



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра водопостачання, водовідведення
та бурової справи

01 – 04 - 46

Методичні вказівки

до виконання курсового проекту
„ВОДОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГО
НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ”

студентами напрямку підготовки
6.060103 „Гідротехніка (водні ресурси)”
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано до друку
методичною комісією
за напрямом підготовки
6.060103 „Гідротехніка (водні ресурси)”

Протокол № 2
від „22” жовтня 2013р.

Рівне 2014

Національний університет
Методичні вказівки до виконання курсового проекту „Водопостачання сільського населеного пункту” студентами напряму підготовки 6.060103 „Гідротехніка (водні ресурси)” денної та заочної форм навчання. / В.О.Орлов, А.М. Орлова. - Рівне: НУВГП, 2014 – 39с.

Упорядники: **В.О. Орлов**, професор, д-р техн. наук,
А.М. Орлова, доцент, канд. техн. наук.

Відповідальний за випуск – **В.О. Орлов**, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 ВИБІР СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ	4
1.1. Вибір системи водопостачання та схеми живлення мережі ...	4
1.2. Визначення розрахункових витрат води	4
1.3. Вибір режиму роботи насосної станції II підняття	12
2 ТРАСУВАННЯ ТА ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ .	13
2.1. Трасування водопровідної мережі	13
2.2. Визначення вузлових відборів	14
2.3. Попередній поточкорозподіл	14
2.4. Ув'язка водопровідної мережі	16
2.5. Визначення відміток п'єзометричних ліній	18
2.6. Визначення об'єму бака башти	21
2.7. Розрахунок резервуарів чистої води та підбір насосів НС-II .	21
3 ПРОЕКТУВАННЯ ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД	21
3.1. Водозабірні свердловини	21
3.2. Зони санітарної охорони	28
4 ПРОЕКТУВАННЯ ВОДООЧИСНИХ СПОРУД	28
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	30
ДОДАТКИ	31

© В.О. Орлов, А.М.Орлова, 2014.
© НУВГП, 2014.



ВСТУП

Методичні вказівки розроблені згідно програми дисципліни „Водопостачання та водовідведення”.

Курсовий проект виконується згідно завдання. Кожний студент отримує план населеного пункту, ситуаційний план місцевості з нанесеним населеним пунктом. На плані населеного пункту вказується точка підключення водоводу до водопровідної мережі, кількість жителів та ступінь благоустрою будинків, вид джерела, тризначний шифр додаткових даних. Згідно цього шифру із додатків 6,7,8 вибираються вихідні дані. Всі вибрані дані записуються у пояснювальну записку у вигляді таблиці.

Курсовий проект складається з графічного аркушу формату А1 (або 4 аркушів формату А3) та пояснювальної записки на 25...35 стор. На графічному аркуші наводяться: геолого-технічний розріз розвідувально-експлуатаційної свердловини або профіль за контуром водопровідної мережі з нанесенням п'єзометричних ліній, схема розташування арматури на водопровідній мережі, деталювання 2...4 водопровідних колодязів та специфікація фасонних частин та арматури до цих колодязів.

Склад пояснювальної записки: вступ, вихідні дані, визначення розрахункових витрат води населеним пунктом, призначення схеми водопостачання, вибір режиму роботи насосних станцій, розрахунок та проектування водоводів і водопровідної мережі, розрахунок водонапірної башти, розрахунок резервуарів чистої води, розрахунок напору насосів другого підняття, проектування та розрахунок водозабірних споруд, вибір способу очищення та призначення основних розмірів споруд водопідготовки, при необхідності розрахунок техніко-економічних показників, список використаних літературних джерел.

В пояснювальній записці наводяться наступні графічні вкладки:

- план села, на якому нанесені магістральна та розподільча мережі з водопровідними колодязями із пожежними гідрантами і, при необхідності, з водорозбірними колонками, водонапірна башта, підключення до мережі водоводів, водонапірної башти, великих споживачів,
- ситуаційний план, на якому нанесені всі споруди системи водопостачання,
- схема водопостачання,
- добовий графік водоспоживання населеного пункту та інтегральні криві водоподавання насосних станцій,
- розрахункова схема водопровідної мережі з нанесенням геометричних та розрахункових довжин,
- схеми гідравлічного розрахунку мережі на розрахункові випадки та схеми визначення п'єзометричних відміток,
- конструкції водонапірної башти та резервуарів чистої води з нанесенням розмірів та висотних позначок, схеми до визначення напору насосів першого та другого підняття;
- проектний геолого-технічний розріз розвідувально-експлуатаційної свердловини,
- технологічна схема станції знезалізнення води.



1. ВИБІР СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ

1.1. Вибір системи водопостачання та схеми живлення мережі

На вибір системи водопостачання впливають тип водного джерела, якість води в ньому, типи водоспоживачів, їх вимоги до води тощо [1, 3, 4, 6]. Студентам, згідно завдання, слід прийняти систему водопостачання із забиранням води з підземного джерела (рис. 1.1 або [4], рис. 2.1). В записці слід коротко описати призначення кожної споруди.

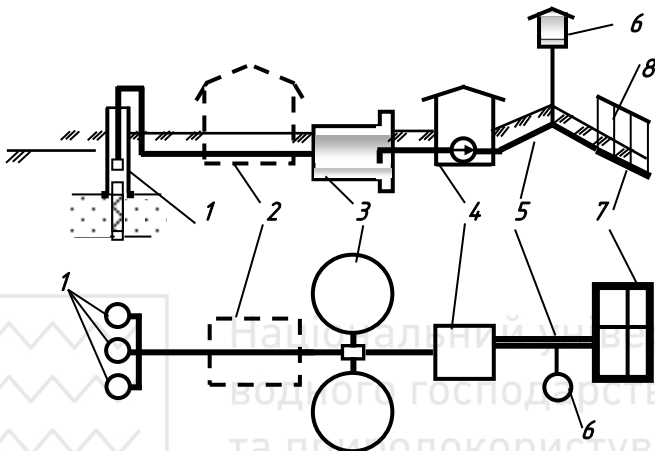


Рис. 1.1. Схема водопостачання із забиранням води з підземного джерела:

1 – водозабірна свердловина; 2 – станція очищення води; 3 – резервуари чистої води; 4 – насосна станція другого підняття; 5 – водоводи; 6 – водонапірна башта; 7 – водопровідна мережа; 8 – лінії вільних напорів у споживача

Схему живлення мережі слід прийняти згідно з [6, с. 170]. При цьому башту слід розташувати в найбільш високій точці місцевості населеного пункту. Точка підключення водоводу до мережі вказується викладачем на плані села.

1.2. Визначення розрахункових витрат води

Середньодобові питомі витрати за рік одного споживача сільського населеного пункту на його господарсько-питні потреби, л/доб, приймаються в залежності від ступеня благоустрою житлової забудови [1].

Нижню межу норм приймають для населених пунктів з кількістю жителів до 3000 чоловік, для природних зон Українського Полісся, Західного лісостепу і Прикарпаття; середню межу – для об'єктів Лісостепу і Закарпаття; верхню межу – для об'єктів степової зони і Південного берегу Криму, [1], табл. 2., прим.2; [1], с. 9. Потреби місцевої промисловості та непередбачені витрати враховуються збільшенням питомих витрат води на 5...10% (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Середньодобові питомі витрати води населення, л/доб

№№	Ступінь благоустрою житлової забудови	Питомі витрати на одного жителя
1.	Забудова будівлями, необладнаними внутрішнім водопроводом та каналізацією. Водокористування з водорозбірних колонок	30-50
2.	Забудова будівлями, обладнаними внутрішнім водопроводом та каналізацією, без ванн	125-150
3.	Те ж, з газопостачанням	130-160
4.	Забудова будівлями, обладнаними водопроводом, каналізацією і ваннами з водонагрівниками на твердому паливі	150-180
5.	Те ж, з газовими водонагрівниками	160-230
6.	Забудова будівлями, обладнаними внутрішнім водопроводом, каналізацією і системою централізованого гарячого водопостачання	230-350

Витрати води на напування і утримання худоби та птиці (табл. 1.2) слід приймати залежно від її знаходження в особистому чи громадському господарствах [1], табл. 6, 8.

Таблиця 1.2. Питомі витрати води на 1 тварину, л/доб

Тварини	Тип утримання		Тварини	Тип утримання	
	особисте	громадське		особисте	громадське
Корови	65	70-132	Птиці	0,8	---
Коні	55	45-80	Кролі, норки	---	3
Свині	8	15-25	Кури	---	0,31-0,36
Вівці, кози	8	4,5-7	Качки	---	1,92
Свиноматки з приплодом	---	60	Гуси	---	1,68
			Індички	---	0,48

Питомі витрати води на поливання (таблиця 1.3) залежать від природних та місцевих умов, призначення води [1], табл. 5. Кількість поливань упродовж доби призначається: для північних районів – одне, для південних – два, загальною кількістю годин поливу – 6-10. Тривалість поливного періоду і години доби для поливання залежать від місцевих умов, при цьому поливання не повинно проводитись в години найбільшого водоспоживання.

Питомі витрати води на виробничі потреби підприємств (таблиця 1.4) залежать від типу продукції, що випускається, прийнятої технології, встановленого устаткування тощо. Ці дані задають технологи, але для деяких підприємств приймаються згідно з [1], табл. 10.

Національний університет
та природокористування

Таблиця 1.3. Питомі витрати води на поливання, л/м²

№№	Призначення води	Од. вим.	Питомі ви-трати на один полив
1.	Механізоване миття удосконалених покриттів, проїздів і площ	1 мийка	1,2-1,5
2.	Механізований полив удосконалених покриттів, проїздів і площ	1 полив	0,3-0,4
3.	Ручний полив (зі шлангів) удосконалених покриттів тротуарів і проїздів	1 полив	0,4-0,5
4.	Полив селищних зелених насаджень	1 полив	3-4
5.	Поливання газонів і квітників	1 полив	4-6
6.	Поливання посадок в ґрунтових зимових теплицях	1 доба	15
7.	Поливання посадок в стелажних зимових і ґрунтових весняних теплицях усіх типів, утепленому ґрунті	1 доба	6
6.	Поливання посадок на присадибних ділянках: овочевих культур плодових дерев	1 доба 1 доба	3-15 10-15

Національний університет
водного господарства

Таблиця 1.4. Питомі витрати води на виробничі потреби на підприємствах, м³/добу

Найменування підприємства	Од.вим.	Норма витрат
Молочарні	1 т молока	6,5
Сироварні	те ж	5,5
Маслоробні	те ж	4,0
Молочноконсервні	те ж	4,5
М'ясожирове виробництво: яловичина	1 т м'яса	10,8
свинина	те ж	10,2
баранина	те ж	14,8
М'ясопереробне виробництво	те ж	2,7
Птахопереробне виробництво: кури	те ж	15
качки	те ж	15
Консервне виробництво	те ж	3,1
Плодоовочеві консерви	1 туб	2-7
Напівфабрикати	1 т	5-16
Хлібопекарні	1 т хліба	2-5
Олійницькі підприємства	1 т насіння	1,4
Цукрозаводи	1 т цукру	18-25
Цегельний завод	1000 штук	1,5-1,8

Розрахункові (середні за рік) добові витрати води, м³/доб, на господарсько-питні потреби населення, тварин на фермах або в особистому утриманні визначаються з виразу



$$Q_{\delta.m}'' = q_{\text{пнт}}^{\text{жс}} \cdot N_{\text{жс}} / 1000, \quad (1.1)$$

де $q_{\text{пнт}}^{\text{жс}}$ — питомі витрати води, л/доб на 1 жителя;

$N_{\text{жс}}$ — розрахункова кількість жителів, чол.

