

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

# **ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Методичні вказівки  
до виконання курсової роботи  
для студентів спеціальності  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньої програми «Теплогазопостачання і вентиляція»

Київ 2022

УДК 628  
В62

Укладачі: А.М. Кравчук, д-р техн. наук, професор;  
О.А. Кравчук, канд. техн. наук, доцент

Рецензент О.М. Ліфанов, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.П. Хоружий, д-р техн. наук,  
професор

*Затверджено на засіданні кафедри водопостачання  
та водовідведення, протокол № 7 від 26 січня 2022 року.*

В авторській редакції.

**Водопостачання та водовідведення: методичні вказівки до  
В62 виконання курсової роботи / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. –  
Київ: КНУБА, 2022. – 36 с.**

Містять порядок і послідовність виконання курсової роботи з  
дисципліни «Водопостачання та водовідведення» з розробкою  
санітарно-технічного обладнання житлового будинку.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво  
та цивільна інженерія» освітньої програми «Теплогазопостачання  
і вентиляція» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1. Завдання, склад і обсяг курсової роботи.....	5
2. Проектування водопроводу.....	6
2.1. Вибір системи і схеми внутрішнього водопроводу.....	6
2.2. Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу.....	8
2.3. Лічильники для води.....	13
2.4. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної.....	14
2.5. Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу.....	15
2.6. Розрахунок насосної установки.....	16
3. Водовідведення.....	17
3.1. Проектування системи і схеми внутрішньої каналізації.....	17
3.2. Розрахунок і конструювання мережі внутрішньої каналізації....	18
3.3. Розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення .....	19
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	22
ДОДАТКИ.....	23

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

У процесі вивчення курсу «Водопостачання та водовідведення» студент розглядає питання, що пов'язані з проєктуванням, улаштуванням і експлуатацією інженерних систем, які забезпечують забір, подачу, належне використання води, а також методи її відводу, очистки та умови випуску у водоймища.

Особлива увага водночас приділяється розділам, в яких наведено дані щодо санітарно-технічного обладнання житлових, громадських і комунальних будівель. Виконання курсової роботи допоможе студенту закріпити отримані теоретичні знання.

Під час розробки проєкту студент повинен самостійно прийняти рішення щодо улаштування і розрахунку систем водопостачання та водовідведення житлового будинку і відповідних внутрішньоквартальних мереж.

## **1. Завдання, склад і обсяг курсової роботи**

Курсова робота складається з графічної частини (1,5 - 2,0 листа формату А1, або 3 - 4 листа формату А2, або 6 - 8 листів формату А3) і пояснювальної записки (20 - 25 с.).

Графічна частина курсової роботи вміщує:

- план типового поверху М 1:100;
- план підвалу або технічного підпілля М 1:100;
- генеральний план ділянки забудови М 1:1000;
- аксонометричну схему холодного водопроводу з водовимірним вузлом;
- схему установки і підключення підвищувальних насосів;
- аксонометричну схему господарсько-побутової каналізації;
- схему одного водопровідного або каналізаційного вузла за завданням викладача;
- повздовжній профіль внутрішньоквартальної каналізації (масштаб вертикальний 1:100, горизонтальний 1:500).

Пояснювальна записка має містити:

- титульний лист;
- вихідні дані до проекту (завдання);
- зміст;
- вступ, де треба навести загальні відомості про об'єкт, що проектується, і прийняті проектні рішення;
- описання і розрахунок системи внутрішнього водопроводу на режим максимального господарсько-питного водопостачання і на режим з урахуванням пожежогасіння;
- описання вводу водопроводу і підбір лічильника для води;
- визначення необхідного напору на ввіді водопроводу;
- розрахунок підвищувальної насосної установки для господарсько-питного і протипожежного режимів водоспоживання;
- розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі;
- описання і конструювання системи внутрішньої господарсько-побутової каналізації;
- розрахунок профіля внутрішньоквартальної господарсько-побутової каналізації від будинку, що проектується, до точки підключення до міської каналізаційної мережі;
- специфікацію матеріалів і обладнання внутрішнього водопроводу і каналізації.

Приклад графічного оформлення курсової роботи наведено в дод. 7.

## 2. Проектування водопроводу

### 2.1. Вибір системи і схеми внутрішнього водопроводу

Відповідно до отриманих завдань за умовної висоти житлової будівлі  $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$  (кількості поверхів у житловому будинку 12 і більше), в проєкті приймають об'єднану господарсько-питну і протипожежну систему внутрішнього водопроводу [1, табл. 3].

Під час вибору схеми внутрішнього водопроводу потрібно вирішити такі основні питання:

- прийняти схему внутрішнього водопроводу з нижньою або верхньою розводкою магістральних трубопроводів (за наявності підвалу або технічного підпілля вибирають схему водопроводу з нижньою розводкою);

- на плані типового поверху визначити місця прихованої або відкритої установки стояків холодного водопроводу та нанести всі підключення від стояків до санітарно-технічних приладів. Водночас трубопроводи холодного водопроводу позначати – В1-, стояки – Ст.В1-1, Ст.В1-2 і т.д.;

- на планах типового поверху і підвалу визначити місця установки пожежних кранів і пожежних стояків. Пожежні стояки позначати Ст.В2-1, Ст.В2-2 і т. д.;

- визначити кількість і місця введів водопроводу в будинок. Місця введів потрібно вибрати на основі одночасного аналізу плану підвалу і генплану ділянки забудови;

- на кожному ввіді водопроводу в будинку, що проєктується, одразу після перетину капітальної стінки в опалюваному і освітленому приміщенні встановити водовимірні вузли;

- на плані підвалу забезпечити кільцювання введів водопроводу перед насосами, підібрати приміщення для установки підвищувальних насосів, а також здійснити розводку магістральних трубопроводів холодного водопроводу від насосів до всіх стояків. Мережу за кільцювати до пожежних стояків. Труби прокладати під стелею підвалу вздовж капітальних стін. Відгалуження від магістралі до стояків виконувати під кутом  $90^\circ$ . Передбачити підключення від магістралі до поливних кранів, які розташувати в нішах капітальних стін по периметру будинку на відстані не більше ніж через 60 - 70 м один від одного;

- згідно з розробленими планами підвалу і типового поверху скласти аксонометричну схему внутрішнього холодного водопроводу будинку, що проектується, яка являє собою графічне просторове зображення прийнятої розводки трубопроводів. Аксонометрична схема виконується в приблизному до планів поверхів масштабі (М 1:100). Рекомендується ділянки магістральних трубопроводів і вертикальні стояки креслити у вибраному масштабі, а підводки на поверхах і підключення санітарних приладів виконувати без масштабу. Головною умовою тут є наочність і легке читання креслень;

- на аксонометричній схемі передбачити установку запірної арматури в підвалі в нижній частині кожного стояка, після відгалуження від магістралі (у тому числі і на протипожежних стояках), на всіх підключеннях у квартиру, перед приєднанням змивних бачків унітазів на поверхах, при установці поливних кранів і іншого обладнання, на вводах, до і після насосних установок. На вводах водопроводу і на напірних трубопроводах після насосів установити зворотні клапани. На підводках у квартири показати всю необхідну змішувальну і водорозбірну арматуру;

- на генплані здійснити трасування внутрішньоквартальної мережі водопроводу. Оскільки в будинку передбачається два вводи водопроводу, то і підключення внутрішньоквартальної мережі до міської слід здійснити в двох точках (колодязях), розташованих на різних ділянках останньої або в одному колодязі підключити два трубопроводи, між якими встановити розподільчу засувку. Водопровід підвести до всіх будинків, які розташовані на генплані. Кількість введів для кожного з будинків, що не розраховуються, взяти за завданням викладача або запроєктувати по одному вводу на одну будівлю. Трубопроводи прокладати паралельно до капітальних стін будинків, які розташовані на майданчику. Мінімальна відстань від водопровідної труби до фундаменту будинку – 5 м. Водопровідні колодязі на мережі передбачити тільки в місцях встановлення запірної арматури. Забезпечити зовнішнє пожежогасіння будівель від пожежних гідрантів, які розмістити в колодязях внутрішньоквартальної або міської мереж водопроводу. Перетин водопровідних труб з трубопроводами інших систем здійснювати під кутом 90°.

## ***2.2. Гідралічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу***

Розрахунок внутрішньої водопровідної мережі виконується на основі розробленої і накресленої аксонометричної схеми. Розрахувати мережу – це означає визначити витрати води на всіх ділянках, підібрати діаметри труб, знайти втрати напору на кожній ділянці і в усій системі в цілому.

З огляду на те, що в проекті застосована об'єднана господарсько-питна і протипожежна система внутрішнього водопроводу, то її гідравлічний розрахунок потрібно здійснити на два розрахункових режими роботи, а саме – на режим максимального господарсько-питного водопостачання і на режим максимального водопостачання плюс пожежогасіння.

Починається розрахунок з першого режиму (максимальне господарсько-питне водоспоживання).

