Білий В. Б., Босак М. П. (керівник). Водопостачання селища Дашава Львівської обл. (2300 мешканців) з дослідженням моделі водяної завіси. Магістерська кваліфікаційна робота. – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2025.

Розширена анотація

Магістерську кваліфікаційну роботу виконано на підставі завдання, виданого кафедрою гідротехніки та водної інженерії, діючих в Україні державних нормативних документів [1–3], а також довідкових матеріалів з водопостачання.

Розроблено проєкт системи водопостачання селища Дашава Львівської обл. з розрахунковою кількістю мешканців 2300 осіб. Підземні води, які забирають за допомогою свердловин, надходять на споруди підготовки води, де їх знезалізнюють на фільтрах та знезаражують ультрафіолетовим випромінюванням. Насосна станція другого підйому подає воду у водопровідну кільцеву мережу селища Дашава, гідравлічний розрахунок якої проведено з використанням [4]. Це дозволило обчислити п’єзометричні напори по ділянках водоводів. Як регулювальні місткості підібрано водонапірну башту та резервуари чистої води. Кінцевим споживачем води є житлові будинки та підприємства.

Запропоновано класифікацію водяних дренчерних завіс залежно від кута орієнтації розпилювача відносно площини захисту. Показано, що точність вимірювань відповідає інженерним розрахункам. Фізичний експеримент при дослідженні модельної водяної дренчерної завіси добре відповідає математичному.

Складено локальні кошториси на будівельні роботи з влаштування зовнішньої водопровідної мережі з чавунних напірних труб (І варіант) та сталевих електрозварних прямошовних труб (ІІ варіант).

Об’єкт дослідження – система водопостачання селища Дашава Львівської обл.

Предмет дослідження – гідравлічний режим роботи системи водопостачання селища Дашава Львівської обл.

Мета дослідження: визначення розрахункових витрат води, діаметрів водоводів, розрахунок регулювальних ємностей, водозабірних споруд, очисних споруд, насосної станції, складання локальних кошторисів на будівельні роботи з влаштування зовнішньої водопровідної мережі; фізичне моделювання водяної завіси.

Результати дослідження.

1. Визначено розрахункові витрати води.
2. Запроєктовано водозабірні споруди підземних вод.
3. Запроєктовано водопровідні очисні споруди.
4. Запроєктовано водопровідну мережу.
5. Проведено гідравлічний розрахунок водопровідної мереж.
6. Запроектовано регулювальні місткості.
7. Проведено огляд використання водяних завіс.
8. Проаналізовано основні характеристики дренчерних розпилювачів.
9. Показано, що запроектований розподільний трубопровід має рівномірний

розподіл витрат по довжині.

10. Проведено оцінку впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві водопровідної системи.

11. Складено локальні кошториси на будівельні роботи з влаштування зовнішньої водопровідної мережі.

Ключові слова: свердловина, фільтр, водопровідна мережа, водонапірна башта, резервуар чистої води, водяна завіса, дренчерний розпилювач, розподільний трубопровід.

Перелік використаних літературних джерел

1. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 172 с.

2. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2012. – 207 с.

3. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Ч.І. Проектування. Ч.ІІ. Будівництво. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 105 с.

4. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – 336 с.

Bilyi V. B., Bosak, M. P. (supervisor). Water supply system in Dashava (2300 inhabitants), Lviv Region with a study of the water curtain model. Master thesis. – Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2025.

Extended abstract.

Master thesis was performed on the basis of the task, state regulations [1–3], as well as reference materials on water supply.

A project for the water supply system in Dashava (2300 inhabitants), Lviv Region, has been designed. Groundwater, which is taken by means of wells, enters water treatment facilities, where it is deironed on filters and disinfected with ultraviolet radiation. The second-lift pumping station supplies water to the water supply ring network of the village of Dashava, the hydraulic calculation of which was carried out using [4]. This allowed us to calculate the piezometric pressures along the sections of the water supply lines. A water tower and clean water tanks were selected as regulating capacities. The ultimate consumers of water are residential buildings and enterprises.

A classification of water spray curtains is proposed depending on the cone angle of orientation of the water sprayer relative to the protection plane. It is shown that the accuracy of measurements corresponds to engineering calculations. The physical experiment in the study of a model water spray curtain corresponds well to the mathematical one.

Local estimates have been prepared for construction work on the installation of an external water supply network made of cast iron pipes (option I) and steel electric-welded straight-seam pipes (option II).

Study object – water supply system in Dashava, Lviv Region.

Scope of research – hydraulic operating mode of the water supply system of Dashava, Lviv region.

Goal of research: determining estimated water consumption, diameters of water pipes, calculation of regulating capacities, water intake structures, water treatment structures, pumping stations, preparation of local estimates for construction work on the installation of an external water supply network, physical modeling of a water spray curtain.

Briefly put research results.

1. The estimated water consumption was determined.
2. Groundwater intake structures were designed.
3. Water treatment structures were designed.
4. The water supply network was designed.
5. The hydraulic calculation of the water supply network was carried out.
6. The regulating capacities were designed.
7. A review of the use of water spray curtains was conducted.
8. The main characteristics of the water sprayers were analyzed.
9. It was shown that the designed range pipe has a uniform flow distribution along its length.

10. An assessment of the environmental impacts during the design and construction of the water supply system was carried out.

11. Local estimates were drawn up for construction work on the installation of an external water supply network.

Keywords: well, filter, water supply network, water tower, water storage tank, water spray curtain, water sprayer, range pipe.

References.

1. DBN V.2.5-74:2013. Vodopostachannia. Zovnishni merezhi ta sporudy. Osnovni polozhennia proektuvannia. – K.: Minrehion Ukrainy, 2013. – 172 s.

2. DBN V.2.5-75:2013. Kanalizatsiia. Zovnishni merezhi ta sporudy. Osnovni polozhennia proektuvannia. – K.: Minrehion Ukrainy, 2013. – 128 s.

3. DBN V.2.5-64:2012. Vnutrishnii vodoprovid ta kanalizatsiia. Ch.I. Proektuvannia. Ch.II. Budivnytstvo. – K.: Minrehion Ukrainy, 2013. – 105 s.

4. Shevelev F. A., Shevelev A. F. Tablitsy dlia hidravlicheskoho raschota vodoprovodnykh trub: Sprav. posobie. – M.: BASTET Ltd., 2007. – 336 s.

ЗМІСТ

Стор.

Вступ

В інтересах теперішнього і майбутнього поколінь в Україні питання охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання водних ресурсів набувають великого значення. Тому є потреба в будівництві спеціальних споруд поліпшення якості, подавання і розподілу води. Це можливо тільки у разі системного підходу до розв'язання питань комплексного використання води з урахуванням інтересів усіх її споживачів, а також за умови підвищення інтенсивності роботи діючих та будівництва нових систем водопостачання.

Забезпечення населення чистою доброякісною водою має велике гігієнічне значення, а зростання благоустрою населених пунктів України дало поштовх до розвитку водопостачання.

Як джерела водопостачання сільських населених пунктів в першу чергу використовують підземні води, які мають підвищений вміст мінеральних забруднень, найчастіше заліза. У зв'язку з цим при проектуванні систем водопостачання з великої кількості розроблених високоефективних установок для покращення якості природної води необхідно обрати (за техніко-економічними показниками) такі, які б забезпечували швидкість і легкість монтажу, були б компактними, простими та надійними в експлуатації. Це спростить процес проектування і наступного спорудження.

1. Вихідні дані

1.1. Загальний опис роботи

Магістерську кваліфікаційну роботу (МКР) на тему "Водопостачання селища Дашава Львівської обл. (2300 мешканців) з дослідженням моделі водяної завіси" виконано на основі завдання, виданого кафедрою гідротехніки та водної інженерії Національного університету "Львівська політехніка", та діючих нормативних документів.

МКР запроєктовано централізовану систему питного водопостачання селища Дашава. Водорозбір здійснюватиметься водорозбірними приладами в помешканнях мешканців. Водопровідна мережа запроектована з металевих труб. Для надійності подачі води водопровідна мережа є кільцевою. Водозабір є з підземних джерел за допомогою свердловин. На майданчику водозабору розташована насосна станцією першого підйому.

Підземні води водоносних горизонтів мають підвищений вміст заліза, що може викликати підвищену корозійність водопровідних мереж. Тому передбачено знезалізнення води фільтруванням на фільтрах. Після очищення проводять знезараження УФ-променями.

При дослідження моделі водяної завіси: запропоновано класифікацію водяних дренчерних завіс залежно від кута орієнтації розпилювача відносно площини захисту; показано, що точність вимірювань відповідає інженерним розрахункам; фізичний експеримент при дослідженні модельної водяної дренчерної завіси добре відповідає математичному.

Дашава є центром Дашавського старостинського округу Стрийської міської територіальної громади. До цього округу входять такі населені пункти: селище Дашава, с. Олексичі, с. Гайдучина, с. Щасливе, с. Йосиповичі, с. Загірне **[1]**.

Селище Дашава розташоване за 12 км від м. Стрий, за 6 км від найближчої залізничної станції Ходовичі. Через поселення проходить шосейна дорога Стрий–Галич **[2]**.

1.2. Характеристика району будівництва та рельєф

Селище Дашава є в III кліматичному районі за архітектурно-будівельним кліматичним районуванням – Українські Карпати, підрайон IIIA – Карпатський **[3, рис. 1, табл.1]**.

За фізико-географічним районуванням Дашава є в Стрийському передгір'ї Дністерського Передкарпаття Карпатської гірсько-лісової області висотної поясності Карпат **[4, с.12]**.

У Дашаві є дернові опідзолені оглеєні та дернові й лучні ґрунти **[4, с.34]**.

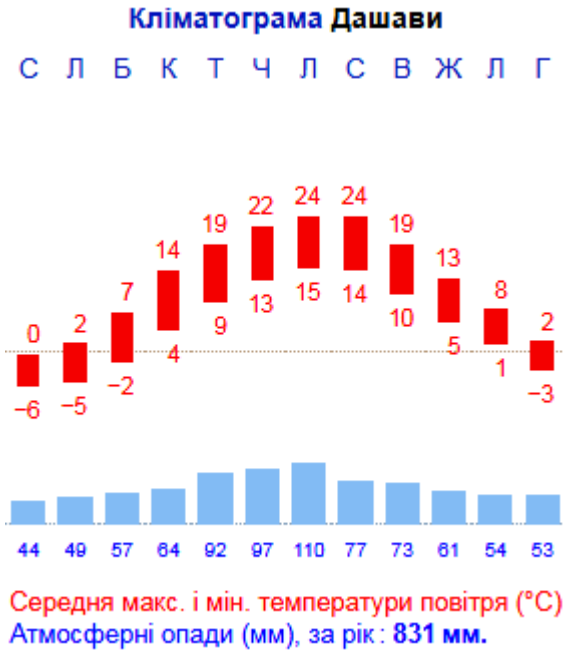
Через Дашаву тече потік Басівка і впадає в річку Бережниця **[2]**, яка належить до карпатської частини басейну ріки Дністер **[4, с.52]**.

1.3. Кліматична характеристика

У Дашаві вологий континентальний клімат **[2]**.

Середньорічна температура становить близько +8,7°С. Липень найтепліший місяць із середньою температурою 19,5°С **[2]**.

Середньорічна норма опадів – 831 мм. Січень найбільший посушливий місяць з 44 мм опадів. Найбільша кількість опадів випадає у липні, в середньому 110 мм **[2]**.



1.4. Населення

Зміну чисельності наявного населення Дашави в 2009–2022 рр. наведено в табл. 1.1 та на рис. 1.1.

Таблиця 1.1

Зміна чисельності наявного населення в селища Дашава в 2009–2022 рр.

Рік	Чисельність, тис. осіб	Джерело
2022	2,343	**[2]**
2021	2,366	
2020	2,372	
2019	2,384	
2018	2,396	
2017	2,407	
2016	2,406	
2015	2,376	**[0]**
2014	2,383	
2013	2,374	
2012	2,342	
2011	2,333	
2010	2,338	
2009	2,322	

Аналіз показує, що зміна чисельності населення в селищі Дашава відбувалася за лінійною залежністю: з 2009 р. до 2017 р. включно збільшувалася, а з 2017 р. зменшувалася. Отже, Дашава є населеним пунктом з населенням до 5000. На проектування приймаємо 2,3 тис. осіб.

1.5. Існуючий стан водопостачання

За інфраструктурою житлово-комунального господарства експлуатаційний стан – задовільний, потреба в будівництві – реконструкція **[1, табл. 13]**.

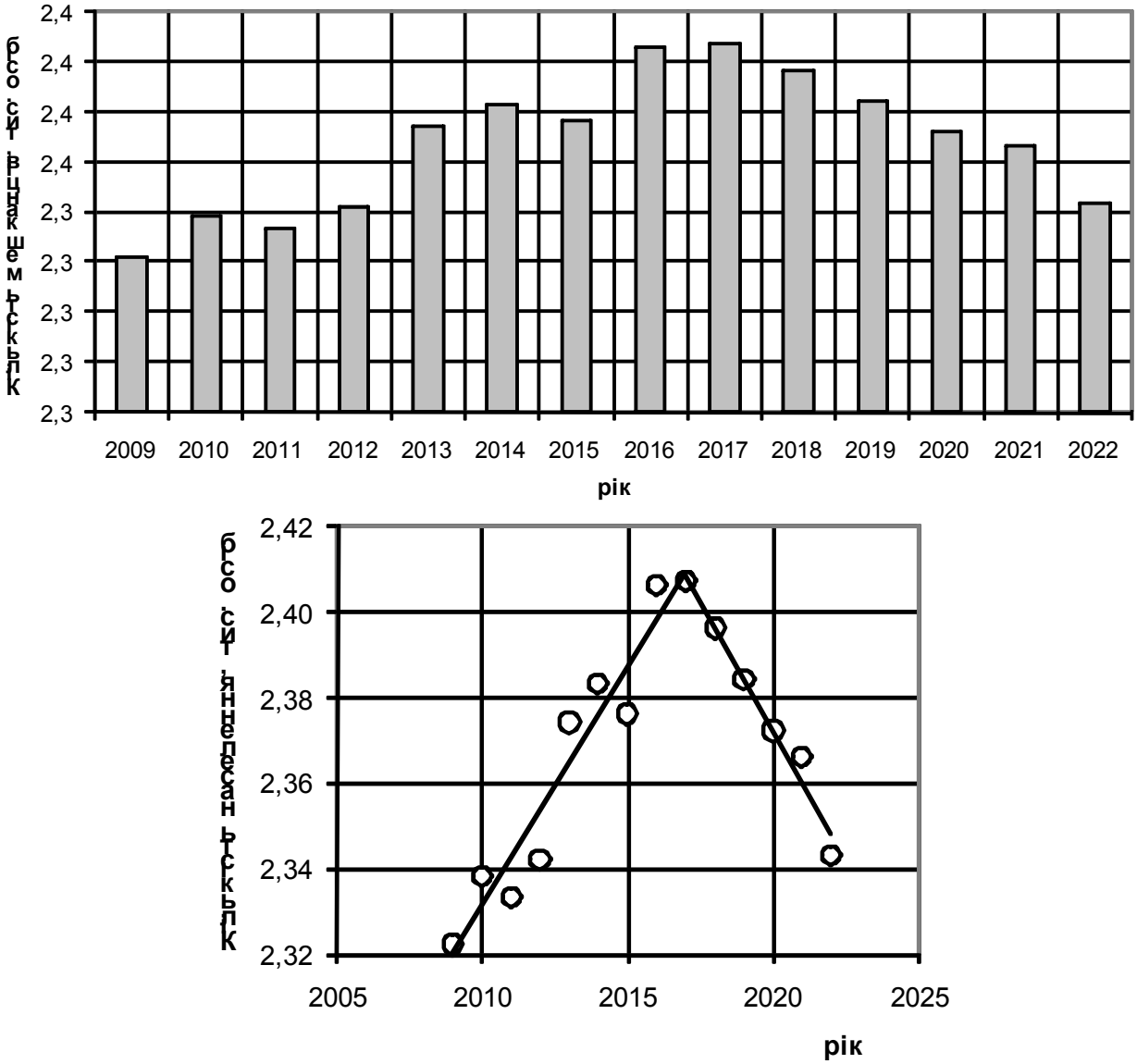


Рис. 1.1. Зміна чисельності наявного населення в Дашаві в 2009–2022 рр.

2. Водоспоживання

2.1. Визначення розрахункових витрат води

Визначення витрат води на питні та протипожежні потреби селища Дашава Львівської обл. проведемо відповідно до вимог діючої нормативної літератури. За основний нормативний документ взято ВБН 46/33-2.5-5-96 [5]. Для обґрунтування деяких проектних рішень та для виконання необхідних розрахунків у деяких випадках використовували інші нормативні та довідкові матеріали.

Відповідно до вихідних даних на проектування та згідно з **[5, п.2.5]** при 2300 мешканців у селищі Дашава (що є менше, ніж 5000) проектують об'єднаний питний водопровід III категорії надійності. Для такого водопроводу, згідно з **[5, п.2.5]**, допускається зниження подачі води на питні потреби не більше 30% від розрахункової витрати, а тривалість зниження величини подачі не повинна перевищувати 15 діб; повне припинення подачі води або зниження подачі більш ніж на 30% від розрахункової, дозволяється на час проведення ремонту споруд і мереж, але на термін не більший 24 годин. За необхідності підвищення забезпеченості подачі води на виробничі потреби сільськогосподарських підприємств дозволяється передбачати локальні системи водопостачання.

Відповідно до **[5, табл. 2, прим. 1]**, до норм водоспоживання включені всі витрати води на питні потреби в житлових та громадських будівлях. Тому окремий розрахунок добових витрат води для закладів освіти та мережі соціально-культурних закладів не проводять, а максимальні добові витрати від таких об'єктів при потребі визначають за **[5, табл. 3]**.

Питоме питне водоспоживання приймаємо окремо для кожного району селища, тому що в його районах є різний ступінь благоустрою житлової забудови. У східному районі – забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом та каналізацією, без ванн; у західному району – забудова будинками, обладнаними внутрішніми водопроводом, каналізацією і ваннами з водонагрівачами на твердому паливі.

2.1.1. Витрати води на питні потреби населення. Середньодобові витрати визначаємо, як добуток питомого водоспоживання q_i та кількості населення N_i для кожного з районів:

$$Q^i_{\text{ДОБ.СЕР}} = \frac{N_i \cdot q_i}{1000},$$

– західний район: $q_{зах}$=125 л/добу **[5, табл.2, п.2 та прим.3]**, $N_{зах}$=1000мешк.,

$$Q^{зах}_{\text{ДОБ.СЕР}} = \frac{1000 \cdot 125}{1000} = 125 \text{ (м}^3\text{/добу)};$$

– східний район: $q_{сх}$=160 л/добу **[5, табл.2, п.4 та прим.3]**, $N_{сх}$=1300 мешк.

$$Q^{сх}_{\text{ДОБ.СЕР}} = \frac{1300 \cdot 160}{1000} = 208 \text{ (м}^3\text{/добу)}.$$

Максимальні добові витрати для кожного району визначаємо, як добуток середньодобової витрати $Q^i_{\text{ДОБ.СЕР}}$ та коефіцієнта добової нерівномірності $К^i_{\text{ДОБ.МАХ}}$:

$$Q^i_{\text{ДОБ.МАХ}} = Q^i_{\text{ДОБ.СЕР}} \cdot К^i_{\text{ДОБ.МАХ}}.$$

Для обох районів $К_{\text{ДОБ.МАХ}} = 1{,}2$ **[5, п.4.3]**:

– західний район: $Q^{зах}_{\text{ДОБ.МАХ.}} = 250 \cdot 1{,}2 = 150{,}0$ (м³/добу);

– східний район: $Q^{сх}_{\text{ДОБ.МАХ}} = 208 \cdot 1{,}2 = 249{,}6$ (м³/добу).

2.1.2. Витрати води на поливання вулиць, площ, зелених насаджень. Відповідно до **[5, табл. 5]** витрати на ручне та механізоване поливання зведено в табл. 2.1. Середньодобова витрата води становить 50% від витрати за добу максимального споживання води.

Таблиця 2.1

Витрати води на поливання вулиць, площ, зелених насаджень

Район	Кількість мешканців	Витрата води на поливання, л/добу	Витрата води на полив, м³	
			максимальнодобова	середньодобова
західний	1000	50	50,0	25,0
східний	1300		65,0	32,5
Всього:			115,0	57,5

2.1.3. Витрати води на технологічні потреби підприємств. У селищі є два підприємства: промислове – механізований цегельний завод (ПП); сільськогосподарське – пункт відгодівлі великої рогатої худоби (СГП).

Витрати на технологічні потреби підприємств відображено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Витрати води на виробничі потреби підприємств

Підприємство	Витрата води на технологічні потреби, м³/зміну
СГП	25,39
ПП	15,00
Всього:	40,39

2.1.4. Витрати води на питні потреби працівників підприємств та на приймання ними душу. Витрати води на питні потреби працівників підприємств та на приймання душу визначаємо для кожної зміни окремо, залежно від кількості працівників у змінах та від умов праці. Норма водоспоживання у цехах з підвищеним тепловиділенням (гарячі цехи) становить 45 л/зміну на одного працівника, у звичайних цехах 25 л/зміну на одного працівника. Розрахунок зведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Витрати води на господарсько-питні потреби працівників підприємств

Підприємство	Зміна	Кількість працівників у зміні, осіб	Кількість працівників у гарячих цехах		Кількість працівників у звичайних цехах, осіб	Витрати на господарсько-питні потреби за зміну в цехах, м³	
			%	осіб		гарячих	звичайних
1	2	3	4	5	6	7	8
СГП	1	56	0	0	56	0,00	1,40
	2	42		0	42	0,00	1,05
	3	42		0	42	0,00	1,05
Всього:						0,00	3,50
ПП	1	94	60	57	37	2,56	0,92
	2	36		22	14	1,62	0,55
Всього:						4,18	1,47
Разом:						4,18	4,97

Витрати води на приймання душу визначаємо за потрібною кількістю душових сіток. Кількість працівників, що їх обслуговує одна душова сітка

залежить від санітарної характеристики виробничого процесу. Годинна витрата однієї душової сітки становить 500 л. Приймання душу розраховане на 45 хв, отже витрата однієї душової сітки за цей час становить 375 л. Кількість осіб на одну душову сітку прийнято за **[7, табл. 2.11]** для таких груп виробничих процесів за санітарними характеристиками: для СГП – використання води (IIв), 5 осіб на душову сітку; для ПП – виділення великої кількості пилу і забруднюючих речовин (IIг), 3 особи на душову сітку.

Розрахунок зведено в табл.2.4.

Таблиця 2.4

Витрати води на приймання душу працівниками підприємств

Підприємство	Зміна	Загальна кількість працівників, осіб	Кількість працівників, які приймають душ		Кількість осіб на одну душову сітку	Необхідна кількість душових сіток	Витрата води на приймання душу, м³
			%	осіб			
СГП	1	56	100	56	5	12	4,50
	2	42		42		9	3,38
	3	42		42		9	3,38
Всього:							11,26
ПП	1	94	100	94	3	32	12,00
	2	36		36		12	4,50
Всього:							16,50
Разом:							27,76

2.2. Баланс споживання води

Складаємо баланс споживання води по селищу в цілому, де наводимо середньодобові витрати та витрати за добу максимального водоспоживання, що є розрахунковими. Розрахунок зведено в табл. 2.5.

2.3. Режим водоспоживання. Годинний розподіл витрат

2.3.1. Режим витрат води на питні потреби населення. Режим водоспоживання на питні потреби мешканців визначають значенням коефіцієнтів годинної нерівномірності:

$$K_{год,\ max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}$$

$$K_{год,\ min} = \alpha_{min} \cdot \beta_{min}$$

Таблиця 2.5

Баланс споживання води в селищі Дашава

№ п/п	Споживачі води	Добова витрата води, м³	
		середньодобова	за добу максимального споживання води
Західний район			
1.	Питні потреби населення	125,00	150,00
2.	Потреби місцевої промисловості (10% від питних потреб)	12,50	15,00
3.	Сільськогосподарське підприємство Виробничі потреби Питні потреби Приймання душу	 25,39 3,50 11,26	 25,39 3,50 11,26
4.	Поливання вулиць, площ, зелених насаджень	25,00	50,00
Всього по району:		202,65	255,15
Східний район			
5.	Питні потреби населення	208,00	249,60
6.	Потреби місцевої промисловості (10% від питних потреб)	20,80	24,96
7.	Промислове підприємство Виробничі потреби Питні потреби Приймання душу	 15,00 5,65 16,50	 15,00 5,65 16,50
8.	Поливання вулиць, площ, зелених насаджень	32,50	65,00
Всього по району:		298,45	376,71
Всього по селищу:		501,10	631,86

де α – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою, режим роботи підприємств та інші умови; за **[5, п.4.3]** $\alpha_{max} = 1,3$, $\alpha_{min} = 0,7$;

β – коефіцієнт, значення якого залежить від кількості мешканців у населеному пункті; за **[5, табл. 4]** для західного району $\beta_{max}^{зах} = 2,0$, для східного району $\beta_{max}^{сх} = 1,8$, а $\beta_{min} = 0,1$ – для обох районів.

Отже, для західного району:

$$K_{год.max}^{зах} = 1,3 \cdot 2,0 = 2,6; \qquad K_{год.min}^{зах} = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07;$$

для східного району:

$$K^{сх}_{год.max} = 1{,}3 \cdot 1{,}8 = 2{,}34\,; \quad K^{сх}_{год.min} = 0{,}7 \cdot 0{,}1 = 0{,}07\,.$$

Розподіл водоспоживання на питні потреби за годинами доби визначаються значенням $К_{год}$ та беруть у відсотках від максимальної добової витрати за типовими схемами. За **[7, табл. 2.16]** для обох районів приймаємо $К_{год.max} = 2{,}5$,

2.3.2. Режим витрат води на поливання вулиць, тротуарів, зелених насаджень. Поливання виконують ручним способом та поливальними машинами (механізований спосіб). На поливання ручним способом приймаємо 30% поливальної витрати, решту розподіляємо на денні години, але не на години максимального споживання.

2.3.3. Режим витрат води на виробничі потреби підприємств. Приймаємо, що ці витрати розподіляють рівномірно впродовж робочих змін.

2.3.4. Режим витрат води на питні потреби працівників підприємств. Витрати по годинах зміни у гарячих і холодних цехах механізованого цегельного заводу (ПП) приймаємо за **[8, додаток 2]**; для пункту відгодівлі великої рогатої худоби (СГП) – за **[7, табл.2.17]**. Приймання душу відбувається в першу годину після закінчення зміни.

Розрахунки з визначення годинних витрат окремих споживачів зводимо в табл. 2.6. Підраховуємо суму погодинних витрат усіх споживачів та визначаємо її відсоткове відношення до розрахункової добової витрати. Будуємо зведений погодинний графік водоспоживання, на якому витрати виражаємо у відсотках від добової витрати (рис. 2.1).

2.4. Розрахункові витрати води на гасіння пожеж

Витрата води на гасіння пожежі визначається за протипожежними нормами, викладеними в **[5, 6]**.

Витрата води з водопровідної мережі на зовнішнє пожежогасіння в селищі становить 10 л/с (розрахункова кількість одночасних пожеж N = 1) **[6, табл.3]**.

Для житлових, громадських, багатофункціональних будівель кількість струменів у кожну точку приміщення $n_{вн}$ та мінімальну витрату води одним

струменем на внутрішнє пожежогасіння $q_{пож,вн}$ треба визначати **[13, п.8.1]** відповідно до **[13, табл. 3]**: $q_{пож,вн} = 2,5$ л/с; $n_{вн} = 1$.

Витрату води на зовнішнє пожежогасіння будівель сільськогосподарських підприємств I та II ступенів вогнестійкості об'ємом не більше 5 тис. м³ категорій Г та Д за вибухопожежною і пожежною небезпекою слід приймати 5 л/с **[6, п.6.2.5]**.

Секундна витрата води на гасіння усіх розрахункових пожеж **[6, п.6.2.8]**:

$$q_{пож} = (10 + 2,5) + 5 = 17,5 \text{ (л/с)}.$$

Розрахункова тривалість гасіння усіх пожеж Т=3 год. **[5, п. 4.25]**.

