.*

В авторській редакції.

**Інженерне** обладнання населених пунктів: методичні вказівки  
I62 до виконання практичних завдань та самостійного вивчення  
дисципліни / уклад.: К. М. Предун, С. Г. Рибачов. – Київ : КНУБА,  
2024. – 64 с.

Розглянуто практичні заняття з дисципліни «Інженерне  
обладнання населених пунктів». Значна увага приділяється вибору  
місць і способів прокладання інженерних мереж та їх розрахунку,  
виходячи з нормативних документів трасування і прокладання  
інженерних мереж населених пунктів.

Призначено для студентів спеціальності 193 «Геодезія і  
землеустрій» освітньо-професійної програми бакалавра «Землеустрій  
і кадастр».

## З М І С Т

Загальні положення	5
1. Трасування внутрішньоквартальних інженерних мереж	5
2. Розрахунок системи водопостачання будинків житлової групи	14
3. Розрахунок системи водовідведення будинків житлової групи	19
4. Розрахунок системи теплопостачання будинків житлової групи	24
5. Розрахунок системи газопостачання будинків житлової групи	33
6. Розрахунок системи електропостачання будинків житлової групи	39
7. Створення і ведення містобудівного кадастру	44
Додаток 1. Відстані від найближчих підземних інженерних мереж до будинків, споруд тощо [1]	48
Додаток 2. Відстані між сусідніми підземними інженерними мережами [1]	49
Додаток 3. Відстані від кабельної каналізації до будинків, споруд і підземних мереж	50
Додаток 4. Значення коефіцієнтів $\alpha$ ( $\alpha_{hr}$ ) при $P$ ( $P_{hr}$ ) $\leq 0,1$ і будь-якому значенні $N$ , а також при $P$ ( $P_{hr}$ ) $\geq 0,1$ і $N > 200$ [2]	51
Додаток 5. Таблиця для гідравлічного розрахунку пластмасових водопровідних труб	52
Додаток 6. Таблиця для гідравлічного розрахунку чавунних каналізаційних труб $D = 150$ мм	53
Додаток 7. Укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення житлових будинків $q_o$ , $Вт/м^2$ , які збудовані після 1.01.1994 р. [13]	53
Додаток 8. Кліматологічна характеристика населених пунктів України	54
Додаток 9. Номограма для гідравлічного розрахунку трубопроводів теплових мереж [4, 5]	54
Додаток 10. Технічна характеристика побутових газових приладів	56
Додаток 11. Значення коефіцієнтів одночасності $K_{sim}$ для житлових будинків	56
Додаток 12. Номограма для гідравлічного розрахунку газопроводів низького тиску	57

Додаток 13. Розрахункові електричні навантаження $P_{кв}$ житлових будинків на квартиру, $кВт$ [6]	58
Додаток 14. Коефіцієнт попиту $K_{пкв}$ для різної кількості квартир, які одержують живлення від ліній чи трансформаторної підстанції [ 6 ]	58
Додаток 15. Коефіцієнт попиту та потужності ліфтів на ввіді житлових та громадських будинків [7]	58
Додаток 16. Економічна густина струму $j_{ек}$ для алюмінієвих провідників та кабелів, $A/мм^2$ [6]	59
Додаток 17. Струмові навантаження для кабелів $I, A$ в залежності від площі перерізу струмопровідних жил $S, мм^2$ [6]	59
Додаток 18. Активні $R_0$ та індуктивні $X_0$ опори багатожильних кабелів, $Ом/км$ [6]	59

## **ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

На практичних заняттях розглядаються системи інженерного забезпечення будинків житлової групи (кварталу) населеного пункту. Робота складається з таких частин:

1. Проєктування схеми підключення будинків житлової групи до міських інженерних мереж.
2. Розрахунок системи водопостачання.
3. Розрахунок системи водовідведення.
4. Розрахунок системи тепlopостачання.
5. Розрахунок системи газопостачання.
6. Розрахунок системи електропостачання.
7. Заповнення вихідних форм документів для створення і ведення містобудівного кадастру.

В процесі виконання практичних занять студенти набувають практичних навичок з вибору місць і способів прокладання інженерних мереж та їх розрахунку з метою визначення всіх необхідних параметрів для заповнення вихідних форм документів за стандартними запитами, згідно з вимогами ДБН Б.1.1-16:2013 [16], а також знайомляться з довідковою та нормативною літературою з наведених питань.

Вихідні дані для проєктування студент вибирає з методичних вказівок [17] на основі тризначного шифру, який отримує від викладача.

### **1. ТРАСУВАННЯ ВНУТРІШНЬОКВАРТАЛЬНИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ**

В міських кварталах (мікрорайонах або житлових групах) передбачають всі основні види сучасного інженерного обладнання і упорядкування: водопровід, водовідведення, централізоване тепlopостачання, гаряче водопостачання, електропостачання, газопостачання тощо.

Прокладка названих мереж може відбуватися таким чином:

1. Сумісне прокладання мереж в прохідних каналах, колекторах.
2. Роздільне прокладання всіх видів інженерних мереж.
3. Сумісне прокладання мереж в одній траншеї.
4. Сумісне прокладання мереж в технічних коридорах або підпіллях будинків.

Вибір схеми прокладки інженерних мереж у кварталі залежить від рельєфу і планувальних рішень. В окремих випадках можливе одночасне використання декількох видів прокладки інженерних комунікацій.

Внутрішньоквартальні мережі підключають до відповідних магістральних районних або міських мереж, які прокладають вздовж транспортних вулиць в спеціально відведених для них технічних полосах.

Розміщення підземних інженерних мереж по відношенню до будинків, споруд, зелених насаджень тощо, а також їх взаємне розташування регламентуються вимогами ДБН Б.2.2-12:2019 [1]. В дод. 1, 2 даних методичних вказівок вказані необхідні значення мінімальних відстаней (у просвіті) по горизонталі.

### **1.1. Водопостачання**

Для задоволення господарсько-питних потреб мешканців у воді житлові будинки кварталу підключаються до вуличних розподільних мереж водопостачання за допомогою внутрішньоквартальних та внутрішньобудинкових мереж [2]. На практичних заняттях розглядається тільки внутрішньоквартальний водопровід.

Як правило, в житлових будинках проєктують один ввід на будинок або навіть на групу будинків. Для того, щоб вводи мали найменшу довжину, їх проводять перпендикулярно вуличній мережі (це характерно і для інших інженерних мереж).

Внутрішньоквартальний водопровід можна прокладати окремо в траншеї, в непрохідному каналі разом з трубопроводами систем опалення і гарячого водопостачання, в технічному коридорі або підпіллі будинку, прохідному каналі разом з іншими інженерними мережами.

Внутрішньоквартальні мережі прокладаються по внутрішніх проїздах, як правило паралельно будівлям на відстані 5...8 м в залежності від висоти будівель, на відстані не менше 1,5 м від теплових мереж, водовідвідних мереж (при діаметрі водопроводу до 200 мм), а також на відстані 1 м від газопроводів низького тиску та силових кабелів.

На території кварталу, як правило, господарсько-питний водопровід поєднується з протипожежним. Хоча можуть прокладатися і окремі протипожежні лінії водопроводів.

Водопровідна мережа обладнується колодязями в місцях установки арматури та пожежних гідрантів. За наявності пожежних гідрантів діаметр

мережі приймається не менше 100 мм. Пожежні гідранти рекомендується встановлювати на відстані не більше 100..150 м один від одного [2].

Для невеликих житлових груп при довжині лінії не більше 200 м приймається тупикова схема трасування.

Глибина закладання холодного водопроводу (до низу труби) приймається на 0,5 м нижче глибини промерзання ґрунту.

## **1.2. Водовідведення**

Для відведення господарсько-побутових стічних вод житлові будинки обладнуються системами внутрішнього побутового водовідведення, які за допомогою внутрішньоквартальної самопливної мережі приєднуються до зовнішньої вуличної (міської) водовідвідної мережі.

На практичних заняттях розглядається тільки внутрішньоквартальна водовідвідна мережа, мінімальний діаметр якої, згідно [ 3], повинен бути не менше 150 мм.

Як правило, кожна секція житлового будинку має окремий випуск, який на відстані не менше, ніж 3 м підключається до будинкового колектора, що прокладається паралельно будинку (при розміщенні трубопроводів системи водовідведення в самостійних траншеях), і далі до магістрального внутрішньоквартального трубопроводу. Допускається прокладання мережі водовідведення в технічних каналах або підвалах під будинками разом з іншими мережами [ 3].

Трасування водовідвідної мережі обов'язково ув'язується з водопроводом, газопроводом, тепло- та електромережею, дощовим водовідведенням.

На внутрішньоквартальній мережі водовідведення для контролю за її роботою та очищенням влаштовуються оглядові колодязі у місцях приєднання випусків від будинків, на поворотах, у місцях зміни діаметрів та нахилів труб, на прямих ділянках умовним діаметром до 150 мм на відстані не більше, ніж 35 м один від одного.

Лоток труби умовним діаметром до 500 мм можна закладати на глибині на 0,3 м менше глибини промерзання ґрунту, але не менше 0,7 м до верху труби. Трубопроводи прокладають з ухилом, що забезпечує рух стічних вод із швидкістю не нижче швидкості «самоочищення», з метою запобігання відкладання забруднень в нижній частині труби.

Внутрішньоквартальна мережа водовідведення закінчується контрольним колодязем, який розміщується всередині кварталу на відстані не менше, ніж 1,0 м від червоної лінії вулиці.

### **1.3. Теплопостачання**

В кожному теплофікованому житловому будинку влаштовують індивідуальний тепловий пункт (ІТП), який приєднується до внутрішньоквартальних теплопроводів [8]. В ІТП завжди розміщується обладнання для підключення системи опалення будинку, а обладнання для систем гарячого водопостачання – в залежності від кількості поверхів у будинку:

а) до 5 включно – гаряче водопостачання – децентралізоване і відбувається від проточних газових водонагрівачів типу ВПГ, які встановлюються у кожній квартирі;

б) більше 5 – гаряче водопостачання – централізоване (в ІТП розміщуються водоводяні теплообмінники).

На території кварталу прокладання теплопроводів виконують підземним і, як правило, в непрохідних каналах. Мінімальна відстань у просвіті від стінки каналу до поверхні землі складає 0,5 м. Теплові камери влаштовують: а) в місцях приєднання відгалужень-вводів у будинки до внутрішньоквартальної мережі (для встановлення засувки); б) на прямих ділянках внутрішньоквартальної мережі (для компенсації теплових подовжень за допомогою сальникових компенсаторів при діаметрах теплопроводів не менше 100 мм з кроком не більше 70 м). Компенсацію теплових подовжень трубопроводів, діаметром менше 100 мм, виконують за допомогою П-подібних компенсаторів, а також використовуючи повороти траси. П-подібні компенсатори на плані інженерних мереж під час виконання практичних занять умовно не показують.

### **1.4. Газопостачання**

Відповідно до вимог [4, 5], природний газ для задоволення господарсько-побутових потреб мешканців дозволяється використовувати в житлових будинках з кількістю поверхів не більше 9, а при відповідному обґрунтуванні – 12. Причому проточні газові водонагрівачі для гарячого водопостачання можна встановлювати тільки в житлових будинках з кількістю поверхів до 5 включно.

Для задоволення господарсько-побутових потреб і гарячого водопостачання населення, згідно з вимогами [5], можна використовувати тільки газ низького тиску.

Джерелом газопостачання житлових будинків кварталу є розподільний вуличний газопровід низького тиску, до якого приєднуються внутрішньоквартальні газопроводи. Від останніх проектується, як правило, по одному вводу на кожний будинок. Ці ділянки виконуються підземними в окремій траншеї (мінімальна глибина закладання складає 0,8 м, а при відсутності проїжджої частини – 0,6 м), хоча допускається [4] і надземна прокладка на опорах і по фасадах будинків, а також прокладка у внутрішньоквартальних прохідних каналах або колекторах при обладнанні останніх системами вентиляції і відсутності електрокабелів. Від точки вводу в будинок прокладання газопроводу відбувається надземним (між першим і другим поверхами) з окремим вводом в кожне приміщення, де встановлені побутові газові прилади.

### **1.5. Електричні мережі**

Електропостачання міста здійснюється за наступною схемою: від електростанції по високовольтній мережі напругою 35 кВ електричний струм поступає на центральний розподільний пункт (ЦРП), де його напруга зменшується до 10 кВ. Далі струм потрапляє на трансформаторну підстанцію (ТП) житлового кварталу або групи будинків. На ТП напруга електричного струму знижується до 0,36...0,4 кВ і він надходить до споживачів.

Зв'язок між електричною станцією, ЦРП і ТП здійснюється за допомогою електричних мереж:

- а) високої напруги 10...35 кВ – між електростанцією та ЦРП і трансформаторними підстанціями;
- б) низької напруги 0,36...0,4 – між ТП і споживачами.

Електричні мережі прокладають над землею (лінії електропередач – ЛЕП) і під землею (кабелі різного виду – ПКЛ).

Силові кабелі напругою 1...35 кВ виконують з міді або алюмінію з ізоляцією паперовими стрічками зі спеціальним просочуванням, а також гумовою або пластмасовою ізоляцією.

Глибина прокладання кабельних ліній (ПКЛ) від планувальних відміток землі повинна бути не менше, м:

- а) для ліній до 20 кВ – 0,7;

- б) для ліній до 35 кВ – 1;
- в) для введів у будинки – 0,5.

При прокладанні кабельних ліній, у відповідності з вимогами [6], встановлюються охоронні зони:

- а) для ПКЛ напругою більше 1 кВ – по 1 м від крайніх кабелів;
- б) для ПКЛ напругою до 1 кВ – по 1 м від крайніх кабелів в сторону проїжджої частини дороги і 0,6 м – в сторону споруд.

Ширина траншеї при прокладанні кабелів напругою до 10 кВ складає для одного кабелю 0,35 м, двох – 0,47 м, трьох – 0,6 і чотирьох – 0,72 м.

У проєкті прийнято, що ЦРП розміщена за межами житлового кварталу і на генплані не вказується. ТП для енергопостачання житлових будинків проєктується, як правило, в геометричному центрі забудови, що забезпечує мінімальну довжину кабелів. Будинки підключаються до ТП підземними кабельними лініями за радіальною схемою.

## 1.6. Приклад

Вихідні дані. У відповідності з шифром завдання, необхідно вибрати генплан житлової групи, місцезнаходження вуличних інженерних мереж та кількість поверхів і секцій в кожному з житлових будинків і виконати трасування внутрішньоквартальних мереж тепло-, газо- і електропостачання, водопроводу та водовідведення.

На рис.1.1 наведено генплан житлової групи. Головна вулична магістраль, вздовж якої прокладені вуличні інженерні мережі, знаходиться на заході по відношенню до житлової групи. Етажність будинків дорівнює: №1 – 5, №2 – 14, №3 – 9, №4 – 12, №5 – 16 поверхів. Будинки №№1,2,5 – дво-, №3 – одно-, №4 – трисекційні.

Вирішення. Згідно з вимогами нормативних документів [1...9] та даними, які наведені у додатках 1...3 методичних вказівок, прийнята наступна схема трасування інженерних мереж в житловій групі, яка наведена на рис.1.1. В ході виконання роботи генплан житлової групи перетворюється на генеральну схему інженерних мереж житлової групи.

1. Водопостачання. В кожному житловому будинку влаштовується по одному вводу. Останні через домові відгалуження підключаються до внутрішньоквартального водопроводу житлової групи. В місцях підключень влаштовують водопровідні колодязі, в яких розміщується запірна арматура. На рис.1.1 зображена схема водопостачання житлових будинків.

2. Водовідведення. В кожному житловому будинку проєктуються випуски господарсько-побутової водовідвідної системи з розрахунку один випуск на одну житлову секцію. Випуски одного будинку об'єднуються колектором, який підключається до збірного трубопроводу системи водовідведення житлової групи. Трубопроводи мережі водовідведення прокладаються в окремій траншеї.

Місця розміщення оглядових і контрольних колодязів показані на рис.1.1.

3. Теплопостачання. В кожному житловому будинку влаштовується індивідуальний тепловий пункт (ІТП), який підключається до вуличної тепломережі. В прикладі з навчальною метою прийнято два варіанти прокладання теплопроводів для забезпечення теплотою:

а) житлових будинків №1,2,3 – в непрохідних каналах;

б) житлових будинків №4,5 – в непрохідних каналах (між будинками) і в технічних коридорах підвалів будинків.

В ІТП будинків №2...5, окрім елеваторного вузла, розміщуються ще теплообмінники для систем гарячого водопостачання. В будинку №1 гаряче водопостачання відбувається від проточних газових водонагрівачів.

Місця розміщення теплових камер по трасі теплопроводів показані на рис.1.1.

4. Газопостачання. Газифікації підлягають житлові будинки №1 (5 поверхів) і №3 (9 поверхів). В цих будинках влаштовується по одному вводу газопроводу низького тиску. Для задоволення господарсько-побутових потреб мешканців житлових будинків №2,4 і 5 в кухнях встановлено електроплити.