Оскільки в курсовій роботі студент проектує тільки систему холодного водопостачання житлового будинку, то необхідно принципово визначитись з гарячим водопостачанням будівлі. Для всіх варіантів роботи приймаємо, що для будинку, який проектується, гаряча вода подається з центрального теплового пункту (ЦТП), який розміщений за межами представленого генплану. Аналогічну ситуацію приймаємо і для інших будинків, що розміщені на майданчику.

Перед проведенням розрахунку системи холодного водопостачання будинку спочатку розраховуємо загальну кількість жителів ( $U$ ) і кількість встановлених санітарних приладів у ньому ( $N$ ).

У реальному проектуванні зазвичай такі показники задаються в архітектурній частині проекту. У нашому випадку ці величини приймаються за завданням викладача або розраховуються за планами поверхів. Умовно вважаємо, що кількість мешканців у будинку дорівнює кількості встановлених санітарних приладів ( $U = N$ ).

За ступенем благоустрою (наявність того чи іншого санітарно-технічного обладнання) за чинними будівельними нормами [1, додаток, табл. А.1] для м. Київ (знаходиться в першому кліматичному районі) приймаємо питомі (середні за рік) добові норми витрати води в л/добу на одного мешканця рівними: загальна  $Q_T^{tot} = 250$  л/добу; холодна  $Q_T^c = 150$  л/добу.

Для режиму максимального водоспоживання перший етап розрахунку починають з визначення диктуючого приладу в системі. Під останнім розуміють прилад, який максимально віддалений від вводу в



будинку за горизонталлю і вертикаллю, розташований на найбільш навантаженому напрямку і має максимальну секундну витрату. Для розглядуваного житлового будинку диктуючим приладом буде змішувач ванни, яка розташована на верхньому поверсі і підключена до стояка, що максимально віддалений від підвищувальних насосів (у разі їх відсутності – від вводу в будинок). Також визначаємо магістраль – напрямок від диктуючого приладу до насосних установок.

За наявності кількох введів в якості магістралі вибираємо напрямок від диктуючого приладу до найбільш віддаленого вводу. Далі розбиваємо магістраль на розрахункові ділянки, під останніми розуміють ділянки трубопроводу постійного діаметра, через які проходить постійна витрата води.

Розрахунок системи внутрішнього водопроводу довільного об'єкта (у т. ч. і житлового будинку) умовно можна розділити на два етапи. На першому етапі залежно від взятих норм водопостачання, кількості споживачів ( $U$ ) чи санітарно-технічних приладів ( $N$ ), що знаходяться в будинку, знаходимо витрати води на кожній із ділянок. На другому – за відомими витратами виконуємо безпосередньо гідравлічний розрахунок мережі.

Розраховуємо максимальну добову витрату холодної води, одним споживачем, л/добу, за формулою:

$$Q_{\max}^c = Q_T^c \times k_d, \quad (1)$$

де  $k_d$  – коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, який приймається згідно з таблицею [1, дод., табл. А.4] залежно від середньої за годину витрати води  $q_T^c$ , л/год і кількості приладів ( $N$ ) або споживачів ( $U$ ). (Для зручності користування дані таблиці наведено в дод. 1).

Водночас середня за годину витрата холодної води одним споживачем, л/год, знаходиться з виразу:

$$q_T^c = \frac{Q_T^c}{T}, \quad (2)$$

де  $T = 24$  год – розрахунковий час споживання води в житловому будинку.

Максимальна добова витрата холодної води на господарсько-питні потреби споживачів для будинку, що проектується, визначиться зі співвідношення, м<sup>3</sup>/добу:

$$Q_{\max.\text{доб}}^c = \frac{Q_{\max}^c}{1000} \times N \text{ або } Q_{\max.\text{доб}}^c = \frac{Q_{\max}^c}{1000} \times U. \quad (3)$$

Розрахункові максимальні секундні витрати холодної води та витрати холодної води за годину, які проходять по розрахунковим ділянкам водопровідної мережі, залежно від кількості споживачів ( $U$ ) або кількості приладів ( $N$ ) за розрахункової середньої добової витрати води 250 л/добу на одну людину (сумарно холодної та гарячої води) наведено в [1, додаток, табл. А.8] або в дод. 3 методичних вказівок.

**Примітки:**

1. При улаштуванні кільцевої магістральної мережі витрату води  $q$  визначають для системи в цілому і беруть однакою для всіх ділянок кільця та рівною максимальній секундній витраті.

2. При проектуванні розподільчих водопровідних стояків у вигляді секційних вузлів витрата по стояку має бути з коефіцієнтом 0,7 порівняно з розрахунковою.

Витрата води на кінцевих ділянках тупикової мережі має бути не менше максимальної секундної витрати одним із встановлених на ній санітарно-технічних приладів.

Максимальна добова витрата холодної води в будівлі розраховується як сума витрат води на господарсько-питні потреби всіма споживачами і витрат на поливку прилеглої території, м<sup>3</sup>/добу:

$$Q_{\max.\text{доб}}^c = \frac{Q_{\max}^c}{1000} \times N + Q_{\text{пол}}, \quad (4)$$

де  $Q_{\text{пол}}$  – витрата води на полив прилеглої до будинку території [1, додаток, табл. А.2, п. 22].

Розрахунок починають від диктуючого приладу. Оскільки при розрахунку кожної ділянки треба виконувати у певній послідовності низку однакових операцій, то результати розрахунку зручно подати у табличній формі (табл. 1).

Діаметри трубопроводів ( $d$ ), швидкість руху води в трубі ( $V$ ), втрати напору на гідравлічне тертя ( $1000i$ ) визначаємо за таблицями для розрахунку водопровідних труб [5] або дод. 4.

Таблиця 1

**Розрахунок внутрішньої водопровідної мережі для подачі води на господарсько-питні потреби**

Номер ділянки	Довжина ділянки $l$ , м	Кількість приладів до яких подається вода по даній розрахунковій ділянці $N$ , шт.	Розрахункова витрата на ділянці $q$ , л/с	Діаметр $d$ , мм	Швидкість $V$ , м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 $i$ , мм	на ділянці $H_l = 1000i \cdot l$ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8
							$\sum H_l$

Після заповнення таблиці на останній ділянці магістралі (графа 4) отримують розрахункову витрату на ввіді в будинок при роботі системи в режимі максимального господарсько-питного водоспоживання  $q$ .

Сума втрат напору на всіх ділянках магістралі (сума позицій граfi 8) дає втрати напору на гідравлічне тертя за довжиною  $\sum H_l$ .

Втрати напору в місцевих опорах в системі враховуються осереднено, як певний відсоток від втрат за довжиною за формулою:

$$\sum H_{l,tot} = (1 + k_1) \sum H_l, \quad (5)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт, величина якого залежить від типу системи внутрішнього водопроводу, а саме: 0,3 – у мережах господарсько-питних водопроводів житлових і громадських будинків; 0,2 – у мережах об'єднаних господарсько-питних і протипожежних водопроводів житлових і громадських будівель, а також у мережах виробничих водопроводів; 0,15 – у мережах об'єднаних виробничих і протипожежних водопроводів; 0,1 – у мережах протипожежних водопроводів.

Стояки і квартирні підводки відгалужень від магістралі в курсовій роботі не розраховуються, а їх діаметри приймають за аналогією з відповідними ділянками магістралі.

При об'єднанні водопровідних стояків у секційні вузли втрати напору у вузлі слід визначати за формулою:

$$H = \frac{f \sum il(1 + k_l)}{m}, \quad (6)$$

де  $f$  – коефіцієнт, який враховує характер водорозбору в системі. Він становить: 0,5 – для систем господарсько-питного водопроводу; 0,3 – для систем господарсько-питного і протипожежного водопроводу;  $m$  – кількість стояків у вузлі.

У разі, коли за вимогами ДБН [1] у будинку, що проектується, передбачається влаштування внутрішнього пожежогасіння, спочатку визначають необхідну кількість протипожежних струмин і їх витрату. Вказані параметри залежать від типу будинку, кількості поверхів, будівельного об'єму і знаходяться за [1, табл. 2] (для житлових будинків в курсовій роботі можна взяти пожежогасіння в 1 струмину витратою 2,5 л/с).

Пожежні крани потрібно влаштовувати в спеціальних нішах або приставних шафах і розміщувати в доступних місцях (частіше всього недалеко від сходових кліток). В одному будинку мають встановлюватись пожежні крани одного діаметра (в проєкті  $d = 50$  мм). Пожежні шланги, залежно від розмірів поверху, також беруть однієї довжини ( $l = 10, 15, 20$  м).

У разі двох введів водопроводу, їх необхідно підключати до різних ділянок внутрішньоквартальної мережі. Розрахунок кожного вводу треба виконувати на 100 % витрати, за більшої кількості введів – на 50 % витрати.

Розрахунок другого режиму (максимальне господарсько-питне водоспоживання плюс пожежогасіння) також починають з визначення магістрального напрямку (магістралі), яка проходить від найбільш віддаленого пожежного крана на верхньому поверсі до вводу водопроводу (насосів). Секундна витрата на розрахункових ділянках знаходиться як сума максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат. У випадку коли розподільчі трубопроводи в підвалі об'єднуються у кільце,

то всі його ділянки беруть одного діаметра. Дані розрахунків зводяться у табл. 2.