Таблиця 2.6

Зведені годинні витрати води по селищу Дашава

Години доби	Питні потреби населення				Витрати води на поливання				Пункт відгодівлі великої рогатої худоби (СГП)			
	Західний район		Східний район		Західний район		Східний район		Виробничі витрати, м³	Питні потреби працівників холодних цехів		Витрати на прийняття душу, м³
	розподіл за годинами доби, %	витрати, м³	розподіл за годинами доби, %	витрати, м³	ручне	механізоване	ручне	механізоване		розподіл за годинами доби, %	витрати, м³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0-1	0,6	0,990	0,6	1,647		3,5		4,55	1,058	2,1	0,0735	3,38
1-2	0,6	0,990	0,6	1,647		3,5		4,55	1,058	1,1	0,0385	
2-3	1,2	1,980	1,2	3,295		3,5		4,55	1,058	1,6	0,0560	
3-4	2,0	3,300	2,0	5,491	2,5		3,25		1,058	1,7	0,0595	
4-5	3,5	5,775	3,5	9,610	2,5		3,25		1,058	1,9	0,0665	
5-6	3,5	5,775	3,5	9,610	2,5		3,25		1,058	1,9	0,0665	
6-7	4,5	7,425	4,5	12,355					1,058	3,3	0,1155	
7-8	10,2	16,830	10,2	28,005					1,058	3,5	0,1225	
8-9	8,8	14,520	8,8	24,161					1,058	6,1	0,2135	3,38
9-10	6,5	10,725	6,5	17,846		3,5		4,55	1,058	6,1	0,2135	
10-11	4,1	6,765	4,1	11,257		3,5		4,55	1,058	8,6	0,3010	
11-12	4,1	6,765	4,1	11,257		3,5		4,55	1,057	2,6	0,0910	
12-13	3,5	5,775	3,5	9,610		3,5		4,55	1,057	3,3	0,1155	
13-14	3,5	5,775	3,5	9,610		3,5		4,55	1,058	4,3	0,1505	
14-15	4,7	7,775	4,7	12,904		3,5		4,55	1,058	4,8	0,1680	
15-16	6,2	10,230	6,2	17,023		3,5			1,058	10,0	0,3500	
16-17	10,4	17,160	10,4	28,554					1,058	10,0	0,3500	4,50
17-18	9,4	15,510	9,4	25,809					1,058	4,8	0,1680	
18-19	7,3	12,045	7,3	20,043					1,058	2,9	0,1015	
19-20	1,6	2,640	1,6	4,393	2,5		3,25		1,058	2,6	0,0910	
20-21	1,6	2,640	1,6	4,393	2,5		3,25		1,058	2,6	0,0910	
21-22	1,0	1,650	1,0	2,746	2,5		3,25		1,058	6,5	0,2275	
22-23	0,6	0,990	0,6	1,647					1,058	5,3	0,1855	
23-24	0,6	0,990	0,6	1,647					1,058	2,4	0,0840	
Сума	100,0	165,000	100,0	274,560	15,0	35,0	19,50	45,50	25,390	100,0	3,5000	11,26

Продовження табл. 2.6

Години доби	Механізований цегельний завод (ПП)						Сумарні годинні витрати	
	Виробничі витрати, м³	питні потреби працівників цехів				Витрати на прийняття душу, м³	м³	відсоток добової витрати
		гарячих		холодних				
		розподіл по годинах доби, %	витрати, м³	розподіл по годинах доби, %	витрати, м³			
1	14	15	16	17	18	19	20	21
0-1		15,65	0,2555	18,75	0,1030	4,57	20,1262	3,185
1-2							11,7835	1,865
2-3							14,4390	2,285
3-4							15,6585	2,480
4-5							22,2595	3,520
5-6							22,2595	3,520
6-7							20,9535	3,320
7-8							46,0155	7,280
8-9	1,250	0,00	0,0000	0,00	0,0000		44,5825	7,060
9-10	1,250	12,05	0,3085	6,25	0,0575		39,5085	6,250
10-11	1,250	12,05	0,3085	12,50	0,1150		29,1045	4,610
11-12	1,250	12,05	0,3085	12,50	0,1150		28,8935	4,570
12-13	1,250	12,05	0,3085	18,75	0,1725		26,3385	4,170
13-14	1,250	12,05	0,3085	6,25	0,0575		26,2595	4,160
14-15	1,250	12,05	0,3085	12,50	0,1150		31,6085	5,000
15-16	1,250	12,05	0,3085	12,50	0,1150		38,3845	6,075
16-17	0,625	15,65	0,4005	18,75	0,1725	11,93	64,7500	10,250
17-18	0,625	12,05	0,1950	6,25	0,0340		43,3990	6,870
18-19	0,625	12,05	0,1950	12,50	0,0690		34,1365	5,400
19-20	0,625	12,05	0,1950	12,50	0,0690		14,8210	2,345
20-21	0,625	12,05	0,1950	18,75	0,1030		14,8550	2,350
21-22	0,625	12,05	0,1950	6,25	0,0340		12,2855	1,940
22-23	0,625	12,05	0,1950	12,50	0,0690		4,7695	0,755
23-24	0,625	12,05	0,1950	12,50	0,0690		4,6680	0,740
Сума	15,000	200,00	4,1800	200,00	1,4700	16,50	631,8600	100,000

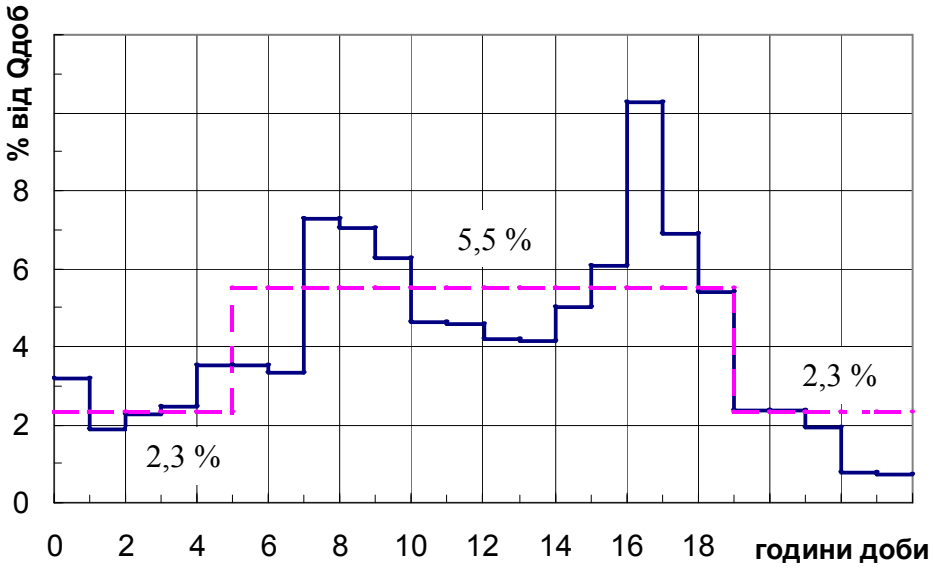


Рис. 2.1. Зведений графік водоспоживання (суцільна лінія)
та подачі води насосами другого підйому (штрихова лінія) за годинами доби

3. Регулювальні ємності

3.1. Об’єм баку водонапірної башти. Режими подачі води насосами насосних станцій першого та другого підйому

Графік роботи насосів другого підйому проектуємо з таким розрахунком, щоб регулювальна місткість бака водонапірної башти (ВБ) була мінімальною при одночасному оптимальному режимі роботи насосів.

Добова подача насосів другого підйому повинна дорівнювати розрахунковому добовому водоспоживанню. Зменшення регулювального об’єму баків досягаємо застосуванням ступінчастого режиму роботи насосів другого підйому. Приймаємо двоступінчастий графік роботи насосів, щоб він максимально наближався до графіка водоспоживання (рис. 2.1).

Регулювальну місткість бака ВБ визначаємо суміщенням графіків водоспоживання і подачі води насосами другого підйому.

Розрахунки виконуємо в табл.3.1, в якій погодинне споживання і подачу виражаємо у відсотках від добового водоспоживання.

Залишок води підраховуємо, починаючи з години закінчення довшого періоду витрати з баку. Залишок у цю годину приймаємо таким, що дорівнює нулю. Регулювальну місткість визначаємо найбільшим залишком води в баці.

Повний об’єм баку водонапірної башти $W_{ВБ}$ визначаємо як суму розрахункового регулювального об’єму башти $W^{ВБ}_{Р.РЕГ}$, недоторканого запасу води $W^{ВБ}_{ПОЖ}$ на гасіння однієї зовнішньої й однієї внутрішньої пожеж тривалістю 10 хв та об’єму 10-хвилинного споживання $W^{ВБ}_{СП}$ з врахуванням одночасної подачі води насосами другого підйому $W_{Н2}$:

$$W_{ВБ} = W^{ВБ}_{Р.РЕГ} + W^{ВБ}_{ПОЖ} + W^{ВБ}_{СП} - W_{Н2}.$$

Враховуючи здатність відцентрових насосів до саморегулювання (збільшення подачі при зменшенні напору і, навпаки, зменшення подачі при зростанні напору) рекомендується розрахунковий регулювальний об’єм баку для мереж з прохідною ВБ зменшувати на 10...15% **[7, с.99-100]**, тобто

$$W^{ВБ}_{Р.РЕГ} = [1{,}0 - (0{,}10...0{,}15)] \cdot W^{ВБ}_{РЕГ},$$

де $W_{РЕГ}^{ВБ}$ – регулювальний об’єм ВБ, який дорівнює найбільшому залишку води у баці, що становить 6,695% від добового водоспоживання (див. табл.3.1),

$$W_{РЕГ}^{ВБ} = \frac{6,695}{100,0} \cdot 631,86 = 42,3 \text{ (м}^3\text{)}, \qquad W_{Р.РЕГ}^{ВБ} = (1,0 - 0,15) \cdot 42,3 = 35,955 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Таблиця 3.1

Визначення регулювальної місткості бака водонапірної башти у відсотках від добового водоспоживання

Година доби	Витрати води селищем, %	Подача води насосами другого підйому, %	Надходження в бак, %	Витрата з баку, %	Залишок в баці, %
0–1	3,185	2,3		0,885	2,585
1–2	1,865	2,3	0,435		3,020
2–3	2,285	2,3	0,015		3,035
3–4	2,480	2,3		0,180	2,855
4–5	3,520	2,3		1,220	1,635
5–6	3,520	5,5	1,980		3,615
6–7	3,320	5,5	2,180		5,795
7–8	7,280	5,5		1,780	4,015
8–9	7,060	5,5		1,560	2,455
9–10	6,250	5,5		0,750	1,705
10–11	4,610	5,5	0,890		2,595
11–12	4,570	5,5	0,930		3,525
12–13	4,170	5,5	1,330		4,855
13–14	4,160	5,5	1,340		6,195
14–15	5,000	5,5	0,500		**6,695**
15–16	6,075	5,5		0,575	6,120
16–17	10,250	5,5		4,750	1,370
17–18	6,870	5,5		1,370	0,000
18–19	5,400	5,5	0,100		0,100
19–20	2,345	2,3		0,045	0,055
20–21	2,350	2,3		0,050	0,005
21–22	1,940	2,3	0,360		0,365
22–23	0,755	2,3	1,545		1,910
23–24	0,740	2,3	1,560		3,470
Всього:	100,000	100,0			

Розрахункова витрата води на пожежогасіння повинна бути забезпечена **[6, п.6.2.10]** при найбільшій витраті води з системи водопостачання на інші

потреби, що передбачені **[6, п.8.3]**. Тому приймаємо, що пожежа виникає в годину максимального водоспоживання (див. табл. 2.6), тому недоторканий запас води на гасіння пожеж

$$W_{ПОЖ}^{ВБ} = \frac{10,0 + 2,5}{1000} \cdot 10 \cdot 60 = 7,5 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Об'єм 10-хвилинного споживання води в годину максимального водоспоживання, а саме з 16 до 17 (див. табл. 2.6):

$$W_{СП}^{ВБ} = \frac{64,75}{3600} \cdot 10 \cdot 60 = 10,8 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Подача води насосами другого підйому становить 5,5% від добового водоспоживання (див. рис.2.1 та табл.3.1) та при 10-хвилинній подачі дорівнює:

$$W_{Н2} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{631,86}{3600} \cdot 10 \cdot 60 = 5,79 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Отже,

$$W_{ВБ} = 35,955 + 7,500 + 10,800 – 5,790 = 48,465 \text{ (м}^3\text{)}.$$

За **[7, табл. 5.1]** приймаємо уніфіковану ВБ заводського виготовлення (системи Рожновського) з об'ємом бака башти 50 м³, його діаметр 3020 мм **[9, додаток 11]**. За цим типом ВБ передбачені такі варіанти висоти її ствола: 15 м та 18 м. Остаточно значення висоти ствола ВБ приймають після гідравлічного розрахунку водопровідної мережі.

Насоси насосної станції першого підйому працюють в одному режимі упродовж доби. Тоді годинна подача кожного насоса дорівнює 100 : 24 = 4,17% від добової витрати.

3.2. Об'єм резервуарів чистої води

Повний об'єм води у резервуарах чистої води (РЧВ) визначаємо як:

$$W_{РЧВ} = W_{Р.РЕГ}^{РЧВ} + W_{ПОЖ}^{РЧВ} + W_{СП}^{РЧВ} + W_{В.П} - W_{Н1},$$

де $W_{Р.РЕГ}^{РЧВ}$ – розрахунковий регулювальний об'єм РЧВ, м³; $W_{ПОЖ}^{РЧВ}$ – тригодинний запас на гасіння усіх розрахункових пожеж, м³; $W_{СП}^{РЧВ}$ – об'єм максимального споживання упродовж трьох годин поспіль, м³;

$W_{В.П}$ – об'єм води на власні потреби водопроводу, м³; $W_{Н1}$ – об'єм води, що подають насоси насосної станції першого підйому упродовж трьох годин поспіль, м³.

Оскільки ми зменшили розрахунковий регулювальний об'єм ВБ на 15% (див. п.3.1), то на стільки ж треба збільшити і розрахунковий регулювальний об'єм РЧВ **[7, с.100]**:

$$W_{Р.РЕГ}^{РЧВ} = 1{,}15 \cdot W_{РЕГ}^{РЧВ} ,$$

де $W_{РЕГ}^{РЧВ}$ – регулювальний об'єм РЧВ, який розраховуємо табличним методом (табл.3.2).

Регулювальна місткість РЧВ визначають як найбільший залишок води у РЧВ, що становить 18,7% від добового водоспоживання (див. табл. 3.2),

$$W_{РЕГ}^{РЧВ} = \frac{18{,}7}{100{,}0} \cdot 631{,}86 = 118{,}16 \text{ (м³)}, \qquad W_{Р.РЕГ}^{РЧВ} = 1{,}15 \cdot 118{,}16 = 135{,}884 \text{ (м³)}.$$

Тригодинний запас на гасіння усіх розрахункових пожеж

$$W_{ПОЖ}^{РЧВ} = \frac{3 \cdot 3600 \cdot q_{ПОЖ}}{1000} ,$$

де $q_{пож}$ – секундна витрата води на гасіння усіх розрахункових пожеж (див. п.2.4),

$$W_{ПОЖ}^{РЧВ} = \frac{3 \cdot 3600 \cdot 17{,}5}{1000} = 189{,}0 \text{ (м³)}.$$

Об'єм максимального споживання протягом трьох годин поспіль, а саме з 15 до 18 (див. табл.2.6):

$$W_{СП}^{РЧВ} = \frac{6{,}075 + 10{,}250 + 6{,}870}{100{,}0} \cdot 631{,}86 = 146{,}56 \text{ (м³)}.$$

Об'єм води на власні потреби водопроводу приймається 6…8% від добового споживання води. У розрахунку приймаємо середнє значення:

$$W_{В.П} = \frac{7}{100} \cdot 631{,}86 = 44{,}23 \text{ (м³)}.$$

Оскільки насоси насосної станції першого підйому працюють в одному режимі упродовж доби, і годинна подача кожного насоса дорівнює 4,17% від добового водоспоживання (див. п.3.1), то впродовж трьох годин поспіль

$$W_{H1} = 3 \cdot \frac{4,17}{100,0} \cdot 631,86 = 79,05 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Отже, $W_{РЧВ} = 135,884 + 189,000 + 146,560 + 44,230 - 79,050 = 436,624$ (м³).

Загальна кількість резервуарів одного призначення в одному вузлі повинна бути не менше двох **[6, п. 13.2.10]**. За ТП 901-4-50с, кожен з двох резервуарів є з залізобетонних елементів круглим у плані з номінальним об'ємом $W_{РЧВ}$ = 250 м³.

Таблиця 3.2

Визначення регулювальної місткості резервуарів чистої води у відсотках від добового водоспоживання

Година доби	Подача води насосами НС-I, %	Подача води насосами НС-II, %	Надходження в РЧВ, %	Витрата з РЧВ, %	Залишок в РЧВ, %
0–1	4,17	2,3	1,87		11,22
1–2	4,17	2,3	1,87		13,09
2–3	4,17	2,3	1,87		14,96
3–4	4,17	2,3	1,87		16,83
4–5	4,17	2,3	1,87		**18,70**
5–6	4,16	5,5		1,34	17,36
6–7	4,16	5,5		1,34	16,02
7–8	4,16	5,5		1,34	14,68
8–9	4,16	5,5		1,34	13,34
9–10	4,17	5,5		1,33	12,01
10–11	4,17	5,5		1,33	10,68
11–12	4,17	5,5		1,33	9,35
12–13	4,17	5,5		1,33	8,02
13–14	4,17	5,5		1,33	6,69
14–15	4,17	5,5		1,33	5,36
15–16	4,16	5,5		1,34	4,02
16–17	4,16	5,5		1,34	2,68
17–18	4,16	5,5		1,34	1,34
18–19	4,16	5,5		1,34	0,00
19–20	4,17	2,3	1,87		1,87
20–21	4,17	2,3	1,87		3,74
21–22	4,17	2,3	1,87		5,61
22–23	4,17	2,3	1,87		7,48
23–24	4,17	2,3	1,87		9,35
Всього:	100,00	100,0			

4. Водопровідна мережа

4.1. Схема водопостачання

Міську водопровідну мережу поділяють на магістральну та розподільну. Проведемо гідравлічний розрахунок тільки магістральної мережі.

Діаметри розподільної мережі приймаємо, виходячи з умови пропуску пожежних витрат, але не меншими 100 мм.

На вибір схеми магістральної мережі вирішальний вплив мають місцеві умови: розташування джерела водопостачання, рельєф місцевості та конфігурація населеного пункту.

Точку розташування водонапірної башти (ВБ) приймаємо на найвищих відмітках. Магістральна мережа є з ВБ на її початку.

Після вибору місцеположення ВБ трасуємо магістральну мережу. Спершу намічаємо основний напрямок руху води і по ньому прокладаємо основні транзитні магістралі, які з'єднуємо перемичками.

При трасуванні дотримуємось таких вимог: магістраль, що з'єднує насосну станцію другого підйому з ВБ, повинна бути якомога коротшою; основні транзитні магістралі повинні прокладатися по можливості поблизу великих споживачів, біля них треба призначати вузлові точки; магістральну мережу доцільно прокладати в основному масиві населеного пункту, оскільки периферійні лінії мають більш розподільче значення; магістральна мережа повинна рівномірно охоплювати територію населеного пункту; по можливості транзитні магістралі слід прокладати по найвищих відмітках місцевості для забезпечення достатніх вільних напорів у розподільній мережі; при довжині магістральної лінії більше 1600 м призначають додатковий вузол, що поділяє її на дві приблизно однакові по довжині ділянки.

Водоводи від насосної станції другого підйому до магістральної водопровідної мережі проектуємо в дві нитки та підключаємо їх до різних точок магістральної мережі.

Наводимо схему магістральної мережі з позначенням границь районів, суцільних зелених насаджень, водонапірної башти, точок підключення водоводів, усіх вузлових точок, довжин окремих ділянок (рис. 4.1).

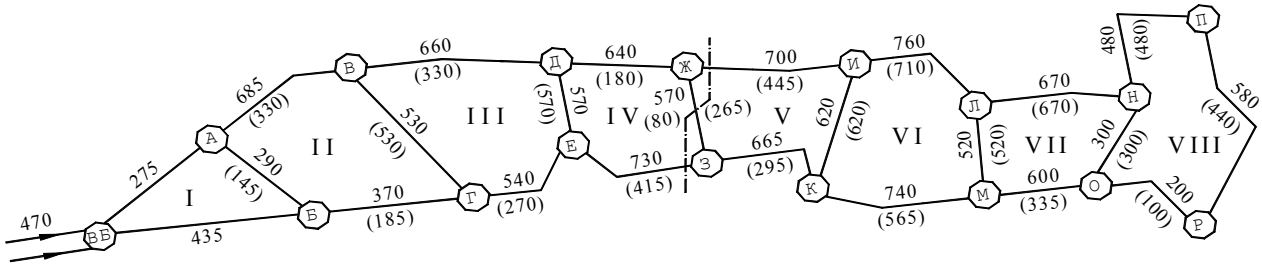


Рис. 4.1. Схема магістральної водопровідної мережі
з позначенням довжин ділянок, м:
l / ($l_{Ш}$) – фактична довжина / (розрахункова довжина); I...VIII – номери кілець

4.2. Підготовка мережі до гідравлічного розрахунку

Оскільки прийнято схему магістральної мережі з баштою на початку, то магістральну водопровідну мережу та водоводи розраховуємо на два характерні режими їх роботи: максимальний водорозбір та випадок пожежі при максимальному водорозборі.

Розрахунки на випадок пожеж – перевірні. Для виконання гідравлічного розрахунку годинні витрати переводимо в секундні.

Прийнявши схему мережі, виділяємо витрати, що складають основу подальших розрахунків: $Q_С$ – витрата селищем; $Q_Н$ – подача насосів; $Q_Б$ – витрата з башти; $Q_{ТР}$ – транзитна витрата в башту. При їх визначенні користуємось даними табл.2.6, табл.3.1, табл.3.2.

Добова подача $Q_{ДОБ}$ = 631,86 м³ (див. табл.2.6).

1. Режим максимального водорозбору (година 16–17):

а) витрата селищем за годину максимального водорозбору (див. табл.2.6)

$$Q_{max\,h} = 64{,}75 \text{ м}^3;$$

б) секундна витрата селищем

$$Q_С = \frac{Q_{max\,h}}{3{,}6}, \qquad Q_С = \frac{64{,}75}{3{,}6} = 17{,}99 \text{ (л/с)} \approx 18{,}0 \text{ л/с};$$

в) подача насосів у відсотках від добової витрати (див. рис.2.1)

$$p = 5{,}5 \text{ \%};$$

г) секундна подача насосами в годину максимального водорозбору

$$Q_{Н} = \frac{p \cdot Q_{ДОБ}}{360}\ , \quad Q_{Н} = \frac{5{,}5 \cdot 631{,}86}{360} = 9{,}65\ (л/с);$$

д) секундна витрата з башти в селище

$$Q_{Б} = Q_{С} - Q_{Н}\ , \quad Q_{Б} = 18{,}00 - 9{,}65 = 8{,}35\ (л/с).$$

2. Режим пожежі при максимальному водорозборі (година 16–17):

а) секундна пожежна витрата (сумарна), за п.2.4

$$q_{ПОЖ} = 17{,}5\ л\ ;$$

б) секундна подача насосами у випадку пожежі

$$Q_{max\ ПОЖ} = Q_{С} + Q_{ПОЖ}\ , \quad Q_{max\ ПОЖ} = 18{,}0 + 17{,}5 = 35{,}5\ (л/с).$$

Витрати води, що їх віддає водопровідна мережа, поділяємо на рівномірно розподілені та зосереджені. Рівномірно розподіленими вважаємо витрати на питні потреби населення та на поливання, зосередженими – витрати підприємств.

Відповідно до прийнятої розрахункової схеми віддача води відбувається тільки у вузлових точках. Тому рівномірно розподілені витрати приводимо до вузлових.

Розрахунки виконуємо для кожного району окремо у такому порядку.

1. Визначену секундну витрату селищем $Q_С$ для розрахункових режимів розподіляємо по районах, виділивши в кожному з них рівномірно розподілені $Q_о$ та зосереджені $Q_і$ витрати (відповідні дані беремо з табл.2.6). Отже,

$$Q_{С} = (Q_{о\ зх} + \Sigma Q_{і\ зх}) + (Q_{о\ сх} + \Sigma Q_{і\ сх})\ ,$$

де $Q_{о\ зх.}$, $Q_{о\ сх}$ – рівномірно розподілена витрата води, відповідно Західного та Східного районів; $\Sigma Q_{і\ зх}$, $\Sigma Q_{і\ сх}$ – сумарні зосереджені витрати, відповідно Західного та Східного районів.

<u>Режим максимального водорозбору:</u>

а) Західний район

$$Q_{о\ зх} = 17{,}16\ м^3/год = 4{,}8\ л/с\ ;$$

$$\Sigma Q_{і\ зх} = Q_{СГП}\ , \quad \Sigma Q_{і\ зх} = 1{,}058 + 0{,}350 + 4{,}500 = 5{,}91\ (м^3/год) \approx 1{,}65\ л/с\ ;$$

б) Східний район

$$Q_{о\ сх} = 28{,}554\ м^3/год = 7{,}9\ л/с\ ;$$

$$\Sigma Q_{і\ сх} = Q_{ПП}\ , \ \Sigma Q_{і\ сх} = 0{,}6250 + 0{,}4005 + 0{,}1725 + 11{,}930 = 13{,}13\ (м^3/год) = 3{,}65\ л/с$$

2. За планом селища з протрасованою магістральною мережею розраховуємо сумарну довжину ліній магістральної мережі окремо для кожного району ($\Sigma L_{зх}$, $\Sigma L_{сх}$). Визначення ΣL проводимо з дотриманням таких вимог: якщо границя районів проходить вздовж магістральної лінії, то половину її відносимо до одного району, половину – до другого району; в суму довжин не включаємо ділянки водоводів і ліній, що проходять через незабудовані території і суцільні зелені насадження; довжини ліній, що проходять по границі незабудованої території чи по границі суцільних зелених насаджень, ділимо навпіл.

$$\Sigma L_{зх} = L_{А\text{-}Б} + L_{А\text{-}В} + L_{Б\text{-}Г} + L_{В\text{-}Г} + L_{В\text{-}Д} + L_{Г\text{-}Е} + L_{Д\text{-}Е} + L_{Д\text{-}Ж} + L_{Е\text{-}З} + L^{зх}_{Ж-З},$$

$$\Sigma L_{зх} = 145 + 400 + 185 + 530 + 330 + 270 + 570 + 180 + 415 + 80 = 3105 \text{ (м)};$$

$$\Sigma L_{сх} = L^{сх}_{Ж-З} + L_{Ж\text{-}И} + L_{З\text{-}К} + L_{И\text{-}К} + L_{И\text{-}Л} +$$

$$+ L_{К\text{-}М} + L_{Л\text{-}М} + L_{Л\text{-}Н} + L_{М\text{-}О} + L_{Н\text{-}О} + L_{Н\text{-}П} + L_{О\text{-}Р} + L_{П\text{-}Р},$$

$$\Sigma L_{сх} = 285 + 445 + 295 + 620 +$$

$$+ 710 + 565 + 250 + 670 + 335 + 300 + 480 + 100 + 440 = 5495 \text{ (м)}.$$

3. Питомі витрати, (л/с)/м, визначаємо за формулою:

$$q = \frac{Q_o}{\Sigma L},$$

$$q_{зх} = \frac{4{,}8}{3105} = 0{,}00155 \text{ (л/с)/м}, \quad q_{зх} = \frac{7{,}9}{5495} = 0{,}00144 \text{ (л/с)/м};$$

4. Шляхові витрати, л/с, визначаємо за формулою:

$$Q_Ш = q \cdot L,$$

де L – довжина відповідних ліній, м.

Сума всіх шляхових витрат даного району має дорівнювати рівномірно розподіленій витраті районом. Розрахунки зводимо в табл.4.1.

5. Шляхові витрати приводимо до вузлових, приймаючи, що їх відбирають у вузлах, які обмежують ділянку: половина в одному вузлі, половина в другому вузлі. Оскільки у вузлах сходиться декілька ділянок, повна вузлова витрата в кожному вузлі: $Q_в = 0{,}5 \cdot \Sigma Q_ш$, де $\Sigma Q_ш$ – сума шляхових витрат ділянок, які сходяться в даному вузлі.

Розрахунки проводимо у табличній формі (табл.4.2).

