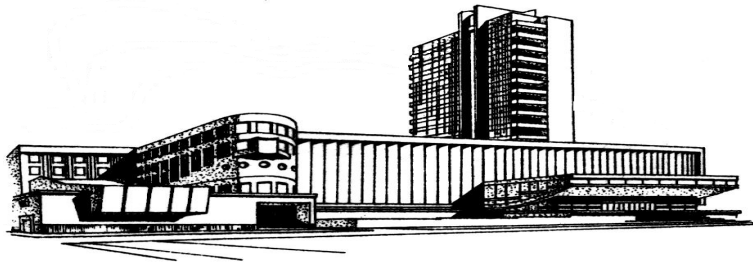


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ
ФАКУЛЬТЕТ ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА ГІДРАВЛІКИ



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ «ВОДОПОСТАЧАННЯ,
ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ»**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 101 «Екологія»
освітньо-професійної програми «Екологія»
денної та заочної форм навчання**

Дніпро
2023

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Водопостачання, водовідведення та підвищення якості води» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія» денної та заочної форм навчання / Укладач: Нагорна О. К., Мушкет В.Л., Семенов І.І. Дніпро: ПДАБА, 2023. 41 с.

Наведено зміст практичних занять з дисципліни «Водопостачання, водовідведення та поліпшення якості води».

Методичні вказівки передбачено для студентів закладів вищої освіти, що навчаються за спеціальністю 101 «Екологія».

Укладачі: Нагорна О. К., к.т.н., доцент, зав. кафедри водопостачання, водовідведення та гідравліки ПДАБА
Мушкет В.Л., асистент кафедри водопостачання, водовідведення та гідравліки ПДАБА
Семенов І.І., асистент кафедри водопостачання, водовідведення та гідравліки ПДАБА

Відповідальний за випуск: Нагорна О. К., к.т.н., доцент, зав. кафедри водопостачання, водовідведення та гідравліки ПДАБА

Рецензент: Нечитайло М. П., к.т.н., доцент кафедри водопостачання, водовідведення та гідравліки ПДАБА

Затверджено на засіданні кафедри водопостачання, водовідведення та гідравліки ПДАБА
Протокол № 2 від 30.08.2023 р.
Зав. каф. Нагорна О. К.

Рекомендовано до друку навчально-методичною радою ПДАБА
Протокол № 2 від 23.11.2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	4
ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	4
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД. РОЗРАХУНОК ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВІДСТІЙНИКА.....	4
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2. ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СУМІШІ ГОСПОДАРЧО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД ТА КРАТНОСТІ РОЗЧИНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД З ВОДОЮ ВОДОЙМИ	8
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3 .ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО СТУПЕНЮ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД.....	12
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4. ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОГО СКИДУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН. ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАТИ ЗА СКИД ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН.....	14
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5. ВИБІР МЕТОДІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	18
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №6 . ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ БУДІВЛІ. ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО НАПОРУ НА ВВОДІ В БУДІВЛЮ.....	23
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №7. РОЗРАХУНКИ ВОДОПРОВІДНИХ ТА КАНАЛІЗАЦІЙНИХ МЕРЕЖ.....	26
ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	33
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ	33
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	33
Додаток А.....	35
Додаток Б	40

ВСТУП

Мета викладання дисципліни – навчити майбутнього фахівця-еколога використовувати найбільш прогресивні методи проектування, будівництва й експлуатації систем водопостачання та водовідведення, забезпечувати необхідний контроль роботи систем та споруд, високу якість робіт з найменшими витратами трудових і матеріальних ресурсів і одночасно з високим ефектом охорони навколишнього середовища:

- самостійно здійснювати контроль за проектуванням комплексу споруд водопостачання та водовідведення населених місць і промислових підприємств;
- давати техніко-економічну оцінку проектних рішень;
- здійснювати контроль за роботою очисних споруд та інших елементів систем водопостачання та водовідведення, використовуючи отримані знання по спеціальних дисциплінах;

- раціонально експлуатувати споруди водопостачання та водовідведення;

- володіти навиками аналізу і досліджень роботи споруд і правильно оцінювати переваги й окремі конструкції споруд систем водопостачання та водовідведення.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Завдання для виконання практичних завдань здобувач освіти отримує на початку вивчення дисципліни індивідуально у викладача.

ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД. РОЗРАХУНОК ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВІДСТІЙНИКА

На практичному занятті вирішується дві задачі: 1) визначення розрахункових витрат стічних вод; 2) підбір конструктивних розмірів горизонтального відстійника для механічної очистки стічних вод.

Задача №1. Визначення розрахункових витрат стічних вод

Очисні споруди розраховують на пропуск максимальної добової витрати суміші виробничих та господарчо-побутових стічних вод.

Сумарні витрати стічних вод (середньодобову, максимально добову, максимально годинну та максимально секундну) отримують додаванням відповідних витрат різних видів стічних вод.

Для визначення сумарної максимальної секундної витрати необхідно скласти таблиці притоку за годинами доби, так як максимальні годинні витрати стічних вод різних типів можуть не співпадати за часом.

Середньодобова витрата стічних вод, що поступає на очисні споруди

$$Q_{сер}^{доб}, \text{ м}^3 / \text{доб.} \quad (1.1)$$

Середньосекундна витрата стічних вод

$$q_{сер} = \frac{Q_{сер}^{доб} \cdot 1000}{24 \cdot 3600}, \text{ л / с.} \quad (1.2)$$

Максимальні розрахункові витрати стічних вод визначають з урахуванням коефіцієнту нерівномірності притоку стічних вод за табл. 1.1.

Таблиця 1.1.

Коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод

Коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод	Середня витрата стічних вод, л / с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 та більше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$k_{gen\ max}$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44

Максимальна секундна витрата стічних вод

$$q_{\max}^{сек} = k_{gen\ max} \cdot q_{сер}, \text{ л / с.} \quad (1.3)$$

Максимальна годинна витрата стічних вод

$$q_{\max}^{год} = 3,6 \cdot q_{\max}^{сек}, \text{ м}^3 / \text{ГОД.} \quad (1.4)$$

Максимальна добова витрата стічних вод

$$Q_{\max}^{доб} = 24 \cdot q_{\max}^{год}, \text{ м}^3 / \text{ДОБ.} \quad (1.5)$$

Задача №2. Розрахунок горизонтального відстійника

Механічні методи очистки дозволяють осаджувати не більше 60 % зважених речовин. Комплекс споруд механічної очистки господарчо-побутових стічних вод включає ґрати, пісковловлювачі, відстійники. Основними спорудами механічної очистки стічних вод для видалення зважених речовин є відстійники. Процес відстоювання це осадження зважених речовин під впливом гравітаційних сил у воді. В залежності від щільності зважених часточок вони можуть осідати на дно відстійника у вигляді сирого осаду та спливати на поверхню розподілу фаз (жири, масла, нафтопродукти, смоли).

В залежності від напрямлення руху рідини в спорудах та продуктивності застосовуються вертикальні, горизонтальні та вертикальні відстійники. За призначенням відстійники поділяють на первинні та вторинні. Первинні відстійники розраховують за кінетикою випадіння зважених речовин з урахуванням необхідного ефекту освітлення та умов роботи споруд біологічної очистки води, вторинні – за навантаженням на дзеркало відстійника.

Розраховуємо первинні горизонтальні відстійники для механічної очистки господарчо-побутових стічних вод: геометричні розміри

відстійника, кількість відстійників, кількість осаду, що затримується у відстійнику.

Розрахункове значення гідравлічної крупності визначають за кривими кінетики відстоювання, що отримують експериментально у шарі рідини 500 мм. Для приведення отриманого у лабораторних умовах значення до величини шару, що дорівнює глибині проточної частини відстійника, використовують формулу

$$U_0 = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot k_{set}}{t_{set} \cdot \left(\frac{k_{set} \cdot H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}}, \text{ мм / с} \quad (1.6)$$

де

H_{set} - глибина проточної частини у відстійнику, м;

k_{set} - коефіцієнт використання проточної частини відстійника;

t_{set} - тривалість відстоювання, що відповідає заданому ефекту очищення, та отримана в лабораторному шарі h_1 ; для міських стічних вод приймають за табл. 1.2.;

n_2 - показник ступеня, що залежить від агломерації суспензії в процесі осадження; визначають за графіком, рис. 1.1.

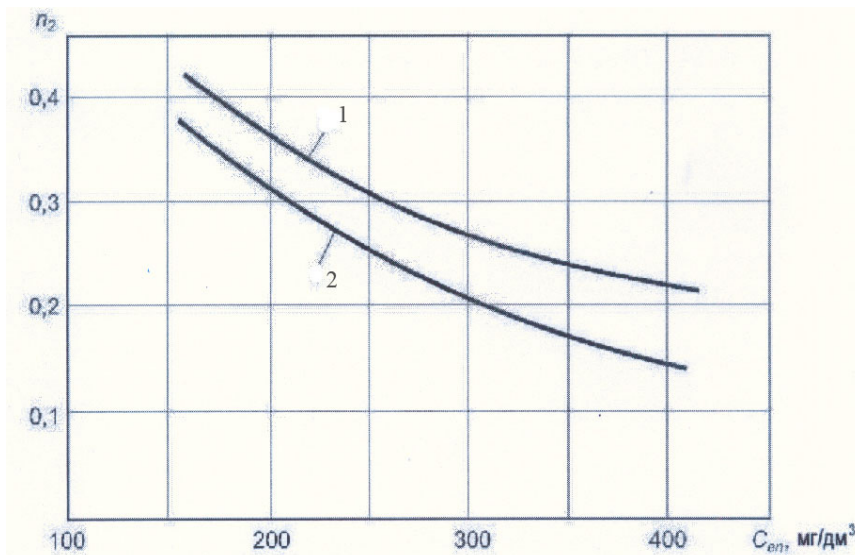


Рисунок 1.1. Залежність показника ступеню n_2 від концентрації завислих речовин C_{en} у міських стічних водах та ефекту освітлення 50 % та 60 %.