Втрати напору на магістралі з врахуванням впливу місцевих опорів здійснюються за формулою (5).

При розрахунках трубопроводів швидкості руху води в трубах, за можливості, мають знаходитися в межах:

а) для режиму максимального господарсько-питного водоспоживання 1,2 - 1,5 м/с;

б) для режиму максимального господарсько-питного водоспоживання плюс пожежа 1,5 - 3,0 м/с.

Після виконання гідравлічних розрахунків для двох режимів часто виникає ситуація, коли одні і ті ж самі ділянки магістралі і відгалужень будуть мати різні діаметри. У цьому випадку остаточним треба вважати діаметр, який отримано при розрахунку другого режиму роботи. Водночас в табл. 1 необхідно внести зміни діаметрів відповідних ділянок і зробити їх перерахунок. Перерахунку також підлягає сумарна величина втрат напору на магістралі  $\Sigma H_{l,tot}$ .

Таблиця 2

**Розрахунок внутрішньої водопровідної мережі на пропуск максимальної господарсько-питної і протипожежної витрати**

№ ділянки	Довжина ділянки $l$ , м	Витрата води $q$ , л/с			Діаметр $d$ , мм	Швидкість $V$ , м/с	Втрати напору		Примітка
		господарсько-питні потреби	пожежні потреби	розрахункова			1000 $i$ , мм	на ділянці $H_i^{пож} = 1000i \cdot l$ , мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								$\Sigma H_l$	

**2.3. Лічильники для води**

Для обліку води, що споживається, в будівлях різного призначення використовуються спеціальні лічильники. У житлових будинках вони встановлюються на вводах водопроводу. У нових і в будинках, що

підлягають реконструкції, лічильники також встановлюються на ввіді в кожну квартиру.

Залежно від діаметра умовного проходу використовують два типи лічильників: крильчаті ( $d = 15 - 50$  мм) і турбінні ( $d = 50 - 250$  мм). Діаметр лічильника потрібно вибирати виходячи із середньогодинної витрати за добу максимального водоспоживання, яка розраховується за формулою (2).

Остання має не перевищувати експлуатаційну витрату, що наведена в дод. 2.

Лічильники вибраного діаметра необхідно перевіряти:

а) на пропуск розрахункової максимальної секундної витрати води, при цьому втрати напору в лічильниках мають не перевищувати: 5,0 м – для крильчатих і 2,5 м – для турбінних;

б) на пропуск максимальної секундної витрати плюс витрата на внутрішнє пожежогасіння. При цьому втрати напору в лічильнику мають не перевищувати 10 м.

У разі, коли втрати напору в лічильнику, підбраному за середньогодинною витратою, перевищують допустимі значення, потрібно брати лічильник більшого діаметра.

Якщо лічильник не розраховано на пропуск протипожежної витрати, то на обвідній лінії водовимірного вузла встановлюється спеціальна засувка з електроприводом, яка автоматично відкривається при пожежі і забезпечує пропуск необхідної витрати.

Втрати напору в лічильнику при пропуску розрахункової секундної витрати води визначаються за формулою:

$$H_{\text{ліч}} = Sq^2, \quad (7)$$

де  $S$  – гідравлічний опір лічильника, який визначається за таблицею (див. дод. 2);

$q$  – витрата холодної води на ввіді в будинок, л/с.

#### **2.4. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі**

Водопостачання внутрішньої системи холодного водопроводу будинку здійснюється від міської водопровідної мережі, яка, як правило, прокладена вздовж проїжджої частини вулиць. Проміжною ланкою між міською мережею і системою внутрішнього водопроводу будівель є внутрішньоквартальна або дворова мережа водопроводу. Вона

відраховується від колодязя, де зроблено підключення до міської мережі, до вводу в будинок. Зазвичай внутрішньоквартальна водопровідна мережа прокладається з напірних чавунних або поліетиленових труб ( $d = 50 - 150$  мм).

Методика визначення витрат води на ділянках і гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі здійснюється за аналогією з мережею внутрішнього водопроводу (див. дод. 3, формула 5). При цьому беруть  $k_l = 0,1$ . Розрахунок також виконується окремо для двох режимів водопостачання: максимального господарсько-питного і максимального господарсько-питного плюс пожежа. Результати розрахунків зводять в таблицю, аналогічно табл. 1 і 2.

### **2.5. Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу**

Необхідний напір у точці підключення до міської водопровідної мережі, тобто напір, який у запроєктованому будинку буде забезпечувати подачу розрахункової витрати води на необхідну висоту, визначають за залежністю:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{\text{geod}} + \sum H_{l,tot}^{\text{ЗОВН}} + H_{\text{geom}} + \sum H_{l,tot}^{\text{ВН}} + H_{\text{ліч}} + H_f, \quad (8)$$

де  $\pm H_{\text{geod}}$  – різниця між геодезичною відміткою точки приєднання до міського водопроводу і відміткою вводу в будинок (у разі, коли точка вводу знаходиться вище точки підключення, беруть знак «+», у зворотному – знак «-»);

$H_{\text{geom}}$  – геометрична висота від точки вводу до осі змішувача диктуючого приладу;

$\sum H_{l,tot}^{\text{ЗОВН}}$ ,  $\sum H_{l,tot}^{\text{ВН}}$  – сумарні втрати напору за довжиною і в місцевих опорах, відповідно, у внутрішньоквартальній і внутрішній мережах трубопроводів;

$H_{\text{ліч}}$  – втрати напору у лічильнику;

$H_f$  – вільний напір у диктуючого санітарно-технічного приладу (для ванни  $H_f = 3$  м).

При розрахунку необхідного напору для випадку подачі води на гасіння пожежі беруть  $H_f = 10$  м (вільний напір у диктуючого пожежного крана).

У разі, коли гарантійний напір у міській водопровідній мережі (беруть за завданням) не менше необхідного ( $H_g \geq H_{\text{необх}}$ ), то підвищувальних насосів встановлювати не треба. Якщо ж  $H_g < H_{\text{необх}}$  – застосування насосів обов'язкове.

## **2.6. Розрахунок насосної установки**

Підвищувальні насосні установки проєктують за постійної або періодичної недостачі напору в системах водопостачання. Зазвичай вони влаштовуються в приміщеннях теплових пунктів, бойлерних і котельних. У житлових будинках під квартирами, робочими кімнатами адмінбудівель, а також іншими приміщеннями насосні установки (крім пожежних) встановлювати забороняється. У разі установки насосів у підвальних приміщеннях будівель потрібно забезпечити заходи зі зменшення вібрації і шуму (використовують вібровставки і віброфундаменти).

Насосну установку підбирають за двома основними характеристиками: витраті  $q$ , л/с і напору  $H$ , м. Водночас необхідно забезпечувати максимальний коефіцієнт корисної дії установки.

Залежно від режиму роботи внутрішньої водопровідної мережі об'єкта насоси можуть використовуватись з регулюючими (напірними або безнапірними) баками або без них. У проєкті дозволяється брати варіант без бака.

Витрата насосу має бути не меншою максимальної секундної витрати ( $q$ , м<sup>3</sup>/с). Напір – різниці між необхідним і гарантійним ( $H_{\text{нас}} = H_{\text{неох}} - H_g$ ). Потужність насосної установки при цьому має бути не меншою:

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{нас}}}{1000 \eta} K, \quad (9)$$

де  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup> – густина води;

$g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> – прискорення вільного падіння;

$K = 1,3 - 1,8$  – коефіцієнт запасу;

$\eta = 0,5 - 0,6$  – коефіцієнт корисної дії насосної установки.



Обов'язково встановлюється мінімум два насоси (один робочий, один резервний). Якщо це необхідно, окремо підбирають насоси для забезпечення максимального господарсько-питного режиму роботи, окремо – на випадок пожежі.

### 3. Водовідведення

#### 3.1. Проектування системи і схеми внутрішньої каналізації

Проектування починають з того, що на плані типового поверху в санітарних вузлах і кухнях здійснюють розводку трубопроводів для відводу стічних вод і намічають місця установки каналізаційних стояків. При цьому труби господарсько-побутової каналізації позначаються -К1-, стояки Ст.К1-1, Ст.К1-2 і т.д.

Далі, з урахуванням особливостей генплану, розташування точки підключення до міської каналізаційної мережі, на плані підвалу або технічного підпілля визначають місця каналізаційних випусків із будинку, а також здійснюють прокладку магістральних трубопроводів уздовж капітальних стін. На планах креслень поверхів, зазвичай, каналізаційну трубу показують ближче до стіни, а водопровідну – далі за нею. Підключення каналізаційних стояків до магістралі і випуску проєктують по найкоротших відстанях. З'єднання труб виконують за допомогою фасонних частин, які виготовлені з того ж матеріалу, що і труби.