Таблиця 4.1

Визначення питомих і шляхових витрат

Район	Ділянка	Довжина, м	Питома витрата, (л/с)/м	Шляхова витрата, л/с
західний	А-Б	145	0,00155	0,25
	А-В	400		0,6
	Б-Г	185		0,3
	В-Г	530		0,8
	В-Д	330		0,5
	Г-Е	270		0,4
	Д-Е	570		0,9
	Д-Ж	180		0,3
	Е-З	415		0,65
	$(Ж-З)_{зх}$	80		0,1
				$(\Sigma Q_ш)_{зх} = 4,8$
східний	$(Ж-З)_{сх}$	285	0,00144	0,4
	Ж-И	445		0,65
	З-К	295		0,4
	И-К	620		0,9
	И-Л	710		1,0
	К-М	565		0,8
	Л-М	250		0,4
	Л-Н	670		1,0
	М-О	335		0,5
	Н-О	300		0,4
	Н-П	480		0,7
	О-Р	100		0,15
	П-Р	440		0,6
				$(\Sigma Q_ш)_{сх} = 7,9$

$(\Sigma Q_ш)_{зх} + (\Sigma Q_ш)_{сх} = 4,8 + 7,9 = 12,7$ (л/с)

4.3. Попередній розподіл витрат за лініями водопровідної мережі. Визначення діаметрів ділянок

Для кожного розрахункового режиму складаємо окрему схему мережі (рис.4.2, рис.4.3), на яку наносимо вузлові і зосереджені витрати. На схемі, складеній для режиму гасіння пожеж, позначаємо в окремих вузлах пожежні витрати. Місцеположення пожеж приймаємо в найбільш віддалених і високо розміщених вузлах так, щоб завантажити пожежними витратами основні транзитні магістралі.

Таблиця 4.2

Визначення вузлових витрат

Вузол	Лінії, що сходяться у вузлі	Шляхові витрати ліній, що сходяться у вузлі, л/с	Вузлова витрата, л/с
А	А-Б, А-В	5 + 0,6 = 0,85	0,5·0,85 ≈ 0,4
Б	А-Б, Б-Г	0,25 + 0,3 = 0,55	0,5·0,55 ≈ 0,3
В	А-В, В-Г, В-Д	0,6 + 0,8 + 0,5 = 1,9	0,5·1,9 = 0,95
Г	Б-Г, В-Г, Г-Е	0,5 + 0,8 + 0,4 = 1,7	0,5·1,7 = 0,85
Д	В-Д, Д-Е, Д-Ж	0,5 + 0,9 + 0,3 = 1,7	0,5·1,7 = 0,85
Е	Г-Е, Д-Е, Е-З	0,4 + 0,9 + 0,65 = 1,95	0,5·1,95 ≈ 0,95
Ж	Д-Ж, $(Ж-З)_{зх}$, $(Ж-З)_{сх}$, Ж-И	0,3 + 0,1 + 0,4 + 0,65 = 1,45	0,5·1,45 ≈ 0,7
З	Е-З, $(Ж-З)_{зх}$, $(Ж-З)_{сх}$, З-К	0,65 + 0,1 + 0,4 + 0,4 = 1,55	0,5·1,55 ≈ 0,75

Продовження табл. 4.2

Вузол	Лінії, що сходяться у вузлі	Шляхові витрати ліній, що сходяться у вузлі, л/с	Вузлова витрата, л/с
И	Ж-И, И-К, И-Л	0,65 + 0,9 + 1,0 = 2,55	0,5·2,55 ≈ 1,25
К	З-К, И-К, К-М	0,4 + 0,9 + 0,8 = 2,1	0,5·2,1 = 1,05
Л	И-Л, Л-М, Л-Н	1,0 + 0,4 + 1,0 = 2,4	0,5·2,4 = 1,2
М	К-М, Л-М, М-О	0,8 + 0,4 + 0,5 = 1,7	0,5·1,7 = 0,85
Н	Л-Н, Н-О, Н-П	1,0 + 0,4 + 0,7 = 2,1	0,5·2,1 = 1,05
О	М-О, Н-О, О-Р	0,5 + 0,4 + 0,15 = 1,05	0,5·1,05 ≈ 0,5
П	Н-П, П-Р	0,7 + 0,6 = 1,3	0,5·1,3 = 0,65
Р	О-Р, П-Р	0,15 + 0,6 = 0,75	0,5·0,75 ≈ 0,4
			$\Sigma Q_в = 12,7$

Отже, $(\Sigma Q_ш)_{зх} + (\Sigma Q_ш)_{сх} = \Sigma Q_в$.

Подачу води в мережу від насосної станції здійснюють двома водоводами. Кожним водоводом подають половину подачі насосів.

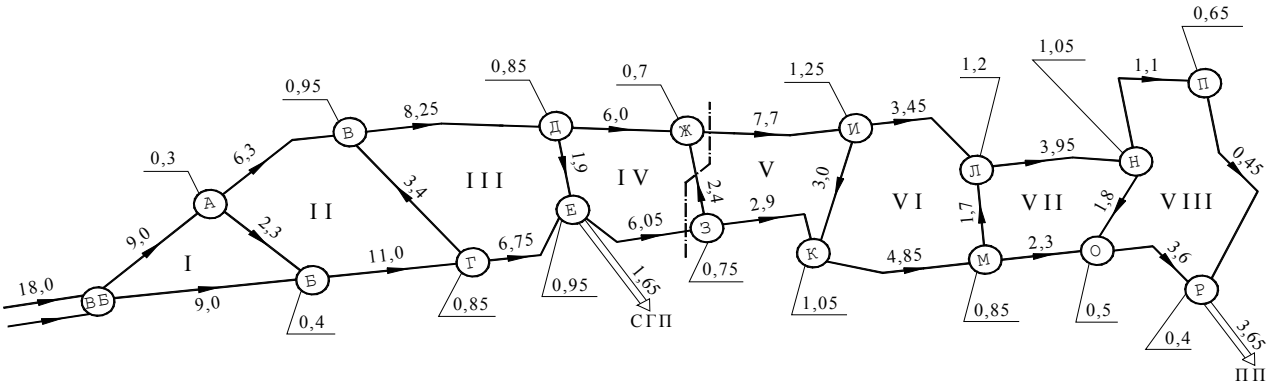


Рис. 4.2. Схема попереднього розподілу з позначенням вузлових і зосереджених витрат для режиму максимального водорозбору

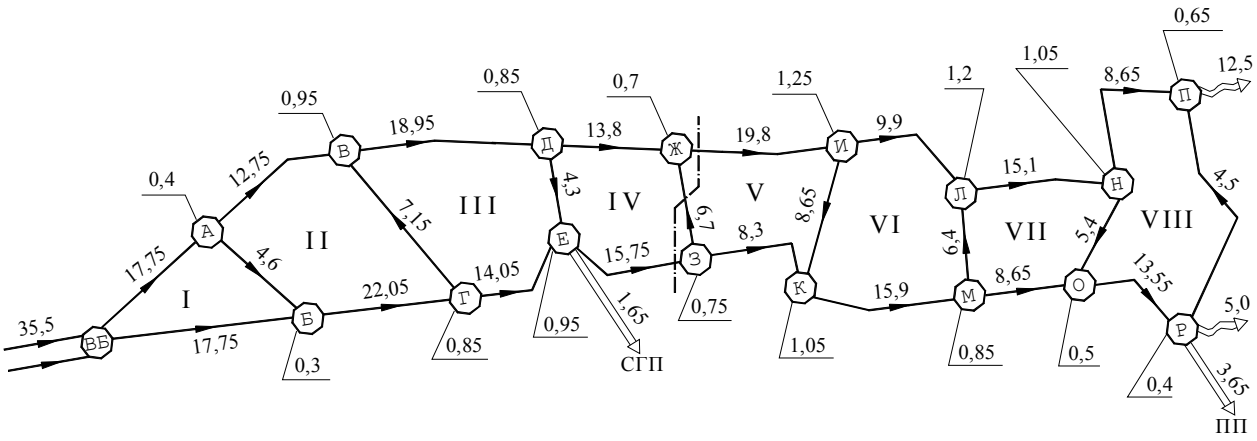


Рис.4.3. Схема попереднього розподілу з позначенням вузлових і зосереджених витрат для режиму гасіння пожеж при максимальному водорозборі

На схемах стрілками вказуємо напрямок руху води по кожній лінії так, щоб до великиих споживачів воду подавати з двох сторін, і по найкоротшому шляху не було її зворотних напрямків; щоб кількість ділянок в кільці, де рух відбувається за годинниковою стрілкою, наближено дорівнювала кількості ділянок з протилежним напрямком руху.

Початковий розподіл витрат проводимо з дотриманням умови, що для кожного вузла кількість води, яка притікає до нього, дорівнює кількості води, що з нього витікає, включаючи й витрату у вузлі.

Приймаємо економічно вигідні діаметри труб за значенням економічного фактора E = 0,5.

Трубопроводи магістральної і розподільної мереж приймаємо з чавуну, а водоводи – зі сталі. Діаметри труб приймаємо за таблицею крайніх економічних витрат залежно від значення попередньо намічених витрат і економічного фактору **[8, додаток 4]**.

Попередньо намічені витрати ділянок при всіх розрахункових режимах роботи зводимо в табл. 4.3. При підборі діаметрів за наміченими витратами води вирішальними є витрати при максимальному водорозборі, але при цьому враховуємо можливість пропускання витрат на гасіння пожеж.

Таблиця 4.3

Визначення діаметрів ділянок магістральної мережі

Ділянки мережі	Намічені витрати води при режимі, л/с		Прийнятий діаметр, мм
	максимального водорозбору	гасіння пожеж при максимальному водорозборі	
ВБ–А	9,00	17,75	200
А–В	6,30	12,75	150
В–Д	8,25	18,95	150
Д–Ж	6,00	13,80	150
Ж–И	7,70	19,80	150
И–Л	3,45	9,90	150
Л–Н	3,95	15,10	150
Н–П	1,10	8,65	125
ВБ–Б	9,00	17,75	200
Б–Г	11,00	22,05	150
Г–Е	6,75	14,05	150
Е–З	6,05	15,75	150
З–К	2,90	8,30	150
К–М	4,85	15,90	150
М–О	2,30	8,65	125
О–Р	3,60	13,55	125
А–Б	2,30	4,60	100
В–Г	3,40	7,15	100
Д–Е	1,90	4,30	100
Ж–З	2,40	6,70	100
И–К	3,00	8,65	125
Л–М	1,70	6,40	100
Н–О	1,80	5,40	100
П–Р	0,45	4,50	100

4.4. Гідравлічний розрахунок магістральної водопровідної мережі. Ув'язка кілець

Гідравлічний розрахунок мережі полягає в такому перерозподілі попередньо намічених витрат, щоб при точному виконанні умови $\Sigma Q = 0$ наближено виконувалась умова $\Sigma h \approx 0$, тобто, щоб нев'язки були достатньо близькими до нуля. Для цього залежно від знака Δh збільшуємо витрати на ΔQ на одних ділянках і зменшуємо на це ж значення на інших. По кільцю пропускаємо витрату ΔQ в напрямку, протилежному знаку нев'язки. Ув'язочну витрату ΔQ визначаємо за формулою:

$$\Delta Q = \frac{\Delta h}{2 \cdot \Sigma(SQ)},$$

де Q – витрати води на ділянках, л/с; S – опір ділянки, м/(л/с)²,

$$S = \delta \cdot S_o \cdot L ;$$

S_o – питомий опір ділянки, $с^2/м^5$; δ – поправковий коефіцієнт на доквадратичність; L – довжина ділянки, м.

Проводимо гідравлічний розрахунок для двох випадків: максимальний водорозбір і пожежа при максимальному водорозборі.

Позначення ділянок при гідравлічному розрахунку

1 → ВБ–А	9 → Г–Е	17 → Л–М
2 → А–Б	10 → Д–Ж	18 → К–М
3 → ВБ–Б	11 → Ж–З	19 → Л–Н
4 → А–В	12 → Е–З	20 → Н–О
5 → В–Г	13→ Ж–И	21 → М–О
6 → Б–Г	14 → И–К	22 → Н–П
7 → В–Д	15 → З–К	23 → П–Р
8 → Д–Е	16 → И–Л	24 → О–Р

4.5. Гідравлічний розрахунок водоводів

На всі розрахункові режими роботи виконуємо обчислення для таких водоводів: від насосної станції другого підйому до водонапірної башти; від водонапірної башти до кільцевої мережі.

Водоводи від насосної станції другого підйому до мережі проектуємо в дві нитки, кожну з яких розраховуємо на подачу 50% витрати води, що її подає насосна станція другого підйому. Водовід від водонапірної башти до мережі проектуємо в одну нитку.

Діаметри водоводів визначаємо аналогічно, як для кільцевої мережі.

Гідравлічний розрахунок водоводів зводимо в табл.4.4.

UWIAZKA MEREZHI
Rezhym maksimalnogo wodorozboru
OSTATOCHNI RESULTATY

NN	Q, l/s	h, m
	Kiltse N 1	
1	9.542584305393120300	0.144027365955567286
2	1.605493312490935410	0.129385164750298842
-3	8.457415694607561820	-0.273404157115768306
	Ostatochna neviazka 1-go kiltsa Dh= 0.000008373590097823	
	Kiltse N 2	
4	7.537090992911998910	0.917240694029916691
-5	7.537090992911998910	0.917240694029916691
-6	9.762909007093867330	-0.711780388311101761
-2	1.605493312490935410	-0.129385164750298842
	Ostatochna neviazka 2-go kiltsa Dh= 0.000006026408890359	
	Kiltse N 3	
7	7.230988147895800470	0.696506294170882280
-8	0.372295734636374220	-0.027349567062255373
-9	8.269011852107155390	-0.745223941957627271
5	0.643897154985140219	0.076069114559625730
	Ostatochna neviazka 3-go kiltsa Dh= 0.000001899710625365	
	Kiltse N 4	
10	6.753283882517280290	0.331373918725376317
11	0.938349631729451517	0.111255558791458642
-12	5.296716117484834290	-0.469977749297845669
8	0.372295734636374220	0.027349567062255373
	Ostatochna neviazka 4-go kiltsa Dh= 0.000001295281244663	
	Kiltse N 5	
13	5.114934250798341960	0.469954625122258552
-14	0.081457420646469103	-0.000436444884639839
-15	5.485065749205375600	-0.358262620100965795
-11	0.938349631729451517	-0.111255558791458642
	Ostatochna neviazka 5-go kiltsa Dh= 0.000000001345194276	
	Kiltse N 6	
16	3.946391671441062950	0.446348959457319404
-17	0.409428067381867322	-0.014507571196984202
-18	4.353608328564462230	-0.432277831770729428
14	0.081457420646469103	0.000436444884639839
	Ostatochna neviazka 6-go kiltsa Dh= 0.000000001374245614	
	Kiltse N 7	
19	3.155819738825726970	0.269348762970498841
20	0.736966849995468465	0.056404874836730309
-21	3.094180261175694110	-0.340261208223739716
17	3.094180261175694110	-0.340261208223739716
	Ostatochna neviazka 7-go kiltsa Dh= 0.000000000780473636	
	Kiltse N 8	
22	1.368852888825600190	0.095418195959139001
23	1.368852888825600190	0.095418195959139001
-24	3.331147111172327870	-0.117723735781841768
-20	0.736966849995468465	-0.056404874836730309
	Ostatochna neviazka 8-go kiltsa Dh=-0.000000000000088033	

UWIAZKA MEREZHI
Rezhym gasinna pozhezh
OSTATOCHNI RESULTATY

NN	Q, l/s	h, m
	Kiltse N 1	
1	18.804809271301792200	0.559307796275691054
2	3.175433871742683320	0.506143457410998753
-3	16.695190728682973700	-1.065399598558421360
	Ostatochna neviazka 1-go kiltsa Dh= 0.000051655128268449	
	Kiltse N 2	
4	15.229375399556488400	3.744897898596350650
-5	1.436307165555206210	-0.378503589958930805
-6	19.570624600476094200	-2.860203327019298890
-2	3.175433871742683320	-0.506143457410998753
	Ostatochna neviazka 2-go kiltsa Dh= 0.000047524207122204	
	Kiltse N 3	
7	15.715682565144106800	3.290002607727740750
-8	1.445825444537973680	-0.412483007033694866
-9	17.284317434842932900	-3.255997312657710160
5	1.436307165555206210	0.378503589958930805
	Ostatochna neviazka 3-go kiltsa Dh= 0.000025877995266521	
	Kiltse N 4	
10	16.311508009636099800	1.933198896872577470
11	2.161288013457607350	0.590225044125625316
-12	13.238491990321676900	-2.935897822653832570
8	13.238491990321676900	-2.935897822653832570
	Ostatochna neviazka 4-go kiltsa Dh= 0.000009125378065078	
	Kiltse N 5	
13	13.450219996187229300	3.249635068852247050
-14	1.256021099246495960	-0.103767647155608272
-15	14.649780003807677500	-2.555642065604924780
-11	2.161288013457607350	-0.590225044125625316
	Ostatochna neviazka 5-go kiltsa Dh= 0.000000311966088678	
	Kiltse N 6	
16	13.456241095440191200	5.189454092522830010
-17	4.583523964683422490	-1.818186800326243240
-18	12.343758904563628700	-3.475034456337228860
14	1.256021099246495960	0.103767647155608272
	Ostatochna neviazka 6-go kiltsa Dh= 0.000000483014966182	
	Kiltse N 7	
19	13.360234939881365800	4.827461283416270550
20	2.822251459118518820	0.827203086731697090
-21	10.389765060125455400	-3.836477641043475660
17	4.583523964683422490	-1.818186800326243240
	Ostatochna neviazka 7-go kiltsa Dh=-0.000000071221751259	
	Kiltse N 8	
22	9.487983480767070430	4.584220377526513980
23	3.662016519236033220	-2.042644334155342290
-24	12.712016519230928700	-1.714372956636308390
-20	2.822251459118518820	-0.827203086731697090
	Ostatochna neviazka 8-go kiltsa Dh= 0.000000000003166209	

Таблиця 4.4

Гідравлічний розрахунок водоводів

Водовід	Довжина L, м	Витрата Q, л/с	Матеріал труб	Прийнятий діаметр труб, мм	Коефіцієнт δ	Питомий опір S_o, $с^2/м^5$	Втрати напору $h = \delta \cdot S_o \cdot L \cdot Q^2$, м
Від НС-II до ВБ у режимі: а) максимального споживання	470	9,65	сталь	200	1,272	8,092	0,45
б) гасіння пожеж		27,15			1,048		2,94

4.6. Вільні напори. П'єзометричні лінії

Спершу на основі аналізу схеми мережі, топографічних умов і висоти забудови кварталів знаходимо критичну точку. У випадку схеми з водонапірною баштою на початку мережі критичною точкою є найбільш віддалена вузлова точка. Мінімально необхідний вільний напір в цій точці визначають поверховістю забудови й обчислюють за формулою:

$$H_B = 10 + 4 \cdot (n - 1) ,$$

де n – кількість поверхів.

П'єзометрична відмітка в критичній точці, яку визначаємо на початку розрахунків, дорівнює сумі геодезичної відмітки та необхідного вільного напору:

$$П_{Кр} = Z_{Кр} + H_{В.Кр} ,$$

де $Z_{Кр}$ – відмітка поверхні землі в критичній точці; $H_{В.Кр}$ – необхідний вільний напір у критичній точці.

П'єзометричні відмітки в інших вузлах визначаємо послідовним додаванням до п'єзометричної відмітки в критичній точці втрат напору на відповідних ділянках.

Підрахунки п'єзометричних відміток та фактичних вільних напорів зводимо в табл. 4.5 та табл. 4.6.

Фактичний вільний напір у точці розташування водонапірної башти визначає її висоту:

$$H^{ф}_{ВБ} = H_{В.Кр} + h_{Кр–ВБ} + (Z_{Кр} – Z_{ВБ}) ,$$

де $h_{Кр–ВБ}$ – втрати напору на ділянках від критичної точки до башти;

$Z_{ВБ}$ – відмітка поверхні землі в точці розташування водонапірної башти.

Таблиця 4.5

Визначення п'єзометричних відміток і фактичних вільних напорів для режиму максимального водорозбору

Вузли	Розрахункові ділянки	Втрати напору на ділянці h, м	Мінімально необхідний вільний напір $H_В$, м	Відмітки, м		Фактичний вільний напір $H^{ф}_{ВБ}$, м
				п'єзометричні	поверхні землі	
НС-II				330,59	288,62	41,97
	НС-II–ВБ	0,45				
ВБ				330,14	320,00	10,14
	ВБ–А	0,14				
А			10	330,00	320,00	10,00
	А–В	0,92				
В			10	329,08	290,00	39,08
	В–Д	0,70				
Д			10	328,38	290,64	37,74
	Д–Ж	0,33				
Ж			18	328,05	280,90	47,15
	Ж–И	0,47				
И			18	327,58	278,75	48,83
	И–Л	0,45				
Л			18	327,13	282,25	44,88
	Л–Н	0,27				
Н			18	326,86	278,33	48,53
	Н–П	0,10				
П			18	326,76	270,61	56,15

Критичною точкою виявилася точка А, тоді:

– для режиму максимального водорозбору

$$H_{ВБ} = 10,00 + 0,14 + (320,00 – 320,00) = 10,14 \text{ (м)};$$

– для режиму гасіння пожеж при максимальному водорозборі

$$H_{ВБ} = 10,00 + 0,56 + (320,00 – 320,00) = 10,56 \text{ (м)}.$$

Приймаємо висоту ствола водонапірної башти 15 м, згідно з типом ВБР-50-15 **[9, додаток 11]** (див. п.3.1).

Таблиця 4.6

Визначення п’єзометричних відміток і фактичних вільних напорів для режиму пожеж при максимальному водорозборі

Вузли	Розрахунк-ові ділянки	Втрати напору на ділянці h, м	Мінімально необхідний вільний напір H_B, м	Відмітки, м		Фактичний вільний напір $H^{ф}_{ВБ}$, м
				п’єзо-метричні	поверхні землі	
НС-II				333,50	288,62	44,88
	НС-II–ВБ	2,94				
ВБ				330,56	320,00	10,56
	ВБ–А	0,56				
А			10	330,00	320,00	10,00
	А–В	3,74				
В			10	326,26	290,00	36,26
	В–Д	3,29				
Д			10	322,97	290,64	32,33
	Д–Ж	1,93				
Ж			10	321,04	280,90	40,14
	Ж–И	3,25				
И			10	317,79	278,75	39,04
	И–Л	5,19				
Л			10	312,60	282,25	30,35
	Л–Н	4,83				
Н			10	307,77	278,33	29,44
	Н–П	4,58				
П			10	303,19	270,61	32,58

5. Водозабірні споруди

5.1. Вибір основних параметрів водозабірних споруд

Роботою передбачено використання підземних вод для потреб водопостачання напірних міжпластових. Воду забирають за допомогою водозабірної свердловини.

При проєктуванні водозабірних свердловин вирішують такі питання: вибір місця розташування майданчика водозабірних споруд; вибір водоносного пласта для постійної експлуатації; вибір способу буріння; вибір конструкції водозабірної свердловини; визначення можливого дебіту свердловини вибраних розмірів; підбір насосного обладнання першого підйому; влаштування зон санітарної охорони.

Геологічний розріз в місці розташування свердловини має такі характеристики: суглинок, глина, вапняк, пісок крупнозернистий (**рис.6.1**). Водонасиченим шаром є пісок крупнозернистий. Даний водоносний горизонт є напірним.

Прийнято ударно-канатний спосіб буріння свердловин відкритим забоєм, без кріплення трубами, з максимальною глибиною буріння свердловини Н = 150 м. Фільтри водозабірних свердловин можуть бути каркасно-стрижневими і трубчастами з металевих і полімерних матеріалів з отворами (круглими, прямокутними, горизонтальними і вертикальними щілинами), з додатковою водоприймальною поверхнею з антикорозійних матеріалів (дротяна обмотка, сітка, фільтруюча оболонка) або без неї **[6, додаток Б, табл.Б.1, п.3.2]**.

5.2. Визначення конструктивних розмірів свердловини

Дебіт досконалої свердловини, яка живиться напірними водами, визначають за формулою Дюпюї **[7, с.57; 41, с.83]**:

$$Q = q_{пит} \cdot S,$$

де S – пониження статичного рівня води в свердловині при відкачуванні з неї води з витратою Q, м,

$$S = Z_{СТ} - Z_{ДИН};$$

$Z_{СТ}$, $Z_{ДИН}$ – відмітка, м, статичного і динамічного рівня води в свердловині відповідно; $Z_{СТ} = 256{,}5$ м (**рис.6.1**); $q_{пит}$ – питомий дебіт свердловини, (м³/добу)/м,

$$q_{пит} = \frac{2{,}73K_{Ф} \cdot m}{\lg(R/r)},$$

$K_{Ф}$ – коефіцієнт фільтрації водоносного пласта, м/добу; m – потужність пласта, м; m = 14 м (**рис.6.1**); r – радіус свердловини, м; R – радіус впливу свердловини, тобто радіус депресійної вирви, м.

Потуж-ність, м	Абсолютна відмітка, м ▽284,5	Розріз	Опис грунтів	Глибина появи води, м	Відмітка встановленого рівня, м
16,0	▽268,5		суглинок		
57,0	▽211,5		$Z_{ст}$ глина	28,0	▽256,5
31,5	▽180,0		вапняк		
14,0	▽166,0		пісок крупно-зернистий		

Рис. 6.1. Розріз розвідувально-експлуатаційної свердловини

За **[41, табл. 3.8]** орієнтовно можна приймати, що для пісків крупних $K_{Ф}$ = 25…75 м/добу, R = 300…400 м для частинок діаметром 0,5…1,0 мм. Приймаємо $K_{Ф}$ = 25 м/добу, R = 300 м. Також приймаємо діаметр фільтра рівним $D_{ф}$ = 330 мм. Тоді

$$r = ½ \cdot D_{ф}, \quad r = ½ \cdot 330 = 165 \text{ (мм)} = 0{,}165 \text{ м};$$

$$q_{пит} = \frac{2{,}73 \cdot 25 \cdot 14}{\lg\left(\frac{300}{0{,}165}\right)} = 293{,}13 \text{ ((м}^3\text{/добу)/м).}$$

Для напірних вод радіус впливу свердловини можна визначити за формулою Зіхардта **[41, с.85]**:

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{K_ф},$$

звідки пониження статичного рівня води в свердловині

$$S = \frac{R}{10 \cdot \sqrt{K_ф}}, \qquad S = \frac{300}{10 \cdot \sqrt{25}} = 6{,}0 \text{ (м).}$$

Отже,

$$Q = 293{,}13 \cdot 6 = 1758{,}8 \text{ (м}^3\text{/добу).}$$

Кількість робочих свердловин **[7, с.59]**:

$$n = \frac{Q_р}{Q},$$

де $Q_р$ – розрахункова витрата води, яку подають споживачам, $Q_р$ = 631,86 м³/добу (табл.2.6),

$$n = \frac{631{,}86}{1758{,}8} = 0{,}36; \quad \text{приймаємо } n = 1.$$

Також приймаємо одну резервну свердловину **[6, табл.10]**.

5.3. Підбір фільтра

Допустиму швидкість фільтрації води, м/добу, при її вході з пласта у фільтр для дірчастих, щілинних, дротяних і сітчастих фільтрів **[7, с.62; 41, с.107]**

$$V_Ф = 65 \cdot \sqrt[3]{K_Ф}, \qquad V_Ф = 65 \cdot \sqrt[3]{25} = 190{,}06 \text{ (м/добу).}$$

Для піску крупного з переважною (понад 50% за масою) крупністю частинок 1…2 мм тип фільтру – дротяний, сітчастий **[7, табл.3.7]**.

Розміри фільтра приймаємо такими, щоб фактична швидкість виходу води з пласта у свердловину не перевищувала допустимого значення **[7, с.62]**:

$$Q_{MAX} \le \pi \cdot D_ф \cdot L_ф \cdot V_ф,$$

звідки

$$D_ф \ge \frac{Q_{MAX}}{\pi \cdot L_ф \cdot V_ф},$$

де Q_{MAX} – максимальна витрата води, яку забирають зі свердловини, м³/добу; приймаємо $Q_{MAX} = Q = 1758,8$ м³/добу (п.5.2); $L_ф$ – довжина робочої частини фільтра, м; приймають залежно від потужності водоносного пласта: $L_Ф = (0,5...0,8)\cdot m$ при $m > 10$ м **[7, с.62]**. Отже,

$$L_Ф = (0,5…0,8)\cdot 14 = 7,0…11,2 \text{ (м)}.$$

Приймаємо фільтр довжиною $L_Ф = 9,0$ м. Робоча частина фільтра складається з трьох частин по 3,0 м завдовжки. Внизу фільтра споруджується відстійник, довжиною 3,0 м. Зверху встановлюють надфільтрову трубу, довжиною 5,0 м. Відстійник закриваємо дерев'яним корком або сталевою заглушкою, а кільцевий зазор між надфільтровою трубою та експлуатаційною обсадною колоною перекриваємо гумовим розтискним сальником. Тоді

$$D_ф \ge \frac{1758,8}{3,14 \cdot 9 \cdot 190,06} = 0,327 \text{ (м)} = 327 \text{ мм},$$

що відповідає попередньо прийнятому значенню.