Внутрішньоквартальні газопроводи на території житлової групи до вводу в кожний будинок прокладають під землею. У місці вводу газопровід виходить із землі і далі виконується надземна прокладка до кожної житлової секції будинку між першим та другим поверхами на висоті не менше, ніж 2,5...3,0 м над рівнем землі.

З метою зменшення витрат на будівництво інженерних мереж підземні газопроводи прокладають в одній траншеї з водопроводами. Відстань між ними (в просвіті) становить 1 м, що більше мінімальної нормативно допустимої в 0,8 м.

5. Електромережа. На території житлової групи розміщується приблизно посередині в окремому будинку трансформаторна підстанція (ТП), яка є джерелом електропостачання всіх житлових будинків.

Влаштується по одному вводу на будинок. Електрокабелі прокладаються під землею в окремій траншеї за радіальною схемою.

Для всіх інженерних мереж проектується по одному вводу на територію житлової групи. Винятком є система тепlopостачання (з навчальною метою влаштовано два вводи).

При трасуванні трубопроводів і електрокабелів дотримуються необхідних значень відстаней між ними і будинками, а також безпосередньо між самими комунікаціями (див. дод. 1...3 методичних вказівок).

На рис.1.1 наведена генеральна схема інженерних мереж житлової групи, на якій вказані відстані як безпосередньо між самими трубопроводами, каналами, кабелями тощо, так і між ними та будинками. Як видно, всі значення, як правило, перевищують мінімально допустимі.

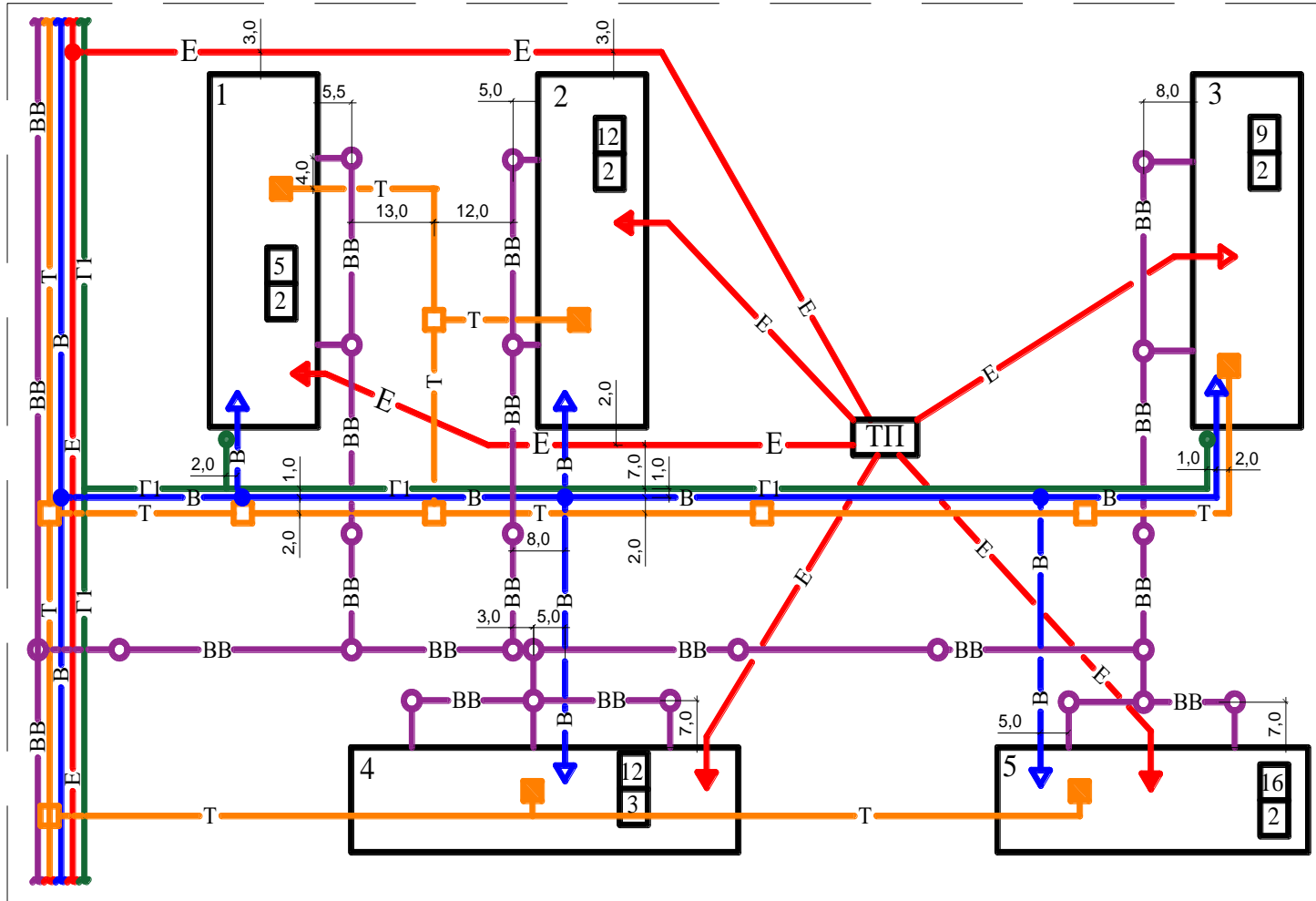
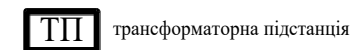


Рис. 1

Умовні позначення	
	газопровід низького тиску і ввід в будинок
	водопровід і ввід в будинок
	теплова мережа і ввід в будинок /ЛТП/
	силова електромережа і ввід в будинок
	трубопровід системи водовідведення



Житловий будинок  
4 - порядковий номер  
12 - кількість поверхів  
3 - кількість секцій

## 2. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ

На підставі вихідних даних по кожному будинку, куди входять кількість мешканців, квартир, поверхів, рівень благоустрою, кількість санітарно-технічних приладів, виконують гідравлічний розрахунок, згідно з загальноприйнятою методикою [2,3], за наведеним нижче порядком.

### 2.1. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) водопровідної мережі

1. На генеральному плані житлової групи намічають трасу водопровідної мережі. Вибирають розрахунковий напрям, який починається в точці підключення дворової водопровідної мережі до вуличної, а закінчується в місці вводу водопроводу у найбільш віддалений житловий будинок. Всю трасу розбивають на розрахункові ділянки таким чином, що кожна розрахункова ділянка має сталу кількість споживачів.

2. Вимірюють довжини розрахункових ділянок.

3. Визначають кількість приєднаних приладів на кожній ділянці.

4. Визначають ймовірність дії санітарно-технічних приладів  $P$  за формулою:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{tot} \cdot N}, \quad (2.1)$$

де  $q_{hr,u}^{tot}$  – норма витрати води (гарячої та холодної) одним споживачем (дод. 3, п.1[2]), л/год;  $q_0^{tot}$  – секундна витрата води різними приладами, що обслуговують однакових водоспоживачів, яку треба визначати, згідно п.3.2 [2], (для житлових будинків дозволяється приймати  $q_0^{tot}=0,3$  л/с);  $U$  – кількість мешканців у будинку;  $N$  – кількість санітарно-технічних приладів у будинку;

$$N = n_{кв} \cdot n_{пр}, \text{ шт}, \quad (2.2)$$

де  $n_{кв}$  – кількість квартир у будинку;  $n_{пр}$  – кількість приладів у квартирі.

5. Згідно [2], максимальну секундну витрату води на господарські потреби на розрахунковій ділянці  $q$ , л/с, визначають за формулою:

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}, \quad (2.3)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, що визначається, згідно з дод. 4, в залежності від загальної кількості приладів  $N$  на розрахунковій ділянці мережі та ймовірності їхньої дії  $P$ , тобто  $\alpha = f(NP)$ .

6. Визначають витрату води для пожежогасіння  $q_{пож}$ , л/с в залежності від кількості мешканців у житловій групі та кількості поверхів забудови.

7. Сумарна витрата води з урахуванням витрати на пожежогасіння буде дорівнювати:

$$Q = q^{tot} + q_{пож}, \text{ л/с} . \quad (2.4)$$

8. Приймають матеріал труб і по таблицях гідравлічного розрахунку водопровідних труб [10] для витрати води  $q^{tot}$ , л/с підбирають діаметри, виходячи із того, що оптимальна швидкість повинна дорівнювати 0,9...1,3 м/с (дод. 5), а за умов пропуску і пожежної витрати – швидкість не повинна перевищувати 2,5 м/с. Якщо ця умова не буде виконуватися, треба збільшити діаметр. При гідравлічному розрахунку водопроводів використовують так званий «умовний» діаметр.

Для пожежогасіння на відстані не більше 150 м від кінцевої точки подачі води передбачають установку пожежного гідранта.

За умови пропуску протипожежної витрати діаметр мусить бути не менше 100 мм [2].

9. За дод. 5 визначають величини  $1000 \cdot i$  – питомі втрати напору в метрах водяного стовпа (м вод.ст.) на 1 км довжини труби та лінійні втрати напору на ділянці  $1000 \cdot i \cdot l$ , м вод.ст., де  $l$  – довжина ділянки в км.

Враховуючи місцеві втрати напору, знаходять загальні втрати напору за формулою:

$$H_l = K \cdot \Sigma 1000 \cdot i \cdot l, \text{ м вод.ст.} , \quad (2.5)$$

де  $K=1,15...1,2$  – коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору [2];  $\Sigma 1000 \cdot i \cdot l$  – сума лінійних втрат напору на всіх ділянках розрахункової мережі, м вод.ст.

Всі розрахунки виконують у табличній формі (див. таблицю 2.1).

10, Визначають необхідний напір  $H_x$  у місці приєднання водопроводу до будинку, який розташований в кінці розрахункового напрямку:

$$H_x = H_g + H_l + H_{б\gamma\delta} , \text{ м вод.ст.} , \quad (2.6)$$

де  $H_g$  – різниця геодезичних відміток поверхні землі будівлі  $Z_{б\gamma\delta}$  та місця вводу міської мережі у квартальну  $Z_g$  (визначають по генеральному плану житлової групи), м;

$$H_g = Z_{б\gamma\delta} - Z_g, \text{ м} , \quad (2.7)$$

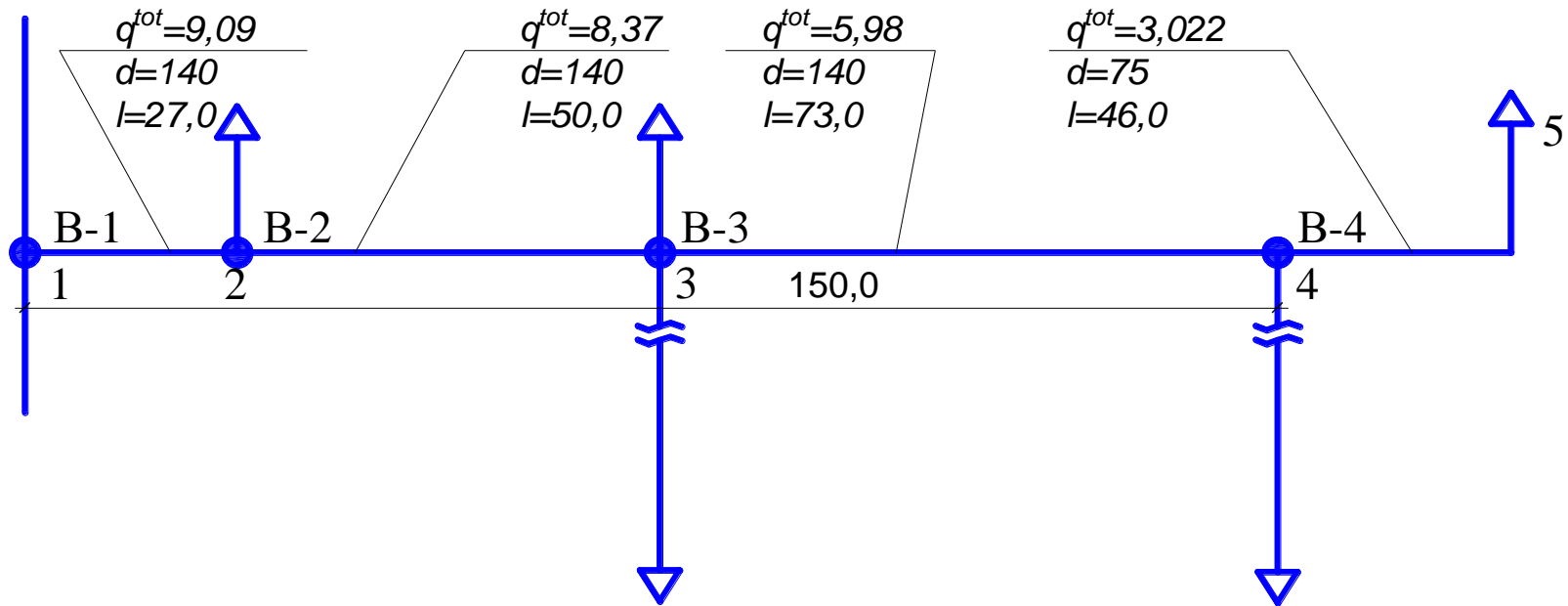
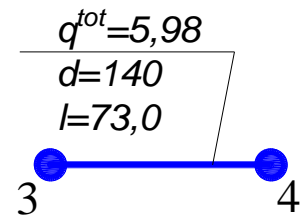


Рис 2.1. Розрахункова схема водопроводів житлової групи

Умовні позначення

- В водопровід і ввід у будинок
- В2 колодязь водопровідний
- В4 колодязь водопровідний з пожежним гідрантом



$q^{tot}=5,98$  - витрата води, л/с  
 $d=140$  - діаметр водопроводу, мм  
 $l=73,0$  - довжина ділянки  
 3,4 - вузли ділянки

де  $H_{\text{буд}}$  – необхідний напір для будинку, *м вод.ст.*:

$$H_{\text{буд}} = 10 + 4 \cdot (n-1), \quad (2.8)$$

де  $n$  – кількість поверхів; 4 – необхідний напір для кожного наступного поверху, *м вод.ст.*; 10 – надлишковий напір перед сантехнічним приладом на останньому поверсі, *м вод.ст.*

Необхідний напір  $H_x$  не повинен бути менше гарантованого напору у міській водопровідній мережі  $H_{\text{гар}}$ , який визначається за п'єзометричними графіками.

Якщо  $H_x > H_{\text{гар}}$ , необхідно в будинку передбачити підвищувальні насоси з напором

$$\Delta H = H_x - H_{\text{гар}}, \text{ м, м вод.ст.} \quad (2.9)$$

## 2.2. Приклад

Вихідні дані: Генплан (рис.1.1), кількість квартир (згідно з завданням): буд.№1 – 40; буд.№2 – 90; буд.№3 – 80; буд.№4 – 40 кв; буд.№5 – 140; рівень благоустрою всіх будинків прийнятий – III (будинки обладнанні гарячим водопостачанням). Гарантований напір у міській мережі у точці підключення складає  $H_{\text{гар}}=40$  *м вод.ст.* В кожній квартирі умовно прийнято, що проживає по 3 мешканці.

Вирішення:

1. Намічають трасу водопровідної мережі: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 (див. генплан – рис. 1.1).

2. Довжини розрахункових ділянок: 27 – 50 – 73 – 46 м.

3. Кількість приладів на кожній ділянці (з підключенням нових будинків збільшується) визначають за формулою (розрахунок ведеться від т.5 до т.1):

$$N=4 \cdot \text{пкв}, \quad (2.10)$$

де 4 – кількість приладів у кожній квартирі: мийка на кухні із водорозбірним краном, умивальник із водорозбірним краном, ванна, обладнана душем, зливний кран на унітазі (дод. 8 [2]); пкв – кількість квартир, що обслуговуються розрахунковою ділянкою.

4. За дод. 3 п.1 [2] приймають  $q_0^{\text{tot}} = 0,3$  л/с (III рівень благоустрою – житлові будинки квартирного типу з ваннами довжиною від 1500 до 1700 мм, які обладнані душами).

Визначають ймовірність дії санітарно-технічних приладів за формулою (2.1), враховуючи, що  $U = 3 \cdot n_{кв}$ , де 3 – середня кількість мешканців у квартирі.

$$\text{Тоді} \quad \frac{U}{N} = \frac{3 \cdot n}{4 \cdot n} = \frac{3}{4}, \quad (2.11)$$

За додатком 3, п.1 [2],  $q_{hr,u}^{tot} = 15,6$  л/год (III рівень благоустрою).

$$P = \frac{15,6 \cdot 3}{3600 \cdot 0,3 \cdot 4} = 0,010833.$$

Визначають значення NP на кожній ділянці і за додатком 4 приймають величину  $\alpha$ .

5. За формулою (2.3) визначають  $q^{tot}$ .

6. Населення житлової групи складає 1170 мешканців. При кількості мешканців 1,5 тис. осіб та етажності забудови більше 3-х поверхів, згідно з табл. 5 [2], –  $q_{пож} = 10$  л/с.

В колодязі 1 (місці вводу водопроводу у житлову групу) та в колодязі 4 передбачено пожежні гідранти. Відстань між ними дорівнює 150 м.