При наявності в стічних водах часток, що тяжчі або легші води, за розрахункову приймають менше значення гідравлічної крупності.

Таблиця 1.2.

Тривалість відстоювання стічних вод

Ефект освітлення, %	Значення t_{set} , с, у шарі $h_1=500$ мм при концентрації зважених речовин, мг / л			
	100	200	300	400
1	2	3	4	5
50	1900	900	640	450
60	3800	1200	870	680

Розрахункові параметри первинних горизонтальних відстійників наведені у табл.1.3.

Таблиця 1.3.

Розрахункові параметри первинних горизонтальних відстійників

Тип відстійника	k_{set}	H_{set} , м	Ширина B_{set} , м	Швидкість робочого потоку, мм/с	Ухил днища до мулового напрямку
1	2	3	4	5	6
Горизонтальний	0,5	1,5-4	$(2-5)H_{set}$	5-10	0,005-0,05

Продуктивність одного відстійника визначають за заданими геометричними розмірами та необхідним ефектом освітлення. Необхідний ефект освітлення приймають виходячи з необхідного ступеня очистки та умов роботи споруд біологічної очистки.

Ширина відділень відстійника

$$B_{set} = \frac{q_{max}}{n \cdot H_{set} \cdot V}, \text{ м}, \quad (1.7)$$

де

n - кількість відділень;

q_{max} - максимальна годинна продуктивність, м³ / год.;

V - середня швидкість потоку у межах робочої довжини відстійників, мм / с.

Загальна довжина відстійника

$$L_{set} = \frac{V \cdot H_{set}}{k_{set} \cdot (U_0 - V_{tb})}, \text{ м}. \quad (1.8)$$

Продуктивність одного відстійника

$$q_{set} = 3,6 \cdot k_{set} \cdot B_{set} \cdot L_{set} \cdot (U_0 - V_{tb}), \text{ м}^3 / \text{ГОД.} \quad (1.9)$$

Кількість осаду, що виділяється при відстоюванні, визначають за формулою

$$Q_{mud} = \frac{q_w \cdot (c_{en} - c_{ex})}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4}, \text{ м}^3 / \text{ГОД.} \quad (1.10)$$

де

q_w - розрахункова витрата стічних вод, $\text{м}^3 / \text{ГОД.}$;

P_{mud} - вологість осаду, %;

P_{mud} - 93,5 – 94 % - видалення осаду за допомогою плунжерних насосів;

$P_{mud} = 95$ % - видалення осаду під гідростатичним тиском;

γ_{mud} - щільність осаду, г/см^3 ; $\gamma_{mud} = 1,06 \text{ г/см}^3$

c_{en} - концентрація зважених речовин у воді, що поступає, мг / л ;

c_{ex} - концентрація зважених речовин у проясненій воді, мг / л .

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2. ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СУМІШІ ГОСПОДАРЧО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД ТА КРАТНОСТІ РОЗЧИНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД З ВОДОЮ ВОДОЙМИ

На практичному занятті вирішується дві задачі: 1) визначення концентрації суміші господарчо-побутових стічних вод; 2) визначення кратності розчинення стічних вод з водою водойми.

Задача №1. Визначення концентрації суміші господарчо-побутових стічних вод

Розрахункова витрата стічних вод

$$Q = N \cdot q_n, \text{ м}^3 / \text{доб.}, \quad (2.1)$$

де

N - кількість водоспоживачів, чол.;

q_n - норма водовідведення на одну людину за добу, л / чол. доб.

Ступінь забруднення побутових стічних вод визначають кількістю забруднюючих речовин, що вноситься однією людиною в стічні води при

використанні санітарно-технічних приладів та обладнання. Концентрацію забруднень стічних вод визначають з урахуванням норми водовідведення

$$c = \frac{a \cdot 1000}{q_n}, \text{ мг / л,} \quad (2.2)$$

де

a - кількість забруднень за добу на одну людину, г / доб.; визначають за табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Кількість забруднень за добу на одну людину

№ з/п	Показник	Кількість забруднюючих речовин на одну людину, г / доб.
1	2	3
1	Зважені речовини	65
2	БПК _{повн} неосвітленої рідини	75
3	Азот амонійних солей N	8
4	Фосфати P ₂ O ₅	3,3
5	Хлориди	9
6	Поверхнево активні речовини	2,5

Концентрації забруднень стічних вод за іншими показниками наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2.

Концентрації забруднень стічних вод

№ з/п	Речовина	Можлива концентрація, мг/л
1	2	3
1	Алюміній	0,5
2	Залізо	1-2
3	Жири	30-50
4	Мідь	0,01-0,03
5	Сульфати	80-100
6	Цинк	0,2-0,3
7	Температура, зима	на 8-10°C вище, ніж у річці
8	Температура, літо	на 2-3°C нижче, ніж у річці
9	Загальний солевміст	на 30% вище, ніж у річці
10	Водневий показник (pH)	6,5 - 8

Побутові стічні води поступають на очисні споруди сумісно з виробничими, тому по кількості побутових та виробничих стічних вод та концентрації забруднень в них можна визначити концентрацію забруднень суміші за різними забруднюючими речовинами

$$c_{en}^i = \frac{\sum c^{z-n} Q^{z-n} + \sum c^{mn} Q^{mn}}{\sum Q^{z-n} + \sum Q^{mn}}, \text{ мг / л} \quad (2.3)$$

де

c^{z-n}, c^{mn} - відповідно концентрації господарчо-побутових та виробничих стічних вод за забруднюючою речовиною, мг / л;

Q^{z-n}, Q^{mn} - відповідно середньодобова витрата господарчо-побутових та виробничих стічних вод, м³ / доб.

Розрахункові витрати стічних вод від промислових підприємств, що поступають на очисні споруди

$$Q^{mn} = Q_{\text{виробн}}^{mn} + Q_{z-n}^{mn}, \text{ м}^3 / \text{доб.}, \quad (2.4)$$

де

$Q_{\text{виробн}}^{mn}$ - виробничі стічні води, м³ / доб.;

Q_{z-n}^{mn} - господарчо-побутові стічні води від промислового підприємства, м³ / доб.

Задача №2. Визначення кратності розчинення стічних вод з водою водойми

У проточній водоймі стічні води, що вносяться, разом з розрахунковою водою рухаються за течією ріки. При цьому відбувається процес самоочищення та розрізняють наступні зони: випуску стічних вод, практично повного перемішування з водою водойми, найбільшого забруднення, відновлення, де закінчується процес самоочистки.

Ступінь змішування стічних вод з водою водойми залежить від витрати води у водоймі, швидкості течії, глибини, звивистості русла, гідравлічної характеристики ложа, витрати стічних вод, умов випуску (конструкції оголовку) та інших факторів.

Склад та властивості води водних об'єктів, що використовуються у господарчо-питних та культурно-побутових цілях, повинні відповідати нормативам якості води у створі, що розташований на відстані одного кілометра вище найближчого за течією пункту водокористування, а на непротічних водоймах та водосховищах – на відстані одного кілометра в обидві сторони від указанного пункту.

Для урахування витрати ріки, що бере участь у змішуванні при спуску стічних вод, розраховують коефіцієнт змішування γ , який показує частину витрати ріки, що змішується зі стічною у розрахунковому створі.

При спуску стічних вод у проточні водойми значення γ визначають за методом В.А. Фролова та І.Д. Родзилера

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{l_\phi}}}{1 + \frac{Q_p}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{l_\phi}}}, \quad (2.5)$$

де

l_ϕ - відстань від створу випуску стічних вод до розрахункового створу за течією ріки (фарватером), м;

Q_p - найменша середньомісячна витрата води (за 95 % забезпеченістю) у створі ріки біля місця випуску стічних вод, м³ / с;

q - середньосекундна витрата стічних вод, м³ / с;

α - коефіцієнт, що враховує гідравлічні фактори ріки;

$$\alpha = \varphi \xi \sqrt[3]{\frac{E}{q}}, \quad (2.6)$$

де

φ - коефіцієнт звивистості ріки, дорівнює співвідношенню відстані від місця випуску стічних вод до контрольного створу (розташовується на 1 км вище розрахункового) за фарватером l_ϕ до відстані між цими ж пунктами по прямій l_{np} ; $\varphi = 1,1 - 1,2$;

ξ - коефіцієнт, що залежить від конструкції випуску стічних вод у водойму;

$\xi = 1,0$ – береговий випуск;

$\xi = 1,5$ – випуск у фарватер;

$\xi = 3,0$ – дифузійний випуск;

E - коефіцієнт турбулентної дифузії;

для рівнинних рік
$$E = \frac{V \cdot h}{200} \quad (2.7)$$

V - середня швидкість течії ріки на ділянці, що розглядається, м / с;

h - середня глибина ріки на ділянці, що розглядається, м.

Кратність розчинення стічних вод водою водойми

$$n = \frac{\gamma \cdot Q_p + q}{q}. \quad (2.8)$$

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3 .ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО СТУПЕНЮ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Ступінь очистки стічних вод, що скидаються у водойму, визначають за кількістю зважених речовин, величині БПК, споживанню стічними водами розчиненого кисню.

Правилами охорони поверхневих водойм від забруднення стічними водами нормуються граничнодопустимі концентрації забруднень та зниження вмісту розчиненого кисню у воді.