Відмітка, м, динамічного рівня води в свердловині

$$Z_{ДИН} = Z_{СТ} - S, \quad Z_{ДИН} = 256,5 - 6,0 = 250,5 \text{ (м)}.$$

5.4. Підбір насосів першого підйому

Подача насосів першого підйому **[7, с.632]**

$$Q_н = \frac{q_{год.max}}{n},$$

де $q_{год.max}$ – розрахункова максимальна годинна витрата води, м³/год, яку треба подати споживачам; за **[6, п.6.1.2, формула (3)]**

$$q_{год.max} = \frac{K_{год\,max} \cdot Q_{доб.max}}{24};$$

$Q_{доб.max}$ – розрахункова максимальна витрати води в добу найбільшого водоспоживання, м³/добу; приймемо $Q_{доб.max} = Q = 1758,8$ м³/добу (табл.2.6);

$К_{год.max}$ – коефіцієнт максимальної годинної нерівномірності споживання питної води населенням; **[6, п.6.1.2, формула (4)]**

$$К_{год.max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} ;$$

α_{max} – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови; приймають $\alpha_{max} = 1,2…1,4$, приймемо $\alpha_{max} = 1,3$;

β_{max} – коефіцієнт, що враховує чисельність жителів, які постійно проживають у даному населеному пункті; визначаються згідно з **[6, табл. 2]**: $\beta_{max} = 1,640$ за кількості мешканців 2,3 тис. осіб (п.1.4),

$$К_{год.max} = 1,3 \cdot 1,64 = 2,132;$$

$$q_{год.max} = \frac{2,132 \cdot 1758,8}{24} = 156,240 \text{ (м³/год);}$$

$$Q_н = \frac{156,24}{1} = 156,24 \text{ (м³/год).}$$

Потрібний напір насосів першого підйому **[7, с.632]**:

$$H_Н = H_Г + S_Р + \Sigma h_w ,$$

де $H_Г$ – геометрична висота, м, піднімання води з свердловини, яку вимірюють від статичного рівня води, до рівня води в приймальному резервуарі,

$$H_Г = Z_{рез} – Z_{СТ} ;$$

$S_Р$ – розрахункове зниження, м, статичного рівня води в свердловині,

$$S_р = \frac{Q_н}{\left(\frac{q_{пит}}{24}\right)}, \quad S_р = \frac{56,13}{\left(\frac{293,13}{24}\right)} = 4,60 \text{ (м);}$$

Σh_w – сума втрат напору від водоносного пласта до резервуарів чистої води,

$$\Sigma h_w = h_1 + h_2 + h_3 ;$$

h_1 – втрати напору на фільтрі та в щілині між електродвигуном і обсадною колоною; h_2 – втрати напору у водопідіймальних трубах, фасонних частинах і

арматурі; h_3 – втрати напору у трубопроводі від свердловини до резервуарів чистої води; приймаємо [7, с.64] $h_1 = 3$ м; $h_2 = 5$ м; $h_3 = 3$ м.

Попередньо приймемо, що висота швидкого фільтру над поверхнею землі $Z_{рез} = 3$ м. Статичний рівень води в свердловині над поверхнею землі $Z_{СТ} = -28$ м (**рис.6.1**). Тоді

$$H_Г = 3 - (-28) = 31 \text{ (м)};$$

$$\Sigma h_w = 3 + 5 + 3 = 11 \text{ (м)};$$

$$H_Н = 31 + 4{,}6 + 11 = 46{,}6 \text{ (м)}.$$

Приймаємо для діаметру свердловини відцентровий свердловинний електронасос типорозміру ЭЦВ14-210-300 з подачею в робочій області – 180…250 м³/год, напір в робочій області – 320…240 м **[42, табл.4.5]**.

6. Очисні споруди

6.1. Вибір методу обробки води

Згідно з **[43]**, вода потребує знезалізнення та знезараження (табл. 6.1)

Таблиця 6.1

Показники якості підземних вод

№ п/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативне значення за **[43]**	Фактичне значення	Висновок щодо якості води
1.	Залізо загальне	мг/дм³	≤ 0,2	2,3	не задовольняє
2.	Загальне мікробне число при t = 37°С - 24 год*	КУО/см³	≤ 100	136	не задовольняє

6.2. Знезалізнення води

Вода, яку необхідно знезалізнювати, з свердловини під напором насосів першого підйому проходить послідовно через фільтри та бактерицидні установки і далі надходить в резервуари чистої води.

Продуктивність очисних споруд відповідає подачі насосів $Q_н$ = 156,24 м³/год (п.5.4). Тому приймаємо фільтр Hi-Flo 6 TWIN ● Super Iron з максимальною продуктивністю 160 м³/год з втратами напору 0,5 атм та габаритними розмірами: ширина×глибина×висота = 6400×3395×2845 мм **[44, с.7]**. Висота фільтра є дещо меншою ніж попередньо прийнята в п.5.4. Конфігурація TWIN має два фільтрувальні модулі та один гідравлічний блок керування **[44, с.3]**. Автоматичну роботу фільтрів забезпечують за допомогою гідравлічних клапанів, які регулюють подачу води під час циклів зворотного промивання, сервісу. Перемиканням робочих режимів керують за допомогою електронного програматора. Витратою води для кожної робочої стадії керують регулятором потоку, який забезпечує витрату води у встановлених межах і запобігає вимиванню фільтрувального завантаження при зворотному промиванні **[44, с.3]**.

6.3. Знезараження води

Знезараження очищеної води проводимо ультрафіолетовою (УФ) дезінфекцією. УФ-випромінювання являє собою опромінення з дуже короткою довжиною хвилі. Спеціальні кварцові лампи, які містять пари ртуті за низького тиску, здатні виробляти УФ-випромінювання з постійною довжиною хвилі. УФ-стерилізатори виробництва Culligan виробляють опромінення з довжиною хвилі 2537 Å, яка є оптимальною для знищення мікроорганізмів, бактерій, вірусів, грибків і водоростей, присутніх у воді. Знезаражувальний ефект УФ-випромінювання зумовлено фотохімічними реакціями всередині мікроорганізмів, під дією яких руйнується ДНК клітини. Крім ДНК, УФ-промені діють і на інші структури клітин. Під час роботи вода надходить у дезінфекційну камеру з неіржавійної сталі. Всередині камери встановлено лампи, які випромінюють високоінтенсивне УФ-випромінювання **[44, с.19]**.

Знезараження води за допомогою бактерицидного ультрафіолетового випромінювання (УФ-знезараження) допускається застосовувати для підземних вод за умови забезпечення вимог ДСанПіН 2.2.4-171 **[43]** за фізико-хімічними показниками **[6, п.10.18.24]**.

Вода, що її подають на установку з УФ-знезараженням, повинна відповідати, зокрема, таким вимогам: загальний вміст сполук заліза – від 2 мг/дм³ до 3 мг/дм³ **[6, п.10.18.25]**.

Розрахунковий бактерицидний потік, Вт **[45, с.210]**

$$F_Б = -\frac{Q_н \cdot \alpha \cdot k \cdot \lg(P/P_o)}{1563{,}4 \cdot \eta_n \cdot \eta_0},$$

де α – коефіцієнт поглинання води, яку опромінюють; для інфільтраційної води $\alpha = 0{,}15$ см$^{-1}$; k – коефіцієнт опору бактерій, що їх опромінюють, $k = 2500$ мкВт·с/см²; P_0 – кількість бактерій в 1 л води, або колі-індекс води до опромінення; максимальне розрахункове бактеріальне забруднення вихідної води приймають рівним колі-індексу $P_0 = 1000$ (тобто колі-титр становить 1); P – кількість бактерій в 1 л води після опромінення, або колі-індекс опроміненої води; приймають $P \leq 3$ (тобто колі-титр є не менше 330); η_n – коефіцієнт використання бактерицидного потоку; для установок із зануреним джерелом

випромінювання η_n = 0,9; η_0 – коефіцієнт використання бактерицидного випромінення, який залежить від товщини шару води, її фізико-хімічних показників і конструктивного типу установки; η_0 = 0,9.

Ступінь знезараження води P/P_o = 1/1000…3/1000 **[45, с.212]**, приймаємо P/P_o = 1/1000. Отже,

$$F_Б = -\frac{156,24 \cdot 0,15 \cdot 2500 \cdot \lg(1/1000)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 138,8 \text{ (Вт)}.$$

Джерелом опромінення приймаємо установку моделі UV 6S з продуктивністю 13 м³/год та потужністю опромінення F = 96 Вт **[44, с.20]**. Необхідна кількість, шт., установок

$$n = F_Б : F, \quad n = 138,8 : 96 = 1,45 \text{ (шт.)}, \text{ приймаємо } n = 2 \text{ шт.}$$

Кількість ламп у кожній установці 6×40W, споживана потужність 350 Вт, габаритні розміри: ширина×глибина×висота = 1060×490×840 мм **[44, с.20]**.

7. Санітарно-технічне обладнання житлового будинку

7.1. Внутрішній водопровід будинку

Передбачено влаштування внутрішніх водопроводу і каналізації житлового будинку, розташованого в центральній частині Східного району селища Дашава.

Джерелом водопостачання є водопровідна мережа Дашави. Діаметр водопроводу в місці приєднання вводу в будинок становить D = 100 мм.

Внутрішній протипожежний водопровід не треба передбачати **[13, п.8.4]** у будинках, будівлях, спорудах і приміщеннях, які мають об'єм або висоту менше ніж вказані в **[13, табл.3 та табл.4]**, тобто, згідно з **[13, табл.3]**, для житлових будинків умовною висотою до 26,5 м. Житловий 3-поверховий будинок, який проектують, має загальну висоту 8,10 – (–1,50) = 9,60 (м), що є менше 26,5 м. Це означає, що в будинку має бути тільки питний водопровід **[13, п.4.5]**.

Внутрішня водопровідна мережа будинку запроектована за тупиковою схемою з нижнім розведенням магістралей. Таку схему треба приймати, якщо допускається перерва в подачі води і при кількості пожежних кран-комплектів менше ніж 12 **[13, п.10.1]**.

Магістральні лінії прокладені під стелею підвалу з похилом i = 0,002 до вводу водопроводу в будинок для можливості спорожнення системи. Для відключення окремих водопровідних стояків та окремих санвузлів передбачено вентилі відповідно на ділянках, що з'єднують стояки з магістральною лінією, та на підвідних трубопроводах до санітарно-технічних приладів.

Глибину закладання труб зовнішніх мереж водопостачання, рахуючи до низу, рекомендується призначати … на 0,5 м більше ніж глибина проникнення в ґрунт нульової ізотерми для малосніжної зими **[6, п.12.41]**, тобто

$$(h_{зак})_н = h_{пром} + 0,5.$$

де $h_{пром}$ – глибина промерзання ґрунту; для селища Дашава $h_{пром}$ = 0,75 м,

$$(h_{зак})_н = 0,75 + 0,5 = 1,25 \text{ (м)}.$$

Глибина закладання труб зовнішніх мереж водопостачання, рахуючи до верху,

$$(h_{зак})_в \le Z_{п.з} - Z_{в.з.в}\ ,$$

де $Z_{п.з}$ – абсолютна позначка поверхні землі біля будівлі; $Z_{п.з} = –1{,}50 + 283{,}30 = 281{,}80$ (м);

$Z_{в.з.в}$ – абсолютна позначка верху труби зовнішнього водопроводу, $Z_{в.з.в} = 280{,}50$ м,

$$Z_{п.з} - Z_{в.з.в} = 281{,}80 - 280{,}50 = 1{,}30 \text{ (м)},$$

тобто $(h_{зак})_в \le 1{,}30$ м. Мінімальна глибина закладання від верху труб $(h_{зак})_{в.min} = 1{,}25$ м **[10, с.78]**.

На внутрішній системі холодного водопостачання необхідно передбачати на кожних 60…70 м периметру будинку по одному поливальному крану, який розміщують у коверах (невеликий колодязь у землі) біля будинку або в нішах зовнішніх стін **[13, п.9.16]**. Підвідні трубопроводи d_y 25…32 мм від магістралей до поливних кранів прокладено по найкоротшій відстані зі зворотнім похилом для їхнього спорожнення на зимовий період. Кран для спускання води встановлюють у найнижчій точці підвідних трубопроводів **[11, с.97]**. Периметр будинку зовні

$$P_з = 2\cdot(L_з + B_з),$$

де $L_з$ – довжина будинку зовні,

$$L_з = ½\cdot 0{,}450 + L_{1\text{-}8} + ½\cdot 0{,}450 = L_{1\text{-}8} + 0{,}45;$$

$L_{1\text{-}8}$ – довжина між осями 1 та 8, $L_{1\text{-}8} = 18780$ мм = 18,78 м;

$B_з$ – ширина будинку зовні,

$$B_з = ½\cdot 0{,}450 + B_{А\text{-}Д} + ½\cdot 0{,}450 = B_{А\text{-}Д} + 0{,}45;$$

$B_{А\text{-}Д}$ – довжина між осями А та Д, $B_{А\text{-}Д} = 13200$ мм = 13,2 м,

$$L_з = 18{,}78 + 0{,}45 = 19{,}23 \text{ (м)};$$

$$B_з = 13{,}2 + 0{,}45 = 13{,}65 \text{ (м)};$$

$$P_з = 2\cdot(19{,}23 + 13{,}65) = 65{,}76 \text{ (м)} < 70 \text{ м}.$$

Тому проектуємо один поливний кран.

7.1.1. Визначення витрати холодної води. Гідравлічний розрахунок внутрішнього водопроводу проводять з метою визначення розрахункових витрат води і підбору діаметру труб на окремих ділянках мережі.

Проектуємо житловий будинок з централізованим гарячим водопостачанням і з ваннами завдовжки понад 1500 мм **[13, додаток А, табл.А.1]**. Оскільки селище Дашава є в ІІІ кліматичному районі України (п.1.2), то розрахункова загальна середня добова витрата води становить Q_T^{tot} = 285 л/добу на одного мешканця, те саме, гаряча – Q_T^h = 115 л/добу на одного мешканця **[13, додаток А, табл.А.1]**. Тоді середня добова витрата холодної води становить на одного мешканця

$$Q_T^c = Q_T^{tot} - Q_T^h, \quad Q_T^c = 285 - 115 = 170 \text{ (л/добу)}.$$

Середня годинна розрахункова витрата холодної води на одного мешканця **[13, п.5.1, формула (2)]**

$$q_T^c = \frac{Q_T^c}{T},$$

де T – розрахунковий час споживання води, год/добу; приймемо цілодобове споживання води, тобто T = 24 год;

$$q_T^c = \frac{170}{24} = 7{,}1 \text{ (л/год)} \approx 7 \text{ л/год}.$$

Тоді за **[13, додаток А, табл.А.5]** обчислимо розрахункові максимальні секундні витрати на ділянках залежно від кількості приладів (табл.7.1).

Таблиця 7.1

Гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі холодної води

Номер розрахункової ділянки	Довжина ділянки *l*, м	Кількість приладів N^c на ділянці	Розрахункова витрата води на ділянці q^c, л/с	Діаметр трубопроводу d, мм	Швидкість руху води V, м/с	Втрати напору	
						і, мм/м	$H = i \cdot \ell \cdot (1 + \kappa_\ell)$, м
1–2	1,8	1	0,235	11,6	2,22	578,997	1,355
2–3	1,3	2	0,24	11,6	2,27	601,652	1,02
3–4	11,55	4	0,265	14,4	1,63	250,481	3,76
4–5	2,7	8	0,32	14,4	1,96	347,137	1,22
5–6	5,75	12	0,36	14,4	2,21	430,198	3,22
6–7	4,5	24	0,48	18,0	1,88	242,769	1,42
7–8	1,4	24	0,48	18,0	1,88	242,769	0,44
8–9	1,1	24	0,48	18,0	1,88	242,769	0,35
						∑H =	12,785
9–10	15,15	24	0,48	18,0	1,88	242,769	4,78

Діаметри труб внутрішніх водопровідних мереж потрібно визначати гідравлічнім розрахунком за умови найбільшого використання гарантованого тиску води в зовнішній водопровідній мережі **[13, п.11.5]**.

Проектуємо водопровід з пластикових труб ППР системи УДТ <BOR> за PN 16, t = 20°C та ρ = 998 кг/м³ **[12, с.18]**.

Швидкість руху води в трубопроводах внутрішніх мереж повинна бути для труб з полімерних матеріалів не більше, ніж 2,5 м/с **[13, п.11.6]**.

Втрати тиску на ділянках трубопроводів систем холодного водопостачання H треба визначати з урахуванням шорсткості матеріалу труб за формулою **[13, п.11.7]**:

$$H = i \cdot \ell \cdot (1 + к_\ell) ,$$

де i − питомі втрати тиску на тертя при розрахунковій витраті, які визначають за таблицями гідравлічного розрахунку систем холодного водопостачання;

ℓ − довжина розрахункової ділянки трубопроводу;

$к_\ell$ − коефіцієнт, який враховує втрати тиску в місцевих гідравлічних опорах; у системах питних водопроводів житлових будинків $к_\ell = 0,3$.

Беручи до уваги, що відносні втрати напору виражені в R, мбар/м за ρ = 998 кг/м³ **[12, с.18]**, маємо i, мм/м:

$$i = R \cdot 10^5/(\rho \cdot g), \quad i = R \cdot 10^5/(998 \cdot 9,81) = 10,214 \cdot R.$$

Ввід водопроводу є зі сталевих водогазопровідних труб та має діаметр 20 мм. Гідравлічний розрахунок для нього проведемо за **[14, табл.II.1]**.

7.1.2. Підбір лічильника води. Засоби обліку води слід установлювати на вводах трубопроводів холодного водопроводу в кожний будинок **[13, п.13.1]**.

Лічильники на вводах холодної води в будинок належить встановлювати після вводу води в будинок в приміщенні зі штучним або природним освітленням і температурою повітря не нижче, ніж 5°C. Лічильники необхідно розміщувати так, щоб до них був доступ для зчитування показників, обслуговування, зняття для метрологічної перевірки. Підлога приміщення для установки лічильників повинна бути рівною і твердою **[13, п.13.2]**.

Засоби вимірювальної техніки обліку холодної питної води перевіряють на **[15, п.6.1.4]**:

а) пропускання розрахункової максимальної секундної витрати холодної питної води qc, л/с, за умови:

$$Q_4 \geq 3{,}6 \cdot q^c,$$

де Q_4 – найбільше значення витрати, м³/год, за якого засіб вимірювальної техніки обліку холодної питної води задовільно працює без погіршення характеристик упродовж короткого періоду часу (максимальна витрата);

б) спроможність вимірювання розрахункових мінімальних годинних витрат $q^c_{hr\ min}$, м³/год, за умови:

$$Q_1 \leq q^c_{hr\ min};$$

в) рекомендоване значення діапазону витрат холодної питної води в робочому положенні засобів вимірювальної техніки DN15...DN40 на трубопроводі, м³/год, за умови:

$$Q_3/Q_1 \geq 160,$$

де Q_1 – найменше значення витрати, м³/год, за якого засіб вимірювальної техніки обліку холодної питної води забезпечує покази, що відповідають вимогам до максимально допустимих похибок (мінімальна витрата);

Q_3 – найбільше значення витрати, м³/год, за якого засіб вимірювальної техніки обліку холодної питної води задовільно працює за нормальних умов експлуатації, тобто за сталих або переривчастих умов потоку (номінальна витрата).

Підберемо лічильник води за **[16]** на максимальну годинну витрату холодної води на вводі водопроводу $q^c_{hr} = f\left(\Sigma N^c, q^c_T\right)$, м³/год. При $\sum N^c = 24$ та $q^c_T \approx 7$ л/год за **[13, додаток А, табл.А.5]** дає $q^c_{hr} = 0{,}795$ м³/год.

Втрати тиску в лічильниках холодної води потрібно визначати при розрахункових секундних витратах **[13, п.13.8]**.

Підібрано лічильник води марки JS 1 (виробник Apator, Польща) з DN15, втрати напору для якого h_{meter} = 20 кПа = 2,04 м вод. ст.

Отже, $Q_4 \equiv Q_{max} = 2$ м³/год; $Q_3 \equiv Q_n = 1$ м³/год; $Q_1 = Q_{min} = 20$ дм³/год (за горизонтального встановлення). Тоді

$$3{,}6 \cdot q^c = 3{,}6 \cdot 0{,}48 = 1{,}73 \text{ (м}^3\text{/год)} < Q_4 = 2 \text{ м}^3\text{/год}.$$

Розрахункову годинну мінімальну витрату холодної води, м³/год, визначають за формулою **[13, п.5.2, формула (3)]**:

$$q^c_{hr\,min} = q^c_T \cdot k_{min},$$

де k_{min} – коефіцієнт, $k_{min} = f(k_{max})$;

k_{min} – коефіцієнт, який визначають за формулою **[13, п.5.2, формула (4)]**

$$k_{max} = \frac{q^c_T}{q^c_{hr}}, \qquad k_{max} = \frac{7}{0{,}795} = 8{,}805 > 3{,}00;$$

$$k_{min} = 0{,}02 \textbf{ [13, табл.1]};$$

$$q^c_{hr\,min} = 7 \cdot 0{,}02 = 0{,}14 \text{ (м}^3\text{/год)} > Q_1 = 0{,}020 \text{ м}^3\text{/год};$$

$$\frac{Q_3}{Q_1} = \frac{1}{0{,}020} = 50 > 160.$$

7.1.3. Визначення необхідного напору на вводі водопроводу в будинок. Необхідний напір на вводі водопроводу **[13, п.14.9, формула (17)]**

$$H_н = H_{geom} + \Sigma H_{l,tot} + H_f,$$

де H_{geom} – геометрична висота подачі води, м, від осі зовнішнього водопроводу до осі підвідного трубопроводу диктуючого санітарно-технічного приладу;

$\Sigma H_{l,tot}$ – сума втрат напору на розрахунковому напрямку, м;

$$\Sigma H_{l,tot} = \Sigma H + h_{meter} + h_{prod};$$

ΣH – сума втрат напору на розрахункових ділянках трубопроводу, м; $\Sigma H = 12{,}785$ м (табл.7.1);

h_{meter} – втрати напору на лічильнику води, $h_{meter} = 2{,}04$ м (п.7.1.2);

h_{prod} – втрати напору на вводі водопроводу, $h_{prod} = 4{,}78$ м (табл.7.1);

H_f – вільний напір біля санітарно-технічного приладу, м; для мийки зі змішувачем $H_f = 2$ м **[17, додаток 2]**.

Тиск води в системах питного водопроводу на відмітці найнижче розташованих санітарно-технічних приладів не повинен перевищувати

0,6 МПа, на відмітці найвище розташованих приладів – за паспортними даними цих приладів, а за відсутності таких даних не менше 0,2 МПа і не більше, ніж 0,6 МПа на всіх інших поверхах **[13, п.6.6]**.

Отже, вісь зовнішнього водопроводу

$$Z_{о.з.в} = Z_{в.з.в} – ½·D, \quad Z_{о.з.в} = 280,50 – ½·0,100 = 280,45 \text{ (м)};$$

вісь підвідного трубопроводу диктуючого санітарно-технічного приладу

$$Z_{в.д} = 283,30 + (5,40 + 0,30) = 289,00 \text{ (м)};$$

$$H_{geom} = 289,00 – 280,45 = 8,55 \text{ (м)};$$

$$\Sigma H_{l,tot} = 12,785 + 2,04 + 4,78 = 19,605 \text{ (м)};$$

$$H_н = 8,55 + 19,605 + 2,00 = 30,155 \text{ (м)} \approx 0,296 \text{ МПа} < 0,6 \text{ МПа}.$$

Цей тиск повністю забезпечується із зовнішньої водопровідної мережі.

7.2. Внутрішня каналізація будинку

Відведення стічних вод треба передбачати закритими самопливними трубопроводами **[13, п.19.1]**.

У проектованому житловому будинку запроектовано чотири каналізаційні стояки.

7.2.1. Визначення необхідності влаштування вентильованих каналізаційних стояків. У будівлях, спорудах допускається влаштування каналізаційних стояків, які не мають вентиляції за умови збереження режиму вентиляції зовнішньої каналізаційної мережі, до якої приєднують випуски з цих будівель і споруд **[13, п.20.5]**. Для простоти можна користуватися такою рекомендацією **[18]**: якщо проектують нову будівлю та нову ділянку зовнішньої каналізаційної мережі з під’єднанням до існуючих зовнішніх каналізаційних мереж, то в цьому разі треба провести розрахунок для обґрунтування кількості вентильованих каналізаційних стояків, необхідних для вентиляції проектованої ділянки зовнішньої каналізаційної мережі, та кількості невентильованих чи обладнаних вентиляційними клапанами (аераторами) каналізаційних стояків.

Кількість витяжних частин каналізаційних стояків, які забезпечують задану кратність повітрообміну на розрахунковій ділянці зовнішньої каналізаційної мережі (від стіни будинку до першого колодязя) **[13, п.19.23]**:

$$n_{вит} = \frac{k \cdot W}{Q},$$

де Q – розрахункова витрата забрудненого повітря, яке виходить з витяжної частини окремого каналізаційного стояка діаметром 100 мм, Q = 320 м³/добу;

k – добова кратність повітрообміну в каналізаційній мережі, k = 80…100;

W – ємність розрахункової ділянки [зовнішньої] каналізаційної мережі, м³; за **[18]**

$$W = \sum_{i=1}^{m}\left(\frac{\pi D_{кі}^2}{4} \cdot H_{кі}\right) + \sum_{j=1}^{n}\left(\frac{\pi d_{трj}^2}{4} \cdot L_{трj}\right);$$

$D_к$ – внутрішній діаметр каналізаційного колодязя, м; діаметри круглих оглядових колодязів на трубопроводах діаметрами до 600 мм рекомендується приймати 1000 мм **[19, п.8.8.2]**;

$H_к$ – висота каналізаційного колодязя, м; за відсутності даних з експлуатації каналізаційних мереж у даному районі мінімальну глибину закладання лотка трубопроводу допускається приймати для труб діаметром до 500 мм на 0,3 м менше найбільшої глибини проникнення в ґрунт нульової температури, але не менше 0,7 м до верху труби, рахуючи від відміток поверхні землі або планування **[19, п.8.6.4]**; найменшу глибину закладання каналізаційних мереж треба приймати <…> не меншою ніж глибина промерзання ґрунту $h_{пром}$ **[13, п.19.26]**, тому

$$(H_к)_{min} = h_{min} + i_{вип} \cdot (L_{min} + D_к);$$

h_{min} – найменша глибина закладання лотка труб водовідвідної мережі біля зовнішньої стіни житлового будинку,

$$h_{min1} = h_{пром} + 0{,}3, \quad h_{min2} \geq 0{,}7 + d_{вип};$$

$i_{вип}$ – похил випуску; випуски від каналізаційної мережі підвальних приміщень слід передбачати з похилом не менше ніж 20‰ **[13, п.19.28]**; $(i_{вип})_{min}$ = 20‰ для трубопроводів діаметром 100 мм **[13, п.20.2]**;

L_{min} – мінімальна відстань (у просвіті) від стінки колодязя до вікон або дверей будівель з перебуванням людей без передбачення заходів щодо запобігання надходженню в будівлю неприємних запахів **[19, п.8.1.7]**, L_{min} = 3 м;

m – кількість колодязів на розрахунковій ділянці; m = 4;

$d_{тр}$ – внутрішній діаметр каналізаційних труб [зовнішньої каналізаційної мережі], м; найменші діаметри труб самопливних внутрішньоквартальних мереж допускається приймати 150 мм **[19, п.8.3.1]**; для чавунних розтрубних каналізаційних труб ЧК з Ду (Dn) 150 при товщині стінки 5 мм **[20]** маємо: $d_{тр}$ = 150 – 2·5 = 140 (мм);

$d_{вип}$ – внутрішній діаметр труби каналізаційного випуску, $d_{вип}$ = 100 мм;

$L_{тр}$ – довжина каналізаційних труб [зовнішньої каналізаційної мережі], м;

n – кількість каналізаційних труб [зовнішньої каналізаційної мережі] на розрахунковій ділянці.