Розрахункові витрати води на добу найбільшого водоспоживання, м³/доб, належить визначити

$$Q_{\delta.max}'' = K_{\delta.max} \cdot Q_{\delta.m}'' \quad (1.2)$$

де $K_{\delta.max}$ — максимальний коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, для сільських населених пунктів рекомендується приймати рівним $K_{\delta.max} = 1,3$; [1], п. 4.11.

Розрахункові добові витрати води, м³/доб

- на поливання $Q_{\delta.m}^{\text{пол}} = 10 \cdot q_{\text{пнт}}^{\text{пол}} \cdot F$, (1.3)

- на промислові потреби

$$Q_{\delta.m}^{\text{np}} = q_{\text{пнт}}^{\text{np}} \cdot N, \quad (1.4)$$

де $q_{\text{пнт}}^{\text{пол}}$ - питомі витрати води на поливання, л/м² (таблиця 1.3); F — поливна площа, га; $q_{\text{пнт}}^{\text{np}}$ — питомі витрати води на одиницю продукції, м³/доб (таблиця 1.4); N — об'єм продукції, що випускається.

Розрахункові витрати води на добу найбільшого водоспоживання для всіх категорій споживачів визначаються за формулою (1.2), при цьому для підприємств і поливу $K_{\delta.max} = 1$, [1], п. 4.11.

Результати визначення добових витрат води зводяться в таблицю (приклад табл. 1.5) з визначенням витрат води для кожного типу споживачів окремо й для всього населеного пункту за літній та зимовий періоди (сума витрат води окремих споживачів за цими періодами). Для середньої смуги України літній період встановлюється з 15.05 до 01.09, зимовий — з 01.09 до 15.05, для південних районів - відповідно з 15.04 до 15.10 та з 15.10 до 15.04. При цьому слід пам'ятати, що поливання зелених насаджень, поліпшених покриттів, присадибних ділянок виконується в літній період, а водоспоживання молочно-товарних та вівцеферм приймають в розрахунок тільки в зимовий період. В літній період тварини цих ферм перебувають на пасовищах за межами населеного пункту. У подальших розрахунках враховують тільки тих водоспоживачів, які дають найбільші добові витрати води в населеному пункті за літній чи зимовий період.

Річні витрати води, м³/рік, населеним пунктом

$$Q_{\text{річ}} = Q_{\delta.m}^{\text{л}} \cdot T_{\text{л}} + Q_{\delta.m}^{\text{з}} \cdot T_{\text{з}}, \quad (1.5)$$

де $Q_{\delta.m}^{\text{л}}$, $Q_{\delta.m}^{\text{з}}$ - розрахункові добові витрати води для населеного пункту, відповідно, за літній та зимовий періоди, м³/доб; $T_{\text{л}}$, $T_{\text{з}}$ - тривалості, відповідно, літнього та зимового періодів, діб.

Таблиця 1.5. Визначення розрахункових добових витрат води, м³/доб

Споживачі	Од. вим.	з 15.05-1.09 (109 діб)					з 1.09-15. 05 (256 діб)				
		Кіль- кість, N	Питомі витра- ти, Ч _{пит}	Сер. доб. витра- ти, Q _{д.м}	К _{доб} макс	Макс доб витрати, Q _{д.мах}	Кіль- кість, N	Питомі витра- ти, Ч _{пит}	Сер. доб. Витра- ти, Q _{д.м}	К _{доб} макс	Макс. доб витра- ти, Q _{д.мах}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Комунальний сектор: населення (Полісся), 4 ступ. благоустрою)	чол	7000	150	1050	1,3	1365	7000	150	1050	1,3	1365
Корови	гол	1500	65	98	1,3	127	1500	65	98	1,3	127
Свині	гол	3000	8	24	1,3	31	3000	8	24	1,3	31
Вівці	гол	7000	8	56	1,3	73	7000	8	56	1,3	73
Птиця	гол	14400	0,8	12	1,3	15	14400	0,8	12	1,3	15
Разом: комун. сектор				1240		1611			1240		1611
Поливання приса- дибних ділянок	га	1	3	30	1	30	-	-	-	-	-
Вівчарська ферма	гол	-	-	-	-	-	3600	8	29	1,3	38
Сироробний завод	т	20	40	800	1	800	20	40	800	1	800
Всього по с.м.т.				2070		2441			2069		2449

Погодинні витрати води для кожного типу водоспоживачів (приклад табл. 1.6) встановлюються розподілом розрахункових витрат води в добу найбільшого водоспоживання. Процентний розподіл розрахункових погодинних витрат води в добу найбільшого водоспоживання встановлюють:

а) для комунального сектора — залежно від коефіцієнта годинної нерівномірності водоспоживання

$$K_{z.max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}, \quad (1.6)$$

де $\alpha_{max} = 1,4$ (для II категорії), $\alpha_{max} = 1,3$ (для III категорії) - коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови, [1], п. 4.3;

β_{max} , - коефіцієнт, який враховує кількість мешканців в селищі, (табл. 1.6), [1], табл.4.

Таблиця 1.6. Значення коефіцієнта β_{max}

Коефі- цієнт	Кількість мешканців, тисяч чоловік									
	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	20
β_{max}	3	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2

Процентний розподіл приймається за додатком 1 залежно від $K_{z.max}$, який приймають найближчим за значенням з таблиці. В цьому випадку годинні витрати води, м³/год розраховуються

$$q_{r.max} = \frac{\alpha \cdot Q_{d.max}}{100}, \quad (1.7)$$

де α - розподіл $Q_{d.max}$ для конкретної години, %.

б) для тваринницьких ферм — в залежності від типу ферми (додаток 2);

в) на поливання — передбачити рівномірний розподіл води упродовж 6...10 год, пам'ятаючи, що поливання в годину найбільшого водоспоживання не виконується. Поливання можна виконувати два рази на добу, наприклад з 4 до 8 години та з 17 до 23 години;

г) для промислових підприємств - передбачити рівномірне споживання води упродовж робочих змін (8, 16 год).

Усі розрахунки виконують в табличній формі (табл. 1.7), за даними якої будується інтегральна крива водоспоживання (рис. 1.2). та ступеневий графік добового водоспоживання (рис. 1.3). Погодинні витрати води всього населеного пункту визначають додаванням погодинних витрат води кожним споживачем. Година, на яку припадає найбільше значення погодинної витрати води всього населеного пункту (у таблиці 1.7, графа 8 - з 12 до 13 год), є годиною найбільшого водоспоживання, а витрати води кожного споживача за цю годину приймаються як розрахункові.

Національний університет
та прикладного водоспоживання

Таблиця 1.7. Розподіл добової витрати води за годинами доби

Години доби	Комунальний сектор		Вівчар- ня		Підприєм- ство		Всього: нас.пункт		Ордина та інтег- ральної кривої, %
	%	м³/год	%	м³/год	%	м³/год	м³/год	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0...1	0,75	12	---	---	---	---	12	0,5	0,5
1...2	0,75	12	---	---	---	---	12	0,5	1
2...3	1	16,1	---	---	---	---	16,1	0,7	1,7
3...4	1	16,1	---	---	---	---	16,1	0,7	2,4
4...5	3	48,3	16,5	6,0	---	---	54,3	2,2	4,6
5...6	5,5	88,7	16,5	6,0	---	---	94,7	3,9	8,5
6...7	5,5	88,7	---	---	---	---	88,7	3,6	12,1
7...8	5,5	88,7	---	---	---	---	88,7	3,6	15,7
8...9	3,5	56,4	---	---	6,3	50,0	106,4	4,4	20,1
9...10	3,5	56,4	---	---	6,3	50,0	106,4	4,4	24,5
10...11	6	96,7	---	---	6,3	50,0	146,7	6	30,5
11...12	8,5	136,9	16,7	6,0	6,3	50,0	192,9	7,9	38,4
12...13	8,5	136,9	16,7	6,0	6,3	50,0	192,9	7,9	46,3
13...14	6	96,7	---	---	6,3	50,0	146,7	6	52,3
14...15	5	80,5	---	---	6,3	50,0	130,5	5,3	57,6
15...16	5	80,5	---	---	6,3	50,0	130,5	5,3	62,9
16...17	3,5	56,4	---	---	6,2	50,0	106,4	4,4	67,3
17...18	3,5	56,3	---	---	6,2	50,0	106,3	4,4	71,7
18...19	6	96,7	16,8	7,0	6,2	50,0	153,7	6,1	77,8
19...20	6	96,7	16,8	7,0	6,2	50,0	153,7	6,1	83,9
20...21	6	96,7	---	---	6,2	50,0	146,7	6	89,9
21...22	3	48,3	---	---	6,2	50,0	98,3	4	93,9
22...23	2	32,2	---	---	6,2	50,0	82,2	3,4	97,3
23...24	1	16,1	---	---	6,2	50,0	66,1	2,7	100
Разом	100	1611	100	38	100	800	2449	100	

Найбільші секундні витрати, л/с

$$q_{c.max} = \frac{q_{г.max}}{3,6}, \quad (1.8)$$

де $q_{г.max}$ - найбільші годинні витрати води, м³/год, для всього населеного пункту або окремого споживача в годину максимального водоспоживання.