Вентиляція системи здійснюється через каналізаційні стояки, які виводять вище покрівлі для плоских неексплуатованих і скатних покрівель – на 0,2 м. Можна об'єднувати вентиляційні частини кількох стояків. Кількість стояків, для яких передбачено один вихід на покрівлю, залежить від кількості санітарних пристроїв і витрати стічних вод, яку вони відводять, вона визначається за залежністю:

$$n = \frac{kW}{Q}, \quad (10)$$

де  $k = 80 - 100$  – добова кратність повітрообміну в каналізаційній мережі;

$W$  – ємність розрахункової ділянки каналізаційної мережі, м<sup>3</sup>;

$Q = 320 \text{ м}^3/\text{добу}$  – розрахункова витрата забрудненого повітря, яке виходить з витяжної частини окремого каналізаційного стояка діаметром 100 мм.

Для прочистки каналізаційних труб використовують ревізії і прочистки. При цьому ревізії встановлюють на стояках не рідше ніж через три поверхи і на довгих горизонтальних ділянках. Прочистки – на горизонтальних поворотах при довжині труби більше 3 м. У підвалі рекомендується встановлювати прочистки за кожного повороту каналізаційної труби.

### **3.2. Розрахунок і конструювання мережі внутрішньої каналізації**

Гідравлічний розрахунок трубопроводів внутрішньої господарсько-побутової мережі водовідведення треба вести за величиною максимальної секундної витрати, яка залежить від витрати в системі внутрішнього водопроводу.

Для горизонтальних відвідних трубопроводів систем каналізації розрахунковою треба вважати витрату, л/с, значення якої обчислюється залежно від кількості санітарно-технічних приладів  $N$ , які приєднані до ділянки, що проєктується, трубопроводу  $L$ , м, за формулою:

$$q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_S \times q_0^{S,2}, \quad (11)$$

де  $q_{hr}^{tot}$  – максимальна загальна (холодна плюс гаряча) витрата води за годину,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $K_S$  – коефіцієнт, який беруть за [1, табл. А.4] або дод. 5 методичних вказівок;

$q_0^{S,2}$  – розрахункова максимальна кількість стічних вод, л/с, від приладу з максимальною витратою, яка приймається згідно з [1, додаток, табл. А.3]. На практиці зазвичай в якості такого приладу приймається унітаз зі змивним бачком з максимальною секундною витратою стічних вод  $q_0^S = 1,6 \text{ л/с}$ .

У цьому випадку за довжину приймається відстань від останнього на розрахунковій ділянці стояка до найближчого наступного стояка або, за відсутності таких приєднань, до найближчого каналізаційного колодязя.

Діаметри каналізаційних трубопроводів для відводу стічних вод від окремих санітарно-технічних приладів, розводок на поверхах і стояків

призначаються конструктивно без спеціального розрахунку. Ванна, умивальник, кухонна мийка, підключаються до внутрішньої каналізаційної мережі трубою діаметром 50 мм, унітази – 100 мм. На поверххах труби діаметром 50 мм прокладаються з похилом 0,03, діаметром 100 мм – з похилом 0,02. Діаметри каналізаційних стояків визначаються за [1, табл. 10-13] залежно від витрати по стояку і кута приєднання відводів на кожному поверсі до стояку (у проєкті можна взяти каналізаційні стояки діаметром 100 мм).

Гідравлічний розрахунок треба проводити тільки для магістральних відвідних трубопроводів у підвалі і випусків. Для цього необхідно використовувати таблиці для гідравлічного розрахунку мереж водовідведення [4] або дод. 6 методичних вказівок. Водночас швидкість руху стічних вод у трубі має бути не менше 0,7 м/с, а наповнення – не менше 0,3.

Вважається, що співвідношення між прийнятими гідравлічними характеристиками труб визначені вдало, якщо буде виконуватись умова:

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (12)$$

де  $K = 0,5$  – для трубопроводів з пластмасових труб;  
 $K = 0,6$  – для трубопроводів з інших матеріалів.

У разі, коли на окремих ділянках магістралі або випусках умову (12) не вдається виконати через незначні витрати води, що проходять по них, діаметри і похили труб беруть конструктивно за аналогією з розводками на поверххах.

### ***3.3. Розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення***

При проєктуванні внутрішньої системи каналізації були визначені точки випусків каналізаційних трубопроводів із будинку і місця установки колодязів, в які вони підключаються, а також геодезичні відмітки цих підключень. Після цього здійснюють трасування всієї внутрішньоквартальної каналізаційної мережі будівельного майданчика. Водночас потрібно показати випуски каналізації від усіх інших будинків (по два випуски), послідовно об'єднати їх між собою в один колектор і в одній точці підключитися до міської каналізаційної мережі. Рух стічних

вод по майданчику необхідно забезпечувати в напрямку від колодязів з більшими значеннями геодезичних відміток поверхні землі до менших. Точку ж приєднання до міського колектора раціональніше вибирати в понижених місцях. Перед підключенням до міської мережі необхідно передбачити установку контрольного оглядового колодязя.

Зовнішні мережі прокладають паралельно капітальним стінам відповідних будинків на відстані 3 - 5 м від них. У місцях повороту трубопроводів, а також при всіх з'єднаннях окремих ділянок труб між собою встановлюються каналізаційні колодязі. Перетин трубопроводів різного призначення на майданчику в плані треба здійснювати під прямим кутом, а також забезпечити необхідну відстань між цими трубопроводами за вертикаллю (між трубопроводами водопроводу і каналізації слід приймати мінімум 0,5 м, при перетині з трубами іншого призначення – мінімум 0,2 м).

Після трасування внутрішньоквартальної мережі будують повздовжній профіль каналізації від першого колодязя розрахункового будинку до колодязя в точці підключення до міської мережі. При цьому глибина першого колодязя залежить від глибини промерзання ґрунту в районі будівництва (для Києва – 1 м), а глибина колодязя на міській мережі приймається за завданням.

Розрахунок окремих ділянок внутрішньоквартальної каналізаційної мережі здійснюється за аналогією з магістральними ділянками і випусками внутрішніх мереж. За тією ж методикою визначають і розрахункові витрати на ділянках між колодязями. А саме, витрату стічних вод визначаємо за залежністю (11), де значення  $q_{hr}^{tot}$  визначається за дод. 3 при визначеному значенні кількості санітарних приладів від інших будинків на будівельному майданчику  $N$ . Розраховані за таблицями гідравлічні характеристики на ділянках перевіряються за критерієм (12).

Мінімальний діаметр внутрішньоквартальної мережі каналізації беруть 150 мм, мінімальний похил її прокладання 0,008.

Кількість санітарних приладів у кожному з будинків на майданчику в проекті знаходиться приблизно, пропорційно до кількості жителів у кожному з них, за аналогією із співвідношенням кількості жителів і кількості санітарних приладів у будинку, що запроєктовано. Результати розрахунків зводять до табл. 3.

На повздовжньому профілі необхідно нанести всі перетини каналізаційного трубопроводу з трубопроводами інших систем.

Таблиця 3

**Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення**

Номер ділянки	Довжина $l$ , м	Кількість приладів від яких відводиться вода по даній розрахунковій ділянці $N$ , шт.	Розрахункова витрата $q^s$ , л/с	Діаметр $d$ , мм	Похил труби, $i$	Швидкість $V$ , м/с	Наповнення, $H/d$	Відмітки, м						Примітка	
								поверхні землі		лотка труби		глибина прокладання 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	

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
2. Кравчук А.М. Альбом завдань по санітарно-технічному обладнанню будівель / А.М. Кравчук, І.В. Ільїна, Н.А. Чупрунова. – К.; КНУБА, 2002. – 40 с.
3. Кравчук А.М. Водопостачання і каналізація: навчальний посібник / А.М. Кравчук, О.Я. Кравчук. – К.: КНУБА, 2012. – 180 с.
4. Константинов Ю.М. Гидравлический расчет сетей водоотведения. Расчетные таблицы / Ю.М. Константинов, А.А. Василенко, А.А. Сапухин. – К.: Будівельник, 1987. – 120 с.
5. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
6. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 2. Внутренний водопровод и канализация. – М.: Стройиздат, 1975. – 245 с.
7. Каганов И.И. Монтаж внутренних санитарно-технических систем. – М.: Стройиздат, 1979. – 224 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток 1

**Значення коефіцієнта добової нерівномірності  $K_d$  залежно від середніх добових витрат води на одного споживача ( $q_T^c$ , л/год) і кількості приладів ( $N$ ) або споживачів ( $U$ )**

$N$ або $U$	Значення $K_d$ за різних $q_T^c$ , л/год					
	< 10	10-15	15-20	20-30	30-80	> 80
Менше 50	1,77	1,61	1,53	1,41	1,17	1,10
50-200	1,53	1,44	1,36	1,28	1,13	1,10
201-500	1,53	1,38	1,31	1,24	1,13	1,10
501-1000	1,51	1,36	1,27	1,22	1,12	1,10
1001-5000	1,47	1,32	1,26	1,20	1,12	-
5001-10000	1,45	1,31	1,25	1,19	-	-
10001-50000	1,40	1,28	1,23	1,18	-	-