Для селища Дашава глибина промерзання ґрунту $h_{пром}$ = 0,75 м, тоді

$$h_{min1} = 0{,}75 + 0{,}3 = 1{,}05 \text{ (м)}, \quad h_{min2} \geq 0{,}7 + 0{,}100 = 0{,}8 \text{ (м)},$$

тобто h_{min} = 1,05 м;

$$(H_к)_{min} = 1{,}05 + 0{,}020\cdot(3 + 1) = 1{,}13 \text{ (м)},$$

$$W = 4 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 1{,}0^2}{4} \cdot 1{,}13 + \frac{3{,}14 \cdot 0{,}140^2}{4} \cdot (13{,}4 + 16{,}5 + 23{,}9 + 8{,}8) = 4{,}511 \text{ (м}^3\text{)};$$

$$n_{вит} = \frac{(80...100) \cdot 4{,}511}{320} = 1{,}13 \ldots 1{,}41.$$

Це означає, що має бути два вентильовані каналізаційні стояки.

7.2.2. Перевірка пропускної здатності стояків. При розрахунку стояків систем каналізації має виконуватися умова:

$$q^s < q_{ст},$$

де $q_{ст}$ – пропускна здатність каналізаційного стояка;

q^s – максимальна секунда витрата від приєднаних до стояка санітарно-технічних приладів, які не спричиняють зриву гідравлічних затворів будь-яких видів санітарно-технічних приладів (приймачів стічних вод) **[13, п.5.4]**. Цю

витрату належить визначити як суму розрахункової максимальної секундної витрати стічних вод q^{tot} від усіх санітарно-технічних приладів, від яких стічні води надходять у стояк, що визначають відповідно до вимог **[13, п.5.1]**, і розрахункової максимальної секундної витрати стічних вод $q_o^{s,2}$ від приладу з максимальною витратою за **[13, додаток А, табл.А.3]**, а саме

$$q^s = q^{tot} + q_o^{s,2};$$

q^{tot} – розрахункова максимальна секундf витрати стічних вод,

$$q^{tot} = f(q_T^{tot}, N_{ст});$$

$N_{ст}$ – кількість санітарно-технічних приладів, від яких стічні води надходять у стояк;

q_T^{tot} – середня годинна розрахункова загальна витрата води **[13, п.5.1, формула (2)]**

$$q_T^{tot} = \frac{Q_T^{tot}}{T};$$

Q_T^{tot} – розрахункова загальна середня добова витрата води на одного мешканця; Q_T^{tot} = 285 л/добу (п.7.1);

Т – розрахунковий час споживання води, год; при цілодобовому споживання води Т = 24 год.,

$$q_T^{tot} = \frac{285}{24} = 11{,}9 \text{ (л/год)} \approx 12 \text{ л/год.}$$

За **[13, додаток А, табл.А.5]** залежно від кількості приладів $N_{ст}$ на один стояк визначаємо q^{tot}.

Для унітазу зі змивним бачком $q_o^{s,2}$ = 1,6 л/с **[13, додаток А, табл.А.3]**.

7.2.2.1. Невентильовані каналізаційні стояки. Пропускна здатність, л/с, каналізаційного стояка без вентиляції:

$$q_{ст}^{нев} = f(L_{ст}, \theta, D_{ст}, d_{від}),$$

де $L_{ст}$ – робоча висота стояка, м, – це вертикальна ділянка стояка від точки приєднання найвище розташованих у будівлі приладів до нижнього згину стояка, тобто ділянка стояка, по якій рухаються стічні води **[21]**;

θ – кут приєднання відводів на кожному поверсі до стояка, градуси;

$D_{ст}$ – зовнішній діаметр труб стояка, мм;

$d_{від}$ – зовнішній діаметр відвідних трубопроводів на кожному поверсі, мм.

При висоті гідравлічних затворів $h_з = 50…60$ мм у приладів, які приєднують до невентильованого стояка, його діаметр треба приймати **[13, п.20.6]** залежно від матеріалу труб згідно з **[13, табл.14 – табл.16]**.

Проектуємо стояки з чавунних труб **[13, табл.14]** (табл.7.2).

Таблиця 7.2

Перевірка пропускної здатності каналізаційного стояка без вентиляції

Номер стояка	Кількість приладів на один стояк $N_{ст}$	q^{tot}, л/с	$q_o^{s,2}$, л/с	q^s, л/с	Робоча висота стояка $L_{нев.ст}$, мм	Зовнішній діаметр відводу на кожному поверсі $d_{від}$, мм	Кут θ, градуси	Зовнішній діаметр труб стояка $D_{ст}$, мм	Пропускна здатність стояка $q_{ст}$, л/с
Ст. К1-1	12	0,67	1,6	2,27	7,34	100	45	100	1,60
							90	150	2,46
Ст. К1-2	12	0,67	1,6	2,27	7,40	100	45	100	1,58
							90	150	2,44

Робоча висота стояків без вентиляції Ст. К1-1 та Ст. К1-2

$$L_{нев.ст} = Z_{в.ст} – Z_{н.ст} ,$$

де $Z_{в.ст}$ – позначка верху робочої висоти стояка,

$$Z_{в.ст} \approx Z_в;$$

$Z_в$ – позначка підлоги поверху, де встановлено найвищий прилад; $Z_в = 5,40$ м;

$Z_{н.ст}$ – позначка низу робочої висоти стояка,

$$Z_{н.ст} = Z_{пр} + i \cdot L_{пр-ст} ;$$

де $Z_{пр}$ – позначка лотка прочистки Пр1 чи Пр2 як початку випуску К1-1 чи К1-2; $Z_{пр} = –2,00$ м;

i – похил горизонтальної труби; $i_{min} = 0,020$ для труби діаметром 100 мм **[13, п.20.2]**;

$L_{пр-ст}$ – відстань від осі прочистки до осі стояка.

Для стояка Ст. К1-1

$$L_{пр\text{-}ст} = 3{,}16 \text{ м};$$

$$Z_{н.ст} = -2{,}00 + 0{,}020 \cdot 3{,}16 = -1{,}94 \text{ (м)}.$$

$$L_{нев.ст} = 5{,}40 - (-1{,}94) = 7{,}34 \text{ (м)}.$$

Для стояка Ст. К1-2

$$L_{пр\text{-}ст} = 0{,}18 \text{ м};$$

$$Z_{н.ст} = -2{,}00 + 0{,}020 \cdot 0{,}18 \approx -2{,}00 \text{ (м)};$$

$$L_{нев.ст} = 5{,}40 - (-2{,}00) = 7{,}40 \text{ (м)}.$$

Як видно з табл. 7.2, за діаметру стояків 100 мм їх пропускна здатність є недостатньою, а стояки діаметром 150 мм радше відповідають висотним будівлям ніж триповерховому будинку. Тому ці стояки вентильованими.

7.2.2.2. Вентильовані каналізаційні стояки. Пропускна здатність вентильованого каналізаційного стояка, л/с:

$$q_{ст}^{в} = f(d_{від}, \theta, D_{ст}).$$

При висоті гідравлічних затворів $h_з = 50…60$ мм у приладів, які приєднують до вентильованого стояка, його діаметр треба приймати **[13, п.20.4]** залежно від матеріалу труб згідно з **[13, табл.10 – табл.13]**.

Проектуємо стояки з полімерних труб, а саме з поліетилену низького тиску (ПНТ) **[13, табл.10]** (табл.7.3).

Витяжна частина каналізаційного стояка виводиться через плоску покрівлю будинку, яка не експлуатується, на висоту 0,2 м **[13, п.19.17]**. Діаметр витяжної частини окремого стояка повинен дорівнювати діаметру його стічної частини **[13, п.19.18]**.

Допустиме значення розрідження у каналізаційному стояку з пластикових труб не повинно перевищувати $0{,}9 \cdot h_з$, де $h_з$ – висота найменшого з гідравлічних затворів санітарно-технічних приладів, які приєднані до каналізаційного стояку **[22, п.6.5.2]**, тобто

$$\Delta p \le 0{,}9 \cdot h_з;$$

за **[13, п.20.6]** $h_з = 50…60$ мм, тоді $\Delta p \le 0{,}9 \cdot (50…60) = 45…54$ (мм).

Розрідження, мм вод. ст., у вентильованому каналізаційному стояку **[22, п.6.5.3]**:

$$\Delta p = \frac{366 \cdot \left[\frac{q^S}{(1+\cos\theta)\cdot (D_{ст})_в^2} \right]^{1,677}}{\left[\frac{(D_{ст})_в}{(d_{від})_в} \right]^{0,71} \cdot \sqrt{\frac{90 \cdot (D_{ст})_в}{L_{вент.ст}}}},$$

де $L_{вент.ст}$ – робоча висота вентильованого стояка, м; q^s – в м³/с; $D_{ст}$ та $d_{від}$ – в м.

Таблиця 7.3

Перевірка пропускної здатності вентильованого каналізаційного стояка

Номер стояка	Кількість приладів на один стояк $N_{ст}$	q^{tot}, л/с	$q_o^{s,2}$, л/с	q^s, л/с	Зовнішній діаметр відводу на кожному поверсі $d_{від}$, мм	Зовнішній діаметр труб стояка $D_{ст}$, мм	Кут приєднання відводу до стояка θ, градус	Пропускна здатність стояка $q_{ст}$, л/с
Ст. К1-1	12	0,67	1,6	2,27	110	110	87,5	3,60
Ст. К1-2	12	0,67	1,6	2,27	110	110	87,5	3,60

При $L_{вент.ст} \geq 90D_{ст}$ слід приймати $L_{вент.ст} = 90D_{ст}$ **[22, примітка до п.6.5.3]** з урахуванням **[18]**. Робоча висота вентильованого стояка

$$L_{вент.ст} = Z_{вит.ст} - Z_{н.ст},$$

де $Z_{вит.ст}$ – позначка верху витяжної частини каналізаційного стояка,

$$Z_{вит.ст} = Z_п + 0,2;$$

$Z_п$ – позначка покрівлі будинку, $Z_п = 8,10$ м;

$$Z_{вит.ст} = 8,10 + 0,2 = 8,30 \text{ (м)}.$$

Для стояка Ст. К1-1

$$Z_{н.ст} = -1,94 \text{ м (п.7.2.2.1)};$$

$$L_{вент.ст} = 8,30 - (-1,94) = 10,24 \text{ (м)};$$

$$90D_{ст} = 90 \cdot 0,110 = 9,90 \text{ (м)} < L_{вент.ст}.$$

Для стояка Ст. К1-2

$$Z_{н.ст} = -2,00 \text{ м (п.7.2.2.1)};$$

$$L_{вент.ст} = 8,30 - (-2,00) = 10,30 \text{ (м)};$$

$$90D_{ст} = 90 \cdot 0,090 = 8,10 \text{ (м)} < L_{вент.ст}.$$

Для труб зовнішнім діаметром $D_{ст}$ = 110 мм з ПНТ типу СЛ **[23, табл.1]** товщина стінки $\delta_{від}$ = 4,3 мм, тоді внутрішній діаметр труб

$$(D_{ст})_в = 110 - 2\cdot 4{,}3 = 101{,}4 \text{ (мм)};$$

$$\Delta p = \frac{366 \cdot \left[\dfrac{0{,}00227}{(1+\cos 87{,}5^o)\cdot 0{,}1014^2}\right]^{1{,}677}}{\left(\dfrac{0{,}1014}{0{,}1014}\right)^{0{,}71} \cdot \sqrt{\dfrac{9{,}90}{9{,}90}}} = 27 \text{ (мм)} < 45\ldots54 \text{ мм},$$

тобто зриву гідравлічних затворів приладів для всіх стояків не відбуватиметься.

Біля зовнішньої стіни житлового будинку має виконуватися умова:

$$Z_л \le Z_{min},$$

де Z_{min} – позначка, яка відповідає h_{min},

$$Z_{min} = Z_{п.з} - h_{min};$$

$Z_{п.з}$ – позначка поверхні землі біля житлового будинку, $Z_{п.з}$ = 281,60 м;

h_{min} – найменша глибина закладання лотка труб водовідвідної мережі біля зовнішньої стіни житлового будинку; h_{min} = 1,05 м (див. п.7.2.1);

$Z_л$ – позначка лотка труби випуску біля зовнішньої стіни житлового будинку:

$$Z_л = (Z_{пр} - ½\cdot d_{вип}) - i_{вип}\cdot L_{пр\text{-}з};$$

$Z_{пр}$ – позначка осі прочистки; $Z_{пр}$ = –2,00 + 283,30 = 281,30 (м);

$d_{вип}$ – діаметр труби випуску, $d_{вип}$ = 100 мм = 0,100 м;

$i_{вип}$ – похил випуску; $(i_{вип})_{min}$ = 20‰ = 0,020 (див. п.7.2.1);

$L_{пр\text{-}з}$ – відстань від осі прочистки до зовнішньої стіни будинку ззовні, $L_{пр\text{-}з}$ = 0,57 м.

Для каналізаційних випусків К1-1 та К1-2

$$Z_л = (281{,}30 - ½\cdot 0{,}100) - 0{,}020\cdot 0{,}57 = 281{,}24 \text{ (м)};$$

$$Z_{min} = 281{,}60 - 1{,}05 = 280{,}55 \text{ (м)}.$$

Позаяк $Z_л > Z_{min}$, то умова не виконується, адже позначка поверхні землі біля колодязя К-1 становить 281,60 м. Тому приймаємо $Z_л = Z_{min}$. Тоді глибина закладання лотка труб початку випуску

$$Z_{п.в} = Z_{min} + i_{вип}\cdot L_{пр\text{-}з}; \quad Z_{п.в} = 280{,}55 + 0{,}020\cdot 0{,}57 = 280{,}56 \text{ (м)}.$$

7.2.3. Перевірка пропускної здатності горизонтальних трубопроводів. Для горизонтальних відвідних трубопроводів систем каналізації розрахунковою кількістю треба вважати витрату, л/с, значення якої обчислюють залежно від кількості санітарно-технічних приладів N, які приєднані до проектованої ділянки трубопроводу довжиною L, м, за формулою **[13, п.5.5]**:

$$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + к_s \times q_o^{s,2} \ ,$$

де q_{hr}^{tot} – загальна максимальна витрата води за годину, м³/год.;

$к_s$ – коефіцієнт, який приймають згідно з **[13, табл.2]** як $к_s = f(N, L)$;

Мінімальна відстань (у просвіті) від стінки колодязя до вікон або дверей будівель з перебуванням людей без передбачення заходів щодо запобігання надходженню в будівлю неприємних запахів L_{min} = 3 м **[19, п.8.1.7]**. Довжина випуску $L_{вип}$ від стояка або прочистки до осі оглядового колодязя повинна бути **[13, п.19.29]** не більше вказаної в **[13, табл.9]**, а саме L_{max} = 12 м для випусків діаметром $d_{вип}$ = 100 мм. Отже, має виконуватися умова:

$$L_{min} \le L_{вип} \le L_{max}.$$

Довжина каналізаційних випусків К1-1 та К1-2

$$L_{вип} = L_{пр-з} + L_{min} + \delta_{с.к} + ½ \cdot D_к \ ,$$

де $\delta_{с.к}$ – товщина стінки колодязя; $\delta_{с.к}$ = 80 мм як для стінового кільця робочої камери типорозміру КС10.3, КС10.6 або КС10.9 внутрішнім діаметром $D_к$ = 1000 мм та зовнішнім діаметром 1160 мм **[24, додаток, табл.2]**,

$$L_{вип} = 0,57 + 3 + 0,080 + ½ \cdot 1,0 = 4,15 \text{ (м)}; \quad 3 \text{ м} < L_{вип} < 12 \text{ м}.$$

За **[13, додаток А, табл.А.5]** залежно від кількості приладів $N_{вип}$ на кожен випуск та середньої годинної розрахункової витрати води загальної $q_T^{tot} \approx 12$ л/с визначаємо q_{hr}^{tot} (табл. 7.4).

Таблиця 7.4

Витрата стічних вод в каналізаційному випуску

Номер випуску	$N_{вип}$, шт.	q_{hr}^{tot}, м³/год.	$L_{вип}$, м	$к_s$	Прилад з максимальною витратою	$q_o^{s,2}$, л/с	q^{sL}, л/с
К1-1	12	0,93	4,15	0,51125	унітаз зі змивним бачком	1,6	1,08

Примітка: розрахунок стояка Ст. К1-2 є аналогічним розрахунку стояка Ст. К1-1.

Конструктивно діаметр трубопроводу каналізаційного випуску не може бути менше найбільшого діаметру каналізаційного стояка **[13, п.19.30]**. Тому проектуємо випуски з чавунних труб діаметром $d_{вип}$ = 100 мм = 0,100 м.

Розрахунок безнапірних каналізаційних трубопроводів треба проводити, призначаючи швидкість руху стічних вод V, м/с, і ступеня наповнення трубопроводу h/d так, щоб була виконана умова згідно з формулою **[13, п.20.2]**:

$$V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K,$$

де K = 0,6 – для трубопроводів з інших матеріалів, крім полімерних. При цьому швидкість руху рідини повинна бути не менше, ніж 0,7 м/с, а наповнення трубопроводів – не менше, ніж 0,3 **[13, п.20.2]**.

У тих випадках, коли виконати цю умову неможливо через недостатню кількість стічних вод, безрозрахункові ділянки самопливних трубопроводів діаметром 100 мм слід прокладати з похилом 20‰ **[13, п.20.2]**, тобто 0,020. Найбільший похил трубопроводів не повинен перевищувати 0,15 (за винятком відгалужень від приладів довжиною до 1,5 м) **[13, п.20.3]**.

Розрахунок зводимо в табл.7.5, використовуючи **[25]**. Оскільки $V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} < 0,6$, то похил випуску прийнято рівним 0,020 правильно.

Перетин випуском стін підвалу або фундаменту будинку, будівлі, споруди повинен виконуватися **[13, п.19.32]** відповідно до **[13, п.10.7]**, тобто аналогічно вводу водопроводу.

Таблиця 7.5

Перевірка пропускної здатності випуску

Номер випуску	Розрахункова витрата стічних вод q^{sL}, л/с	Діаметр випуску $d_{вип}$, мм	Похил труб $i_{вип}$	Швидкість руху стічних вод V, м/с	Ступінь наповнення труб h/d	$V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}}$
К1-1	1,08	100	0,020	0,635	0,268	0,329

Примітка: розрахунок випуску К1-2 є аналогічним розрахунку випуску К1-1.

7.2.4. Розрахунок пропускної здатності дворової побутової каналізації. Дворова мережа водовідведення призначена для відводу стічних вод від

випуску з будівлі по найкоротшому напрямку до міської мережі водовідведення.

Проектуємо дворову мережу водовідведення з чавунних водовідвідних труб **[19, п.8.7.1]** діаметром 100 мм.

Похил до контрольного колодязя слід приймати не менше ніж 0,001 **[19, п.8.1.8]**.

Позначки лотка труби випуску К1-1 у колодязь К-1

$$Z_{К1\text{-}1} = Z_{п.в} – (i_{вип}\cdot L_{вип})_{К1\text{-}1} ,$$

де $Z_{п.в}$ – глибина закладання лотка труб початку випуску; абсолютна позначка $(Z_{п.в})_{абс}$ = 280,56 м (п.7.2.2.2); $Z_{п.в}$ = 280,56 – 283,30 = –2,74 (м);

$(L_{вип})_{К1\text{-}1}$ – довжина випуску К1-1, $(L_{вип})_{К1\text{-}1}$ = 4,15 м (табл.6.4),

$$Z_{К1\text{-}1} = –2,74 – 0,020\cdot 4,15 = –2,82 \text{ (м)}.$$

Абсолютна позначка лотка труби випуску К1-1 становить $(Z_{К1\text{-}1})_{абс}$ = 283,30 + (–2,82) = 280,48 (м).

Позначка лотка труби в колодязі К-1:

$$Z_{К\text{-}1} = Z_{К1\text{-}1} – \Delta d,$$

де Δd – різниця в діаметрах труб дворової мережі каналізації (150 мм) та випуску (100 мм), Δd = 0,150 – 0,100 = 0,05 (м),

$$Z_{К\text{-}1} = –2,82 – 0,05 = –2,87 \text{ (м)}.$$

Абсолютна позначка лотка труби в колодязі К-1 становить $(Z_{К\text{-}1})_{абс}$ = 283,30 + (–2,87) = 280,43 (м).

Тоді глибина закладання лотка труб дворової мережі в колодязі К-1

$$h_{К\text{-}1} = Z_{п.з.К\text{-}1} – Z_{К\text{-}1} ,$$

де $Z_{п.з.К\text{-}1}$ – позначка поверхні землі біля колодязя К-1, $Z_{п.з.К\text{-}1}$ = 281,60 м,

$$h_{К\text{-}1} = 281,60 – 280,43 = 1,17 \text{ (м)} > h_{min} = 1,05 \text{ м},$$

тобто лоток труби випуску К1-1 є від поверхні землі нижче ніж найменша глибина закладання.

Аналогічний розрахунок проведено для оглядових колодязів К-2, К-3, КК та колодязя СКК (табл.7.6).

Таблиця 7.6

Гідравлічний розрахунок дворової каналізаційної мережі

Розрахункові ділянки	Розрахункова витрата q^{sL}, л/с	Діаметр труби d, мм	Довжина ділянки L, м	Похил труби *i*	Швидкість V, м/с	Ступінь наповнення труб h/d	Перепад труби Δh, м	Позначки, м				Глибина закладання, м	
								поверхні землі		лотка труби			
								початок	кінець	початок	кінець	початок	кінець
К-1–К-2	1,08	150	13,4	0,008	0,442	0,195	0,11	281,60	281,65	280,43	280,32	1,17	1,33
К-2–К-3	2,16	150	16,5	0,008	0,537	0,277	0,13	281,65	281,71	280,32	280,19	1,33	1,39
К-3–КК	2,16	150	23,9	0,008	0,537	0,277	0,19	281,71	281,86	280,19	280,00	1,39	1,86
КК-СКК	2,16	150	8,8	0,008	0,537	0,277	0,07	281,86	281,90	279,17	279,10	2,69	2,80

Примітки: 1. Позначка лотка труби селищного каналізаційного колектора в колодязі СКК становить 279,05 м.

2. Позначка шелиги труби селищного каналізаційного колектора в колодязі СКК за діаметру 300 мм становить 279,05 + 0,200 = 279,25 (м). Оскільки труби з'єднано по шелигах, то позначка лотка труби дворової каналізаційної мережі в колодязі СКК становить 279,25 – 0,150 = 279,10 (м).

3. Глибина закладання лотка труби колектора 281,90 – 279,05 = 2,85 (м).

8. Дослідження моделі водяної завіси

8.1. Загальні положення

Дренчерні системи можуть бути придатні в окремих випадках для гасіння пожежі, а в інших – для запобігання поширенню полум'я; вони можуть бути незалежними або доповнювати інші засоби протипожежного захисту **[26, Вступ]**.

Дренчерні системи придатні для **[26, п.5.1]**:

– захисту об'єктів;

– локалізації горіння розливів горючих рідин;

– захисту від теплового випромінювання (захист від впливу теплового випромінювання охолодженням).

Кожна дренчерна система має вузол керування та мережу розподільних трубопроводів з розпилювачами **[26, Вступ]**. Система складається з водоживильника (або декількох водоживильників) **[26, Вступ, п.3.21]**, з однієї або більшої кількості дренчерних секцій, трубопроводів секцій **[26, п.3.21]**, одного або більше розпилювачів **[26, Вступ]**. Кожна секція системи повинна оснащуватися вузлом керування **[26, п.7.5]**, який складається з сигнального клапана, запірної засувки та усіх пов'язаних з ним вентилів і арматури та призначений для керування однією дренчерною секцією **[26, п.3.2]** (**рис. 8.1**) **[27, с.207]**.

За винятком [певних] випадків <…> дренчерні системи повинні бути розраховані на автоматичний пуск і додатково оснащуватись ручним пристроєм пуску **[26, п.8.1]** (**рис. 8.2**) **[28]**.

Необхідно, щоб дренчерні системи належним чином обслуговувалися для забезпечення їх спрацювання за необхідності **[26, Вступ]**.

Дренчерні водяні завіси необхідно влаштовувати в протипожежних зонах і в тих місцях, де є по можливості менша кількість обладнання та матеріалів **[27, с.209]**.

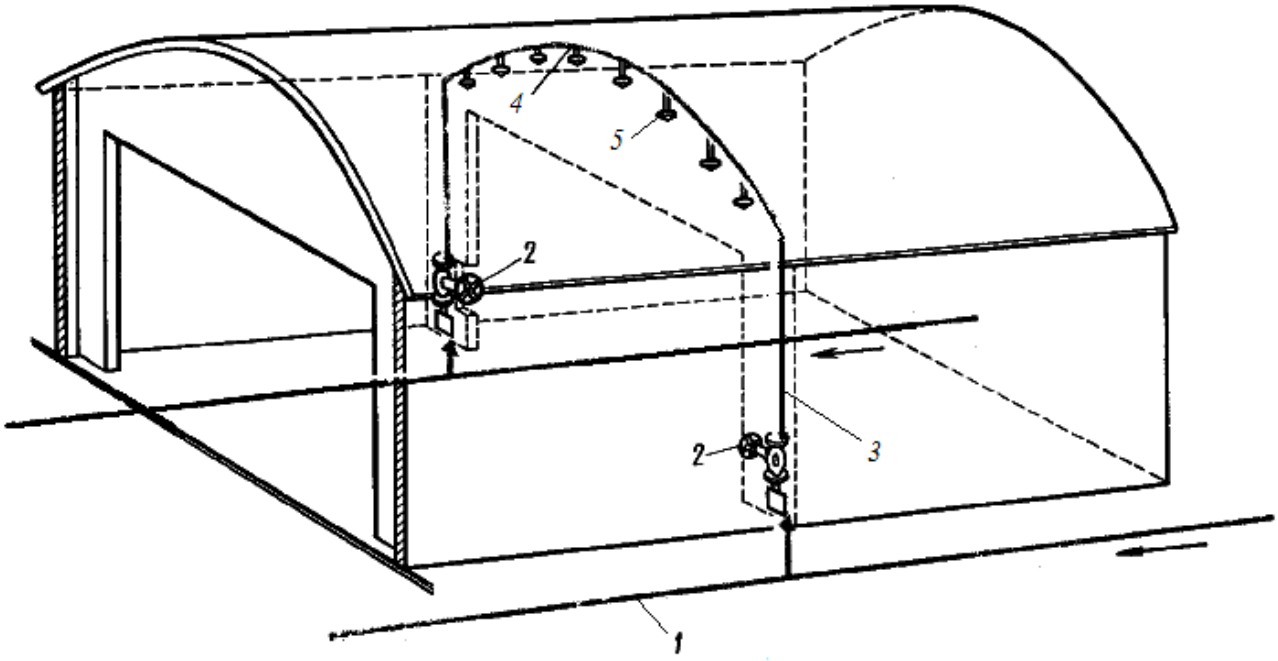


Рис. 8.1. Схема дренчерної завіси:

1 – основний живильний трубопровід; 2 – вузол керування; 3 – стояк;

4 – розподільний трубопровід; 5 – дренчерний розпилювач

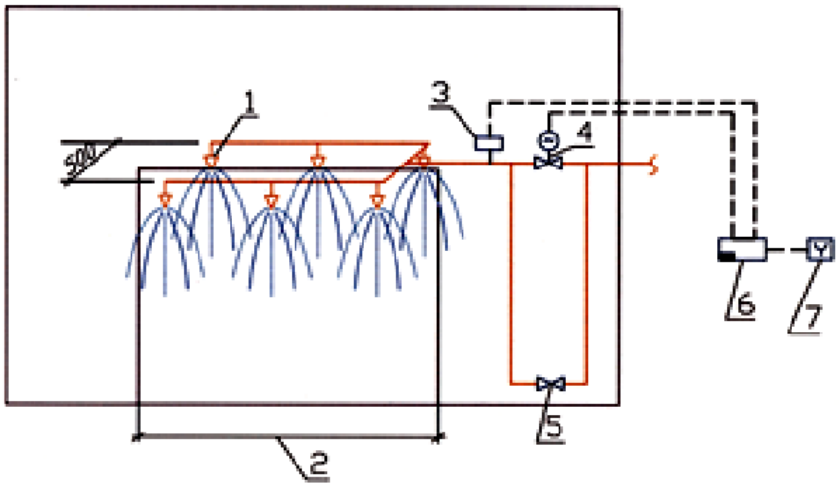


Рис. 8.2. Схема дренчерної завіси:

1 – дренчерний розпилювач; 2 – ширина отвору; 3 – реле потоку; 4 – клапан (для увімкнення дренчерної завіси автоматично); 5 – кран (для увімкнення дренчерної завіси вручну на місці); 6 – прибор управления пожарный; 7 – кнопка дистанційного пуску (для увімкнення дренчерної завіси вручну дистанційно)

Водяні завіси можуть виконувати окремо чи в сукупності дві основні функції **[29]**:

1. Екранування теплових потоків і токсичних продуктів горіння з метою уникнення розповсюдження пожежі та її небезпечних факторів за межі водяних завіс;

2. Охолодження технологічного обладнання з метою уникнення нагрівання його конструкцій до гранично допустимих температур.