Витрати води на зовнішнє гасіння пожежі в населеному пункті приймаються згідно з [1], табл.11 - 5 л/с при кількості жителів до 1000 чол і поверховості до 2 поверхів, 10 л/с – при вказаній кількості жителів та поверховості більше 3, при кількості жителів 1...5 тис.чол. і будь-якій поверховості, до 25 тис. чол. і поверховості до 2. Розрахункова кількість пожеж для цих умов – одна [1], табл.11

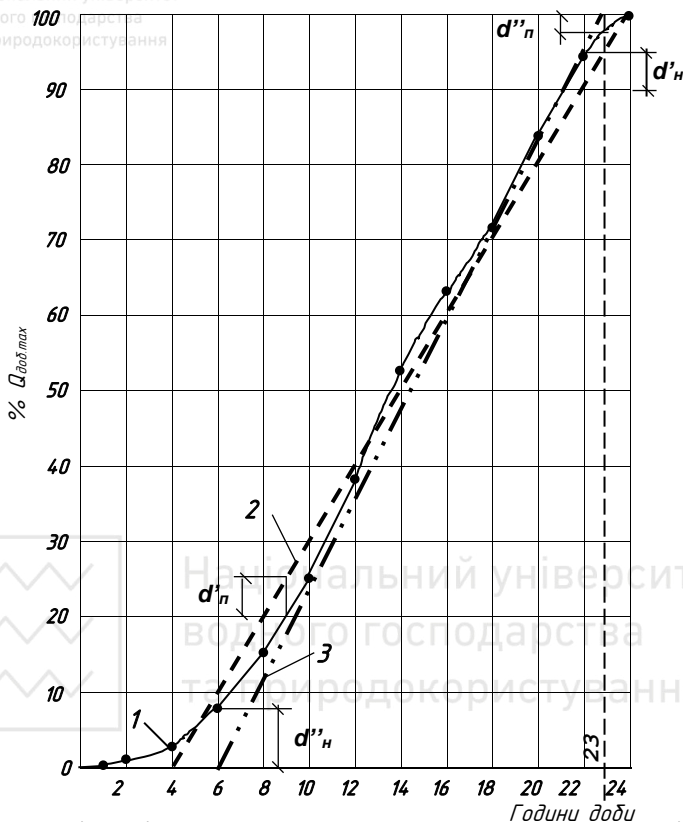


Рис.1.2. Інтегральні графіки водоспоживання населеного пункту та подачі НС-II
1 – водоспоживання населеного пункту; 2 – водоподачі НС-II (варіант 1);
3 – водоподачі НС-II (варіант 2).

Витрати води на зовнішнє гасіння пожежі на підприємстві приймаються згідно з [1], табл.13. Витрати води, л/с, які подають під час пожежі в мережу об'єднаного господарсько – питно – виробничо - протипожежного водопроводу,

визначаються

$$q_c^{пож} = q_{c.max} + \sum_{i=1}^n (n \cdot q_{пож} + q_{вн} - q'_{пол}), \quad (1.9)$$

де $q_{вн}$, $q'_{пол}$ – витрати води на внутрішнє пожежегасіння та поливання на підприємствах (дорівнюють нулю), л/с; n – розрахункова кількість пожеж.

Для подавання води всім споживачам у водопровідній мережі повинен забезпечуватись необхідний мінімальний вільний напір при господарському водоспоживанні, м

$$H_g^n = 10 + 4(n - 1), \quad (1.10)$$

де n — кількість поверхів у будинках.



1.3. Вибір режиму роботи насосної станції II підняття

Режим роботи насосної станції II підняття, яка живить водопровідну мережу, призначається одноступінчастим з роботою упродовж частини доби.

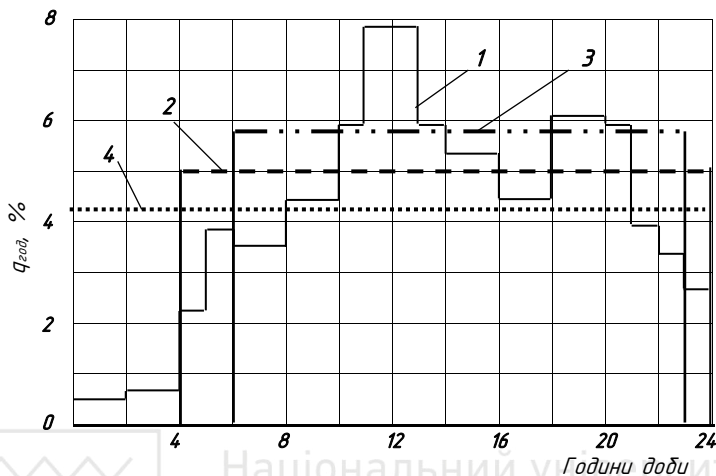


Рис. 1.3. Ступінчасті графіки добового водоспоживання та подачі НС-II
1 – добовий графік; 2, 3 – різні графіки режимів роботи насосної станції II підняття; 4 – графік роботи насосної станції I підняття

В усіх випадках графік роботи насосів повинен максимально наближатись до графіка водоспоживання, що забезпечує мінімальний регулювальний об'єм бака водонапірної башти (формула 2.10). При одноступінчастому режимі роботи насосної станції II підняття для призначення режиму роботи зручно користуватись інтегральною кривою водоспоживання, на яку наносять інтегральний графік роботи станції у вигляді прямої лінії таким чином, щоб обидва графіки максимально збігалися. При цьому з декількох можливих варіантів розміщення інтегральної прямої подачі вибирають такий, який забезпечує найменшу суму різниці ординат обох графіків при максимальних надлишках і нестачах води. Оскільки розрахунковою одиницею часу є година, то робота насосів повинна починатись і закінчуватись цілою годиною. Годинна подача, м³/год

$$q_{нс-II} = \frac{Q_{d,max}}{T_{нс-II}} \quad (1.11)$$

де $T_{нс-II}$ - тривалість роботи насосів упродовж доби (16...20 год.).

Початком роботи вважають момент, коли інтегральна пряма перетне вісь абсцис по графіку, а кінець - при ординаті, що дорівнює 100 % (ціла година).



2. ТРАСУВАННЯ ТА ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ

Національний університет
та природокористування

2.1. Трасування водопровідної мережі

Водопровідна мережа проектується, в першу чергу, із неметалевих пластмасових та чавунних труб. При проектуванні водопровідної мережі поділяють на розподільчі і магістральні.

Розподільча мережа – безрозрахункова, діаметр ділянок якої визначають конструктивно (100мм). Розподільча мережа забезпечує підведення води до всіх споживачів і насамперед до пожежних гідрантів, розташованих всією селітебною територією з відстанню між ними не більше 150 м. При водорозбиранні з колонок їх розміщення передбачається всією територією селища з радіусом дії не більше 100 м.

Водопровідна мережа повинна прокладатись вздовж доріг і бути кільцевою. Допускається проектувати тупикові лінії, які використовуються для подачі води на протипожежні й господарсько-протипожежні потреби при довжині ліній не більше 200 м.

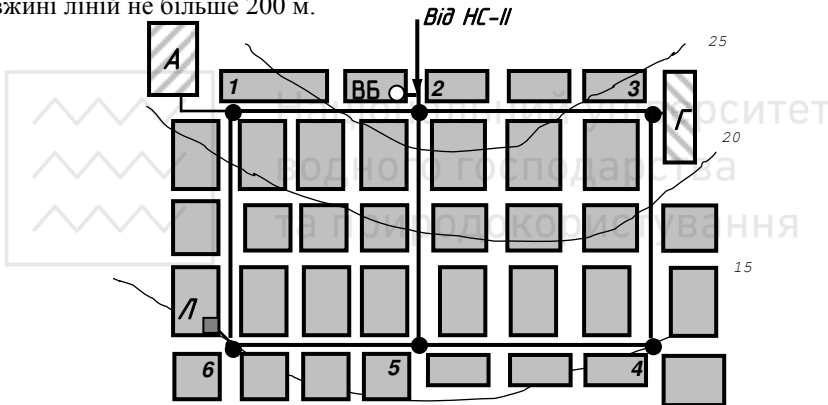


Рис. 2.1. Трасування магістральної водопровідної мережі

Магістральна мережа повинна відповідати наступним вимогам:

- рівномірно розподіляти територію населеного пункту;
- охоплювати великих водоспоживачів і водонапірну башту з умовою транспортування до них води за найкоротшою відстанню;

- мати кільця завдовжки не більше 900 м і завширшки не більше 600 мм;

Після трасування магістральної мережі на ній позначають розрахункові вузли, якими можуть бути:

- точки перетину ліній;
- точки підключення підприємств, ферм, комунальних підприємств;
- точки підключення водоводів від насосної станції II підняття та від водонапірної башти.

Магістральна мережа розраховується на такі випадки [1], с. 174:

1. максимального господарського водоспоживання;



2. пожежі в годину максимального господарського водоспоживання;
3. максимального транзиту в башту при мінімальному водоспоживанні.

На основі цих розрахунків визначаються діаметри ділянок мережі, втрати напору на ділянках, відмітки п'єзометричних ліній.

Якщо башта й водоводи від насосної станції II підняття підключаються в один вузол, то приймають мережу з одnobічним живленням, яка розраховується на випадки 1) та 2). При підключенні башти й водоводів у різних вузлах, приймають мережу двобічного живлення, яку розраховують на випадки 1), 2) та 3).

2.2. Визначення вузлових відборів

Для гідравлічного розрахунку викреслюють безмасштабну схему мережі із зазначенням розрахункових вузлів, наносять геометричні (які знімають із генплану населеного пункту із заокругленням довжини до 5...10 м з врахуванням масштабу) та розрахункові довжини між вузлами (враховуючи схему відбору з мережі) [4], с. 52. Вузлові відбори (приклад наведений в табл. 2.1) води розраховують наступним чином:

- Визначають шляхові витрати, л/с

$$q_{\text{шл}} = q_c - \sum_{i=1}^n q_{\text{зос}}, \quad (2.1)$$

де q_c – секундні витрати води населеного пункту, які забирає мережа для даного розрахункового випадку, л/с;

$\sum_{i=1}^n q_{\text{зос}}$ – сума зосереджених відборів даного розрахункового випадку (секундні витрати підприємств, які забирають воду в цей час для даного розрахункового випадку), л/с:

- питомі витрати, л/(с·м) $q_n = q_{\text{шл}} / \sum L$, (2.2)

де $\sum L$ – сума розрахункових довжин ліній мережі, м.

- вузловий відбір, л/с, обчислюється для кожного вузла в табличній формі

$$q_{\text{вуз}} = 0,5 \cdot q_n \cdot \sum_{i=1}^n l_i + q_{\text{зос}}, \quad (2.3)$$

де $\sum_{i=1}^n l_i$ – сума розрахункових довжин ліній, що примикають до даного вузла, м;

$q_{\text{зос}}$ – зосереджений відбір великого споживача в даному вузлі, л/с.