Таким чином, коли виконують розрахунки швидкості води, яка подається при пожежі, на ділянках 1–2, 2–3 та 3–4 додають до розрахованих в табл. 2.1 витрат  $q^{tot}$  величину  $q_{пож} = 10$  л/с.

7. Приймають пластмасові труби і по дод. 5 підбирають діаметри. На ділянках 1–2, 2–3 та 3–4 перевіряють умови пропуску додаткової протипожежної витрати  $q_{пож} = 10$  л/с. На ділянці 1–2 при попередньо прийнятому  $d = 140$  мм і витраті  $Q = 9,09 + 10 = 19,09$  л/с швидкість буде дорівнювати (дод. 5)  $V_{пож} = 1,86 < 2,5$  м/с. Тобто, діаметр  $d = 140$  мм збільшувати не потрібно. На ділянці 2–3 при попередньо прийнятому  $d = 110$  мм і  $Q = 8,37 + 10 = 18,37$  л/с  $V_{пож} = 2,87 > 2,5$  м/с. Тому приймаємо діаметр  $d = 140$  мм, при цьому  $V_{пож} = 1,79 < 2,5$  м/с. На ділянці 3–4 при попередньо прийнятому  $d = 110$  мм і  $Q = 5,98 + 10 = 15,98$  л/с  $V_{пож} = 2,5$  м/с. Тому діаметр  $d = 110$  мм збільшувати не треба.

8. За дод. 5 визначають значення  $1000 \cdot i$  та  $1000 \cdot i \cdot l$  для кожної ділянки, враховуючи, що на ділянці 2–3 прийнято  $d = 140$  мм за умови пропуску води на господарські потреби та на пожежогасіння.

Всі розрахунки зводять у табл. 2.1.

Загальні втрати напору в мережі з урахуванням місцевих опорів, дорівнюють:

$$H_1 = 1,15 \cdot 1,41 = 1,62 \text{ м вод.ст.}$$

9. Визначають необхідний напір на ввіді у будинок №3 за формулою (2.8). Визначають:  $Z_{\text{буд}} = 99,7$  м;  $Z_{\text{вводу}} = 98,4$  м (точка 1);  $H_g = 99,7 - 98,4 = 1,3$  м;

$$H_{\text{буд}} \text{ №3} = 10 + 4 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м вод.ст.}$$

$$\text{Тоді } H_x = 1,3 + 1,62 + 42 = 44,92 > H_{\text{гар}} = 40 \text{ м вод.ст.}$$

Тобто для будинку №3 необхідно встановити підвищувальні насоси для підвищення тиску води на  $\Delta H = 44,92 - 40 = 4,92$  м.

Аналогічним чином перевіряють достатність напору для решти будинків і приймають відповідні рішення.

Таблиця 2.1

### Гідравлічний розрахунок дворового водопроводу

Розрахункова ділянка	Довжина ділянки, $l$ , м	Кількість приладів $\Sigma N$ , шт.	$q_0^{tot}$ л/с	$P$	$NP$	$\alpha$	$q^{tot}$ л/с	$d$ , мм	$V$ , м/с	Втрати напору	
										Питомі $1000 \cdot i$ м вод.ст. км	На ділянці $1000 \cdot i \cdot l$ м вод.ст
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4-5	46	320	0,3	0,010833	3,466	2,015	3,022	75	1,02	21,8	1,0
3-4	73	880	0,3		9,533	3,988	5,98	110	0,94	11,8	0,86
2-3	50	1400	0,3		15,166	5,58	8,37	140	0,82	6,84	0,34
1-2	27	1560	0,3		16,899	6,06	9,09	140	0,89	7,85	0,21
											1,41

Для заповнення вихідних форм для ведення містобудівного кадастру визначають тиск води у точці, наприклад, у точці 2. Спочатку знаходять значення напору за формулою:

$$H_2 = H_{\text{гар}} - (Z_2 - Z_1) - h_{11-2} = 40 - (98,50 - 98,40) - 0,21 \cdot 1,15 = 39,66 \text{ м.}$$

В даній формулі 1,15 – чисельний коефіцієнт, що враховує втрати напору в місцевих опорах.

Тоді тиск при густині води  $1 \text{ т/м}^3$  і прискоренні вільного падіння  $9,81 \text{ м/с}^2$  дорівнюватиме:

$$P_2 = \rho \cdot g \cdot H_2 = 1 \cdot 9,81 \cdot 39,66 = 389,06 \text{ кПа.}$$

### 3. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ БУДИНКІВ ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ

На підставі вихідних даних (див. розд.2) виконують гідравлічний розрахунок за загальноприйнятою методикою [3, 4] за наведеним нижче порядком.

### 3.1. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) водовідвідної мережі

Гідравлічний розрахунок водовідвідного колектора проводять у такій послідовності:

1. Намічають розрахункову трасу прокладки колектора, починаючи з найбільш віддаленої точки забору стоків.

2. За методикою розрахунків водопроводу визначають значення  $q^{tot}$  на кожній ділянці, л/с. Витрати стоків  $q^s$  на кожній ділянці визначають за формулою:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \text{ л/с}, \quad (3.1)$$

де  $q_0^s=1,6$  л/с – витрата стоків від одного унітазу, якщо  $q^{tot} \leq 8$  л/с; у інших випадках  $q^s = q^{tot}$ .

3. По розрахунковій витраті підбирають як  $i$  для водопроводів «умовний» діаметр  $d$ , мм (мінімальний діаметр внутрішньоквартальної мережі  $d=150$  мм), для цього діаметра ухил  $i=i_{\min}=0,008$ , наповнення  $0,3 \leq h/d \leq 0,6$  (див. дод. 6), враховуючи, щоб швидкості були «незамулюючими» ( $V \geq 0,7$  м/с) та збільшувалися впродовж траси.

$$i = \Delta h / l, \quad (3.2)$$

де  $\Delta h$  – падіння ухилу лотка труби, м;  $l$  – довжина труби на розрахунковій ділянці, м при постійній витраті стоків;  $h/d$  – наповнення труби (відношення глибини потоку стоків до діаметра).

4. По трасі колектора визначають падіння ухилу  $\Delta h = i \cdot l$  на ділянках з постійними витратами стоків, відмітки поверхні землі, лотка труби, глибини закладання труби (до лотка). Всі розрахунки виконуються в табличній формі.

### 3.2. Приклад

Вихідні дані. Ті ж самі, що  $i$  для водопостачання. Відмітка лотка вуличного колектора у місці підключення колектора житлової групи – 94,50 м.

Вирішення:

1. Намічають трасу прокладки колектора 11–10–9–8–7–6–5–4–3–2–1, де цифрами позначені всі намічені колодязі. Розрахунковими будуть ділянки з постійною витратою стоків, тобто 11–10–8–5–4–3–1.

2. По кожній ділянці визначають величини  $N$ ,  $N_P$ ,  $d$ ,  $q_{tot}$  за методикою, яка використовувалась при розрахунках водопровідної мережі. Витрати

стоків  $q_s$  визначають за формулою (3.1), враховуючи, що на ділянках 4–3 та 3-1  $q_s = q_{tot}$  ( $q_{tot}$  перевищує 8 л/с).

3. Розрахункові витрати води знаходяться в діапазоні 3,48...9,42 л/с, тобто можуть бути пропущені чавунним колектором  $d = 150$  мм. Ухил приймають, згідно з дод. 6, таким чином, щоб із усіх можливих він був мінімальним. Наприклад: для  $q_{11-10} = 3,58$  л/с, приймають  $i = 0,012$ ,  $V = 0,72$  м/с,  $h/d = 0,32$ ;  $q_{4-3} = 8,745$  л/с –  $i = 0,009$ ,  $V = 0,81$  м/с,  $h/d = 0,58$ .

4. На ділянках визначають падіння ухилу  $\Delta h = i \cdot l$ . Наприклад:

$$\Delta h_{11-10} = 0,012 \cdot 34 = 0,41 \text{ м};$$

$$\Delta h_{8-5} = 0,008 \cdot 117 = 0,94 \text{ м}.$$

5. Відмітки поверхні землі беруть із плану траси. Мінімальне заглиблення колодязів  $h_{min}$  визначають за формулою:  $h_{min} = 0,7 + \delta_{mp} + d$ , м де 0,7 – мінімальна відстань від поверхні землі до верху труби з умов експлуатації, м;  $\delta_{mp}$  – товщина стінки труби,  $\delta_{mp} = 0,015$  м;  $d$  – діаметр труби,  $d = 0,15$  м.

$$\text{Тоді } h_{min} = 0,7 + 0,015 + 0,15 = 0,865 \text{ м}.$$

Глибину найвіддаленішого колодязя (ВВ-11) округлюють і приймають рівною 1 м. Тоді відмітка лотка першого колодязя буде  $99,7 - 1 = 98,7$  м. Відмітка лотка подальшого колодязя буде  $Z_{10} - \Delta l_{11-10} = 98,7 - 0,41 = 98,29$  м. Ця відмітка є відміткою лотка труби в кінці ділянки 11–10 і, водночас, відміткою лотка труби на початку ділянки 10–8. Таким же чином підраховують відмітки лотка труби по всій довжині колектора.

6. Маючи відмітки землі та лотка, визначають глибини закладання труби. Наприклад, для колодязя ВВ-5 вона становить  $98,80 - 96,91 = 1,89$  м.

В місці підключення внутрішньоквартального колектора до міських водовідних мереж влаштовується так званий «перепадний колодязь», в якому стоки житлової групи з більш високої відмітки попадають у вуличний колектор, що має більшу глибину закладання (згідно з вихідними даними для проектування (див. табл. 2 [ 17]), відмітка лотка вуличного водовідвідного колектора складає мінус 4.00 м відносно рівня землі). В прикладі – це колодязь ВВ-1. В ньому буде дві відмітки лотка і, як наслідок, дві глибини закладання труби.

Всі розрахунки зведені в табл. 3.1.

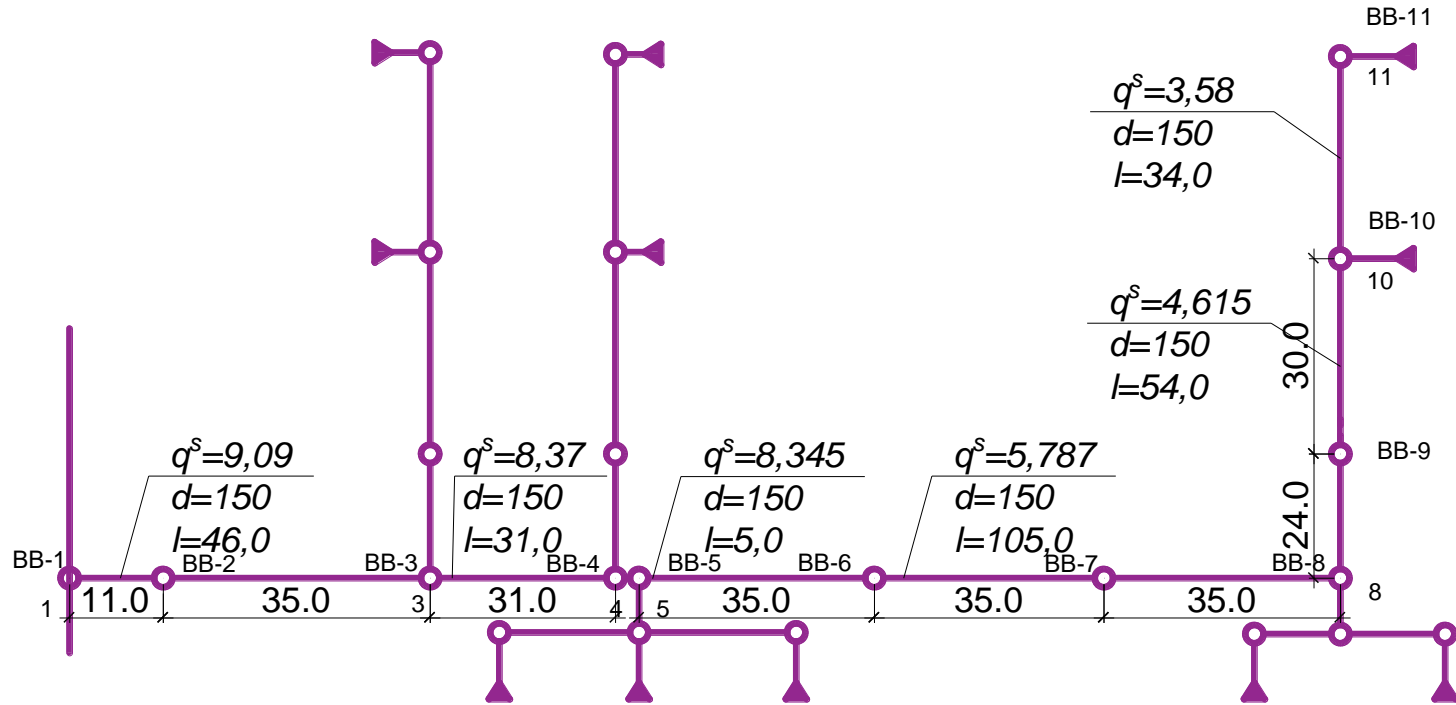
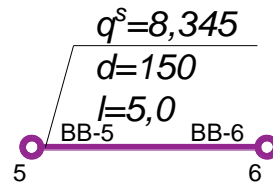
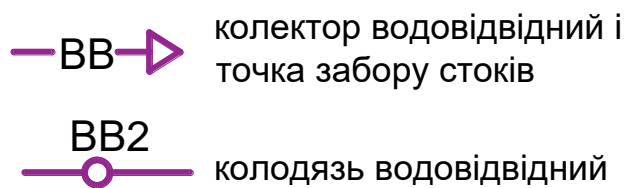


Рис 3.1. Розрахункова схема  
трубопроводів водовідведення житлової групи

Умовні позначення



$q^s=5,787$  - витрата стоків, л/с  
 $d=140$  - діаметр колектора(умовний), мм  
 $l=105,0$  - довжина ділянки  
5,8 - вузли ділянки

Таблиця 3.1

## Гідравлічний розрахунок дворової водовідвідної мережі

Розрахункова ділянка	$\Sigma N$	P	NP	$\alpha$	$q_0$ , л/с	$q^{tot}$ , л/с	$q_0^S$ , л/с	$q^S$ , л/с	Довжина $l$ , м	Діаметр $d$ , мм	Ухил, $i$	Швидкість $V$ , м/с	Наповнення, $h/d$	Надія ухл. $il$ , м	Відмітки				Глибина закладання труби	
															поверхні землі		лотка труби		на закладання труби	
															на початку	в кінці	на початку	в кінці	на початку	в кінці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
11-10	160	0,010833	1,733	1,32	0,3	1,98	1,6	3,58	34	150	0,012	0,72	0,32	0,41	99,7	99,60	98,7	98,29	1,00	1,31
10-8	320		3,466	2,01	0,3	3,015	1,6	4,615	54	150	0,010	0,72	0,39	0,54	99,6	99,45	98,29	97,75	1,31	1,70
8-5	840		9,099	3,86	0,3	5,787	1,6	7,387	105	150	0,008	0,74	0,54	0,84	99,45	98,80	97,75	96,91	1,70	1,89
5-4	1040		11,266	4,50	0,3	6,745	1,6	8,345	5	150	0,008	0,79	0,59	0,04	98,80	98,80	96,91	96,87	1,89	1,93
4-3	1400		15,166	5,58	0,3	8,37	-	8,37	31	150	0,008	0,79	0,59	0,25	98,80	98,65	96,87	96,62	1,93	2,03
3-1	1560		16,899	6,06	0,3	9,09	-	9,09	46	150	0,009	0,82	0,60	0,41	98,65	98,35	96,62	<u>96,21</u> 94,35	2,03	<u>2,14</u> 4,00

Примітки. 1. В гр. 19 і 21 в кінці ділянки 1–3 вказані дві відмітки: в чисельнику – відмітки лотка та глибини закладання внутрішньоквартального колектору, в знаменника – відповідно, вуличного.

2. Як видно з даних, що наведені у гр.20, 21, для всієї внутрішньоквартальної мережі глибина закладання труби перевищує глибину промерзання ґрунту у даному населеному пункті, яка становить 1.

## 4. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ

В житлових будинках тепла енергія використовується на опалення та гаряче водопостачання. При цьому опалення та гаряче водопостачання 1...2-поверхових будинків забезпечується децентралізовано від місцевих генераторів теплоти, які розміщуються у кожному з них, а багатоповерхові будинки (3 і більше поверхів) приєднуються до теплової мережі централізованих систем теплопостачання.

Теплові мережі централізованих систем теплопостачання, які прокладаються по території кварталів (житлових груп), згідно з сучасними нормативними документами [8], повинні проектуватись, як правило, двотрубними, закритими з індивідуальними тепловими пунктами (ІТП) у кожному житловому будинку. В ІТП завжди розміщується обладнання для підключення системи опалення будинку до теплової мережі, а обладнання для систем гарячого водопостачання (водоводяні теплобмінники) – тільки при кількості поверхів у житловому будинку більше 5. Для будинків від 3 до 5 поверхів включно – гаряче водопостачання, як правило, децентралізоване і відбувається від проточних газових водонагрівників типу ВПГ, які встановлюються у кожній квартирі.