Функція 1.

Водяні завіси створюють за потреби обмеження розповсюдження потоку зараженого повітря при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, які виникають на об'єктах виробництва, зберігання, використання, транспортування та переробки небезпечних хімічних речовин. Через дверні отвори відбувається надходження газоподібної небезпечної хімічної речовини в зовнішнє середовище. Під час аварійно-рятувальних робіт дверні отвори, як правило, є відкритими. Тому виникає необхідність створення завіси безпосередньо в площині дверного отвору. Рекомендується встановлення распилювачів з обох сторін дверного отвору, орієнтованих назустріч один одному (**рис. 8.3**) **[30]**.

Розроблено індивідуальний засіб захисту при пожежогасінні та виконанні рятувальних робіт при ліквідації аварій на об'єктах енергетичного комплексу має пристрій для розпилювання рідини та формування куполоподібної рідинної завіси, яка працює в режимі гідрофільтра (**рис. 8.4**). Найбільш надійний та зручний в експлуатації є апарат переносного типу (**рис. 8.4, А**) **[31]**.

Функція 2. Ефективний захист від впливу теплового випромінювання досягається подаванням розпиленої води безпосередньо на будівельні конструкції або обладнання, які зазнають впливу теплового випромінювання, з метою запобігання такому впливу або зниження інтенсивності передавання теплоти від осередку пожежі. Водяні завіси (**рис.8.5 [34]**) є менш ефективними ніж безпосереднє подавання води, але за сприятливих умов забезпечують

певний захист від теплового випромінювання завдяки поділу осередку пожежі на частини **[26, додаток А, п.А.1]**.

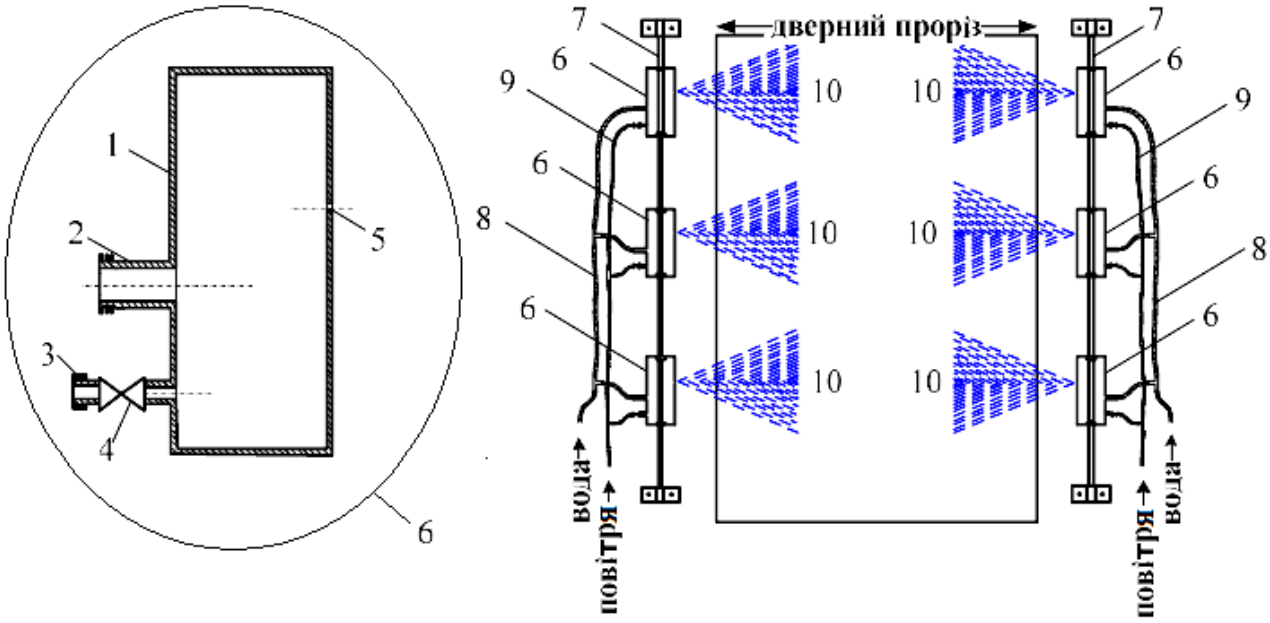


Рис. 8.3. Пристрій для створення водяної завіси в дверному отворі:
1 – циліндрична металева ємність; 2 – патрубок для подачі води; 3 – патрубок для подачі повітря; 4 – клапан; 5 – сопло; 6 – точкове джерело; 7 – вертикальна штанга; 8 – водяна магістраль; 9 – повітряна магістраль

При формуванні дренчерних завіс, з метою підвищення ефективності їх використання, часто намагаються збільшити їхню ширину. Із забезпеченням необхідного значення питомої витрати це можна зробити трьома способами **[32]**:

1) зменшенням висоти h встановлення зрошувача над підлогою (чи відстані між зрошувачем та вертикальною площиною, що захищається) (**рис.8.6**);

2) підвищенням тиску подачі води (при припущенні, що форма водяного потоку зрошувача практично зберігається незмінною);

3) збільшенням кількості зрошувачів по ширині зони, що захищається (при незмінному тиску).

Збільшення ширини завіси $\sum L = n \cdot L$, де n – кількість розпилювачів; L – відстань між осями двох сусідніх розпилювачів (**рис.8.6**), за рахунок зменшення висоти h встановлення зрошувача (чи відстані між зрошувачем та

вертикальною площиною, що захищається) можна забезпечити тільки за умови наявності відповідних епюр зрошення, математичних чи графічних залежностей питомої витрати від h. Ця залежність для зрошувачів загального призначення має, як правило, гіперболічний характер та найчастіше встановлюється експериментально **[32]**.

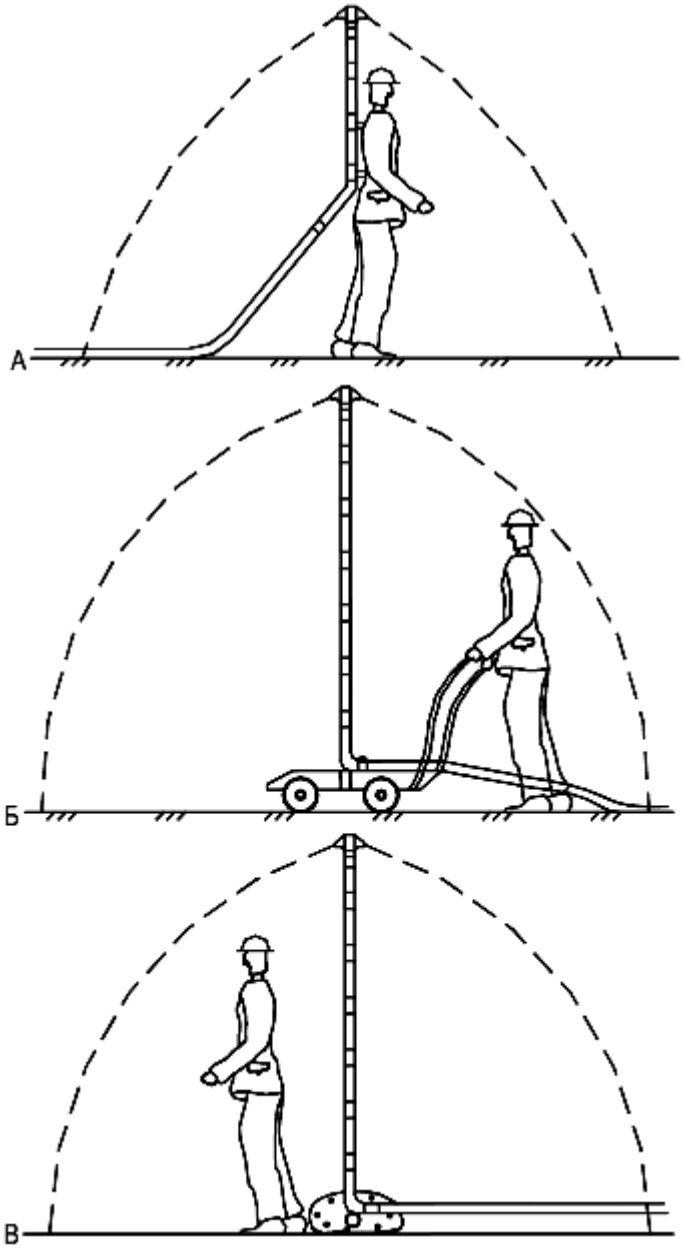


Рис. 8.4. Схеми варіантів виконання мобільного струменевого апарату з пристроєм для створення куполоподібної рідинної завіси:
А – переносного типу; Б – пересувного типу; В – стаціонарного типу, який встановлюють на поверхні ґрунту чи дорожнього покриття

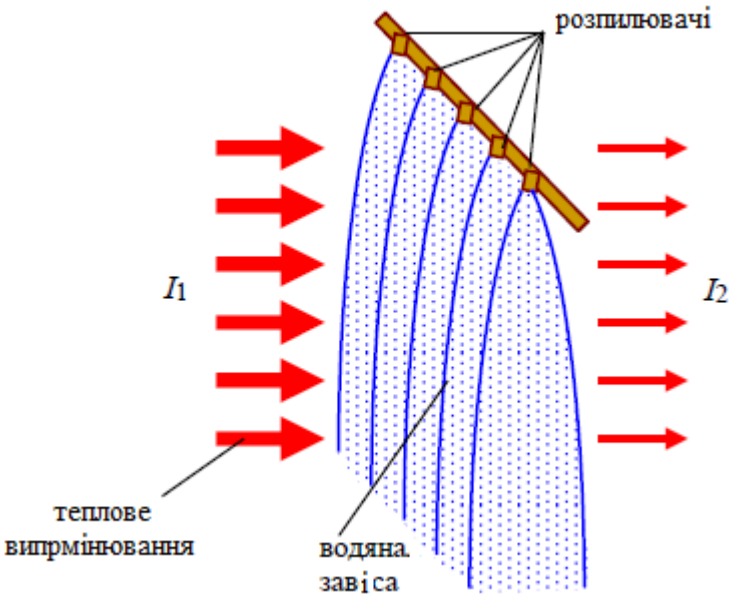


Рис. 8.5. Схема водяної завіси
для захист від впливу теплового випромінювання:
I_1, I_2 – інтенсивність (густина потужності) теплового випромінювання від джерела пожежі та після проходження через струмені розпиленої води

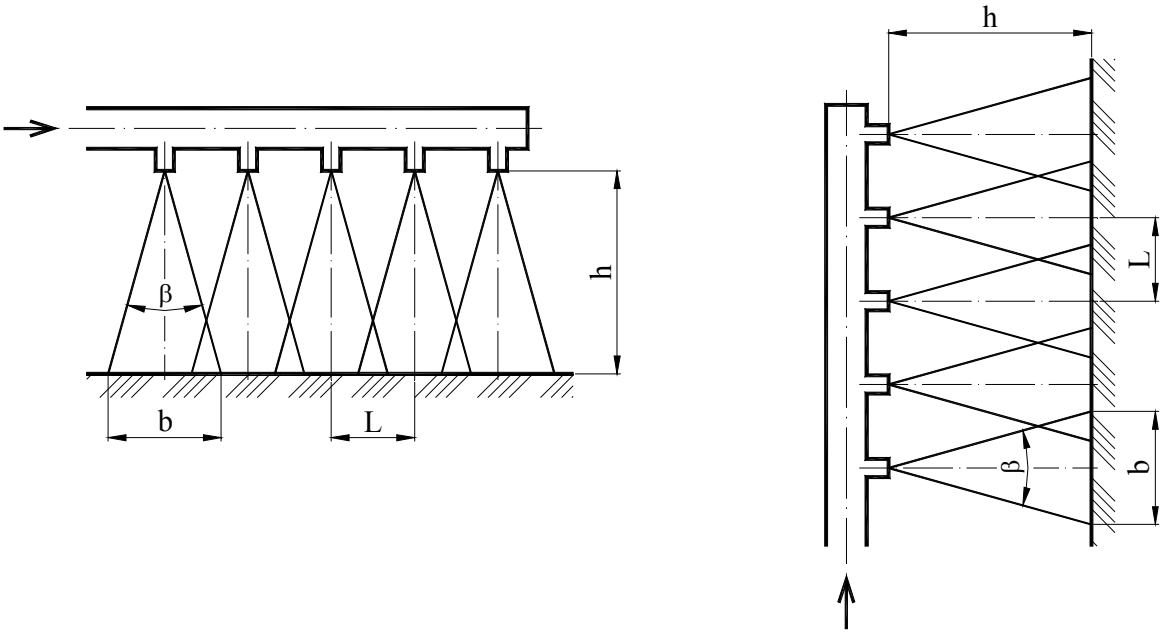


Рис. 8.6. Основні параметри водяної завіси

Актуальним є створення водяної завіси з багаторазовим повторним використання води чи водного розчину, так званої рециркуляційної водяної завіси, яка значно зменшить витрату води чи водного розчину для свого

формування, а також унеможливить небажане підтоплення приміщень, що їх вони захищають **[33]**.

Отже, водяні завіси можна класифікувати залежно від кута орієнтації розпилювача відносно площини захисту на вертикальні (**рис. 8.6**, зліва) та горизонтальні (**рис. 8.6**, зправа).

Розпилювач – це насадка для розпилювання води (**рис. 8.7**), яка забезпечує визначену карту зрошування **[26, п.3.16]** (**рис. 8.8**).

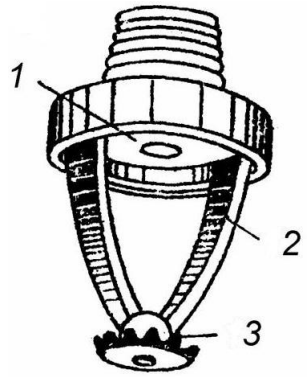


Рис. 8.7. Схема дренчерного розпилювача:
1 – корпус; 2 – рамка; 3 – розетка **[7, с.20]**

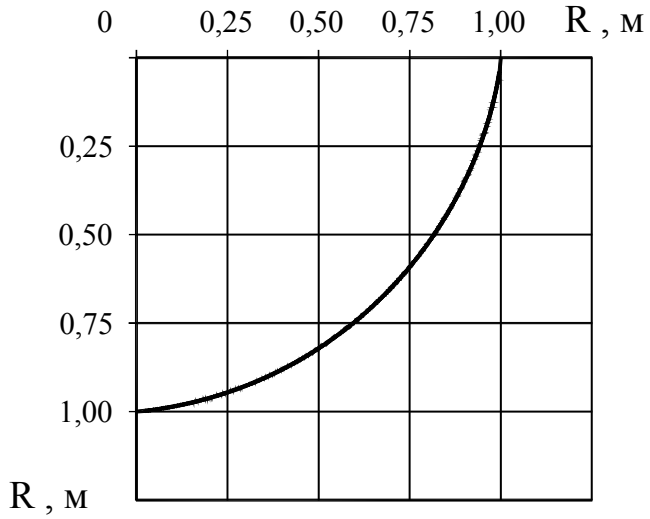


Рис. 8.8. Карта зрошення водяного розпилювача типу TY3251 (К = 80,6 (л/хв.)/бар^{½}; d = 16,3 мм) корпорації Тусо з розеткою вниз при радіусі зрошування R = 1,0 м

Основні характеристики розпилювачів такі **[26, п.9.2]**:

– К-фактор;

– кут конуса розпилювання;

– діапазон робочого тиску;

– обмеження щодо розміщення.

Витрату води, л/хв., яку забезпечує розпилювач, потрібно розраховувати за формулою **[26, п.9.3]**:

$$Q = K \cdot \sqrt{p},$$

де К – константа (К-фактор **[26, п.9.2]**), (л/хв.)/бар^{½}, вказана виробником; p – тиск, бар.

Залежність p = f(Q) дає можливість побудувати зміну тиску перед дренчерним розпилювачем від витрати води крізь нього.

З іншого боку, витрату води, яку забезпечує розпилювач

$$Q = \mu \cdot \frac{\pi d_o^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2p}{\rho}},$$

де ρ – питома маса води; d_o – діаметр розпилювача.

Тоді коефіцієнт витрати розпилювача

$$\mu = K \cdot \frac{\sqrt{0{,}5 \cdot \rho}}{\left(\frac{\pi d_o^2}{4}\right)}.$$

Висота розміщення розпилювача над підлогою зумовлює значення кута конуса розпилювання **[26, п.5.3.2.4]**. З **рис.8.6** його можна обчислити за формулою:

$$\beta = 2 \cdot \text{arc tg}\left(\frac{0{,}5 \cdot b}{h}\right),$$

де 0,5·b – радіус зрошування; 0,5·b = R (**рис.8.8)**.

8.2. Постановка експерименту

8.2.1. Устаткування. 8.2.1.1. Експериментальний стенд запроєктовано на базі навчальної лабораторії гідравліки кафедри гідротехніки та водної інженерії Національного університету "Львівська політехніка" (**рис. 8.9**) **[36]**. Він працює за циркуляційною схемою та є короткоструменевої – з

далекобійністю розбризкування води до 10 м. Насосне обладнання є низьконапірним (низького тиску) – до 0,2 МПа, адже насос UPBASIC 25-4 180 фірми Grundfos створює максимальний напір 2,8 м. Робочою рідиною є вода.

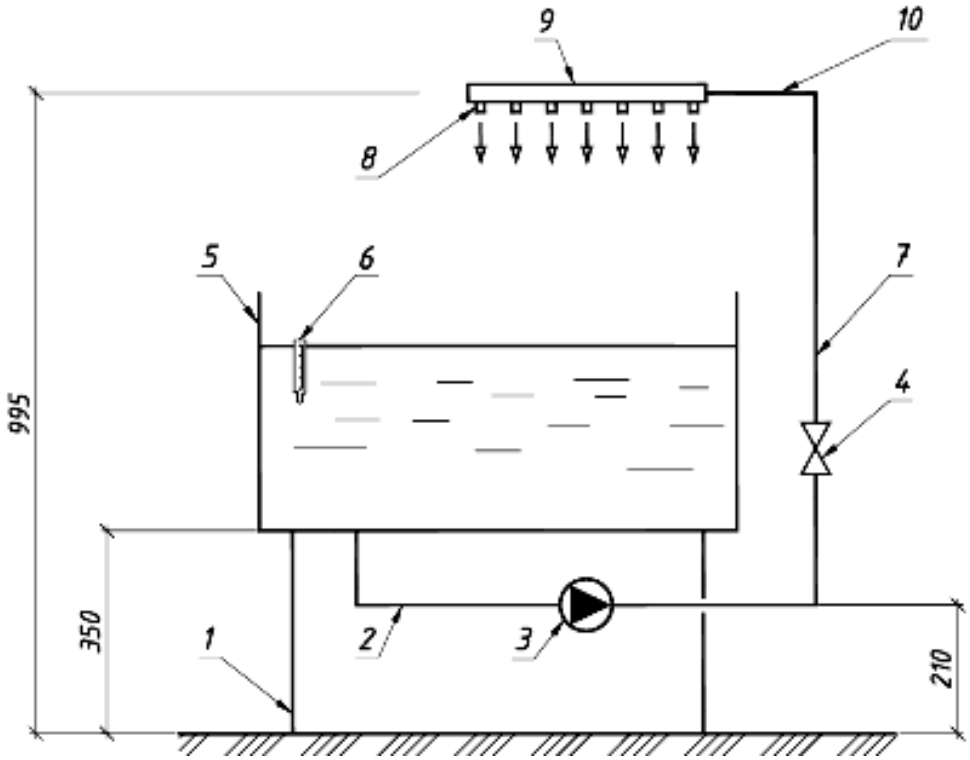


Рис. 8.9. Схема експериментального стенду:
1 – опора; 2 – всмоктувальний трубопровід ø32 мм; 3 – насос UPBASIC 25-4 180 фірми Grundfos; 4 – вузол керування; 5 – водоживильник-резервуар W = 65 дм³; 6 – термометр; 7 – стояк; 8 – дренчерний розпилювач; 9 – розподільний трубопровід; 10 – живильний трубопровід

Розподільний трубопровід (**рис. 8.10**) запроектовано з урахуванням рівномірної шляхової роздачі рідини з нього. Під терміном "рівномірність" розуміють лінійну залежність витрати потоку рідини у поперечному перерізі каналу від його довжини **[37, с.179]**. Модельний дренчерний розпилювач є комбінованим (**рис. 8.11**).

8.2.1.2. Допоміжне обладнання. Використовували термометр з ціною поділки 1°С, мірні посудини об’ємом 100 мл та механічний секундомір з ціною поділки 0,1 с.

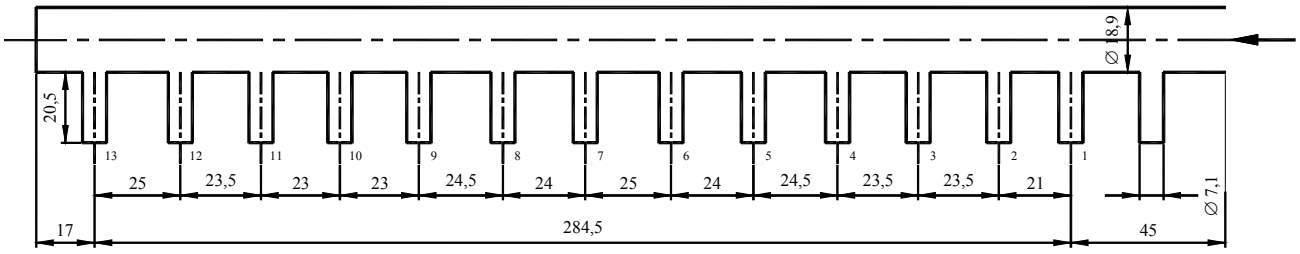


Рис. 8.10. Схема розподільного трубопроводу:

1…13 – модельний дренчерний розпилювач

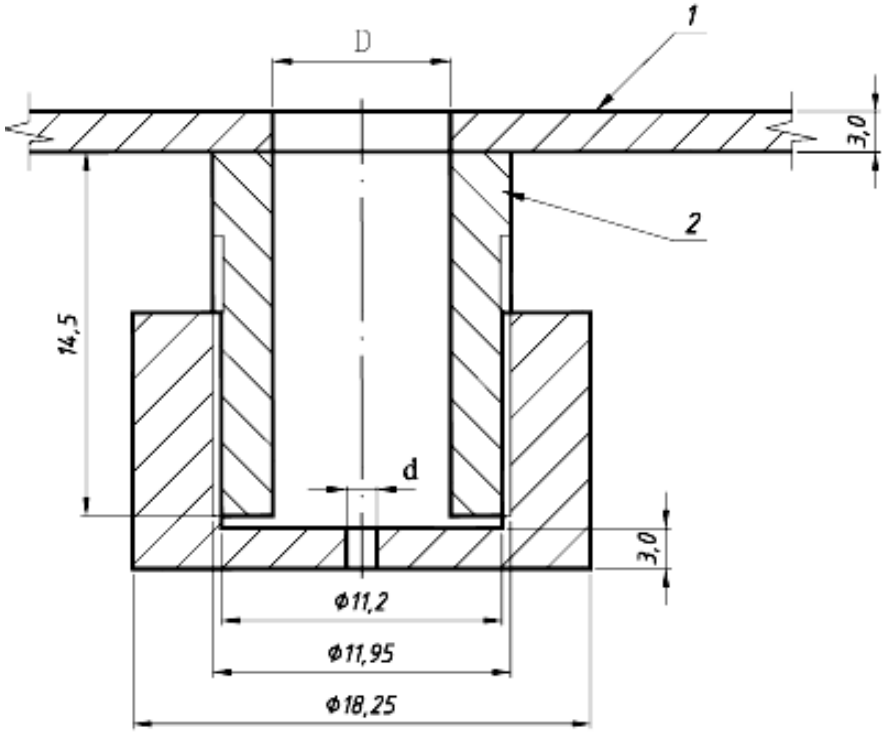


Рис. 8.11. Схема модельного дренчерного розпилювача:

D = 7,1 мм; d = 1,2 мм

8.3. Методика проведення експерименту та обробка результатів

8.3.1. Методика проведення експерименту. Методику проведення експерименту описано в **[36]**. Дослідження проводили в такій послідовності:

1. Заповнювали водоживильник-резервуар *5* водою на висоту, що забезпечувала пуск насоса *3* без утворення лійки при всмоктуванні води в нього.

2. Вимірювали температуру води у водоживильнику-резервуарі *5* термометром *6*.

3. Вмикали насос *3*.

4. Вимірювали об’єм води, який натікає у мірні посудини крізь кожен модельний дренчерний розпилювач, та час його натікання за допомогою механічного секундоміра.

5. Вимикали насос *3*.

6. Повторювали дії за пп. 2–4 при іншій витраті води крізь дренчерні розпилювачі 8, змінюючи ступінь відкриття запірно-регулювального пристрою у вузлі керування *4*.

8.3.2. Обробка результатів експерименту. Температура води складала 18°С.

Роздачу води по довжині експериментального трубопроводу забезпечували її витіканням з модельних дренчерних розпилювачів за витрати з кожного з них $q_i = \text{const}$. Витрата води крізь розпилювачі була в межах 3,2…3,9 см³/с. Для кожного з них при вимірюванні об’ємним способом (**рис.8.12**)

$$q = \frac{W}{t},$$

де W – об’єм води, який надійшов у мірну посудину за час t.

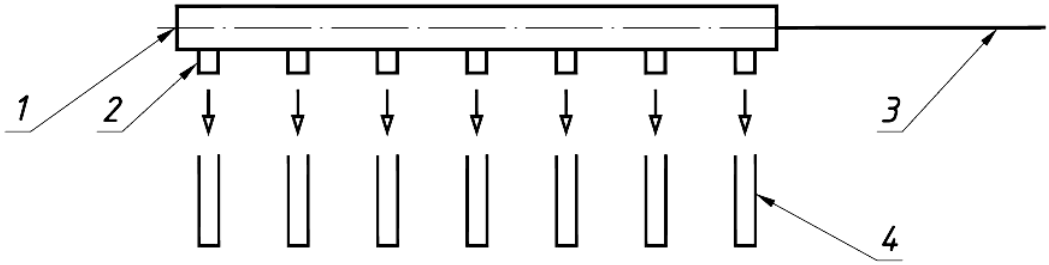


Рис.8.12. Вимірюванні витрати рідин, яка витікає з модельних дренчерних розпилювачів, об’ємним способом: 1 – розподільний трубопровід; 2 – модельний дренчерний розпилювач; 3 – живильний трубопровід; 4 – мірна посудина.

Обробку результатів експерименту та побудову графіків проводили за допомогою електронних таблиць Microsoft Excell.

8.3.3. Оцінювання точності вимірювань. Відносна похибка вимірювання витрати води

$$\delta_Q = \delta_W + \delta_t ,$$

де δ_W – відносна похибка вимірювання об'єму води мірною посудиною,

$$\delta_W = \frac{\Delta W}{W};$$

ΔW – ціна поділки шкали мірної посудини, $\Delta W = 5$ мл; δ_t – відносна похибка вимірювання часу секундоміром,

$$\delta_t = \frac{\Delta t}{t};$$

Δt – абсолютна похибка механічного секундоміра, $\Delta t = 1$ с (п.8.2.1.2).

Мінімальний об'єм води за шкалою мірної посудини W = 96 мл. Тоді

$$\delta_W = \frac{5}{96} = 0{,}052 \text{ або } 5{,}2\%.$$

При часі відліку механічним секундоміром t = 30 с

$$\delta_t = \frac{1}{30} = 0{,}033 \text{ або } 3{,}3\%.$$

Отже, відносна похибка вимірювання витрати води $\delta_Q = 5{,}2 + 3{,}3 = 8{,}5\%$.

Відносна похибка вимірювання температури термометром

$$\delta_T = \frac{\Delta T}{T},$$

де ΔT – абсолютна похибка термометра; $\Delta T = 1°C$ за ціни поділки термометра 1°C (п.8.2.1.2); T – температура води, виміряна термометром; T = 18°C (п.8.3.2),

$$\delta_t = \frac{1}{18} = 0{,}056 \text{ або } 5{,}6\%.$$

Отже, точність вимірювань відповідає інженерним розрахункам.