2.3. Попередній потокорозподіл

При попередньому потокорозподілі (на графічній основі для всіх випадків) визначаються орієнтовні витрати води на ділянках мережі і їх напрямки. При цьому слід враховувати наступні умови:

Національний університет
та природокористування
та господарства

Таблиця 2.1. Визначення вузлових відборів

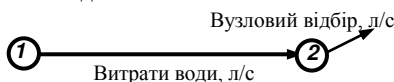
Номер вузла	Ділянки, що прилягають до вузла			Максимальне водоспоживання				Пожежа в годину макс. водоспоживання (повний вузловий відбір, л/с)
	Умовні позначення	Розрахункова довжина, м	Сума довжин, м	Вузловий відбір, л/с	Великі водоспоживачі		Повний вузловий відбір, л/с	
					Назва	Витрати води, л/с		
1	1-2	900	1400	5,68	ферма	1,67	7,35	7,35
	1-6	500						
2	1-2	900	2200	8,92		-	8,92	8,92
	2-5	500						
	2-3	800						
3	2-3	800	1050	4,25	під-во	13,9	18,15	18,15
	3-4	250						
4	3-4	250	1050	4,25		-	4,25	14,25
	4-5	800						
5	4-5	800	2200	8,92		-	8,92	8,92
	2-5	500						
	5-6	900						
6	5-6	900	1400	5,68	лікарня	0,33	6,01	6,01
	1-6	500						
Разом		9300	9300	37,7		15,9	53,6	63,6

- сума витрат води, які протікають ділянками до будь-якого вузла, дорівнює сумі витрат води, які витікають ділянками з вузла, і вузлового відбору;
- основні магістральні лінії, для можливості їх взаємозамінності, повинні пропускати приблизно однакові витрати води;
- основним споживачам слід направляти воду найкоротшою відстанню.

Діаметр труб визначають за економічно найвигіднішими швидкостями: при максимальному господарському водоспоживанні й в годину максимального транзиту - 0,7... 1,2м/с, а перевірка для пропуску пожежних витрат - 1,5...1,75 м/с.



Умовні позначення



Таблиця 2.2. Визначення діаметрів ділянок мережі
(чавунні труби)

Ділянка мережі	Максимальне водоспоживання			Пожежа в годину максимального водоспоживання		Прийнятний діаметр, мм
	Витрати, л/с	Швидкість, м/с	Діаметри, мм	Витрати, л/с	Швидкість, л/с	
1-2	14,90	0,82	150	18,23	1,00	150
2-3	14,90	0,82	150	18,23	1,00	150
3-4	3,25	0,40	100	0,08	0,01	100
4-5	7,50	0,41	150	14,17	0,78	150
5-6	1,54	0,19	100	4,87	0,60	100
6-1	7,55	0,92	100	10,88	1,33	100
2-5	14,88	0,82	150	18,22	1,00	150

2.4. Ув'язка водопровідної мережі

У кільцевій мережі за попередньо визначеними витратами води і кінцевим розрахунковим діаметром обчислюються втрати напору на ділянках, а потім проводиться перерозподіл витрат (ув'язка з умовою, щоб в будь-якому замкненому контурі сума втрат напору — нев'язка — не перевищувала 0,5 м). При цьому витрати на ділянках при русі потоку за годинниковою стрілкою приймаються зі знаком „+”, а проти годинникової стрілки — зі знаком „-”.

Порядок ув'язки наступний:

- 1) визначаються втрати напору на всіх ділянках мережі за [8];



- 2) в кожному кільці та по контуру мережі обчислюються значення нев'язки;
3) якщо значення нев'язки для всіх кілець і контурів перебуває в межах допустимого (менше $\pm 0,5\text{м}$), то мережа вважається ув'язаною.

Якщо значення нев'язки більше допустимого значення, виконується перерозподіл витрат води на ділянках за допомогою поправочних витрат води Δq , які або додають до недовантажених ділянок або віднімають від перевантажених. Потім знову обчислюють значення нев'язки і порівнюють з допустимою. Значення поправочних витрат визначають

$$\Delta q = \frac{\sum_{i=1}^n q \cdot \Delta h}{2n \cdot \sum_{i=1}^n h}, \quad (2.4)$$

де Δq – поправочні витрати, л/с,

Σq – арифметична сума лінійних витрат в ув'язувальному контурі (кільці) мережі, л/с;

Δh – значення нев'язки в контурі (кільці), м;

n – кількість ділянок в контурі (кільці);

Σh – арифметична сума витрат напору в контурі (кільці), м.

Якщо значення поправочних витрат більше за витрати води, що протікають ділянками мережі, то напрямок руху води змінюється на протилежний.

За ув'язувальний контур двокільцевої мережі, звичайно, можна приймати зовнішній контур кілець або одного кільця. Якщо в кільцях одержані нев'язки одного знака, то за ув'язувальний контур приймають зовнішній контур цих кілець; при різних знаках нев'язки в кільцях – за ув'язувальний контур приймається кільце, яке має більшу нев'язку за абсолютним значенням.

Для прикладу, рис. 2.3. перша ув'язка дала нев'язку однакового знака в кільцях. Ув'язуємо витрати за контуром мережі. Поправочні витрати води

$$\Delta q_k = \frac{(14,90 + 1,54 + 7,55 + 14,90 + 3,25 + 7,50) \cdot (22,01 - 6,98)}{2 \cdot 6(22,01 + 6,98)} = 2,15 \text{ л / с.}$$

Друга спроба по лівому кільцю: поправочні витрати води

$$\Delta q_I = \frac{(5,90 + 4,35 + 0,19 + 4,99) \cdot (10,89 - 4,54)}{2 \cdot 4(4,54 + 10,89)} = 1,73 \text{ л / с.}$$

Третя спроба по контуру: поправочні витрати

$$\Delta q_k = \frac{(11,02 + 2,34 + 3,67 + 17,05 + 1,1 + 5,35) \cdot (10,93 - 8,39)}{2 \cdot 6(10,93 + 8,39)} = 0,45 \text{ л / с.}$$

Четверта спроба по правому кільцю: поправочні витрати

$$\Delta q_2 = \frac{(16,60 + 1,55 + 5,80 + 16,61) \cdot (8,52 - 7,12)}{2 \cdot 4(8,52 + 7,12)} = 0,45 \text{ л / с.}$$

Друга спроба по лівому кільцю: поправочні витрати води



$$\Delta q_1 = \frac{(11,47 + 17,06 + 1,89 + 4,12) \cdot (7,90 - 6,96)}{2 \cdot 4(7,90 + 6,96)} = 0,27 \text{ л / с.}$$

В результаті цієї спроби мережа ув'язана, тому що і в кільцях, і по контуру нев'язка менша 0,5м.

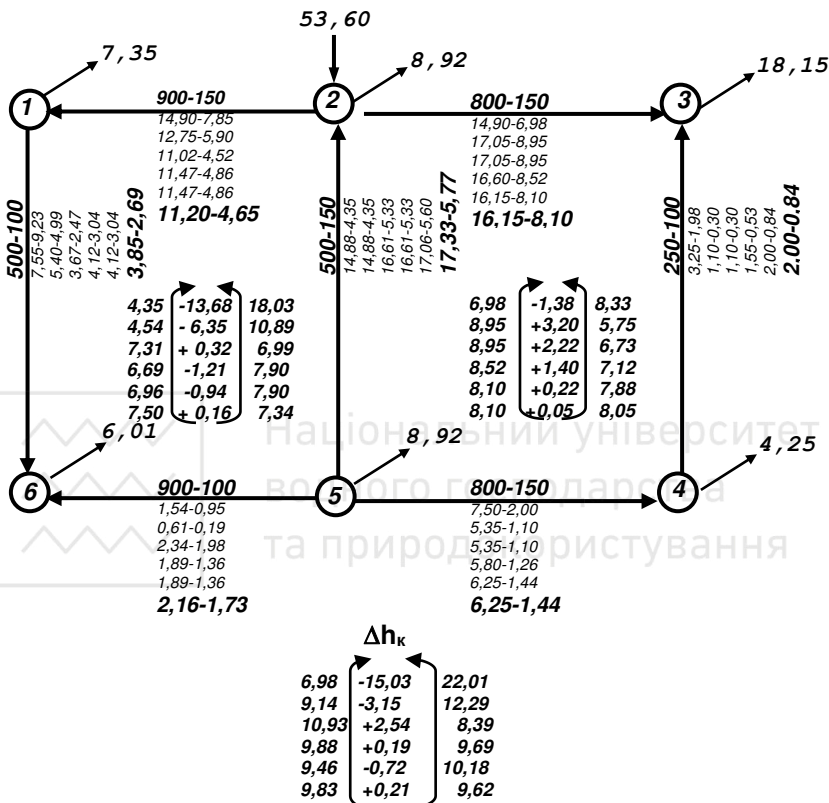
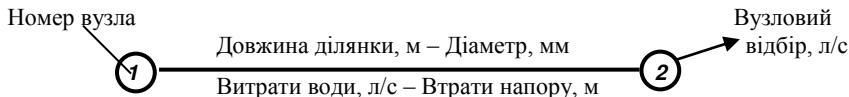


Рис. 2.3. Гідравлічний розрахунок мережі на випадок максимального господарського водоспоживання

Умовні позначення



2.5. Визначення відміток п'єзометричних ліній

Наявні нев'язки по контуру мережі для всіх випадків необхідно розкинути так, щоб нев'язка дорівнювала нулю. Для цього нев'язку ділимо навпіл, а половини дробимо на значення, приблизно пропорційні втратам напору ділянок з одним напрямком потоків, віднімаючи їх з перевантажених ділянок

Усі розрахунки визначення відміток п'єзометричних ліній проводимо на схемах рис. 2.4.

Розрахунковий напір насосів II підняття і висоту водонапірної башти зручно визначати за обчисленими відмітками п'єзометричних ліній для кожного розрахункового випадку. Обчислення відміток проводиться в наступній послідовності:

1) За планом населеного пункту визначаються відмітки поверхні землі в усіх вузлах.

2) Приводиться нев'язка зовнішнього контуру магістральної мережі до нуля, для чого значення нев'язки по контуру діляться навпіл, потім ці значення або віднімаються з перевантаженого напрямку або додаються до недовантаженого, при цьому на кожній ділянці змінні втрати напору слід приймати пропорційними втратам напору на ділянках.

3) Для перших двох розрахункових випадків позначається диктуюча точка, від якої необхідно починати розрахунок. Диктуюча точка — це вузол, в якому дійсний вільний напір буде найменшим. Цю точку визначають або у вузлі, розміщеному на найбільш підвищених відмітках місцевості, або якнайдалі від точки живлення мережі, або у вузлі сходження потоків води.