Розрахункові витрати теплоти на опалення та гаряче водопостачання житлових будинків при наявності поверхових будівельних планів визначають згідно [12], а при їх відсутності – згідно [8] з використанням укрупнених показників питомих витрат теплоти на опалення житлових будинків, які встановлені наказом Мінбудархітектури України [13].

При цьому за основні розрахункові величини приймають максимальні значення теплового потоку.

### 4.1. Розрахунок витрат теплоти на опалення житлових будинків

Максимальний тепловий потік на опалення житлових будинків визначають по формулі:

$$Q_{0\ max} = q_0 \cdot A, \text{ Вт}, \quad (4.1)$$

де  $q_0$  – укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення  $1\text{ м}^2$  загальної площі житлового будинку,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ; приймають: а) для будинків, які збудовані після 1.01.1994 р., в залежності від етажності і температурної зони України (дод. 7); б) для будинків, які збудовані до 1.01.1994 р., в залежності від їхньої етажності і розрахункової температури зовнішнього

повітря для проектування опалення  $t_0$ , °C;  $A$  – загальна площа житлового будинку,  $m^2$ .

Температурні зони України визначають в залежності від кількості градусо-днів  $S$ , які розраховують по формулі:

$$S = n_{on} \cdot (t_g - t_{c.on}), \text{град} \cdot \text{днів}, \quad (4.2)$$

де  $n_{on}$  – кількість днів опалювального сезону для даної місцевості, приймають згідно додатка 8, днів;  $t_{c.on}$  – середня температура опалювального сезону, °C, приймають згідно додатка 8;  $t_g$  – середня температура внутрішнього повітря в житлових будинках приймається  $t_g = +18 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Кліматологічна характеристика деяких населених пунктів України наведена в дод. 8.

#### **4.2. Розрахунок витрат теплоти на гаряче водопостачання житлових будинків**

Тепловий потік на підігрів гарячої води за період максимального споживання (з урахуванням тепловтрат в трубопроводі) визначають по формулі:

$$Q_{hmax} = 1,16q_{hr}^h (55 - t^c) \cdot (1 + k^t), \text{Вт}, \quad (4.3)$$

де  $q_{hr}^h$  – максимальна витрата гарячої води, л/с, яка визначається за методикою, аналогічною розрахунку максимальної витрати холодної води по формулі (2.3), яка наведена у розділі 2.1;  $t^c$  – температура холодної водопровідної води, °C; приймається для розрахункового (холодного) періоду,  $t^c = +5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  $k^t$  – коефіцієнт, який враховує тепловтрати неізольованим трубопроводом системи гарячого водопостачання житлового будинку, приймається  $k^t \approx 0,25$ .

#### **4.3. Гідравлічний розрахунок трубопроводів водяної теплової мережі**

Гідравлічний розрахунок виконується для визначення діаметрів теплопроводів та втрат тиску в них при розрахункових витратах води та рекомендованих з техніко-економічних міркувань питомих втрат тиску чи швидкостей води в теплопроводах.

Перед виконанням гідравлічного розрахунку готують розрахункову схему теплової мережі і визначають витрати води на її ділянках. Кожна розрахункова ділянка – це частина теплопроводу з незмінною витратою теплоти.

Визначення витрат води з теплової мережі на гаряче водопостачання багатоповерхових житлових будинків (більше 5 поверхів) залежить від схеми приєднання водопідігрівачів до теплової мережі (паралельна чи двоступенева) та способу регулювання відпуску теплової енергії споживачем.

Для споживачів при  $Q_{hmax}/Q_{0max} > 1$  приймається паралельна схема, а при  $Q_{hmax}/Q_{0max} = 0,2 \dots 1$  – двоступенева.

Для сучасних житлових будинків з підвищеними нормативами опору теплопередачі огорожуючих конструкцій, як правило,  $Q_{hmax}/Q_{0max} > 1$ , а в теплових мережах централізованих систем тепlopостачання прийнято центральне якісне регулювання по навантаженню на опалення будинків.

#### 4.3.1. Розрахунок витрат теплоносія

Витрату води для визначення діаметрів труб в закритих водяних теплових мережах при якісному регулюванні відпуску теплоти розраховують окремо для опалення та гарячого водопостачання житлових будинків по формулам [12]:

а) На опалення:

$$G_{0max} = \frac{0,86 \cdot Q_{0max}}{(\tau_1 - \tau_2)}, \text{ m/год}, \quad (4.4)$$

де  $Q_{0max}$  – максимальний тепловий потік на опалення житлових будинків, кВт;

$\tau_1$  – температура води в подавальному трубопроводі теплової мережі при розрахунковій температурі зовнішнього повітря  $t_0$ , °C;  $\tau_2$  – теж саме, в зворотному трубопроводі теплової мережі після системи опалення будинку, °C.

В центральних системах тепlopостачання використовують, як правило, температурні параметри  $\tau_1 = 150$  °C,  $\tau_2 = 70$  °C.

б) На гаряче водопостачання в закритих системах тепlopостачання при паралельній схемі приєднання водопідігрівачів:

$$G = \frac{0,86 \cdot Q_{hmax}}{\tau_1' - \tau_3''} \cdot h_{max}, \text{ m/год}, \quad (4.5)$$

де  $Q_{hmax}$  – максимальний тепловий потік на гаряче водопостачання, кВт;  $\tau_1'$  – температура води в подавальному трубопроводі теплової мережі в точці зламу графіка температур води, °C; рекомендується приймати  $\tau_1' = 70$  °C при центральному якісному графіку регулювання опалення;  $\tau_3''$  –

температура циркуляційної води в системі гарячого водопостачання; рекомендується приймати  $\tau_3' = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  [12].

Розрахункова витрата води з двотрубною мережі на ІТП житлового будинку  $G_d$  при паралельній схемі підключення теплообмінників гарячого водопостачання та  $Q_{hmax}/Q_{0max} > 1$  визначається як сума витрат води на опалення  $G_{0max}$  та гаряче водопостачання  $G_{hmax}$ :

$$G_d = G_{hmax} + G_{0max}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (4.6)$$

#### 4.3.2. Методика гідравлічного розрахунку

Гідравлічний розрахунок теплової мережі виконують засобом питомих втрат тиску на тертя [12, дод. 4;14]:

$$\Delta P = R \cdot l_{np} \cdot 10^{-3}, \text{ кПа}, \quad (4.7)$$

де  $\Delta P$  – втрата тиску на розрахунковій ділянці,  $\text{кПа}$ ;  $R$  – питома втрата тиску на тертя,  $\text{Па/м}$ ;  $l_{np} = l_r + l_{екв}$  – приведена довжина ділянки,  $\text{м}$ ;  $l_r$  – теж, геометрична,  $\text{м}$ ;  $l_{екв}$  – теж, еквівалентна,  $\text{м}$ :

$$l_{екв} = a \cdot l_2, \text{ м}, \quad (4.8)$$

де  $a$  – коефіцієнт для визначення еквівалентної довжини ділянки, яка відповідає місцевим опорам на розрахунковій ділянці трубопроводів теплової мережі; приймається в залежності від виду теплоносія, діаметра трубопроводу і типу встановлених компенсаторів [12, дод. 5].

Для теплових мереж з П-подібними компенсаторами при  $d_y \leq 150 \text{ мм}$ ,  $a = 0,3$ .

Гідравлічний розрахунок теплових водяних мереж виконують в табличній формі (див. табл.4.1) за спрощеною методикою, використовуючи розрахункові витрати води  $G_d$  та приймаючи значення швидкості руху води в теплопроводах в оптимальному діапазоні  $V_{opt} = 0,8 \dots 1,5 \text{ м/с}$ . За допомогою номограми (додаток 9) по відомим значенням  $G_d$  на кожній розрахунковій ділянці вибирають діаметри теплопроводів (у зв'язку з різноманітністю сортаментів труб у системах теплопостачання при виконанні гідравлічного розрахунку обов'язково вказується зовнішній діаметр труби  $d_{зовн}$  і товщина стінки  $S$ ) і питомі втрати тиску  $R$  в діапазоні швидкостей води  $V_{opt}$ , а потім підраховують втрати тиску на ділянці по формулі (4.7). При цьому варто враховувати, що, згідно [12], діаметр теплопроводів, незалежно від розрахункової витрати води, повинен прийматися не менше  $d_{зовн} \times S = 38 \times 2.5 \text{ мм}$  і бути однаковим для подавального і зворотного трубопроводів

двотрубною закритою тепловою мережі при сумісній подачі теплоти на опалення і гаряче водопостачання.

Для визначення тиску у кожному вузлі теплової мережі використовуються п'єзометричні графіки, які розробляються для різних режимів експлуатації теплової мережі з урахуванням розрахункової температури води, рельєфу місцевості, висоти будинків, виду опалювальних приладів та іншого [8]. Як правило, гідравлічний тиск на ввіді теплової мережі в будинки, які обладнані системами опалення з чавунними радіаторами (при залежній схемі приєднання до теплової мережі і параметрах води  $t_1=150\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_2=70\text{ }^\circ\text{C}$ ), не повинен перевищувати  $P \leq 0,6$  МПа.

На практичних заняттях значення тиску у подавальному теплопроводі найвіддаленішого від вуличної теплової мережі будинку можна приймати  $P_n=0,5$  МПа, а в зворотному теплопроводі –  $P_3=0,4$  МПа.

#### 4.4. Приклад

Вихідні дані. Необхідно розрахувати діаметри теплопроводів і визначити гідравлічний тиск у вузлових точках двотрубною закритою тепловою мережі, до якої приєднані системи опалення і гарячого водопостачання житлових будинків житлової групи у м. Києві. Схема теплової мережі та місця розміщення індивідуальних теплових пунктів (ІТП) в будинках показані на рис.4.1. Кількість поверхів, квартир та мешканців у житлових будинках наведені у табл.4.1. Тиск в подавальному та зворотному трубопроводах теплової мережі на ввіді в ІТП житлового будинку №3 прийнято відповідно  $P_n=0,5$  і  $P_3=0,4$  МПа. Для житлового 5-поверхового будинку №1 централізоване гаряче водопостачання не передбачається (в квартирах встановлені проточні газові водонагрівачі).

Вирішення:

Розрахунок починають з визначення витрат теплоти на опалення житлових будинків по формулі (4.1), умовно приймаючи середню загальну площу однієї квартири  $A_{кв}=50\text{ м}^2$ , а значення  $q_{0max}$ , за дод. 7, в залежності від кліматичної зони України, в якій розташоване м. Київ, та кількості поверхів в будинках.

Визначають кількість градусо-днів для м. Києва по формулі (4.2) при

$$t_{c.оп.} = -1,1\text{ }^\circ\text{C}, n_{оп.} = 187\text{ днів}, t_b = 18\text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = 187(18+1,1) = 3572\text{ гр.-днів.}$$

Це відповідає першій кліматичній зоні України. Результати розрахунків витрат теплоти на опалення наведені у табл.4.1.

Таблиця 4.1

**Визначення витрат теплоти на опалення будинків**

№, № будинку	Кількість в будинку			Загальна площа будинку $A$ , $m^2$	Укр. показник макс. тепл. потоку на опалення $q_o$ , $Вт/m^2$	Максимальний тепловий потік на опалення будинку $Q_{Omax}$ , $кВт$
	Поверхів $n_{пов}$	квартир $n_{кв}$	Мешканців $U=3 \cdot n_{кв}$ , осіб			
1	2	3	4	5	6	7
1	5	40	120	2000	55	110
2	12	90	270	4500	55	247,5
3	9	80	240	4000	51	204

Примітка. При визначенні кількості споживачів (мешканців у будинку) умовно прийнято 3 особи на 1 квартиру.

Розрахунок витрат теплоти на гаряче водопостачання житлових будинків починають з визначення максимальних витрат гарячої води в них та на розрахункових ділянках теплової мережі (рис.4.1) з урахуванням (як і для холодного водопроводу) нерівномірності та неодночасності користування гарячою водою в житлових будинках по формулам (2,1...2,3). При цьому приймають кількість санітарно-технічних приладів, які споживають гарячу воду, у кожній квартирі – 3 (мийка на кухні, умивальник, ванна, яка обладнана душем); диктуючим приладом приймають змішувач ванни з секундною витратою води  $q_o^h=0,2$  л/с [2, дод.3] та годинною –  $q_{o,hr}^h=200$  л/год [2, дод.3 чи п.3.2]; норму витрати гарячої води одним мешканцем в годину найбільшого водоспоживання  $q_{o,hr,u}^h=10$  л [2, дод.3]; кількість санітарно-технічних приладів на розрахунковій ділянці  $N=3 \cdot n_{кв}$ .

Спочатку визначають ймовірність дії (включення) санітарно-технічних приладів для всієї системи гарячого водопостачання в цілому (при однакових водоспоживачах у всіх житлових будинках):

$$P = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot q_o^h \cdot N} = \frac{10 \cdot n_{кв} \cdot 3}{3600 \cdot 0,2 \cdot n_{кв} \cdot 3} = 0,0139.$$

Далі розраховують ймовірність використання санітарно-технічних приладів  $P_{hr}$  для всієї системи в цілому по формулі:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_o^h}{q_{o,hr}^h} = \frac{3600 \cdot 0,0139 \cdot 0,2}{200} = 0,05.$$

Потім визначають добуток  $N \cdot P_{hr}$  і за його значенням за дод. 4 знаходять значення коефіцієнта  $\alpha_{hr}$  і далі розраховують максимальні годинні витрати води  $q_{hr}^h$ ,  $m^3/год$  по формулі (2.3):

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{o,hr}^h \cdot \alpha_{hr}.$$

По знайденому значенню  $q_{hr}^h$  по формулі (4.3) розраховують витрати теплоти на підігрів гарячої води за період максимального водоспоживання  $Q_{h,max}$ .

Результати розрахунку  $q_{hr}^h$  та  $Q_{h,max}$  на ділянках основної дворової магістралі від теплової камери ТК-1 вуличної теплової мережі до найвіддаленішого від неї будинку (будинок №3) та відгалуження від ТК-3 до будинку №2 наведені в табл.4.2.

Кількість санітарно-технічних приладів приймається з урахуванням кількості споживачів, що забезпечуються гарячою водою по кожній ділянці.

Таблиця 4.2

#### Визначення витрат теплоти на гаряче водопостачання

№№ Розрахункових ділянок	Кількість с.т. приладів на ділянці $N$	Ймовірність використання с.т. приладів $P_{hr}$	$N \cdot P_{hr}$	$\alpha_{hr}$	Макс. витрата гарячої води $q_{hr}^h$ , $m^3/год$	Макс. витрата теплоти на підігрів води $Q_{h,max}$ , $кВт$
1	2	3	4	5	6	7
Основна магістраль: 1–2–3						
1–2	630	0,05	31,5	9,832	9,832	769,7
2–3	240	0,05	12	4,707	4,707	368
Відгалуження: 2–4–5						
2–4	390	0,05	19,5	5,13	5,13	529,3
4–5	270	0,05	13,5	6,76	6,76	401,7

Гідравлічний розрахунок теплової мережі виконують згідно з методикою, яка наведена в розділі 4.3.