8.4. Роздача води вздовж розподільного трубопроводу

Використаємо підхід, що його запропоновано в **[38]**. Від'єднання води в *i*-му перерізі розподільного трубопроводу можна представити як **[39]**:

$$\left(\frac{Q_{тр}}{Q_{ш}}\right)_i = f\left[\left(Re_{тр}\right)_i\right],$$

де $(Q_{тр})_i$ – транзитна витрата води в *i*-му перерізі розподільного трубопроводу **(рис. 8.13)**,

$$(Q_{тр})_i = Q_o - (Q_ш)_i;$$

Q_o – витрата води на початку розподільного трубопроводу, $Q_o = 46{,}043$ см³/с,

$$Q_o = \sum_i q_i ;$$

$(Q_ш)_i$ – шляхова витрата води в *i*-му перерізі розподільного трубопроводу,

$$(Q_ш)_i = \sum_{i=1}^{n} q_i ;$$

$(Re_{тр})_i$ – критерій Рейнольдса транзитної витрати в *i*-му перерізі розподільного трубопроводу,

$$(Re_{тр})_i = \frac{(V_{тр})_i \cdot D_т}{\nu};$$

$(V_{тр})_i$ – середня швидкість руху води, яка відповідає транзитній витраті, в *i*-му перерізі розподільного трубопроводу,

$$(V_{тр})_i = \frac{(Q_{тр})_i}{\left(\frac{\pi D_т^2}{4}\right)};$$

$D_т$ – діаметр розподільного трубопроводу, $D_т = 18{,}9$ мм; ν – кінематична в'язкість води; для води при температурі T, ºC **[40, с.12]**

$$\nu = \frac{177{,}5 \cdot 10^{-8}}{1 + 0{,}0337 \cdot T + 0{,}000221 \cdot T^2}.$$

Тоді залежність $\left(\frac{Q_{тр}}{Q_ш}\right)_i = f\left[(Re_{тр})_i\right]$ можна переписати як:

$$\frac{Q_o}{(Q_ш)_i} = 1 + f\left[(Re_{тр})_i\right].$$

За рівномірної роздачі води з модельних дренчерних розпилювачів

$$Q_o = n \cdot q_i, \quad (Q_ш)_i = i \cdot q_i.$$

Тоді

$$\frac{Q_o}{(Q_ш)_i} = \frac{n}{i}.$$

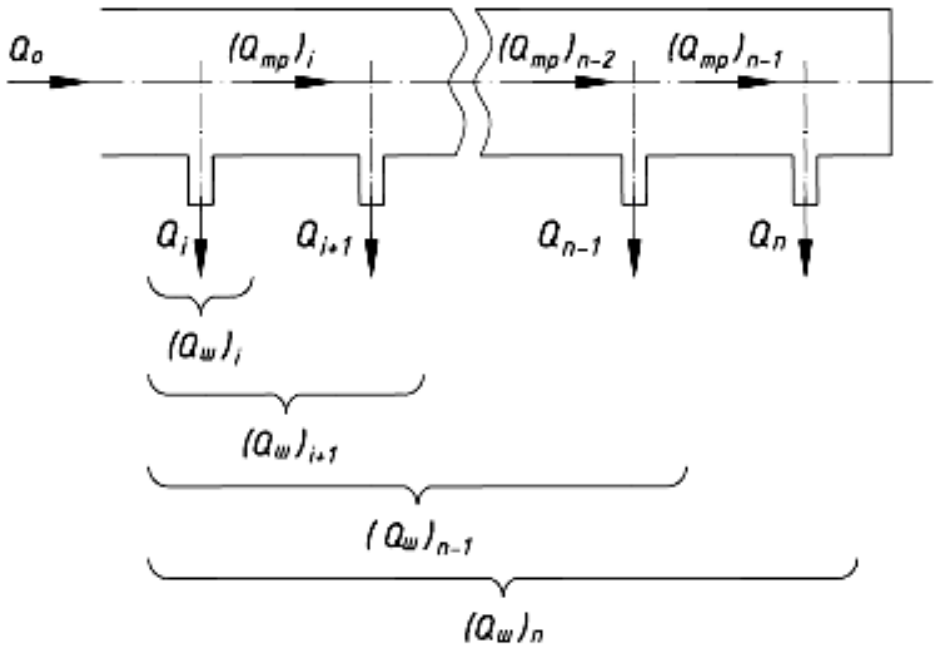


Рис. 8.13. Схема течії рідини в розподільному трубопроводі та крізь насадки

Залежність $(Q_{тр})_i/Q_o = f(x/L)$ вказує практично на рівномірну шляхову роздачу води з розподільного трубопроводу (**рис. 8.14**, верхній графік). Це підтверджує умову його проектування (п.8.2.1.1), відносна похибка не перевищує 7,4%.

За рівномірної шляхової роздачі води з розподільного трубопроводу замість залежності $(Q_{тр}/Q_ш)_i = f[(Re_{тр})_i]$ **[39]** можна використовувати залежність $Q_o/(Q_ш)_i = f[(Re_{тр})_i]$ (**рис. 8.14**, нижній графік).

8.5. Висновки

1. Запропоновано класифікацію водяних дренчерних завіс залежно від кута орієнтації розпилювача відносно площини захисту.

2. Показано, що точність вимірювань відповідає інженерним розрахункам. Відносна похибка є в межах 5…10%.

3. Фізичний експеримент при дослідженні модельної водяної дренчерної завіси добре відповідає математичному.

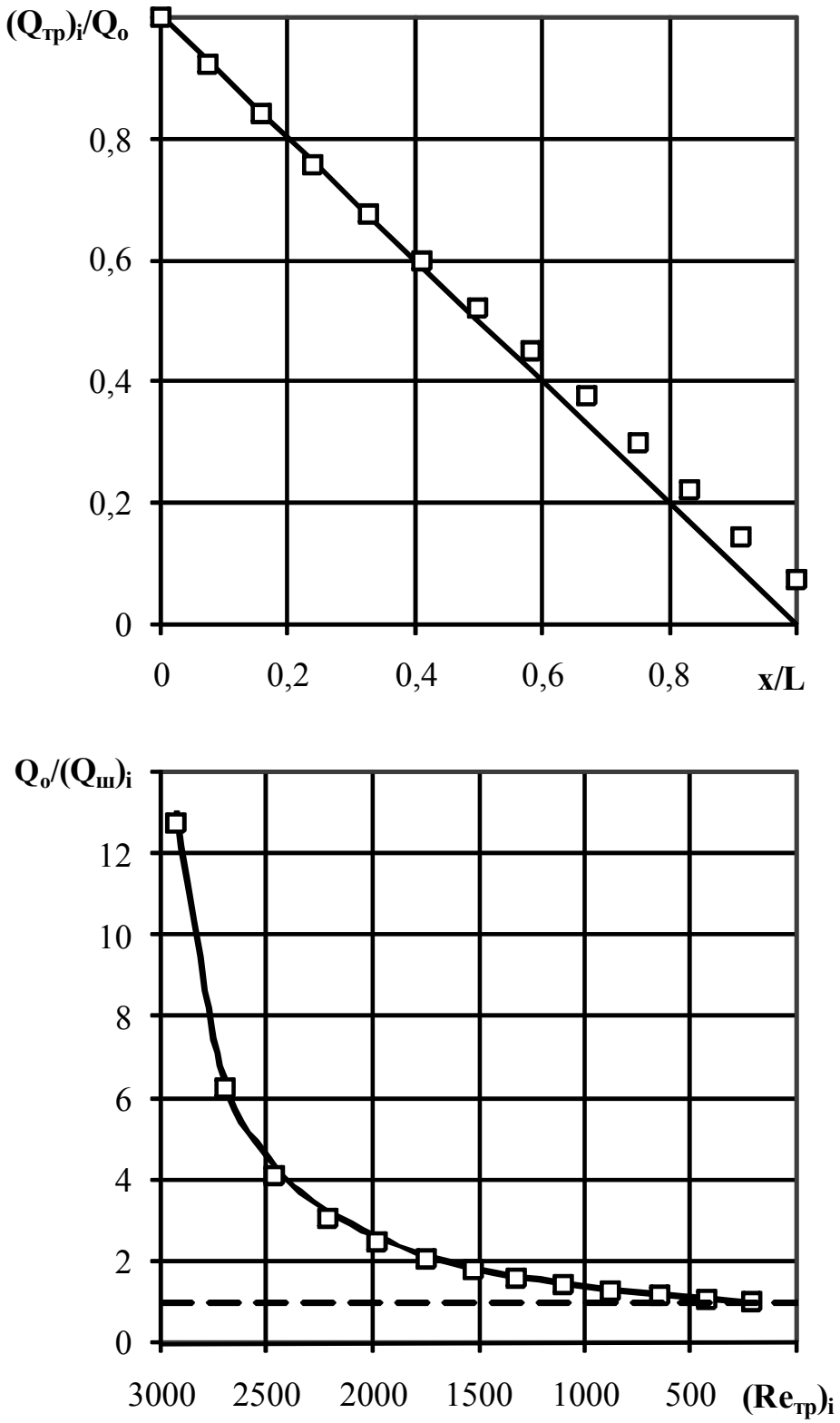


Рис. 8.14. Зміна витрати по довжині розподільного трубопроводу:

□ – експериментальні дані; ── – залежність $(Q_{тр})_i/Q_o = x/L$ (верхній графік);

── – залежність $Q_o/(Q_ш)_i = n/i$ (нижній графік)

9. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС)

9.1. Загальна частина

Метою оцінки впливів на навколишнє середовище є екологічне обґрунтування доцільності проектованої діяльності та способів її реалізації, визначення шляхів і засобів нормалізації стану навколишнього середовища та забезпечення вимог екологічної безпеки.

Основними завданнями ОВНС є:

– характеристика сучасного стану території району та майданчика (траси) будівництва або їх варіантів;

– визначення переліку можливих екологічно небезпечних впливів і зон впливів проектованої діяльності на навколишнє середовище;

– визначення масштабів та рівнів впливів проектованої діяльності на навколишнє середовище в нормальних та аварійних умовах;

– прогноз змін стану навколишнього середовища відповідно до переліку впливів при будівництві, експлуатації та імовірних аварійних ситуаціях;

– визначення комплексу заходів щодо попередження або обмеження впливів проектованої діяльності на навколишнє середовище, необхідних для дотримання вимог природоохоронного законодавства та нормативних документів;

– визначення еколого-економічних наслідків реалізації проектованої діяльності та залишкових впливів на навколишнє середовище.

Вихідними даними для виконання ОВНС є матеріали оцінки екологічного стану території, державного моніторингу навколишнього середовища, який здійснюють органи Міністерства екології та природних ресурсів, Держводгоспу, Держкомгеології, Міністерства охорони здоров'я, Держкомгідромету, відомчого контролю, а також результати наукових досліджень, інженерно-екологічних та інших вишукувань.

9.2. Основні розділи ОВНС

ОВНС повинен містити підставу для проведення ОВНС, а саме:

– ДБН А.2.2-1-2003 [46];

– фізико-географічна характеристика району і майданчика будівництва об'єктів проектованої діяльності; загальна характеристика об'єктів проектування і господарської діяльності в зонах їх впливів;

– кліматична характеристика району і майданчика будівництва об'єктів проектованої діяльності;

– характеристика навколишнього природного середовища і оцінка впливів на нього;

– загальна характеристика об'єктів проектування і господарської діяльності в зонах їх впливів;

– характеристика навколишнього соціального середовища і оцінка впливів на нього;

– оцінка впливів проектованої діяльності на навколишнє техногенне середовище;

– заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та екологічної безпеки;

– комплексна оцінка впливів проектованої діяльності на навколишнє середовище та характеристика залишкових впливів.

9.2.1. Підстави для проведення ОВНС. Підставою для проведення ОВНС є ДБН А.2.2-1-2003 [46] та коротка характеристика видів впливів проектованої діяльності на навколишнє середовище.

9.2.2. Фізико-географічна і кліматична характеристики районів і майданчиків будівництва об’єктів проектованої діяльності. Розділ повинен містити картографічні матеріали, ситуаційні схеми, опис фізико-географічних, кліматичних умов і рельєфу місцевості – це відображено в розділі 1 роботи.

9.2.3. Загальна характеристика об’єктів проектування і господарської діяльності в зонах їх впливів. Проектні роботи відповідають проектованій діяльності затвердженої схеми регіонального розвитку, наявні позитивні екологічні, соціальні і економічні аспекти реалізації проектованої діяльності.

Дані про сучасний стан і перспективи господарської діяльності (відомості про промислові, сільськогосподарські, житлово-цивільні, гідротехнічні та інші об'єкти, інженерні мережі) в зонах впливу містяться в інших розділах.

9.2.4. Характеристика навколишнього природного середовища і оцінка впливів на нього. При оцінці впливів на навколишнє природне середовище виділяються такі компоненти, як: геологічне та водне середовища.

Характеристика геологічних умов відповідає вимогам ДСТУ 86.15.95, які відповідають типам водних об’єктів, їх природним особливостям.

9.2.4.1. Геологічне середовище. Загальна характеристика основних елементів геологічної, структурно-тектонічної будови, геоморфологічних особливостей та ландшафтів, аналіз існуючих і прогнозних негативних процесів і явищ геологічного та техногенного походження з урахуванням впливів проектованої діяльності наведено в загальній частині проекту.

9.2.4.2. Водне середовище. Матеріали, що характеризують поверхневі води, загальні відомості про водні об'єкти, дані щодо їх водозбірних басейнів і господарського використання, перелік пунктів спостережень за їх станом та висновки з результатів цих спостережень наведені вище. Розглянуто гідродинамічні параметри, якість вод, включаючи фізичні, хімічні, санітарно-гігієнічні та біологічні характеристики.

Матеріали, які характеризують підземні води, включають загальні відомості про басейни підземних вод, потужність зон активного водообміну, розвиток горизонтів підземних вод, дані щодо їх господарського використання наведені вище.

Порушення гідрологічних і гідрогеологічних параметрів водного об'єкту не спостерігались. Впливів на поверхневі і підземні води пріоритетних і специфічних забруднюючих речовин, які надходять до водного середовища немає.

Пропозиції щодо попередження аварійних викидів стічних вод: дотримання технологічних параметрів основного виробництва і забезпечення нормальної експлуатації споруд і апаратів; акумулювання випадкових переливів рідких продуктів виробництва, відходів, напівфабрикатів і повернення їх в систему очисних споруд або на повторну переробку; заборона аварійних скидів стічних вод в природну водойму; обвалування технологічних майданчиків і споруд на яких можливі аварійні скиди стічних вод і рідких продуктів зі створенням системи змивних вод з цих майданчиків і їх контроль.

9.2.5. Характеристика навколишнього соціального середовища й оцінка впливів на нього. Характеристика населення: інформація про зайнятість, чисельність подані в п.1.4.

9.2.6. Оцінка впливів проектованої діяльності на навколишнє техногенне середовище. Великих впливів проектованої діяльності на промислові та житлово-цивільні об'єкти, наземні і підземні споруди, соціальну організацію територій та інші елементи техногенного середовища немає. Обґрунтовані заходи щодо забезпечення надійності і збереження систем і споруд наведені вище.

9.2.7. Заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та екологічної безпеки. Передбачається комплекс заходів: моніторинг території зон впливів проектованої діяльності, система оповіщення населення; захисні заходи, зокрема ресурсозбереження, очистка, повторне використання та екологічно безпечне поховання відходів, використання екологічно чистих та безпечних технологій, планувальні – функціональне зонування, створення захисних екранів, споруд, озеленення; відновлювальні заходи – усунення наднормативних впливів, нормалізація стану окремих компонентів навколишнього середовища; компенсаційні заходи – компенсація неусувних втрат від проектованої діяльності.

9.3. Заходи з охорони навколишнього середовища

Потенційними джерелами забруднень навколишнього середовища від передбачених проектом водопровідних споруд можуть бути промивні води фільтрів очисних споруд, стічні води.

Відведення промивних вод фільтрів очисних споруд, стічних вод, а також господарсько-фекальних вод виробничих будівель майданчика очисних споруд, у зв'язку з відсутністю системи каналізації та вільних земельних ділянок для влаштування штучних майданчиків зневоднення передбачається у двохсекційний колодязь-вигріб з подальшим вивезенням на каналізаційні очисні споруди.

Передбачається використання підземних вод. Свердловини захищають від проникнення забруднень з поверхні у водоносний горизонт. Це забезпечується обладнанням свердловини герметичним оголовком та герметизацією затрубного простору кондуктора цементом. Проводиться дезінфекція хлорним вапном всіх труб та обладнання перед спуском у свердловину.

Для знезараження застосовують установку із бактерицидними лампами. Така установка не дає шкідливих викидів у атмосферу.

Майданчики водопровідних споруд вибрані таким чином, щоб у зону будівництва не попадали рідкісні рослини, ягідники, а також окремі групи цінних порід дерев.

10. Економіка

Техніко-економічне порівняння

В МКР, згідно з виданим завдання, розглянуто два варіанти водопостачання селища Дашава Львівської обл. (2300 мешканців):

І варіант – труби чавунні напірні (ГОСТ 9583-92) клас ЛА;

ІІ варіант – труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20.

Порівняння варіантів здійснимо по приведеним річним витратам. Кращим з них є той варіант, в якому приведені річні витрати є мінімальними.

$$П = С + Е_н \cdot К,$$

де П – річні приведені витрати, тис. грн.; С – експлуатаційні річні витрати, тис. грн.; $Е_н$ – нормативний коефіцієнт, $Е_н = 0,12$; К – капітальні вкладення кошторисна вартість, тис. грн.

Річні експлуатаційні витрати

$$С = А + Р + І + З,$$

де А – амортизаційні відрахування, тис. грн.; Р – затрати на поточний ремонт, тис. грн.; З – заробітна плата обслуговуючого персоналу, тис. грн.; І – інші витрати, тис. грн.

Визначення амортизаційних відрахувань

Відрахування на амортизацію (Н), капітальний ремонт ($А_{кр}$) і повне відновлення ($А_{пв}$) усереднено приймаються в розмірі 8% кошторисної вартості для зовнішнього водопостачання, грн./рік:

$$А = 0,08 \cdot В_{в.б},$$

$$А_I = 0,08 \cdot 15454,221 = 1236,34 \text{ тис. грн.};$$

$$А_{II} = 0,08 \cdot 18602,375 = 1488,19 \text{ тис. грн.}$$

Визначення витрат на поточний ремонт

Витрати на поточний ремонт залежать від змінності роботи систем, агресивності середовища, в якому вони працюють.

Усереднено витрати на поточний ремонт, грн./рік:

$$Р^I = 0,03 \cdot В_{в.б}{}^I, \quad Р^I = 0,03 * 15454,221 = 463,62 \text{ тис. грн.};$$

$$Р^{II} = 0,03 \cdot В_{в.б}{}^{II}, \quad Р^{II} = 0,03 * 18602,375 = 558,07 \text{ тис. грн.}$$

Визначення витрат на заробітну плату обслуговуючого персоналу

$$З = С_{роб} \cdot С_{год} \cdot Г,$$

де $С_{роб}$ – середня кількість робітників, які обслуговують водопостачання; $С_{год}$ – середньогодинна заробітна плата одного робітника з нарахуваннями, $С_{год}$ = 50,0 грн./год; Г – кількість годин, які проробив робітник в місяць; Г = 8,0·24 = 192 год; 12 – кількість місяців в році.

$$З_I = З_{II} = (2 \cdot 50 \cdot 192 \cdot 12)/1000 = 230,4 \text{ тис. грн.}$$

Визначення інших витрат

Інші витрати приймають в розмірі 30% суми амортизаційних відрахувань, витрат на поточний ремонт і заробітну плату обслуговуючого персоналу:

$$І = 0,3 \cdot (А + Р + З),$$

$$І_I = 0,3 \cdot (1236,34 + 463,62 + 230,4) = 579,11 \text{ тис. грн.};$$

$$І_{II} = 0,3 \cdot (1488,19 + 558,07 + 230,4) = 682,99 \text{ тис. грн.}$$

Тоді експлуатаційні витрати

$$С_I = 1236,34 + 463,62 + 230,4 + 579,11 = 2509,47 \text{ тис. грн.};$$

$$С_{II} = 1488,19 + 558,07 + 230,4 + 682,99 = 2959,65 \text{ тис. грн.}$$

Визначення приведених затрат

При порівнянні з допомогою приведених затрат вибирають варіант з меншим їх значенням:

$$П^i = С^i + Е_н \cdot К_i \Rightarrow \min$$

$$П_I = 2509,47 + 0,12 \cdot 15454,221 = 4363,98 \text{ тис. грн.};$$

$$П_{II} = 2959,65 + 0,12 \cdot 18602,375 = 5191,935 \text{ тис. грн.}$$

Економічний ефект

$$Е = П_{II} - П_I, \quad Е = 5191,935 - 4363,98 = 827,955 \text{ тис. грн.}$$

Приймаємо перший варіант водопостачання селища Дашава Львівської області – труби чавунні напірні (ГОСТ 9583-92) клас ЛА.

Водопостачання селища Дашава Львівської обл. (2300 мешканців) з дослідженням моделі водяної завіси
МКР

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01

на Перший варіант - труби чавунні напірні ГОСТ 9583-92 клас ЛА

Зовнішнє водопостачання

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	15454,221	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	17,34234	тис.люд.год.
Кошторисна заробітна плата	2157,322	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,4	розряд
Вимірник одиничної вартості	1,00	m3
Показник одиничної вартості	15454221,00	грн.

Складений в поточних цінах станом на “14 травня” 2025 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в томучислі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розділ 1. Земляні роботи									
1	Е1-205-1	Корчування густого чагарника і дрібнолісся у ґрунтах природного залягання викорчовувачами-збирачами на потужністю тракторі 79 кВт [108 к.с.]	га	0,695	13538,73 -	13538,73 4016,46	9409	-	9409 2791	- 25,4898	- 17,72
2	Е1-30-2	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] за 1 прохід	1000м2	13,91	290,83 -	290,83 82,30	4045	-	4045 1145	- 0,5148	- 7,16
3	Е1-12-8	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 0,65 [0,5-1] м3, група ґрунтів 2	1000м3	1,1128	25842,05 1493,09	24348,96 7344,19	28757	1662	27095 8173	15,1000 49,5431	16,8 55,13
4	Е1-164-2	Розробка ґрунту вручну в траншеях глибиною до 2 м без кріплень з укосами, група ґрунтів 2	100м3	0,5564	25313,44 25313,44	- -	14084	14084	- -	261,8000 -	145,67 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Е1-17-8	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ходу з ковшом місткістю 0,65 [0, 5-1] м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,5564	37708,47 1654,26	36036,57 10700,86	20981	920	20051 5954	16,7300 70,9322	9,31 39,47
6	С311-2	Перевезення грунту до 2 км	т	723,3	18,45 -	18,45 8,27	13345	-	13345 5982	- 0,0610	- 44,12
7	Е1-31-6	Розроблення виїмок із відсипкою ґрунту в кавальєри екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ходу з ковшом місткістю 0,65 м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,046	39535,37 731,71	38803,66 11425,04	1819	34	1785 526	7,4000 74,9955	0,34 3,45
8	Е1-27-5	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	1000м3	1,098	7733,22 -	7733,22 2188,28	8491	-	8491 2403	- 13,6884	- 15,03
9	Е1-166-2	Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям, група ґрунтів 2	100м3	0,549	15734,15 15734,15	- -	8638	8638	- -	165,2400 -	90,72 -
10	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	11,529	3531,90 1993,71	1538,19 612,85	40719	22985	17734 7066	18,3600 5,1175	211,67 59
		Разом прямі витрати по розділу 1					150288	48323	101955 34040		474,51 241,08
		Разом будівельні роботи, грн.					150288				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					10				
		всього заробітна плата, грн.					82363				
		Загальновиробничі витрати, грн.					44689				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					85,86				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					16313				
		Всього будівельні роботи, грн.					**194977**				
		Всього по розділу 1					**194977**				
		Розділ 2. Влаштування трубопроводів									
11	ЕН22-6-3	Укладання водопровідних чавунних напірних розтрубних труб із забиванням розтрубів азбестоцементом, діаметр 100 мм	1000м	3,67	559095,74 61781,28	2465,68 968,13	2051881	226737	9049 3553	528,0000 6,8998	1937,76 25,32
12	ЕН22-6-4	Укладання водопровідних чавунних напірних розтрубних труб із забиванням розтрубів азбестоцементом, діаметр 125 мм	1000м	1,515	671487,33 62108,91	15283,47 6032,56	1017303	94095	23154 9139	530,8000 40,0013	804,16 60,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	ЕН22-6-5	Укладання водопровідних чавунних напірних розтрубних труб із забиванням розтрубів азбестоцементом, діаметр 150 мм	1000м	7,16	801233,76 62272,72	15753,85 6212,35	5736834	445873	112798 44480	532,2000 41,1512	3810,55 294,64
14	ЕН22-6-6	Укладання водопровідних чавунних напірних розтрубних труб із забиванням розтрубів азбестоцементом, діаметр 200 мм	1000м	1,565	1050593,95 68828,93	53530,33 15346,86	1644180	107717	83775 24018	595,2000 114,8459	931,49 179,73
15	ЕН22-31-3	Промивання з дезінфекцією трубопроводів діаметром 100 мм	1000м	3,67	10871,93 8864,59	- -	39900	32533	- -	82,4000 -	302,41 -
16	ЕН22-31-4	Промивання з дезінфекцією трубопроводів діаметром 125 мм	1000м	1,515	13840,72 10637,51	- -	20969	16116	- -	98,8800 -	149,8 -
17	ЕН22-31-5	Промивання з дезінфекцією трубопроводів діаметром 150 мм	1000м	7,16	15250,13 10637,51	- -	109191	76165	- -	98,8800 -	707,98 -
18	ЕН22-31-6	Промивання з дезінфекцією трубопроводів діаметром 200 мм	1000м	1,565	18683,97 10637,51	- -	29240	16648	- -	98,8800 -	154,75 -
19	ЕН22-41-1	Улаштування круглих колодязів зі збірного залізобетону у сухих грунтах	10м3	28	38399,14 15796,32	18141,59 7024,07	1075176	442297	507965 196674	141,7600 47,7098	3969,28 1335,87
20	С1415-8011	Кільця для оглядових колодязів водопровідних та каналізаційних мереж, висота кільця 0,89-1,19 м, та шахтних колодязів, висота кільця 1 м, внутрішній діаметр 700 мм	м	162,4	1878,13 -	- -	305008	-	- -	- -	- -
21	С1415-8015	Кільця для оглядових колодязів водопровідних та каналізаційних мереж, висота кільця 0,89-1,19 м, та шахтних колодязів, висота кільця 1 м, внутрішній діаметр 1500 мм	м	268,8	3783,41 -	- -	1016981	-	- -	- -	- -
22	С1415-7975	Плити покриттів, перекриттів та днищ плоскі прямокутні із бетону В22,5, довжина до 3 м, маса до 5 т	м3	110,6	5891,32 -	- -	651580	-	- -	- -	- -
23	Е23-12-1	Покриття бітумною мастикою бетонних і залізобетонних труб діаметром більше 1400 мм	100м2	3,5	14179,58 5091,91	127,79 52,18	49629	17822	447 183	40,3000 0,4256	141,05 1,49
24	Е23-24-1	Установлення люка	шт	140	1717,21 230,92	23,94 16,02	240409	32329	3352 2243	2,1000 0,1340	294 18,76
25	С113-754	Люк чавунний для колодязів важкий	шт	140	2964,74 -	- -	415064	-	- -	- -	- -
		Разом прямі витрати по розділу 2					14403345	1508332	740540 280290		13203,23 1916,41
		Разом будівельні роботи, грн.					14403345				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					12154473				
		всього заробітна плата, грн.					1788622				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн.					855899				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					1421,25				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					270024				
		Всього будівельні роботи, грн.					**15259244**				
		– –									
		Всього по розділу 2					**15259244**				
		Разом прямі витрати по кошторису					14553633	1556655	842495 314330		13677,74 2157,49
		Разом будівельні роботи, грн.					14553633				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					12154483				
		всього заробітна плата, грн.					1870985				
		Загальновиробничі витрати, грн.					900588				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					1507,11				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					286337				
		Всього будівельні роботи, грн.					**15454221**				
		– –									
		Всього по кошторису					**15454221**				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					**17342,34**				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					**2157322**				