4) У прийнятій диктуючій точці шляхом додавання до відмітки поверхні землі значень потрібних вільних напорів визначається відмітка п'єзометричної лінії.

5) В інших вузлах відмітки п'єзометричних ліній визначаються шляхом послідовного обходу в будь-якому напрямку всіх вузлів від диктуючої точки. Якщо напрямком обходу збігається з напрямком потоку води, то від відомої відмітки п'єзометричної лінії віднімають втрати напору на ділянці, а якщо не збігається — додають.

6) Дійсні вільні напори дорівнюють різниці відміток п'єзометричної лінії і поверхні землі; при цьому в усіх вузлах дійсні напори повинні бути більшими за потрібний. Якщо ця умова не виконується в якихось вузлах, то диктуюча точка позначена хибно; тоді за диктуючу точку приймається вузол з найменшим значенням вільного напору, а потім перераховуються відмітки п'єзометричної лінії зі збільшенням усіх раніше обчислених значень на значення напору, що не вистачає до потрібного в новій диктуючій точці.

Відмітка верху недоторканого пожежного запасу води в баку водонапірної

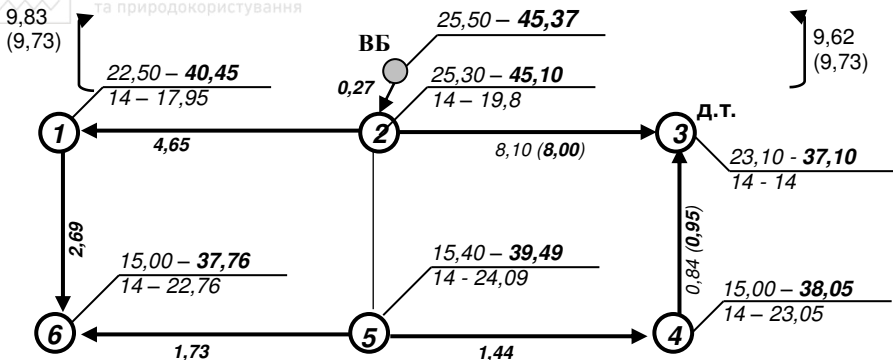
башти, м
$$Z_2 = Z_n + \sum_{i=1}^n h_w, \quad (2.5)$$

де Z_n — відмітка п'єзометричної лінії на випадок максимального водоспоживання в вузлі підключення башти до мережі, м;

$\sum_{i=1}^n h_w$ - втрати напору від башти до мережі, м; визначаються за таблицями

Шевелева Ф.А [8] в залежності від витрат води, що йдуть з водонапірної башти під час максимального господарського водоспоживання.

а) випадок максимального господарського водоспоживання



б) випадок пожежі в годину максимального господарського водоспоживання

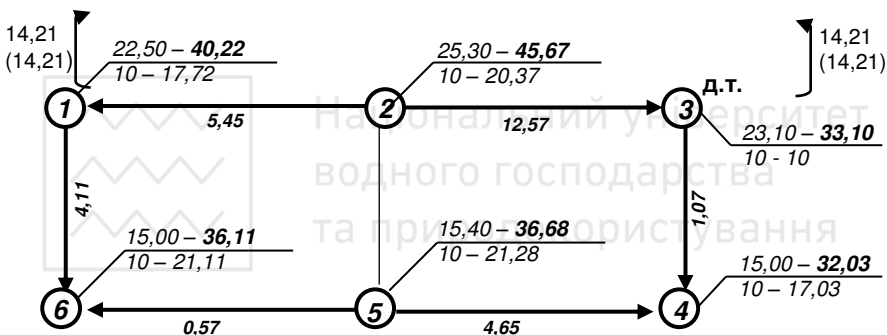
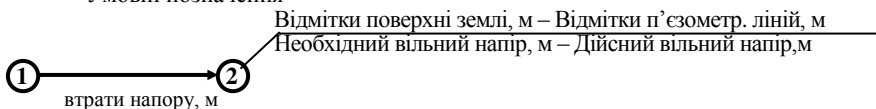


Рис. 2.4. Визначення відміток п'єзометричних ліній в кільцевій мережі
Умовні позначення



За результатами визначення відміток п'єзометричних ліній будується поздовжній профіль за контуром водопровідної мережі з нанесенням п'єзометричних ліній [4, с. 85].

Запірна арматура розташовується у водопровідних колодязях (залізобетонних або цегляних). Вона встановлюється на підключеннях водоводів до мережі, в місцях під'єднання великих водоспоживачів, на відводах розподільчої мережі від магістральної та на перетинах 3-4 магістральних ліній. Ремонтні ділянки водопровідної мережі відключаються засувками, при цьому на цих ділянках повинно бути не більше п'яти гідрантів [4, с. 57].

Вимоги до водоводів при конструюванні, виборі матеріалу труб такі ж, як

і для мереж. Економічно найвигідніший діаметр труб напірного водоводу визначають за таблицями [8] в залежності від витрат води та швидкості руху води в трубах або за даними довідкової літератури [4, с. 58, 74; 9].

2.6. Визначення об'єму бака башти

Об'єм бака башти складається з об'ємів регулювального $W_{рег}$ та недоторканого пожежного запасу $W_{нпз}$.

За графоаналітичним методом з інтегральних графіків подачі і водоспоживання знімаються максимальні відхилення ординат інтегральної кривої водоспоживання від прямої водоподачі, відповідно, за надлишком (d_i) і нестачею (d_n), %, і визначається

$$W_{рег} = \frac{d_i + d_n}{100} Q_{d, max}, \quad (2.9)$$

Недоторканий пожежний запас, m^3 , в баку башти повинен бути не менше

$$W_{нпз} = 0,6 \cdot (q_{с, max} + q_{пож}^{зовн} + q_{пож}^{вн}), \quad (2.10)$$

де $q_{с, max}$ - максимальний господарський відбір з мережі населеним пунктом, л/с;

$q_{пож}^{зовн}$ - витрати води на гасіння однієї зовнішньої пожежі, л/с;

$q_{пож}^{вн}$ - витрати води на гасіння однієї внутрішньої пожежі, л/с.

Методика розрахунку наведена у [4, с. 62, 73].

2.7. Розрахунок резервуарів чистої води та підбір насосів НС-II

Розрахунок резервуарів чистої води та підбір насосів НС-II слід виконати за рекомендаціями, наведеними у [4, с. 65, 74 та с. 45].

3. ПРОЕКТУВАННЯ ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД

3.1. Водозабірні свердловини

При проектуванні водозабірних свердловин необхідно:

- вибрати майданчик для розміщення свердловин,
- визначити водоносний пласт для постійної експлуатації,
- призначити спосіб буріння та тип бурових машин,
- визначити можливий дебіт однієї свердловини, кількість робочих і резервних свердловин, відстані між ними на місцевості, вибрати і розрахувати фільтр свердловини,
- вибрати тип водопідйомника для постійної експлуатації та відкачок води,
- розробити конструкцію свердловини,
- скласти проект зон санітарної охорони.

Майданчик для водозабірних свердловин визначається за результатами розвідницьких гідрогеологічних досліджень та повинен забезпечувати організацію зони санітарної охорони, знаходитись якнайближче до споживача, бути прив'язаним до місця найкращого живлення експлуатованого водоносного пласта, в якому виключено погіршення якості та зменшення дебіту свердловини в результаті її взаємодії з іншими водозаборами.



Найчастіше свердловини розташовують у долинах річок, ближче до відкритих водойм, проте не на ділянках, що затоплюються повинно. Для невеликих населених пунктів або окремих сільськогосподарських і виробничих підприємств свердловини передбачають біля водонапірної башти, розташованій у найвищій точці місцевості, і організовують при цьому загальну зону санітарної охорони.

Вибір експлуатаційного водоносного горизонту виконується так:

- слід вибирати водоносний пласт з високою якістю води, достатньої потужності та водозабезпеченості;
- забір з водоносного шару розрахункових витрат води не повинен порушувати екологічного стану прилеглої території, не знижувати рівнів води та водовіддачу горизонтів, якими користуються найближчі населені пункти;
- бажано використовувати водоносні горизонти з найменшою глибиною залягання від поверхні землі та найбільшою величиною гідростатичного напору;
- водоносна порода водоносного пласта повинна дозволяти застосовувати найбільш просту конструкцію фільтра.

При спорудженні свердловин найчастіше використовують роторний або ударно-канатний способи буріння.

Роторний спосіб в проекті рекомендується приймати при бурінні свердловин глибиною більше 100м. Для роторного буріння можуть бути рекомендовані установки ІБА-15В з початковим діаметром 490мм та максимальною глибиною буріння 500м або УРБ-3А з діаметром буріння 250...300 мм.

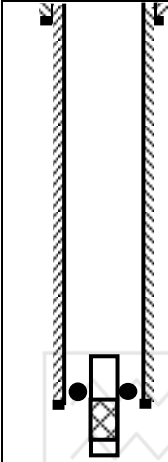
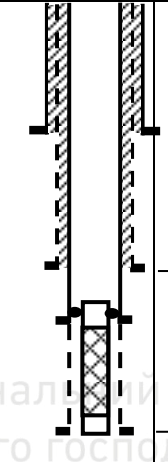
Ударно-канатний спосіб використовується для буріння свердловин заглибшки менше 100м. Ударно-канатне буріння може здійснюватись за допомогою установки УГБ-ЗУК з максимальним діаметром буріння 600мм на максимальну глибину 300 м.

Для одержання максимальної водозахоплюючої здатності свердловини необхідно забезпечити максимально можливий діаметр експлуатаційної колони. Співвідношення між діаметрами передостанньої і останньої колон труб приймається таким для роторного способу - 100 мм, для ударно-канатного - не менше 50 мм.

Глибина досконалої свердловини визначається глибиною залягання підосви наміченого до експлуатації водоносного пласта із заглибленням свердловини у водотривкий пласт на 1м. Експлуатаційний діаметр свердловини визначається в залежності від типу водопідйомного обладнання, глибини його занурення, діаметра та типу фільтра. Для будь-якого способу буріння верхня частина експлуатаційних колон труб повинна виступати над підлогою не менше ніж на 0,5 м. Робоча конструкція свердловини може бути прийнята за таблицею 3.1.

Потрібне співвідношення діаметрів доліт та обсадних труб при ударно – канатному бурінні наведено в таблиці 3.2.