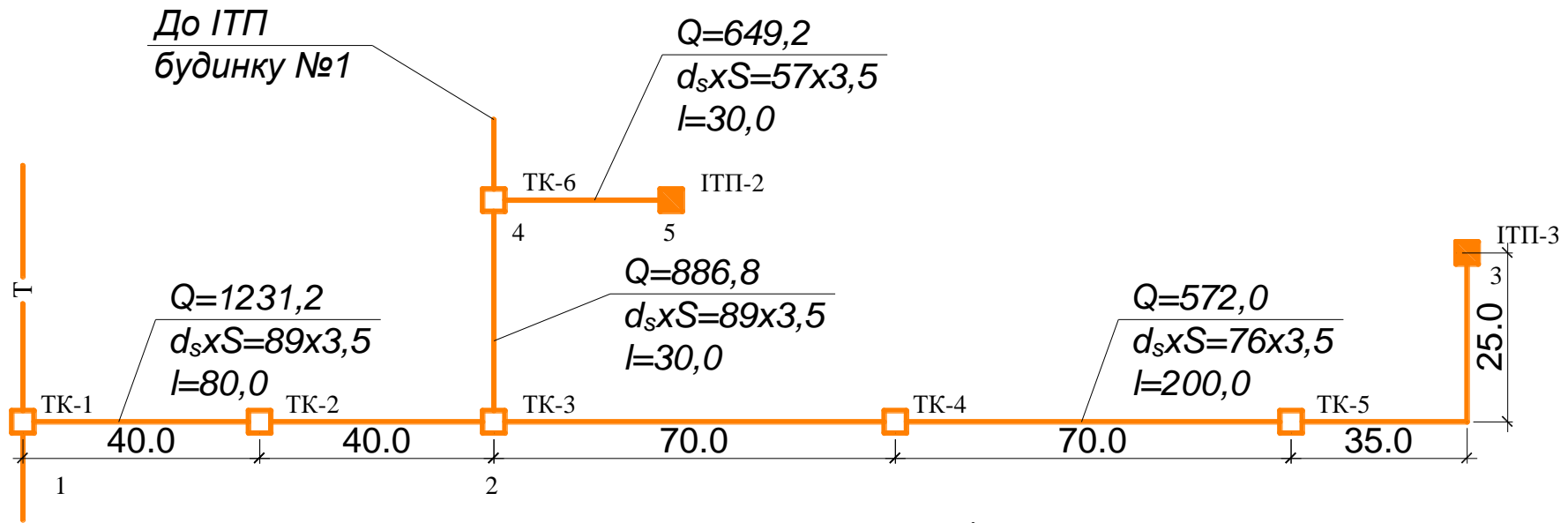
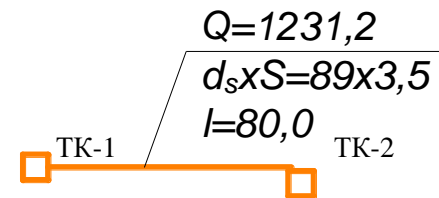
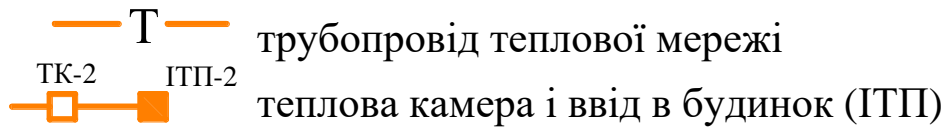


Рис 4.1. Розрахункова схема теплопроводів житлової групи

Умовні позначення



$Q=1231,2$  - витрата теплоти, кВт  
 $d_s \times S=89 \times 3,5$  - діаметр теплопроводу, мм  
 $l=80,0$  - довжина ділянки  
 1,2 - вузли ділянки

Починають з розрахунку витрат теплоносія на опалення  $G_{o,max}$  по формулі (4.4) і на гаряче водопостачання  $G_{h,max}$  при паралельній схемі приєднання водопідігрівачів в ІТП будинку до теплової мережі по формулі (4.5) та визначення розрахункової витрати води в тепловій мережі  $G_d$  по формулі (4.6).

Використовуючи  $G_d$  та  $V_{ont}$  по номограмі (додаток 10) визначають всі інші необхідні параметри:  $d_{зовн} \times S$  (зовнішній діаметр і товщину стінки трубопроводу),  $V$ ,  $R$ ,  $\Delta P$  на розрахункових ділянках основної магістралі і записують у табл.4.3.

Для визначення діаметрів теплопроводів на відгалуженні попередньо знаходять орієнтовні питомі втрати тиску на розрахункових ділянках відгалуження  $R'_e$ , Па/м по формулі:

$$R'_e = \frac{\sum \Delta P'_e}{\sum l_{np,e}}, \text{ Па/м}, \quad (4.9)$$

де  $\sum \Delta P'_e$  – втрати тиску на ділянках основної магістралі від найвіддаленішого споживача (будинок №3) до точки підключення відгалуження до магістралі (ТК-3), Па;  $\sum l_{np,e}$  – приведена довжина відгалуження від точки підключення до магістралі (ТК-3) до кінцевого споживача на відгалуженні (будинок №2).

$$R'_e = \frac{41600}{72} = 578 \text{ Па/м.}$$

Таблиця 4.3

### Результати гідравлічного розрахунку теплової мережі

№№ ділянок	$Q_{o,max}$ кВт	$Q_{h,max}$ кВт	$G_{o,max}$ т/год	$G_{h,max}$ т/год	$G_d$ т/год	$d \times S$ мм	$V$ м/с	$R$ Па/м	$L$ м	$l_{np}$ м	$\Delta P$ Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основна магістраль: 1–2–3											
1–2	561,5	769,7	6,04	16,6	22,64	89x3,5	1,25	320	80	104	33280
2–3	204	368	2,19	7,91	10,1	76x3,5	0,8	160	200	260	41600
											74880
Відгалуження: 2–4–5											
2–4	247,5	401,7	2,66	8,64	11,3	57x3,5	1,7	990	30	39	38610
4–5	357,5	529,3	3,84	11,38	15,2	89x3,5	0,84	135	30	39	5265
											43875

Потім, використовуючи значення  $G_d$  і  $R'_B$  по номограмі (дод. 9), підбирають  $dxS$ , знаходять  $V_{\epsilon}$ , дійсне  $R_{\epsilon}$  та  $\Delta P_B = R_B \cdot l_{пр_B}$  на кожній ділянці відгалуження. Умовою правильності вибору діаметра є близькі значення  $\Delta P_B$  і  $\Delta P'_B$  (похибка не повинна перевищувати  $\pm 10\%$ ). Результати гідравлічного розрахунку наведені у табл.4.3.

Похибка при ув'язці відгалудження:

$$H = \frac{\Delta P_B - \Delta P'_B}{\Delta P_B} 100\% = \frac{43875 - 41600}{43875} 100\% = 5,2\%.$$

На практичних заняттях гідравлічний тиск у вузлових точках теплової мережі визначають в залежності від прийнятого тиску в подавальному  $P_n$  і зворотному  $P_{зв}$  теплопроводах на вході теплової мережі у найвіддаленіший від вуличної мережі будинок №3 та розрахункових втратах тиску на ділянках.

Наприклад, якщо прийняти на вході тепломережі в будинок №3  $P_{II} = 0,5 \text{ МПа}$ , а  $P_{зв} = 0,4 \text{ МПа}$ , то в вузлі ТК-3 гідравлічний тиск буде:

$$P_{II}^{TK-3} = P_{II} + \Delta P_1 = 0,5 + 41600 \cdot 10^{-6} = 0,54 \text{ МПа},$$

а 
$$P_{зв}^{TK-3} = P_{зв} + \Delta P_1 = 0,4 + 41600 \cdot 10^{-6} = 0,44 \text{ МПа}.$$

У вузлі ТК-6 відгалуження гідравлічний тиск становить:

$$P_{II}^{TK-6} = P_{II}^{TK-3} - \Delta P_3 = 0,54 - 5265 \cdot 10^{-6} \cong 0,5347 \text{ МПа},$$

а 
$$P_3^{TK-6} = P_3^{TK-3} - \Delta P_3 = 0,44 - 5265 \cdot 10^{-6} \cong 0,4347 \text{ МПа}.$$

## 5. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ

### 5.1. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальних (дворових) газопроводів низького тиску

Газопроводи від ГРП до житлових і громадських будинків поділяють на вуличні, що подають газ від джерел (ГРП) до вузла приєднання внутрішньоквартальних (дворових) газопроводів до вуличних; дворові газопроводи, вводи в будинки і внутрішньодомові газопроводи.

На практичних заняттях розглядаються тільки дворові газопроводи і вводи в будинки. Прокладку дворових газопроводів виконують, як правило, підземною і за тупиковою схемою.

Для дворових газопроводів застосовують як сталеві: електрозварні (для підземного прокладання) та водогазопровідні (для надземного прокладання), так і поліетиленові (для підземного прокладання) труби.

Вимикальні пристрої на вводах газопроводів рекомендується встановлювати ззовні. Вводи газопроводів здійснюють в нежитлові приміщення, доступні для огляду. Прокладання розподільних газопроводів виконується по периметру будинку, як правило, ззовні над вікнами першого поверху.

Житлові будинки, висотою до 9 поверхів включно, обладнуються побутовими газовими плитами, а до 5 поверхів, окрім газових плит, дозволяється встановлювати і побутові газові водонагрівачі. В дод. 10 вказані номінальні теплові потужності газових приладів, які дозволено встановлювати в житлових будинках [4,5].

Особливістю розрахунку дворових газопроводів низького тиску і введів в будинок є визначення діаметрів методом питомих втрат тиску на тертя по відомим розрахунковим витратам газу і знаходження втрат тиску в мережі.

Номінальна витрата газу побутовим приладом дорівнює:

$$V_{ном} = \frac{3.6 \cdot Q_{ном.пр.}}{Q_p^H \cdot \eta}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.1)$$

де  $Q_{ном.пр.}$  – номінальне теплове навантаження приладу, *Вт* (дод. 10);  $Q_p^H$  – нижча теплота спалювання газу, *кДж/м<sup>3</sup>* (згідно [4],  $Q_p^H = 34000 \text{ кДж/м}^3$ );  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії приладу (див. дод. 10).

Розрахункова годинна витрата газу для окремих житлових і громадських будинків визначається по формулі:

$$V_p = \sum_{i=1}^m K_{sim} \cdot V_{ном} \cdot n_i, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.2)$$

де  $K_{sim}$  – коефіцієнт одночасності, значення якого необхідно приймати для житлових будинків міст і селищ згідно з додатком 11;  $n_i$  – число однотипних побутових газових приладів або груп приладів;  $m$  – число типів приладів або груп приладів.

Втрати тиску у внутрішньобудинковій і дворовій мережах рекомендується приймати 600 *Па* (дод. 5 [5]). Значення надлишкового тиску в точці підключення дворового газопроводу до вуличної мережі низького тиску рекомендується приймати не менше 1800 *Па*, що відповідає абсолютному:

$$P = 0,101325 + 1800/10^6 = 0,103125 \text{ МПа}.$$

На практичних заняттях приймаємо розрахункові втрати тиску в дворових мережах і вводах в будинки  $\Delta P_p = 250 \text{ Па}$  з урахуванням втрат тиску у внутрішньобудинкових мережах для всіх будинків  $\Delta P_{вн} = 350 \text{ Па}$ .

Для розрахункових ділянок дворової мережі приймаються надбавки на місцеві опори  $a = 10\%$ , на газопроводах від вводу в будинок до розрахункового стояка –  $a = 25\%$ .

Розрахункова довжина ділянок з урахуванням процентної надбавки  $a$  дорівнює:

$$l_p = l_2(1 + a/100), \text{ м}, \quad (5.3)$$

де  $l_2$  – геометрична довжина ділянки, м.

Середню питому втрату тиску в мережі дворового газопроводу і вводу в будинок визначаємо по формулі:

$$\bar{R} = \frac{\Delta P}{\sum_{i=1}^n l_p} = \frac{250}{\sum_{i=1}^n l_p}, \text{ Па/м}. \quad (5.4)$$

Знаючи витрати газу  $V_p$  і середню питому втрату тиску  $\bar{R}$ , підбираємо діаметри ділянок мережі  $d \times S$  і визначаємо дійсні питомі втрати тиску  $R_d$  за допомогою номограми (дод. 12). При цьому діаметри газопроводів, що прокладаються в землі, повинні бути не менше  $d \times S = 57 \times 3$  мм. Для надземних газопроводів допускається використання менших значень діаметрів труб.

Втрати тиску на ділянці дорівнюють:

$$\Delta P_i = R_d \cdot l_p, \text{ Па}. \quad (5.5)$$

Значення тиску в кінці ділянки знаходять за формулою:

$$P_i = 0,103125 - \Delta P_i / 10^6, \text{ МПа}. \quad (5.6)$$

Гідравлічний розрахунок дворового газопроводу і вводу в будинок наведений в прикладі.

## 5.2. Приклад

Вихідні дані. Для заданого генплану запроєктувати і виконати гідравлічний розрахунок дворового газопроводу і введів в будинки: №1 (2-секційний 5-поверховий житловий будинок на 40 квартир) і №3 (2-секційний 9-поверховий житловий будинок на 80 квартир). В квартирах 5-поверхового житлового будинку №1 встановлені побутові чотирипальникові плити ПГ-4 і проточні водонагрівачі ВПГ-18, а в квартирах 9-поверхового житлового будинку №3 – тільки побутові чотирипальникові плити ПГ-4. Характеристика природного газу прийнята згідно [4]:  $Q_{рн} = 34000$  кДж/м<sup>3</sup> при  $\rho_r = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>.

Вводи газопроводу передбачені в сходові клітки кожної секції будинку з зовнішнім розташуванням вимикальних пристроїв.

Вирішення:

Гідравлічний розрахунок газопроводів розпочинають з точки підключення дворового газопроводу до вуличної мережі низького тиску – точка 1 – і виконують до найбільш віддаленої точки – вводу в будинок №3 – точка 5 (див. рис. 5.1). На розрахунковій схемі проставляють номери всіх вузлових точок і визначають витрату газу по ділянках мережі.

Номінальну витрату газу побутовою чотирипальниковою газовою плитою ПГ-4 визначають за формулою (5.1). Необхідно відмітити, що значення коефіцієнта корисної дії у цьому випадку приймається рівним одиниці, бо вся теплота, яка виділяється при спалюванні газу, надходить у приміщення.

$$V_{НОМ}^{ПГ-4} = \frac{3,6 \cdot 20900}{34000 \cdot 1} = 1,1 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Номінальна витрата газу для проточного газового водонагрівача ВПГ-18

$$V_{НОМ}^{ВПГ-18} = \frac{3,6 \cdot 20900}{3400 \cdot 0,82} = 2,2 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Після цього визначають номінальну витрату газу на ділянці 4–5, до якої підключено на ввіді  $n=40$  газових плит ПГ-4, за формулою:

$$V_{4-5} = n \cdot V_{НОМ}^{ПГ-4} = 40 \cdot 1,1 = 44 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де  $n$  – кількість квартир на розрахунковій ділянці.

Для ділянки 1–2 номінальна витрата газу дорівнює:

$$V_{1-2} = 40 \cdot (1,1 + 2,2) + 80 \cdot 1,1 = 220 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Аналогічно визначають номінальні витрати газу для інших ділянок і заносять в табл. 5.1. Після цього визначають розрахункову витрату газу на ділянці 4–5 за формулою (5.2)

$$V_{P4-5} = K_{sim} \cdot V_{4-5} = 0,227 \cdot 44 = 9,99 \text{ м}^3/\text{год.},$$

де  $K_{sim}=0,227$  – коефіцієнт одночасності, прийнятий для 40 газових плит ПГ-4 згідно з дод. 11.

Аналогічно знаходять розрахункові витрати газу на інших ділянках і заносять в табл. 5.1.

З урахуванням процентної надбавки визначають розрахункову довжину ділянок за формулою (5.3) і записують їх в табл. 5.1.

Після визначення сумарної розрахункової довжини ділянок  $\sum \ell_p = 330,8 \text{ м}$  (див. табл. 5.1) обчислюють середню питому втрату тиску на тертя за формулою (5.4):

$$\bar{R} = \frac{250}{330,8} = 0,76 \text{ Па/м.}$$

Згідно з розрахунковими витратами газу на ділянках  $V_{\delta}$  і  $R=0,76$  Па/м підбирають діаметри ділянок мережі за допомогою номограми (див. додаток 12) і визначають фактичну питому втрату тиску на кожній ділянці  $R_d$ . Втрати тиску на ділянці знаходять за формулою (5.5) і результати розрахунку заносять в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

**Гідравлічний розрахунок дворового газопроводу  
і вводу в будинок №3**

Номер ділянки	Номінальна витрата газу, $м^3/ч$	Коефіцієнт $K_{sim}$	Розрахункова витрата газу, $м^3/ч$	Довжина ділянки, $м$	Надбавки, %	Розрахункова довжина $l$ , $м$	Діаметр $d \times S$ , $мм$	Питомі втрати тиску $R$ , $Па$	Втрати тиску на ділянці $P$ , $Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1–2	220	0,208	45,76	28	10	30,8	89×3,0	0,7	21,56
2–3	88	0,214	18,83	200	10	220	76×3,0	0,35	77,0
3–4	88	0,214	18,83	24	25	30	57×3,0	1,6	48,0
4–5	44	0,227	9,99	40	25	50	48×3,5	2,0	100,0
						330,8			246,56

Нев'язка  $\frac{250-246,56}{250} \cdot 100\% = 1,4\%$ .

Як бачимо, сумарні втрати тиску не перевищують розрахункового перепаду  $\Delta P=250$  Па для дворової мережі і вводу в будинок і знаходяться в межах  $\pm 10\%$ . Таким чином діаметри газопроводів підібрані правильно.