Склав ____

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив ____

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Відомість ресурсів до локального кошторису № 02-01-01

на Перший варіант - труби чавунні напірні ГОСТ 9583-92 клас ЛА

№ Ч.ч.	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:		
						відпускнаціна, грн.	транспортна складова, грн.	Заготівельно-складські витрати, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		I. Витрати труда						
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.год	13677,74	113,81			
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,4				
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.год	2113,37	145,90			
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	5,2				
5		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням автотранспорту при перевезенні ґрунту и будівельного сміття	люд.год	44,12	135,57			
6		Витрати труда працівників, заробітна плата яких передбачена в загальновиробничих витратах	люд.год	1507,11	189,99			
	Разом кошторисна трудомісткість		люд.год	17342,34				
	Середній розряд робіт		розряд	3,4				
		II. Будівельні машини і механізми						
7	СН201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш. год	334,6667	399,35			
8	СН202-1141	Крани на автомобільному ходу, вантажопідйомність 10 т	маш. год	678,6555	619,46			
9	СН204-101	Електростанції пересувні, потужність 2 кВт	маш. год	13,44	84,51			
10	СН205-101	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 2,2 м3/хв	маш. год	51,30405	345,66			
11	СН206-248	Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ходу, місткість ковша 0,65 м3	маш. год	58,23078	742,12			
12	СН207-149	Бульдозери, потужність 79 кВт [108 к.с.]	маш. год	24,47749	745,73			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	СН209-501	Викорчовувачі-збирачі з трактором потужністю 79 кВт [108 к.с.]	маш. год	12,0513	780,78			
14	СН211-901	Розчинозмішувачі пересувні, місткість 65 л	маш. год	14	115,49			
15	СН215-101	Агрегати наповнювально-обпресовувальні, продуктивність до 70 м3/год	маш. год	46,95	854,63			
16	СН215-701	Крани-трубоукладальники для труб діаметром до 400 мм, вантажопідйомність 6,3 т	маш. год	232,1875	618,52			
17	С311-2	Перевезення грунту до 2 км	т	723,3	18,45			
		Будівельні машини, враховані в складі загальновиробничих витрат						
18	СН233-1100	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора	маш. год	205,79265				
19	СН270-30	Котли бітумні пересувні, місткість 1000 л	маш. год	63,28				
20	СН270-144	Трамбівки електричні	маш. год	13,44				
21	СН270-158	Насос гідравлічний ручний	маш. год	422,4				
		III. Будівельні матеріали, вироби і комплекти						
22	С111-73	Бітуми нафтові будівельні, марка БН-90/10	т	0,105	19010,18	18527,89	109,54	372,75
23	С111-181	Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,8х60 мм	т	0,0224	28357,60	27733,12	68,45	556,03
24	С111-254	Вапно хлорне, марка А	т	0,067712	12188,94	11853,06	96,88	239,00
25	С111-1597	Азбестоцементна суміш	м3	0,32852	17043,87	16533,63	176,05	334,19
26	С111-1600	Бензин розчинник	т	0,245	21661,76	21131,76	105,26	424,74
27	С111-1694	Мастика бітумно-полімерна	т	1,75	11896,20	11557,68	105,26	233,26
28	С111-1748	Жмут смоляний	кг	679,40925	50,16	49,12	0,06	0,98
29	С112-25	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт	м3	1,007675	5999,79	5836,14	46,01	117,64
30	+С113-634	Труби чавунні напірні розтрубні, клас А, діаметр умовного проходу 100 мм, товщина стінки 8,3 мм	м	3670	491,70	486,82	1,22	3,66
31	+С113-635	Труби чавунні напірні розтрубні, клас А, діаметр умовного проходу 125 мм, товщина стінки 8,7 мм	м	1515	589,52	583,56	1,57	4,39
32	+С113-636	Труби чавунні напірні розтрубні, клас А, діаметр умовного проходу 150 мм, товщина стінки 9,2 мм	м	7160	717,91	710,63	1,94	5,34
33	+С113-637	Труби чавунні напірні розтрубні, клас А, діаметр умовного проходу 200 мм, товщина стінки 10,1 мм	м	1565	920,54	910,89	2,80	6,85
34	+С113-753	Люк чавунний для колодязів легкий	шт	140	1450,43	1417,58	4,41	28,44
35	+С113-754	Люк чавунний для колодязів важкий	шт	140	2964,74	2899,82	6,79	58,13
36	С123-515-У	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 40 мм	м2	33,6	603,43	590,09	1,51	11,83
37	С142-10-2	Вода	м3	1822,442	42,10	42,10	-	-
38	С1415-7975	Плити покриттів, перекриттів та днищ плоскі прямокутні із бетону В22,5, довжина до 3 м, маса до 5 т	м3	110,6	5891,32	5660,87	114,93	115,52

1	2	3	4	5	6	7	8	9
39	+С1415-8011	Кільця для оглядових колодязів водопровідних та каналізаційних мереж, висота кільця 0,89-1,19 м, та шахтних колодязів, висота кільця 1 м, внутрішній діаметр 700 мм	м	162,4	1878,13	1821,53	19,77	36,83
40	+С1415-8015	Кільця для оглядових колодязів водопровідних та каналізаційних мереж, висота кільця 0,89-1,19 м, та шахтних колодязів, висота кільця 1 м, внутрішній діаметр 1500 мм	м	268,8	3783,41	3655,90	53,33	74,18
41	С1421-9471	Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 20-40 мм, марка М400	м3	63,28	541,07	416,73	113,73	10,61
42	С1421-9472	Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка М400	м3	0,02226	440,92	318,54	113,73	8,65
43	С1424-11598	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В7,5 [М100], крупність заповнювача більше 40 мм	м3	37,24	1873,39	1675,21	161,45	36,73
44	С1425-11683	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М100	м3	2,70785	1490,61	1313,39	147,99	29,23
		Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат						
45	С1999-9001	Електроенергія	кВт-год	13,44	-	-		
46	С1999-9006	Гідравлічна рідина	кг	21,12	31,00	31,00		
47	С1999-9009	Дрова	м3	10,7576	301,00	301,00		

Символ '+' визначає, що параметри, які впливають на кошторисну ціну ресурсу, змінені користувачем.
Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 14 травня 2025 р.

Склав _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Водопостачання селища Дашава Львівської обл. (2300 мешканців) з дослідженням моделі водяної завіси
МКР

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-02

на Другий варіант - труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20
Зовнішнє водопостачання

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	18602,375	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	23,41901	тис.люд.год.
Кошторисна заробітна плата	3067,172	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,8	розряд
Вимірник одиничної вартості	1,00	m3
Показник одиничної вартості	18602375,00	грн.

Складений в поточних цінах станом на “14 травня” 2025 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в томучислі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розділ 1. Земляні роботи									
1	Е1-205-1	Корчування густого чагарника і дрібнолісся у ґрунтах природного залягання викорчовувачами-збирачами на потужністю тракторі 79 кВт [108 к.с.]	га	0,695	13538,73 -	13538,73 4016,46	9409	-	9409 2791	- 25,4898	- 17,72
2	Е1-30-2	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] за 1 прохід	1000м2	13,91	290,83 -	290,83 82,30	4045	-	4045 1145	- 0,5148	- 7,16
3	Е1-12-8	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 0,65 [0,5-1] м3, група ґрунтів 2	1000м3	1,1128	25842,05 1493,09	24348,96 7344,19	28757	1662	27095 8173	15,1000 49,5431	16,8 55,13
4	Е1-164-2	Розробка ґрунту вручну в траншеях глибиною до 2 м без кріплень з укосами, група ґрунтів 2	100м3	0,5564	25313,44 25313,44	- -	14084	14084	- -	261,8000 -	145,67 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Е1-17-8	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ходу з ковшом місткістю 0,65 [0, 5-1] м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,5564	37708,47 1654,26	36036,57 10700,86	20981	920	20051 5954	16,7300 70,9322	9,31 39,47
6	С311-2	Перевезення грунту до 2 км	т	723,3	18,45 -	18,45 8,27	13345	-	13345 5982	- 0,0610	- 44,12
7	Е1-31-6	Розроблення виїмок із відсипкою ґрунту в кавальєри екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ходу з ковшом місткістю 0,65 м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,046	39535,37 731,71	38803,66 11425,04	1819	34	1785 526	7,4000 74,9955	0,34 3,45
8	Е1-27-5	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	1000м3	1,098	7733,22 -	7733,22 2188,28	8491	-	8491 2403	- 13,6884	- 15,03
9	Е1-166-2	Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям, група ґрунтів 2	100м3	0,549	15734,15 15734,15	- -	8638	8638	- -	165,2400 -	90,72 -
10	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	11,529	3531,90 1993,71	1538,19 612,85	40719	22985	17734 7066	18,3600 5,1175	211,67 59
		Разом прямі витрати по розділу 1					150288 34040	48323	101955		474,51 241,08
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. **Всього будівельні роботи, грн.**					150288 10 82363 44689 85,86 16313 **194977**				
		Всього по розділу 1					**194977**				
		Розділ 2. Влаштування трубопроводів									
11	ЕН22-9-3	Укладання сталевих водопровідних труб з пневматичним випробуванням, діаметр труб 100 мм	1000м	3,67	100558,05 63149,73	34908,74 7881,28	369048	231760	128115 28924	499,8000 65,1129	1834,27 238,96
12	С113-163	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 108 мм, товщина стінки 5 мм	м	3670	409,12 -	- -	1501470	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	ЕН22-22-3	Нанесення дуже посиленої антикорозійної ізоляції з полімерних липких стрічок на сталеві трубопроводи діаметром 100 мм	1000м	3,67	197362,58 38017,73	45985,57 13285,00	724321	139525	168767 48756	313,6000 88,7368	1150,91 325,66
14	ЕН22-9-4	Укладання сталевих водопровідних труб з пневматичним випробуванням, діаметр труб 125 мм	1000м	1,515	114770,75 69378,79	40762,96 8846,34	173878	105109	61756 13402	549,1000 73,0086	831,89 110,61
15	С113-169	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 114 мм, товщина стінки 5 мм	м	1515	437,06 -	- -	662146	-	- -	- -	- -
16	ЕН22-22-4	Нанесення дуже посиленої антикорозійної ізоляції з полімерних липких стрічок на сталеві трубопроводи діаметром 125 мм	1000м	1,515	228985,34 39181,54	48151,57 14110,87	346913	59360	72950 21378	323,2000 94,7809	489,65 143,59
17	ЕН22-9-5	Укладання сталевих водопровідних труб з пневматичним випробуванням, діаметр труб 150 мм	1000м	7,16	143147,18 73113,87	62799,99 13520,89	1024934	523495	449648 96810	570,4000 103,9454	4084,06 744,25
18	С113-172	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 152 мм, товщина стінки 5 мм	м	7160	588,44 -	- -	4213230	-	- -	- -	- -
19	ЕН22-22-5	Нанесення дуже посиленої антикорозійної ізоляції з полімерних липких стрічок на сталеві трубопроводи діаметром 150 мм	1000м	7,16	249643,21 11279,84	72914,92 24184,95	1787445	80764	522071 173164	88,0000 166,3313	630,08 1190,93
20	ЕН22-9-6	Укладання сталевих водопровідних труб з пневматичним випробуванням, діаметр труб 200 мм	1000м	1,565	181625,79 85046,08	86507,16 16283,62	284244	133097	135384 25484	654,1000 125,5340	1023,67 196,46
21	С113-190	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 219 мм, товщина стінки 6 мм	м	1565	1022,83 -	- -	1600729	-	- -	- -	- -
22	ЕН22-22-6	Нанесення дуже посиленої антикорозійної ізоляції з полімерних липких стрічок на сталеві трубопроводи діаметром 200 мм	1000м	1,565	357663,24 13125,63	113089,44 41337,96	559743	20542	176985 64694	102,4000 283,4176	160,26 443,55
23	ЕН22-31-3	Промивання з дезінфекцією трубопроводів діаметром 100 мм	1000м	3,67	10871,93 8864,59	- -	39900	32533	- -	82,4000 -	302,41 -
24	ЕН22-31-4	Промивання з дезінфекцією трубопроводів діаметром 125 мм	1000м	1,515	13840,72 10637,51	- -	20969	16116	- -	98,8800 -	149,8 -
25	ЕН22-31-5	Промивання з дезінфекцією трубопроводів діаметром 150 мм	1000м	7,16	15250,13 10637,51	- -	109191	76165	- -	98,8800 -	707,98 -
26	ЕН22-31-6	Промивання з дезінфекцією трубопроводів діаметром 200 мм	1000м	1,565	18683,97 10637,51	- -	29240	16648	- -	98,8800 -	154,75 -
27	ЕН22-41-1	Улаштування круглих колодязів зі збірного залізобетону у сухих грунтах	10м3	28	38399,14 15796,32	18141,59 7024,07	1075176	442297	507965 196674	141,7600 47,7098	3969,28 1335,87

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28	С1415-8011	Кільця для оглядових колодязів водопровідних та каналізаційних мереж, висота кільця 0,89-1,19 м, та шахтних колодязів, висота кільця 1 м, внутрішній діаметр 700 мм	м	162,4	1878,13 -	- -	305008	-	- -	- -	- -
29	С1415-8015	Кільця для оглядових колодязів водопровідних та каналізаційних мереж, висота кільця 0,89-1,19 м, та шахтних колодязів, висота кільця 1 м, внутрішній діаметр 1500 мм	м	268,8	3783,41 -	- -	1016981	-	- -	- -	- -
30	С1415-7975	Плити покриттів, перекриттів та днищ плоскі прямокутні із бетону В22,5, довжина до 3 м, маса до 5 т	м3	110,6	5891,32 -	- -	651580	-	- -	- -	- -
31	Е23-12-1	Покриття бітумною мастикою бетонних і залізобетонних труб діаметром більше 1400 мм	100м2	3,5	14179,58 5091,91	127,79 52,18	49629	17822	447 183	40,3000 0,4256	141,05 1,49
32	Е23-24-1	Установлення люка	шт	140	1717,21 230,92	23,94 16,02	240409	32329	3352 2243	2,1000 0,1340	294 18,76
33	С113-754	Люк чавунний для колодязів важкий	шт	140	2964,74 -	- -	415064	-	- -	- -	- -
		Разом прямі витрати по розділу 2					17201248	1927562	2227440 671712		15924,06 4750,13
		Разом будівельні роботи, грн.					17201248				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					13046246				
		всього заробітна плата, грн.					2599274				
		Загальновиробничі витрати, грн.					1206150				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					1943,37				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					369222				
		Всього будівельні роботи, грн.					**18407398**				
		Всього по розділу 2					**18407398**				
		Разом прямі витрати по кошторису					17351536	1975885	2329395 705752		16398,57 4991,21
		Разом будівельні роботи, грн.					17351536				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					13046256				
		всього заробітна плата, грн.					2681637				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн.					1250839				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					2029,23				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					385535				
		Всього будівельні роботи, грн.					**18602375**				
		Всього по кошторису					**18602375**				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					**23419,01**				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					**3067172**				

Склав ______________________________

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив ______________________________

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Відомість ресурсів до локального кошторису № 02-01-02

на Другий варіант - труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20

№ Ч.ч.	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:		
						відпускнаціна, грн.	транспортна складова, грн.	Заготівельно-складські витрати, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		I. Витрати труда						
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.год	16398,57	120,49			
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,8				
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.год	4947,09	141,45			
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	5,0				
5		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням автотранспорту при перевезенні ґрунту и будівельного сміття	люд.год	44,12	135,57			
6		Витрати труда працівників, заробітна плата яких передбачена в загальновиробничих витратах	люд.год	2029,23	189,99			
	Разом кошторисна трудомісткість		люд.год	23419,01				
	Середній розряд робіт		розряд	3,8				
		II. Будівельні машини і механізми						
7	СН201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш. год	452,35055	399,35			
8	СН202-1141	Крани на автомобільному ходу, вантажопідйомність 10 т	маш. год	658,77055	619,46			
9	СН204-101	Електростанції пересувні, потужність 2 кВт	маш. год	157,27415	84,51			
10	СН204-102-2	Електростанції пересувні, потужність 10 кВт	маш. год	75,0448	139,79			
11	СН204-201	Агрегати зварювальні пересувні з бензиновим двигуном, з номінальним зварювальним струмом 250-400 А	маш. год	1012,85	330,04			
12	СН204-1400	Електричні печі для сушіння зварювальних матеріалів з регулюванням температури у межах 80-500 град.С	маш. год	75,0448	4,32			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	СН205-101	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 2,2 м3/хв	маш. год	51,30405	345,66			
14	СН205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 5 м3/хв	маш. год	803,648	391,37			
15	СН206-248	Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ходу, місткість ковша 0,65 м3	маш. год	58,23078	742,12			
16	СН207-149	Бульдозери, потужність 79 кВт [108 к.с.]	маш. год	24,47749	745,73			
17	СН209-501	Викорчовувачі-збирачі з трактором потужністю 79 кВт [108 к.с.]	маш. год	12,0513	780,78			
18	СН211-901	Розчинозмішувачі пересувні, місткість 65 л	маш. год	14	115,49			
19	СН215-701	Крани-трубоукладальники для труб діаметром до 400 мм, вантажопідйомність 6,3 т	маш. год	638,7296	618,52			
20	СН215-1201	Машини для очищення та ізоляції полімерними стрічками труб діаметром 200-300 мм	маш. год	275,19575	821,86			
21	СН215-1801	Установка для сушіння труб діаметром до 500 мм	маш. год	46,5688	3088,97			
22	СН215-2202	Трактори на гусеничному ходу при роботі на спорудженні магістральних трубопроводів, потужність до 96 кВт [130 к.с.]	маш. год	234,0872	850,51			
23	С311-2	Перевезення грунту до 2 км	т	723,3	18,45			
		Будівельні машини, враховані в складі загальновиробничих витрат						
24	СН233-301	Машини шліфувальні електричні	маш. год	288,93055				
25	СН233-1100	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора	маш. год	205,79265				
26	СН270-30	Котли бітумні пересувні, місткість 1000 л	маш. год	63,28				
27	СН270-144	Трамбівки електричні	маш. год	13,44				
		III. Будівельні матеріали, вироби і комплекти						
28	С111-73	Бітуми нафтові будівельні, марка БН-90/10	т	0,105	19010,18	18527,89	109,54	372,75
29	С111-181	Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,8х60 мм	т	0,0224	28357,60	27733,12	68,45	556,03
30	С111-254	Вапно хлорне, марка А	т	0,067712	12188,94	11853,06	96,88	239,00
31	С111-1513	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	1,90675	35490,36	34724,79	69,68	695,89
32	С111-1564	Гідроізол	м2	8145,1	47,26	46,25	0,08	0,93
33	С111-1600	Бензин розчинник	т	0,245	21661,76	21131,76	105,26	424,74
34	С111-1639	Круги армовані абразивні зачисні, діаметр 180х6 мм	шт	28,89306	247,69	242,78	0,05	4,86
35	С111-1679	Стрічка полівінілхлоридна липка, товщина 0,4 мм	м2	23921	73,22	71,75	0,03	1,44
36	С111-1694	Мастика бітумно-полімерна	т	1,75	11896,20	11557,68	105,26	233,26
37	С111-1882	Тканина мішкова	10м2	1,6692	674,39	660,64	0,53	13,22
38	С112-8	Лісоматеріали круглі хвойних порід для будівництва, довжина 3-6,5 м, діаметр 14-24 см	м3	3,4775	2531,34	2428,16	53,55	49,63
39	С112-25	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт	м3	2,6783	5999,79	5836,14	46,01	117,64

1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	С113-163	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 108 мм, товщина стінки 5 мм	м	3670	409,12	405,39	0,68	3,05
41	С113-169	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 114 мм, товщина стінки 5 мм	м	1515	437,06	433,09	0,72	3,25
42	С113-172	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 152 мм, товщина стінки 5 мм	м	7160	588,44	583,09	0,97	4,38
43	С113-190	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 219 мм, товщина стінки 6 мм	м	1565	1022,83	1013,54	1,68	7,61
44	+С113-753	Люк чавунний для колодязів легкий	шт	140	1450,43	1417,58	4,41	28,44
45	+С113-754	Люк чавунний для колодязів важкий	шт	140	2964,74	2899,82	6,79	58,13
46	С123-515-У	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 40 мм	м2	33,6	603,43	590,09	1,51	11,83
47	С142-10-2	Вода	м3	1354,241	42,10	42,10	-	-
48	С1113-73	Клей фенолполівінілацетальний, марка БФ-2, БФ-2Н, вищий сорт	т	0,19666	110135,72	107850,45	125,75	2159,52
49	С1415-7975	Плити покриттів, перекриттів та днищ плоскі прямокутні із бетону В22,5, довжина до 3 м, маса до 5 т	м3	110,6	5891,32	5660,87	114,93	115,52
50	+С1415-8011	Кільця для оглядових колодязів водопровідних та каналізаційних мереж, висота кільця 0,89-1,19 м, та шахтних колодязів, висота кільця 1 м, внутрішній діаметр 700 мм	м	162,4	1878,13	1821,53	19,77	36,83
51	+С1415-8015	Кільця для оглядових колодязів водопровідних та каналізаційних мереж, висота кільця 0,89-1,19 м, та шахтних колодязів, висота кільця 1 м, внутрішній діаметр 1500 мм	м	268,8	3783,41	3655,90	53,33	74,18
52	С1421-9471	Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 20-40 мм, марка М400	м3	63,28	541,07	416,73	113,73	10,61
53	С1421-9472	Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка М400	м3	0,02226	440,92	318,54	113,73	8,65
54	С1424-11598	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В7,5 [М100], крупність заповнювача більше 40 мм	м3	37,24	1873,39	1675,21	161,45	36,73
55	С1425-11683	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М100	м3	1,12	1490,61	1313,39	147,99	29,23
56	С1545-9	Брезент	10м2	0,8346	2588,51	2537,07	0,68	50,76
		Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат						
57	С1999-9001	Електроенергія	кВт-год	157,9053	-	-		
58	С1999-9005	Мастильні матеріали	кг	5,7786	21,00	21,00		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
59	С1999-9009	Дрова	м3	10,7576	301,00	301,00		

Символ '+' визначає, що параметри, які впливають на кошторисну ціну ресурсу, змінені користувачем.
Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 14 травня 2025 р.

Склав _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Список використаної літератури

0. Статистичний збірник «Чисельність наявного населення України». – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/13/Arch_nnas_zb.htm.

1. Стратегія розвитку Стрийської міської територіальної громади на період до 2027 року. – Стрий, 2021. – 151 с. – Режим доступу: https://stryi-rada.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/Стратегія-розвитку-Стрийської-МТГ.pdf.

2. Дашава. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Дашава.

3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

4. Матолич Б. М., Ковальчук І. П., Іванов Є. А., Шемелинець І. Л., Федик І. З., Шпак О. Я., Ковальчук О. З., Кобак Т. І. Природні ресурси Львівщини. – Львів: ПП Лукащук В. С., 2009. – 120 с.

5. ВБН 46/33-2.5-5-96. Відомчі будівельні норми України. Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. – К., 1997.

6. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 172 с.

7. Хоружий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди: Навч. посібник. – К.: Вища школа., 1993. – 230 с.

8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту "Водопровідна мережа міста" з курсу "Водопостачання" для студентів спеціальності 2908 "Водопостачання, каналізація, раціональне використання і охорона водних ресурсів"/ Укладачі: О.С. Копистянський, В.В. Чернюк, В.М. Каращенко – Львів, ЛПІ, 1991. – 65 с.

9. Сільське питне водопостачання в Україні. Практичний посібник / Автори-упорядники: А. М. Копитін, І. П. Слободенюк. – Київ: Швейцарсько-український проект «Підтримка децентралізації в Укараїні», 2011. – 180 с.

10. Пальгунов П. П., Исаев В. Н. Санитарно-техническое устройство и газоснабжение зданий: Учеб. для техникумов. – М.: Стройиздат, 1991. – 416 с.

11. Кедров В. С, Ловцов Е. Н. Санитарно-техническое оборудование зданий: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1989. – 495 с.

12. Пластикові труби УДТ. – К. – 63 с.

13. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 105 с.

14. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – 336 с.

15. ДСТУ 8994:2020. Інженерне обладнання будинків та споруд. Вузли обліку холодної питної води. Технічні вимоги. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 14 с.

16. Лічильники холодної та гарячої води серії JS крильчасті одно струменеві, DN 15, 20. Технічний паспорт приладу. – 4 с.

17. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.

18. Якушин С. М. Читаем СНиП 2.04.01-85*: «Внутренний водопровод и канализация зданий» // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2009. – № 4. – С.52-60.

19. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 207 с.

20. Труба чавунна розтрубна каналізаційна ЧК Ду 150. – Режим доступу: https://boiler.ua/ua/truba-chugunnaya-rastrubnaya-kanalizatsionnaya-chk-du-150.

21. Добромислов А. Я. Системы канализации высотных зданий // Сантехника. – 2004. – №3.

22. ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 47 с.

23. Добромыслов А.Я. Таблицы для гидравлических расчетов безнапорных труб из полимерных материалов. – М.: ТОО «Издательство ВНИИМП», 2004. – 128 с.

24. ДСТУ Б В.2.6-106:2010. Конструкції бетонні і залізобетонні для колодязів каналізаційних, водопровідних і газопровідних мереж. Технічні умови (ГОСТ 8020-90, MOD). – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 24 с

25. Лукиных А. А., Лукиных Н. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. – М.: Стройиздат, 1974. – 156 с.

26. ДСТУ Б CEN/TS 14816:2013. Стаціонарні системи пожежогасіння. Дренчерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування (CEN/TS 14816:2008, IDT). – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 44 с.

27. Инженерное оборудование зданий и сооружений / Под ред. Ю. А. Табунщикова. – М.: Высшая школа, 1989. – 238 с.

28. Жаров Станислав, Зархин Алексей, Митрофанова Мария. Дренчерные завесы: теория и практика // Безопасность, достоверность, информация. – 2006. – №5 (68). – С.24–28.

29. Литвяк А. Н., Дуреев В. А. Определение параметров распределительной сети для создания водяной завесы общего // Проблемы пожарной безопасности: Сборник научных трудов. – 2012. – Вып.31. – С.120–122.

30. Котов Г. В. Устройство для создания водяной завесы в дверном проеме // Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2018. – С. 104–105.

31. Новиков В. М., Житенев Б. Н, Нагурный С. Г. Индивидуальное средство защиты при пожаротушении // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – №2. – С.114–117.

32. Антошкин А. А. Об обеспечении требуемого расхода дренчерными оросителями водяных завес // Проблемы пожарной безопасности: Сборник научных трудов 2008. № 25 – С. 6 – 9.

33. Бенедюк В. С., Стилик І. Г., Тимошенко О. М., Грачов А. О. До питання використання водяних завіс в Україні // Теорія і практика гасіння пожеж та

ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2018. – С. 87–89.

34. Виноградов А. Г. Расчет конструктивных параметров противопожарных водяных завес // Mechanics and Advanced Technologies. – 2019. – #3 (87). – С.61–74.

35. Андрианов А.П. Водоснабжение и водоотведение. Курс лекций. Ч. II. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М.: Московский государственный строительный университет, 2008. – 33 с.

36. Orel V., Djakiv A. Research of irrigation pipe-line for uniform distribution of liquid // Geodesy, Architecture & Construction: Proceedings of the 5th International Conference of Young Scientists GAC-2013. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2013. – Electronic edition on CD-ROM. – P.134–135.

37. Жуковський С. С., Лабай В. Й. Аеродинаміка вентиляції. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 372 с.

38. Orel V., Matsiyevska O., Pitsyshyn B., Drogan V. Investigation of preliminary dilution process for return water before discharge into water body // Energy Engineering and Control Systems. – 2024. – Vol.10, No.2. – Pp. 102–109.

39. Федорец А. А. Теоретические основы и методика гидравлического расчета закрытой сети мелиоративных систем с переменным расходом жидкости: автореф. дис. … докт. техн. наук: 06.01.02, 05.23.16. М.: МГМИ, 1993. – 51 с.

40. Справочник по гидравлике / Под ред. В.А. Большакова. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1984. – 343 с.

41. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.

42. Мандрус В. І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, газодуви, компресори): Підручник. – Львів: “Магнолія плюс”, видавець В. М. Піча, 2004. – 340 с.

43. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року №400. – Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за №452/17747.

44. Системы водоподготовки для промышленного применения: Каталог оборудования. – Киев: ООО «Аква-Люкс» – 27 с.

45. Кожинов В. Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры расчетов: Учеб. пособие для вузов. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 304 с.

46. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – Київ: Держбуд України, 2004. – 24 с.