### Додаток 2

#### Характеристики водолічильників

Діаметр лічильника, мм	Експлуатаційна витрата, м <sup>3</sup> /год	$S$ , м/(л/с) <sup>2</sup>
15	1,2	14,5
20	2	5,18

25	2,8	2,64
32	4	1,3
40	6,4	0,5
50	12	0,143
65	17	$810 \times 10^{-5}$
80	36	$264 \times 10^{-5}$
100	65	$76,6 \times 10^{-5}$
150	140	$13 \times 10^{-5}$
200	210	$3,5 \times 10^{-5}$

Додаток 3

**Розрахункові максимальні секундні та за годину витрати води залежно від кількості споживачів ( $U$ ) або санітарно-технічних приладів ( $N$ ) за розрахункової середньої добової витрати 250 л/добу на одну людину загальної і 150 л/добу холодної води**

$N (U)$	$q^{tot}$ , л/с	$q_{hr}^{tot}$ , м <sup>3</sup> /год	$q^c$ , л/с	$q_{hr}^c$ , м <sup>3</sup> /год
1	0,35	0,35	0,19	0,19
4	0,37	0,37	0,20	0,20
8	0,44	0,55	0,25	0,30
12	0,50	0,70	0,28	0,39
16	0,55	0,83	0,32	0,48
20	0,60	0,96	0,35	0,55
24	0,65	1,08	0,38	0,63
28	0,70	1,19	0,41	0,70
32	0,74	1,30	0,44	0,77
36	0,78	1,41	0,47	0,84
40	0,82	1,52	0,49	0,91
44	0,86	1,62	0,52	0,98
48	0,90	1,72	0,55	1,04
52	0,94	1,82	0,57	1,11
56	0,98	1,92	0,60	1,17
60	1,02	2,02	0,62	1,24
64	1,05	2,12	0,65	1,30
68	1,09	2,22	0,67	1,36
72	1,12	2,31	0,7	1,43
80	1,19	2,50	0,75	1,55
88	1,26	2,69	0,79	1,67
96	1,33	2,87	0,84	1,80
120	1,53	3,41	0,97	2,16
160	1,84	4,28	1,19	2,74
200	2,14	5,13	1,40	3,31
280	2,72	6,78	1,79	4,42



400	3,53	9,17	2,34	6,03
560	4,56	12,3	3,04	8,10
800	6,03	16,7	4,04	11,1
1200	8,35	24,0	5,60	15,9
1600	10,6	31,0	7,08	20,6
2200	13,8	41,2	9,21	27,3
2800	16,9	51,2	11,3	33,9
3600	20,9	64,3	13,9	42,5
4800	26,7	83,5	17,7	55,0
6400	34,2	108	22,6	71,3
8000	41,5	133	27,4	87,2
10000	50,5	163	33,2	107

Таблиці для гідравлічного розрахунку сталевих труб внутрішніх систем водопостачання

Q, л/с	d = 15 мм		d = 20		d = 25		d = 32		d = 40		d = 50		d = 70		d = 80		d = 100	
	V, м/с	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i	V	1000i
0,19	1,12	327,6	0,59	66,9	0,36	19,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,2	1,18	360,5	0,62	73,5	0,37	20,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25	1,47	560,4	0,78	110,6	0,47	31,2	0,26	7,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,3	1,77	807,0	0,94	154,9	0,56	43,4	0,31	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,35	2,06	1098	1,09	206,4	0,65	57,5	0,37	13,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4	2,36	1435	1,25	266,6	0,75	73,5	0,42	17,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5	2,95	2242	1,56	414,9	0,93	110,9	0,52	26,2	0,40	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,6	-	-	1,87	597,5	1,12	155,8	0,63	36,5	0,48	18,6	-	-	-	-	-	-	-	-
0,7	-	-	2,18	813,3	1,31	209,6	0,73	48,4	0,56	24,6	0,33	6,81	-	-	-	-	-	-
0,8	-	-	2,50	1062	1,50	273,8	0,84	61,9	0,64	31,3	0,38	8,64	-	-	-	-	-	-
0,9	-	-	2,81	1344	1,68	346,5	0,94	77,0	0,72	38,9	0,42	10,7	-	-	-	-	-	-
1,0	-	-	-	-	1,87	427,8	1,05	93,6	0,80	47,2	0,47	12,9	-	-	-	-	-	-
1,1	-	-	-	-	2,06	517,6	1,15	111,9	0,88	56,3	0,52	15,3	0,32	4,61	-	-	-	-
1,2	-	-	-	-	2,24	616,0	1,25	132,0	0,95	66,1	0,57	18,0	0,35	5,38	-	-	-	-
1,3	-	-	-	-	2,43	723,0	1,36	155,0	1,03	76,8	0,61	20,8	0,37	6,21	0,26	2,60	-	-
1,4	-	-	-	-	2,62	838,5	1,46	179,7	1,11	88,2	0,66	23,8	0,40	7,09	0,28	2,97	-	-
1,5	-	-	-	-	2,80	962,5	1,57	206,3	1,19	100,3	0,71	27,0	0,43	8,03	0,30	3,36	-	-
1,6	-	-	-	-	2,99	1095	1,67	234,7	1,27	113,7	0,75	30,4	0,46	9,01	0,32	3,77	-	-
1,8	-	-	-	-	-	-	1,88	297,1	1,43	143,9	0,85	37,8	0,52	11,2	0,36	4,65	0,212	1,27
2,0	-	-	-	-	-	-	2,09	366,8	1,59	177,7	0,94	45,9	0,58	13,5	0,40	5,61	0,24	1,52
2,5	-	-	-	-	-	-	2,61	573,1	1,99	277,6	1,18	69,6	0,72	20,3	0,50	8,39	0,29	2,26
3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	399,7	1,41	99,7	0,86	28,4	0,60	11,7	0,35	3,13
3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2,79	544,1	1,65	135,7	1,01	37,8	0,71	15,5	0,41	4,12
4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	177,3	1,15	48,5	0,81	19,8	0,47	5,25
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	224,3	1,30	60,9	0,91	24,6	0,53	6,49
5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	277,0	1,41	75,2	1,01	29,9	0,59	7,86
5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,59	335,1	1,58	91,0	1,11	35,8	0,65	9,36
6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,83	398,8	1,73	108,3	1,21	42,0	0,71	11,0
7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	147,4	1,41	57,2	0,82	14,6
8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	192,6	1,61	74,2	0,94	18,7

Визначення коефіцієнта  $K_s$  для розрахунку витрати стічних вод

$N$	Значення $K_s$ при $L$ , м								
	1	3	5	7	10	15	20	30	40
4	0,61	0,51	0,46	0,43	0,40	0,36	0,34	0,31	0,27
8	0,63	0,53	0,48	0,45	0,41	0,37	0,35	0,32	0,28
12	0,64	0,54	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,29
16	0,65	0,55	0,50	0,47	0,43	0,39	0,37	0,33	0,30
20	0,66	0,56	0,51	0,48	0,44	0,40	0,38	0,34	0,30
24	0,67	0,57	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35	0,31
28	0,68	0,58	0,53	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,31
32	0,68	0,59	0,53	0,50	0,47	0,43	0,40	0,36	0,32
36	0,69	0,59	0,54	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,33
40	0,70	0,60	0,55	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37	0,33
100	0,77	0,69	0,64	0,60	0,56	0,52	0,49	0,45	0,40
500	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81	0,77	0,73
1000	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91

## Таблиці для гідравлічного розрахунку трубопроводів внутрішніх і зовнішніх систем водовідведення

 $d = 100$  мм

$H/d$	$i = 0,01$		$i = 0,012$		$i = 0,015$		$i = 0,02$		$i = 0,025$		$i = 0,03$		$i = 0,04$		$i = 0,05$	
	$Q$ , л/с	$V$ , м/с	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$
0,3	0,91	0,46	1,05	0,53	1,14	0,57	1,33	0,67	1,50	0,76	1,65	0,83	1,92	0,97	2,16	1,09
0,4	1,49	0,51	1,72	0,59	1,86	0,63	2,17	0,74	2,44	0,83	2,69	0,92	3,13	1,07	3,52	1,20
0,5	2,25	0,57	2,59	0,66	2,80	0,71	3,26	0,83	3,67	0,93	4,04	1,03	4,70	1,20	5,27	1,34
0,6	3,05	0,62	3,51	0,71	3,79	0,77	4,41	0,90	4,96	1,01	5,46	1,11	6,34	1,29	7,12	1,45
0,7	3,82	0,65	4,39	0,75	4,74	0,81	5,52	0,94	6,28	1,06	6,82	1,16	7,92	1,35	8,89	1,51
0,8	4,47	0,66	5,14	0,76	5,54	0,82	6,45	0,96	7,25	1,08	7,97	1,18	9,28	1,37	10,39	1,54
0,9	4,89	0,66	5,62	0,75	6,09	0,82	7,05	0,95	7,93	1,06	8,72	1,17	10,13	1,36	11,37	1,53
1,0	5,17	0,66	5,96	0,75	6,41	0,81	7,46	0,95	8,39	1,06	9,23	1,17	10,72	1,36	12,03	1,53