Значення тиску газу в т.5 складає:

$$P_5 = 0,103125 - 246.56/106 = 0,102878 \text{ МПа.}$$

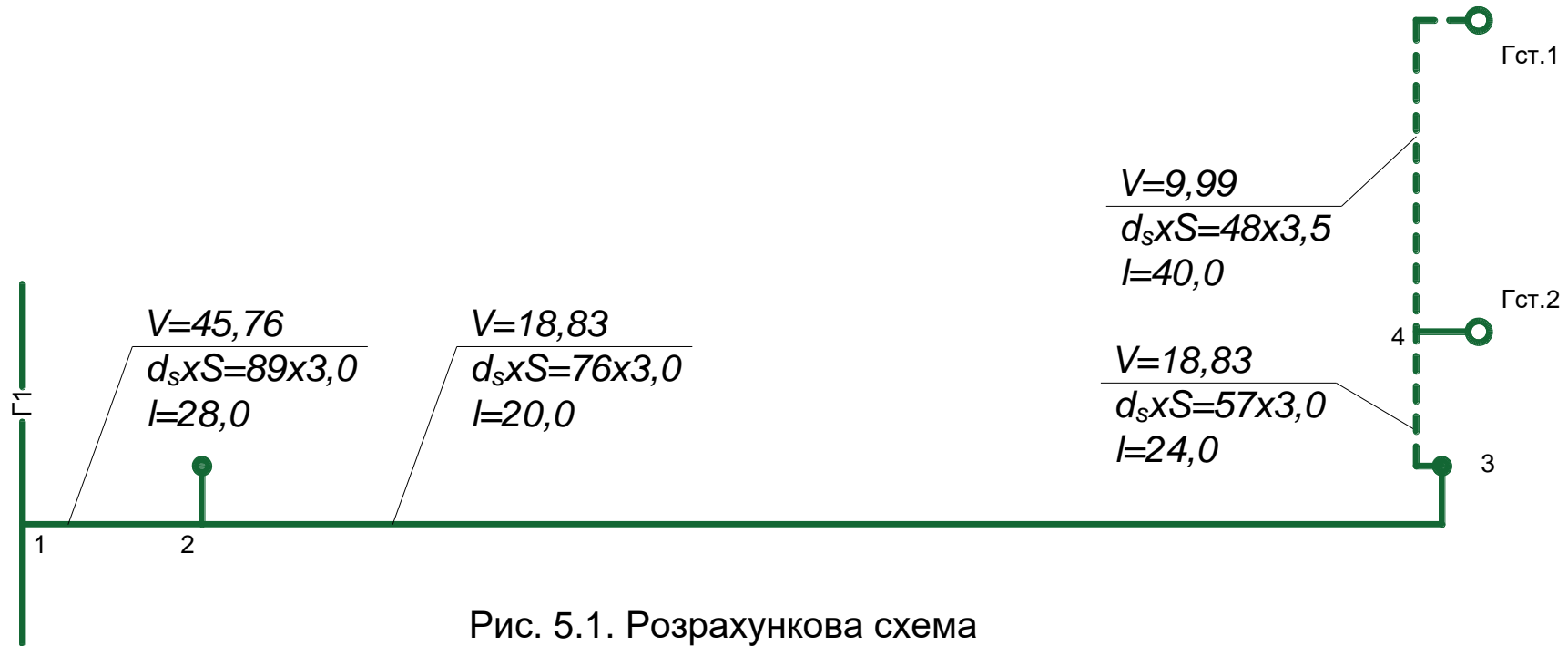
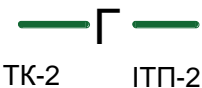
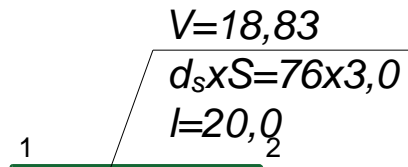


Рис. 5.1. Розрахункова схема газопроводів житлової групи

Умовні позначення


 газопровід низького тиску (підземний) і ввід в будинок  
 газопровід низького тиску (надземний) і газовий стояк



$V=18,83$  - витрата газу,  $\text{м}^3/\text{год}$   
 $d_s \times S=76 \times 3,0$  - діаметр газопроводу, мм  
 $l=20,0$  - довжина ділянки  
 1,2 - вузли ділянки

## 6. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ

Для виконання завдання кожному студентові видається, згідно з шифром завдання, генплан житлової групи з вказівкою про кількість поверхів і квартир у кожному будинку.

### 6.1. Розрахунок електричних навантажень

Користуючись питомими показниками про навантаження освітлення і потужності побутових електричних приладів, які наведені в нормах [6,7], визначають електричні навантаження на вводах громадських і житлових будинків. Силове навантаження враховують за даними технологічного проекту. Якщо останній відсутній, то приймають наступні значення потужностей електродвигунів: ліфта –  $P_1 = 5,5$  кВт; підвищувального та циркуляційного насосів в індивідуальних теплових пунктах (ІТП) відповідно  $P_2 = 4,5$  кВт та  $P_3 = 2,2$  кВт при  $\cos\varphi = 0,8$  і  $\operatorname{tg}\varphi = 0,75$ , а їх кількість – по 2 насоси кожного призначення. Вважаємо, що у всіх будинках з кількістю поверхів до 9 включно встановлені газові плити, а у будинках з більшою кількістю поверхів – електроплити; ІТП розміщені у кожному будинку, а ліфти – у будинках з кількістю поверхів більше, ніж 5.

Освітлення сходових кліток житлових будинків приймають по 300 Вт на кожний поверх, а освітлення технічних поверхів – 1...3% від загальної потужності на вводі будинку ( $a = 0,01 \dots 0,03$ ).

$$P_{осв} = a \cdot P'_p + 0,3 \cdot p \cdot s, \text{ кВт}, \quad (6.1)$$

де  $p$  – кількість поверхів;  $s$  – кількість сходових кліток у будинку;  $P'_p$  – розрахункова електрична потужність на вводі будинку (без освітлення).

$$P'_p = \sum P_i \cdot K_{Pi} = \sum P_{кв} \cdot n \cdot K_{P_{кв}} + \sum P_{ITP} \cdot K_{Pi_{ITP}} + \\ + \sum P_{осв} \cdot K_{Pi_{осв}} + \sum P_L \cdot K_{Pi_L}, \text{ кВт},$$

де  $P_{кв}$  – розрахункове електричне навантаження квартири (приймається згідно з додатком 13), кВт;  $n$  – кількість квартир, які приєднані до лінії;

$\sum P_i$  – сумарна електрична потужність споживачів багатоквартирного житлового будинку з урахуванням номінальних (згідно з паспортом) потужностей електродвигунів ліфтів, насосів та освітлення, кВт;  $K_{Pi}$  – коефіцієнт попиту для різних категорій споживачів.

Значення коефіцієнтів попиту житлових будинків в залежності від кількості квартир наведені у дод. 14, а від числа електродвигунів ліфтів – у

дод. 15. Для електродвигунів насосів ІТП коефіцієнт попиту дорівнює  $K_{ПТП} = 0,7$ .

Розрахункова електрична потужність на вводі до будинку:

$$P_p = P_{осв} \cdot K_{П_{осв}} + P'_p, \text{ кВт} . \quad (6.2)$$

Розрахункова реактивна потужність на вводі в будинок знаходиться за формулою:

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg } \varphi, \text{ кВт} , \quad (6.3)$$

де  $\text{tg } \varphi$  – фазовий кут току енергоспоживача (див. дод. 15).

Розрахунок електричного навантаження на вводі в будинки житлової групи наведений у прикладі.

## 6.2. Приклад

Вихідні дані. Для заданого генплану визначити розрахункові навантаження для житлового будинку №5 (2-секційний 16-поверховий будинок на 150 квартир).

Рішення:

Розрахунок виконується в табличній формі (див. табл.6.1).

## 6.3. Розрахунок електричних мереж

Визначають місце розміщення трансформаторної підстанції (ТП). При виборі місця ТП необхідно брати до уваги наступне:

1. ТП повинна знаходитись у центрі навантаження.
2. До ТП повинен бути забезпечений вільний доступ обслуговуючого персоналу, вона не повинна піддаватися впливу механічних, термічних, хімічних та інших шкідливих для її нормальної експлуатації факторів.

Мережі можуть бути радіальними та магістральними, розімкнутими та замкнутими в залежності від категорії надійності.

Радіальні високовольтні та низьковольтні (до 0,4 кВ) мережі розраховують за наступною схемою:

$$\begin{array}{c}
 \Delta \\
 \text{ТП} \text{ --- } \frac{l, \text{ км}}{U, \text{ кВ}}
 \end{array}
 \quad S_{б\text{уд}} = \sum P_p + j_{ек} \cdot Q_p, \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Площу перерізу кабелю приймають, виходячи з економічної густини струму:

$$S_{ек} = I_p / j_{ек}, \text{ мм}^2 , \quad (6.4)$$

де  $S_{ек}$  – площа перерізу проводів,  $\text{мм}^2$ ;  $I_p$  – розрахунковий струм, А;  $j_{ек}$  – економічна густина струму (див. дод. 16),  $\text{А}/\text{мм}^2$ .

$$I_P = \frac{\sum P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \bar{\phi}}, \text{ A}, \quad (6.5)$$

де  $\sum P_p$  – розрахункова активна потужність на шинах ТП, кВт;  $U$  – напруга в розподільній мережі, кВ;  $\cos \bar{\phi}$  – середньозважений коефіцієнт потужності (визначається нижче).

З дод. 17 в залежності від струмового навантаження вибирають переріз кабелю і перевіряють на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U = \sqrt{3}(I_P \cdot R_K \cdot \cos \bar{\phi} + I_P \cdot X_K \cdot \sin \bar{\phi}) \cdot 103, \text{ кВ}, \quad (6.6)$$

де  $R_K = R_o \cdot l$  та  $X_K = X_o \cdot l$ , Ом;  $l$  – довжина кабелю від джерела до споживача, км;  $R_o$ ,  $X_o$  – відповідно активний та індуктивний питомі опори кабелю (див. дод. 18), Ом/км;  $\cos \bar{\phi} = P/P_S$ ;  $\sin \bar{\phi} = Q/P_S$ , де  $S = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВ·А.

Втрата напруги визначається в процентах від номінального значення:

$$U_B = \Delta U / U \cdot 100, \% . \quad (6.7)$$

В залежності від виду мережі ця втрата не повинна перевищувати:

- 1) в силових мережах – 5 %;
- 2) в освітлювальних мережах – 3...5 %;
- 3) в живильних лініях високої напруги – 5...8 %;
- 4) в живильних лініях аварійних мереж – 10...12 %.

Таблиця 6.1

## Електричні навантаження на ввіді в будинок

№ п/п	№ будинку за генпланом	Кількість секцій	Назва споживачів електроенергії	$\Sigma P_i$ , кВт	$K_{\text{пл}}$	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$	Розрахункова електрична потужність на ввіді, кВт	
								активна, $P'_p$	реактивна, $Q_p$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2-секційний 16-поверховий будинок на 150 квартир з електроплитами</li> <li>■ ІТП (2 насоси <math>P_2=4,5</math> кВт і 2 насоси <math>P_3=2,2</math> кВт)</li> <li>■ Ліфт</li> <li>■ Освітлення внутр.сход.кліток, технічний поверх</li> </ul>	$0,99 \times 150 = 148,5$	0,37	1,0	0	40,1	0
				13,4	0,7	0,8	0,75	9,38	7,03
				$5,5 \times 2 = 11$	1,0	0,7	1,02	11,0	11,22
				$0,3 \times 16 \times 2 + 3 = 9,6$	0,37	1,0	0	2,6	0
Всього				171,5				63,08	18,25

\* – освітлення технічного поверху  $(148,5 + 13,4) \cdot 0,02 \approx 3,0$

Аналогічно виконують розрахунки для інших будинків житлової групи.

#### 6.4. Приклад

Вихідні дані. Підібрати переріз кабелю і визначити втрати напруги низьковольтної електричної мережі від трансформаторної підстанції (ТП) до будинку № 5 довжиною  $l=0,08$  км. Електричні навантаження наведені у табл.6.1.

Вирішення:

Розрахунок виконують за наступною схемою:  $\Delta$  №5



Струм навантаження визначають за формулою (6.5):

$$I_p = \frac{63,08}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,96} = 94,86 \text{ А,}$$

$$\cos \varphi = \frac{63,08}{\sqrt{63,08^2 + 18,25^2}} = 0,96.$$

де

Економічна густина струму для кабелю з гумовою ізоляцією та алюмінієвими жилами вибирають з додатку 16 з тривалістю використання максимуму навантаження 5000,..8760 год/рік та  $j_{\text{ек}} = 1,6$  А/мм<sup>2</sup>.

Площа перерізу кабелю з економічною густиною струму:

$$S_{\text{ек}} = \frac{94,86}{1,6} = 59,29 \text{ мм}^2.$$

З дод. 17 вибирають переріз кабелю  $S=70$  мм<sup>2</sup> для трифазної лінії електропередачі з алюмінієвими жилами та гумовою ізоляцією ( $I=210$  А >  $I_p=94,86$  А).

Для цього кабелю з дод. 18 визначають значення активного та реактивного питомих опорів для перевірки його на допустиму втрату напруги.

$$R_0 = 0,420 \text{ Ом/км, де } R_k = 0,42 \cdot 0,08 = 0,0336 \text{ Ом.}$$

$$X_0 = 0,07 \text{ Ом/км, де } X_k = 0,07 \cdot 0,08 = 0,0056 \text{ Ом.}$$

Визначають:

$$\sin \varphi = \frac{18,25}{\sqrt{63,08^2 + 18,25^2}} = 0,278.$$

Згідно формули (6.6) визначають втрату напруги від ТП до будинку №5.

$$\Delta U = \sqrt{3}(94,86 \cdot 0,0336 \cdot 0,96 + 94,86 \cdot 0,0056 \cdot 0,278) \cdot 10^{-3} = 0,0056 \text{ кВ.}$$

Звідки:

$$\Delta U_{\text{в}}=0,0056/0,4 \cdot 100\%=1,39\% < 5\%$$

Оскільки втрати напруги на ділянці від ТП до будинку менше допустимої втрати напруги, необхідний переріз кабелю вибрано правильно.

## **7. СТВОРЕННЯ І ВЕДЕННЯ МІСТОБУДІВНОГО КАДАСТРУ**

### **7.1. Загальна частина**

Містобудівний кадастр створюється по кожному з населених пунктів і містить систему даних про належність території до відповідних функціональних зон, їх сучасне та перспективне призначення, екологічну, інженерно-геологічну ситуацію, стан забудови та інженерне забезпечення, характеристики будинків і споруд на землях усіх форм власності.

В даних методичних вказівках розглядається нижчий рівень містобудівного кадастру, тобто базовий, і все, що стосується інженерної інфраструктури населеного пункту, – системи тепло-, газо-, електро-, водопостачання і водовідведення.

Основні вимоги щодо створення і ведення містобудівних кадастрів населених пунктів викладені в [ 16].

Одиницею обліку та зберігання даних у містобудівному кадастрі є об'єкт. Відповідно до інженерних мереж об'єктом вважається ділянка та вузол інженерної мережі. Сукупність даних по об'єкту містобудівного кадастру, що занесені у спеціальні форми, складає паспорт об'єкта.

Паспорт будь-якої інженерної мережі з перерахованих вище має однотипний характер і містить наступні форми документів:

- відомості про мережу;
- відомості про ділянку мережі;
- відомості про вузол мережі;
- схему мережі;
- каталог координат вузлів мережі;
- опис документів паспорта мережі.

Паспорт об'єкта може містити за необхідності й інші документи, які заносяться в опис.

Вихідними даними при створенні системи містобудівного кадастру є існуючі матеріали різних відомств і служб, що відають питаннями управління, експлуатації, проектування населеного пункту та його об'єктів, у т.ч. інженерних мереж. У випадку відсутності потрібних даних по об'єкту виконуються натурні дослідження (інвентаризація) об'єкта.

На практичних заняттях в якості вихідних даних для заповнення форм паспорта об'єкта необхідно використовувати дані, що отримані в результаті розробки інженерних мереж населеного пункту. При заповненні відомостей про вузол будь-якої мережі необхідно розглядати тільки головну магістраль.

Форми документів, які містять узагальнені дані про будь-яку інженерну мережу, наведені у додатках ДБН Б.1.1-16:2013 [ 16].

Дані, які містяться у містобудівному кадастрі, оновлюються відповідними службами у разі виникнення змін в об'єктах, але не рідше 1 разу на рік.

## 7.2. Приклад

Розглянуто систему внутрішньоквартальних (дворових) газопроводів низького тиску (див. приклад розрахунку системи газопостачання житлової групи).

Форма 4.23

Дата реєстрації інформації	23.04.2023 р.
----------------------------	---------------

Відомості про газову мережу

Власник (користувач) – Державне комунальне підприємство газового господарства «Київгаз»

Міністерство (відомство), концерн, асоціація – Державна акціонерна холдингова компанія «Укргаз»

Найменування галузі – Держжитлокомунгосп України

Юридична адреса власника –

Форма власності – державна, комунальна, колективна, приватна

Тип газопроводу – внутрішньоквартальний, низького тиску, підземний.

Форма 4.24

Код ділянки мережі	1–2
Дата реєстрації інформації	23.04.2023 р.

Відомості про ділянку газової мережі

Місцезнаходження ділянки – пров. Виноградний

Довжина, м – 28,0

Діаметр, мм – 89х3,0

Матеріал – сталь Ст2сп ГОСТ 380-88

Глибина закладення, м – 1,1

Схил – паралельно рельєфу місцевості

Технічний стан:

процент зносу, % – 38,5;

знаходиться в аварійному стані – ні

Режим роботи – на протязі року, цілодобово

Шляховий відбір газу, м<sup>3</sup>/год. – відсутній

Форма 4.25

Код ділянки мережі	1–2
Дата реєстрації інформації	23.04.2023 р.