Для культурно-побутового водокористування граничнодопустимі концентрації складають

- за БПК_{повн} - $L_{ндк} = 3$ мг / л;
- збільшення зважених речовин $c_{ндк} = 0,75$ мг / л;
- розчинений кисень $c_o^{ндк} = 6$ мг / л – літо, $c_o^{ндк} = 4$ мг / л - зима.

Розрахунок необхідного ступеню очистки за вмістом зважених речовин

Допустимий вміст зважених речовин у стічних водах, що скидають у водойму, у відповідності до санітарних вимог

$$c_{ex} = \left(\gamma \frac{Q_p}{q} + 1 \right) c_{ндк} + c_p, \text{ мг / л} \quad (3.1)$$

де

$c_{ндк}$ - граничнодопустиме за санітарними правилами збільшення вмісту зважених речовин у водоймі після випуску у нього стічних вод, мг / л;

c_p - вміст зважених речовин у воді водойми до спуску стічних вод, мг / л;

γ - коефіцієнт змішування;

Q_p, q - витрати води у водоймі та стічних вод відповідно, м³ / с.

Необхідний ефект очистки

$$\mathcal{E}_c = 100 \frac{c_{en} - c_{ex}}{c_{en}}, \% \quad (3.2)$$

Розрахунок необхідного ступеню очистки за БПК_{повн}

Концентрація органічних речовин за БПК_{повн} у стічних водах, допустимих до спуску, дорівнює

$$L_{ex} = \frac{\gamma Q_p}{q 10^{-k_1 t}} (L_{ндк} - L_p 10^{-k_2 t}) + \frac{L_{ндк}}{10^{-k_1 t}}, \text{ мг / л} \quad (3.3)$$

де

L_{ex}, L_p - БПК_{повн} стічної рідини, яка повинна бути досягнута у процесі очистки, та річної води до місця випуску стічних вод, мг / л;

$L_{ндк}$ - граничнодопустима БПК_{повн} суміші річної та стічної води у річному створі, мг / л;

k_1, k_2 - константи швидкості споживання кисню стічною водою та річною відповідно; залежать від температури середовища, непостійного складу органічних речовин та інш. При розрахунках приймають $k_1=0,1$, $k_2=0,2$;

t - тривалість переміщення води від місця випуску стічних вод до розрахункового пункту, що дорівнює відношенню відстані l_ϕ по фарватеру від місця випуску стічних вод до розрахункового пункту до середньої швидкості течії V_ϕ на розрахунковій ділянці, доб.

Необхідний ефект очистки

$$\mathcal{E}_L = 100 \frac{L_{en} - L_{ex}}{L_{en}}, \% \quad (3.4)$$

Розрахунок необхідного ступеню очистки за розчиненим у воді киснем

Допустиму максимальну величину БПК_{повн} стічних вод, що скидають у водойму, з урахуванням вимог санітарних правил про збереження у водоймі мінімального вмісту розчиненого кисню $c_o^{ндк}$ знаходять за рівнянням

$$L = 2,5 \frac{\gamma \cdot Q_p}{q} (c_o^p - 0,4 \cdot L_p - c_o^{ндк}) - \frac{c_o^{ндк}}{0,4}, \text{ мг / л} \quad (3.5)$$

де

c_o^p - вміст розчиненого кисню у річній воді до місця випуску стічних вод, мг / л;

0,4 – коефіцієнт для перерахунку БПК_{повн} у дводобове;

$c_o^{ндк}$ - мінімальна концентрація розчиненого кисню, яка повинна залишитися у водоймі після випуску в нього стічних вод.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4. ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОГО СКИДУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН. ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАТИ ЗА СКИД ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

На практичному занятті вирішується дві задачі: 1) визначення гранично допустимого скиду забруднюючих речовин; 2) визначення плати за скид забруднюючих речовин.

Задача №1. Визначення гранично допустимого скиду забруднюючих речовин

Допустимі концентрації суміші стічних вод, що поступають на очисні споруди наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Допустимі концентрації суміші стічних вод

№ з/п	Забруднююча речовина	$c_{дон}$, МГ / Л
1	2	3
1	Алюміній	5
2	Залізо	5
3	Жири	50
4	Мідь	3
5	Миш'як	0,5
6	Свинець	0,1
7	Поверхнево активні речовини	0,1
8	Солевміст	20
9	Хром	10000
10	Цинк	0,1

Концентрація забруднень в суміші стічних вод після очисних споруд при скиді у водойму

$$c_{скид}^i = \frac{c_{сум}^i \cdot (100 - E)}{100}, \text{ МГ / Л} \quad (4.1)$$

де

E - ефект очистки за забруднюючою речовиною на очисних спорудах, %; визначають за табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

Ефект очистки за забруднюючою речовиною на очисних спорудах

№ з/п	Забруднююча речовина	$E, \%$
1	2	3
1	Алюміній	20
2	Залізо	80
3	Жири	70
4	Мідь	80
5	Миш'як	50
6	Свинець	50
7	Поверхнево активні речовини	80
8	Цинк	70
9	Сульфати	0
10	Хлориди	0

Гранично допустимий скид за зваженими речовинами визначається за формулою

$$c_{ГДК}^{зв.речов.} = c_p^{зв.речов.} + 0,25, \text{ мг / л,} \quad (4.2)$$

де

$c_p^{зв.речов.}$ - концентрація зважених речовин у водоймі, мг / л.

Розрахунок гранично допустимого скиду забруднюючих речовин здійснюють у вигляді табличного розрахунку, табл. 4.3.

Гранично допустимий скид

$$c_{ГДС} = n \cdot (c_{ГДК}^i - c_p^i) + c_p^i, \text{ мг / л,} \quad (4.3)$$

де

n - кратність розчинення стоків.

Концентрація забруднюючих речовин у розрахунковому створі

$$c_{рс} = \frac{1}{n} \cdot (c_{скид}^i - c_p^i) + c_p^i, \text{ мг / л.} \quad (4.4)$$

Таблиця 4.3.

Розрахунок гранично допустимого скиду забруднюючих речовин

№ з/п	Показник	$c_{сум}$, мг/л	E , %	$c_{ГДК}$, мг/л	$c_{скид}$, мг/л	$c_{ГДС}$, мг/л	$c_{рс}$, мг/л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Зважені речовини						
2	БПК			3			
3	Азот амонійні солі			2			
4	Цинк			1			
5	Залізо			0,3			
6	Мідь			1			
7	Поверхнево активні речовини			0,5			
8	Жири			3			
9	Сульфати			500			
10	Хлориди			350			
11	Алюміній			0,1			

Примітки:

 $c_{ГДК}$ - гранично допустима концентрація, мг/л; $c_{ГДС}$ - гранично допустимий скид, мг /л; $c_{рс}$ - концентрація забруднюючих речовин у розрахунковому створі, мг / л.

Визначаємо лімітуючі показники шкідливості.

Лімітуючий показник шкідливості (ЛПВ) - показник, що характеризується найменшою нешкідливою концентрацією у воді; тобто, це показник, який визначає собою найбільш ранній і ймовірний характер несприятливого впливу в разі появи у воді хімічної речовини в концентрації, що перевищує ГДК.

Для води господарсько-питного призначення виділяються три типи ЛПВ - санітарно-токсикологічний (азот амонійні солі, миш'як, свинець), загальносанітарний (цинк) та органолептичний (залізо, мідь, поверхнево-активні речовини, жири, сульфати, хлориди). Санітарно-токсикологічний передбачає концентрацію, при перевищенні якої речовина стає токсичною для людини. Загальносанітарний свідчить про порушення санітарного стану водного об'єкта. Органолептичний позначає концентрацію, при перевищенні якої вода міняє смакові якості, колір, запах, а також характеризується утворенням піни або плівки. Гранично допустима

концентрація визначається на підставі визначення ЛПВ за найменшим з трьох.

За кожним лімітуючим показником шкідливості перевіряється умова

$$\sum \frac{c_{pc}^i}{c_{ГДК}^i} \leq 1. \quad (4.5)$$

Задача №2. Визначення плати за скид забруднюючих речовин

Плата за скид забруднюючих речовин складається з двох складових:

- плата за скид допустимого ліміту;
- плата за понадлімітний скид.

$$П = \sum (H_{in} \cdot M_{in} + k_n \cdot H_{in} \cdot M_{in}) \cdot k_m, \text{ грн.}, \quad (4.6)$$

де

H_{in} - базовий норматив плати за скид 1 т забруднюючої речовини в межах допустимого ліміту, грн. / т; визначають за табл. 4.4.;

M_{in} - маса річного скиду у межах ліміту, т;

M_{in} - маса річного скиду понад ліміту, т;

k_n - коефіцієнт кратності плати за скид понад ліміту;

k_m - басейновий коефіцієнт, визначають за табл. 4.5.

Таблиця 4.4.

Базовий норматив плати

№ з/п	Назва забруднюючої речовини	H_{in} , грн. / т
1	2	3
1	Жири, масла	183
2	Залізо загальне	35
3	Зважені речовини	1
4	Масло солярне	1995
5	Миш'як	1995
6	Нафта та нафтопродукти	206
7	Нікель і сполуки нікелю	344
8	Свинець-іон двохвалентний	1995
9	Синтетичні поверхнево-активні речовини	69
10	Сульфат-іон	0,7
11	Феноли	2752
12	Фосфати	28

Таблиця 4.5.