 $d = 150$  мм

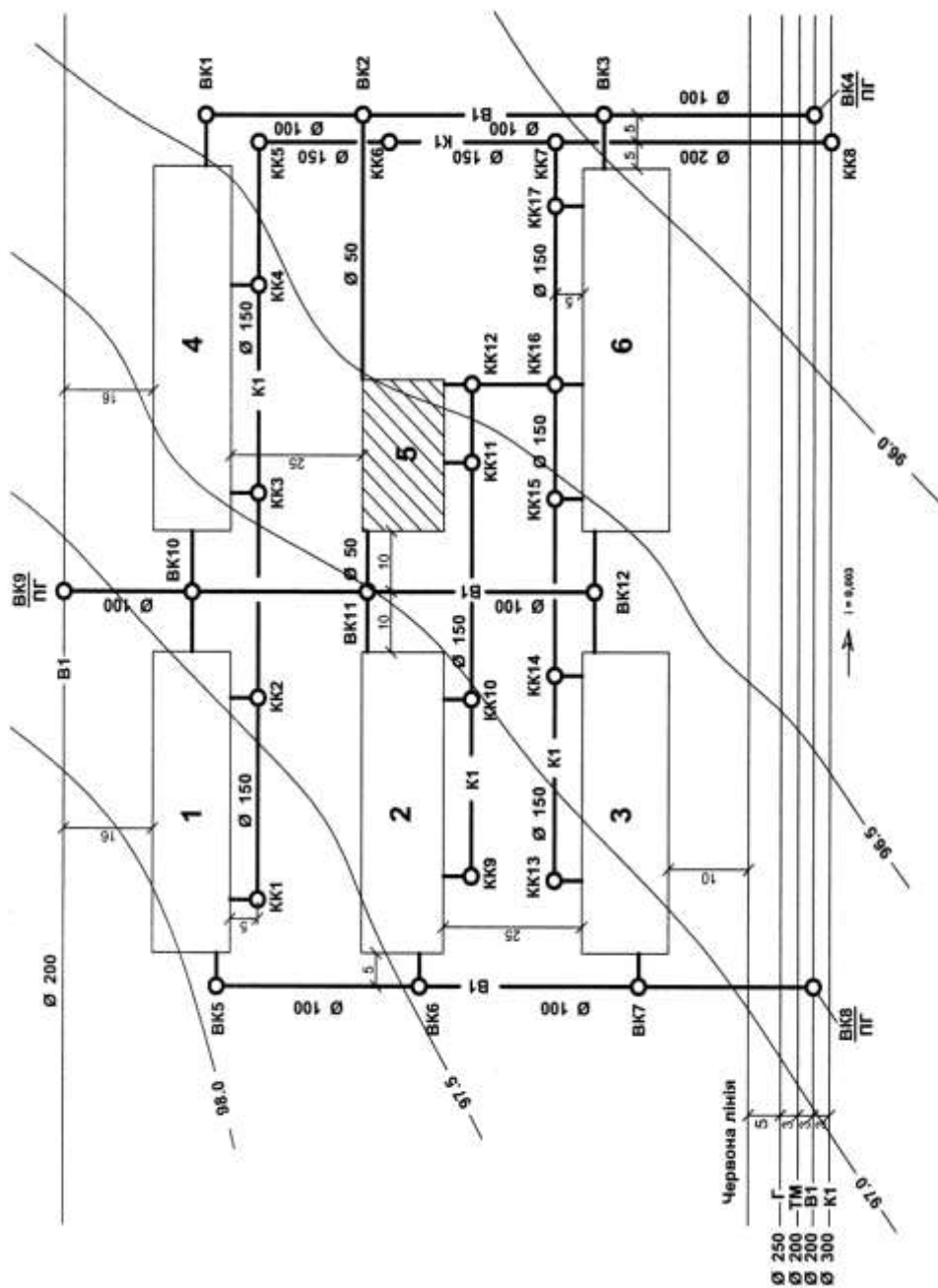
$H/d$	$i = 0,008$		$i = 0,01$		$i = 0,012$		$i = 0,015$		$i = 0,02$		$i = 0,025$		$i = 0,03$		$i = 0,04$	
	$Q$ , л/с	$V$ , м/с	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$
0,3	2,48	0,56	2,79	0,63	3,08	0,69	3,47	0,78	4,04	0,91	4,54	1,02	4,99	1,12	5,80	1,30
0,4	4,03	0,61	4,55	0,69	5,01	0,76	5,63	0,85	6,55	0,99	7,37	1,12	8,10	1,23	9,40	1,42
0,5	6,06	0,69	6,82	0,77	7,51	0,85	8,44	0,96	9,81	1,11	11,02	1,25	12,11	1,37	14,05	1,59
0,6	8,18	0,74	9,20	0,83	10,13	0,91	11,38	1,03	13,22	1,19	14,85	1,34	16,32	1,47	18,92	1,71
0,7	10,22	0,77	11,5	0,87	12,65	0,96	14,22	1,08	16,51	1,25	18,53	1,40	20,36	1,54	23,61	1,79
0,8	11,95	0,79	13,44	0,89	14,78	0,98	16,61	1,10	19,29	1,27	21,65	1,43	23,78	1,57	27,58	1,82
0,9	13,07	0,78	14,7	0,88	16,18	0,97	18,18	1,08	21,11	1,26	23,69	1,42	26,03	1,56	30,18	1,81
1,0	13,83	0,78	15,56	0,88	17,12	0,97	19,23	1,08	22,33	1,26	25,07	1,41	27,54	1,55	31,93	1,80