Відомості про вузол газової мережі

Загальна витрата на вході, м<sup>3</sup>/год. – -

Загальна витрата на виході, м<sup>3</sup>/год. – 45,76

Тиск на вході, МПа – 0,103125

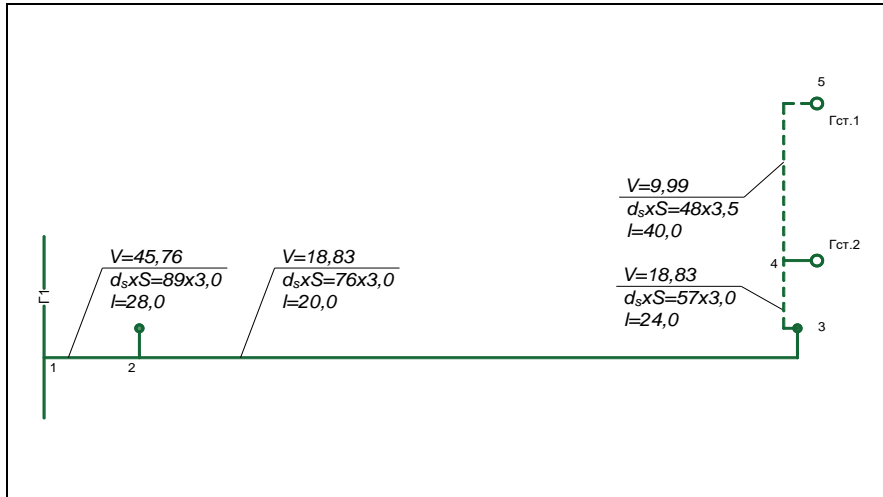
Тиск на виході, МПа – 0,103103

Кількість зосереджених споживачів – 0

Форма 4.26

Дата реєстрації інформації	23.04.2023 р.
----------------------------	---------------

Схема газової мережі



Код ділянки	Діаметр, мм	Шляховий відбір, м <sup>3</sup> /год.
1–2	89x3,0	0
2–3	76x3,0	0
3–4	57x3,0	0
4–5	48x3,5	0

Код вузла	Витрата на вході, м <sup>3</sup> /год.	Витрата на виході, м <sup>3</sup> /год.
1	-	45,76
2	45,76	18,83
3	18,83	18,83
4	18,83	9,99
5	9,99	-

## Газова мережа

Тип мережі	Код ділянки	Місце знаходження ділянки	Довжина ділянки, м	Діаметр, мм	Шляховий відбір, м <sup>3</sup> /год.	Код вузла	Загальна витрата газу, м <sup>3</sup> /год.		Дата реєстрації
							на вході	на виході	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внутрішньоквартальна	1–2	пров. Виноградний	28	89х3,0	0	1	–	45,76	23.04.98
	2–3		200	76х3,0	0	2	45,76	18,83	23.04.98
	3–4		24	57х3,0	0	3	18,83	18,83	23.04.98
	4–5		40	48х3,5	0	4	18,83	9,99	23.04.98
							5	9,99	–

## Відстані від найближчих підземних інженерних мереж до будинків, споруд тощо [ 1 ]

Інженерні мережі	Відстані, м, по горизонталі (у проясненні) від підземних мереж до					
	фундаментів будинків і споруд	фундаментів огорож підприємств, естакад, опор контактної мережі і зв'язку, залізниць	бортового каменя вулиці, дороги (краю проїзної частини, укріпленої смуги узбіччя)	зовнішньої бровки кювету або підосви насипу	фундаментів опор повітряних електропередач	
					до 1 кВ зовнішнього освітлення, контактної мережі трамваїв і тролейбусів	понад 1 кВ до 35 кВ
1	2	3	4	5	6	7
Водопровід і напірне водовідведення	5	3	2	1	1	2
Самопливне водовідведення (побутове і злинове)	3	1,5	1,5	1	1	2
Газопроводи тиску, МПа:						
низького до 0,005	2	1	1,5	1	1	5
середнього 0,005...0,3	4	1	1,5	1	1	5
високого 0,3...0,6	7	1	2,5	1	1	5
високого 0,6...1,2	10	1	2,5	2	1	5
Теплові мережі:						
від зовнішньої стінки каналу, тунелю	2	1,5	1,5	1	1	2
оболонки безканальної прокладки	5	1,5	1,5	1	1	2
Кабелі силові усіх напруг і кабелі зв'язку	0,6	0,5	1,5	1	0,5*	5*

\* Стосується тільки відстаней від силових кабелів.

## Відстані між сусідніми підземними інженерними мережами [ 1 ]

Інженерні мережі	Відстань, м, по горизонталі (у просвіті) до											
	водо-проводу	водо-відведення побутового	водо-відведення дощового	газопроводів тиску, МПа				кабелів силових усіх напруг	кабелів зв'язку	зовнішніх стін каналу, тунелю	оболонки безканальної прокладки	каналів тунелів
				низького до 0,005	середнього 0,005...0,3	високого 0,3...0,6	високого 0,6...1,2					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Водопровід			1,5	1	1	1,5	2	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
Водовідведення побутове		0,4	0,4	1	1,5	2	5	0,5	0,5	1	1	1
Водовідведення дощове	1,5	0,4	0,4	1	1,5	2	5	0,5	0,5	1	1	1
Газопроводи тиску, МПа:												
низького до 0,005	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	1	2
середнього 0,005...0,3	1	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	1	2
високого 0,3...0,6	1,5	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	1,5	2
високого 0,6...1,2	2	5	5	0,5	0,5	0,5	0,5	2	1	4	2	4
Кабелі зв'язку	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	–	1	1	1
Кабелі силові усіх напруг	0,5	0,5	0,5	1	1	1	2	0,1–0,5	0,5	2	2	2
Теплові мережі, зовнішня стінка каналу, тунелю	1,5	1	1	2	2	2	4	2	1	–	–	2
Оболонка безканальної прокладки	1,5	1	1	1	1	1,5	2	2	1	–	–	2
Канали, тунелі	15	1	1	2	2	2	4	2	1	2	2	–

**Відстані від кабельної каналізації до будинків, споруд і підземних мереж**

Інженерні мережі і споруди	Відстань, м	
	у горизонтальній площині	у вертикальній площині (при перетинах)
Водопровід діаметром 300 мм	0,5	0,15
Водопровід діаметром понад 300 мм	1,0	0,15
Водовідведення	0,5	0,15
Дренажні водостоки	0,5	0,15
Газопроводи:		
низького тиску до 0,005 МПа	1,0	0,15
середнього тиску від 0,005 до 0,3 МПа	2,0	0,15
високого тиску від 0,3 до 0,6 МПа	1,5	0,15
високого тиску від 0,6 до 1,2 МПа	3,0	0,15
Теплопроводи	1,0	0,15
Кабелі силові	0,5	0,15...0,25
Обрізи фундаментів будинків і споруд	0,6	–
Вісь найближчої рейки трамвайної колії	2,0	1,0
Щогли і опори мережі зовнішнього освітлення, контактна мережа і мережа зв'язку	0,5	–
Стіни і опори тунелів і шляхопроводи ( на рівні або нижче від основи)	0,5	–
Підшва насипу і зовнішня бровка каналу	1,0	–
Стовбури дерев	1,5	–
Бортові камені	1,5	–
Загальні колектори для підземних мереж	0,5	–

Значення коефіцієнтів  $\alpha$  ( $\alpha_{hr}$ ) при  $P(Phr) \leq 0,1$  і будь-якому значенні  $N$ ,  
а також при  $P(Phr) \geq 0,1$  і  $N > 200$  [2]

<i>NP</i> або <i>NP<sub>hr</sub></i>	<i>A</i> Або $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> або <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ або $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> або <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ або $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> або <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ або $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> або <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ або $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> або <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ або $\alpha_{hr}$
1,0	0,969	4,4	2,352	7,8	3,462	12,4	4,820	19,2	6,682	35,0	10,70
1,1	1,021	4,5	2,386	7,9	3,493	12,6	4,877	19,4	6,734	35,5	10,82
1,2	1,071	4,6	2,421	8,0	3,524	12,8	4,934	19,6	6,788	36,0	10,94
1,3	1,120	4,7	2,456	8,1	3,555	13,0	4,990	19,8	6,840	36,5	11,07
1,4	1,168	4,8	2,490	8,2	3,585	13,2	5,047	20,0	6,893	37,0	11,19
1,5	1,215	4,9	2,524	8,3	3,616	13,4	5,103	20,5	7,025	37,5	11,31
1,6	1,261	5,0	2,558	8,4	3,646	13,6	5,159	21,0	7,156	38,0	11,43
1,7	1,306	5,1	2,592	8,5	3,677	13,8	5,215	21,5	7,287	38,5	11,56
1,8	1,350	5,2	2,626	8,6	3,707	14,0	5,270	22,0	7,417	39,0	11,68
1,9	1,394	5,3	2,660	8,7	3,738	14,2	5,326	22,5	7,547	39,5	11,80
2,0	1,437	5,4	2,693	8,8	3,768	14,4	5,382	23,0	7,677	40,0	11,92
2,1	1,479	5,5	2,726	8,9	3,798	14,6	5,437	23,5	7,806	40,5	12,04
2,2	1,521	5,6	2,760	9,0	3,828	14,8	5,492	24,0	7,935	41,0	12,16
2,3	1,563	5,7	2,793	9,1	3,858	15,0	5,547	24,5	8,064	41,5	12,28
2,4	1,604	5,8	2,826	9,2	3,888	15,2	5,602	25,0	8,192	42,0	12,41
2,5	1,644	5,9	2,858	9,3	3,918	15,4	5,657	25,5	8,320	42,5	12,53
2,6	1,684	6,0	2,891	9,4	3,948	15,6	5,712	26,0	8,447	43,0	12,65
2,7	1,724	6,1	2,924	9,5	3,978	15,8	5,767	26,5	8,575	43,5	12,77
2,8	1,763	6,2	2,956	9,6	4,008	16,0	5,821	27,0	8,701	44,0	12,89
2,9	1,802	6,3	2,989	9,7	4,037	16,2	5,876	27,5	8,828	44,5	13,01
3,0	1,840	6,4	3,021	9,8	4,067	16,4	5,930	28,0	8,955	45,0	1,13
3,1	1,879	6,5	3,053	9,9	4,097	16,6	5,984	28,5	9,081	45,5	13,25
3,2	1,917	6,6	3,085	10,0	4,126	16,8	6,039	29,0	9,207	46,0	13,37
3,3	1,954	6,7	3,117	10,2	4,185	17,0	6,093	29,5	9,332	46,5	13,49
3,4	1,991	6,8	3,149	10,4	4,244	17,2	6,137	30,0	9,457	47,0	13,61
3,5	2,029	6,9	3,181	10,6	4,302	17,4	6,201	30,5	9,583	47,5	13,73
3,6	2,065	7,0	3,212	10,8	4,361	17,6	6,254	31,0	9,707	48,0	13,85
3,7	2,102	7,1	3,244	11,0	4,419	17,8	6,308	31,5	9,832	48,5	13,97
3,8	2,138	7,2	3,275	11,2	4,477	18,0	6,362	32,0	9,957	49,0	14,09
3,9	2,174	7,3	3,307	11,4	4,534	18,2	6,415	32,5	10,08	49,5	14,20
4,0	2,210	7,4	3,338	11,6	4,592	18,4	6,469	33,0	10,20	50,0	14,32
4,1	2,246	7,5	3,369	11,8	4,649	18,6	6,522	33,5	10,33	51,0	14,56
4,2	2,281	7,6	3,400	12,0	4,707	18,8	6,575	34,0	10,45	52,0	14,80
4,3	2,317	7,7	3,431	12,2	4,764	19,0	6,629	34,5	10,58	53,0	15,04

**Таблиця для гідравлічного розрахунку пластмасових водопровідних труб**

Q, л/с	d, мм													
	50		63		75		90		110		140		160	
	V, м/с	10 <sup>3</sup> i, м/км	V, м/с	10 <sup>3</sup> i, м/км	V, м/с	10 <sup>3</sup> i, м/км	V, м/с	10 <sup>3</sup> i, м/км	V, м/с	10 <sup>3</sup> i, м/км	V, м/с	10 <sup>3</sup> i, м/км	V, м/с	10 <sup>3</sup> i, м/км
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,8	0,61	14,5	0,39	4,81										
0,9	0,69	17,8	0,43	5,92										
1,0	0,76	21,5	0,48	7,14										
1,1	0,84	25,5	0,53	8,46										
1,2	0,92	29,7	0,58	9,87										
1,3	0,99	34,2	0,63	11,4										
1,4	1,07	39,1	0,67	13,0										
1,5	1,15	44,1	0,72	14,7										
1,6	1,22	49,5	0,77	16,4										
1,7	1,30	55,1	0,82	18,3										
1,8	1,38	61,0	0,87	20,3										
1,9			0,92	22,3										
2,0			0,96	24,4	0,68	10,6	0,47	4,40	0,31	1,69	0,20	0,58		
2,5			1,20	36,3	0,85	15,8	0,59	6,54	0,39	2,50	0,24	0,80		
3,0					1,02	21,8	0,71	9,03	0,47	3,46	0,29	1,10		
3,5					1,19	28,6	0,82	11,9	0,55	4,55	0,34	1,45		
4,0					1,36	36,3	0,94	15,0	0,63	5,76	0,39	1,83		
4,5					1,53	44,7	1,06	18,5	0,71	7,10	0,44	2,26		
5,0					1,70	53,9	1,18	22,4	0,79	8,56	0,49	2,72		
6,0					2,04	74,5	1,41	30,9	0,94	11,8	0,58	3,76		
7,0					2,38	98,0	1,65	40,6	1,1	15,6	0,68	4,95		
8,0					2,72	124,	1,88	51,5	1,26	19,7	0,78	6,27		
9,0							2,12	63,4	1,41	24,3	0,88	7,73		
10,0							2,35	76,5	1,57	29,3	0,97	9,32		
11,0							2,59	90,5	1,73	34,7	1,07	11,0		
12,0							2,82	106,	1,89	40,5	1,17	12,9		
13,0									2,04	46,6	1,26	14,8	0,97	7,82
14,0									2,20	53,2	1,36	16,9	1,04	8,92
15,0									2,36	60,1	1,46	19,1	1,12	10,1
16,0									2,52	67,4	1,56	21,4	1,19	11,3
17,0									2,67	75,1	1,65	23,9	1,27	12,6
18,0									2,83	83,1	1,75	26,4	1,34	13,9
19,0									2,99	91,5	1,85	29,1	1,41	15,3
20,0											1,95	31,9	1,49	16,8
21,0											2,04	34,7	1,56	18,3
22,0											2,14	37,7	1,64	19,9

**Таблиця для гідравлічного розрахунку чавунних каналізаційних труб**  
 **$D = 150$  мм**

$i$	0,008		0,009		0,010		0,011		0,012		0,013		0,014		0,015	
$h/D$	$Q$ л/с	$V$ м/с	$Q$ л/с	$V$ м/с	$Q$ л/с	$V$ м/с	$Q$ л/с	$V$ м/с	$Q$ л/с	$V$ м/с	$Q$ л/с	$V$ м/с	$Q$ л/с	$V$ м/с	$Q$ л/с	$V$ м/с
0,30	2,51	0,56	2,67	0,60	2,81	0,63	2,95	0,66	3,08	0,69	3,30	0,72	3,32	0,74	3,44	0,77
0,35	3,36	0,61	3,57	0,65	3,76	0,68	3,94	0,71	4,12	0,75	4,29	0,78	4,45	0,81	4,61	0,83
0,40	4,32	0,65	4,58	0,69	4,83	0,73	5,07	0,76	5,29	0,80	5,51	0,83	5,71	0,86	5,92	0,90
0,45	5,34	0,69	5,67	0,73	5,97	0,77	6,26	0,81	6,54	0,85	6,81	0,88	7,06	0,91	7,31	0,95
0,50	6,41	0,72	6,80	0,77	7,17	0,81	7,51	0,85	7,85	0,89	8,18	0,92	8,48	0,96	8,78	0,99
0,55	7,51	0,75	7,97	0,80	8,40	0,84	8,81	0,88	9,20	0,92	9,58	0,96	9,94	1,00	10,3	1,03
0,60	8,61	0,78	9,14	0,82	9,63	0,87	10,1	0,91	10,5	0,95	11,0	0,99	11,4	1,03	11,8	1,06

**Укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення**  
**житлових будинків  $q_0$ ,  $Вт/м^2$ , які збудовані після 1.01.1994 р. [13]**

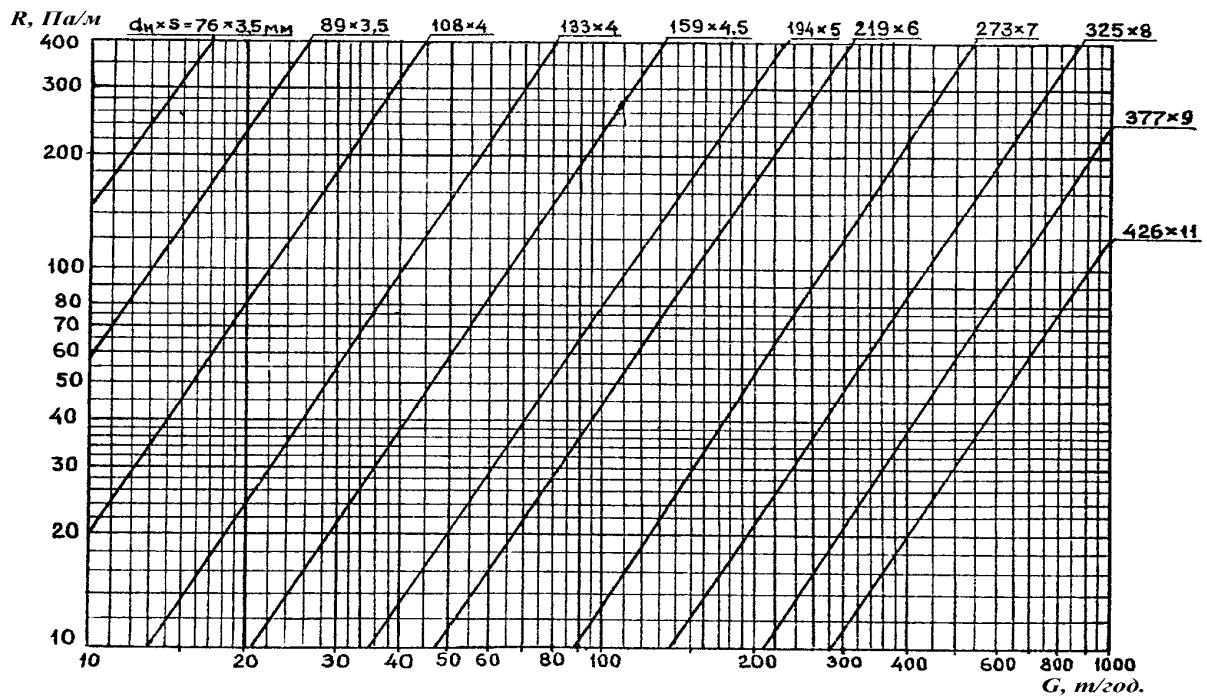
Кількість Поверхів	1 зона $S > 3501$ г-д*	2 зона $3001 < S < 3500$ г-д	3 зона $2501 < S < 3000$ г-д	4 зона $S < 2500$ г-д
Малоповерхові житлові будинки				
1	94	93	91	83
2	86	83	81	74
3	65	61	60	58
4	57	56	53	48
Багатоповерхові житлові будинки				
5	55	53	52	48
9–10	51	50	49	43
12–16	55	53	52	48

\* – градусо-доба (г-д).