Значення регіональних (басейнових коефіцієнтів)

№ з/п	Басейн рік	Басейновий коефіцієнт, k_m
1	2	3
1	Дунай	1,8
2	Тиса	1,9
3	Прут	2,1
4	Дністер	2,1
5	Дніпро (кордон України – м. Київ)	1,8
6	Дніпро (м. Київ – Каховське в/с)	2,2
7	Дніпро (Каховське в/с – Чорне море)	2,5
8	Прип'ять	1,4
9	Західний Буг та ріки басейну Вісли	1,4
10	Десна	1,5
11	Південний Буг та Інгул	2,3
12	Ріки Кримського півострова	2,8
13	Північний Донець	2,8
14	Міус	2,8
15	Кальміус	4,0

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5. ВИБІР МЕТОДІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Вибір та обґрунтування технологічної схеми очистки стічних вод залежить від кількості та фізико-хімічного стану забруднень, а також вимог, що пред'являються до ступеню очистки. Визначним фактором при виборі методу очистки є фазовий склад речовини.

Грубодисперсні речовини втрачають кінетичну стійкість, змінюють характер механічних домішок у воді та видаляються при механічній очистці. Для видалення зі стічних вод колоїдних та розчинених речовин використовують більш складні біологічні та фізико-хімічні методи очистки. Для органічних сполук, які піддаються мікробіальній деструкції, застосовують біологічні методи очистки у аеробних та анаеробних умовах.

Хімічні та фізико-хімічні методи очистки застосовують в основному для очистки промислових стічних вод та їх суміші з побутовими.

При виборі типів очисних споруд необхідно враховувати:

- наявність достатньої площі земельних ресурсів;
- кліматичні умови району розташування;
- характер ґрунтів;
- положення рівня ґрунтових вод;

- рельєф території площадки;
- розташування площадки по відношенню об'єкту каналізування;
- наявність місцевих матеріалів (особливо для завантаження біофільтрів);
- наявність електроенергії, можливість її отримання та вартість;
- можливість забезпечення кваліфікованими робітниками з очистки стічних вод;
- вартість будівельних матеріалів з урахуванням їх доставки до міста будівництва споруд;
- продуктивність очисної станції.

Для попереднього вибору методу очистки на підставі визначеного необхідного ступеня очистки можна скористатися табл. 5.1.

Таблиця 5.1.

Вибір методів очистки стічних вод

Необхідний ступінь очистки за зваженими речовинами, мг / л	Видалення зважених речовин, %	Необхідний ступінь очистки за БСК _{повн} , мг / л	Зниження БСК _{повн} , %	Рекомендовані методи очистки
1	2	3	4	5
до 80	50 – 60	-	20 – 30	Механічна
до 25 - 80	95 – 90	до 25 - 80	85 – 95	Механічна, неповна біологічна (біофільтр)
до 15 - 25	95 – 99	до 15 - 25	95 – 99	Механічна, повна біологічна (аеротенк, поля зрошення, поля фільтрації)
менше 15	95 - 99	менше 15	99	Механічна, повна біологічна, доочистка (біологічні пруди, кварцові фільтри), фізико-хімічна очистка

В залежності від продуктивності очисної станції та прийнятого способу очистки стічних вод (за умовами їх скиду у водойми або на спеціально відведені для цього земельні ділянки) попередньо можна здійснювати вибір очисних споруд за табл. 5.2.

Таблиця 5.2.

Дані для вибору типу споруд з очистки стічних вод

Найменування споруд	Продуктивність станції, тис. м ³ / доб.						
	до 0,05	до 0,3	до 5	до 10	до 30	до 50	більше 50
1	2	3	4	5	6	7	8
Механічна очистка							
Приймальна камера	-	+	+	+	+	+	+
Грати	+	+	+	+	+	+	+
Пісковловлювачі							
вертикальні	-	-	+	+	+	-	-
горизонтальні	-	-	+	+	+	+	+
з круговим рухом води	-	-	-	-	-	+	+
Відстійники							
двохярусні	+	+	+	+	-	-	-
вертикальні	-	-	-	×	×	×	+
горизонтальні	-	-	-	-	+	+	+
радіальні	-	-	-	+	+	+	+
Біологічна очистка							
Поля підземної фільтрації	+	-	-	-	-	-	-
Поля зрошення	+	+	+	+	+	+	-
Поля фільтрації	+	+	+	+	+	+	-
Баштові біофільтри	-	-	+	+	+	+	-
Біофільтри	+	+	+	×	-	-	-
Біологічні пруди	+	-	+	-	-	-	-
Аерофільтри	-	-	-	×	+	+	+
Аеротенки	-	-	-	×	+	+	+
Обробка осаду							
Метантенки	-	-	-	+	+	+	+
Мулові майданчики	+	+	+	+	+	+	+
Механічне зневоднення	-	-	-	-	-	+	+
Мулоущільнювачі	-	-	-	+	+	+	+
Камери дегельмінтизації	-	-	-	-	-	-	+
Знезараження							
Контактні резервуари	-	-	+	+	+	+	+
Хлораторні установки	+	+	+	+	+	+	+
Доочистка							
Станція доочистки (мікрофільтри, піщані фільтри, резервуари чистої та брудної промивної води, піщане господарство)	-	-	+	+	+	+	+

Продовження табл. 5.2.

Найменування споруд	Продуктивність станції, тис. м ³ / доб.						
	до 0,05	до 0,3	до 5	до 10	до 30	до 50	більше 50
1	2	3	4	5	6	7	8
Доочистка							
Станція доочистки (мікрофільтри, піщані фільтри, резервуари чистої та брудної промивної води, піщане господарство)	-	-	+	+	+	+	+
Загальновузлові споруди							
Технологічні мережі	+	+	+	+	+	+	+
Допоміжні будівлі та споруди загального призначення (котельня, адміністративно-господарчий блок, склади, гараж, газгольдер, реагентне господарство та інш.)	+	+	+	+	+	+	+
Благоустрій площадки з урахуванням дренажу під основні споруди	+	+	+	+	+	+	+
Насосна повітродувна станція	-	-	-	-	+	+	+
Камера ерліфтів	-	-	-	-	-	+	+

Приклад технологічної схеми очистки господарчо-побутових стічних вод з розрахунковою витратою 18131,04 м³ / доб., концентрацією забруднень за зваженими речовинами 193,86 мг / л, концентрацією забруднень за БПК_{повн} – 208,34 мг / л представлено на рис. 5.1.

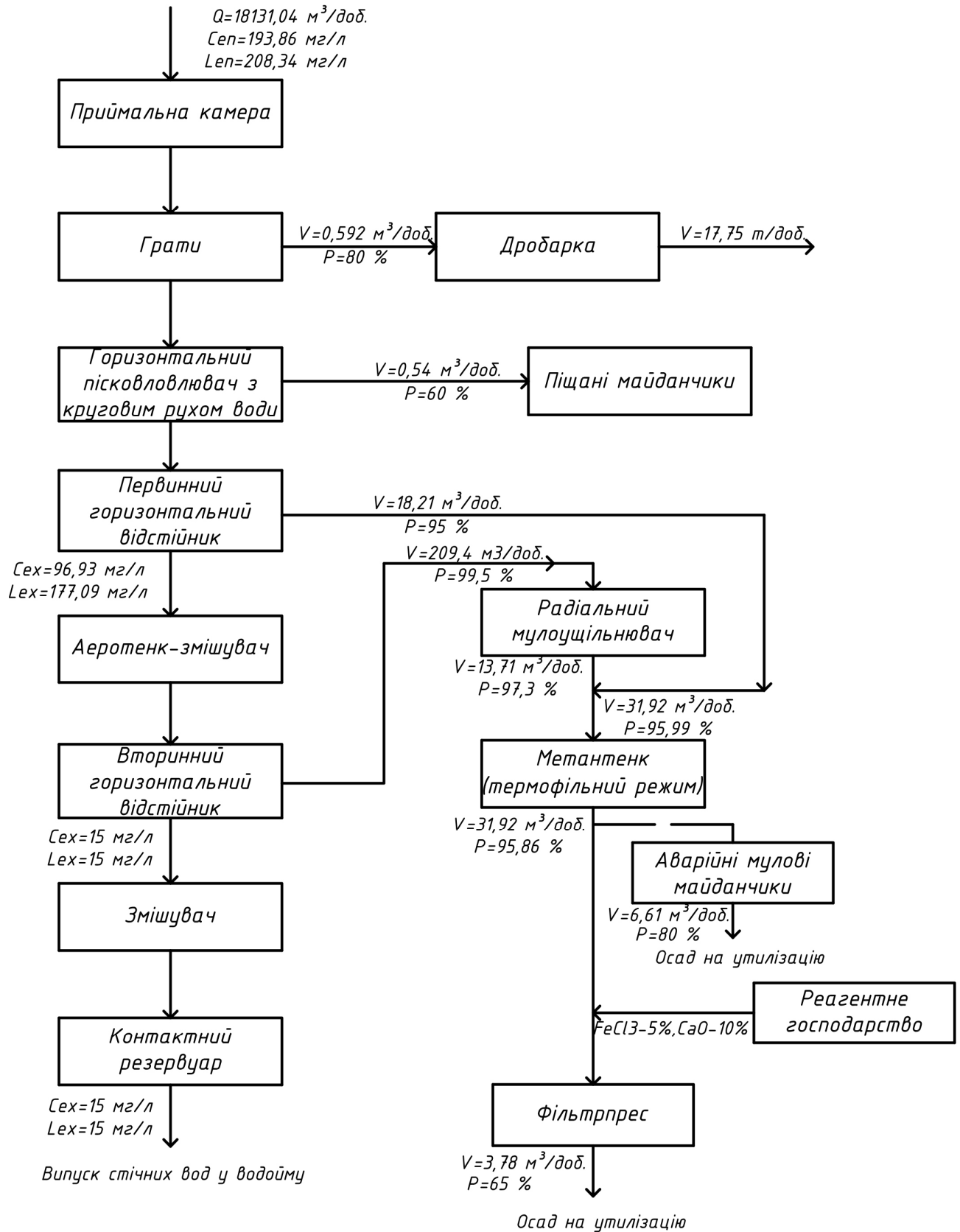


Рисунок 5.1. Технологічна схема очистки стічних вод

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №6 . ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ БУДІВЛІ. ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО НАПОРУ НА ВВОДІ В БУДІВЛЮ

На практичному занятті вирішується дві задачі: 1) визначення витрат води для різних типів будівлі; 2) визначення необхідного напору на вводі в будівлю.