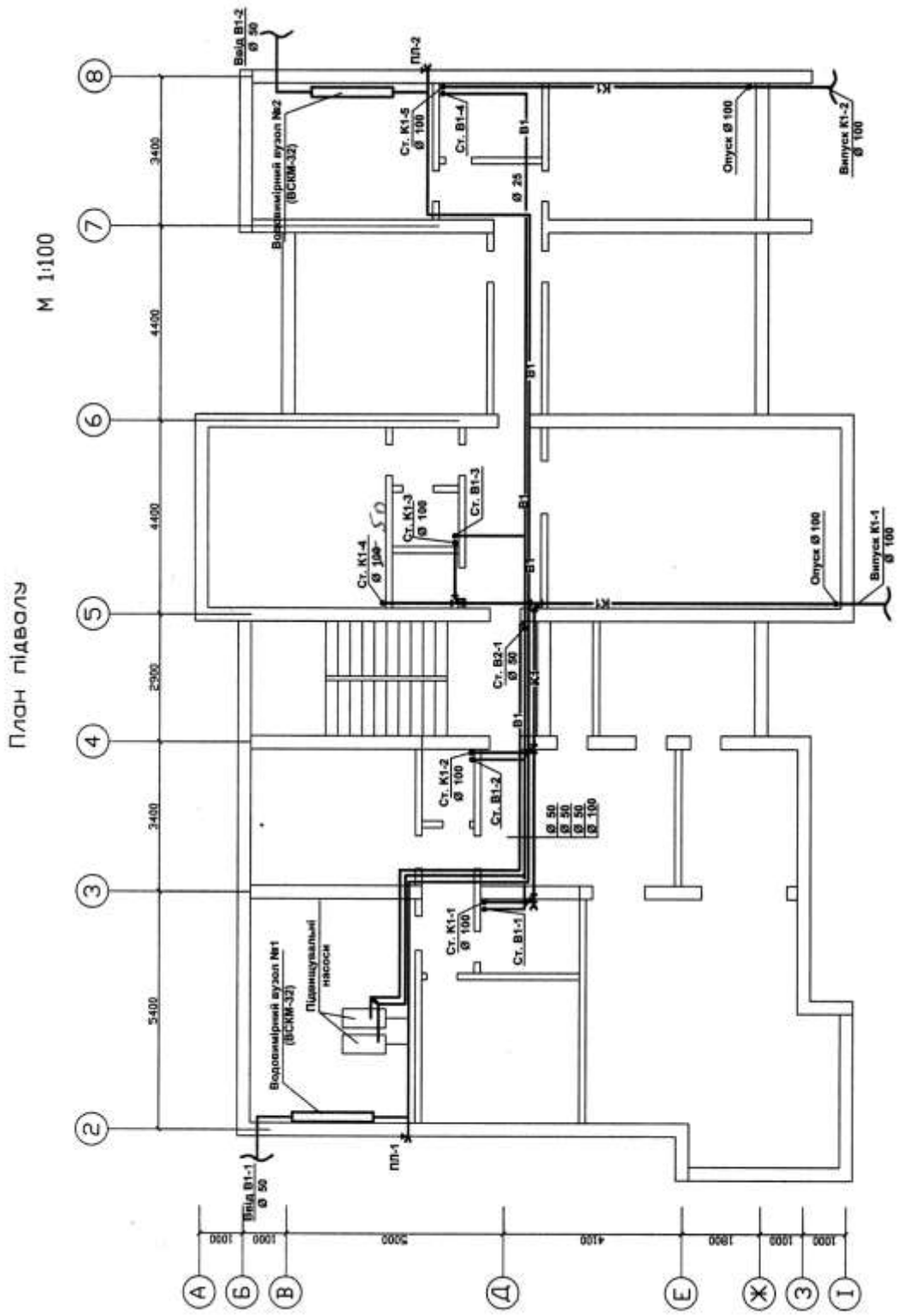
$d = 200$  мм

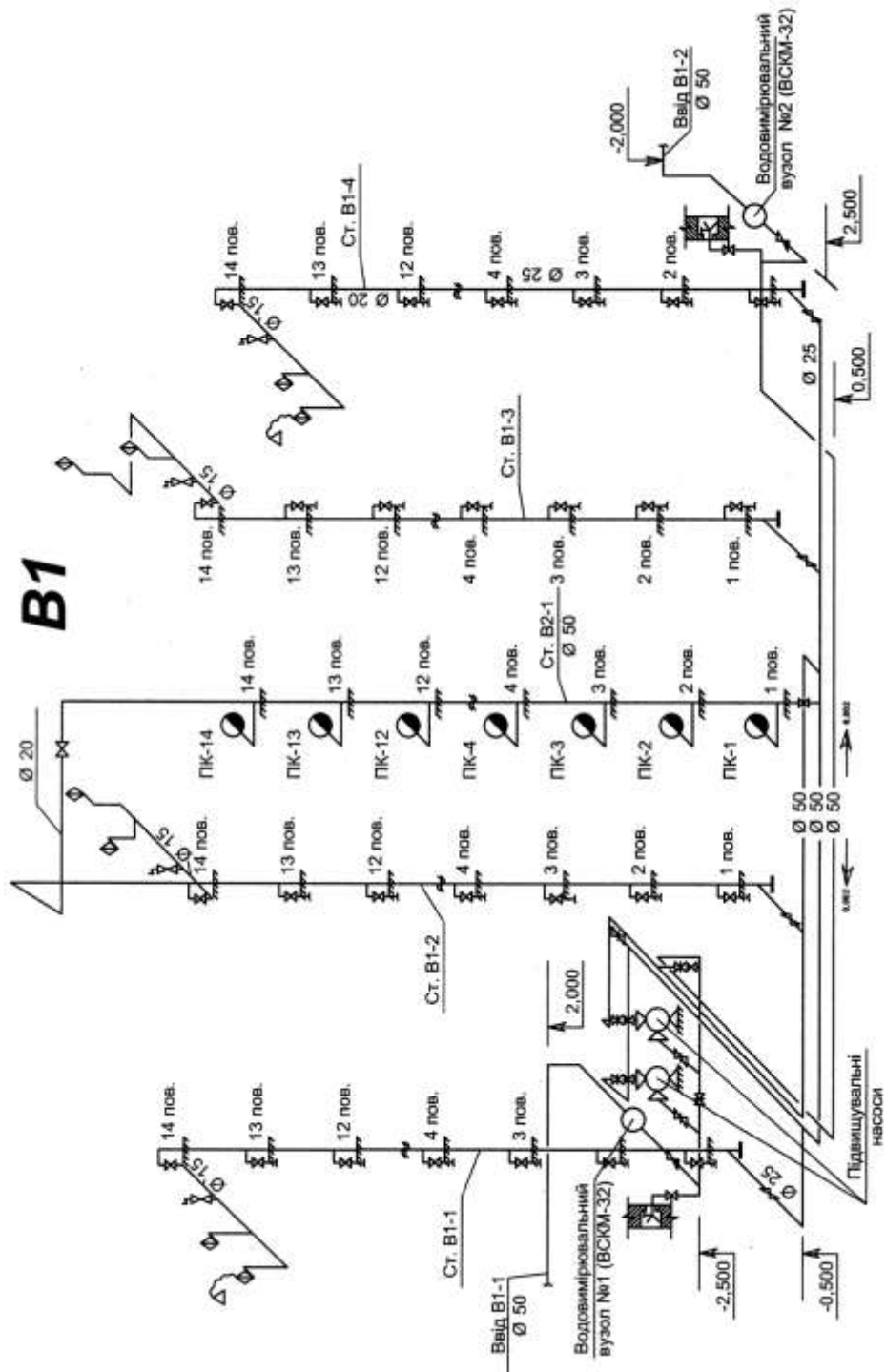
$H/d$	$i = 0,005$		$i = 0,008$		$i = 0,01$		$i = 0,012$		$i = 0,015$		$i = 0,02$		$i = 0,025$		$i = 0,03$	
	$Q, \text{л/с}$	$V, \text{м/с}$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$	$Q$	$V$
0,3	4,05	0,51	5,20	0,66	5,85	0,74	6,44	0,81	7,23	0,91	8,40	1,06	9,44	1,19	10,37	1,31
0,4	6,59	0,56	8,45	0,72	9,50	0,81	10,45	0,89	11,74	1,00	13,63	1,16	15,29	1,30	16,80	1,43
0,5	9,88	0,63	12,65	0,81	14,22	0,91	15,63	1,00	17,55	1,12	20,36	1,30	22,84	1,45	25,08	1,60
0,6	13,34	0,68	17,06	0,87	19,17	0,97	21,07	1,07	23,64	1,20	27,42	1,39	30,75	1,66	33,17	1,72
0,7	16,67	0,71	21,31	0,91	23,93	1,02	26,30	1,12	29,51	1,26	34,22	1,46	38,37	1,63	42,12	1,79
0,8	19,48	0,72	24,90	0,92	27,95	1,04	30,72	1,14	34,47	1,28	39,96	1,48	44,81	1,66	49,19	1,83
0,9	21,31	0,72	27,24	0,91	30,59	1,03	33,62	1,13	37,72	1,27	43,74	1,47	49,04	1,65	53,84	1,81
1,0	22,55	0,72	28,83	0,91	32,37	1,03	35,57	1,13	39,91	1,27	46,28	1,47	51,89	1,64	56,96	1,81