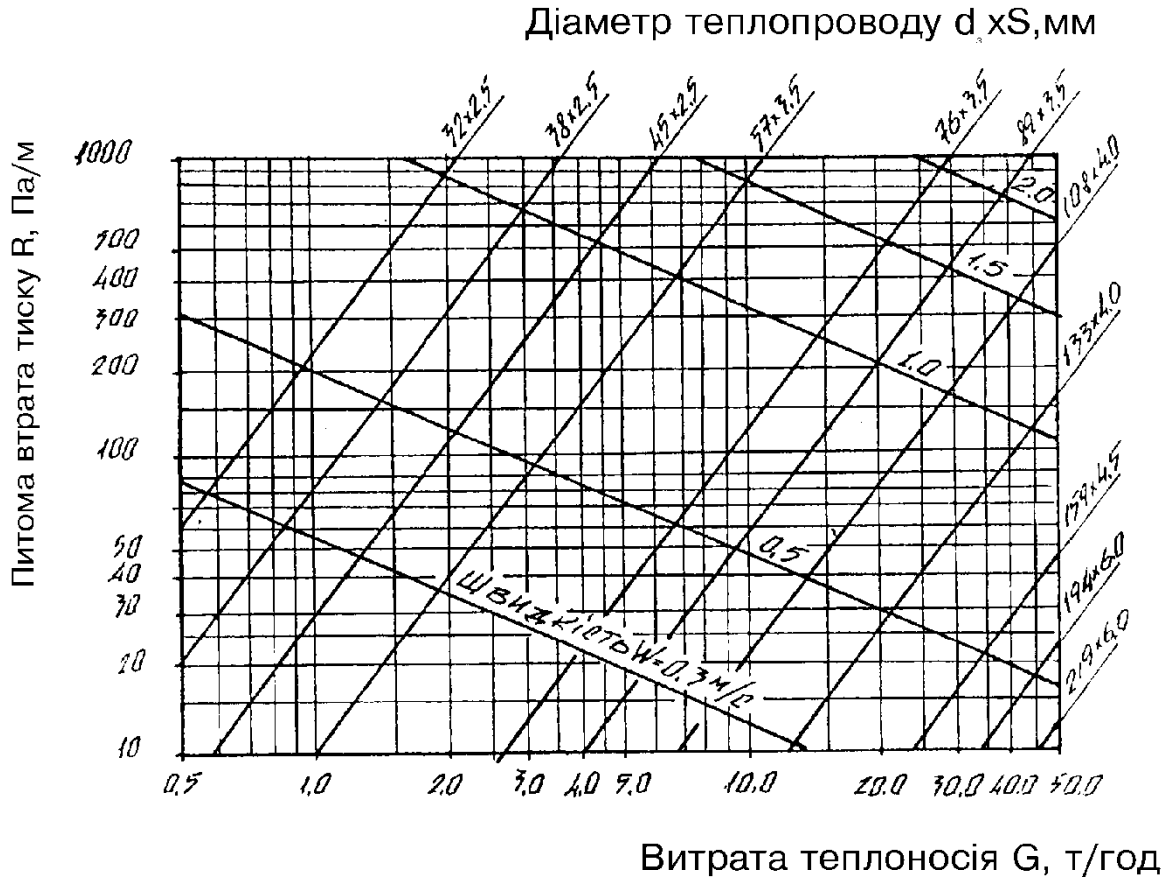
## Кліматологічна характеристика населених пунктів України

Третя цифра шифру	Назва міста	Температурна зона	Тривалість опалюв. періоду, днів	Розрахункова температура зовнішнього повітря, °C		Число градусо-днів $S$
				$t_o$	$T_{c.on.}$	
0	Житомир	1	184	-22	-4,4	2324
1	Сімферополь	5	154	-15	-1,9	2544
2	Одеса	2	158	-18	-1,0	2805
3	Львів	1	179	-19	-0,2	3476
4	Івано-Франківськ	3а	179	-20	-0,1	3330
5	Вінниця	1	182	-21	-1,1	3610
6	Запоріжжя	2	166	-21	-0,4	3202
7	Донецьк	2	176	-22	-1,8	3623
8	Суми	1	187	-25	-2,5	3997
9	Луганськ	2	172	-25	-1,6	3580

## Номограма для гідравлічного розрахунку трубопроводів теплових мереж [4, 5]



**Номограма для гідравлічного розрахунку трубопроводів  
теплових мереж [4, 5]**



## Технічна характеристика побутових газових приладів

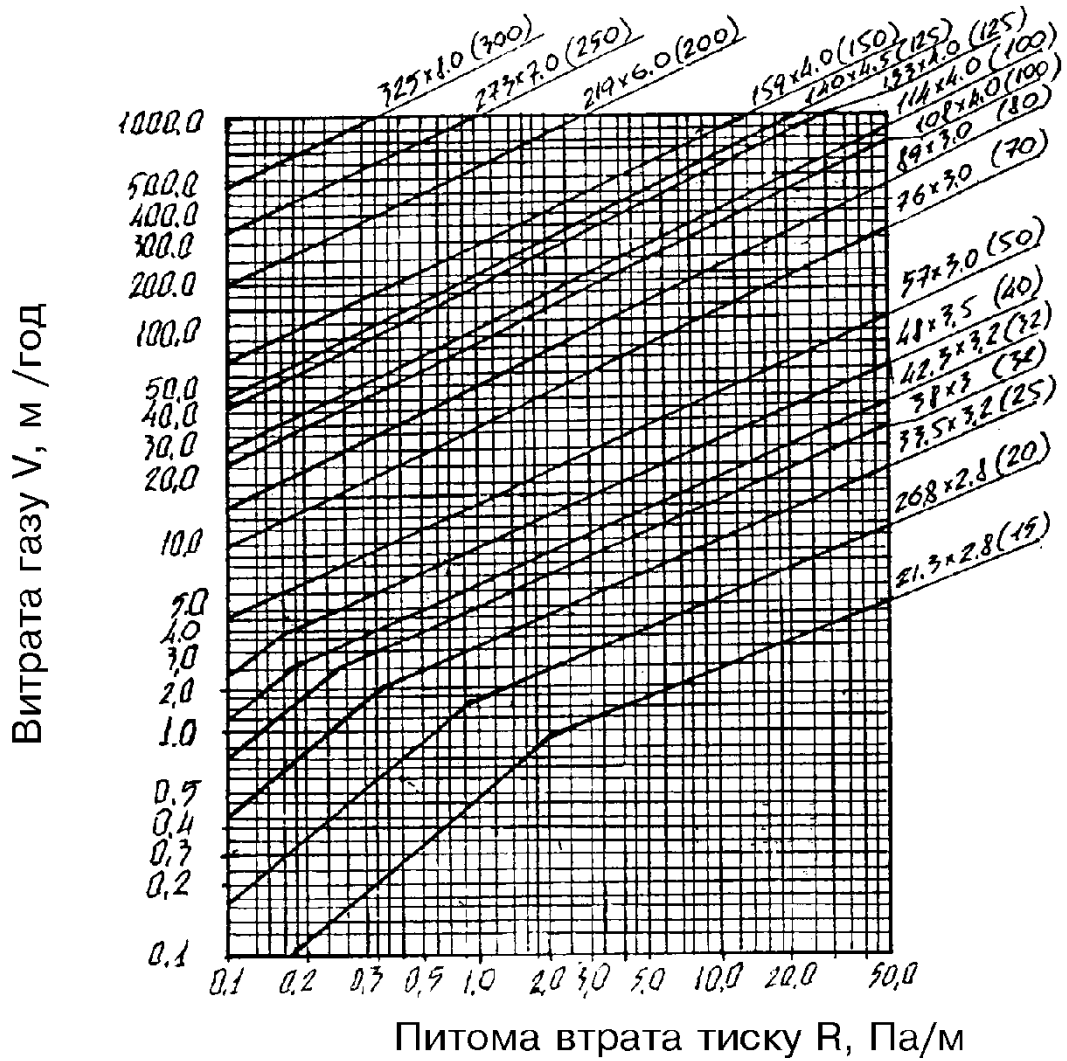
Побутовий газовий прилад	Теплова потужність, кВт	Коефіцієнт корисної дії
1	2	3
1 Плита газова 4-пальникова ПГ-4	11,165	0,6
2 Плита газова 2-пальникова ПГ-2	6,98	0,6
3 Водонагрівач проточний ВПГ-23,2	23,2	0,82
4 Водонагрівач проточний ВПГ-29,0	29,0	0,82
5 Водонагрівач ємкісний АГВ-80	6,98	0,8
6 Водонагрівач ємкісний АГВ-120	13,96	0,82

Значення коефіцієнтів одночасності  $K_{sim}$  для житлових будинків

Число квартир	$K_{sim}$		Число квартир	$K_{sim}$		Число квартир	$K_{sim}$	
	ПГ-4	ПГ-4 + ВПГ		ПГ-4	ПГ-4 + ВПГ		ПГ-4	ПГ-4 + ВПГ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0,700	8	0,265	0,360	50	0,223	0,215
2	0,650	0,560	9	0,258	0,345	60	0,220	0,203
3	0,450	0,480	10	0,254	0,340	70	0,217	0,195
4	0,350	0,430	15	0,240	0,300	80	0,214	0,192
5	0,290	0,400	20	0,235	0,280	90	0,212	0,187
6	0,280	0,392	30	0,231	0,250	100	0,210	0,185
7	0,280	0,370	40	0,227	0,230	400	0,180	0,150

Номограма для гідравлічного розрахунку газопроводів низького тиску

Діаметр теплопроводу  $d \times S$ , мм



**Розрахункові електричні навантаження  $P_{кв}$  житлових будинків  
на квартиру,  $кВт$  [6]**

Характеристика квартир	Кількість квартир в будинку			
	40	60	100	200
З плитами на природному газі	0,7	0,59	0,49	0,45
З електричними плитами	1,4	1,2	1,1	0,88

**Коефіцієнт попиту  $K_{пкв}$  для різної кількості квартир, які  
одержують живлення від ліній чи трансформаторної підстанції [6]**

Житлові будинки	Кількість квартир		
	50	100	200
Без електроплит	0,42	0,41	0,39
З електроплитами	0,30	0,28	0,26

**Коефіцієнт попиту та потужності ліфтів на вводі житлових  
та громадських будинків [7]**

п/п	Кількість ліфтів	Коефіцієнт попиту, $K_{пл}$	Коефіцієнт потужності, $\cos\varphi$	$Tg\varphi$
	1–2	1,0	0,7	1,02
	3–4	0,7	0,6	0,94
	5–6	0,6	0,6	0,94
	більше 6	0,4	0,6	0,94

**Економічна густина струму  $j_{ек}$  для алюмінієвих  
провідників та кабелів,  $A/mm^2$  [6]**

Тривалість використання максимуму навантаження, год/рік	Кабелі з гумовою та пластмасовою ізоляцією	
	Мідні	Алюмінієві
1000,..3000	3,5	1,9
3000,..5000	3,1	1,7
5000,..8760	2,7	1,6

**Струмові навантаження для кабелів  $I$ ,  $A$  в залежності від площі  
перерізу струмопровідних жил  $S$ ,  $mm^2$  [6]**

Площа перерізу струмопровідної жили,  $S$ , $mm^2$	Струмові навантаження $I$ на кабелі з алюмінієвими жилами в гумовій чи пластмасовій ізоляції при прокладанні в землі, $A$	
	Двожилльні	Трижилльні
10	80	70
16	105	90
25	135	115
35	160	140
50	205	175
70	245	210
95	295	255
120	340	295
150	390	335
185	440	385

**Активні  $R_0$  та індуктивні  $X_0$  опори багатожилльних  
кабелів,  $Om/km$  [6]**

Опір	Матеріал чи Напруга мережі	Площа перерізу жил кабелю, $mm^2$									
		10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
$R_0$	Алюміній	2,9	1,8	1,17	0,89	0,58	0,42	0,31	0,24	0,19	0,16
$X_0$	0,4 кВ	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Айрапетян Т.С.* Міські інженерні мережі. / Навчальний посібник. – Х.: Харків – ХНАМГ, 2008. – 54 с.
2. *Деркач Л.І.* Міські інженерні мережі. Конспект лекцій. – Х.: Харків – ХНАМГ, 2006. – 97 с.
3. *Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф.* Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Изд. 6-е. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
4. *Сегеда М.С.* Електричні мережі та системи. – Л: Львівська політехніка, 2014.
5. *Правила* влаштування електроустановок. – К.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, – 2017. – 617 с.
6. *Правила* безпеки у газовому господарстві. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 15.05.2015 № 285.
7. *Інженерне* обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. ДБН В.2.5-39:2008. – [Чинний від 07.01.2009]. – Київ: Проектний та науково-дослідний інститут по газопостачанню, теплопостачанню та комплексному благоустрою міст і селищ України (УкрНДІнжпроект), 2008. – 78 с.
8. *Містобудування.* Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН Б.2.2-12:2019. – [Чинний від 01.10,2019]. – Київ: Мінбудархітектури України, 2019. – 65 с.
9. *Водопостачання.* Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-74:2013. – [Чинний від 01.01.2014]. – Київ: Державний інститут «УкрНДІводоканалпроект», 2013. – 54 с.
10. *Каналізація.* Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-75:2013. – [Чинний від 01.01.2014]. – Київ: Державний інститут «УкрНДІводоканалпроект», 2013. – 67 с.
11. *Газопостачання.* Зі зміною. ДБН В.2.5-20:2018. – [Чинний від 01.07.2019]. – Київ: Проектний та науково-дослідний інститут по газопостачанню, теплопостачанню та комплексному благоустрою міст і селищ України (УкрНДІнжпроект), 2018. – 55 с.
12. *Опалення, вентиляція та кондиціонування.* ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 01.01.2014]. – Мінрегіонбуд України, 2013. – 141 с.
13. *Внутрішній* водопровід та каналізація. ДБН В.2.5-64:2012. – [Чинний від 01.03.2013]. – Полтава: Державне підприємство Державний проектний інститут містобудування «Міськбудпроект», 2012. – 60 с.

14. *Склад та зміст містобудівного кадастру. ДБН Б.1.1-16:2013.* – [Чинний від 01.09.2013]. – Київ: ДП «УкрНДІпроцивільсьільбуд», 2013. – 58 с.

**Для нотаток**

**Для нотаток**

Навчально-методичне видання

## **ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ**

Методичні вказівки

до виконання практичних завдань та самостійного вивчення дисципліни  
для студентів спеціальності 193 «Геодезія і землеустрій»  
освітньо-професійної програми бакалавра «Землеустрій і кадастр»

Укладачі: **Предун** Костянтин Миронович,  
**Рибачов** Сергій Григорович

Випусковий редактор *Л. С. Тавлуй*  
Комп'ютерне верстання *Д. М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 20.03.2024. Формат 60 x 84<sub>1/16</sub>  
Ум. друк. арк. 3,72. Обл.-вид. арк. 4,0.  
Електронний документ. Вид. № 7/Ш-24

Видавець і виготовлювач:  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002