Задача №1. Визначення витрат води для різних типів будівлі

Розрахункові витрати води для будівель різного призначення визначають за імовірністю дії санітарно-технічних приладів.

Імовірність дії санітарно-технічних приладів

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot 3600 \cdot N}, \quad (6.1)$$

де

$q_{hr,u}$ - норма витрати води в годину найбільшого водопостачання, л / год.; приймають за додатком А;

q_0 - секундна витрата води, що відноситься до одного прибору, л / с; приймають за додатком А;

U - загальна кількість водоспоживачів, чол.;

N - кількість приборів на розрахунковій ділянці, шт.

Імовірності дії санітарно-технічних приладів визначають відповідно до необхідної розрахункової витрати

$$P_i^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{q_0^c \cdot 3600 \cdot N_i}, \quad (6.2)$$

$$P_i^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_0^h \cdot 3600 \cdot N_i}, \quad (6.3)$$

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot 3600 \cdot N}, \quad (6.4)$$

де

c - верхній індекс розрахункової витрати, що означає витрати холодної води;

h - верхній індекс розрахункової витрати, що означає витрати гарячої води;

tot - верхній індекс розрахункової витрати, що означає витрати стічної води (загальної витрати).

Визначають добуток

$$P \cdot N. \quad (6.5)$$

В залежності від загальної кількості приборів, які обслуговують розрахункову ділянку мережі, та імовірності їх дії визначають коефіцієнт α за додатком Б

$$\alpha = f(P \cdot N). \quad (6.6)$$

Розрахункова секундна витрата води

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha, \text{ л/с}. \quad (6.7)$$

Розрахункова годинна витрата води

$$Q_{hr,u} = q_{hr,u} \cdot U, \text{ л / год.} \quad (6.8)$$

Розрахункова добова витрата води

$$Q_u = q_u \cdot U, \text{ л / доб.} \quad (6.9)$$

Задача №2. Визначення необхідного напору на вводі в будівлю

Необхідний напір на вводі в будівлю

$$H_{необх} = H_{геом} + h_{ліч} + h_w + h_е + H_f, \text{ м} \quad (6.10)$$

де

$H_{геом}$ - геометричний напір, м;

$h_е$ - втрати напору у внутрішній водопровідній мережі, м;

h_w - втрати напору у зовнішній водопровідній мережі, м;

$h_{ліч}$ - втрати напору у лічильнику, м;

n - кількість поверхів;

$h_{нов}$ - висота поверху, м;

H_f - вільний напір на вилив, м; приймають в залежності від диктуючого прибору;

Z_1 - відмітка чистого полу першого поверху, м;

Z_{61} - відмітка поверхні землі у місті підключення до міського водопроводу, м;

$h_{\epsilon 1}$ - глибина заглиблення міського водопроводу, м;

$h_{\text{нидв}}$ - висота підвалу, м.

$$H_{\text{зем}} = Z_1 + h_{\text{нов}} \cdot (n-1) + h_{\text{нидв}} - (Z_{\epsilon 1} - h_{\epsilon 1}), \text{ м.} \quad (6.11)$$

Після порівняння визначеного необхідного напору на ввіді в будівлю та гарантійного напору визначають необхідність встановлення підвищувальної установки.

Якщо $H_{\text{зар}} > H_{\text{необх}}$ - система працює під дією гарантійного напору.

Якщо $H_{\text{необх}} - H_{\text{зар}} \leq 2,5 - 3$ м – необхідна ув'язка гідравлічних розрахунків.

Якщо $H_{\text{необх}} - H_{\text{зар}} > 3$ м – необхідна установка підвищення тиску.

Підвищувальна установка підбирається за необхідною витратою та напором

$$H_{\text{нс}} = (H_{\text{необх}} - H_{\text{зар}}) + 2,5, \text{ м} \quad (6.12)$$

$$Q_{\text{нс}} = q_{\text{вв}}^{\text{tot,с}} \cdot 3,6, \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (6.13)$$

Потужність двигуна насосу

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_{\text{нс}} \cdot H_p \cdot k}{1000 \cdot \eta \cdot 60}, \text{ кВт,} \quad (6.14)$$

де

ρ - щільність води, кг / м³;

g - вільного падіння, м / с²;

k - коефіцієнт запасу потужності;

при $N < 1$ кВт $k = 1,7$; при $N = 2 - 5$ кВт $k = 1,5 - 1,3$.

η - повний ККД насосу; $\eta = 0,5 - 0,6$ (для насосів малої подачі).

Підбір насосного обладнання виконують за каталогами насосного обладнання від виробників за умови установки двох агрегатів – одного робочого, одного резервного.

При наявності регулюючих ємкостей подачу насосів визначають за максимальною годинною витратою

$$Q = 0,005 \cdot q_{0,\text{hr}}^{\text{tot}} \cdot \alpha_{\text{hr}}, \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (6.15)$$

Підвищувальна установка може працювати не повну добу, якщо у будівлі установити водонапірні запасні баки. Об'єм баку визначають з урахуванням сумісної роботи його з підвищувальним насосом, пуск якого забезпечується від поплавкового датчика рівня.

Якщо продуктивність насосів перевищує максимальну годинну витрату, то об'єм баку дорівнює

$$W = \frac{Q_{нс}}{4 \cdot n}, \text{ м}^3 \quad (6.16)$$

де

n - припустима кількість включень насосної установки на протязі одної години; $n = 2 - 4$ – для установок з відкритим баком.

Більшу кількість включень у годину приймають для установок невеликої потужності (до 10 кВт).

Якщо подача насоса менше максимальної годинної витрати, об'єм баку

$$W = \varphi \cdot T \cdot q_{спож}^{tot}, \text{ м}^3 \quad (6.17)$$

де

$q_{спож}^{tot}$ - середня годинна витрата води, $\text{м}^3 / \text{год}$.

Якщо бак повинен подавати воду й у стояки протипожежного водопроводу, то отриманий об'єм баку необхідно збільшити на $1,5 \text{ м}^3$ для зберігання 10-хвилинного протипожежного запасу. Для установки приймають два баки.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №7. РОЗРАХУНКИ ВОДОПРОВІДНИХ ТА КАНАЛІЗАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

На практичному занятті вирішується чотири задачі: 1) визначення відмітки заглиблення труби дворової каналізації у колодязі приєднання випуску; 2) визначення розрахункової витрати труби самопливної каналізаційної мережі; 3) підбір лічильника води; 4) перевірочних розрахунків каналізаційних стояків.

Задача №1. Визначення відмітки заглиблення труби дворової каналізації у колодязі приєднання випуску

Відмітку заглиблення труби дворової каналізації у колодязі приєднання випуску визначають графічним шляхом.

Визначають відмітку полу першого поверху

$$Z_1 = Z_3 + 1, \text{ м,} \quad (7.1)$$

де

Z_3 - відмітка поверхні землі біля будівлі, м.

Глибина заглиблення труби випуску стічних вод з будівлі

$$h_{K1} = h_{\text{пром}} - 0,3 \geq 1, \text{ м} \quad (7.2)$$

де

$h_{\text{пром}}$ - глибина промерзання ґрунту, м.

Відмітка закладання труби випуску стічних вод

$$Z_{K1} = Z_3 - h_{K1}, \text{ м.} \quad (7.3)$$

На рис. 7.1. наведено креслення випуску стічних вод K1-1.