М 1:1000

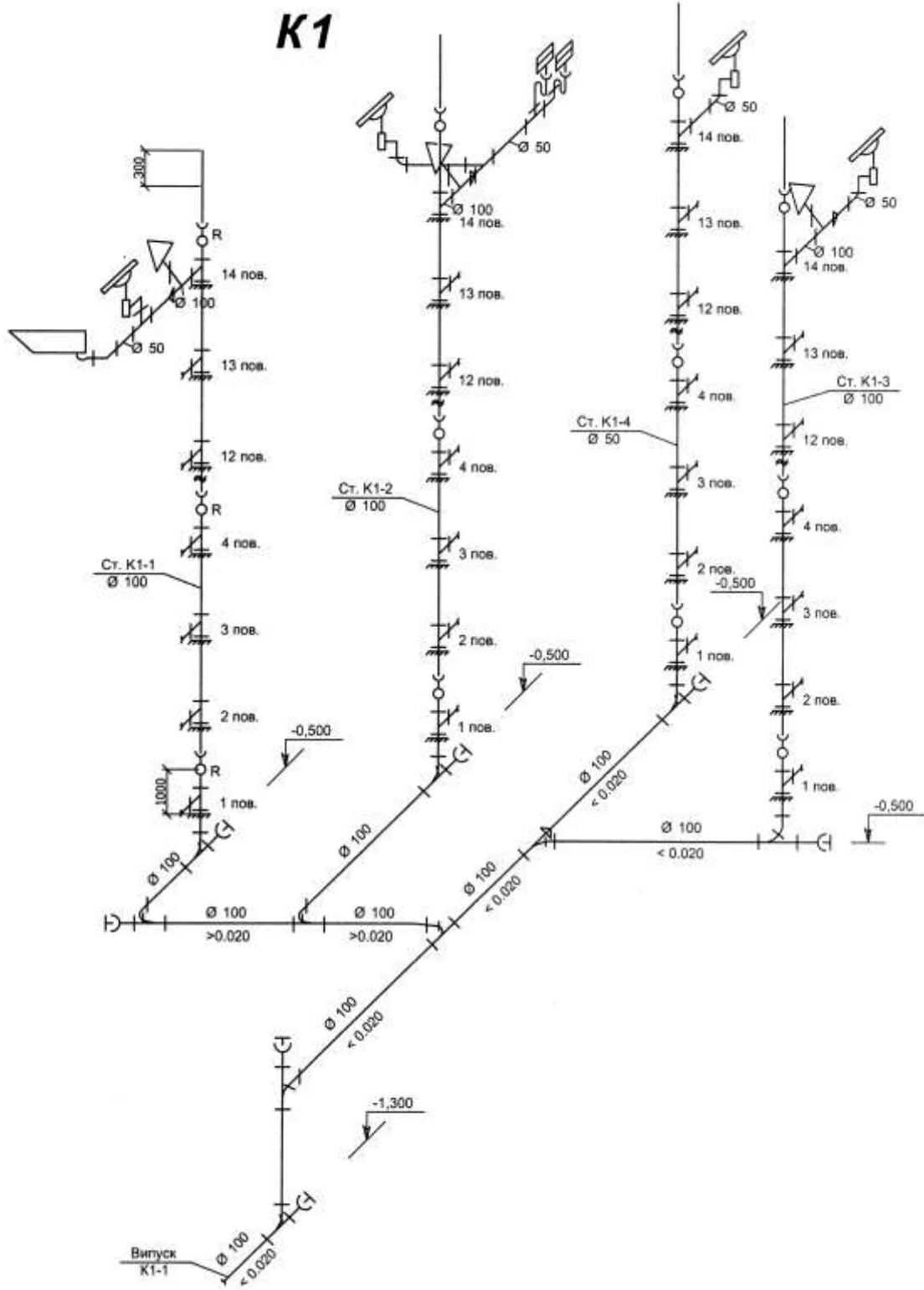
Генплан

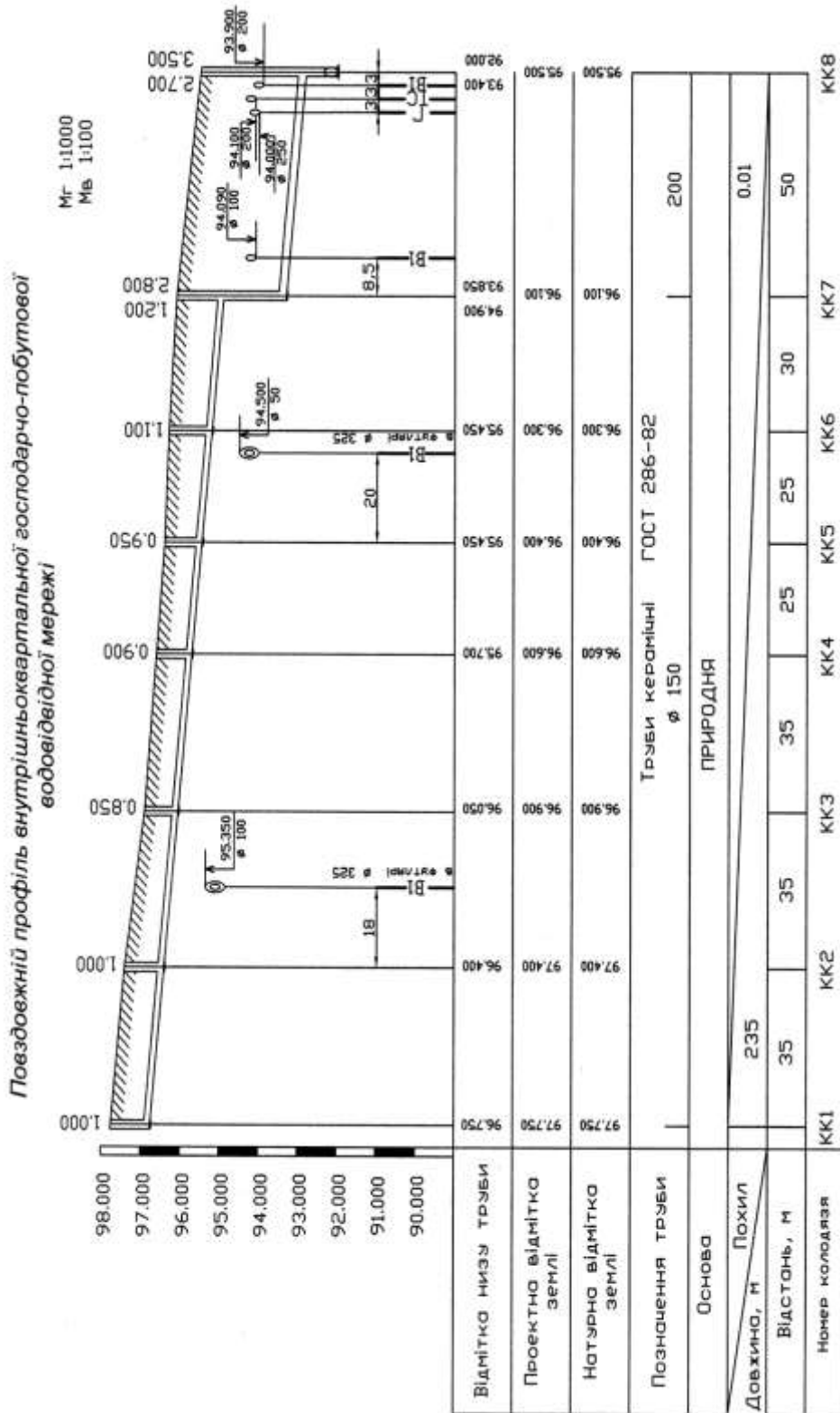


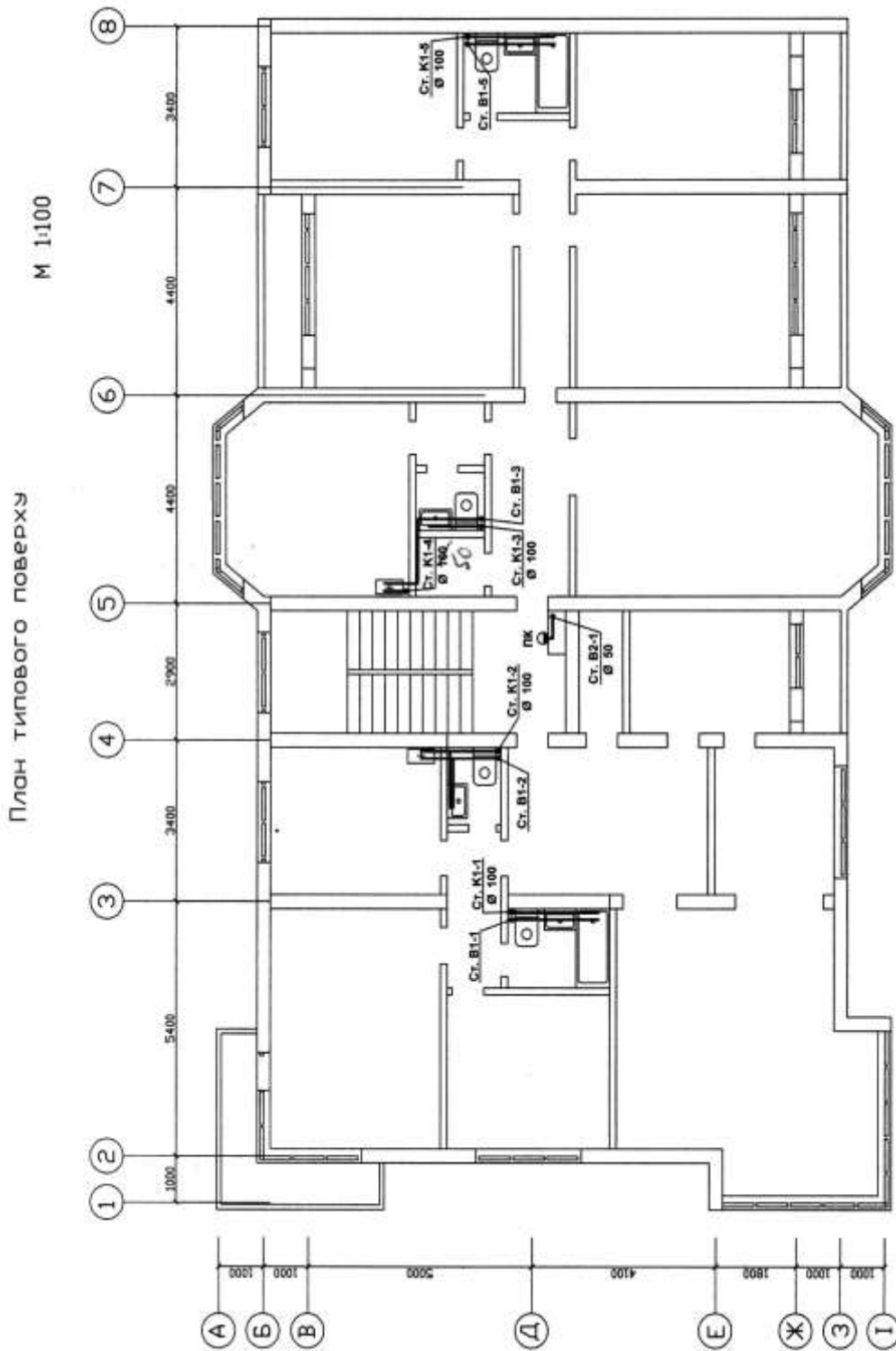














Навчально-методичне видання

# ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Методичні вказівки  
до виконання курсової роботи  
для студентів спеціальності  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньої програми «Теплогазопостачання і вентиляція»

Укладачі: **КРАВЧУК** Андрій Михайлович,  
**КРАВЧУК** Олександр Андрійович

Випусковий редактор *В.С. Сасько*  
Комп'ютерне верстання *Д.М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 14.02.2022. Формат 60x84<sub>1/16</sub>  
Ум. друк. арк. 2,09. Обл.-вид. арк. 2,25.  
Електронний документ. Вид. № 71/III-22

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 р.