Національний університет
та природокопостроування
Таблиця 3.1. Конструкції водозабірних свердловин

Роторне буріння			Ударно-канатне буріння		
Конструкція	діаметр, мм; довжина, м		Конструкція	діаметр, мм; довжина, м	
	при бурінні	при здачі		при бурінні	при здачі
	426	426			
	9	9		508	508
				с	с
				426	
		219		2с	324
	394	324			377 a-4
	a+1	a+1			a+1
	295	219		377	324
	б+1	б+1		б+1	б+1

Примітка: а - глибина до покрівлі; б - глибина до підшови водоносного пласта; с - вихід колони не більше 50 м, так щоб башмак зупинявся у щільних пластах; штрихові лінії — вилучені після буріння колони труб.

Таблиця 3.2. **Необхідне співвідношення діаметрів обсадних труб та розмірів доліт для ударно-канатного буріння**

Діаметр обсадної труби, мм		Діаметр башмака, мм	Зовнішній діаметр обточеної муфти, мм	Діаметр долота, мм
зовнішній	внутрішній			
168	152	192	184	148
219	203	243	235	198
273	255	294	287	248
324	305	346	339	298
377	355	396	391	345
426	404	447	441	395
508	486	544	534	480

Башмак попередньої колони труб бажано зупиняти в щільних породах. Остання експлуатаційна колона повинна проходити повністю водоносний пласт, входити у підшову водоносного пласта на 1,0...1,5м, а після встановлення фільтра повинна підійматись до повного оголення фільтра. По закінченню проходки зайві колони обсадних труб, які були призначені для

тимчасового закріплення стінок свердловини в процесі буріння, вилучають. Діаметри обсадних колон у відповідності до діаметра доліт призначають для роторного способу буріння за таблицею 3.3.

Таблиця 3.3. Необхідні розміри доліт при роторному бурінні та потреба цементу на 1 м затрубного простору

Зовнішній діаметр обсадної колони, мм	Розмір долота, мм	Маса сухого цементу, кг	Зовнішній діаметр обсадної колони, мм	Розмір долота, мм	Маса сухого цементу, кг
114	243	43		394	81
168	269	40	324	394	43
	295	55		445	86
219	295	37	377	445	70
	346	67		490	100
273	346	50	426	490	55

Тип фільтра водозабірної свердловини визначають залежно від характеристики порід водоносного пласта (насамперед від параметру $d_{50\%}$ - розміру частинок, дрібніші від яких становлять 50% породи водоносного шару та глибини свердловини) за [1, 2; 4, с. 93]. В проєкті прийняти при $d_{50\%}$ більше 0,25 мм сітчасті фільтри, менше 0,25 мм – гравійні (обсипні для ударно-канатного способу, кожухові - для роторного).

Для обсіпки гравійних фільтрів використовують пісок, гравій, піщано-гравійну суміш. Склад матеріалу обсіпки першого шару

$$D_{50} = (8 \dots 12) d_{50\%}, \quad (3.1)$$

де $d_{50\%}$ — розмір частинок водоносного шару, дрібніші від яких становлять 50% , мм.

Товщина шарів обсіпки приймається: для кожухових фільтрів не менше 30мм; для обсіпних фільтрів — не менше 50мм. При глибині свердловини до 50м надфільтрова труба фільтрової колони повинна мати сальник та довжину не менше 3м, при більшій глибині - не менше 5м, довжина відстійника не повинна перебільшувати 2м.

Для досконалої свердловини у більшості випадків розрахункова довжина робочої частини фільтра, м

$$L_{\phi} = 0,8 \cdot m, \quad (3.2)$$

де m - потужність водоносного пласта, м.

Водозахоплююча здатність свердловини, $\text{м}^3/\text{год}$

$$q_{св} = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot L_{\phi} \cdot V_{дон}}{24}, \quad (3.3)$$

де D_{ϕ} - діаметр фільтра, м;

$V_{дон}$ - допустима вхідна швидкість, м/доб.

Діаметр фільтра з обсіпкою, м

$$D_{\phi} = D_{кар} + 2t, \quad (3.4)$$

Національний університет
 Таблиця 3.4. Проектний геолого-технічний розріз розвідницько-експлуатаційної свердловини для ударно-канатного буріння

Номер шару	Товщина шару, м	Глибина підшви, м	Абсолютна відмітка, м	Назва породи	Статичний рівень	Конструкція свердловини		
						Ударно-канатний спосіб	Діаметр, мм, довжина, м обсадних труб	
							при бурінні	при здачі
1	14	14	38	Рослинний шар суглинок		▽ 52,0		
2	5	19	33	Суглинок				
3	27	46	6	Глина жирна			508	508
							40	40
4	34	80	-28	Глина різної щільності			426	
							78	
5	8	88	-36	Глина з піском				273
								84
6	25	113	-61	Пісок водоносний			377	
							89	
7	5	118	-66	Глина			377	273
							114	114

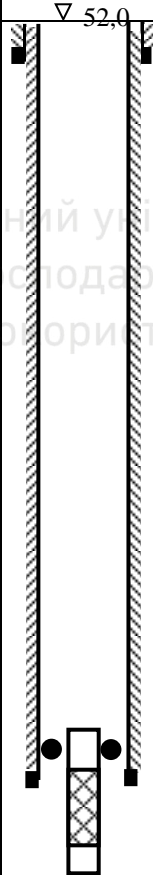
де $D_{кар}$ - діаметр каркаса, м;

t - товщина обсіпки, м.

Діаметр сітчастого фільтра, м

$$D_{ф} = D_{кар} + 2t_1 + 2t_2 + 2t_3, \quad (3.5)$$

Таблиця 3.5. Проектний геолого-технічний розріз розвідницько-експлуатаційної свердловини для роторного способу буріння

Номер шару	Товщина шару, м	Глибина підшови, м	Абсолютна відмітка, м	Назва породи	Статичний рівень, м	Конструкція свердловини		
						Роторний	Діаметр, мм довжина, м	
							при бурінні	при здачі
1	14	14	38	Рослинний шар та суглинок	20 (32,0) ↑ 	490	426	
2	8	22	30	Супісок		9	9	
3	5	27	25	Пісок				
4	15	42	10	Глина піщана				
5	24	66	-14	Глина жирна				
6	12	78	-26	Глина з піском				
7	4	82	-30	Пісок водонос.				
8	15	97	-45	Глина жирна, дуже щільна				
9	10	107	-55	Глина з піском				
10	6	113	-81	Пісок водон.				
11	14	127	-75	Глина жирна різної щільна			219	
12	25	152	-100	Пісок водоносний			123	
13	5	157	-105	Глина			394	324
						128	128	
						295	219	
						153	153	

Допустима вхідна швидкість, м/доб



- для сітчастих й дрітчастих фільтрів $V_{дон} = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}}$, (3.6)

- для обсіпних та кожухових $V_{дон} = 1000 K_{\phi} \left(\frac{d_{50\%}}{D_{50\%}} \right)^2$, (3.7)

де K_{ϕ} - коефіцієнт фільтрації, м/доб.

При наявності гідрогеологічних досліджень пониження статичного рівня води в свердловині, м визначається

$$S_o = \frac{q_{св}}{q_{нит}}, \quad (3.8)$$

де $q_{нит}$ – питомий дебіт свердловини, л / (с м²).

Для забезпечених водою з водоносних пластів великої потужності або великого дебіту при бурінні досконалої свердловини у формулі 3.3 можна задаватися меншими значеннями D_{ϕ} і L_{ϕ} , ніж вказувалось раніше. Проте діаметр фільтра не повинен бути меншим 0,114 м, а при визначенні зниження через питомий дебіт враховується недосконалість свердловини.

Кількість робочих свердловин, шт

$$n_{роб} = \frac{Q_{oc}}{q_{св}}, \quad (3.9)$$

де Q_{oc} – повна продуктивність водозабору, м³/доб, яку визначають

$$Q_{oc} = \alpha Q_{d.max} \quad (3.10)$$

де α – коефіцієнт, який враховує витрати води на власні потреби ($\alpha = 1,03 \dots 1,04$).

При розрахунках значення $n_{роб}$ заокруглюють до цілого в більший бік.

Відстань між свердловинами для напірних водоносних горизонтів можна прийняти 50...70м при $d_{50\%}$ 0,1...0,25мм та 100...150м при $d_{50\%}$ 0,25...0,5мм або за [4, табл. 4.7].

Розрахунковий дебіт однієї свердловини, м³/год

$$q_{1св} = \frac{Q_{oc}}{n_{роб}}. \quad (3.11)$$

При кількості робочих свердловин до 4 слід прийняти одну резервну.

Для постійної експлуатації в свердловині встановлюються занурені насоси, які підбираються за їх подачею та необхідним напором, м

$$H_n = S + H_{с.р.} + H_{\phi} + h_{в.м} + \sum h, \quad (3.12)$$

де $H_{с.р.}$ – глибина статичного рівня від поверхні землі, м;

$h_{в.т}$ – втрати напору у водопідіймальній трубі від насоса до гирла свердловини (орієнтовно $h_{в.т} = 5 \dots 7$ м);

$\sum h$ – втрати напору у водоводі від найбільш віддаленої свердловини до збірного резервуара або водоочисної станції, м (прийняти 15м);

$H_{\phi} = 0,5 \dots 1$ м – необхідний напір на водоочисній установці або біля резервуара.

Підібраний насос (занурені насоси типу ЕЦВ або WILO) [4] перевіряють на



можливість його встановлення в експлуатаційній колоні. У випадку неможливості встановлення цього насоса в свердловину використовують насос меншої подачі. При цьому дебіт свердловин зменшиться, а їх кількість збільшиться.

3.2. Зони санітарної охорони

Межа першого поясу ЗСО встановлюється на відстані 30м від свердловини, в плані квадрат 60х60 м, огорожений металевою сіткою з чотирма нитками колючого дроту на кронштейнах із внутрішньої сторони.

Розміри другого поясу підземних водозаборів встановлюються виходячи з часу просування води з мікробними забрудненнями:

- для ґрунтових вод, які мають гідравлічний зв'язок з відкритими водоймами - 400 діб;
- для ґрунтових вод при відсутності такого зв'язку - 400 діб (для III і IV кліматичних районів - 200 діб);
- напірних і безнапірних міжпластових вод з гідравлічним зв'язком з відкритою водоймою — 200 діб;
- те ж саме, але без гідравлічного зв'язку - 200 діб (для III і IV кліматичних районів допустимі 100діб)

Розміри третього поясу підземного водозабору встановлюються виходячи з часу просування води з хімічними забрудненнями протягом 25 років.

Для визначення ширини ЗСО, м для підземного джерела можна користуватися виразом, коли відсутній природний побутовий потік

$$R = \sqrt{\frac{Q_{oc} \cdot T_p}{\pi \cdot m \cdot \Pi}}, \quad (3.13)$$

де R – відстань від межі зони при відсутності побутового потоку підземних вод, м;

Q_{oc} – продуктивність водозабору, м³/добу;

T_p – розрахунковий час просування забруднень до водозабору, діб;

m – потужність водоносного пласта, м;

Π – активна поруватість.