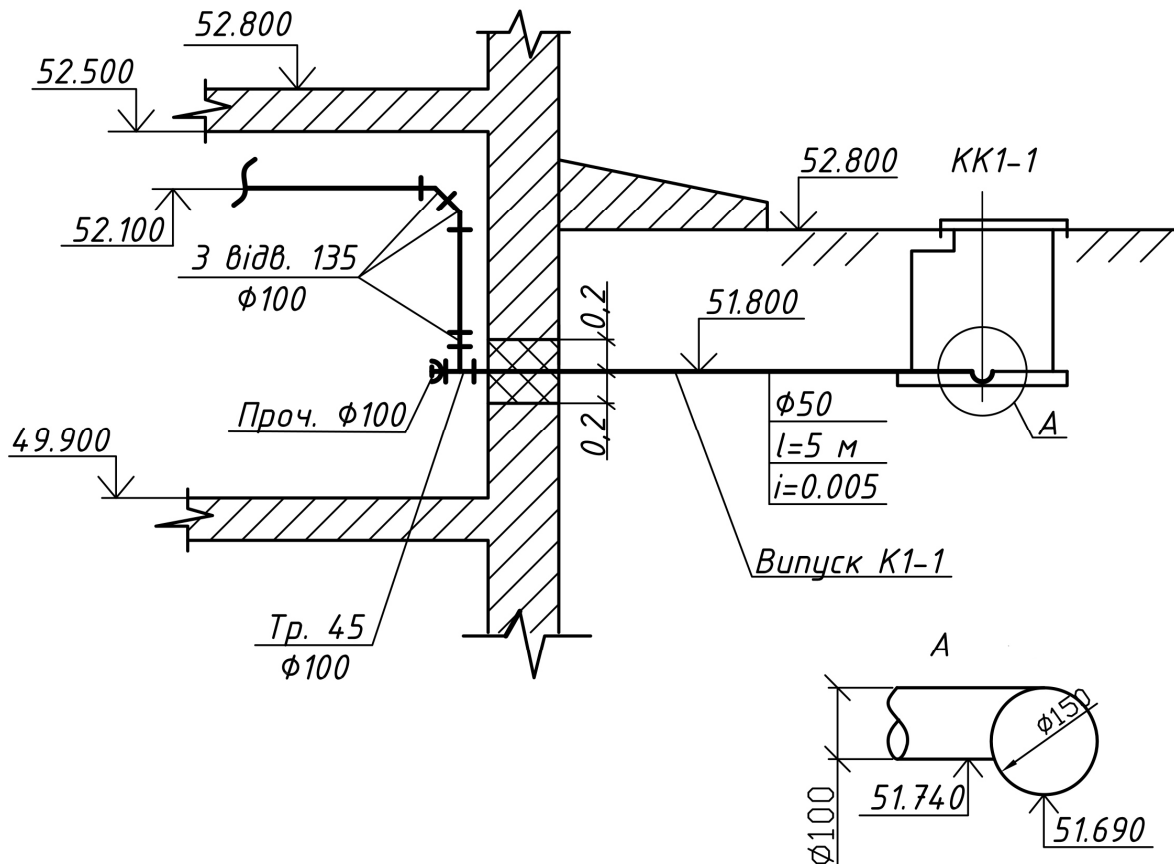


Рисунок 7.1. Вузол випуску K1-1

Для визначення відмітки заглиблення труби дворової каналізації розглядають вузол А, рис. 7.1.

Відмітка труби випуску біля колодязя КК1-1

$$Z = Z_{к1} - i \cdot l, \text{ м}, \quad (7.4)$$

де

i - ухил трубопроводу випуску;
 l - довжина трубопроводу випуску, м.

Відмітка заглиблення труби дворової каналізації

$$Z_{загл} = Z - \Delta d, \text{ м}, \quad (7.5)$$

де

Δd - різниця діаметрів трубопроводу дворової каналізації та трубопроводу випуску, м.

Задача №2. Визначення розрахункової витрати труби самопливної каналізаційної мережі

Розрахункова витрата стічних вод визначається за формулою

$$q = \omega \cdot V, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (7.6)$$

де

ω - площа живого перетину, м^2 ;
 V - швидкість руху стічних вод, $\text{м} / \text{с}$.

Площа живого перетину

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left(\frac{\beta}{180} - \frac{\sin^2 \beta}{2} \right), \text{ м}^2 \quad (7.7)$$

де

d - діаметр трубопроводу, м;
 β - центральний кут половини змоченого периметру, град.;

$$\beta = \arccos \left(1 - 2 \frac{h}{d} \right), \quad (7.8)$$

де

$\frac{h}{d}$ - наповнення трубопроводу; визначають за табл. 7.1.

Для нормальної роботи мережі з метою попередження замулювання трубопроводу мінімальні швидкості руху води та максимальні наповнення приймають за табл. 7.1.

Таблиця 7.1.

Розрахункові швидкості та наповнення труб та каналів

Діаметр, мм	Швидкість V_{\min} , м/с, при наповненні $\frac{h}{d}$			
	0,6	0,7	0,75	0,8
1	2	3	4	5
150-250	0,7	-	-	-
300-400	-	0,8	-	-
450-500	-	-	0,9	-
600-800	-	-	1	-
900	-	-	1,15	-
1000-1200	-	-	-	1,15
1500	-	-	-	1,3
Більше 1500	-	-	-	1,5

Швидкість руху стічних вод

$$V = c \cdot \sqrt{R \cdot i}, \text{ м / с} \quad (7.9)$$

де

$$R - \text{гідрравлічний радіус, м; } R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ м} \quad (7.10)$$

де

$$\chi - \text{змочений периметр, м; } \chi = \frac{\pi \cdot \beta \cdot d}{180}, \text{ м;} \quad (7.11)$$

$$c - \text{коефіцієнт Шезі; } c = \frac{1}{n} \cdot R^y, \quad (7.12)$$

n - коефіцієнт шорсткості; приймають для самопливних трубопроводів $n=0,014$;

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n} - 0,1). \quad (7.13)$$

Задача №3. Підбір лічильника води

Підбір лічильника води здійснюють при визначенні середньої годинної витрати за період споживання та розрахункового гідравлічного опору.

Середня годинна витрата води за період споживання

- для водоспоживачів з місцевими водопідігрівачами

$$q_{\text{спож}}^{\text{tot}} = \frac{q_{u,m}^{\text{tot}} \cdot U}{1000 \cdot T}, \text{ м}^3 / \text{доб.} \quad (7.14)$$

- для водоспоживачів з централізованим гарячим водоспоживанням

$$q_{\text{спож}}^c = \frac{q_{u,m}^c \cdot U}{1000 \cdot T}, \text{ м}^3 / \text{доб.} \quad (7.15)$$

де

T - період споживання, год.

Розрахунковий гідравлічний опір

$$S_p^{\text{tot},c} = \frac{h_{\text{нрпн}}}{(3,6 \cdot q_{\text{вв}}^{\text{tot},c})^2}, \text{ год.}^2 / \text{м}^5 \quad (7.16)$$

де

$h_{\text{нрпн}}$ - припустимі втрати напору, м;

$h_{\text{нрпн}} = 2,5$ м – у крильчатих лічильниках води;

$h_{\text{нрпн}} = 1,0$ м – у турбінних лічильниках води.

За даними табл. 7.2. підбирають лічильник, у якого експлуатаційна витрата більше розрахункової $q_{\text{спож}}^{\text{tot}}$ ($q_{\text{спож}}^c$), а фактичний гідравлічний опір менше визначеного (найближче менше число).

Таблиця 7.2.
Пристрої для вимірювання кількості та витрати води

Діаметр умовного проходу лічильника, мм	Параметри					
	Витрата води, м ³ / год.			Поріг чутливості, м ³ / год. не більше	Максимальний об'єм води за добу, м ³	Гідрравлічний опір лічильника S, м/(м ³ /год.) ²
	Міні-мальна	Експлуатаційна	Максимальна			
1	2	3	4	5	6	7
15	0,03	1,2	3	0,015	45	1,11
20	0,05	2	5	0,025	70	0,4
25	0,07	2,8	7	0,035	100	0,204
32	0,1	4	10	0,05	140	0,1
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,039
50	0,3	12	30	0,15	450	0,011
65	1,5	17	70	0,6	610	0,0063
80	2	36	110	0,7	1300	0,002
100	3	65	180	1,2	2350	5,9·10 ⁻⁵
150	4	140	350	1,6	5100	1,0·10 ⁻⁵
200	6	210	600	3	7600	2,77·10 ⁻⁶
250	15	380	1000	7	13700	1,38·10 ⁻⁶

Прийняв до встановлення лічильник, визначають максимальні втрати напору у ньому

$$h_{\text{ліч}} = (3,6 \cdot q_{\text{вв}}^{\text{tot},c})^2 \cdot S_f, \text{ м.} \quad (7.17)$$

При проектуванні об'єднаної системи водопостачання втрати напору у лічильнику не повинні перевищувати 10 м при пропуску максимальної секундної витрати та витрати на внутрішнє пожежогасіння.

Не обов'язково, щоб вибраний типорозмір лічильника пропускав також і сумарну витрату. Якщо $h_{\text{ліч}} > 10$ м, то вказана витрата пропускається пеовз лічильника через відкриту електрифіковану засувку на обвідній лінії, при цьому втрати напору на лічильнику приймаються рівними нулю, а обвідна лінія розраховується на сумарну втрату води.

Задача №4. Перевірочний розрахунок каналізаційних стояків

Діаметри каналізаційних стояків назначають конструктивно 50 або 100 мм в залежності від найбільшого діаметру поверхового відвідного

трубопроводу (або приладу, що приєднується до стояку), правильність вибору діаметру стояку визначається його перевірочним розрахунком.

Розрахункові витрати стічних вод для каналізаційного стояка визначають за вірогідністю дії санітарно-технічних приладів

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U_{cm}}{q_0^{tot} \cdot 3600 \cdot N_{cm}} \quad (7.18)$$

$$N_{cm} \cdot P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U_{cm}}{q_0^{tot} \cdot 3600}, \quad (7.19)$$

$$\alpha = f(N_{cm} \cdot P^{tot}), \quad (7.20)$$

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л / с.} \quad (7.21)$$

Якщо

$q_0^{tot} < 8$ л / с, то $q^s = q_0^{tot} + q_0^s$, в іншому випадку при $q_0^{tot} > 8$ - $q^s = q_0^{tot}$,

де

q_0^s - витрата стоків від приладу, л / с; приймають відповідно [1], у розрахунок береться максимальне значення q_0^s , що приходить на стояк.

Кут приєднання поверхового відводу та максимальну пропускну спроможність стояків приймають за табл. 7.3, при цьому максимальна пропускну спроможність повинна бути більше кількості стічних вод, що поступають на стояк.

Таблиця 7.3.

Максимальна пропускну спроможність каналізаційного стояку, що вентилюється, л / с

Діаметр поверхового відводу, мм	Кут приєднання поверхового відводу до стояку, град.	Діаметр стояку, мм		
		50	100	150
1	2	3	4	5
50	90	0,8	4,3	11,4
	60	1,2	6,4	17,0
	45	1,4	7,4	19,6
100	90	-	3,2	8,5
	60	-	4,9	12,8
	45	-	5,5	14,5
150	90	-	-	7,2
	60	-	-	11,0
	45	-	-	12,6

ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Звіт з практичних занять оформлюється на стандартних аркушах формату А4, має титульний аркуш затвердженого зразка, зміст, список використаних джерел. Оформлення кожної практичної роботи здійснюється з нової сторінки.

Захист вирішених практичних завдань здійснюється у вигляді індивідуальної співбесіди здобувача освіти з викладачем.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання роботи здобувача освіти з виконання практичних завдань відбувається відповідно до критеріїв оцінювання, що наведені в силабусі освітнього компонента. Ознайомлення з критеріями оцінювання відбувається при проведенні першого заняття з дисципліни, а також самостійного вивчення силабусу здобувачами освіти, представленого на сайті ПДАБА, <https://pgasa.dp.ua/sylabus/>.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакка М.Т., Дорощенко В.В. Очисні споруди і пристрої. Житомир: 2005. 180 с.
2. Василенко О.А., Литвиненко Л.Л., Квартенко О.М. Рациональне використання та охорона водних ресурсів. Режим доступу: <https://is.gd/n0Oqai> (<https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library>)
3. Гриб О.М., Белов В.В., Отченаш Н.Д. Оцінка, прогнозування та управління якістю водних ресурсів. Режим доступу: <https://is.gd/QYrwj1> (<https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library>)
4. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. К.: Мінрегіон України, 2013. 105 с.
5. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 280 с.
6. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К.: Міністерство регіонального розвитку,

- будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 210 с.
7. Добрянський І.М., Дмитрів Г.М. Водопостачання та водовідведення будівель і споруд: навч. посіб. Львів: Афіша, 2008. 118 с.
 8. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. К.: Вища шк., 2005. 671 с.
 9. Запольський А.К., Мішкова-Кліменко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздик П.І., Князькова Т.В. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. К.: Лібра, 2000. 552 с.
 10. Корінко І.В., Панасенко Ю.О. Інноваційні технології водопідготовки : монографія. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х. : ХНАМГ, 2012. 208 с.
 11. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона. за ред. В.К. Хільчевського. Режим доступу: <https://is.gd/AiuKPO> (<https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library>)
 12. Петухова О.А., Горносталь С.А., Уваров Ю.В. Спеціальне водопостачання: підручник (навчальне видання виправлене та доповнене). Х.: НУЦЗУ, 2015. 256 с.
 13. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації міст та селищ України. КДП – 204 - №12 Укр. 218 – 92.
 14. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0231-95>
 15. Сашко В. О., Терещенко Т. М. Водопостачання: навч. посіб. 2019 р. 114 с.
 16. Тугай А. М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. К.: Знання, 2009. 735 с.
 17. Хоружий П.Д. Ресурсозберігаючі технології в системах водопостачання. Режим доступу: <http://gntb.gov.ua/files/conf08/hor.pdf>

Норми витрати води споживачами

№ з/п	Водоспоживачі	Од. виміру	Норма витрати води, л						Витрата води прибором, л/с	
			в середню добу		в добу найбільшого водоспоживання		в годину найбільшого водоспоживання		загальна на q_0^{tot}	хол. або гаряча q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^{c,h}$)
			загальна $q_{u,m}^{tot}$	гаряча $q_{u,m}^h$	загальна q_u^{tot}	гаряча q_u^h	загальна $q_{hr,u}^{tot}$	гаряча $q_{hr,u}^h$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Будинки квартирного типу	Одна людина (споживач)	95	-	120	-	6,5	-	0,2 (50)	0,2(50)
	- з водопроводом та каналізацією без ванн;		120	-	150	-	7	-	0,2 (50)	0,2(50)
	- з газопостачанням;		150	-	180	-	8,1	-	0,3(300)	0,3(300)
	- з водопроводом, каналізацією та ваннами з водонагрівачами, що працюють на твердому паливі;		190	-	225	-	10,5	-	0,3(300)	0,3(300)
	- з водопроводом, каналізацією та ваннами з газовими нагрівачами;		210	-	250	-	13	-	0,3(300)	0,3(300)
	- з газовими нагрівачами, що швидко працюють та великою кількістю точок водорозбору;		195	85	230	100	12,5	7,9	0,2(100)	0,14(60)
	- з централізованим гарячим водопостачанням, що обладнані умивальн., мийками та душами;		230	90	275	110	14,3	9,2	0,3(300)	0,2(200)
- з ваннами довжиною від 1500 до 1700 мм, що обладнані душами;	250	105	300	120	15,6	10	0,3(300)	0,2(200)		
- висотою вище 12 поверхів з централізованим гарячим водопостачанням та підвищеною потребою до їх благоустрою.	360	115	400	130	20	10,9	0,3(300)	0,2(200)		

Продовження додатка А

№ з/п	Водоспоживачі	Од. виміру	Норма витрати води, л						Витрата води прибором, л/с	
			в середню добу		в добу найбільшого водоспоживання		в годину найбільшого водоспоживання		загальна q_0^{tot}	хол. або гаряча q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^{c,h}$)
			загальна $q_{u,m}^{tot}$	гаряча $q_{u,m}^h$	загальна q_u^{tot}	гаряча q_u^h	загальна $q_{hr,u}^{tot}$	гаряча $q_{hr,u}^h$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Гуртожитки: - з загальними душовими; - з душовими при всіх жилих кімнатах; - с загальними кухнями та душовими на поверхах кожній секції будівлі.	Одна людина (споживач)	85 110 140	50 60 80	100 120 160	60 70 90	10,4 12,5 12	6,3 8,2 7,5	0,2(100) 0,12-0,2 (100) 0,2(100)	0,14(60) 0,14(60) 0,14(60)
3	Готелі, пансіонати та мотелі з загальними ваннами та душовими.	-/-	120	70	120	70	12,5	8,2	0,3(300)	0,2(200)
4	Готелі та пансіонати з душами у всіх окремих номерах.	-/-	230	140	230	140	19	12	0,2(115)	0,14(80)
5	Готелі з ваннами в окремих номерах, % від загальної кількості номерів - до 25; - до 75; - до 100.	Одна людина (споживач)	200 250 300	100 150 180	200 250 300	100 150 180	22,4 28 30	10,4 15 16	0,3(250) 0,3(280) 0,3(300)	0,2,(180) 0,2(190) 0,2(200)
6	Лікарні: - з загал. ваннами та душовими - з саніт. вузлами, що наближені до палат.	Одна койка	115 200	75 90	115 200	75 90	8,4 12	5,4 7,7	0,2(100) 0,3(300)	0,14(60) 0,2(200)

Продовження додатка А

№ з/п	Водоспоживачі	Од. виміру	Норма витрати води, л						Витрата води прибором, л/с	
			в середню добу		в добу найбільшого водоспоживання		в годину найбільшого водоспоживання		загальна q_0^{tot}	хол. або гаряча q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^{c,h}$)
			загальна $q_{u,m}^{tot}$	гаряча $q_{u,m}^h$	загальна q_u^{tot}	гаряча q_u^h	загальна $q_{hr,u}^{tot}$	гаряча $q_{hr,u}^h$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	Санаторії та будинки відпочинку: - з ваннами при всіх жилих кімнатах; - з душами при всіх жилих кімнатах.	Одна койка	200	120	200	120	10	4,9	0,3(300)	0,2(200)
			150	75	150	75	12,5	8,2	0,2(100)	0,14(60)
8	Поліклініки та амбулаторії.	один хвор./зміну	13	5,2	15	6	2,6	1,2	0,2(80)	0,14(60)
9	Дитячі ясла-садки: - з денним перебуванням дітей: зі столовими, що працюють з напівфабрикатами; зі столовими, що працюють на сировині, та пральнями, що обладнані автом. пральними машинами; - з цілодоб. перебуванням дітей: зі столовими, що працюють з напівфабрикатами; зі столовими, що працюють на сировині, та пральнями, що обладнані автом. пр. машинами.	Одна дитина	21,5	11,5	30	16	9,5	4,5	0,14 (100)	0,1(60)
			75	25	105	35	18	8	0,2(100)	0,14(60)
			39	21,4	55	30	10	4,5	0,14 (100)	0,1(60)
			93	28,5	130	40	18	8	0,14(60)	0,14(60)

Продовження додатка А

№ з/п	Водоспоживачі	Од. виміру	Норма витрати води, л						Витрата води прибором, л/с	
			в середню добу		в добу найбільшого водоспоживання		в годину найбільшого водоспоживання		загальна на q_0^{tot}	хол. або гаряча q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^{c,h}$)
			загальна $q_{u,m}^{tot}$	гаряча $q_{u,m}^h$	загальна q_u^{tot}	гаряча q_u^h	загальна $q_{hr,u}^{tot}$	гаряча $q_{hr,u}^h$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	Пральні: - механізовані; - не механізовані.	1 кг сух. біл.	75	25	75	25	75	25	за технологічними даними	
			40	15	40	15	40	15	0,3(300)	0,2(200)
11	Адміністративні будівлі.	1 прац.	12	5	16	7	4	2	0,14(80)	0,1(60)
12	Кінотеатри.	одне місце	4	1,5	4	1,5	0,5	0,2	0,14(80)	0,1(50)
14	Перукарні.	одне місце /змін	56	33	60	35	9	4,7	0,14(60)	0,1(40)
15	Загальноосвітні школи: - з душами при гімнастичних залах та столовими, що працюють на напівфабрикатах; - теж саме з подовженим днем.	1 учень та 1 викладач	10	3	11,5	3,5	3,1	1	0,14(100)	0,1(60)
			12	3,4	14	4	3,1	1	0,14(100)	0,1(60)
16	Школи-інтернати приміщеннями: - учбовими; - спальними.	3 Одне місце	9	2,7	10,5	3,2	3,1	1	0,14(100)	0,1(60)
			70	30	70	30	9	6	0,14(100)	0,1(60)
17	Аптеки: - торгове приміщення; - лабораторія виготовл. ліків.	Один прац.	12 310	5 55	16 370	7 75	4 32	2 8,2	0,14(60) 0,2(300)	0,1(40) 0,2(200)

Закінчення додатка А

№ з/п	Водоспоживачі	Од. виміру	Норма витрати води, л						Витрата води прибором, л/с	
			в середню добу		в добу найбільшого водоспоживання		в годину найбільшого водоспоживання		загальна на q_0^{tot}	хол. або гаряча q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^{c,h}$)
			загальна $q_{u,m}^{tot}$	гаряча $q_{u,m}^h$	загальна q_u^{tot}	гаряча q_u^h	загальна $q_{hr,u}^{tot}$	гаряча $q_{hr,u}^h$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18	Магазини: - продовольчі; - промтоварні.	один прац/змін	250 12	65 5	250 15	65 7	37 4	9,6 2	0,3(300) 0,14(80)	0,2(200) 0,1(60)
19	Підприємства громадського харчування: - для виготовлення їжі: що реалізується в обідн. залі; що продається додому; - що випускають напів-фабрикати: м'ясні; рибні; овочеві; кулінарні.	Одне умовне блюдо	16	12,7	16	12,7	16	12,7	0,3(300)	0,2(200)
			14	11,2	14	11,2	14	11,2	0,3(300)	0,2(200)
			-	-	6700	3100	-	-	0,3(300)	0,2(200)
			-	-	640	700	-	-	0,3(300)	0,2(200)
			-	-	4400	800	-	-	0,3(300)	0,2(200)
-	-	7700	1200	-	-	0,3(300)	0,2(200)			
20	Лазні: - для мийки у мильній тарі з тазами на лавках та ополіскуванням у душі; - теж саме, с прийомом оздор. процедур та ополіскув. у душі; - душова кабіна; - ванна кабіна.	Один відвідувач	-	-	180	120	180	120	0,4(180)	0,14 (120)
			-	-	290	190	290	190	0,4(290)	0,4(190)
			-	-	360	240	360	240	0,2(360)	0,14(240)
			-	-	540	360	540	360	0,3(540)	0,2(360)

Значення коефіцієнтів α

$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α
<0,015	0,200	0,065	0,298	0,27	0,510	0,92	0,927
0,015	0,202	0,068	0,301	0,28	0,518	0,94	0,937
0,016	0,205	0,070	0,304	0,29	0,526	0,96	0,948
0,017	0,207	0,072	0,307	0,30	0,534	0,98	0,959
0,018	0,210	0,074	0,309	0,31	0,542	1,00	0,969
0,019	0,212	0,076	0,312	0,32	0,550	1,05	0,995
0,020	0,215	0,078	0,315	0,33	0,558	1,10	1,021
0,021	0,217	0,080	0,318	0,34	0,565	1,15	1,046
0,022	0,219	0,082	0,320	0,35	0,573	1,20	1,071
0,023	0,222	0,084	0,323	0,36	0,580	1,25	1,096
0,024	0,224	0,086	0,326	0,37	0,588	1,30	1,120
0,025	0,226	0,088	0,328	0,38	0,595	1,35	1,144
0,026	0,228	0,090	0,331	0,39	0,602	1,40	1,168
0,027	0,230	0,092	0,333	0,40	0,610	1,45	1,191
0,028	0,233	0,094	0,336	0,41	0,617	1,50	1,215
0,029	0,235	0,096	0,338	0,42	0,624	1,55	1,238
0,030	0,237	0,098	0,341	0,43	0,631	1,60	1,261
0,031	0,239	0,100	0,343	0,44	0,638	1,65	1,283
0,032	0,241	0,105	0,349	0,45	0,645	1,70	1,306
0,033	0,243	0,110	0,355	0,46	0,652	1,75	1,328
0,034	0,245	0,115	0,361	0,47	0,658	1,80	1,350
0,035	0,247	0,120	0,367	0,48	0,665	1,85	1,372
0,036	0,249	0,125	0,373	0,49	0,672	1,90	1,394
0,037	0,250	0,130	0,378	0,50	0,678	1,95	1,416
0,038	0,252	0,135	0,384	0,52	0,692	2,00	1,437
0,039	0,254	0,140	0,389	0,54	0,704	2,1	1,479
0,040	0,256	0,145	0,394	0,56	0,717	2,2	1,521
0,041	0,258	0,150	0,399	0,58	0,730	2,3	1,563
0,042	0,259	0,155	0,405	0,60	0,742	2,4	1,604
0,043	0,261	0,160	0,410	0,62	0,755	2,5	1,644
0,044	0,263	0,165	0,415	0,64	0,767	2,6	1,684
0,045	0,265	0,170	0,420	0,66	0,779	2,7	1,724
0,046	0,266	0,175	0,425	0,68	0,791	2,8	1,763
0,047	0,268	0,180	0,430	0,70	0,803	2,9	1,802
0,048	0,270	0,185	0,435	0,72	0,815	3,0	1,840
0,049	0,271	0,190	0,439	0,74	0,826	3,1	1,879
0,050	0,273	0,195	0,444	0,76	0,838	3,2	1,917
0,052	0,276	0,20	0,449	0,78	0,849	3,3	1,954
0,054	0,280	0,21	0,458	0,80	0,860	3,4	1,991
0,056	0,283	0,22	0,467	0,82	0,872	3,5	2,029
0,058	0,286	0,23	0,476	0,84	0,883	3,6	2,065
0,060	0,289	0,24	0,485	0,86	0,894	3,7	2,102
0,62	0,292	0,25	0,493	0,88	0,905	3,8	2,138
0,064	0,295	0,26	0,502	0,90	0,916	3,9	2,174

$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α
4,0	2,210	8,5	3,677	16,0	5,821	32,5	10,08
4,1	2,246	8,6	3,707	16,2	5,876	33,0	10,20
4,2	2,281	8,7	3,738	16,4	5,930	33,5	10,33
4,3	2,317	8,8	3,768	16,6	5,984	34,0	10,45
4,4	2,352	8,9	3,798	16,8	6,039	34,5	10,58
4,5	2,386	9,0	3,828	17,0	6,093	35,0	10,70
4,6	2,421	9,1	3,858	17,2	6,147	35,5	10,82
4,7	2,456	9,2	3,888	17,4	6,201	36,0	10,94
4,8	2,490	9,3	3,918	17,6	6,254	36,5	11,07
4,9	2,524	9,4	3,948	17,8	6,308	37,0	11,19
5,0	2,558	9,5	3,978	18,0	6,362	37,5	11,31
5,1	2,592	9,6	4,008	18,2	6,415	38,0	11,43
5,2	2,626	9,7	4,037	18,4	6,469	38,5	11,56
5,3	2,660	9,8	4,067	18,6	6,522	39,0	11,68
5,4	2,693	9,9	4,097	18,8	6,575	39,5	11,80
5,5	2,726	10,0	4,126	19,0	6,629	40,0	11,92
5,6	2,760	10,2	4,185	19,2	6,682	40,5	12,04
5,7	2,793	10,4	4,244	19,4	6,734	41,0	12,16
5,8	2,826	10,6	4,302	19,6	6,788	41,5	12,28
5,9	2,858	10,8	4,361	19,8	6,840	42,0	12,41
6,0	2,891	11,0	4,419	20,0	6,893	42,5	12,53
6,1	2,924	11,2	4,477	20,5	7,025	43,0	12,65
6,2	2,956	11,4	4,534	21,0	7,156	43,5	12,77
6,3	2,989	11,6	4,592	21,5	7,287	44,0	12,89
6,4	3,021	11,8	4,649	22,0	7,417	44,5	13,01
6,5	3,053	12,0	4,707	22,5	7,547	45,0	13,13
6,6	3,085	12,2	4,764	23,0	7,677	45,5	13,25
6,7	3,117	12,4	4,820	23,5	7,806	46,0	13,37
6,8	3,149	12,6	4,877	24,0	7,935	46,5	13,49
6,9	3,181	12,8	4,934	24,5	8,064	47,0	13,61
7,0	3,212	13,0	4,990	25,0	8,192	47,5	13,73
7,1	3,244	13,2	5,047	25,5	8,320	48,0	13,85
7,2	3,275	13,4	5,103	26,0	8,447	48,5	13,97
7,3	3,307	13,6	5,159	26,5	8,575	49,0	14,09
7,4	3,338	13,8	5,215	27,0	8,701	49,5	14,20
7,5	3,369	14,0	5,270	27,5	8,828	50,0	14,32
7,6	3,400	14,2	5,326	28,0	8,955	51,0	14,56
7,7	3,431	14,4	5,382	28,5	9,081	52,0	14,80
7,8	3,462	14,6	5,437	29,0	9,207	53,0	15,04
7,9	3,493	14,8	5,492	29,5	9,332	54,0	15,27
8,0	3,524	15,0	5,547	30,0	9,457	55,0	15,51
8,1	3,555	15,2	5,602	30,5	9,583	56,0	15,74
8,2	3,585	15,4	5,657	31,0	9,707	57,0	15,98
8,3	3,616	15,6	5,712	31,5	9,832	58,0	16,22
8,4	3,646	15,8	5,767	32,0	9,957	59,0	16,45