4. ПРОЕКТУВАННЯ ВОДООЧИСНИХ СПОРУД

Методи обробки води і потрібний склад споруд призначаються залежно від продуктивності станції, якісних показників води джерела, які найчастіше не відповідають вимогам до питної води, а також від конкретних місцевих умов (позитивного або негативного досвіду, дефіцитності матеріалів і обладнання, перспектив розвитку тощо).

На водоочисних станціях обробки підземних вод найчастіше використовують технологічні процеси знезалізнення, а при обробці поверхневих вод здійснюють процеси прояснення, знебарвлення. В усіх випадках передбачається знезаражування води, яке найчастіше здійснюється хлоруванням її рідким хлором. Очищена вода повинна задовольняти вимогам

Продуктивність водоочисної станції розрахована в розділі 3, формула 3.10.

Якщо продуктивність станції до 3200 м³/доб та вмісті заліза до 5мг/дм³, то застосовують установки за напірною схемою (рис. 5.1).

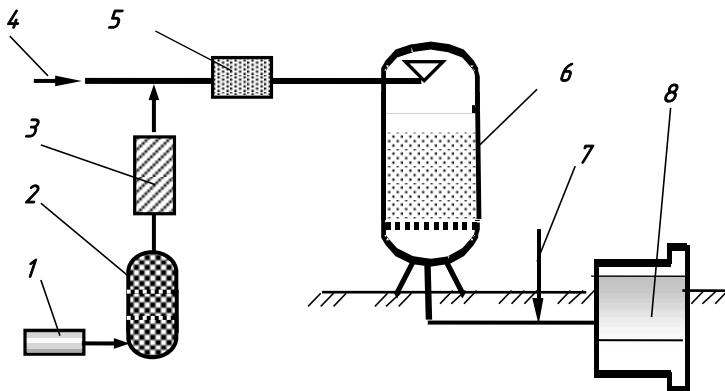


Рис. 4.1. Технологічна схема станції знезалізнєння води

1-компресор; 2- повітрязбірник; 3- редукційний клапан; 4- подача вихідної води; 5- змішувач; 6- напірний фільтр; 7- введення хлору для знезараження; 8-резервуар чистої води

Потрібне для окислення заліза повітря подає компресор. Витрати повітря,

$$Q_{пов} = q \cdot m \cdot C \cdot 10^{-3}, \quad \text{м}^3/\text{год} \quad (4.1)$$

де q - розрахункова продуктивність станції, м³/год;

m - витрати повітря на окислення заліза (2л на 1мг заліза);

C - концентрація заліза, мг/дм³.

Потрібна площа фільтрів, м² може бути визначена за формулою

$$F = \frac{Q_{oc} \cdot V}{24}, \quad (4.2)$$

де V - швидкість фільтрування, м/год .

Використовують напірні фільтри діаметром $D = 1; 2; 3,4$ м, які завантажені кварцевим піском крупністю 0,8...1,8мм, коефіцієнтом неоднорідності 1,5...2, товщиною шару 1м, розрахунковою швидкістю фільтрування 5...7 м/год або крупністю 1...2мм, товщиною шару 1,2м та швидкістю фільтрування 7...10 м/год.

Потрібна кількість фільтрів дорівнює

$$N = \frac{4F}{3,14D^2}, \quad (4.3)$$

Результат заокруглюється в більший бік до цілих, але фільтрів повинно бути не менше двох. Для знезаражування підземної води рекомендується вводити хлор дозою 1мг/л. Годинні витрати хлору для хлорування , кг/год,



$$q_{\text{хл}} = \frac{Q_{\text{ос}} \cdot D_{\text{хл}}}{24 \cdot 1000}, \quad (4.4)$$

де $Q_{\text{ос}}$ - повна продуктивність очисної станції, м³/доб;

$D_{\text{хл}}$ - доза хлору, мг/дм³.

За годинними витратами хлору підбираються вакуумні хлоратори, найчастіше АХВ-1000 (раніше ЛОНИИ-100). Можливі діапазони продуктивності їх застосування - 0,08...0,72; 0,21...1,28; 0,4...2,05 м³/год.

Загальні добові витрати хлору на станції, кг/доб

$$Q_{\text{доб.хл}} = q_{\text{хл}} \cdot T, \quad (4.5)$$

де $q_{\text{хл}}$ - витрати хлору для первинного хлорування, кг/год;

T - тривалість роботи хлоратора за добу, год.

Хлор доставляють в балонах місткістю $W = 55; 100$ л або в бочках місткістю $W = 625; 1250$ л. Необхідна кількість балонів або бочок для кожної добової заміни в хлораторній, шт

$$N_{\text{бал}} = \frac{Q_{\text{доб.хл}}}{1,25 \cdot W}. \quad (4.6)$$

Кількість витратних балонів (бочок) в хлораторній, шт

$$n_{\text{бал}}^{\text{випр}} = \frac{Q_{\text{доб.хл}}}{T \cdot S}. \quad (4.7)$$

де S - зняття хлору (з одного балона 0,5...0,7 кг/(год·м²), з бочки 3 кг/(год·м²) при площі поверхні бочок 4м² або 5,6м².

Запас балонів (або бочок) на витратному складі, шт

$$N_{\text{скл}} = \frac{30 \cdot Q_{\text{доб.скл}}}{1,25 \cdot W}. \quad (4.8)$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **ВБН 46/33—2.5—5—96.** Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. - К., 1996. - 152 с.
2. **ДБН В.2.5 - 74:2013 .** Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013 – 180с.
3. **ДСанПІН 2.2.4-171-10.** Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Наказ № 400 Мінохорони здоров'я від 12.05. 2010р., 2010 – 32с.
4. **Орлов В.О., Зошук А.М.** Проектування систем сільськогосподарського водопостачання. – Рівне: НУВГП, 2005.- 252с.
5. **Орлов В.О., Зошук А.М.** Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення. Підручник . – Рівне: УДУВГП, 2002.- 203с.
6. **Орлов В.О., Тугай Я.А., Орлова А.М.** Водопостачання та водовідведення. Підручник . – К.: Знання, 2011.- 359с.
7. **Тугай А.М., Орлов В.О., Шадура В.О.** Бурова справа в водопостачанні. Підручник. – Рівне: НУВГП, 2004.-268с.



8. **Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф.** Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. – М.: Стройиздат, 1984. – 117с.

9. **Хоружий П.Д., Орлов В.О** та ін. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації. –К. : Урожай, 1992. - 294с.

ДОДАТКИ

Додаток 1.

Розподіл добових витрат води за годинами, %, для комунального сектора

Години доби	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,5	3	4,2
0-1	1,5	1	1	0,9	0,85	0,75	0,6	0,6	0
1-2	1,5	1	1	0,9	0,85	0,75	0,6	0,6	0
2-3	1,5	1	1	0,9	0,85	1	1,2	0,6	0
3-4	1,5	1	1	1	1	1	2	0,6	0
4-5	2,5	2	2	1,35	2,7	3	3,5	0,6	0,7
5-6	3,5	3	3	3,85	4,7	5,5	3,5	1,4	0,3
6-7	4,5	5	5	5,2	5,35	5,5	4,5	2,1	0,7
7-8	5,5	6,5	6,5	6,2	5,85	5,5	10,2	3,9	4,2
8-9	6,25	6,5	6,5	5,5	4,5	3,5	8,8	8,1	5
9-10	6,25	5,5	5,5	5,85	4,2	3,5	6,5	6,5	4,2
10-11	6,25	4,5	4,5	5	5,5	6	4,1	5,2	4,1
11-12	6,25	5,5	5,5	6,5	7,5	8,5	4,1	4,9	2,1
12-13	5	7	7	7,5	7,9	8,5	3,5	3,9	2,8
13-14	5	7	7	6,7	6,35	6	3,5	4,3	2,8
14-15	5,5	5,5	5,5	5,35	5,2	5	4,7	3,9	3,1
15-16	6	4,5	4,5	4,65	4,8	5	6,2	3,1	3,4
16-17	6	5	5	4,5	4	3,5	10,4	3,9	10,2
17-18	5,5	6,5	6,5	5,5	4,5	3,5	9,4	5,3	7
18-19	5	6,5	6,5	6,3	6,2	6	7,3	8,5	6,7
19-20	4,5	5	5	5,35	5,7	6	1,6	9,5	10,2
20-21	4	4,5	4,5	5	5,5	6	1,6	12,5	17,4
21-22	3	3	3	3	3	3	1	6,9	13,6
22-23	2	2	2	2	2	2	0,6	2,1	1,2
23-24	1,5	1	1	1	1	1	0,6	1	0,3
Разом	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Розподіл добових витрат води за годинами, %, для тваринницьких комплексів

Години доби	Ферма молочна	Ферма ВРХ на 800 голів ($K_f = 1,89$)	Коровник на 400 голів ($K_f = 1,99$)	Свиноферма на 20 тис. голів $K_f = 2,2$)	Свинарник на 2 тис. голів ($K_f = 3,33$)	Свиноферма до 1 тис. голів	Вівчарська ферма
0-1	0,5	2	0,5	2,1	1,6	0,9	
1-2	1	1,0	0,5	2,1	1,6	0,5	
2-3	0,5	1,0	0,3	2,1	1,6	0,5	
3-4	0,5	1,5	1,0	2,1	1,6	0,5	
4-5	2,2	3,0	3,2	2,1	1,6	10,2	16,5
5-6	2,2	4,5	4,0	2,1	1,6	9,5	16,5
6-7	4,7	5,8	8,1	5,3	5,2	6,5	
7-8	4,7	7,9	8,0	7,3	7,1	3,2	
8-9	10,2	5,2	5,0	7,4	7,1	3,2	
9-10	5,4	3,0	4,0	9,2	13,9	2	
10-11	7,2	3,0	3,0	5,4	3,3	3,3	
11-12	6,1	4,5	3,2	3,3	2,5	3,3	16,7
12-13	4,2	4,8	3,2	3,3	2,5	7,4	16,7
13-14	9,1	6,0	4,5	3,5	2,7	5,3	
14-15	6,6	7,5	7,0	3,5	2,7	3,4	
15-16	2	5,8	8,3	7,2	7,2	3,4	
16-17	4,2	4,0	5,0	9,0	13,9	5,2	
17-18	3,6	4,2	3,2	7,0	7,2	6,9	
18-19	8,2	4,9	3,0	5,1	5,1	9,2	16,8
19-20	7,2	5,0	5,1	2,3	2,0	7,4	16,8
20-21	3,5	6,0	6,5	2,3	2,0	4,3	
21-22	4,6	4,4	8,1	2,3	2,0	1,3	
22-23	0,8	3,0	3,3	2,0	2,0	1,3	
23-24	0,8	2,0	2,0	2,0	2,0	1,3	
Разом	100	100	100	100	100	100	100



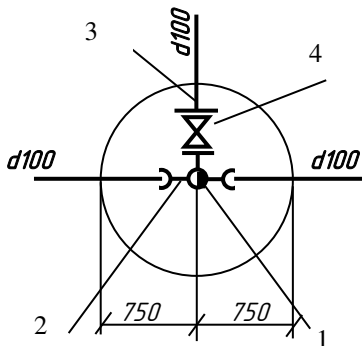
**Граничні витрати $q_{гр}$, л/с при значеннях економічного чинника
 $\Xi_1=0,75$**

Діаметри умовного проходу, мм	Чавунні труби	Сталеві труби	Пластмасові труби	Залізо- бетонні труби
100	4,4-7,3	8,1-11,7	2,6-4,4	---
125	7,3-11,6	11,7-16,6	4,4-7	---
150	11,6-19,6	16,6-21,8	7-13,2	---
175	---	21,8-29,2	---	---
200	19,6-35,5	29,2-46	13,2-31,1	---
250	35,5-57	46-71	31,1-49,9	---
300	57-83,8	71-103	49,9	---
350	83,8-116	103-140	---	---
400	116-153	140-184	---	---
450	153-197	184-234	---	---
500	197-273	234-315	---	---
600	273-402	315-443	---	228-356
700	402-560	443-591	---	356-519
800	560-749	591-776	---	519-725
900	749-970	776-987	---	725-969
1000	970-1338	987-1335	---	969-1406
1200	1338	1335-1919	---	1406-2191
1400	---	1919-2455	---	2191-2949
1500	---	2455-2838	---	2949-3515
1600	---	2838	---	3515-4455

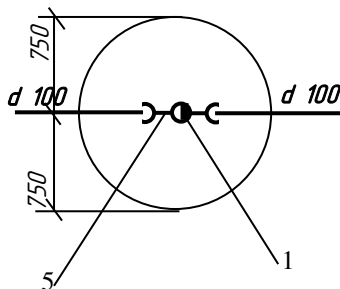


Деталювання ділянки водопровідної мережі

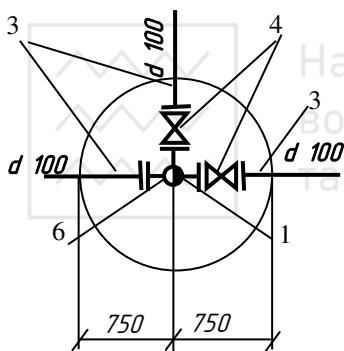
ПГ-1



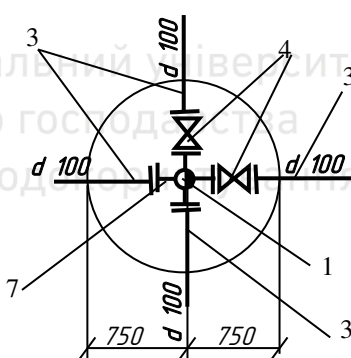
ПГ-2



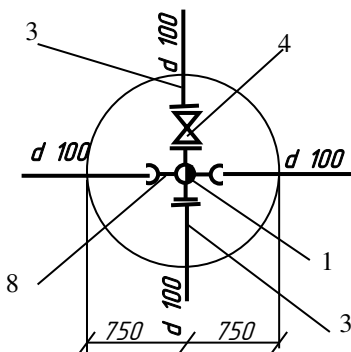
ПГ-3



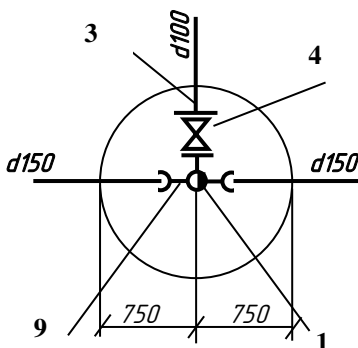
ПГ-4



ПГ-5



ПГ-6



Специфікація фасонних частин та арматури

Поз	Позначення		Назва	Розміри, мм		Колодязі						Всього, шт	Маса, кг
	на схемі	в докум		D/d	L/l	ПГ-1	ПГ-2	ПГ-3	ПГ-4	ПГ-5	ПГ-6		
1		ПГ	Пожежний гідрант	125	750	1	1	1	1	1	1	6	90
2		ППТРФ	Трійник розтруб-фланець з пожежною підставкою	100/100	200/250	1	-	-	-	-	-	1	62
3		ПФГ	Патрубок-фланець гладкий кінець	100	1200	1	-	3	4	2	1	11	34
4		30ч6бр	Засувка	100	230	1	-	2	2	1	1	7	39,5
5		ППР	Пожежна підставка розтрубна	100	200	-	1	-	-	-	-	1	42
6		ППТФ	Трійник фланцевий з пожежною підставкою	100/100	200/200	-	-	1	-	-	-	1	42
7		ППКФ	Хрест фланцевий з пожежною підставкою	100/100	200/200	-	-	-	1	-	-	1	53
8		ППКРФ	Хрест розтруб-фланець з пожежною підставкою	100/100	200/200	-	-	-	-	1	-	1	50,5
9		ППТФ	Трійник розтруб - фланець з пожежною підставкою	150/100	200/200	-	-	-	-	-	1	1	55,5

Параметри водонапірних башт та резервуарів чистої води

А) Водонапірні башти

Тип башти	Місткість, м ³	Діаметр бака (опори), м	Висота бака, м	Висота стовбура, м
Цегляна з металевим баком	15	3,0	2,8	6...9
	25	3,0	4,4	9...21
	50	3,0	7,6	9...24
	100	5,0	6,5	12...24
	150	5,0	8,0	18...24
	200	6,5	6,8	18...24
	300	8,0	7,2	15...36
Уніфікована сталева	15	1,22	-	12
	25	1,22	-	12...15
	50	2,0/3,0 2	-	15...18

Примітка. Висоту стовбура приймають кратною 3.

Б) Резервуари чистої води

Місткість резервуару, м ³	Розміри резервуару, м				
	Круглого		Прямокутного		
	діаметр	висота	ширина	довжина	висота
50	6	1,8	3	6	3,6
100	6	3,6	6	6	3,6
250	9	3,6	6	12	3,6
500	12	4,8	12	12	3,6
1000	18	4,8	12	18	4,8
2000	24	4,8	18	24	4,8
3000	30	4,8	24	30	4,8
5000	—	—	36	30	4,8
6000	—	—	36	36	4,8
8000	—	—	36	48	4,8
10000	—	—	48	48	4,8
15000	—	—	54	60	4,8

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

№ п/п	Найменування показника	Один. виміру	Цифра шифру завдання									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Тварини в особистому утриманні :											
	-корови	гол.	700	600	-	-	-	-	630	-	-	-
	-свині	гол.	-	-	400	700	-	-	-	810	-	-
	-вівці	гол.	-	-	-	-	1900	1700	-	-	1080	1500
2	Вид поливної території		квітники	овочеві культури	плодові дерева	зелені насадження	плодові дерева	овочеві культури	квітники	зелені насадження	квітники	плодові дерева
3	Площа поливу	га	1,0	1,3	0,9	3,0	1,0	1,5	2,0	1,8	2,1	1,7
4	Промислове підприємство		молочарня	м'сожирове (свинина)	плодоовочеві консерви	хлібопекарня	сироварня	м'сожирове (баранина)	цукровий завод	олійницьке виробництво	маслоробний завод	цегельний завод
5	Продуктивність промислового підприємства	один./добу	10т молока	12 т м'яса	80тис. банок	30 т хліба	12 т молока	15 т м'яса	10 т	200 т насіння	80 т молока	150 тис. шт
6	Ферма		молочна	свинна	вівчарська	молочна	свинна	вівчарська	молочна	свинна	вівчарська	молочна
7	Кількість голів	гол	1000	2000	6000	1500	3000	10000	2000	4000	8000	2500

Додаток 7.

№ п/п	Найменування порід (літологічний опис)	Потужність породи, м									
		Цифра шифру завдання									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Рослинний шар та легкий суглинок	3	5	7	4	2	6	8	1	9	10
2	Супісок	35	17	22	10	23	11	12	8	9	-
3	Пісок крупнозернистий, водоносний (1-й водоносний горизонт, вода сильно мінералізована)	5	8	3	7	10	13	19	2	6	12
4	Глина піщана	22	5	7	10	3	4	-	8	13	32
5	Піщаник твердий	17	56	5	25	5	15	28	15	4	7
6	Глина з прошарками піску	6	4	2	11	24	36	6	1	10	7
7	Пісок дрібнозернистий, водоносний, пливун (2-й водоносний горизонт, малодебітний)	7	5	8	4	9	3	2	6	1	10
8	Глина жирна, щільна	25	13	23	5	-	8	23	9	10	18
9	Сланець кристалічний	10	3	8	16	45	2	-	23	13	5
10	Пісок водоносний (3-й водоносний горизонт, вода доброї якості)	34	18	55	20	29	65	19	25	-	9
11	Глина тверда, міцна	30	10	4	6	8	35	4	5	25	20
12	Крейда тріщинувата, водоносна (4-й водоносний горизонт, вода доброї якості)	-	35	-	21	-	10	-	13	27	18
13	Глина жирна, різної щільності	23	11	12	7	12	6	9	4	10	5

Додаток 8.

№ п/ п	Найменування показника	Од. вим	Цифра шифру завдання									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Додаткові відомості про свердловину												
1	П'ятидесятивідсотковий діаметр зерен, $d_{50\%}$	мм	0,32	0,45	0,25	0,56	0,24	0,4	0,5	0,64	0,22	0,44
2	Коефіцієнт неоднорідності, K_n		1,9	2	3,4	1,5	2,3	3	1,8	2,5	2,7	2,9
3	Коефіцієнт фільтрації, K_f	м/доб	23	25	17	24	16	23	18	30	15	26
4	Питомий дебіт, $q_{\text{пит}}$	м³/год · м	5,5	1,9	4	3,2	1,5	4,5	6	1,8	2	4,9
5	Глибина залягання статичного рівня від гирла, $H_{\text{ст}}$	м	10	23	30	6	15	13	28	5	17	20
6	Вміст заліза у воді обраного водоносного горизонту	мг/дм³	3	7	4	5	2	10	6	3,5	5,5	4,3



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування