

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА БУРОВОЇ СПРАВИ
Спеціальність 192: Будівництво та цивільна інженерія
ОПП Водопостачання та водовідведення

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
«Реконструкція системи
водопостачання м.Яблунець
Житомирської області»

НВГП ННБІА ВВ

03-06-211838 МР

Науковий керівник: д.т.н., професор _____ **Квартенко О.М.**
Рецензент д.т.н., професор _____ **Мартинів С.Ю.**
Магістр _____ **Демедюк Н.В.**

Рівне, 2022

Зміст

Реферат.....	7
Вступ.....	8
1. Загальна характеристика та стан об'єкту водопостачання. План розширення міста.	9
1.1. Місце розташування об'єкту водопостачання та ситуаційний план місцевості.....	9
1.2. Рельєф місцевості та ґрунти, кліматичні умови.....	10
1.3. Основні водокористувачі м.Яблунець.....	10
1.3.1. Населення міста.....	10
1.3.2. Промисловість міста.....	15
1.4. Визначення погодинних витрат води для всього міста (до реконструкції).....	23
1.5. Можливі джерела водопостачання.....	28
1.5.1. Поверхневі джерела.....	28
1.5.2. Підземні джерела	28
1.6. План розширення міста.....	32
1.7. Визначення пожежних витрат води	40
1.8. Визначення вільних напорів при господарсько-питному водоспоживанні та пожежегасінні	46
2. Основні напрямки реконструкції існуючої системи водопостачання міста.....	47
3. Реконструкція водопровідних мереж міста. Розрахунок водопровідної мережі нового мікрорайону.....	50
3.1. Перевірка існуючої мережі міста на пропуск збільшених витрат.....	50
3.1.1. Визначення вузлових витрат в мережі старого	

міста (до реконструкції).....	51
3.1.2. Гідравлічний розрахунок мережі старого міста (до реконструкції).....	56
3.2. Розрахунок мережі старого міста із збільшеними діаметрами для пропуску витрати води для нового мікрорайону.....	76
3.2.1.Визначення вузлових витрат в мережі старого міста (після реконструкції).....	78
3.2.2. Гідравлічний розрахунок мережі старого міста (після реконструкції).....	85
3.3. Розрахунок мережі високого тиску для нового мікрорайону.....	100
3.3.1.Вузлові витрати для нового мікрорайону.....	101
3.3.2. Гідравлічний розрахунок високонапірної мережі нового мікрорайону.....	104
3.4. Розташування водопровідної арматури.....	117
3.4.1 Рекомендації щодо встановлення пожежних гідрантів.....	117
3.4.2 Рекомендації щодо встановлення засувок.....	117
3.5. Розрахунок резервуарів чистої води (після реконструкції).....	118
3.6. Розрахунок і проектування напірного водоводу (після реконструкції).....	122
4. Реконструкція існуючих насосних станцій II підняття	124
4.1. НС II п. та визначення параметрів її роботи	128
4.2. Бустерні насосні підкачки.....	128
5. Реконструкція існуючих водозабірних споруд.....	129
5.1. Визначення продуктивності підземного водозабору.....	129
5.2. Вибір типу фільтра та визначення параметрів фільтра.....	132
5.3.Визначення необхідної кількості свердловин та розрахункового дебіту однієї.....	133
5.4.Визначен величини зниження води у свердловині.....	134

5.5.Проектування свердловин у плані.....	135
5.6. Проектування насосної станції 1-го підняття. Визначення напору насосів та марки насосу.....	137
5.7.Проектування та розрахунок зон санітарної охорони.....	138
6. Аналіз сучасного стану в галузі очищення підземних вод які містять сполуки заліза.....	141
6.1.Методи видалення заліза з води.....	142
6.2. Каталітичні матеріали у водоочищенні.....	147
6.2.1.Завантаження на основі діоксиду марганцю.....	147
6.2.2.Умови роботи каталітичних матеріалів.....	150
7.Розрахунок та проектування водоочисних споруд.....	152
7.1. Вибір та обґрунтування технологічної схеми та завантаження фільтрів.....	152
7.2.Розрахунок напірного фільтра з контактним завантаженням.....	153
7.2.1.Розрахунок розподільчої системи фільтра.....	154
7.3. Розрахунок необхідності стабілізаційної обробки води.....	157
7.4. Основні проектні рішення водоочисної станції.....	159
8.Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	159
8.1.Охорона праці.....	159
8.1.1. Система охорони праці на підприємстві.....	159
8.1.2. Виробнича санітарія.....	161
8.1.3. Безпека праці при виконанні основних робіт у закритих просторах (колодязі на мережі).....	165
8.1.4. Розрахунок освітлення будівельного майданчика при будівництві поліетиленового трубопроводу діаметром 160 мм.....	167
8.1.5. Заходи з пожежної безпеки.....	167
8.2.Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	168

9. Технологія будівельного виробництва ділянки водопровідної мережі в новому мікрорайоні.....	172
9.1. Загальні відомості.....	172
9.2. Земляні роботи.....	172
9.3. Зрізка рослинного ґрунту.....	176
9.4 Розробка ґрунту в траншеї.....	177
9.5 Техніко-економічний вибір екскаваторів.....	177
9.6 Доставка матеріалів і обладнання до місця будівництва.....	178
9.7. Підготовка дна траншеї.....	178
9.8 Монтаж трубопроводу.....	178
9.9. Засипання траншеї і випробування траншеї.....	178
9.10. Техніко-економічне обґрунтування вибору комплектів машин.....	179
9.11 . Календарне планування.....	180
Використана література.....	180

РЕФЕРАТ

ВСТУП

В даній магістерській роботі прокоментовано прийняття технічних рішень і проведення розрахунків, наведено рекомендації з реконструкції системи водопостачання м.Яблунець, Житомирської області, у зв'язку із збільшенням водоспоживання міста при будівництві нового комфортабельного мікрорайону з висотними будинками.

Об'єктом водопостачання в даному проекті є місто Яблунець, на території якого розташовані житлові квартали, промислові підприємства, громадські та комунально-побутові заклади, парки тощо.

Пояснювальна записка та графічна частина магістерської роботи подана з дотриманням вимог ЄСКД та СПТД, а також детальних методичних рекомендацій кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідно до рекомендацій [1,п.5.1]. При розробленні проекту керувалися «Водним кодексом України», Законами України щодо питної води та питного водопостачання, санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, охорони навколишнього природного середовища, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних ресурсів, а також загальнодержавною цільовою програмою «Питна вода України».

Якість питної води повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4 – 2010. При цьому, питна вода не повинна бути агресивною по відношенню до контактуючого з нею матеріалу.

В магістерській роботі передбачено, що при підготовці води (знезалізненні) слід використовувати напірні фільтри з новим завантаженням Birn, що дозволить встановити меншу кількість напірних фільтрів на станції порівняно із станціями з класичними завантаженнями, щоб забезпечити водою населення після розбудови містечка, також проведено реконструкцію водопровідної мережі, деякі ділянки трубопроводів замінено на більші діаметри, запроектовано високо напірну водопровідну мережу для висотних будинків нового мікрорайону з встановленням додаткових бустерних насосних станцій.

1. Загальна характеристика та стан об'єкту водопостачання. План розширення міста.

1.1. Місце розташування об'єкту водопостачання та ситуаційний план місцевості



Рис.1.1. м. Яблунець на карті Житомирської області



Містечко Яблунець виникло в 1910 році, знаходиться в центральній частині Житомирської області, відноситься до Новоград-Волинського району, через місто проходить залізниця, поряд протікає річка Білка.

1.2. Рельєф місцевості та ґрунти, кліматичні умови

Місто Яблунець лежить на Поліській низовині, у межах Житомирського Полісся. Поверхня північної частини району – слабохвиляста рівнина, південна – погорбована низовинна рівнина.

Ґрунти переважно дерново-підзолисті. Площа лісів 76,2 тис. га основні дерева сосна, ялина, дуб, береза, вільха, осика. Корисні копалини: граніт, пісок, суглинки, торф.

Клімат області помірно континентальний з вологим літом і м'якою зимою. Пересічна температура січня $-5,7^{\circ}$, липня $+18,9^{\circ}$. Абсолютний мінімум -35 , -40° , абсолютний максимум $+35$, $+40^{\circ}$. Період з температурою понад $+10^{\circ}$ становить 158 днів. Сума активних температур 2390-2520 $^{\circ}$. Опадів на півночі випадає 600 мм, на півдні - 570 мм на рік, найбільше їх випадає влітку. Висота снігового покриву 20- 30 см.

З несприятливих кліматичних явищ спостерігаються бездошові періоди до 60 днів, можливі посухи і суховії, сильні дощі, 1-2 дні (рідше 4-6 днів) з градом. Значної шкоди завдають пізні весняні та ранні осінні заморозки. Взимку можливі низькі температури протягом 25 днів, ожеледь до 15 днів і більше.

1.3. Основні водокористувачі м.Яблунець

Воду питної якості в місті споживають: населення, комунально-побутові підприємства, три промислові підприємства.

1.3.1. Населення міста

В місті дві зони забудови, малоповерхова і багатоповерхова. Загальна площа забудови міста Яблунець *до розбудови* становить 196,2га. Багатоповерхова зона, загальною площею 151,2 га, на даний час забудована 5 поверховими будинками, обладнаних внутрішнім водопроводом та каналізацією з місцевими водонагрівачами. Малоповерхова зона, площею 45,0 га забудована 1-2 поверховими будинками обладнаних внутрішнім водопроводом та каналізацією, без ванн. В багатоповерховій зоні виконується полив газонів, квітників та зелених насаджень площею 9,07 га. В малоповерховій зоні виконується полив присадибних ділянок площею 6,75 га.



Експлікація споруд на ситуаційному плані

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1 – Водозабірні свердловини | 4 – Насосна станція 2п. |
| 2 – Станція підготовки води | 5 – Водоводи |
| 3 – Резервуари чистої води | 6 – Водопровідна мережа (існуюча) |

Умовні позначення

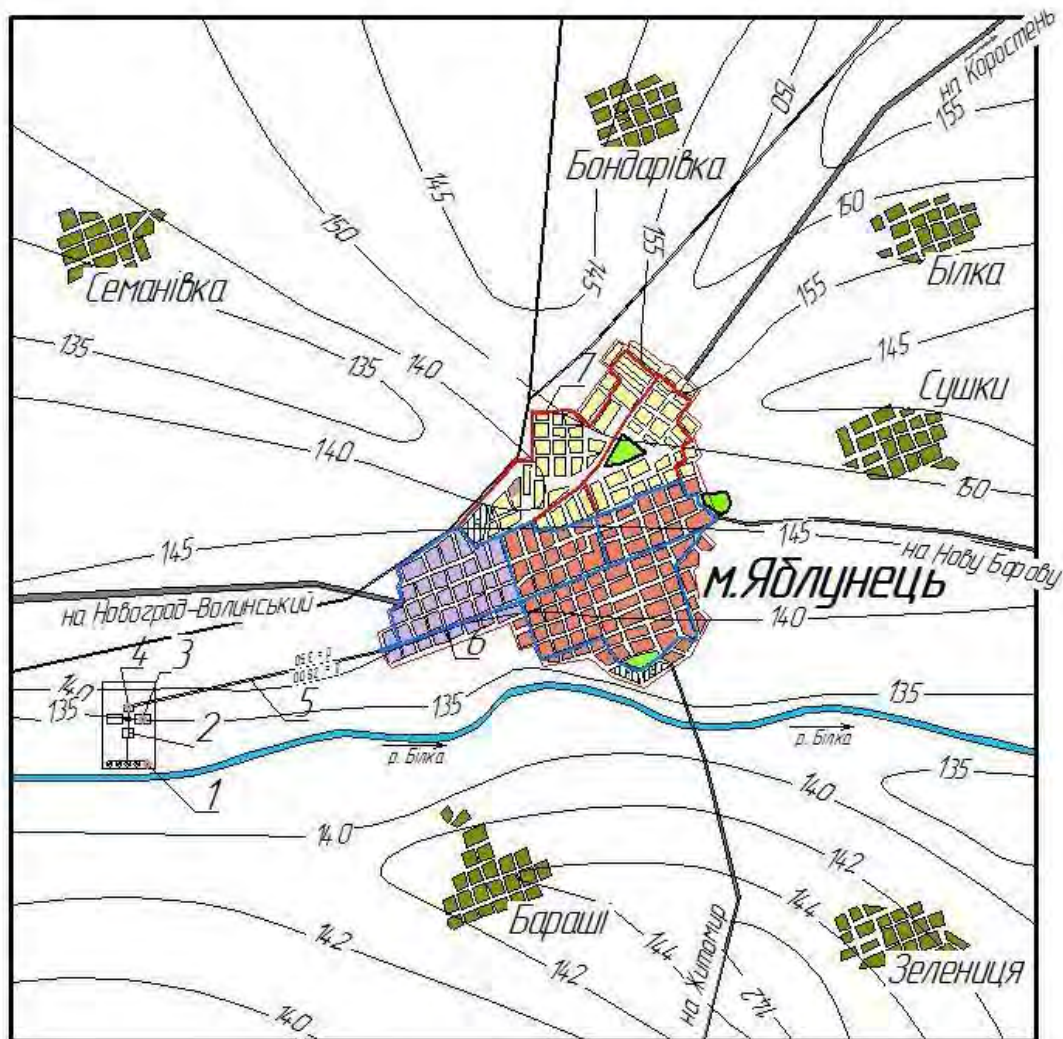
- | | |
|---|---|
| – багатоповерхова зона забудови | підприємства |
| – малоповерхова зона забудови | – межа забудови |
| – парки | |

Рис.1.2. Ситуаційний план місцевості до реконструкції

На даний час у місті проживає 31460 чоловік. Але планується розбудова міста, будівництво нового мікрорайону ще на 10 тис. чоловік.

Висновок: Необхідно провести розрахунок витрат для нового мікрорайону, і перерахувати існуючу водопровідну мережу міста з урахуванням пропусканням мережею необхідної кількості води для нового мікрорайону.

Рис. 1.3. Ситуаційний план місцевості з новим мікрорайоном



Експлікація споруд на ситуаційному плані

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1 – Водозабірні свердловини | 4 – Насосна станція 2п. |
| 2 – Станція підготовки води | 5 – Водоводи |
| 3 – Резервуари чистої води | 6 – Водопровідна мережа (існуюча) |
| | 7 – Водопровідна мережа, що проектується |

Умовні позначення

- | | |
|---|---|
| – багатоповерхова зона забудови | – підприємства |
| – малоповерхова зона забудови | – межа забудови |
| – парки | багатоповерхова зона забудови що проектується |

Таблиця 1.1.

Характеристика існуючих зон забудови міста (до реконструкції)

Зона забудови	Загальна площа забудови, га	Густина населення, чол/га	К-сть населення, чол	Площа газонів та присадибних ділянок, що поливаються		Ступінь благоустрою, для I кліматичного району	Кількість поверхів
				%	га		
Багатоповерхова	151,2	175	26460	6	9,07	Внутрішній водопровід та каналізація з централізованим гарячим водопостачанням 230 л/добу на 1жит. [1,табл.1]	5
Малоповерхова	45,0	90	5000	15	6,75	Внутрішній водопровід та каналізація з ваннами та місцевими газовими водонагрівачами, 150 л/добу на 1жит. [1,табл.1]	1-2
Разом:	196,2		31460		15,82		

Таблиця 1.2.

Витратив води на полив територій [1, табл. А1] (до реконструкції)

№ зони	Зона забудови	Вид поливу	Площа поливу F _{пол} , га	Кількість поливів	Питоме водоспоживання на полив Q _{пол} , л/м ² доб	Витрата води за добу, м ³ /доб		
						Q _{сер}	Q _{max}	Q _{min}
1	багатоповерхова	Квітники, парки і газони	9,07	1	4,5	408,15	408,15	0
2	малоповерхова	Присадибні ділянки	6,75	1	10	675	675	0
						1083,15	1083,15	

Розрахункові середні за рік добові витрати води на госпитні потреби визначаємо по формулі:

$$Q_{\text{сер.доб.}} = q \cdot N \cdot K_M / 1000, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (1.1)$$

де q – питоме середньодобове водоспоживання людиною, л/доб·чол [1, табл. 1];

N – розрахункова к-ть жителів багатоповерхової і малоповерхової зон забудови відповідного ступеня благоустрою, осіб;

K_M – коефіцієнт, який враховує витрати води питної якості на потреби промислових об'єктів, приймається $K_M=1 \dots 1,2$.

Розрахункові витрати води за добу найбільшого і найменшого водоспоживання, визначаємо по формулі:

$$Q_{\text{доб.мах}} = K_{\text{доб.мах}} \cdot Q_{\text{доб.сер.}}, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (1.2)$$

$$Q_{\text{доб.мін}} = K_{\text{доб.мін}} \cdot Q_{\text{доб.сер.}}, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (1.3)$$

де $K_{\text{доб}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, що враховує уклад життя населення, ступінь благоустрою, сезонність водоспоживання і т.д., приймається згідно [1, п 6.1.2],

$$K_{\text{доб.мах}}=1,1 \dots 1,3; K_{\text{доб.мін}}=0,7 \dots 0,9.$$

Таблиця 1.3.

Добові витрати води жителями м. Яблунець, Житомирської області (до реконструкції)

Ступінь благоустрою житла	Загальна кількість жителів, Фж,чол	Питома норма қп, л/доб	Коефіцієнт Неврахованих витрат, Км	Коефіцієнти добової нерівномірності,		Розрахункові добові витрати, м ³ /доб.		
				Кmax.	Кmin	Середні	Максимальні	Мінімальні
Малоповерхова	5000	150	1,1	1,20	0,80	825	990	660
Багатоповерхова	26460	230	1,1	1,10	0,90	6694	7364	6025
	31460					7519	8354	6685

1.3.2. Промисловість міста

В містечку функціонують:

1. Виробниче відділення ремонтної майстерні Ємільчинської райсільгосптехніки (підприємство «А»). Майстерня виконує капітальні ремонти техніки, біля майстерні облаштована бензозаправка, є спеціалізована мийка для машин і сільськогосподарської техніки.

Таблиця 1.4.

Реєстр робочих механізмів та технологічних процесів у ремонтній майстерні м. Яблунець

№ п/п	Призначення витрат води на технологічні процеси	Один. виміру	К-ть од.вим.	Питома витрата води, л/один.вим.
1	Заправка: (працює 2 чол.)			
	автомашини (15 т)	шт	10	10
2	Миття автомашин (працює 2 чол)			
	- легкових	шт	2	250
	- вантажних	-«-	5	450
	- автобусів	-«-	1	750
	- тракторів	-«-	2	800
4	Капітальний ремонт(із розбиранням і миттям, працює 6 чол):	шт.		
	- автомашини	-«-	3	700
	- трактора	-«-	1	1200
5	Механічна майстерня:	1 роб.місце	8	35
6	Слюсарна майстерня	-«-	4	80
7	Кузня	-«-	2	40
8	Душові побутових приміщень	1 люд.	20	45

Таблиця 1.5.

Визначення середньодобових витрат води в ремонтній майстерні

№ п/п	НАЙМЕНУВАННЯ споживачів ремонтної майстерні	Одиниці виміру	Кіл-ть один. виміру	Питома витрата, л/один.вим	Середньо- добова витрата м ³ /добу
1	<i>Заправка автомашини</i>	шт.	10,0	10,0	0,1
	<i>Працює 2 чол</i>	осіб	2	25	0,1
2	<i>Миття автомашин:</i>				
	легкових	шт	2,0	250,0	0,5
	вантажних	шт	5,0	450,0	2,3
	автобусів	шт	1	750	0,8
	автопоїздів	шт.	2,0	800,0	1,6
	<i>Працює 2 чол</i>	осіб	2	30,0	0,1
3	<i>Капремонт з обмиванням</i>				
	автомашини	шт	3,0	700,0	2,1
	трактора	шт.	1,0	1200,0	1,2
	<i>Працює 6 чол</i>	осіб.	6,0	80,0	0,5
4	<i>Механічна майстерня:</i>	осіб.	8	35,0	0,2
5	<i>Слюсарна майстерня</i>	осіб.	4	80,0	0,3
6	<i>Кузня</i>	осіб.	2	40,0	0,1
7	<i>Душові поб. приміщень</i>	осіб.	20	45,0	0,9
	ВСЬОГО				10,8

2. Елеватор ТОВ «Яблунецьке ХПП», обладнаний пристосуваннями для підймання, сушіння, зберігання і т. ін. великої кількості зернових культур, з можливістю відвантаження на автомобільний та залізничний транспорт (підприємство «Б»).

Будь-який принцип роботи елеватора полягає в тому, щоб під час розвантаження зерна воно швидко поміщалося у тимчасові тари, а потім також швидко розприділялося та розвозилося по необхідних напрямках. Тимчасовим місцем зберігання можуть бути бункери та приямки (поглиблення у землі, що примикають до стіни будівлі). Щоб не гаяти часу на переміщення зерна між цехами, в елеваторі є особливий вид транспорту – транспортери та ковшові норії. Вони в лічені хвилини доставляють сипучий вантаж до місця призначення. Щоб виконати швидке очищення та підготовку зерна до зберігання, в зерновому елеваторі використовуються спеціально створені для цього набори з машин обладнаних очисними спорудами – КЗС та ЗАВ. І коли водій тільки буде вбирати місце для паркування - зерно вже пройде перший етап з очищення від камінців та різного бруду.



Рис.1.4.

Загальний вигляд елеватора для різних зернових культур

Важливою умовою для зберігання зерна є вентиляція приміщень. Для цього на елеваторі використовується спеціальна система циркуляції, яка відводить пил та відсіює різні дрібні частинки з повітря.

Технологічні процеси включають: а) Прийомку. Для цього підходить будь-який транспорт, це перевалочний елеватор, він облаштований причалом та залізничними коліями; б)Обробку та підготовку. Перед зберіганням сипучий матеріал повинен пройти очищення, сушіння у спеціальних зерносушарках, а також сортування відповідно до розміру.в) Зберігання. Зерносховище

збудовано таким чином, щоб правильно організувати роботу як зовнішніх, так і внутрішніх систем забезпечення.

При наданні зерновим складом послуг щодо приймання і доробки зернових культур у складах підлогового типу використовують прилеглі до них технологічні споруди: а) робочу будівлю для очищення зернових культур - застосовується для очищення переважно сухого зерна в потоці при його прийманні; б) сушильно-очищувальну будівлю- виконує технологічні операції з очищення та сушіння зерна в потоці і пов'язана з механізованими складами підлогового зберігання зерна; в) молотильно-очищувальну будівлю- виконує операції із зерном та кукурудзою у качанах, г) лабораторію.

Елеватор із зерновим складом використовує питну воду для потреб працюючих людей для гостинних цілей, душових, туалетів, на технологічні процеси охолодження вентиляторне обладнання (оборотне водопостачання), для озеленення прибудинкової території.

3. Завод сільськогосподарської техніки та обладнання, (підприємство «В»)

Завод виготовляє зерносушильні, зерноочищувальні машини, сівалки, віялки, молотарки, жнивні машини деталі та запчастини для сільськогосподарської техніки.

Таблиця 1.6.

Загальна характеристика промислових підприємств

№	Найменування показників	Ремонтна майстерня «А»	Елеватор зерновий «Б»	Завод сільськогосподарської техніки та обладнання «В»
1	2	3	4	5
1	Об'єм найбільшої продуктивності будинку, м ³	15000	31000	26000
2	Категорія виробництва по пожежній безпеці	Д	А	Д
3	Ступінь вогнестійкості	І	ІІ	І
4	Одиниця виміру продукції, що випускається	шт.	т	шт.
5	Кількість продукції	24	50	40
6	Кількість води на одиницю виміру, м ³ /од	Питна – 0,0 Технічна – 8,6, [табл. 1.5]	Питна – 0,0 Технічна – 1,0 [2, табл..47, п.13,	Питна – 11,0 Технічна – 3,0 [2, табл..16, п.58, стор.467]

			стор.394]	
7	Коефіцієнти зміни середньорічної норми в літній та зимній сезони	К літ. = 1,1 К зим. = 0,9	К літ. = 1,0 К зим. = 1,0	К літ. = 1,05 К зим. = 0,95
8	В тому числі по змінах	24	60	40
	I	24	25	25
	II	-	20	15
	III	-	15	-
10	Тип цехів	Холодно-гарячий	Холодний	Холодно-гарячий
9	Кількість робітників на підприємстві, всього: В т.ч. холодних цехах	22	50	500
	I	22	25	300
	II	-	15	200
	III	-	10	-
	В гарячих :	2		200
	I	2	-	100
	II	-	-	100
	III	-	-	-
11	Кількість робітників які приймають душ, всього:	16	40	500
	I	16	20	300
	II	-	15	200
	III	-	5	-
12	Кількість чел. на 1 душ. сітку	4	4	7
13	Потрібний напір на вводі	25	14	26

Вода на підприємстві використовується: на технологічні потреби підприємства; на госпспитні потреби робітників; в душових.

Витрати води на *технологічні потреби*, м³/доб визначаємо за ф-лою:

$$Q_{срдоб}^{тех} = P \cdot q_m, \text{ м}^3 / \text{доб}, \quad (1.4)$$

де P – кількість продукції, яка випускається на підприємстві за добу, т/доб;

q_m – питомі витрати води (технічної чи питної води), м^3 , на одиницю продукції згідно [2].

Витрати на *господарсько-питні потреби* робітників за зміну:

$$Q_{\text{срдоб}}^{z-n} = \frac{N \cdot q^{z-n}}{1000}, \text{м}^3 / \text{доб} \quad (1.5)$$

де N – кількість робітників в дану зміну, чол;

q^{z-n} – питомі витрати води на 1-го працюючого в зміну на госпитне водоспоживання в залежності від типу цехів підприємства (холодний, гарячий).

Душ приймається протягом 45 хв.(0,75 год.) після закінчення зміни. Одна душова сітка має продуктивність $500 \text{ дм}^3/\text{год}$, тобто за час приймання душі витрата душової сітки, м^3 за час приймання душі:

$$q_{\text{д.с}} = 500 \cdot 0,75 \cdot 10^{-3} = 0,375 \text{ м}^3/45\text{хв}$$

Кількість працюючих душових сіток, $N_{\text{змін}}^{\text{д.с.}}$, шт.:

$$N_{\text{змін}}^{\text{д.с.}} = N_{\text{змін}}^{\text{душ}} / n_{\text{д.с.}} ; \quad (1.6)$$

$N_{\text{змін}}^{\text{роб}}$ - кількість людей, що користуються душем після зміни, чол..

де $n_{\text{д.с.}}$ – кількість робітників, на одну душову сітку, чол.

Визначаємо витрати душових вод, $Q_{\text{змін}}^{\text{душ}}$ $\text{м}^3/\text{зм}$ визначаємо за ф-лою,:

$$Q_{\text{змін}}^{\text{душ}} = q_{\text{д.с.}} \cdot N_{\text{д.с.}}, \text{м}^3/\text{зм} \quad (1.7)$$

Таблиця 1.7.

Витрати води питної якості промисловими підприємствами м. Яблунець

№зм.	Технологічна вода			коефіцієнт зміни витрат		середньодобові витрати з урахуванням коеф.зм.		госпитні потреби (холодні цехи)			госпитні потреби (гарячі цехи)			Душові			Сума, макс.
	$N_{зм}^{од}$ од	$Q_{тех}$ м ³ /од	$Q_{зм}^{тех}$ м ³ /зм.сред.	Кл	Кз	літо Кл	зима Кз	$N_{зм}^{роб}$ люд.	$Q_{поб}$ м ³ /од	$Q_{зм}^{поб}$ м ³ /зм	$N_{зм}^{роб}$ люд.	$Q_{поб}$ б, м ³ /од	$Q_{зм}^{поб}$ м ³ /зм	$N_{зм}^{душ}$ люд.	$N_{зм}^{д.с.}$ шт.	$Q_{зм}^{душ}$ м ³ /зм	$Q_{зм}^{сум}$ м ³ /зм.
Ремонтна майстерня, підприємство "А"																	
1	24	8,6	206,4	1,1	0,95	227,04	196,08	22	25	0,55	2	45	0,09	16	4	1,50	229,18
сума	24		206,4			227,04	196,08	22		0,55	2		0,09	16		1,50	229,18
Зерновий елеватор, підприємство "Б"																	
1	25	1	25,00	1,00	1,00	25,00	25,00	25	25	0,625	0	45	0	20	5	1,88	27,50
2	20	1	20,00	1,00	1,00	20,00	20,00	15	25	0,375	0	45	0	15	4	1,41	21,78
3	15	1	15,00	1,00	1,00	15,00	15,00	10	25	0,25	0	45	0	5	1	0,47	15,72
сума	60		60,00			60,00	60,00	50		1,25			0	40		3,76	65,01
Завод сільськогосподарської техніки та обладнання, підприємство "В"																	
1	25	13	325,00	1,05	0,95	341,25	308,75	300	25	7,5	100	45	4,5	300	43	16,07	369,32
2	15	13	195,00	1,05	0,95	204,75	185,25	200	25	5	100	45	4,5	200	29	10,71	224,96
3	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
сума	40		520,00			546,00	494,00	500		12,5	200		9,0	500		26,78	594,28
<i>разом</i>			786,4							14,30			9,09			32,04	888,47

У зв'язку з тим, що потреби підприємств у воді технічної якості складають 9,4%, то окремого технічного водопроводу в місті Яблунець не передбачено. Таким чином, всі потреби споживачів задовольняються водою питної якості. Після реконструкції підприємства не змінювали свого режиму водоспоживання

Таблиця 1.8.

Підсумкова таблиця добових витрат води питної якості водоспоживачами м.Яблунець, Житомирської області (до реконструкції)

№ п/п	Споживачі	Добові витрати, м ³ /добу		
		Q _{сер}	Q _{max}	Q _{min}
1	Населення:			
	- багатоповерхова зона	6694	7364	6025
	- малоповерхова зона	825	990	6025
	Разом	7519	8354	6685
2	Підприємства:			
	ремонтна майстерня	208,54	229,18	198,22
	зерновий елеватор	65,00	65,00	65,00
	завод сільськогосподарської техніки та обладнання	568,29	594,29	542,29
	Разом	841,83	888,47	805,51
3	Полив:			
	- квітники і газони, парки (багатоповерхова зона)	408,15	408,15	0
	- присадибні ділянки (малоповерхова зона)	675	675	0
	Разом	1083,15	1083,15	0
всього		9444,36	10 325,62	7490,45

Орієнтовно річні витрати води визначаються на основі середньодобових витрат (до реконструкції) за формулою: $Q_{річ} = Q_{сер.доб.н} \cdot T_n + Q_{сер.доб.н} \cdot T_n \cdot M^3$ (1.8)

де $Q_{сер.доб.н}$ і $Q_{сер.доб.н}$ - середньодобові витрати води в місті, відповідно протягом поливного й неполивного періодів, м³/добу, T_n і T_n - відповідно тривалість поливного й неполивного періодів, діб;

$$Q_{сер.доб.н} = Q_{сер.доб} - Q_{пол}, м^3 / добу \quad (1.9)$$

$$T_n = 365 - T_n, T_n = 150 \text{ діб}, T_n = 365 - 150 = 215 \text{ діб},$$

$$Q_{сер.доб.н} = 9444,36 - 1083,25 = 8361,11 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_{річ} = 9444,36 \cdot 150 + 8361,11 \cdot 215 = 1416654 + 1797638 = 3214293 \text{ м}^3 / рік$$

1.4. Визначення погодинних витрат води для всього міста (до реконструкції)

Погодинний розподіл приймають залежно від максимальних коефіцієнтів нерівномірності водоспоживання визначають для кожної зони забудови за формулою [24,п.6.1.2].:

$$K_{год}^{max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}, \quad (1.10)$$

де α_{max} - коефіцієнт, який враховує ступінь санітарного благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови і приймається рівним $\alpha_{max} = 1,2 \dots 1,4$ [1, п.6.1.2];

β_{max} - коефіцієнт, який враховує кількість жителів N в населеному пункті. [1, п.6.1.2,табл..2];

а) багатоповерхова зона:

$$K_{год}^{max} = 1,2 \cdot 1,19 = 1,428,$$

приймаємо 1,4.

б) малоповерхова зона:

$$K_{год}^{max} = 1,3 \cdot 1,45 = 1,885,$$

приймаємо 1,9.

Погодинні витрати води на підприємствах визначаються для кожної зміни окремо залежно від витрат води за зміну й тривалість зміни. Витрати на виробничі потреби визначають залежно від графіка технологічного процесу, в даному випадку приймаємо рівномірним протягом зміни.

Погодинні витрати води на полив залежать від тривалості поливання протягом доби, приймаючи, що його інтенсивність є рівномірною. При цьому необхідно, щоб час розбору води на полив не збігався з максимальними погодинними витратами води на господарсько-питні і виробничі цілі [1].

$$Q_{пол.год} = \frac{Q_{пол}}{T_{пол}}, м^3 / год \quad (1.11)$$

де $T_{пол}$ - тривалість поливу протягом доби, год.

для багатоповерхової зони
квітники, газони, парки:

$$Q_{пол.год} = \frac{408,15}{10} = 40,8 м^3 / год$$

для малоповерхової зони
присадибні ділянки:

$$Q_{пол.год} = \frac{675}{10} = 67,5 м^3 / год$$

Максимальна витрата = 547,25 м³/год, мінімальна витрата – 172,31 м³/год

Таблиця 1.9. Погодинний розподіл добових витрат питної води в м. Яблунець, Житомирської області (до реконструкції)

Години доби	Госпитні потреби населення				полив		Ремонтна майстерня						Зерновий елеватор					
	Багато-поверхова		Малоповерхова		м3/год		Виро. потреби, м ³	Госпитні потреби працівників				душ, м ³	виробничі потреби, м ³	Госпитні потреби працівників				душ, м ³
	по год. доб. κ=1,4 %	Витрати, м ³	по год, κ=1,9 %	витр, м ³	Парк, квітн газон	При-са-диб. д-ки		Гар. цехи, %	Витр а-та, м ³	холод цех%	Витрата, м ³			по год. зм, гар. цехи %	вигра та, м ³	по год. зм,хол. цех %	витр ата, м ³	
0-1	2,50	184,10	0,85	8,42	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	0	12,5	0,03	1,41
1-2	2,65	195,15	0,85	8,42	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87	0,00	0	4,65	0,01	0,00
2-3	2,20	162,01	0,85	8,42	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	0	4,7	0,01	0,00
3-4	2,25	165,69	1,00	9,90	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87	0,00	0	12,5	0,03	0,00
4-5	3,20	235,65	2,70	26,73	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	0	37,5	0,09	0,00
5-6	3,90	287,20	4,70	46,53	40,8	67,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87	0,00	0	4,7	0,01	0,00
6-7	4,50	331,38	5,35	52,97	40,8	67,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	0	4,7	0,01	0,00
7-8	5,10	375,56	5,85	57,92	40,8	67,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87	0,00	0	18,75	0,05	0,47
8-9	5,35	393,97	4,50	44,55	0	0	28,38	12,5	0,01	12,5	0,07	0,00	3,13	0,00	0	12,5	0,08	0,00
9-10	5,85	430,79	4,20	41,58	0	0	28,38	7,00	0,01	4,65	0,03	0,00	3,12	0,00	0	4,65	0,03	0,00
10-11	5,35	393,97	5,50	54,45	0	0	28,38	7,00	0,01	4,7	0,03	0,00	3,13	0,00	0	4,7	0,03	0,00
11-12	5,25	386,61	7,50	74,25	0	0	28,38	12,50	0,01	12,5	0,07	0,00	3,12	0,00	0	12,5	0,08	0,00
12-13	4,60	338,74	7,90	78,21	0	0	28,38	31,25	0,03	37,5	0,21	0,00	3,13	0,00	0	37,5	0,23	0,00
13-14	4,40	324,02	6,35	62,87	0	0	28,38	7,00	0,01	4,7	0,03	0,00	3,12	0,00	0	4,7	0,03	0,00
14-15	4,60	338,74	5,20	51,48	0	0	28,38	7,10	0,01	4,7	0,03	0,00	3,13	0,00	0	4,7	0,03	0,00
15-16	4,60	338,74	4,80	47,52	0	0	28,38	15,65	0,01	18,75	0,10	0,00	3,12	0,00	0	18,75	0,12	0,00
16-17	4,90	360,84	4,00	39,60	0	67,5	0,00	0,00	0,00	0	0,00	1,5	2,50	0,00	0	12,5	0,05	1,88
17-18	4,60	338,74	4,50	44,55	40,85	67,5	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	2,50	0,00	0	4,65	0,02	0,00
18-19	4,70	346,11	6,20	61,38	40,8	67,5	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	2,50	0,00	0	4,7	0,02	0,00
19-20	4,50	331,38	5,70	56,43	40,8	67,5	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	2,50	0,00	0	12,5	0,05	0,00
20-21	4,40	324,02	5,50	54,45	40,8	67,5	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	2,50	0,00	0	37,5	0,14	0,00
21-22	4,20	309,29	3,00	29,70	40,8	67,5	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	2,50	0,00	0	4,7	0,02	0,00
22-23	3,70	272,47	2,00	19,80	40,85	67,5	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	2,50	0,00	0	4,7	0,02	0,00
23-24	2,70	198,83	1,00	9,90	40,85	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	2,50	0,00	0	18,75	0,07	0,00
Всього	100	7364,00	100	990,00	408,15	675,0	227,04		0,09		0,55	1,50	60,00				1,25	3,76

Продовження таблиці 1.9.

Завод сільськогосподарської техніки та обладнання						Сумарні погодинні витрати		Ордина-та інтегрального графіка
Витрати на виробничі потреби, м ³	Господарсько питні потреби працівників цехів				Витрата на приймання душу, м ³	Витрата, м ³	Процент добової витрати, %	
	розподіл по год. зміни, гарячі цехи %	витрата, м ³	розподіл по год. зміни, холод. цехи, %	витрата, м ³				
0	0,00	0,00	0	0,00	10,71	206,55	2,00	2
0	0,00	0,00	0	0,00	0	205,44	1,99	3,99
0	0,00	0,00	0	0,00	0	172,31	1,67	5,66
0	0,00	0,00	0	0,00	0	177,49	1,72	7,38
0	0,00	0,00	0	0,00	0	264,35	2,56	9,94
0	0,00	0,00	0	0,00	0	443,91	4,30	14,24
0	0,00	0,00	0	0,00	0	494,54	4,79	19,03
0	0,00	0,00	0	0,00	0	544,17	5,27	24,30
42,66	12,50	0,56	12,5	0,94		514,35	4,98	29,28
42,65	7,00	0,32	4,65	0,35	0	547,25	5,30	34,58
42,66	7,00	0,32	4,7	0,35	0	523,32	5,07	39,65
42,65	12,50	0,56	12,5	0,94	0	536,67	5,20	44,84
42,66	31,25	1,41	37,5	2,81	0	495,81	4,80	49,64
42,66	7,00	0,32	4,7	0,35	0	461,77	4,47	54,12
42,65	7,10	0,32	4,7	0,35	0	465,12	4,50	58,62
42,66	15,65	0,70	18,75	1,41	0,00	462,77	4,48	63,10
25,6	12,50	0,56	12,5	0,63	16,07	449,22	4,35	67,45
25,59	7,00	0,32	4,65	0,23	0	520,30	5,04	72,49
25,6	7,00	0,32	4,7	0,24	0	544,46	5,27	77,77
25,59	12,50	0,56	12,5	0,63	0	525,43	5,09	82,85
25,59	31,25	1,41	37,5	1,88	0	518,28	5,02	87,87
25,6	7,00	0,32	4,7	0,24	0	475,96	4,61	92,48
25,59	7,10	0,32	4,7	0,24	0	429,28	4,16	96,64
25,59	15,65	0,70	18,75	0,94	0,00	238,53	3,36	100,00
546,00		9,00		12,50	26,78	10 325,62		

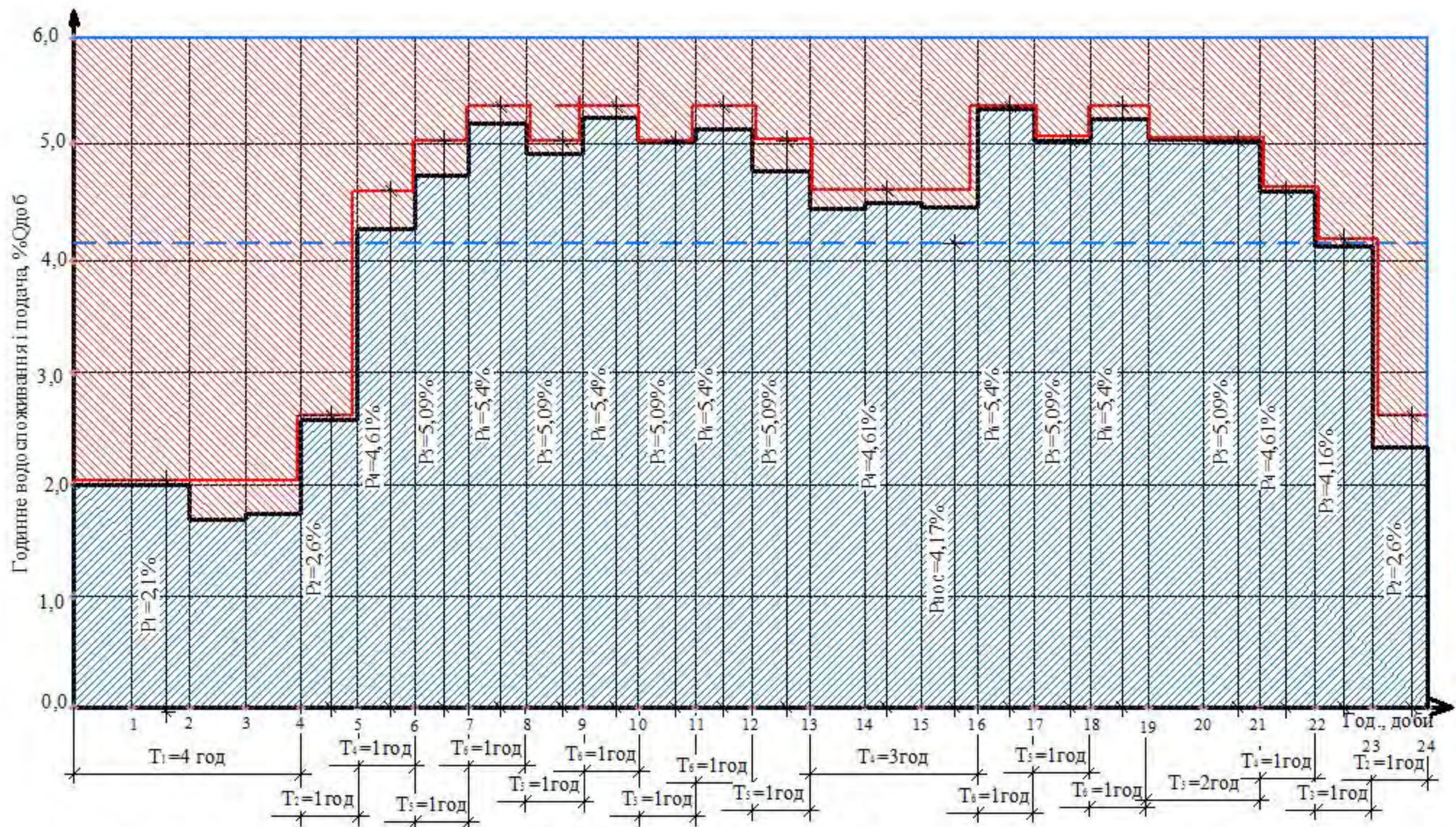


Рис. 1.5. Погодинний графік добових витрат води водоспоживачами м. Яблунець, Житомирської області
(до реконструкції)

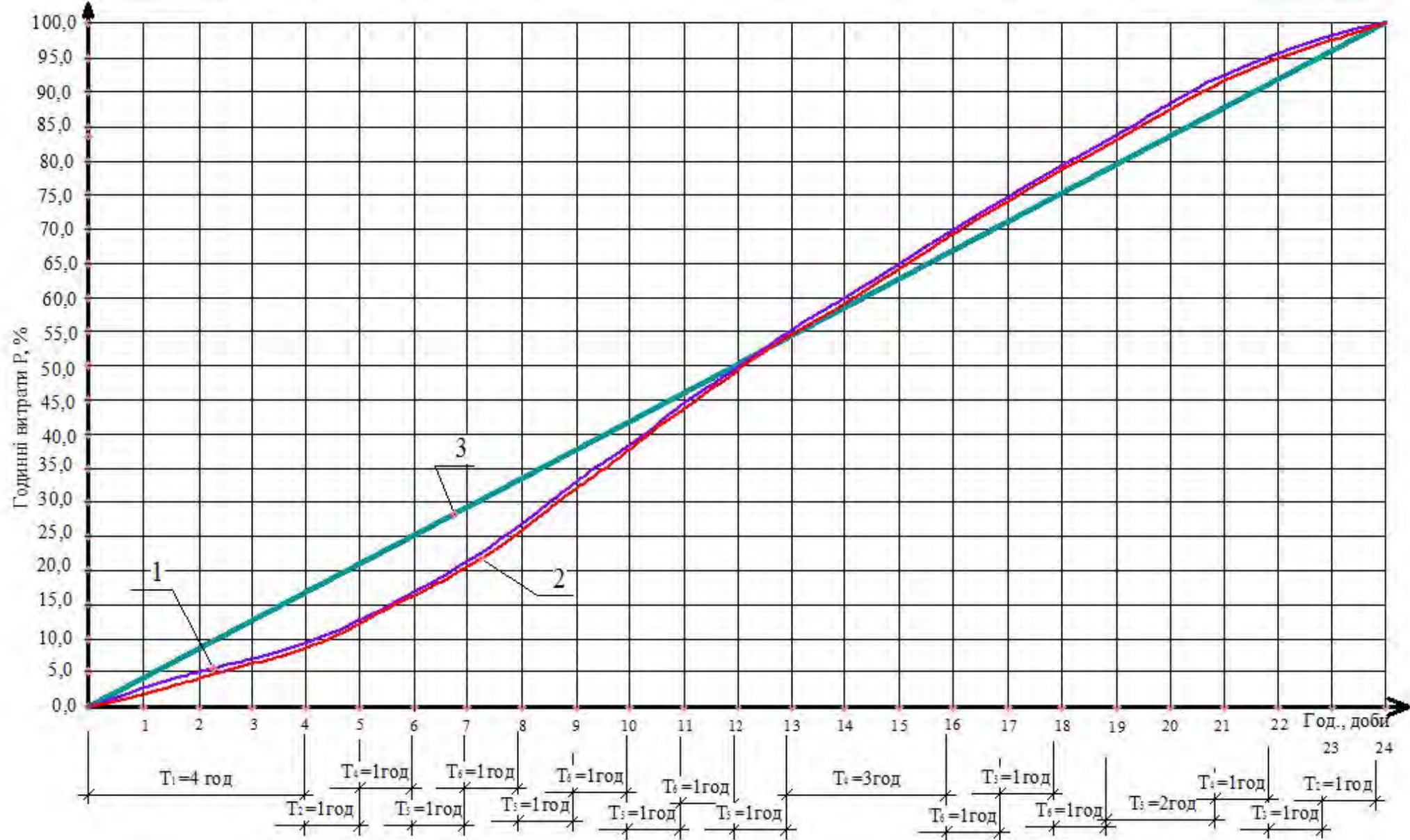


Рис.1.6. Інтегральний графік водоспоживання в м.Яблунець (до реконструкції)

1.5. Можливі джерела водопостачання

1.5.1. Поверхневі джерела

Джерелом водопостачання міста та його промисловості може бути річка Білка, що протікає поряд з містом у Ємільчинському та Коростенському районах Житомирської області, права притока річки Ужа басейну Прип'яті.

Довжина річки 20 км., похил річки — 1,8 м/км, найкоротша відстань між витоком і гирлом — 12,82 км, коефіцієнт звивистості річки — 1,56, площа басейну 94,4 км². Формується 1 притокою, декількома безіменними струмками та загатами.

По всій своїй довжині має 5 водойм, найбільша з яких (10 га) знаходиться у селі Білка. Річку перетинає нафто- і газопровід. У річці найпоширенішими є такі види риб, як щука звичайна, карась звичайний, окунь, пічкур та плітка звичайна.

Якість води у річці:

- показник органічного забруднення води – ХСК до 19,6-28,5 мгО/дм³,
- вмісту марганцю - до 0,05 мг/дм³,
- заліза - до 0,38 мг/дм³,
- кольоровість у повінь – 120 град.;
- завислі речовини у повінь – 302 мг/дм³;

1.5.2. Підземні джерела

Враховуючи те, що вміст зважених речовин у воді річки досить великий, що передбачає складну систему покращення якості води (освітлювачі із зваженим осадом та швидкі фільтри), розглядається ще один варіант можливого водопостачання – свердловини, які розміщуються на березі річки і мають такий якісний склад води:

- залізо в межах - 0,8-1,0 мг/дм³;
- манган 0,05 мг/дм³;
- жорсткість – 6,5-7,5 ммоль/дм³,
- лужність - 6,0 ммоль/дм³,
- амонійний нітроген 0,3-0,55 мг/дм³,
- рН 6,8-7,0;
- перманганатна окисність 3,5 – 4,3 мгО₂/дм³;
- кальцій 75 мг/дм³; - солевміст 150 мг/дм³.

Таблиця 1.10. **Витяг з ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»**

N з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води			Методики визначення згідно з додатком 5
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів	
1	2	3	4	5	6	7
1. Органолептичні показники						
1	Запах: при t 20° С при t 60° С	бали	≤ 2 ≤ 2	≤ 3 ≤ 3	≤ 0 (2) ⁴ ≤ 1 (2) ⁴	пп. 2, 31
2	Забарвленість	градуси	≤ 20 (35) ¹	≤ 35	≤ 10 (20) ⁴	пп. 2, 39
3	Каламутність	нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК = 0,58 мг/дм ³)	≤ 1,0 (3,5) ¹ ≤ 2,6 (3,5) ¹ - для підземного вододжерела	≤ 3,5	≤ 0,5 (1,0) ⁴	пп. 2, 38
4	Смак та присмак	бали	≤ 2	≤ 3	≤ 0 (2) ⁴	п. 2
2. Фізико-хімічні показники						
а) неорганічні компоненти						
5	Водневий показник	одиниці рН	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5 (≥ 4,5) ⁵	п. 28
6	Діоксид вуглецю	%	не визначається	не визначається	0,2 - 0,3 - для слабогазованої 0,31 - 0,4 - для середньогазованої 0,41 - 0,6 - для сильногазованої	п. 23
7	<i>Залізо загальне</i>	<i>мг/дм³</i>	<i>≤ 0,2 (1,0)¹</i>	<i>≤ 1,0</i>	<i>≤ 0,2</i>	пп. 3, 33, 64
8	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	≤ 7,0 (10,0) ¹	≤ 10,0	≤ 7,0	п. 4
9	Загальна лужність	ммоль/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 6,5	п. 41

Наказ від 12.05.2010 № 400 Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»

Вода із свердловини практично придатна для споживання людиною, і практично не потребує очистки.

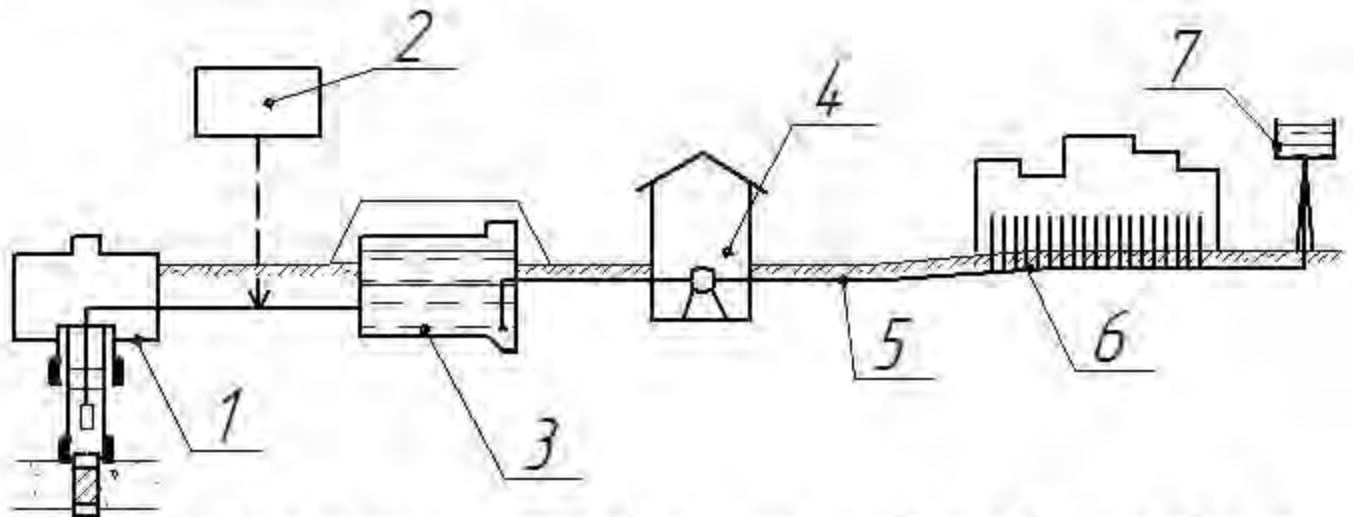


рис.1.7. Схема водопостачання міста водою питної якості з водозабором із свердловин із знезараженням

1 - свердловина, 2 - станція знезараження, 3 - РЧВ, 4 - НС Пп., 5 - водоводи, 6 - водопровідна мережа міста, 7 - водонапірна башта.

Враховуючи пріоритетний характер використання підземних вод перед поверхневими, зважаючи на якість підземної води, спрощення водозабірних споруд, при їх використанні передбачаємо використання води підземних напірних горизонтів для постійного водопостачання м.Яблунець, Житомирської області для всіх вище зазначених потреб.

Шкала глибин	Глибина шпур, м	Глибина підстави шпур, м	Категорія порід по буримості	Назва порід	Літологічний розріз	Статичний рівень води, м	Конструкція свердловини		
							Роторне буріння	Діаметр та довжина обсадних труб	
								При бурінні	При зданні
10	30 20	30	I - II	Рослинний шар 30м чорнозем м'який 20 м					
	2.0	7.0	I - II	Солонець м'який		640	622		
20	10.0	17.0	I - II	Сугісок		90	90		
	6.0	23.0	I - II	Суглинок					
30	6.0	29.0	I - II	Пісок водонасний (I водонасний горизонт вода сильномінералізована)					
40									
50	32.0	61.0	II	Глина пісчана					
60									
70	10.0	71.0	II	Глина з прошарками піску					
80									
90	18.0	89.0	II	Глина жирна м'яка					
90	6.0	95.0	I - II	Пісок (II водонасний горизонт малий дебіт)					
100									
110	14.0	109.0	II	Глина різної щільності					
120									
130									
140	30.0	139.0	I - II	Пісок (III водонасний горизонт багато заліза, вода високої якості)					
140	8.0	14.7.0	II	Глина різної щільності		273			
					490	426			
150					148	148			
160									
170	28.0	175.0	I - II	Пісок (IV водонасний горизонт дебіт високий вода високої якості)					
180	6.0	181.0	V - VI	Скеля	346	273			
					176.5	176.5			

рис. 1.8. Геолого-технічний розріз свердловини

1.6. План розширення міста

Планується розбудувати місто шляхом побудови нового мікрорайону на **10 000 чоловік**. В основному це сучасні 12-ти поверхові будинки. В мікрорайоні планується **школа, дитячий садок, перукарня**. Також розбита рекреаційна зона відпочинку у парку.

Таблиця 1.11. **Характеристика зон забудови міста з урахуванням нового мікрорайону (після реконструкції)**

Зона забудови	Загальна площа забудови, га	Густина населення, чол/га	К-сть населення, чол	Площа газонів та присадибних ділянок, покриття з трави що поливаються		Ступінь благоустрою, для I кліматичного району	Кількість поверхів
				%	га		
Багатоповерхова	151,2	175	26460	6	9,07	Внутрішній водопровід та каналізація з централізованим гарячим водоспоживанням 230 л/добу на 1жит. [1,табл.1]	5
Малоповерхова	45	90	5000	15	6,75	Внутрішній водопровід та каналізація з ваннами та місцевими газовими водонагрівачами, 150 л/добу на 1жит. [1,табл.1]	1-2
<i>Багатоповерхова, що проектується (новий мікрорайон)</i>	<i>35,09</i>	<i>240</i>	<i>10000</i>	<i>10</i>	<i>3,51</i>	<i>Внутрішній водопровід та каналізація з централізованим гарячим водопостачанням і ваннами завдовжки більше 1500 мм, 250 л/добу на 1жит. [1,табл.1]</i>	<i>12</i>
Всього	231,3		41460		19,33		

Добову витрату на полив визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{пол}} = 10 \cdot F_{\text{пол}} \cdot q_{\text{пол}} \cdot m_{\text{пол}}, \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (1.12)$$

де q_n – питомі витрати води на полив, л/м²доб; $F_{\text{пол}}$ – площа поливу, га;

m – кількість поливів за добу, шт.

Таблиця 1.12.

Витрати води на полив територій [1, табл. А1] (після реконструкції)

№ зони	зона забудови	Вид поливу	Площа поливу $F_{\text{пол}}$, га	кількість поливів	Питоме водоспоживання на полив $q_{\text{пол}}$, л/м ² доб	Витрата води за добу, м ³ /доб		
						$Q_{\text{сер}}$	Q_{max}	Q_{min}
1	багато-поверхова	Квітники, парки і газони	9,07	1	4,5	408,15	408,15	0
2	мало-поверхова	Присадибні ділянки	6,75	1	10	675	675	0
3	<i>новий мікрорайон</i>	<i>покриття з трави</i>	<i>1,05</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>31,5</i>	<i>31,5</i>	<i>0</i>
		<i>парки, квітники</i>	<i>2,46</i>	<i>1</i>	<i>4,5</i>	<i>110,7</i>	<i>110,7</i>	
Разом						1225,35	1225,35	0

Таблиця 1.13.

Добові витрати води жителями м. Яблунець, Житомирської області (після реконструкції)

Ступінь Благоустрою житла	Загальна кількість жителів, $F_{\text{ж}}$, чол	Питома норма $q_{\text{п}}$, л/доб	Коефіцієнт Неврахованих витрат, $K_{\text{м}}$	Коефіцієнти добової нерівномірності,		Розрахункові добові витрати, м ³ /доб.		
				K_{max}	K_{min}	Середні	Максимальні	Мінімальні
2	5000	150	1,1	1,20	0,80	825	990	660
3	26460	230	1,1	1,10	0,90	6694	7364	6025
4	10000	250	1,1	1,30	0,70	2750	3575	1925
41460						10269	11929	8610

Для нового мікрорайону приймаємо:

$$K_{\text{год}}^{\text{max}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}}, \quad K_{\text{год}}^{\text{max}} = 1,2 \cdot 1,53 = 1,836, \quad \text{приймаємо } 1,8.$$

Таблиця 1.14

Визначення середньодобових витрат води на комунально-побутових підприємствах та у громадських будівлях

№ п/п	НАЙМЕНУВАННЯ Комунально-побутових і громадських об'єктів	Од. виміру	Кіл-ть один. виміру	Питома витрата, л/од.	Середньо- добова витрата, м ³ /добу
1	Школа	1 учень	600	10,0	120,0
2	Перукарня (працює в дві зміни)	1 робоче місце	14	60,0	0,84
3	Дитсадок з денним перебуванням дітей та пральнею	1 дитина	300	75,0	22,5
<i>Разом</i>					143,34

Орієнтовно річні витрати води визначаються на основі середньодобових витрат (до реконструкції) за формулою: $Q_{річ} = Q_{сер.доб.п} \cdot T_n + Q_{сер.доб.н} \cdot T_n \cdot M^3$ (1.13)

де $Q_{сер.доб.п}$ і $Q_{сер.доб.н}$ - середньодобові витрати води в місті, відповідно протягом поливного й неполивного періодів, м³/добу, T_n і T_n - відповідно тривалість поливного й неполивного періодів, діб;

$$Q_{сер.доб.н} = Q_{сер.доб} - Q_{пол} \cdot M^3 / \text{добу} \quad (1.14)$$

$$T_n = 365 - T_n, \quad T_n = 150 \text{ діб}, \quad T_n = 365 - 150 = 215 \text{ діб}, \quad Q_{сер.доб.н} = 12479,9 - 1225,35 = 11254,55 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_{річ} = 12478,9 \cdot 150 + 11254,55 \cdot 215 = 1871835 + 2419728 = 4291563 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

Таблиця 1.15.

Підсумкова таблиця добових витрат води питної якості водоспоживачами м.Яблунець, Житомирської області

(після реконструкції)

№ п/п	Споживачі	Добові витрати, м ³ /добу		
		Q _{сер}	Q _{max}	Q _{min}
1	Населення:			
	- багатоповерхова зона	6694	7364	6025
	- малоповерхова зона	825	990	660
	- новий мікрорайон	2750	3575	1925
	- школа	120	120	120
	- перукарня	0,84	0,84	0,84
	- дитячий садок	22,50	22,50	22,50
	Разом	10413	12072,34	8753
2	Підприємства:			
	ремонтна майстерня	208,54	229,18	198,22
	зерновий елеватор	65,0	65,0	65,0
	завод сільськогосподарської техніки та обладнання	568,29	594,29	542,29
	Разом	841,83	888,48	805,51
3	Полив:			
	- квітники і газони, парки (багатоповерхова зона)	408,15	408,15	0
	- присадибні ділянки (малоповерхова зона)	675	675	0
	покриття з трави, парки, квітники нового мікрорайону	142,2	142,2	0
	Разом	1225,35	1225,35	0
всього		12479,90	14 186,16	9558,79

Примітка: Після реконструкції підприємства не змінювали свій режим водоспоживання.

Максимальна витрата – 786,35 м³/год, мінімальна витрата – 204,49 м³/год

Таблиця 1.16. Погодинний розподіл добових витрат питної води в м. Яблунець, Житомирської області (після реконструкції)

Годин и доби	Господарсько-питні потреби населення						Витрати на полив			комунальні підприємства			Ремонтна майстерня					
	багатоповерхо ва		малоповерхо ва		новий мікрорайон		м ³ /год			м ³ /год			Витра- ти на вирони- чі потреб и, м ³	Господарсько-питні потреби				ду щ, м ³
	по годи- нах доби, к=1,4	Витра- ти, м ³	по годи- нах доби, к=1,9	Витра- ти, м ³	по год. доби к=1,8	Витра- та, м ³	парки квітн. газон	приса- - дибні ділян ки	покрит з трави, квітн. парки н. р-ну	Шко- ла	перу- карня	дитса док		по год. зміни, гарячі цехи, %	вitra та, м ³	розподіл по год. зміни, холод. цеx%	вitra рата м ³	
0-1	2,50	184,10	0,85	8,42	0,90	32,18	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1-2	2,65	195,15	0,85	8,42	0,90	32,18	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
2-3	2,20	162,01	0,85	8,42	0,90	32,18	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
3-4	2,25	165,69	1,00	9,90	1,00	35,75	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
4-5	3,20	235,65	2,70	26,73	1,35	48,26	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
5-6	3,90	287,20	4,70	46,53	3,85	137,64	40,8	67,5	14,22	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
6-7	4,50	331,38	5,35	52,97	5,20	185,90	40,8	67,5	14,22	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
7-8	5,10	375,56	5,85	57,92	6,20	221,65	40,8	67,5	14,22	0	0,052	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
8-9	5,35	393,97	4,50	44,55	5,50	196,63	0	0	0	15,00	0,052	2,25	28,38	12,50	0,01	12,5	0,07	0
9-10	5,85	430,79	4,20	41,58	5,85	209,14	0	0	0	15,00	0,052	2,25	28,38	7,00	0,01	4,65	0,03	0
10-11	5,35	393,97	5,50	54,45	5,00	178,75	0	0	0	15,00	0,053	2,25	28,38	7,00	0,01	4,7	0,03	0
11-12	5,25	386,61	7,50	74,25	6,50	232,38	0	0	0	15,00	0,053	2,25	28,38	12,50	0,01	12,5	0,07	0
12-13	4,60	338,74	7,90	78,21	7,50	268,13	0	0	0	15,00	0,053	2,25	28,38	31,25	0,03	37,5	0,21	0
13-14	4,40	324,02	6,35	62,87	6,70	239,53	0	0	0	15,00	0,053	2,25	28,38	7,00	0,01	4,7	0,03	0
14-15	4,60	338,74	5,20	51,48	5,35	191,26	0	0	0	15,00	0,053	2,25	28,38	7,10	0,01	4,7	0,03	0
15-16	4,60	338,74	4,80	47,52	4,65	166,24	0	0	0	15,00	0,053	2,25	28,38	15,65	0,01	18,75	0,10	0
16-17	4,90	360,84	4,00	39,60	4,50	160,88	40,85	67,5	14,22	0,00	0,053	2,25	0,00	0,00	0,00	0	0,00	1,5
17-18	4,60	338,74	4,50	44,55	5,50	196,63	40,85	67,5	14,22	0,00	0,053	2,25	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0
18-19	4,70	346,11	6,20	61,38	6,30	225,23	40,8	67,5	14,22	0,00	0,053	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0
19-20	4,50	331,38	5,70	56,43	5,35	191,26	40,8	67,5	14,22	0,00	0,052	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0
20-21	4,40	324,02	5,50	54,45	5,00	178,75	40,8	67,5	14,22	0,00	0,053	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0
21-22	4,20	309,29	3,00	29,70	3,00	107,25	40,8	67,5	14,22	0,00	0,053	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0
22-23	3,70	272,47	2,00	19,80	2,00	71,50	40,85	67,5	14,22	0,00	0,053	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0
23-24	2,70	198,83	1,00	9,90	1,00	35,75	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0
Всього	100	7364,00	100	990,0	100,0	3575,00	408,1	675,0	142,2	120,0	0,84	22,5	227,04		0,09		0,55	1,5

Продовження таблиці 1.16

Зерновий елеватор						Завод сільськогосподарської техніки та обладнання						Сумарні погодинні витрати		Ордината інтегрального графіка
Витрати на виробничі потреби, м ³	Господарсько питні потреби працівників				Витрати на приймання душі, м ³	Витрати на виробничі потреби, м ³	Господарсько питні потреби працівників				Витрати на приймання душі, м ³	м ³ /год	Добової витрати, %	
	по год. зміни, гарячі цехи %	Витрата, м ³	по год. зміни, холод. цех %	витрата, м ³			по год. зміни, гарячі цехи %	Витрата, м ³	по год. зміни, холод. цехи, %	Витрата, м ³				
1,88	0,00	0	12,5	0,03	1,41	0	0,00	0,00	0	0,00	10,71	238,72	1,68	1,68
1,87	0,00	0	4,65	0,01	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	237,62	1,67	3,35
1,88	0,00	0	4,7	0,01	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	204,49	1,44	4,80
1,87	0,00	0	12,5	0,03	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	213,24	1,50	6,30
1,88	0,00	0	37,5	0,09	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	312,61	2,20	8,50
1,87	0,00	0	4,7	0,01	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	595,77	4,20	12,70
1,88	0,00	0	4,7	0,01	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	694,66	4,90	17,60
1,87	0,00	0	18,75	0,05	0,47	0	0,00	0,00	0	0,00	0	780,09	5,50	23,10
3,13	0,00	0	12,5	0,08	0,00	42,66	12,50	0,56	12,5	0,94		728,28	6,00	29,10
3,12	0,00	0	4,65	0,03	0,00	42,65	7,00	0,32	4,65	0,35	0	773,69	5,45	34,55
3,13	0,00	0	4,7	0,03	0,00	42,66	7,00	0,32	4,7	0,35	0	719,38	5,07	39,62
3,12	0,00	0	12,5	0,08	0,00	42,65	12,50	0,56	12,5	0,94	0	786,35	5,54	45,16
3,13	0,00	0	37,5	0,23	0,00	42,66	31,25	1,41	37,5	2,81	0	781,24	5,51	50,67
3,12	0,00	0	4,7	0,03	0,00	42,66	7,00	0,32	4,7	0,35	0	718,60	5,07	55,74
3,13	0,00	0	4,7	0,03	0,00	42,65	7,10	0,32	4,7	0,35	0	673,68	4,75	60,49
3,12	0,00	0	18,75	0,12	0,00	42,66	15,65	0,70	18,75	1,41	0,00	646,31	4,56	65,04
2,50	0,00	0	12,5	0,05	1,88	25,6	12,50	0,56	12,5	0,63	16,07	734,97	5,18	70,22
2,50	0,00	0	4,65	0,02	0,00	25,59	7,00	0,32	4,65	0,23	0	733,45	5,17	75,39
2,50	0,00	0	4,7	0,02	0,00	25,6	7,00	0,32	4,7	0,24	0	783,95	5,53	80,92
2,50	0,00	0	12,5	0,05	0,00	25,59	12,50	0,56	12,5	0,63	0	730,97	5,15	86,07
2,50	0,00	0	37,5	0,14	0,00	25,59	31,25	1,41	37,5	1,88	0	711,30	5,01	91,09
2,50	0,00	0	4,7	0,02	0,00	25,6	7,00	0,32	4,7	0,24	0	597,48	4,21	95,30
2,50	0,00	0	4,7	0,02	0,00	25,59	7,10	0,32	4,7	0,24	0	515,05	2,77	98,06
2,50	0,00	0	18,75	0,07	0,00	25,59	15,65	0,70	18,75	0,94	0,00	274,28	1,93	100,00
60,00				1,25	3,76	546,00		9,00		12,50	26,78	14 186,16		

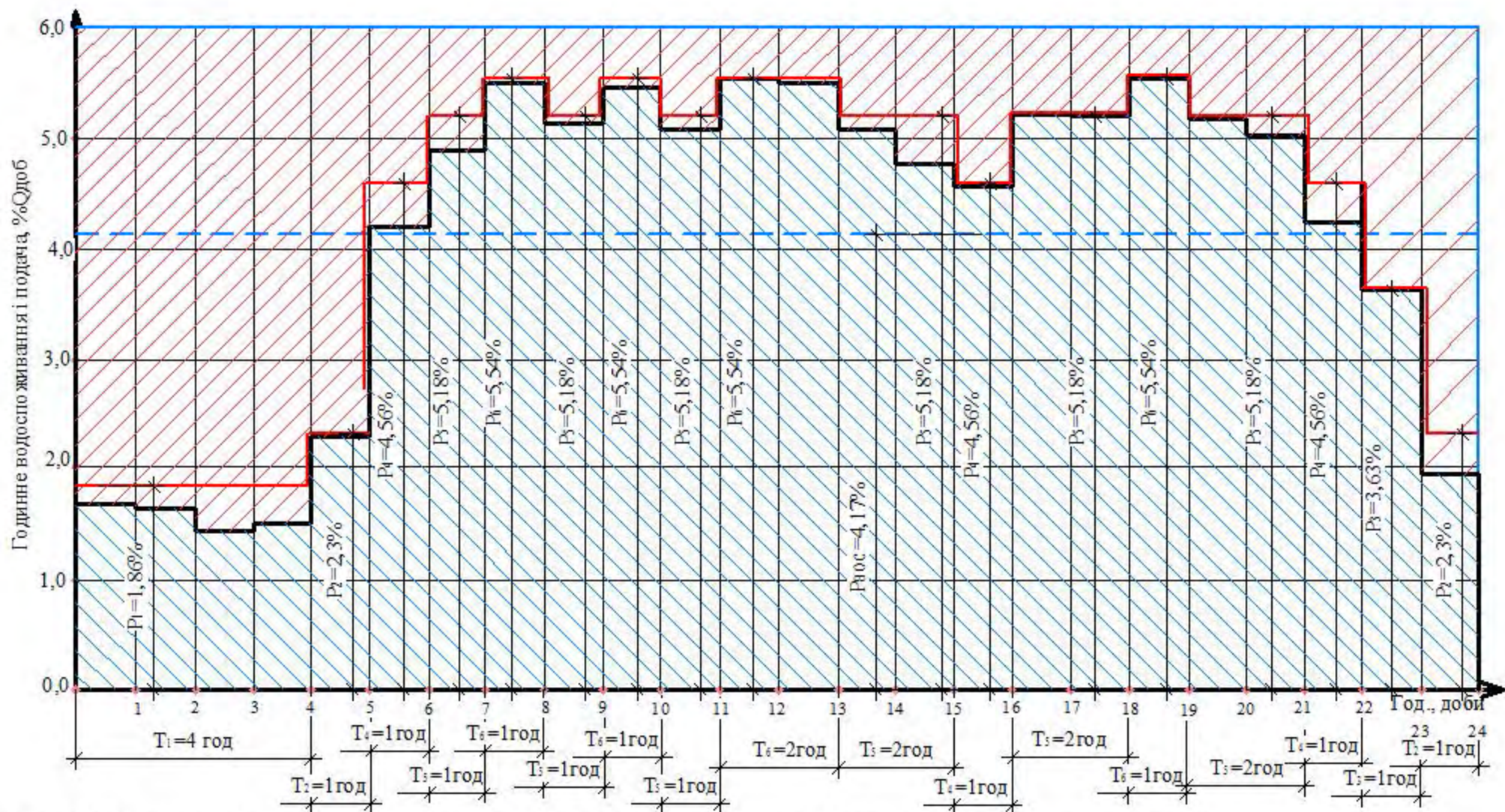


Рис. 1.9.Погодинний графік добових витрат води водоспоживачами м.Яблунець (після реконструкції)

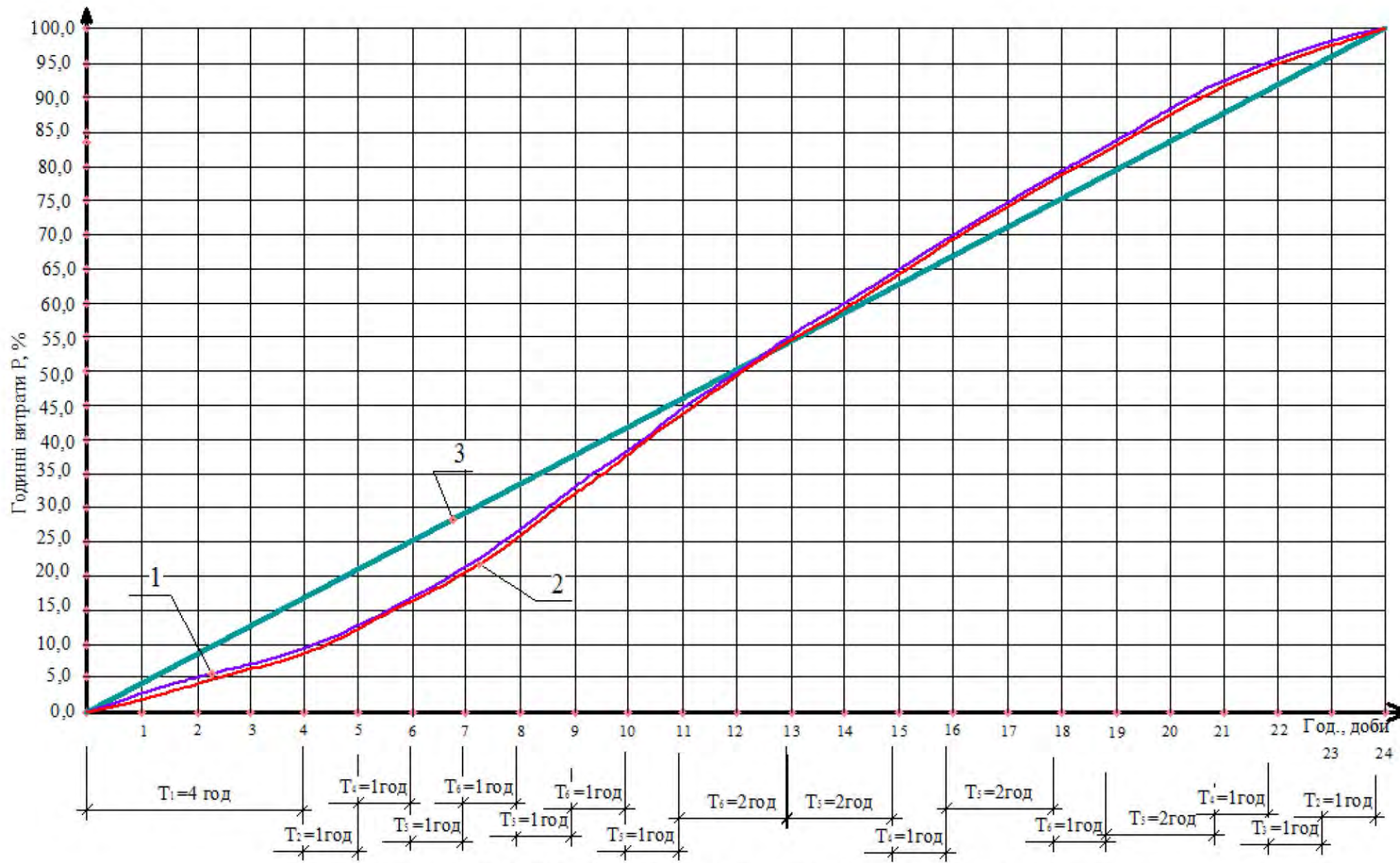


Рис.1.10. Інтегральний графік водоспоживання (після реконструкції)

1.7. Визначення пожежних витрат води

Загальні витрати води на пожежогасіння визначаються за більшими значеннями протипожежних витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння, л/с.

$$q_{\text{пож}} = q_{\text{н.з}} + q_{\text{н.в}}, \text{ л/с} \quad (1.15)$$

де $q_{\text{н.з}}$, $q_{\text{н.в}}$ - загальні витрати води відповідно на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння, л/с.

Витрата води на зовнішнє пожежогасіння (на 1 пожежу) і кількість одночасних пожеж у населеному пункті для розрахунку магістральних (розрахункових кільцевих) ліній водопровідної мережі визначаються згідно з [1, табл.3,4,5].

Таблиця 1.17. Витрати води на пожежогасіння (до реконструкції)

№ п/п	Місце пожежогасіння	Кількість одноч. пожеж	q _{пож} , л/с, на 1-у пожежу		Сумарні пожежні витрати, л/с	Примітка
			зовніш.	внутріш.		
1	Багатоповерхова зона	2	25	0	25	N=26460 жит., n _п =5
2	Малоповерхова зона	1	10	0	10	N=5000 жит., n _п =2
3	Підприємства: Ремонтна майстерня	1	10	5	15	III, Д, W=15000 м ³
4	Зерновий елеватор	1	20	10	30	II, А, W=31000 м ³
5	Завод сільсько- господарської техніки та обладнання	1	10	5	15	III, Д, W=26000 м ³

N – кількість жителів; n_п – кількість поверхів; I, II – ступені вогнестійкості будівель, А, Д – категорія продукції за пожежною безпекою; W – об'єм найбільшої будівлі, м³.

Приймаємо дві одночасні пожежі, які знаходяться в місцях з найбільшими пожежними витратами. Одна на зерновому елеваторі з витратою води на гасіння пожеж 30 л/с та друга в багатоповерховій зоні – 25 л/с:

$$q_{\text{пож}} = 30 + 25 = 55 \text{ л/с}$$

Визначаємо повну протипожежну витрату води, що відбирається з мережі за формулою:

$$q_{p.пож} = q_{c.мах} + q_{пож}, л/с \quad (1.16)$$

де $q_{c.мах}$ - максимальна секундна витрата, л/с.

де $q_{год.мах}$ - максимальна годинна витрата, яка береться з таблиці погодинних витрат в годину максимального водоспоживання, що припадає на 8-9 годину.

$$q_{год.мах} = 547,25 \text{ м}^3/\text{год} : 3,6 = 152,01 \text{ л/с.}$$

$$q_{p.пож} = 152,01 + 55 = 207,01 \text{ л/с}$$

Дані про розрахункові витрати води в населеному пункті й подачу води насосами наведені в табл. 2.8.

Таблиця 1.18

Збірна таблиця розрахункових витрат води (до реконструкції)

№ п/п	Назва	Одиниця виміру	Витрата
Водоспоживання			
1	Річна	м ³ /рік	3 214 293
2	Максимальна добова	м ³ /доб	10 325,62
3	Максимальна годинна	м ³ /год	547,25
4	Максимальна секундна	л/с	152,01
5	Протипожежна	л/с	55,0
6	Протипожежна повна	л/с	207,01
7	Мінімально годинна	м ³ /год	205,44
8	Мінімально секундна	л/с	57,07

Продовження таблиці 1.18.

1	2	3	4
Подача води в мережу			
1	Річна	м ³ /рік	4291713
2	Добова	м ³ /добу	10325,62
3	Погодинна:	м ³ /год	
	А) насосами 1-го ступеню	м ³ /год	216,84
	Б) насосами 2-го ступеню	м ³ /год	264,34
	В) насосами 3-го ступеню	м ³ /год	429,55
	Г) насосами 4-го ступеню	м ³ /год	476,01
	Д) насосами 5-го ступеню	м ³ /год	525,57
	Є) насосами 6-го ступеню	м ³ /год	557,58
	Секундні:		
	А) насосами 1-го ступеню	л/с	60,23
	Б) насосами 2-го ступеню	л/с	73,43
	В) насосами 3-го ступеню	л/с	119,32
	Г) насосами 4-го ступеню	л/с	132,23
	Д) насосами 5-го ступеню	л/с	146,0
	Є) насосами 6-го ступеню	л/с	152,01
5	Протипожежними насосами секундна	л/с	207,01

Погодинна подача насосами кожного ступеня, м³/год:

$$Q_1 = P_1 \cdot Q_{p, \text{доб}} / 100 \quad (1.17)$$

де $Q_{p, \text{доб}}$ - розрахункова добова подача води насосною станцією, м³/доб, яка приймається рівною максимальному добовому водоспоживанню.

Для безбаштових СПРВ погодинну подачу насосами кожного ступеня приймаємо не меншою за величину найбільшого водоспоживання в години їх роботи. Максимальна подача води насосною станцією рівна максимальній погодинній витраті.

Визначаємо подачі насосів для кожного ступеня:

$$\begin{aligned} Q_1 &= 2,1 \cdot 10325,62/100 = 216,84 \text{ м}^3/\text{год} \\ Q_2 &= 2,56 \cdot 10325,62/100 = 264,34 \text{ м}^3/\text{год} \\ Q_3 &= 4,16 \cdot 10325,62/100 = 429,55 \text{ м}^3/\text{год} \\ Q_4 &= 4,61 \cdot 10325,62/100 = 476,01 \text{ м}^3/\text{год} \\ Q_5 &= 5,09 \cdot 10325,62/100 = 525,57 \text{ м}^3/\text{год} \\ Q_6 &= 5,4 \cdot 10325,62/100 = 557,58 \text{ м}^3/\text{год} \end{aligned}$$

Орієнтовну кількість насосів, яка потрібні для забезпечення подачі на кожному ступені визначено у розділі реконструкції існуючих НС.

Таблиця 1.19 Витрати води на пожежегасіння (після реконструкції)

№ п/п	Місце пожежегасіння	Кількість одноч. пожеж	q _{пож} , л/с, на 1-у пожежу		Сумарні пожежні витрати, л/с	Примітка
			зовніш.	внутріш.		
1	Багатоповерхова зона	2	25	0	25	N=26460 жит., n _n =5
2	Малоповерхова зона	1	10	0	10	N=5000 жит., n _n =2
3	Новий мікрорайон	2	20	5	25	N=10000 жит., n_n=12
4	Підприємства: Ремонтна майстерня	1	10	5	15	III, Д, W=15000 м ³
5	Зерновий елеватор	1	20	10	30	II, А, W=31000 м ³
6	Завод сільсько- господарської техніки та обладнання	1	10	5	15	III, Д, W=26000 м ³
7	Школа	1	20	2,5	22,5	W=20000 м ³ , n _n =4
8	Перукарня	1	10	2,5	12,5	W=800 м ³ , n _n =2
9	Дитсадок	1	20	2,5	22,5	W=10000 м ³ , n _n =2

Для старого міста приймаємо дві одночасні пожежі, які знаходяться в місцях з найбільшими пожежними витратами. Одна на зерновому елеваторі з витратою води на гасіння пожеж 30 л/с та друга в багатоповерховій зоні – 25 л/с: $q_{пож} = 30 + 25 = 55 \text{ л/с}$ $q_{год.маж} = 786,35 \text{ м}^3/\text{год}; 3,6 = 218,43 \text{ л/с}$.

$$q_{р.пож} = 218,43 + 55 = 273,43 \text{ л/с}$$

Мережа нового мікрорайону являється мережею високого тиску, тому в цьому мікрорайоні окремо назначались 2 одночасні пожежі з урахуванням житлової зони і комунальних підприємств, в місцях з найбільшими пожежними витратами.

Одна пожежа вуз.16, для житлової зони і перукарні, що в ній знаходиться, друга вуз.12 для житлової зони і дитячого садочку, що також в ній знаходиться, загальна витрата води на пожежу $25+25=50$ л/с.

Враховуючи складність одночасного гасіння пожеж старого міста та нового мікрорайону прийнято система пожежогасіння для старої частини міста низького тиску, а для нового мікрорайону з високим постійним тиском через насосні станції бустерного типу.

Таким чином в мережі старого міста буде підтримуватись необхідний напір 10м, а в новому мікрорайоні 54м.

Таблиця 1.20.

Збірна таблиця розрахункових витрат води (після реконструкції)

№ з/п	Найменування витрати	Одиниці вимірювання	Числове значення
1	2	3	4
Водоспоживання			
1	Річна	м ³ /рік	4302968
2	Максимальна добова	м ³ /добу	14186,16
3	Максимальна годинна:	м ³ /год	786,35
	В т.ч. для існуючого (старого) міста		536,67
	В т.ч. для нового мікрорайону		249,68
4	Максимальна секундна:	л/с	218,43
	В т.ч. для існуючого (старого) міста		149,08
	В т.ч. для нового мікрорайону		69,36
5	Противопожежна:	л/с	105,0
	В т.ч. для існуючого (старого) міста		55
	В т.ч. для нового мікрорайону		50
6	Повна противопожежна:	л/с	328,44
	В т.ч. для існуючого (старого) міста		209,05
	В т.ч. для нового мікрорайону		119,39
7	Мінімальна секундна:	л/с	56,8
	В т.ч. для існуючого (старого) міста		47,86
	В т.ч. для нового мікрорайону		8,94
Подача води в мережу			

1	Річна	м ³ /рік	4302968
2	Добова	м ³ /добу	14186,16
3	Погодинна:	м ³ /год	
	А) насосами 1-го ступеню	м ³ /год	263,86
	Б) насосами 2-го ступеню	м ³ /год	326,28
	В) насосами 3-го ступеню	м ³ /год	514,96
	Г) насосами 4-го ступеню	м ³ /год	646,89
	Д) насосами 5-го ступеню	м ³ /год	734,84
	Є) насосами 6-го ступеню	м ³ /год	785,91
	Секундні:		
	А) насосами 1-го ступеню	л/с	56,8
	Б) насосами 2-го ступеню	л/с	90,63
	В) насосами 3-го ступеню	л/с	143,04
	Г) насосами 4-го ступеню	л/с	179,69
	Д) насосами 5-го ступеню	л/с	204,12
	Є) насосами 6-го ступеню	л/с	218,43
5	Протипоженими насосами секундна	л/с	328,44

Для безбаштових СПРВ погодинну подачу насосами кожного ступеня приймаємо не меншою за величину найбільшого водоспоживання в години їх роботи.

Максимальна подача води насосною станцією рівна максимальній погодинній витраті.

Визначаємо подачі насосів для кожного ступеня:

$$Q_1 = 1,86 \cdot 14186,16/100 = 263,86 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_2 = 2,3 \cdot 14186,16/100 = 326,28 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_3 = 3,63 \cdot 14186,16/100 = 514,96 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_4 = 4,56 \cdot 14186,16/100 = 646,89 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_5 = 5,18 \cdot 14186,16/100 = 734,84 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_6 = 5,54 \cdot 14186,16/100 = 785,91 \text{ м}^3/\text{год}$$

1.8. Визначення вільних напорів при господарсько-питному водоспоживанні та пожежегасінні

У випадку господарського відбору води із водопровідної мережі необхідні напори визначають так:

а) У житловій зоні міста залежно від переважаючої поверховості. Так, у мало поверховій забудові (2 поверхи) $H_n = 10 + 4 \cdot (n_{нов} - 1) = 10 + 4 \cdot (2 - 1) = 14 м$,

а в багатоповерховій зоні (5 поверхів) - $H_n = 10 + 4 \cdot (n_{нов} - 1) = 10 + 4 \cdot (5 - 1) = 26 м$, **до реконструкції**,

а в багатоповерховій зоні нового мікрорайону (12 поверхів) - $H_n = 10 + 4 \cdot (n_{нов} - 1) = 10 + 4 \cdot (12 - 1) = 54 м$, **після реконструкції**.

б) У місті підключення до водопровідної мережі міста крупних промислових водоспоживачів необхідний напір повинен бути не менше, ніж $H_n = 10 м$. У разі необхідності забезпечувати технологічне обладнання більшими напорами, промислове підприємство підкачує води власними потужностями насосних станцій.

в) У випадку необхідності гасіння пожеж у місті враховуючи запроєктовану систему пожежегасіння низького тиску мінімальний напір у якій постійно складатиме $H_n = 10 м$, високого тиску – 54м.

Максимальний напір у водопровідній мережі господарсько-питного призначення не повинен перевищувати $H_n^{max} = 45 м$ для мережі низького тиску старого міста.

2. Основні напрямки реконструкції існуючої системи водопостачання міста

У зв'язку із збільшенням водоспоживання з будівництвом нового комфортабельного мікрорайону з висотними будівлями збільшилось водоспоживання на $14186,16 - 10325,62 = 3860,54 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Тому:

1. виникає необхідність будівництва нових додаткових свердловин.

Але в додаткових свердловинах і відбулась зміна якості підземних вод.

За попереднім пробним аналізом вода в нових свердловинах має такий якісний склад:

- залізо $1,5 - 2,5 \text{ мг/дм}^3$,
- амонійний нітроген до $0,8 - 1,0 \text{ мг/дм}^3$,
- рН $6,4 - 6,5$,
- бікарбонат на лужність $3,5 \text{ ммоль/дм}^3$;
- манган $0,05-0,12 \text{ мг/дм}^3$;
- лужність $5,0 - 5,5$;
- жорсткість $6,5 - 7,5 \text{ ммоль/дм}^3$;
- окисність $3,7 - 4,8 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$;
- кальцій 85 мг/дм^3 ;
- солевміст 350 мг/дм^3

2. виникає необхідність запроектувати станцію очищення води (зnezалізнення);
3. провести реконструкцію НС ІІп., що подає воду в місто, збільшити кількість насосних агрегатів;
4. запроектувати водопровідну мережу для нового мікрорайону;
5. провести гідравлічний розрахунок існуючої мережі та перерахунок діаметрів, якщо необхідно то збільшити діаметри так, що вона могла пропустити потрібну витрату води до нового мікрорайону, провести заміну частини трубопроводів старої мережі.
6. необхідно в двох точках під'єднання нової мережі до старої встановити бустерні насосні станції, бо недоцільно тримати високі напори в старій мережі та замінювати існуюче насосне обладнання на насоси з високим тиском. Необхідний розрахунковий напір багатоповерхової зони, біля якої йде під'єднання нового мікрорайону – 26 м, а необхідний розрахунковий напір для 12-ти поверхових будівель нового мікрорайону – 54 м.

в багатоповерховій зоні старого міста (5 поверхів) -

$$H_{\kappa} = 10 + 4 \cdot (n_{\text{нов}} - 1) = 10 + 4 \cdot (5 - 1) = 26 \text{ м, до реконструкції,}$$

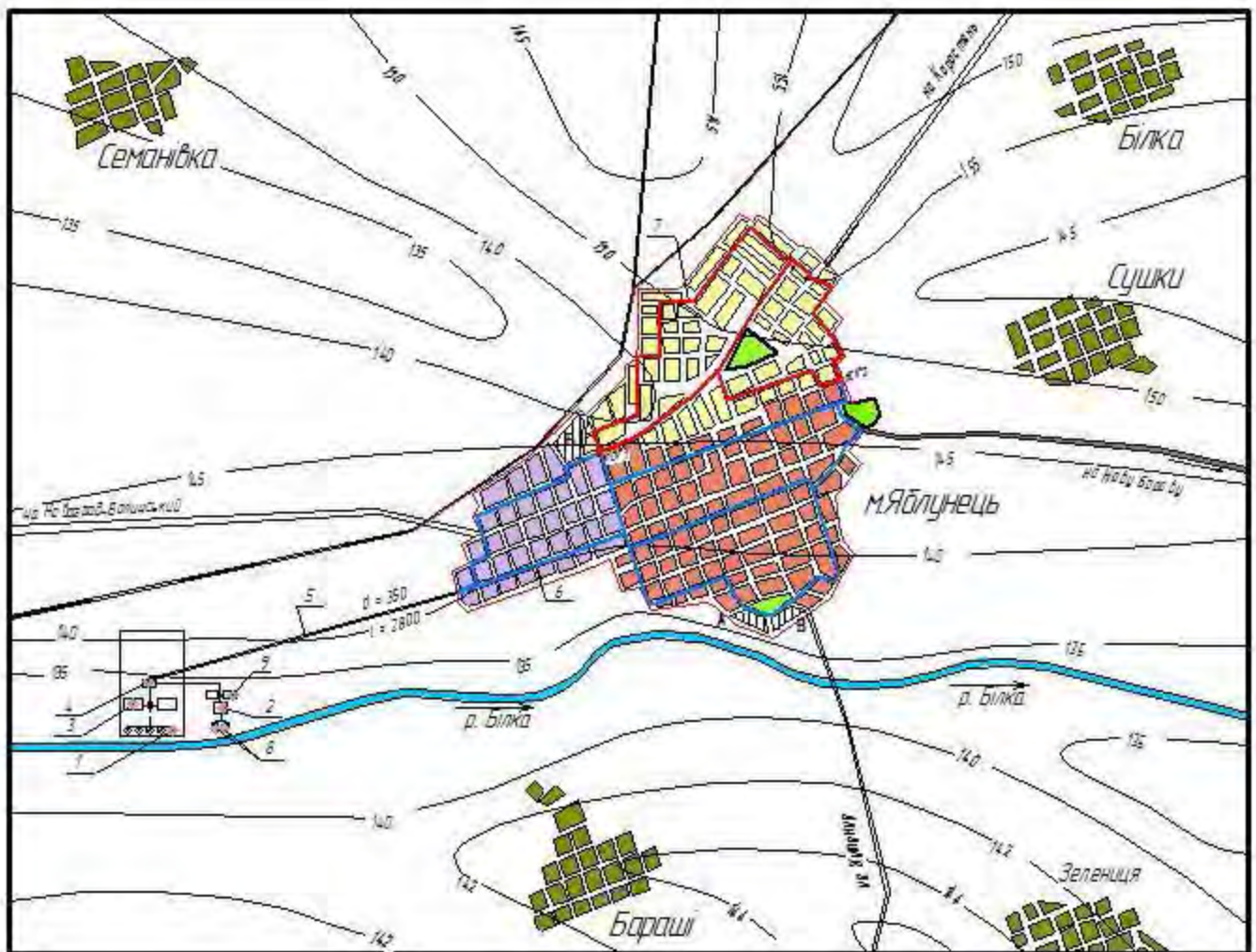
а в багатоповерховій зоні нового мікрорайону (12 поверхів)

$$H_{\kappa} = 10 + 4 \cdot (n_{\text{нов}} - 1) = 10 + 4 \cdot (12 - 1) = 54 \text{ м, після реконструкції.}$$

Висновок:

Таким чином в новому мікрорайоні проектуємо водопровідну мережу високого тиску, з двома насосними станціями підкачки.

План реконструкції міста показано на рис. 2.1.



Експлікація споруд

- | | |
|--|--|
| 1 – Водозабірні свердловини (до реконструкції) | 6 – Водопровідна мережа (існуюча) |
| 2 – Станція підготовки води | 7 – Водопровідна мережа, що проектується |
| 3 – Резервуари чистої води (до реконструкції) | 8 – водозабірні свердловини (після реконструкції) |
| 4 – Насосна станція 2п. | 9 – РЧВ незалізненої води |
| 5 – водоводи | НСН ^{№1} , НСН ^{№2} – насосні станції підкачки води для нового мікрорайону |

Умовні позначення







- | | | | |
|---|---|--|-----------------|
|  | – багатоповерхова зона забудови |  | – підприємства |
|  | – малоповерхова зона забудови |  | – межа забудови |
|  | – парки | | |
|  | багатоповерхова зона забудови що проектується | | |

рис. 2.1. План реконструкції системи водопостачання м. Яблунець

3. Реконструкція водопровідних мереж міста. Розрахунок водопровідної мережі нового мікрорайону

3.1. Перевірка існуючої мережі міста на пропуск збільшених витрат

Водопровідна мережа міста розрахована на пропуск витрат необхідних для багатопверхової зон, малоповерхової зони та промислового сектора.

З розбудовою міста новим комфортабельним районом із забудовою висотними будинками, в даній магістерській роботі перевірялась можливість пропуску збільшеної витрати старою мережею.

Розрахункові витрати води до і після реконструкції приведено у розділі №1 даної магістерської роботи.

В реконструкції розглядається 3 питання:

1. Перевірка існуючої мережі на пропуск більшої витрати, яка необхідна буде з добудовою нового мікрорайону і виявлення участків мережі, на яких діаметри потрібно буде збільшити;

2. Розрахунок мережі старого міста із збільшеними діаметрами для пропуску витрати води для нового мікрорайону з влаштуванням 3 бустерних насосних станцій підкачки;

3. Розрахунок мережі високого тиску для нового мікрорайону.

Примітка: Мережа нового району розраховується окремо, бо не доцільно тримати високі напори (54м і більше) у всій мережі старого міста, через яку пропускається ця витрата. Мережу старого міста прокладена із чавунних труб (ГОСТ 5623 - 78 та ГОСТ 9583 – 80) діаметрами 100...300 мм, реконструкція теж відбувається чавунними трубами діаметрами 150...400мм. Мережа нового мікрорайону прокладено із напірних поліетиленових труб, розрахованих на тиск 1МПа PLUMBING PRESSURE PIPES FROM POLYETHYLEN ДСТУ Б В.2.7 - 151:2008, ДСТУ Б EN 12201 - 2:2018, марка ПЕ 100 ПЕ 100 SDR 17 (1,0 МПа) діаметрами 140...280мм.

На першому етапі перевірили роботу мережі міста і виявилось, що вона працює неблагонадійно, в декількох вузлах є перевищення напору більше 45 м, і на деяких ділянках є великі втрати напору. Перевірялись два розрахункові випадки - максимальне водоспоживання і випадок пожежі.

Вузлові витрати для всіх подальших розрахунків визначаються з виразу:

$$q_{\text{вуз}} = 0,5 \cdot (q_{01} \cdot \sum_{i=1}^{n1} l_{p,i} + q_{02} \cdot \sum_{i=1}^{n2} l_{p,i}) + q_{\text{в.с.}}, \quad (3.1)$$

де q_{01}, q_{02} – питомі шляхові витрати води в першій та другій житлових зонах, л/(с м);

$n1, n2$ – кількість ділянок, що прилягають до даного вузла і розташованих в першій та другій житлових зонах;

$l_{p,i}$ – розрахункова довжина i -ї ділянки, м;

$q_{\text{в.с.}}$ – витрата води великими споживачами, що отримують воду з даного вузла, л/с. Питомі пошляхові витрати визначаються із виразу

$$q_p = \frac{q_n}{L_p}, \quad (3.2)$$

де L_p – загальна сума розрахункових довжин ділянок, що розташовані в цій житловій зоні, м;

q_n – пошляхові витрати води в житловій зоні, л/с.

Пошляхові витрати води становитимуть

$$q_n = q_{\text{нас}} + q_{\text{пол}}, \quad (3.3)$$

де $q_{\text{нас}}$ – витрати води населенням даної житлової зони, л/с;

$q_{\text{пол}}$ – витрати води на полив зелених насаджень, які рівномірно розміщені по всій території даної житлової зони, л/с.

Результати розрахунку вузлових витрат занесено в таблицю 3.1., а результати гідравлічного розрахунку в таблицях 3.2-3.11, а існуючі діаметри і діаметри після реконструкції приведено в табл.3.12.

3.1.1. Визначення вузлових витрат в мережі старого міста (до реконструкції)

Розрахунки і представлення проводимо у вигляді таблиці.

Таблиця 3.1.

Визначення вузлових витрат в мережі старого міста на випадок максимального водоспоживання та пожежі

Но ме р вуз ла	Позна чення діляно к	Багатоповерхова житлова зона			Малоповерхова житлова зона			Великі споживачі		Загальна вузлова витрата, л/с	
		Іроз.		Відбір, л/с	Іроз.		Від- бір, л/с	Наз- ва	Від- бір,л /с	1 р.в.	2 р.в.
		ділянок	сума		ділянок	Су-ма					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1-2	0	0	0,00	120	320	1,41			1,41	1,41
	1-4	0			200						
2	2-1	0	0	0,00	120	620	2,73			2,73	2,73
	2-3	0			500						
3	3-2	0	0	0,00	500	1130	4,97			4,97	4,97
	3-11	0			280						
	3-6	0			350						
4	4-1	0	0	0,00	200	255	1,12			1,12	1,12
	4-5	0			55						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	5-4	0	0	0,00	55	455	2,00			2,00	2,00
	5-6	0			400						
6	6-5	0	0	0,00	400	890	3,91			3,91	3,91
	6-7	0			140						
	6-3	0			350						
7	7-6	0	0	0,00	140	180	0,79	Підп	0,44	1,24	1,24

								р.Б			
	7-8	0			40			(пож ежа)			30,00
8	8-7	0	0	0,00	40	90	0,40	Підп р.Б	0,44	0,84	0,84
	8-9	0			50						
9	9-10	95	95	0,95	95	145	0,64			1,58	1,58
	9-8	0			50						
10	10-9	95	890	8,87	95	210	0,92			9,79	9,79
	10-11	115			115						
	10-23	680			0						
11	11-3	0	825	8,22	280	395	1,74			9,96	9,96
	11-12	430			0						
	11-10	115			115						
	11-13	280			0						
12	12-11	430	1160	11,56	0	0	0,00			11,56	11,56
	12-21	270			0						
	12-15	460			0						
13	13-11	280	380	3,79	0	0	0,00			3,79	3,79
	13-14	100			0						
14	14-13	100	570	5,68	0	0	0,00			5,68	5,68
	14-15	470			0						
15	15-14	470	1040	10,36	0	0	0,00			10,36	10,36
	15-16	110			0						
	15-12	460			0						

16	16-15	110	110	1,10	0	0	0,00	Підп р.А	3,95	5,05	5,05
	16-17	0			0						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	17-16	0	0	0,00	0	0	0,00	Підп р.А	3,95	10,08	10,08
	17-18	0			0			Підп р.В	6,13		
18	18-17	0	280	2,79	0	0	0,00	Підп р.В	6,13	8,92	8,92
	18-19	280			0						
19	19-18	280	340	3,39	0	0	0,00			3,39	3,39
	19-20	60			0						
20	20-22	690	750	7,47	0	0	0,00			7,47	7,47
	20-19	60			0						
21	21-12	270	950	9,46	0	0	0,00			9,46	9,46
	21-22	460			0						
	21-23	220			0						
22	22-21	460	1310	13,05	0	0	0,00			13,05	13,05
	22-20	690			0						
	22-24	160			0						
23	23-10	680	1410	14,05	0	0	0,00			14,05	14,05
	23-21	220			0						

	23-24	510			0						
24	24-22	160	670	6,67	0	0	0,00			6,67	6,67
	24-23	510			0			(по- же- жа)			25,00
Всего		10780	10780	107,39	4690	4690	20,63		21,06	149,08	204,08

3.2.1. Гідралічний розрахунок мережі старого міста (до реконструкції)

Таблиця 3.5. Результати розрахунку параметрів ділянок

STARE MISTO MAX

Demeduk Nazar

№	К-ть ділянок	Вузли: поч. кін.	Довжина, м	Діаметр, мм	Матеріал труб	Коеф. збільш. опору	Швидкість, м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору, м		
1	6	1 2	120.0	200	чв	1.25	1.3	-42.27	-1.94		
		2 4	200.0	200	чв	1.25	0.9	30.86	1.83		
		3 5	110.0	200	чв	1.25	0.9	29.74	0.94		
		4 6	400.0	200	чв	1.25	0.9	27.74	3.02		
		5 3	350.0	250	чв	1.00	0.7	-36.83	-1.20		
		6 2	500.0	350	чв	1.00	1.2	-114.08	-2.66		
						Нев'язка в кільці: 0.0055 м					
2	7	5 6	350.0	250	чв	1.00	0.7	36.83	1.20		
		7 6	140.0	300	чв	1.00	0.8	60.66	0.49		
		8 7	80.0	300	чв	1.00	0.8	59.42	0.27		
		9 8	100.0	300	чв	1.00	0.8	58.58	0.33		

		10	9	10	190.0	300	чв	1.00	0.8	57.00	0.59
		11	10	11	230.0	200	чв	1.00	0.4	13.59	0.38
		12	3	11	280.0	250	чв	1.00	1.4	-72.28	-3.24
										Нев`язка в кільці: 0.0094 м	
3	5	11	10	11	230.0	200	чв	1.00	0.4	-13.59	-0.38
		13	10	23	680.0	200	чв	1.00	1.0	33.62	5.82
		14	21	23	220.0	125	чв	1.00	0.7	8.55	1.53
		15	12	21	270.0	125	чв	1.00	0.9	-11.55	-3.25
		16	11	12	430.0	200	чв	1.00	1.0	-33.78	-3.71
										Нев`язка в кільці:-0.0084 м	
4	5	16	11	12	430.0	200	чв	1.00	1.0	33.78	3.71
		17	12	15	460.0	125	чв	1.00	0.8	10.67	4.79
		18	14	15	470.0	200	чв	1.00	1.0	-32.67	-3.82
		19	13	14	100.0	200	чв	1.00	1.2	-38.35	-1.09
		20	11	13	280.0	200	чв	1.00	1.3	-42.14	-3.61
										Нев`язка в кільці:-0.0009 м	
5	9	15	12	21	270.0	125	чв	1.00	0.9	11.55	3.25

№	К-ть	Вузли:	Довжи-	Діа-	Мате	Коеф.	Швид-	Витрати	Втрати		
кіль	діл.	діля	ни,	метри	ріал	збільш	кості	води,	напору		
ця	к-ця	нок	поч.	кін.	м	мм	труб	опору	м/с	л/с	м
		21	21	22	460.0	125	чв	1.00	0.8	10.64	4.77
		22	20	22	690.0	100	чв	1.00	0.2	1.94	0.95
		23	19	20	60.0	125	чв	1.00	0.4	-5.53	-0.19
		24	18	19	280.0	150	чв	1.00	0.5	-8.92	-0.87
		25	17	18	130.0	150	чв	1.00	1.0	-17.84	-1.41
		26	16	17	130.0	200	чв	1.00	0.9	-27.92	-0.79
		27	15	16	110.0	200	чв	1.00	1.0	-32.97	-0.91
		17	12	15	460.0	125	чв	1.00	0.8	-10.67	-4.79
								Нев`язка в кільці:-0.0093 м			
6	4	14	21	23	220.0	125	чв	1.00	0.7	-8.55	-1.53
		28	23	24	510.0	125	чв	1.00	0.9	11.02	5.63
		29	22	24	320.0	125	чв	1.00	0.3	4.35	0.66
		21	21	22	460.0	125	чв	1.00	0.8	-10.64	-4.77
								Нев`язка в кільці:-0.0093 м			

Таблиця 3.6.

Результати розрахунку параметрів вузлів

STARE MISTO MAX				Demeduk Nazar			
NN вуз- лів	Позначки поверхні землі, м	Напори, м		П`езомет- ричні позначки, м	Вузлові витрати, л/с		
		Необх	Фактич		Задані	Фактичні	
1	140.00	14.0	49.91	189.91	73.13	73.13	
2	139.00	14.0	48.97	187.97	71.81	71.81	
3	139.00	14.0	46.31	185.31	-4.97	-4.97	
4	142.00	14.0	46.08	188.08	-1.12	-1.12	
5	143.00	14.0	44.13	187.13	-2.00	-2.00	
6	143.80	14.0	40.31	184.11	-3.91	-3.91	
7	144.00	14.0	39.63	183.63	-1.24	-1.24	
8	144.30	14.0	39.06	183.36	-0.84	-0.84	
9	145.00	26.0	38.04	183.04	-1.58	-1.58	
10	143.00	26.0	39.45	182.45	-9.79	-9.79	
11	140.20	26.0	41.87	182.07	-9.96	-9.96	
12	142.50	26.0	35.86	178.36	-11.56	-11.56	
13	136.00	26.0	42.46	178.46	-3.79	-3.79	
14	132.90	26.0	44.48	177.38	-5.68	-5.68	
15	137.50	26.0	36.07	173.57	-10.36	-10.36	
16	136.00	26.0	36.66	172.66	-5.05	-5.05	
17	135.80	10.0	36.07	171.87	-10.08	-10.08	
18	135.70	10.0	34.75	170.45	-8.92	-8.92	
19	135.70	26.0	33.88	169.58	-3.39	-3.39	
20	136.20	26.0	33.19	169.39	-7.47	-7.47	
21	143.80	26.0	31.31	175.11	-9.46	-9.46	

22	143.80	26.0	26.54	170.34	-13.05	-13.05
23	144.00	26.0	32.63	176.63	-14.05	-14.05
24	145.00	26.0	26.00	171.00	-6.67	-6.67

Таблиця 3.10.

Результати розрахунку параметрів ділянок

DEMEDUK POZ

Demeduk Nazar

№	К-ть	№	Вузли:	Довжи-	Діа-	Мате	Коеф.	Швид-	Витрати	Втрати	
ця	к-ця	нок	поч.	кін.	ни,	метри	ріал	збільш	кості	води,	
кіль	діл.	діля			м	мм	труб	опору	м/с	л/с	
кіль	діл.	діля			м	мм	труб	опору	м/с	л/с	
1	6	1	1	2	120.0	200	чв	1.25	1.8	-57.70	-3.41
		2	1	4	200.0	200	чв	1.25	1.3	42.93	3.33
		3	4	5	110.0	200	чв	1.25	1.3	41.81	1.75
		4	5	6	400.0	200	чв	1.25	1.2	39.81	5.81
		5	3	6	350.0	250	чв	1.00	1.1	-58.22	-2.74
		6	2	3	500.0	350	чв	1.00	1.6	-157.01	-4.73
								Нев`язка в кільці:-0.0024 м			
2	7	5	3	6	350.0	250	чв	1.00	1.1	58.22	2.74
		7	6	7	140.0	300	чв	1.00	1.3	94.12	1.08
		8	7	8	80.0	300	чв	1.00	0.9	62.88	0.30
		9	8	9	100.0	300	чв	1.00	0.9	62.04	0.36

			10	9	10	190.0	300	чв	1.00	0.8	60.46	0.66
			11	10	11	230.0	200	чв	1.00	0.2	5.12	0.07
			12	3	11	280.0	250	чв	1.00	1.9	-93.82	-5.19
											Нев`язка в кільці:-0.0025 м	
3	5		11	10	11	230.0	200	чв	1.00	0.2	-5.12	-0.07
			13	10	23	680.0	200	чв	1.00	1.4	45.55	10.08
			14	21	23	220.0	125	чв	1.00	0.8	10.35	2.17
			15	12	21	270.0	125	чв	1.00	1.4	-17.54	-6.92
			16	11	12	430.0	200	чв	1.00	1.3	-41.00	-5.27
											Нев`язка в кільці: 0.0043 м	
4	5		16	11	12	430.0	200	чв	1.00	1.3	41.00	5.27
			17	12	15	460.0	125	чв	1.00	0.9	11.90	5.84
			18	14	15	470.0	200	чв	1.00	1.2	-38.51	-5.14
			19	13	14	100.0	200	чв	1.00	1.4	-44.19	-1.40
			20	11	13	280.0	200	чв	1.00	1.5	-47.98	-4.56
											Нев`язка в кільці: 0.0036 м	
5	9		15	12	21	270.0	125	чв	1.00	1.4	17.54	6.92

№	К-ть	Вузли:	Довжи-	Діа-	Мате	Коеф.	Швид-	Витрати	Втрати		
кіль	діл.	діля	ни,	метри	ріал	збільш	кості	води,	напору		
ця	к-ця	нок	поч.	кін.	м	мм	труб	опору	м/с	л/с	м
		21	21	22	460.0	125	чв	1.00	1.4	18.44	12.90
		22	20	22	690.0	100	чв	1.00	0.6	-5.14	-5.55
		23	19	20	60.0	125	чв	1.00	1.0	-12.61	-0.85
		24	18	19	280.0	150	чв	1.00	0.9	-16.00	-2.50
		25	17	18	130.0	150	чв	1.00	1.3	-24.92	-2.59
		26	16	17	130.0	200	чв	1.00	1.1	-35.00	-1.20
		27	15	16	110.0	200	чв	1.00	1.2	-40.05	-1.29
		17	12	15	460.0	125	чв	1.00	0.9	-11.90	-5.84
								Нев`язка в кільці: 0.0021 м			
6	4	14	21	23	220.0	125	чв	1.00	0.8	-10.35	-2.17
		28	23	24	510.0	125	чв	1.00	1.6	21.14	18.33
		29	22	24	320.0	125	чв	1.00	0.8	-10.53	-3.25
		21	21	22	460.0	125	чв	1.00	1.4	-18.44	-12.90
								Нев`язка в кільці: 0.0021 м			

Таблиця 3.11.

Результати розрахунку параметрів вузлів

STARE MISTO POZ

Demeduk Nazar

NN вуз- лів	Позначки поверхні землі, м	Напори, м		П`езомет- ричні позначки, м	Вузлові витрати, л/с	
		Необх	Фактич		Задані	Фактичні
1	140.00	10.0	56.68	196.68	100.63	100.63
2	139.00	10.0	54.27	193.27	99.31	99.31
3	139.00	10.0	49.53	188.53	-4.97	-4.97
4	142.00	10.0	51.35	193.35	-1.12	-1.12
5	143.00	10.0	48.60	191.60	-2.00	-2.00
6	143.80	10.0	42.00	185.80	-3.91	-3.91
7	144.00	10.0	40.72	184.72	-31.24	-31.24
8	144.30	10.0	40.12	184.42	-0.84	-0.84
9	145.00	10.0	39.06	184.06	-1.58	-1.58
10	143.00	10.0	40.41	183.41	-9.79	-9.79
11	140.20	10.0	43.14	183.34	-9.96	-9.96
12	142.50	10.0	35.57	178.07	-11.56	-11.56
13	136.00	10.0	42.78	178.78	-3.79	-3.79
14	132.90	10.0	44.47	177.37	-5.68	-5.68
15	137.50	10.0	34.73	172.23	-10.36	-10.36
16	136.00	10.0	34.94	170.94	-5.05	-5.05
17	135.80	10.0	33.94	169.74	-10.08	-10.08

18	135.70	10.0	31.45	167.15	-8.92	-8.92
19	135.70	10.0	28.95	164.65	-3.39	-3.39
20	136.20	10.0	27.60	163.80	-7.47	-7.47
21	143.80	10.0	27.35	171.15	-9.46	-9.46
22	143.80	10.0	14.45	158.25	-13.05	-13.05
23	144.00	10.0	29.32	173.32	-14.05	-14.05
24	145.00	10.0	10.00	155.00	-31.67	-31.67

Таблиця 3.12

**Визначення діаметрів труб водопровідної мережі
(до реконструкції старого міста з новими витратами)**

№ ділянки на схемі	Позначення ділянок	1 розрах. випадок (макс. водоспоживання)			2 розрах. випадок (пожежогасіння)		Прийнятий діаметр, мм	№ кільця
		Витрати, л/с	χ_i	$d_{ек}$, мм	Витрати, л/с	v , м/с		
1	2	3	4	5	9	10	11	12
1	1-2	36,56	0,25	200	50,31	1,56	200	1
2	1-4	36,57	0,25	200	50,32	1,56	200	
3	4-5	35,45	0,25	200	49,2	1,53	200	
4	5-6	33,45	0,25	200	47,2	1,46	200	
5	3-6	51,7	0,37	250	72,33	1,44	250	
6	2-3	108,37	0,75	350	149,62	1,53	350	
7	6-7	81,24	0,62	300	115,62	1,59	300	2
8	7-8	80	0,62	300	84,38	1,16	300	

9	8-9	79,16	0,62	300	83,54	1,18	300	
10	9-10	77,58	0,62	300	81,96	1,13	300	
11	10-11	33,89	0,31	200	36,08	1,12	200	
12	3-11	51,7	0,38	250	72,32	1,44	250	
13	10-23	33,9	0,31	200	36,09	1,12	200	3
14	21-23	9,92	0,15	125	11,02	0,87	125	
15	12-21	13,13	0,18	125	18,83	1,48	125	
16	11-12	37,81	0,35	200	49,22	1,53	200	
17	12-15	13,12	0,17	125	18,83	1,48	125	4
18	14-15	28,35	0,34	200	39,75	1,23	200	
19	13-14	34,03	0,34	200	45,43	1,41	200	
20	11-13	37,82	0,34	200	49,22	1,53	200	
21	21-22	13,59	0,33	125	20,39	1,61	125	5
22	20-22	3,8	0,49	100	13,31	1,63	100	
23	19-20	3,67	0,51	100	20,78	1,64	125	
24	18-19	7,06	0,51	100	24,17	1,33	150	
25	17-18	15,98	0,51	150	33,09	1,81	150	
26	16-17	26,05	0,51	200	43,17	1,34	200	
27	15-16	31,11	0,51	200	48,22	1,5	200	
28	23-24	9,93	0,16	125	11,02	0,87	125	6
29	22-24	3,26	0,16	100	20,65	1,63	125	

Таблиця 3.13.

**Заходи реконструкції мережі старого міста з урахуванням витрат
нового мікрорайону**

№ ділянки на схемі	Позначення ділянок мережі	Діаметр, мм (труби чавунні)		№ кільця
		До реконструкції	Після реконструкції	
1	2	10	11	12
1	1-2	200	350	1
2	1-4	200	350	
3	4-5	200	350	
4	5-6	200	350	
5	3-6	250	400	
6	2-3	350	400	
7	6-7	300	400	
8	7-8	300	400	
9	8-9	300	400	
10	9-10	300	400	
11	10-11	200	350	
12	3-11	250	400	
13	10-23	200	250	3
14	21-23	125	200	
15	12-21	125	200	
16	11-12	200	350	
17	12-15	125	250	4

18	14-15	200	350	
19	13-14	200	350	
20	11-13	200	350	
21	21-22	125	150	5
22	20-22	100	150	
23	19-20	125	150	
24	18-19	150	300	
25	17-18	150	300	
26	16-17	200	350	
27	15-16	200	350	
28	23-24	125	150	6
29	22-24	125	150	

3.2. Розрахунок мережі старого міста із збільшеними діаметрами для пропуску витрати води для нового мікрорайону

На другому етапі проводиться розрахунок мережі старого міста з новими діаметрами та насосними підкачки у новий мікрорайон з вузлів №№9,23,24 мережі старого міста.

Розрахунок проводиться для трьох випадків: максимальне водоспоживання, мінімальне водоспоживання і пожежа, приводяться розрахункові схеми.

Стан гідравлічно врівноваженої мережі досягаємо виконанням правил Кірхгофа:

- для будь-якого вузла, як і для мережі в цілому, алгебраїчна сума витрат води дорівнює нулю; $\sum q_i = 0$;
- для будь-якого замкненого контуру алгебраїчна сума втрат напору дорівнює нулю; $\sum h_i = 0$;

Для виконання правил гідравлічної врівноваженості мережі проводимо ув'язку мережі, тобто перерозподіл потоків на ділянках мережі.

Гідравлічну ув'язку водопровідної мережі проводимо за розрахунками комплексу програмного забезпечення програми UWM_GRS.

Після розрахунку уточнюємо витрати на кожній ділянці, втрати напору, будемо схему з п'єзометрами дійсних напорів у кожному вузлі.

3.2.1. Визначення вузлових витрат в мережі старого міста (після реконструкції)

Таблиця 3.14.

Вузлових витрат старе місто після реконструкції, з новими діаметрами, з урахуванням нового мікрорайону, максимальне водоспоживання та пожежа

Но- мер вуз- ла	Позн ачен ня діля нок	Багатоповерхова житлова зона			Малоповерхова житлова зона			Великі споживачі		Загальна вузлова витрата, л/с	
		Іроз.		Відбір , л/с	Іроз.		Відбір, л/с	Назва	Відбір, л /с	1 р.в.	2 р.в.
		ділян ок	сума		діля нок	сума					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1-2	0	0	0,00	120	320	1,41			1,41	1,41
	1-4	0			200						
2	2-1	0	0	0,00	120	620	2,73			2,73	2,73
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2-3	0			500						
3	3-2	0	0	0,00	500	1130	4,97			4,97	4,97
	3-11	0			280						

	3-6	0			350						
4	4-1	0	0	0,00	200	255	1,12			1,12	1,12
	4-5	0			55						
5	5-4	0	0	0,00	55	455	2,00			2,00	2,00
	5-6	0			400						
6	6-5	0	0	0,00	400	890	3,91			3,91	3,91
	6-7	0			140						
	6-3	0			350						
7	7-6	0	0	0,00	140	180	0,79	Підпр.Б	0,44	1,24	1,24
	7-8	0			40			(пожежа)			30,0
8	8-7	0	0	0,00	40	90	0,40	Підпр.Б	0,44	0,84	0,84
	8-9	0			50						
9	9-10	95	95	0,95	95	145	0,64	(дод. нов. м ікр-н)	23,58	25,17	25,17
	9-8	0			50						
10	10-9	95	890	8,87	95	210	0,92			9,79	9,79
	10-11	115			115						
	10-23	680			0						
11	11-3	0	825	8,22	280	395	1,74			9,96	9,96
	11-12	430			0						

	11-10	115			115						
	11-13	280			0						
12	12-11	430	1160	11,56	0	0	0,00			11,56	11,56
	12-21	270			0						
	12-15	460			0						
13	13-11	280	380	3,79	0	0	0,00			3,79	3,79
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13-14	100			0						
14	14-13	100	570	5,68	0	0	0,00			5,68	5,68
	14-15	470			0						
15	15-14	470	1040	10,36	0	0	0,00			10,36	10,36
	15-16	110			0						
	15-12	460			0						
16	16-15	110	110	1,10	0	0	0,00	Підпр.А	3,95	5,05	5,05
	16-	0			0						

	17										
17	17-16	0	0	0,00	0	0	0,00	Підпр.А	3,95	10,08	10,08
	17-18	0			0			Підпр.В	6,13		
18	18-17	0	280	2,79	0	0	0,00	Підпр.В	6,13	8,92	8,92
	18-19	280			0						
19	19-18	280	340	3,39	0	0	0,00			3,39	3,39
	19-20	60			0						
20	20-22	690	750	7,47	0	0	0,00			7,47	7,47
	20-19	60			0						
21	21-12	270	950	9,46	0	0	0,00			9,46	9,46
	21-22	460			0						
	21-23	220			0						
22	22-21	460	1310	13,05	0	0	0,00			13,05	13,05
	22-20	690			0						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	22-24	160			0						

23	23-10	680	1410	14,05	0	0	0,00	(додат. нов.м-н)	22,89	36,93	36,93
	23-21	220			0						
	23-24	510			0						
24	24-22	160	670	6,67	0	0	0,00	(дод.нов.м-н)	22,89	29,56	29,56
	24-23	510			0			(пожежа)			25,0
Всього		10780	10780	107,39	4690	4690	20,63		90,42	218,43	273,43

Таблиця 3.15.

Вузлові витрати мережі старого міста (після реконструкції та зміни діаметрів) з урахуванням витрати нового мікрорайону, мінімальне водоспоживання

Номер вузла	Позначення ділянок	Багатопверхова житлова зона			Малопверхова житлова зона			Великі споживачі		Загальна вузлова витрата, л/с	
		Іроз.		Відбір, л/с	Іроз.		Відбір, л/с	Назва	Відбір, л/с	1 р.в.	Прим.
		ділянок	сума		ділянок	сума					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1-2	0	0	0,00	120	320	0,16			0,16	
	1-4	0			200						
2	2-1	0	0	0,00	120	620	0,31			0,31	

	2-3	0			500						
3	3-2	0	0	0,00	500	1130	0,56			0,56	
	3-11	0			280						
	3-6	0			350						
4	4-1	0	0	0,00	200	255	0,13			0,13	
	4-5	0			55						
5	5-4	0	0	0,00	55	455	0,23			0,23	
	5-6	0			400						
6	6-5	0	0	0,00	400	890	0,44			0,44	
	6-7	0			140						
	6-3	0			350						
7	7-6	0	0	0,00	140	180	0,09	Підп р.Б	0,26	0,35	
	7-8	0			40						
8	8-7	0	0	0,00	40	90	0,04	Підп р.Б	0,26	0,31	
	8-9	0			50						
9	9-10	95	95	0,40	95	145	0,07	НС1	2,98	3,45	Вста- новле наНС
	9-8	0			50						
10	10-9	95	890	3,72	95	210	0,10			3,82	
	10-11	115			115						
	10-23	680			0						
11	11-3	0	825	3,44	280	395	0,20			3,64	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

	11-12	430			0						
	11-10	115			115						
	11-13	280			0						
12	12-11	430	1160	4,84	0	0	0,00			4,84	
	12-21	270			0						
	12-15	460			0						
13	13-11	280	380	1,59	0	0	0,00			1,59	
	13-14	100			0						
14	14-13	100	570	2,38	0	0	0,00			2,38	
	14-15	470			0						
15	15-14	470	1040	4,34	0	0	0,00			4,34	
	15-16	110			0						
	15-12	460			0						
16	16-15	110	110	0,46	0	0	0,00	Підп р.А	0,00	0,46	
	16-17	0			0						
17	17-16	0	0	0,00	0	0	0,00	Підп р.А	0,00	0,00	
	17-18	0			0			Підп р.В	0,00		
18	18-17	0	280	1,17	0	0	0,00	Підп р.В	0,00	1,17	
	18-19	280			0						
19	19-18	280	340	1,42	0	0	0,00			1,42	
	19-20	60			0						
20	20-22	690	750	3,13	0	0	0,00			3,13	

	20-19	60			0						
21	21-12	270	950	3,97	0	0	0,00			3,97	
	21-22	460			0						
	21-23	220			0						
22	22-21	460	1310	5,47	0	0	0,00			5,47	
	22-20	690			0						
	22-24	160			0						
23	23-10	680	1410	5,89	0	0	0,00	НС2	2,98	8,87	Встановлена НС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	23-21	220			0						
	23-24	510			0						
24	24-22	160	670	2,80	0	0	0,00	НС3	2,98	5,78	Встановлена НС
	24-23	510			0						
Всього		10780	10780	45,00	4690	4690	2,34		9,46	56,81	

3.2.2. Гідравлічний розрахунок мережі старого міста (після реконструкції)

Розрахунки проводяться у вигляді схем. Прийняті діаметри після реконструкції приведено в табл.3.13.

Попереднє потікорозподілення виконуємо тільки для кільцевих (замкнених) водопровідних мереж для всіх розрахункових випадків її роботи.

Основою для розрахунків є попередньо визначені вузлові витрати води , розрахункова схема водопровідної мережі, встановлена схема живлення мережі для всіх розрахункових випадків.

У вузлах №№9,23,24 – враховані витрати для нового мікрорайону, які подаються в нього бустерними насосними станціями.

Початковий розподіл потоків q_j виконуємо для кожного розрахункового випадку. Для цього на розрахунковій схемі мережі стрілками позначаємо напрямки руху води на кожній ділянці мережі, величини витрат на ділянках та у вузлах мережі, а також коефіцієнти x_i , які враховують роль ділянок у затратах енергії на транспортування води.

Коефіцієнти x_i визначаємо в процесі розподілу одиничних (фіктивних) витрат, що подаються від насосної станції і транзитом проходять через всю мережу до однієї або кількох точок сходу потоків, їх розподіл проводимо аналогічно розподілу витрат води q_j , але з врахуванням таких особливостей :

- 1) від насосної станції подається величина $x_i = 1,0$;
- 2) напрямки руху фіктивних витрат x_i на ділянках збігаються з напрямками руху фактичних витрат q_j ;
- 3) фіктивні витрати відбираються тільки в точках сходу потоків в сумі $x_i = 1,0$, тому в проміжних вузлах їх відбори дорівнюють нулю;
- 4) алгебраїчна сума фіктивних витрат x_i для кожного вузла повинна дорівнювати нулю.

Для випадку пожежогасіння та при розрахунках мережі на аварійні ситуації розподіл фіктивних витрат x_i не проводять.

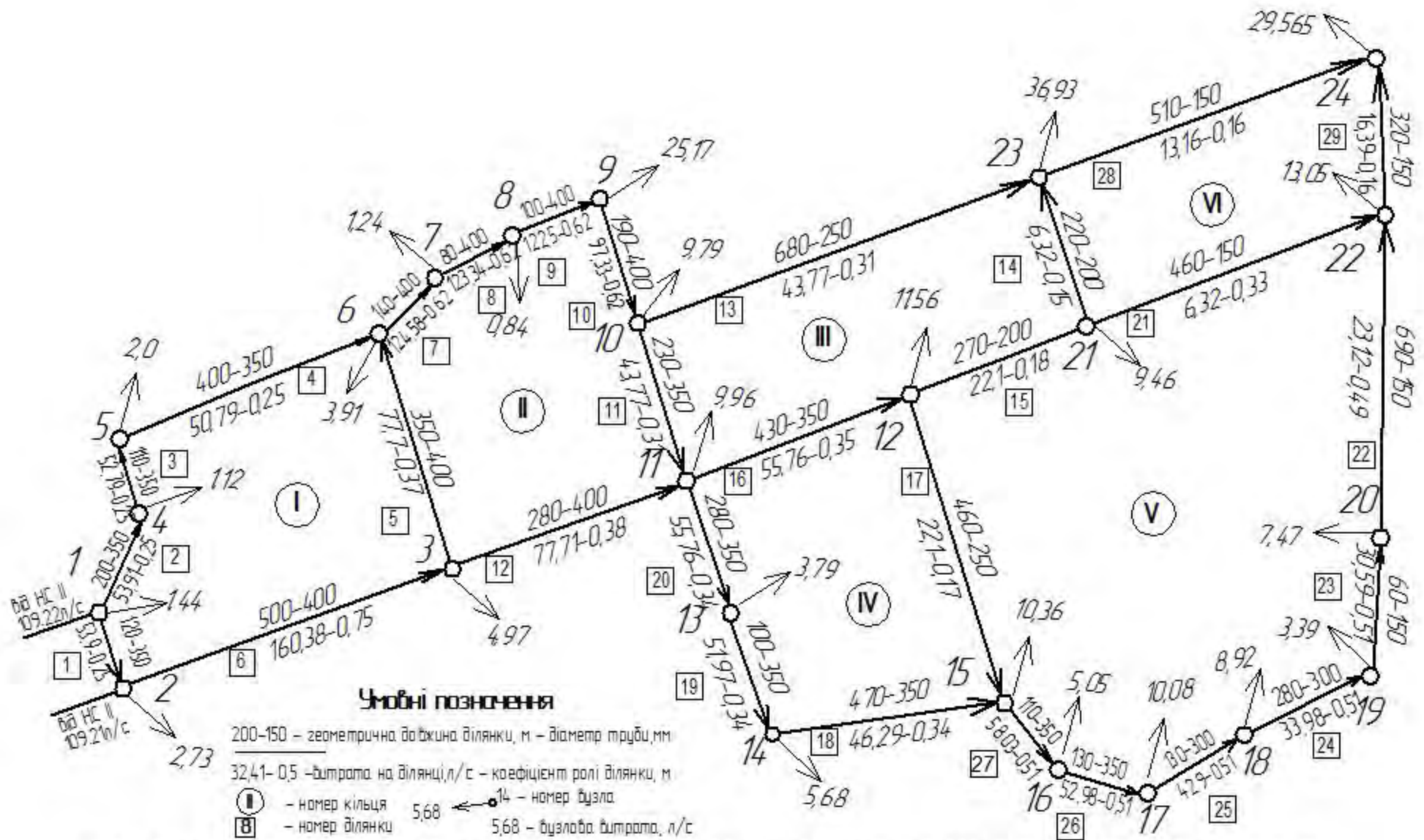


рис. 3.1. Розрахункова схема для проведення гідравлічного розрахунку максимальне водоспоживання

(старе місто)

Таблиця 3.19.

Результати розрахунку параметрів ділянок

Yablunec MAX старе місто після рекон і зміни діам DEMEDUK N

№	К-ть	№	Вузли:	Довжи-	Діа-	Мате	Коеф.	Швид-	Витрати	Втрати	
кіль	діл.	діля	поч.	кін.	ни,	метри	ріал	збільш	кості	води,	напору
ця	к-ця	нок			м	мм	труб	опору	м/с	л/с	м
1	6	1	1	2	120.0	350	чв	1.15	0.3	-27.06	-0.05
		2	1	4	200.0	350	чв	1.15	0.8	80.75	0.65
		3	4	5	110.0	350	чв	1.15	0.8	79.63	0.35
		4	5	6	400.0	350	чв	1.15	0.8	77.63	1.22
		5	3	6	350.0	400	чв	1.15	0.1	-15.46	-0.03
		6	2	3	500.0	400	чв	1.15	1.1	-133.54	-2.15
								Нев`язка в кільці: 0.0049 м			
2	7	5	3	6	350.0	400	чв	1.15	0.1	15.46	0.03
		7	6	7	140.0	400	чв	1.15	0.7	89.18	0.29
		8	7	8	80.0	400	чв	1.15	0.7	87.94	0.16

			9		8		9		100.0		400		чв		1.15		0.7		87.10		0.20			
			10		9		10		190.0		400		чв		1.15		0.5		61.93		0.20			
			11		10		11		230.0		350		чв		1.15		0.1		8.55		0.01			
			12		3		11		280.0		400		чв		1.15		0.9		-113.11		-0.89			
																			Нев`язка в кільці:-0.0006 м					
	3		5		13		10		23		680.0		250		чв		1.15		0.9		43.59		3.62	
			14		21		23		220.0		200		чв		1.15		0.3		-9.94		-0.24			
			15		12		21		270.0		200		чв		1.15		1.0		-33.17		-2.59			
			16		11		12		430.0		350		чв		1.15		0.6		-58.28		-0.78			
			11		10		11		230.0		350		чв		1.15		0.1		-8.55		-0.01			
																			Нев`язка в кільці:-0.0047 м					
	4		5		16		11		12		430.0		350		чв		1.15		0.6		58.28		0.78	
			17		12		15		460.0		250		чв		1.15		0.3		13.56		0.30			
			18		14		15		470.0		350		чв		1.15		0.5		-43.95		-0.51			
			19		13		14		100.0		350		чв		1.15		0.5		-49.63		-0.14			
			20		11		13		280.0		350		чв		1.15		0.5		-53.42		-0.43			
																			Нев`язка в кільці: 0.0075 м					
	5		9		15		12		21		270.0		200		чв		1.15		1.0		33.17		2.59	

Продовження таблиці 3.19.

Результати розрахунку параметрів ділянок

Yablunec MAX старе місто після рекон і зміни діам DEMEDUK N

№	К-ть ділянок	Вузли: поч. кін.	Довжина, м	Діаметр, мм	Матеріал труб	Коеф. збільш опору	Швидкість, м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору, м	
	21	21 22	460.0	150	чв	1.15	0.7	13.76	3.60	
	22	20 22	690.0	150	чв	1.15	0.7	-12.24	-4.36	
	23	19 20	60.0	150	чв	1.15	1.1	-19.71	-0.90	
	24	18 19	280.0	300	чв	1.15	0.3	-23.10	-0.19	
	25	17 18	130.0	300	чв	1.15	0.4	-32.02	-0.16	
	26	16 17	130.0	350	чв	1.15	0.4	-42.10	-0.13	
	27	15 16	110.0	350	чв	1.15	0.5	-47.15	-0.14	
	17	12 15	460.0	250	чв	1.15	0.3	-13.56	-0.30	
						Нев`язка в кільці: 0.0017 м				
6	4	28 23 24	510.0	150	чв	1.15	0.9	16.60	5.60	

		29	22	24	320.0	150	чв	1.15	0.7	-12.95	-2.24
		21	21	22	460.0	150	чв	1.15	0.7	-13.76	-3.60
		14	21	23	220.0	200	чв	1.15	0.3	9.94	0.24
								Нев`язка в кільці: 0.0017 м			

Таблиця 3.20.

Результати розрахунку параметрів вузлів

Yablunec MAX старе місто після рекон і зміни діам DEMEDUK N

NN	Позначки вуз- лів	Напори, м		П`езомет- ричні позначки, м	Вузлові витрати, л/с	
		поверхні землі, м	Необх Фактич		Задані	Фактичні
1	140.00	14.0	43.29	183.29	107.81	107.81
2	139.00	14.0	44.24	183.24	106.48	106.48
3	139.00	14.0	42.09	181.09	-4.97	-4.97
4	142.00	14.0	40.64	182.64	-1.12	-1.12
5	143.00	14.0	39.29	182.29	-2.00	-2.00
6	143.80	14.0	37.26	181.06	-3.91	-3.91
7	144.00	14.0	36.77	180.77	-1.24	-1.24
8	144.30	14.0	36.31	180.61	-0.84	-0.84
9	145.00	26.0	35.41	180.41	-25.17	-25.17
10	143.00	26.0	37.21	180.21	-9.79	-9.79
11	140.20	26.0	40.00	180.20	-9.96	-9.96
12	142.50	26.0	36.92	179.42	-11.56	-11.56
13	136.00	26.0	43.77	179.77	-3.79	-3.79
14	132.90	26.0	46.73	179.63	-5.68	-5.68
15	137.50	26.0	41.63	179.13	-10.36	-10.36
16	136.00	26.0	42.99	178.99	-5.05	-5.05

17	135.80	26.0	43.06	178.86	-10.08	-10.08
18	135.70	26.0	43.00	178.70	-8.92	-8.92
19	135.70	26.0	42.80	178.50	-3.39	-3.39
20	136.20	26.0	41.41	177.61	-7.47	-7.47
21	143.80	26.0	33.03	176.83	-9.46	-9.46
22	143.80	26.0	29.44	173.24	-13.05	-13.05
23	144.00	26.0	32.59	176.59	-36.93	-36.93
24	145.00	26.0	26.00	171.00	-29.55	-29.55

За результатами розрахунків побудовані нові схеми з п'єзометрами для випадку максимального водоспоживання.

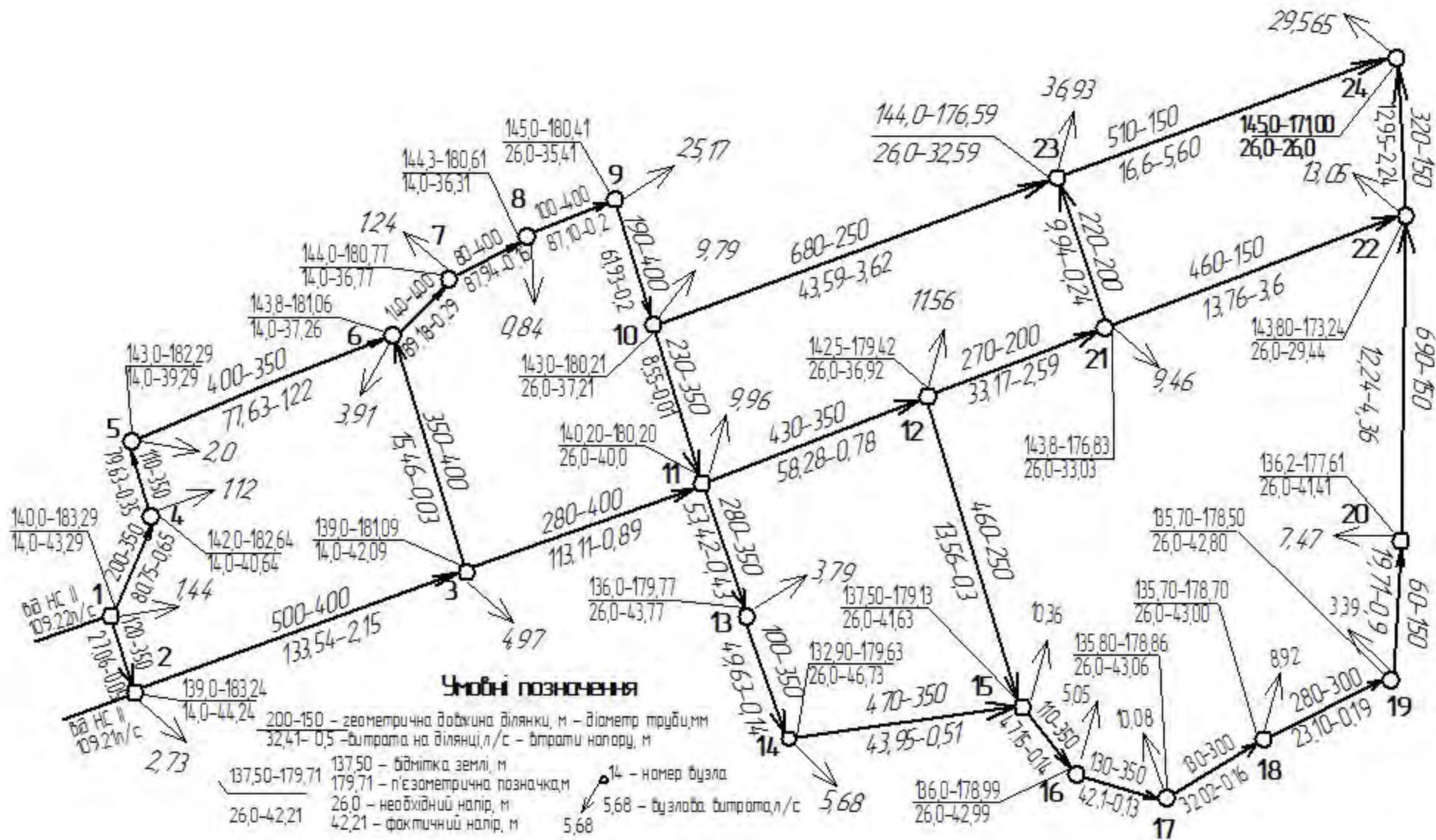


Рис.3.2. Схема водопровідної мережі з результатами гідравлічного розрахунку для випадку максимального водоспоживання (старе місто)

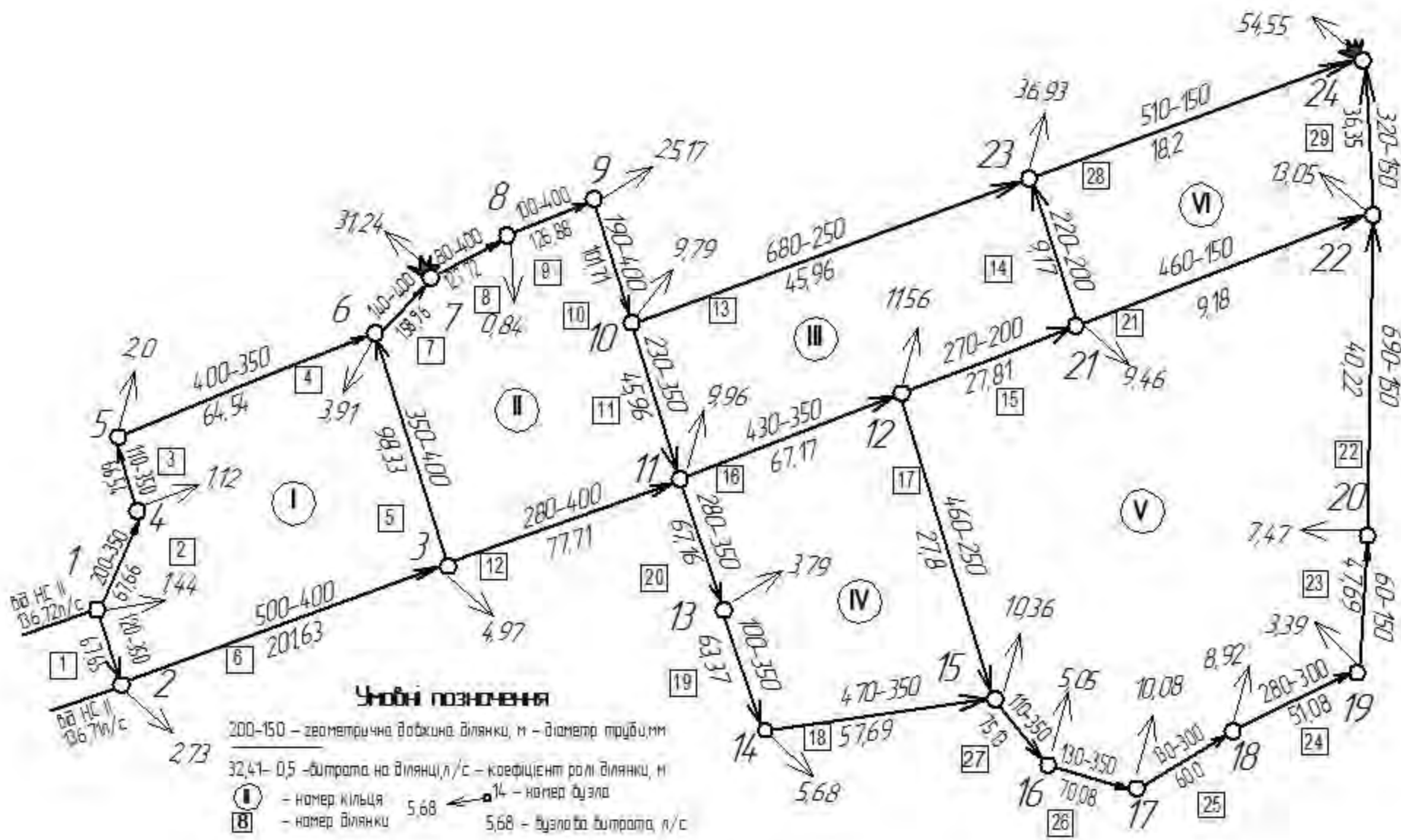


рис. 3.3. Розрахункова схема для проведення гідравлічного розрахунку пожежа (старе місто)

Таблиця 3.24.

Результати розрахунку параметрів ділянок

YABLUNEC роз старе місто після реконструкції Demeduk N.

№	К-ть	№	Вузли:	Довжи-	Діа-	Мате	Коеф.	Швид-	Витрати	Втрати	
кіль	діл.	діля	поч.	кін.	ни,	метри	ріал	збільш	кості	води,	напору
ця	к-ця	нок	пч.	кін.	м	мм	труб	опору	м/с	л/с	м
1	6	1	1	2	120.0	350	чв	1.15	0.3	-33.62	-0.08
		2	1	4	200.0	350	чв	1.15	1.0	101.69	0.99
		3	4	5	110.0	350	чв	1.15	1.0	100.57	0.53
		4	5	6	400.0	350	чв	1.15	1.0	98.57	1.88
		5	3	6	350.0	400	чв	1.15	0.2	-27.98	-0.09
		6	2	3	500.0	400	чв	1.15	1.3	-167.60	-3.24
								Нев`язка в кільці:-0.0062 м			
2	7	5	3	6	350.0	400	чв	1.15	0.2	27.98	0.09
		7	6	7	140.0	400	чв	1.15	1.0	122.64	0.52
		8	7	8	80.0	400	чв	1.15	0.7	91.40	0.17
		9	8	9	100.0	400	чв	1.15	0.7	90.56	0.21

			10		9		10		190.0		400		чв		1.15		0.5		65.39		0.22			
			11		10		11		230.0		350		чв		1.15		0.0		1.75		0.00			
			12		3		11		280.0		400		чв		1.15		1.1		-134.65		-1.22			
															Нев`язка в кільці: 0.0028 м									
	3		5		13		10		23		680.0		250		чв		1.15		1.1		53.85		5.31	
			14		21		23		220.0		200		чв		1.15		0.4		-11.77		-0.32			
			15		12		21		270.0		200		чв		1.15		1.3		-41.97		-3.97			
			16		11		12		430.0		350		чв		1.15		0.7		-67.42		-1.01			
			11		10		11		230.0		350		чв		1.15		0.0		-1.75		-0.00			
															Нев`язка в кільці: 0.0057 м									
	4		5		16		11		12		430.0		350		чв		1.15		0.7		67.42		1.01	
			17		12		15		460.0		250		чв		1.15		0.3		13.89		0.31			
			18		14		15		470.0		350		чв		1.15		0.5		-49.54		-0.63			
			19		13		14		100.0		350		чв		1.15		0.6		-55.22		-0.16			
			20		11		13		280.0		350		чв		1.15		0.6		-59.01		-0.52			
															Нев`язка в кільці: 0.0045 м									
	5		9		15		12		21		270.0		200		чв		1.15		1.3		41.97		3.97	

Продовження Таблиці 3.24.

Результати розрахунку параметрів ділянок

YABLUNEC роз старе місто після реконструкції Demeduk N.

№	К-ть	NN	Вузли:	Довжи-	Діа-	Мате	Коеф.	Швид-	Витрати	Втрати	
кіль	діл.	діля	поч.	кін.	ни,	метри	ріал	збільш	кості	води,	напору
ця	к-ця	нок	поч.	кін.	м	мм	труб	опору	м/с	л/с	м
		21	21	22	460.0	150	чв	1.15	1.1	20.75	7.56
		22	20	22	690.0	150	чв	1.15	1.0	-18.17	-8.92
		23	19	20	60.0	150	чв	1.15	1.4	-25.64	-1.45
		24	18	19	280.0	300	чв	1.15	0.4	-29.03	-0.29
		25	17	18	130.0	300	чв	1.15	0.5	-37.95	-0.22
		26	16	17	130.0	350	чв	1.15	0.5	-48.03	-0.17
		27	15	16	110.0	350	чв	1.15	0.5	-53.08	-0.17
		17	12	15	460.0	250	чв	1.15	0.3	-13.89	-0.31
										Нев`язка в кільці:-0.0020 м	

6	4	28	23	24	510.0	150	чв	1.15	1.6	28.69	15.08
		29	22	24	320.0	150	чв	1.15	1.4	-25.86	-7.84
		21	21	22	460.0	150	чв	1.15	1.1	-20.75	-7.56
		14	21	23	220.0	200	чв	1.15	0.4	11.77	0.32
Нев`язка в кільці:-0.0020 м											

Таблиця 3.26.

Результати розрахунку параметрів вузлів

YABLUNEC роз старе місто після реконструкції

Demeduk N.

NN	Позначки	Напори, м		П`єзомет- ричні	Вузлові витрати, л/с		
		поверхні	землі, м		Необх	Фактич	Задані
вуз-	лів			позначки, м			
1	140.00	10.0	39.92	179.92	135.31	135.31	
2	139.00	10.0	40.84	179.84	133.98	133.98	
3	139.00	10.0	37.60	176.60	-4.97	-4.97	
4	142.00	10.0	36.93	178.93	-1.12	-1.12	
5	143.00	10.0	35.40	178.40	-2.00	-2.00	
6	143.80	10.0	32.72	176.52	-3.91	-3.91	
7	144.00	10.0	32.00	176.00	-31.24	-31.24	
8	144.30	10.0	31.53	175.83	-0.84	-0.84	
9	145.00	10.0	30.61	175.61	-25.17	-25.17	
10	143.00	10.0	32.39	175.39	-9.79	-9.79	
11	140.20	10.0	35.18	175.38	-9.96	-9.96	
12	142.50	10.0	31.87	174.37	-11.56	-11.56	
13	136.00	10.0	38.87	174.87	-3.79	-3.79	
14	132.90	10.0	41.80	174.70	-5.68	-5.68	
15	137.50	10.0	36.56	174.06	-10.36	-10.36	
16	136.00	10.0	37.89	173.89	-5.05	-5.05	
17	135.80	10.0	37.93	173.73	-10.08	-10.08	

18	135.70	10.0	37.80	173.50	-8.92	-8.92
19	135.70	10.0	37.51	173.21	-3.39	-3.39
20	136.20	10.0	35.56	171.76	-7.47	-7.47
21	143.80	10.0	26.60	170.40	-9.46	-9.46
22	143.80	10.0	19.04	162.84	-13.05	-13.05
23	144.00	10.0	26.08	170.08	-36.93	-36.93
24	145.00	10.0	10.00	155.00	-54.55	-54.55

За результатами розрахунків побудовані нові схеми з п'єзометрами для випадку пожежі.

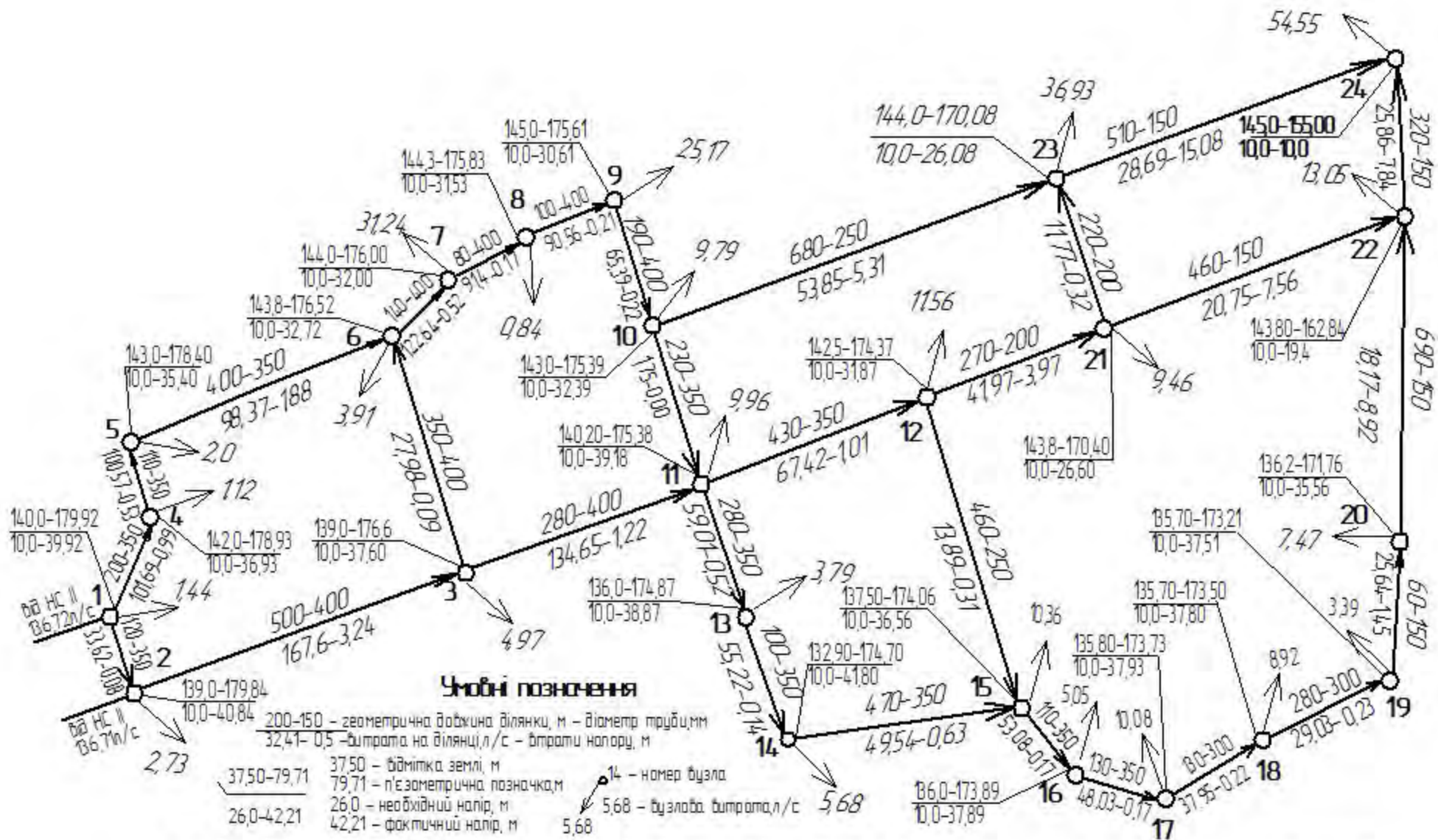


Рис.3.4. Схема водопровідної мережі з результатами гідравлічного розрахунку для випадку пожежі (старе місто)

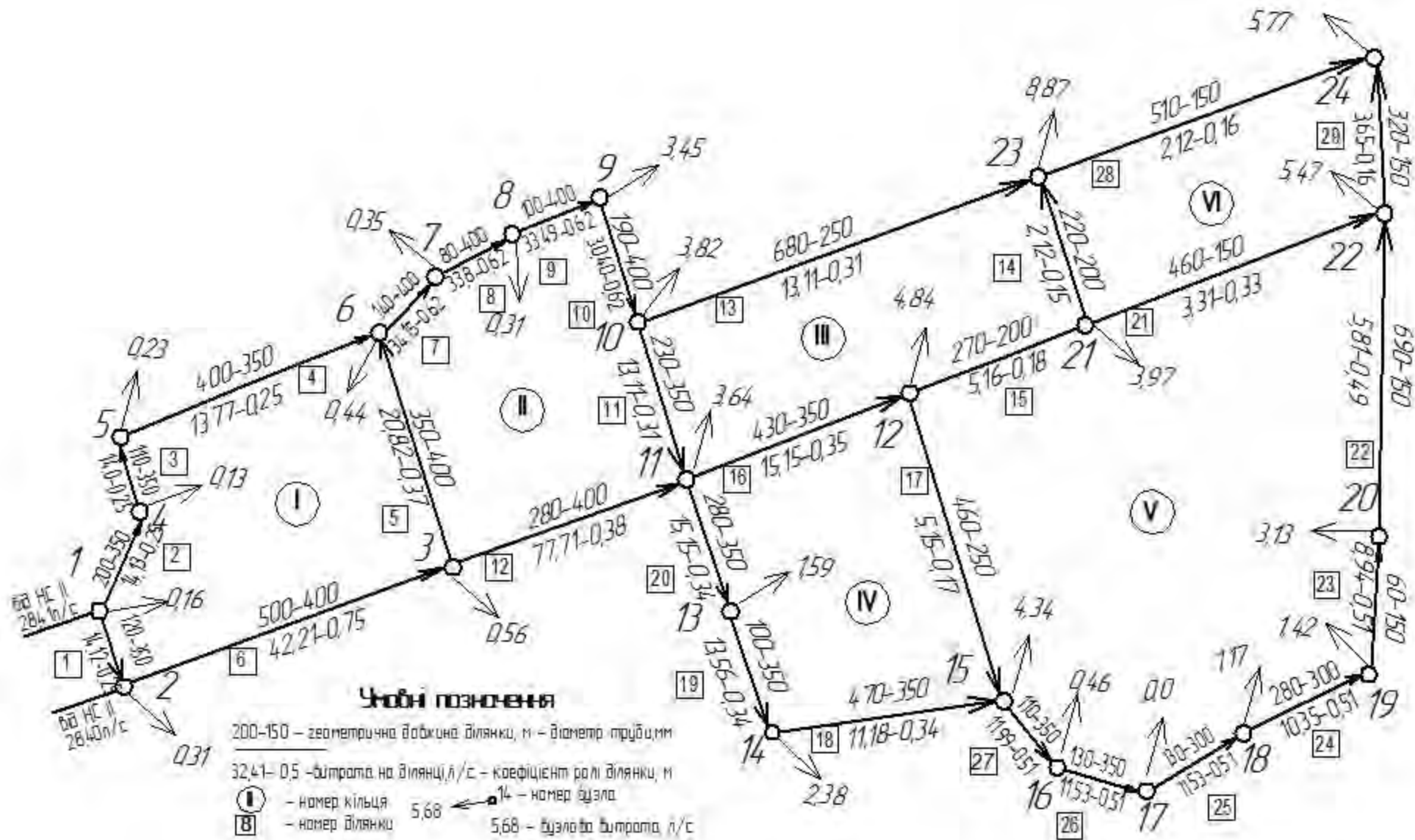


рис. 3.5. Розрахункова схема для проведення гідралічного розрахунку мінімальне водоспоживання (старе місто)

Таблиця 3.29.

Результати розрахунку параметрів ділянок

YABLUNEC MIN stare										DEMEDUK N	
NN	К-ть	NN	Вузли:	Довжи-	Діа-	Мате	Коеф.	Швид-	Витрати	Втрати	
кіль	діл.	діля		ни,	метри	ріал	збільш	кості	води,	напору	
ця	к-ця	нок	поч.	кін.	м	мм	труб	опору	м/с	л/с	м
1	6	1	1	2	120.0	350	чв	1.15	0.1	-7.09	-0.00
		2	1	4	200.0	350	чв	1.15	0.2	21.16	0.06
		3	4	5	110.0	350	чв	1.15	0.2	21.03	0.03
		4	5	6	400.0	350	чв	1.15	0.2	20.80	0.11
		5	3	6	350.0	400	чв	1.15	0.0	-3.44	-0.00
		6	2	3	500.0	400	чв	1.15	0.3	-35.18	-0.19
								Нев`язка в кільці: 0.0038 м			
2	7	5	3	6	350.0	400	чв	1.15	0.0	3.44	0.00
		7	6	7	140.0	400	чв	1.15	0.2	23.79	0.03
		8	7	8	80.0	400	чв	1.15	0.2	23.44	0.01

		9	8	9	100.0	400	чв	1.15	0.2	23.13	0.02
		10	9	10	190.0	400	чв	1.15	0.2	19.68	0.03
		11	10	11	230.0	350	чв	1.15	0.0	4.16	0.00
		12	3	11	280.0	400	чв	1.15	0.2	-31.19	-0.09
										Нев`язка в кільці:-0.0015 м	
3	5	13	10	23	680.0	250	чв	1.15	0.2	11.70	0.34
		14	21	23	220.0	200	чв	1.15	0.0	-1.15	-0.00
		15	12	21	270.0	200	чв	1.15	0.3	-9.04	-0.25
		16	11	12	430.0	350	чв	1.15	0.2	-16.79	-0.08
		11	10	11	230.0	350	чв	1.15	0.0	-4.16	-0.00
										Нев`язка в кільці: 0.0033 м	
4	5	16	11	12	430.0	350	чв	1.15	0.2	16.79	0.08
		17	12	15	460.0	250	чв	1.15	0.1	2.91	0.02
		18	14	15	470.0	350	чв	1.15	0.1	-10.95	-0.04
		19	13	14	100.0	350	чв	1.15	0.1	-13.33	-0.01
		20	11	13	280.0	350	чв	1.15	0.2	-14.92	-0.04
										Нев`язка в кільці: 0.0036 м	

Продовження таблиці 3.29.

Результати розрахунку параметрів ділянок

YABLUNEC MIN stare

DEMEDUK N

	5		9		15		12		21		270.0		200		чв		1.15		0.3		9.04		0.25	
					21		21		22		460.0		150		чв		1.15		0.2		3.92		0.37	
					22		20		22		690.0		150		чв		1.15		0.2		-3.34		-0.42	
					23		19		20		60.0		150		чв		1.15		0.3		-6.47		-0.12	
					24		18		19		280.0		300		чв		1.15		0.1		-7.89		-0.03	
					25		17		18		130.0		300		чв		1.15		0.1		-9.06		-0.02	
					26		16		17		130.0		350		чв		1.15		0.1		-9.06		-0.01	
					27		15		16		110.0		350		чв		1.15		0.1		-9.52		-0.01	
					17		12		15		460.0		250		чв		1.15		0.1		-2.91		-0.02	
																	Нев`язка в кільці:-0.0053 м							
	6		4		28		23		24		510.0		150		чв		1.15		0.2		3.98		0.42	
					29		22		24		320.0		150		чв		1.15		0.1		-1.79		-0.06	
					21		21		22		460.0		150		чв		1.15		0.2		-3.92		-0.37	
					14		21		23		220.0		200		чв		1.15		0.0		1.15		0.00	
																	Нев`язка в кільці:-0.0053 м							

Таблиця 3.30.

Результати розрахунку параметрів вузлів

YABLUNEC MIN stare					DEMEDUK N		
NN	Позначки	Напори, м		П`езомет-	Вузлові витрати, л/с		
вуз-	поверхні	ричні					
лів	землі, м	Необх	Фактич	позначки, м	Задані	Фактичні	
1	140.00	14.0	32.04	172.04	28.25	28.25	
2	139.00	14.0	33.04	172.04	28.09	28.09	
3	139.00	14.0	32.84	171.84	-0.56	-0.56	
4	142.00	14.0	29.98	171.98	-0.13	-0.13	
5	143.00	14.0	28.95	171.95	-0.23	-0.23	
6	143.80	14.0	28.04	171.84	-0.44	-0.44	
7	144.00	14.0	27.82	171.82	-0.35	-0.35	
8	144.30	14.0	27.50	171.80	-0.31	-0.31	
9	145.00	26.0	26.78	171.78	-3.45	-3.45	
10	143.00	26.0	28.76	171.76	-3.82	-3.82	
11	140.20	26.0	31.56	171.76	-3.64	-3.64	
12	142.50	26.0	29.18	171.68	-4.84	-4.84	
13	136.00	26.0	35.71	171.71	-1.59	-1.59	
14	132.90	26.0	38.80	171.70	-2.38	-2.38	
15	137.50	26.0	34.16	171.66	-4.34	-4.34	
16	136.00	26.0	35.65	171.65	-0.46	-0.46	
17	135.80	26.0	35.84	171.64	-0.00	0.00	
18	135.70	26.0	35.93	171.63	-1.17	-1.17	

19	135.70	26.0	35.90	171.60	-1.42	-1.42
20	136.20	26.0	35.28	171.48	-3.13	-3.13
21	143.80	26.0	27.63	171.43	-3.97	-3.97
22	143.80	26.0	27.26	171.06	-5.47	-5.47
23	144.00	26.0	27.42	171.42	-8.87	-8.87
24	145.00	26.0	26.00	171.00	-5.77	-5.77

За результатами розрахунків побудовані нові схеми з п'єзометрами для випадку мінімального водоспоживання.

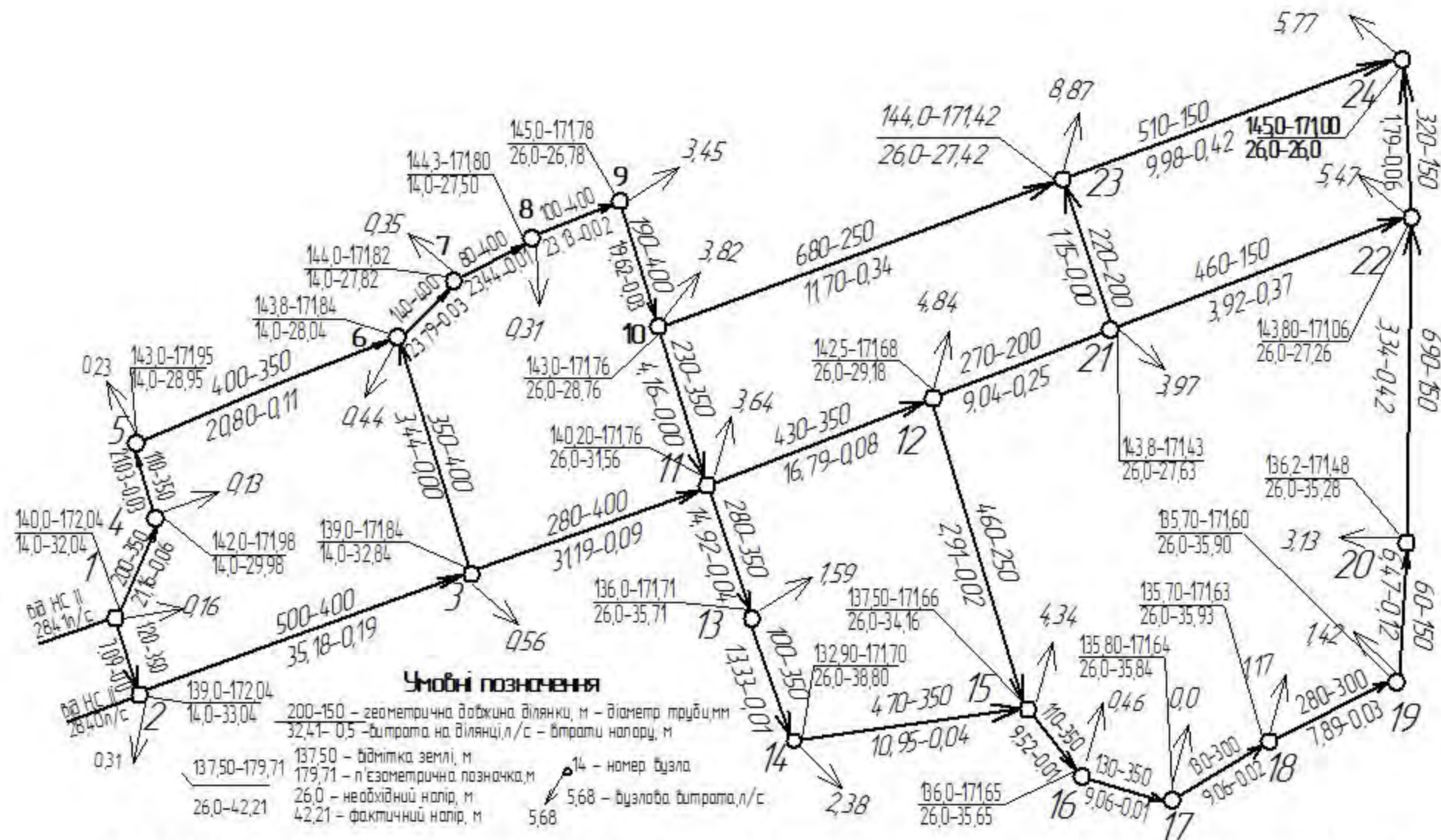


Рис. 3.6 Схема водопровідної мережі з результатами гідравлічного розрахунку для випадку мінімального водоспоживання (старе місто)

3.3. Розрахунок мережі високого тиску для нового мікрорайону

Для нового мікрорайону розглядається тільки два випадки водоспоживання: максимальне водоспоживання і випадок пожежі, так як витрати води для мінімального випадку є надто малими і на вибір діаметрів не впливатимуть.

В новому мікрорайоні будинки мають по 12 поверхів, а також додатковими водоспоживачами вважаються школа, дитсадок та перукарня, що розміщені на його території. Нових підприємств в новому мікрорайоні не передбачено.

Отже прорахуємо вузлові витрати для нового мікрорайону на випадок максимального водоспоживання (закладено поліетиленові труби високонапірні).

3.3.1. Вузлові витрати для нового мікрорайону

Таблиця 3.31. Вузлові нового мікрорайону району максимальне водоспоживання і випадок пожежі

Номер вузла	Позначення ділянок	Багатоповерхова житлова зона			Великі споживачі		Загальна вузлова витрата, л/с	
		Іроз.		Відбір, л/с	Назва	Відбір, л/с	1 р.в.	2 р.в.
		ділянок	сума					
1	2	3	4	5	7	8	9	10
1	1-2	420	720	4,98			4,98	4,98
	1-4	300						
2	2-1	420	1030	7,12			7,12	7,12
	2-3	300						
	2-10	310						
3	3-2	300	450	3,11			3,11	3,11
	3-14	150						

4	4-1	300	370	2,56			2,56	2,56
	4-5	70						
5	5-4	70	460	3,18			3,18	3,18
	5-6	390						
6	6-5	390	1030	7,12	школа	4,17	11,29	11,29
	6-7	290						
	6-11	350						
7	7-6	290	380	2,63			2,63	2,63
	7-8	90						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	8-7	90	135	0,93			0,93	0,93
	8-9	45						
9	9-13	500	545	3,77			3,77	3,77
	9-8	45						
10	10-2	310	390	2,70			2,70	2,70
	10-11	80						
11	11-6	350	555	3,84			3,84	3,84
	11-12	125						
	11-10	80						
12	12-11	125	525	3,63	Дитсадок	0,63	4,26	4,26
	12-16	400			(пожежжа)			25,00
13	13-9	500	810	5,60			5,60	5,60

	13-16	310						
14	14-3	150	380	2,63			2,63	2,63
	14-15	230						
15	15-14	230	270	1,87			1,87	1,87
	15-17	40						
16	16-13	310	980	6,77	перукарня	0,01	6,78	6,78
	16-17	270			(пожежа)			25,00
	16-12	400						
17	17-16	270	310	2,14			2,14	2,14
	17-15	40						
Всього		9340	9340	64,55		4,81	69,36	119,36

Таблиця 3.31.

Вузлові нового мікрорайону випадок мінімальне водоспоживання

Номер вузла	Позначення ділянок	Багатопверхова житлова зона		Відбір, л/с	Великі споживачі		Загальна вузлова витрата, л/с
		Іроз.			Назва	Відбір, л/с	
		ділянок	сума				1 р.в.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1-2	420	720	0,69			0,69
	1-4	300					
2	2-1	420	1030	0,99			0,99

	2-3	300					
	2-10	310					
3	3-2	300	450	0,43			0,43
	3-14	150					
4	4-1	300	370	0,35			0,35
	4-5	70					
5	5-4	70	460	0,44			0,44
	5-6	390					
6	6-5	390	1030	0,99	школа	0,00	0,99
	6-7	290					
	6-11	350					
7	7-6	290	380	0,36			0,36
	7-8	90					
8	8-7	90	135	0,13			0,13
	8-9	45					
9	9-13	500	545	0,52			0,52
	9-8	45					
10	10-2	310	390	0,37			0,37
	10-11	80					
11	11-6	350	555	0,53			0,53
	11-12	125					
	11-10	80					
12	12-11	125	525	0,50	Дитсадок	0,00	0,50

	12-16	400					
13	13-9	500	810	0,78			0,78
	13-16	310					
14	14-3	150	380	0,36			0,36
	14-15	230					
15	15-14	230	270	0,26			0,26
	15-17	40					
16	16-13	310	980	0,94	перукарня	0,00	0,94
	16-17	270					
	16-12	400					
17	17-16	270	310	0,30			0,30
	17-15	40					
Всього		9340	9340	8,94		0,00	8,94

3.3.2. Гідравлічний розрахунок високонапірної мережі нового мікрорайону

Попередній поторозподіл і вибір діаметрів також проводиться у схематичній формі.

Живлення мережі відбувається з трьох насосних бустерних станцій НС1, НС2, НС3, які забирають воду з вузлі №№ 9,23,24 – старого міста і підкачують її до необхідних напорів для водоспоживачів нового мікрорайону з 12-ти поверховими будинками.

Пожежа в новому мікрорайоні використовується водопровідна мережа з мінімальним напором 54м.



рис. 3.7.
Генплан
нового
мікрора
йону із
водопр
овідною
мереже
ю та
розрах
нковим
и
вузлами

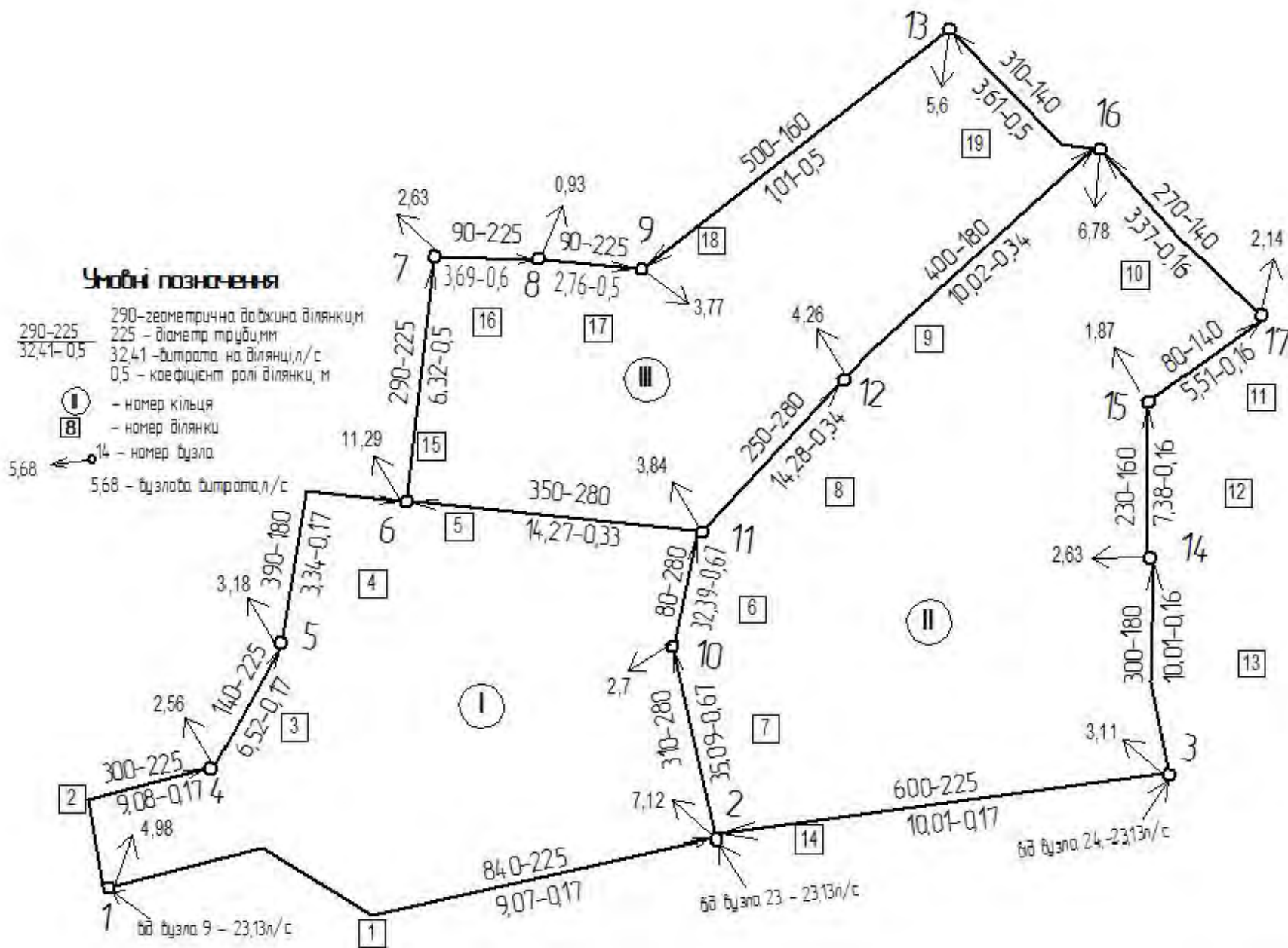


рис.3.8. Розрахункова схема для проведення гідравлічного розрахунку максимальне водоспоживання (новий мікрорайон)

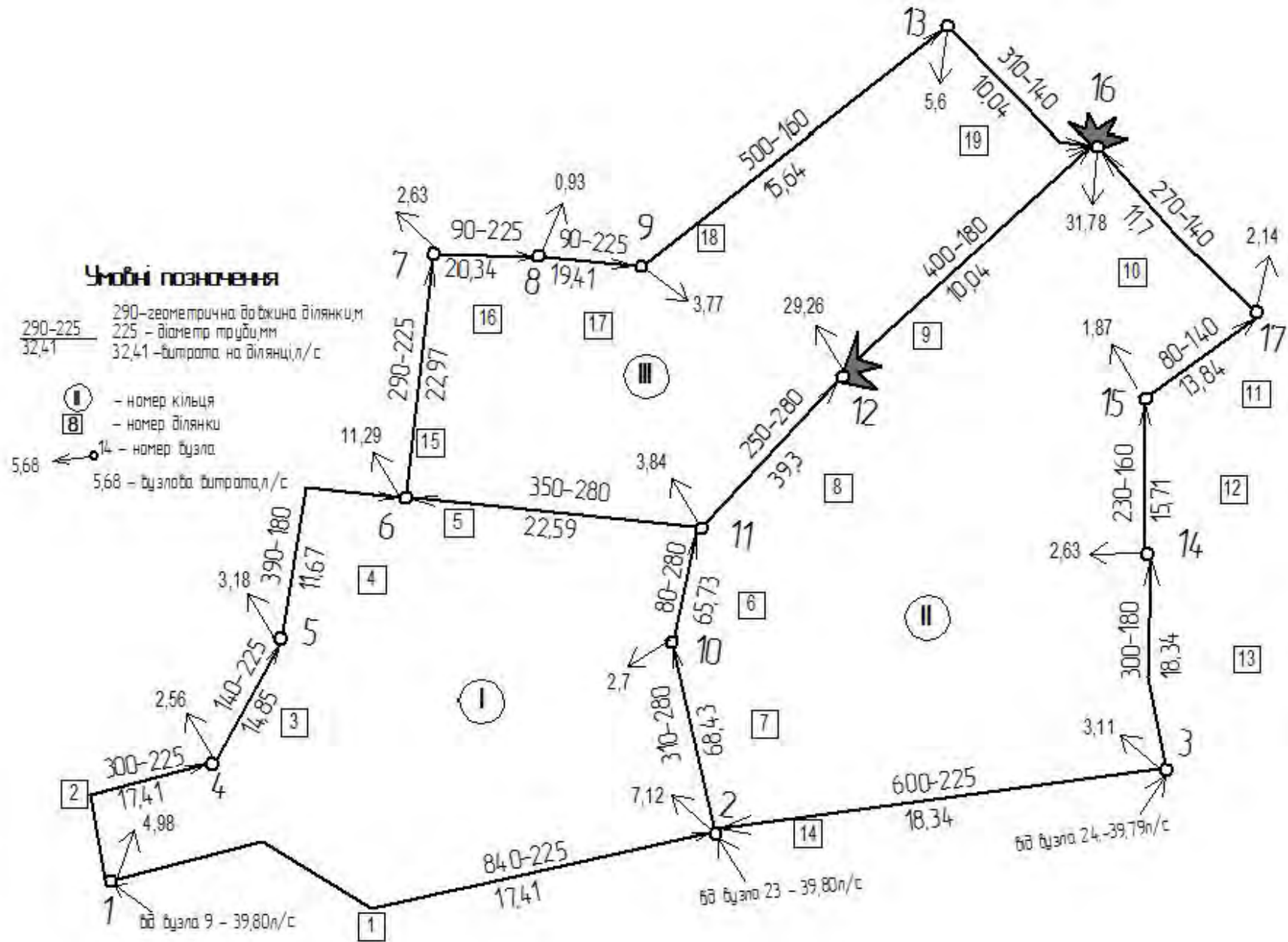


рис.3.9. Розрахункова схема для проведення гідравлічного розрахунку випадку пожежі (новий мікрорайон)

Таблиця 3.32.

Визначення діаметрів труб водопровідної мережі нового мікрорайону

№ ділянки на схемі	Позначення ділянок	1 розрах випадок (макс. водоспоживання)			3 розрах випадок (мін. водоспоживання)			2 розрах.випадок (пожежо-гасіння)		Прийнятний діаметр, мм	№ кільця
		Витрати, л/с	χ_i	$d_{ек}$, мм	Витрати, л/с	χ_i	$d_{ек}$, мм	Витрати, л/с	v , м/с		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1-2	9,08	0,17	125	1,15	0,17	110	17,41	1,57	225	1
2	1-4	9,08	0,17	125	1,14	0,17	110	17,41	1,57	225	
3	4-5	6,51	0,17	110	0,79	0,17	110	14,85	1,56	225	
4	5-6	3,33	0,17	110	0,35	0,17	110	11,67	1,59	180	
5	6-11	14,28	0,33	160	1,76	0,33	110	22,59	1,45	280	
6	10-11	32,4	0,67	225	4,05	0,67	110	65,73	1,37	280	
7	2-10	35,7	0,67	225	4,42	0,67	110	68,43	1,43	280	
8	11-12	14,28	0,34	160	1,76	0,34	110	39,3	1,61	280	2
9	12-16	10,02	0,34	125	1,26	0,34	110	10,04	1,05	180	
10	16-17	3,37	0,16	110	0,35	0,16	110	11,7	1,59	140	
11	15-17	5,51	0,16	110	0,65	0,16	110	13,84	1,45	140	
12	14-15	7,38	0,16	110	0,91	0,16	110	15,71	1,65	160	
13	3-14	10,01	0,16	125	1,27	0,16	110	18,34	1,53	180	
14	2-3	10,01	0,17	125	1,28	0,17	110	18,34	1,53	225	
15	6-7	6,32	0,5	110	1,12	0,5	110	22,97	1,47	225	3
16	7-8	3,69	0,6	110	0,76	0,6	110	20,34	1,3	225	
17	8-9	2,76	0,5	110	0,63	0,5	110	19,41	1,62	225	
18	9-13	1,01	0,5	110	0,11	0,5	110	15,64	1,64	160	
19	13-16	6,61	0,5	110	0,67	0,5	110	10,04	1,36	140	

Таблиця 3.36. Результати розрахунку параметрів ділянок

YABLUNEC NOVYY MAX

DEMEDUK N.

№	К-ть	№	Вузли:	Довжи-	Діа-	Мате	Коеф.	Швид-	Витрати	Втрати	
кіль	діл.	діля	поч.	кін.	ни,	метри	ріал	збільш	кості	води,	напору
ця	к-ця	нок	поч.	кін.	м	мм	труб	опору	м/с	л/с	м
1	7	2	1	4	300.0	225	пл	1.00	0.4	13.67	0.43
		3	4	5	140.0	225	пл	1.00	0.4	11.11	0.14
		4	5	6	390.0	180	пл	1.00	0.4	7.93	0.60
		5	6	11	350.0	280	пл	1.00	0.3	-13.52	-0.18
		6	10	11	80.0	280	пл	1.00	0.6	-27.71	-0.15
		7	2	10	310.0	280	пл	1.00	0.6	-30.41	-0.69
		1	1	2	840.0	225	пл	1.00	0.1	-4.48	-0.15
								Нев`язка в кільці:-0.0042 м			
2	9	7	2	10	310.0	280	пл	1.00	0.6	30.41	0.69
		6	10	11	80.0	280	пл	1.00	0.6	27.71	0.15
		8	11	12	250.0	280	пл	1.00	0.2	10.36	0.08

		9	12	16	400.0	180	пл	1.00	0.3	6.10	0.38
		10	16	17	270.0	140	пл	1.00	0.3	-3.46	-0.30
		11	15	17	80.0	140	пл	1.00	0.5	-5.60	-0.21
		12	14	15	230.0	160	пл	1.00	0.5	-7.47	-0.55
		13	3	14	300.0	180	пл	1.00	0.5	-10.10	-0.72
		14	2	3	600.0	225	пл	1.00	0.3	9.92	0.48
										Нев`язка в кільці: 0.0065 м	
3	8	5	6	11	350.0	280	пл	1.00	0.3	13.52	0.18
		15	6	7	290.0	225	пл	1.00	0.3	10.15	0.24
		16	7	8	90.0	225	пл	1.00	0.2	7.52	0.04
		17	8	9	90.0	225	пл	1.00	0.2	6.59	0.03
		18	9	13	500.0	160	пл	1.00	0.2	2.82	0.20
		19	13	16	310.0	140	пл	1.00	0.2	-2.78	-0.23
		9	12	16	400.0	180	пл	1.00	0.3	-6.10	-0.38
		8	11	12	250.0	280	пл	1.00	0.2	-10.36	-0.08
										Нев`язка в кільці: 0.0065 м	

Таблиця 3.37.

Результати розрахунку параметрів вузлів

YABLUNEC NOVYY MAX					DEMEDUK N.		
NN вуз- лів	Позначки поверхні землі, м	Напори, м		П`езомет- ричні позначки, м	Вузлові витрати, л/с		
		Необх	Фактич		Задані	Фактичні	
1	144.90	54.0	66.55	211.45	18.15	18.15	
2	146.00	54.0	65.30	211.30	16.01	16.01	
3	147.50	54.0	64.27	211.77	20.02	20.02	
4	141.80	54.0	69.22	211.02	-2.56	-2.56	
5	142.40	54.0	68.48	210.88	-3.18	-3.18	
6	143.80	54.0	66.48	210.28	-11.29	-11.29	
7	149.00	54.0	61.04	210.04	-2.63	-2.63	
8	150.80	54.0	59.20	210.00	-0.93	-0.93	
9	150.50	54.0	59.46	209.96	-3.77	-3.77	
10	148.00	54.0	62.60	210.60	-2.70	-2.70	
11	149.00	54.0	61.46	210.46	-3.84	-3.84	
12	151.25	54.0	59.13	210.38	-4.26	-4.26	
13	155.00	54.0	54.77	209.77	-5.60	-5.60	
14	150.60	54.0	60.45	211.05	-2.63	-2.63	
15	154.00	54.0	56.50	210.50	-1.87	-1.87	
16	156.00	54.0	54.00	210.00	-6.78	-6.78	
17	154.00	54.0	56.29	210.29	-2.14	-2.14	

За результатами розрахунків побудовані нові схеми з п`езометрами для випадку максимального водоспоживання.

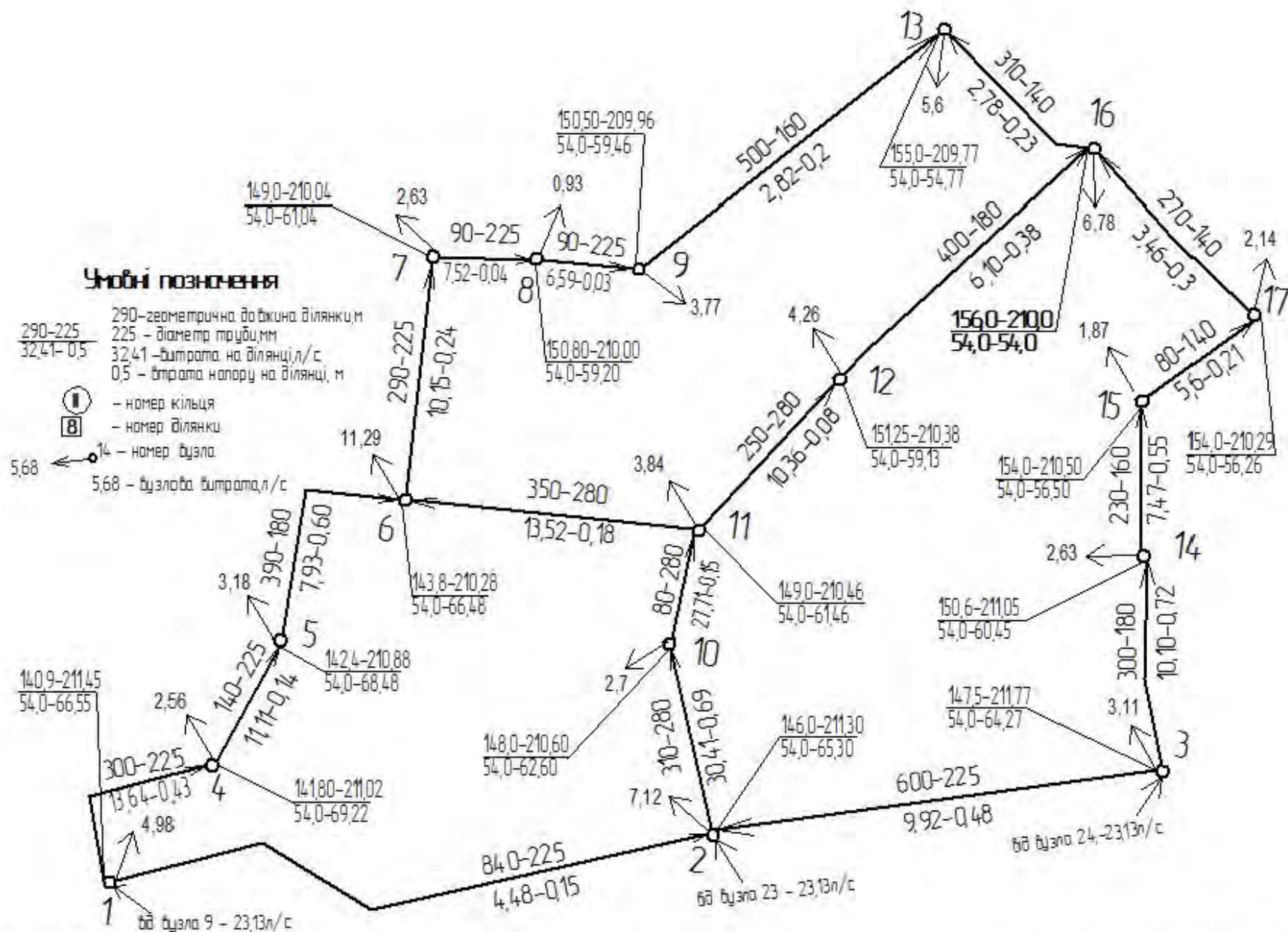


рис. 3.10. Схема водопровідної мережі з результатами гідравлічного розрахунку для випадку максимального водоспоживання (новий мікрорайон)

Таблиця 3.40. Результати розрахунку параметрів ділянок

УАВЛУНЕС НОВУУ РОЗ

ДЕМЕДУК Н.

№	К-ть	№	Вузли:	Довжи-	Діа-	Мате	Коеф.	Швид-	Витрати	Втрати	
кіль	діл.	діля	поч.	кін.	ни,	метри	ріал	збільш	кості	води,	напору
ця	к-ця	нок	поч.	кін.	м	мм	труб	опору	м/с	л/с	м
1	7	2	1	4	300.0	225	пл	1.00	0.8	23.38	1.17
		3	4	5	140.0	225	пл	1.00	0.7	20.82	0.44
		4	5	6	390.0	180	пл	1.00	0.9	17.64	2.64
		5	6	11	350.0	280	пл	1.00	0.2	-10.73	-0.11
		6	10	11	80.0	280	пл	1.00	1.3	-59.86	-0.63
		7	2	10	310.0	280	пл	1.00	1.3	-62.56	-2.64
		1	1	2	840.0	225	пл	1.00	0.4	-11.44	-0.87
								Нев`язка в кільці:-0.0002 м			
2	9	7	2	10	310.0	280	пл	1.00	1.3	62.56	2.64
		6	10	11	80.0	280	пл	1.00	1.3	59.86	0.63
		8	11	12	250.0	280	пл	1.00	1.0	45.30	1.17

		9	12	16	400.0	180	пл	1.00	0.8	16.04	2.27
		10	16	17	270.0	140	пл	1.00	1.0	-11.60	-2.78
		11	15	17	80.0	140	пл	1.00	1.2	-13.74	-1.13
		12	14	15	230.0	160	пл	1.00	1.0	-15.61	-2.14
		13	3	14	300.0	180	пл	1.00	0.9	-18.24	-2.16
		14	2	3	600.0	225	пл	1.00	0.6	18.44	1.50
										Нев`язка в кільці:-0.0049 м	
3	8	5	6	11	350.0	280	пл	1.00	0.2	10.73	0.11
		15	6	7	290.0	225	пл	1.00	0.6	17.08	0.63
		16	7	8	90.0	225	пл	1.00	0.5	14.45	0.14
		17	8	9	90.0	225	пл	1.00	0.4	13.52	0.13
		18	9	13	500.0	160	пл	1.00	0.6	9.75	1.95
		19	13	16	310.0	140	пл	1.00	0.3	4.15	0.48
		9	12	16	400.0	180	пл	1.00	0.8	-16.04	-2.27
		8	11	12	250.0	280	пл	1.00	1.0	-45.30	-1.17
										Нев`язка в кільці:-0.0049 м	

Таблиця 3.41.

Результати розрахунку параметрів вузлів

YABLUNEC NOVYY POZ					DEMEDUK N.		
NN вуз- лів	Позначки поверхні землі, м	Напори, м		П`езомет- ричні позначки, м	Вузлові витрати, л/с		
		Необх	Фактич		Задані	Фактичні	
1	144.90	54.0	72.67	217.57	34.82	34.82	
2	146.00	54.0	70.70	216.70	32.68	32.68	
3	147.50	54.0	70.71	218.21	36.68	36.68	
4	141.80	54.0	74.61	216.41	-2.56	-2.56	
5	142.40	54.0	73.57	215.97	-3.18	-3.18	
6	143.80	54.0	69.53	213.33	-11.29	-11.29	
7	149.00	54.0	63.70	212.70	-2.63	-2.63	
8	150.80	54.0	61.75	212.55	-0.93	-0.93	
9	150.50	54.0	61.93	212.43	-3.77	-3.77	
10	148.00	54.0	66.07	214.07	-2.70	-2.70	
11	149.00	54.0	64.44	213.44	-3.84	-3.84	
12	151.25	54.0	61.02	212.27	-29.26	-29.26	
13	155.00	54.0	55.48	210.48	-5.60	-5.60	
14	150.60	54.0	65.45	216.05	-2.63	-2.63	
15	154.00	54.0	59.91	213.91	-1.87	-1.87	
16	156.00	54.0	54.00	210.00	-31.78	-31.78	
17	154.00	54.0	58.78	212.78	-2.14	-2.14	

За результатами розрахунків побудовані нові схеми з п`езометрами для випадку пожежі.

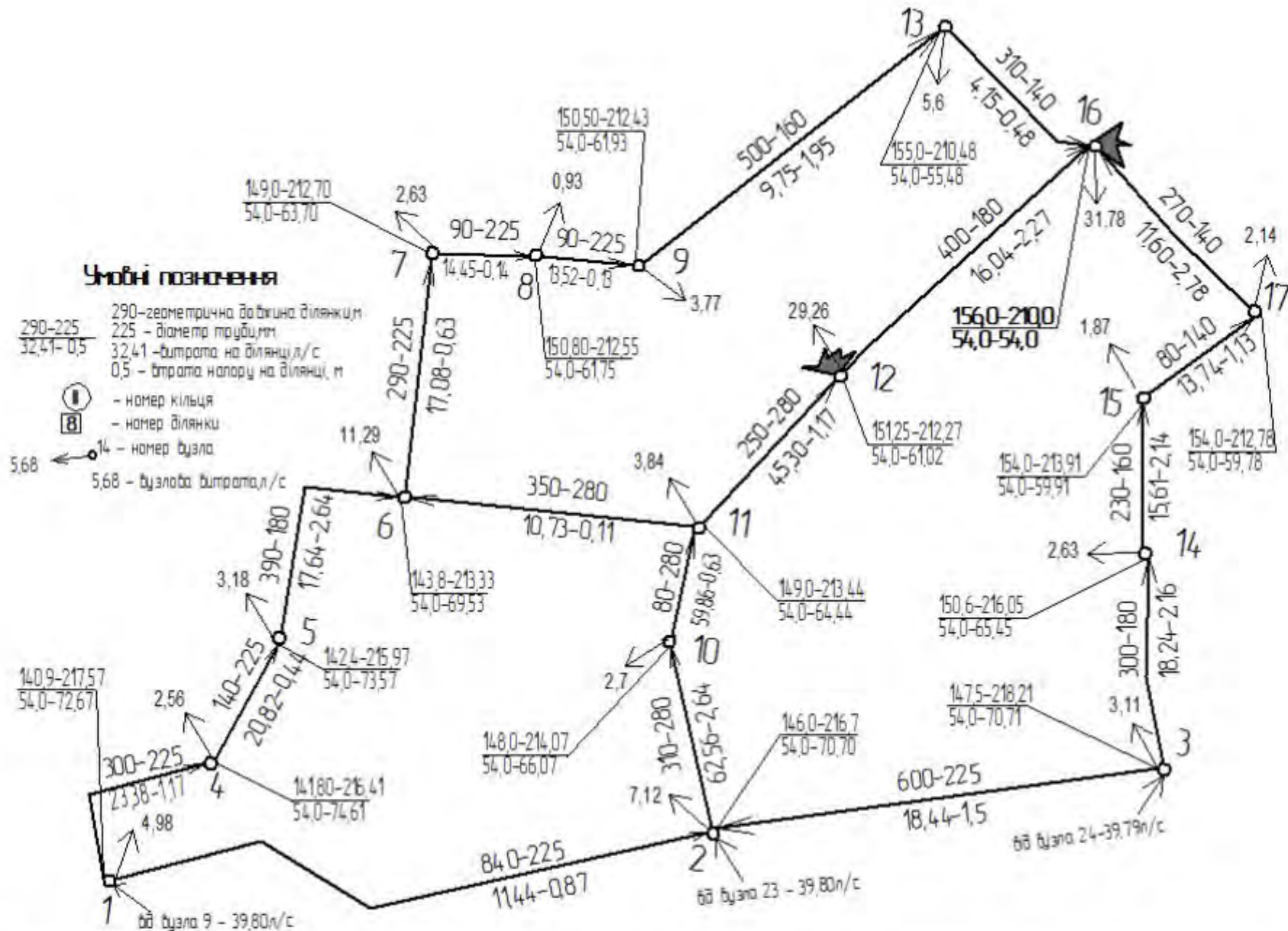


рис.3.11.Сема водопровідної мережі з результатами гідралічного розрахунку для випадку пожежі (новий мікрорайон)

3.4. Розташування водопровідної арматури

3.4.1 Рекомендації щодо встановлення пожежних гідрантів

Пожежні гідранти з метою зручності їх експлуатації особливо в зимовий період встановлюємо на перехрестях вулиць і проїздів для забезпечення одночасного гасіння пожежі у будь – якій точці забудови міста. Трасування розподільних водопровідних ліній проводимо за умови розташування на них пожежних гідрантів.

Радіус дії пожежного гідранта визначаємо за формулою:

$$R = kl_p + r - H_b, м \quad (3.2)$$

де k – коефіцієнт, який враховує згини і повороти пожежних рукавів ($k=0.75...0.90$); приймаємо $k=0.90$;

l_p – максимальна довжина пожежних рукавів ($l_p=200$ м);

r – радіус дії компактної частини струменя води ($r=11...17$ м); $r=14$ м;

H_b – висота будівлі, $H_b = 3(n+1)$, м;

де n – кількість поверхів, шт.;

- для малоповерхової зони ($n=1$) $R = 0,90 \cdot 200 + 14 - 3 \cdot (1+1) = 188$ м;
- для багатоповерхової зони ($n=5$) $R = 0,90 \cdot 200 + 14 - 3 \cdot (5+1) = 176$ м.
- для нового мікрорайону ($n=12$) $R = 0,90 \cdot 200 + 14 - 3 \cdot (12+1) = 155$ м.

Відстань між гідрантами на конструктивній схемі не повинна перевищувати вище зазначених значень.

3.4.2 Рекомендації щодо встановлення засувок

Засувки встановлюються в місцях:

- 1) для від'єднання водоводів від водопровідної мережі у місцях приєднання їх до неї;
- 2) для від'єднання перемичок і розподільчих ліній від головних магістралей;
- 3) для від'єднання розподільчих ліній від магістралей у місцях їх приєднання до них;
- 4) для від'єднання переходів через природні і штучні перешкоди;
- 5) для від'єднання уводів на крупні споживачі;
- 6) для від'єднання ремонтних ділянок на магістралях і розподільчих лініях.

Ремонтна ділянка – це частина довгого трубопроводу, яка може бути відключена під час ремонту або профілактичних робіт, а її довжина повинна бути такою, щоб

перед проведенням ремонту з неї можна було випустити воду за 2 години. Тому з метою надійності роботи мережі до складу ремонтної ділянки повинно входити не більше 5 пожежних гідрантів, що залишаться без води під час проведення ремонтних робіт. Серед них будуть і ті, що розташовані на тупикових приєднаннях до ремонтних ділянок. *Конструктивна схема мережі представлена на листі №3, формату А1 креслення.*

3.5. Розрахунок резервуарів чистої води (після реконструкції)

За вибраною схемою в склад системи водопостачання входять резервуари чистої води (РЧВ). РЧВ знаходяться на одному технологічному майданчику із насосною станцією.

Резервуари чистої води (РЧВ) передбачено застосовувати для зберігання господарських, протипожежних, технологічних об'ємів води.

Об'єм резервуарів чистої води, які розташовуються за умовами вихідних даних до курсового проекту біля станції підготовки води, розраховують [1, п. 13.1.2-13.1.10; 2, с.176-180; 6, с.105-112] за формулою, м³

$$W_p = W_{p.p} + W_{p.n} + W_{p.с} , \quad (3.3)$$

де $W_{p.p}$ - регулювальний об'єм, м³;

$W_{p.n}$, $W_{p.с}$ - об'єм води, відповідно, для пожежогасіння і промивки фільтрів на станції підготовки води.

Регулювальний об'єм $W_{p.p}$ визначається табличним чи графічним способами суміщенням графіків надходження води від станції підготовки в резервуар і відбору її насосами насосних станцій (найчастіше II-го підняття). Надходження води в резервуари приймається рівномірним протягом доби і становить 4,17% від $Q_{p.добр}$, а відбір води із них — за графіком роботи насосів, що живлять мережу (рис. 2.1).

Регулювальний об'єм резервуарів, м³, визначається за формулою (при багатоступінчастому графіку роботи насосної станції)

$$W_{p.p} = \Delta P_{max} \cdot T_{ст.НСi} \cdot Q_{p.добр} / 100 , \quad (3.4)$$

де ΔP_{max} – найбільша (у порівнянні для всіх ступенів роботи насосів) різниця між величинами надходження води в резервуар від водоочисної станції і її

відбору насосами і-го ступеня, %, тобто $\Delta P_{max} = 4,17 - P_i$ або $\Delta P_{max} = P_i - 4,17$ (залежно від того при роботі якого ступеня насосів відбувається максимальна різниця);

$T_{ст.НС.i}$ - тривалість роботи і-го ступеня насосів з найбільшою різницею ΔP_{max} , год.

Таким чином, для всіх ступенів роботи насосів регулювальний об'єм становитиме:

$$A) \text{ 1-й ступінь } W_{p.p.}^{1cm} = (4,17 - 1,85) \cdot 4 \cdot 14186,16 / 100 = 1316,48 \text{ м}^3$$

$$B) \text{ 2-й ступінь } W_{p.p.}^{2cm} = (4,17 - 2,3) \cdot 2 \cdot 14186,16 / 100 = 530,56 \text{ м}^3 ;$$

$$B) \text{ 3-й ступінь } W_{p.p.}^{3cm} = (4,17 - 3,63) \cdot 1 \cdot 14186,16 / 100 = 76,61 \text{ м}^3 ;$$

$$Г) \text{ 4-й ступінь } W_{p.p.}^{4cm} = (4,56 - 4,17) \cdot 3 \cdot 14186,16 / 100 = 165,98 \text{ м}^3 ;$$

$$Д) \text{ 5-й ступінь } W_{p.p.}^{5cm} = (5,18 - 4,17) \cdot 9 \cdot 14186,16 / 100 = 1289,52 \text{ м}^3 ;$$

$$Є) \text{ 6-й ступінь: } W_{p.p.}^{6cm} = (5,54 - 4,17) \cdot 5 \cdot 14186,16 / 100 = 971,76 \text{ м}^3$$

Однак, для забезпечення нормальної роботи насосів [1, п.13.1.7] передбачається запас води, розрахований на роботу насосів протягом 5...10 хв.(0,08...0,17 год.), який становить

$$W_{p.p.min} = (0,08...0,17) \cdot Q_{макс.год} , \quad (3.5)$$

де $Q_{макс.год}$ - максимальна погодинна подача води насосами, м^3 .

$$W_{p.p.min} = 0,08 \cdot Q_{макс.год} = 0,08 \cdot 14186,16 = 1134,9 \text{ м}^3.$$

Таким чином, розрахунковий об'єм РЧВ складатиме $W_{p.p.} = W_{p.p.}^{8cm} = 1316,5 \approx 1317 \text{ м}^3$

Об'єм води $W_{p.в}$ для власних потреб на станції підготовки визначається [1, п.13.1.2] з розрахунку на дві або більше промивок фільтрів. Цей об'єм приблизно становить 1...1,5% $Q_{p.доб}$ [2,3,6] і визначається за формулою

$$W_{e.n} = (0,01...0,015) \cdot Q_{p.дoб.} \quad (3.6)$$

$$W_{e.n} = 0,01 \cdot 14186,16 = 141,9 \approx 142 \text{ м}^3$$

Протипожежний об'єм води $W_{p.n}$ визначається [1, п. 13.1.3-13.1.4] за умови подачі розрахункових витрат води на пожежогасіння $q_{пож}$ при максимальному відборі води з мережі. Якщо гарантується безперебійне надходження води від станції підготовки в резервуари протягом пожежогасіння, то допускається враховувати поповнення їх водою [1, п.13.1.4], і тоді протипожежний об'єм визначається за формулою

$$W_{p.n} = (3,6 \cdot q_{пож} - Q_{c.n}) \cdot T_n + \sum Q_{макс} - Q_6, \quad (3.7)$$

де $Q_{c.n}$ - подача води в резервуари від станції підготовки води, м³/год,

$$Q_{c.n} = \frac{Q_{p.дoб}}{24} = \frac{14186,16}{24} = 591,09 \text{ м}^3/\text{год.}$$

T_n - розрахункова тривалість пожежогасіння: 2...3 год [1, п.6.2.13];

$\sum Q_{макс}$ - сума максимальних погодинних витрат води в населеному пункті за період пожежогасіння T_n , м³;

Q_6 - сумарні витрати води в душових, теплицях і на поливання територій підприємств протягом розрахункового часу пожежогасіння, якщо гасіння пожеж на цих підприємствах входить до розрахункової кількості пожеж, м³/год.

$$W_{p.n} = (3,6 \cdot 50 - 591,09) \cdot 3 + (719,38 + 786,35 + 781,24) - 0 = 1053,7 \approx 1054 \text{ м}^3.$$

$$W_p = 1317 + 104 + 1054 = 2455,59 \approx 2475 \text{ м}^3$$

За відомим об'ємом і кількістю резервуарів, яких повинно бути не менше двох [1, п.13.2.10], і за типовими проектами [2, додатком 6; 3, додаток 12; 6, табл. 5.3] приймають тип і розміри резервуарів (стандартну місткість і розміри в плані та по висоті).

Об'єми кожного з резервуарів повинні бути такими, щоб при відключенні одного в інших зберігалось не менше 50 % пожежних та аварійних запасів води.

Приймають два прямокутних резервуара по 1500 м³ кожний. Розміри резервуара в плані 18x18 м. Глибина води в ньому (максимальна) 4,84 м.

На момент проектування існує резервуарне господарство м.Яблунець має два прямокутних резервуари по 1500м³ кожний тобто загалом 3000 м³. Цілком очевидно , що такі резервуари на період реконструкції СПРВ міста будуть вміщати необхідні запаси води 2456м³. Тому немає необхідності в добудові додаткових ємностей.

Усі складові об'єми розподіляють пропорційно місткості кожного з резервуарів. Для всіх складових об'ємів $W_{p,i}$ визначають висоти шарів води в кожному із них за формулою

$$H_{p,i} = W_{p,i} / F_p, \quad (3.8)$$

де F_p - площа дзеркала води в резервуарі, м². (18x18=324 м²).

$$\text{Тоді: } H_{p,p} = 1317 / (2 \cdot 324) = 2,03\text{м};$$

$$H_{p,п} = 1054 / (2 \cdot 324) = 1,63\text{м};$$

$$H_{p,в} = 104 / (2 \cdot 324) = 0,16 \text{ м};$$

$$H_{p,p} + H_{p,п} + H_{p,в} = 2,03 + 1,63 + 0,16 = 3,82 \text{ м} < H_{pчв} = 4,84 \text{ м}.$$

Таким чином, розрахункові об'єми води можуть бути розміщені в обраних резервуарах води.

Враховуючи повну наповненість резервуара водою слід уточнити висоту шару води, який займуть регульовальний та запас на власні потреби:

$$H_{p,фак} = 4,84 - 1,63 = 3,21 \text{ м}.$$

Для позначки землі на технологічному майданчику, де знаходяться РЧВ (рис. 1.1), $Z_3 = 135,0$ м позначки рівнів води в них і дна будуть рівні:

$$\text{- максимального: } Z_{p,макс} = Z_3 + \Delta H_{pчв} = 135,0 + 1,50 = 136,5 \text{ м};$$

$$\text{- мінімального: } Z_{p,мін} = Z_{p,макс} - H_{p,рег} = 136,5 - 3,21 = 133,29\text{м};$$

$$\text{- дна: } Z_{p,дна} = Z_{p,макс} - H_{pчв} = 136,5 - 4,84 = 131,66 \text{ м}.$$

Резервуари чистої води обладнують [1,п.13.2.1-13.2.9] трубами відповідного призначення: подавальний, всмоктувальні господарсько-питних насосів та

всмоктувальний протипожежних насосів, переливний та грязевий трубопроводи. В резервуарі встановлюють засоби для збереження протипожежного об'єму води. Крім того, резервуари обладнують вентиляційними трубами із засобами для очищення повітря, яке надходить до них. В радіаційно-небезпечних районах спорудження РЧВ подача повітря в них повинна передбачатися тільки через пристрої спеціального очищення, наприклад фільтри-поглиначі. Також, в резервуарах передбачено встановлення люків-лазів, драбин (для проведення ремонтно-профілактичних робіт в них) тощо.

Резервуари утеплюють, як правило, шаром ґрунту не менш ніж 0,5 м. Максимальний рівень води в резервуарах приймають на $\Delta H_{РЧВ} = 1,5...2,0$ м вищим від поверхні землі з тим, щоб забезпечити роботу насосів під заливом.

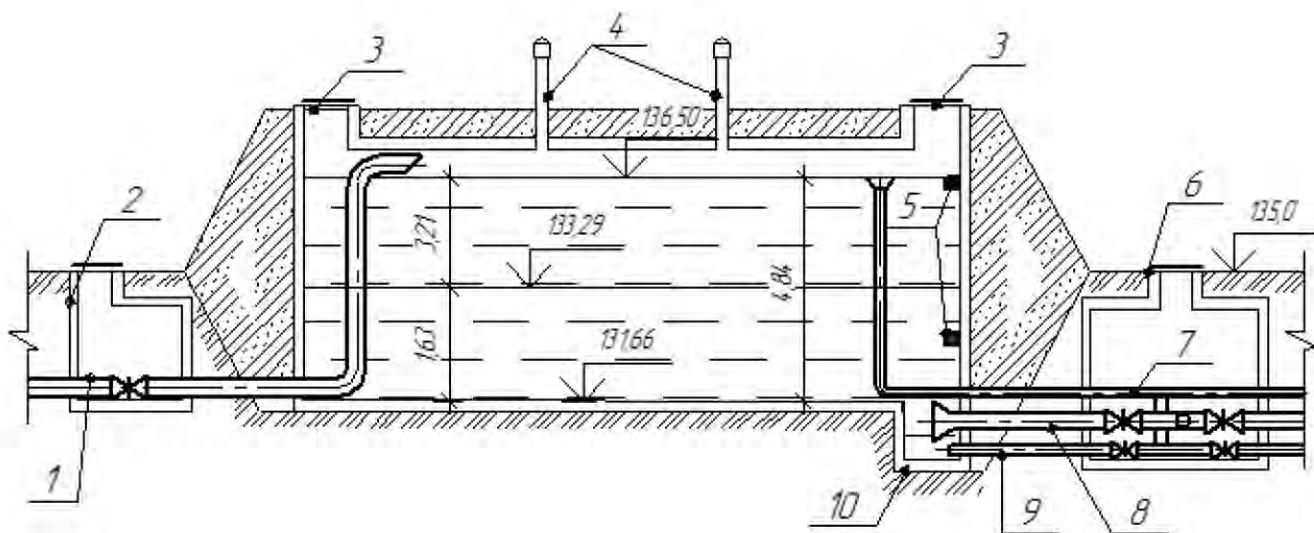


Рис.3.12. Висотна схема РЧВ

1 – трубопровід подачі води, 2 - водопровідний колодязь, 3 - люк-лаз, 4 – вентиляційна труба. 5 – датчики рівнів, 6 - камера переключень, 7 – переливний трубопровід, 8 – трубопровід забору води з РЧВ, 9 – грязьовий трубопровід, 10 - приямок.

3.6. Розрахунок і проектування напірного водоводу (після реконструкції)

Напірні водоводи призначені для транспортування води від насосної станції II- го підняття до міста з підключенням їх до магістральної водопровідної мережі. В курсовому проекті розглядаємо напірну подачу води в місто за допомогою насосів II- го підняття.

Розрахунок водоводів полягає у проведенні техніко – економічного розрахунку і гідравлічного розрахунку водовода, а також його конструюванні.

- 1) Водоводи трасують найкоротшою відстанню до населеного пункту. Довжина нитки водоводу дорівнює 2800 м.
- 2) З метою підвищення надійності подачі води в місто, при врахуванні категорії системи водопостачання водоводи прокладаємо в дві нитки.

Попередньо виберемо матеріал труб водоводів та їх діаметр за подачею води від насосної станції II- го підняття.

Оскільки максимальна подача води по водоводу до його реконструкції відповідає подачі насосів $Q_B = 218,43 \text{ л/с} = 0,21843 \text{ м}^3/\text{с}$ то витрата води по одній нитці водоводу

$$Q_{\text{н.в.}} = Q_B / m_B = 218,43/2 = 109,22 \text{ л/с.}$$

Враховуючи що до реконструкції водоводи були укладенні з діаметром 300 мм та швидкість в них не перевищувала допустиму $V_B = 1,5 \dots 2,5 \text{ м/с}$ то перевіряємо

Водоводи від насосної станції другого підняття до водопровідної мережі повинні бути економічно найвигіднішого діаметра, які визначаються за формулою:

$$D_{\text{е.е.}} = \mathcal{E}^{\frac{1}{\alpha+m}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{вод.}}}{n} \right)^{\frac{\beta+1}{\alpha+m}} = 0,60^{\frac{1}{1,15+5,08}} \cdot \left(\frac{0,21843}{2} \right)^{\frac{1,93+1}{1,15+5,08}} \approx 0,295(\text{м}) = 300\text{мм} \quad (3.9)$$

де \mathcal{E} – економічний фактор, для сталевих труб діаметром до 500мм $\mathcal{E} = 0,5 \dots 0,7$ (приймаємо $\mathcal{E} = 0,60$);

$Q_{\text{вод.}}$ – подача води по водоводу, $Q_{\text{вод.}} = Q_{\text{н.с.2}} = 0,21843 \text{ м}^3/\text{с}$;

α, β, m – коефіцієнти, які залежать від матеріалу труб, [2, табл.3.2]:
 $\alpha = 1,15$, $\beta = 1,93$, $m = 5,08$;

n_s – кількість ниток водоводу, приймаємо $n_s = 2$;

Приймаємо стандартний діаметр сталевих труб водоводів $D_y = 250\text{мм}$ (ГОСТ 8696 - 74).

$D_y = 300 \text{ мм}$; $D_{\text{зоб}} = 325\text{мм}$; $D_{\text{вн}} = 308 \text{ мм}$;

1) Гідравлічний розрахунок

Втрати напору у водоводі визначаються за формулою:

$$h_{\text{вод}} = S_{\text{вод}} \cdot Q_{\text{вод}}^{\beta}, \text{ м} \quad (3.10)$$

де $S_{\text{сод}}$ – повний гідравлічний опір водоводу, c^2 / m^5 ;

Їх можна розрахувати за табл.Шевельова

$$h_{\text{сод.}} = \frac{1000 \cdot i}{1000} \cdot L_{\text{сод.1}}, \quad (3.11)$$

Максимальний розрахунковий випадок: $h_{\text{сод.}}^{\text{max}} = \frac{10,27}{1000} \cdot 2800 = 28,72 \text{ м};$

Мінімальний розрахунковий випадок: $h_{\text{сод.}}^{\text{max}} = \frac{0,85}{1000} \cdot 2800 = 2,37 \text{ м};$

Випадок пожежі у максимальне водоспоживання

$$h_{\text{сод.}}^{\text{max}} = \frac{23,23}{1000} \cdot 2800 = 65,03 \text{ м}$$

Втрати напору на кожному ступені роботи насосів:

$$h_{\text{сод.}}^{1\text{см.}} = \frac{0,85}{1000} \cdot 2800 = 2,37 \text{ м}$$

$$h_{\text{сод.}}^{4\text{см.}} = \frac{6,98}{1000} \cdot 2800 = 19,55 \text{ м}$$

$$h_{\text{сод.}}^{2\text{см.}} = \frac{1,97}{1000} \cdot 2800 = 5,52 \text{ м}$$

$$h_{\text{сод.}}^{5\text{см.}} = \frac{8,97}{1000} \cdot 2800 = 25,2 \text{ м}$$

$$h_{\text{сод.}}^{3\text{см.}} = \frac{4,58}{1000} \cdot 2800 = 12,78 \text{ м}$$

$$h_{\text{сод.}}^{6\text{см.}} = \frac{10,27}{1000} \cdot 2800 = 28,7 \text{ м}$$

Існуючі водоводи укладені з сталевих труб з діаметром умовного проходу 300 мм. Розрахунки показують що ці труби цілком спроможні пропустити збільшені витрати води, які виникають при збільшенні водоспоживання в місті і тому на момент проектування реконструкції не підлягають.

4. Реконструкція існуючої насосної станції II п.

4.1.НС II п. та визначення параметрів її роботи

Для вибору насосів необхідно визначити їх розрахункові параметри: розрахункову витрату $Q_{\text{н}}$ і розрахунковий напір $H_{\text{р.н.}}$.

Ці параметри необхідно знати для кожного ступеня відповідно до графіка

роботи насосів (див. рис. 1.9). Розрахункові витрати для насосів (одного або групи) визначені в розділі 1 (табл. 1.20).

Насосна станція другого підняття в без баштовій системі подачі і розподілу води повинна забезпечити господарсько – питне водопостачання і при необхідності подати розрахункову додаткову витрату для гасіння розрахункової кількості пожеж. В машинному залі такої насосної станції можливе розташування однієї або декількох груп насосів – господарсько – питних і протипожежних. В деяких випадках господарсько – питні насоси виконують роль протипожежних.

Вибір господарсько-питних насосів:

Напір насосів визначаємо за формулою:

$$H_n = H_z + h_k + h_{\text{вод}} + h_m, \quad (4.1)$$

де H_z – середня геометрична висота підняття води насосами, м;

$$H_z = Z_{\text{д.м.мах}} + H_{\text{н.д.м.}} - \frac{Z_1 + Z_2}{2}, \quad (4.2)$$

де Z_1, Z_2 – мінімальна й максимальна позначки рівнів води в РЧВ, м;

$$Z_1 = 136,5 \text{ м}, Z_2 = 133,29 \text{ м}$$

Для першого і третього розрахункових випадків

$$H_z = 145,0 + 26 - \frac{136,5 + 133,29}{2} = 36,11 \text{ м}$$

h_k – втрати напору у внутрішньо станційних комунікаціях насосної станції, $h_k = 3 \text{ м}$;

$h_{\text{вод}}$ – втрати напору у водоводах при пропуску максимальній витраті води,
; $h_{\text{вод}} = h_{\text{вод.1}}^{6\text{см.}} = 28,7 \text{ м}$ та $h_{\text{вод}} = h_{\text{вод.1}}^{1\text{см.}} = 2,37 \text{ м}$

h_m – втрати напору у водопровідній мережі для максимального водоспоживання від підключення водоводів до «диктуючої точки»

$$\text{Для 6-го ступеню } h_m = \Pi_1^{\text{мах}} - \Pi_{\text{д.м}}^{\text{мах}} = 183,29 - 171,0 = 12,29 \text{ (м)} \quad (4.3)$$

$$\text{Для 1-го ступеню } h_m = \Pi_1^{\text{мах}} - \Pi_{\text{д.м}}^{\text{мах}} = 172,04 - 171,0 = 1,04 \text{ (м)} \quad (4.3)$$

Напір насоса буде рівний:

Для 1-го ступеню $H_{н.1ст} = 36,11 + 3 + 2,37 + 1,04 = 42,52(м)$

Для 6-го ступеню $H_{н.1ст} = 36,11 + 3 + 28,7 + 12,29 = 80,11(м)$

За розрахунковою витратою Q_n і напором H_n , приймаємо:

- для першого ступеня: 1 насоси (1 типу) марки Д320-70 ($n=2950$ об/хв.; $D_{р.к.}=205$ мм, обточка робочого колеса максимальна.). Насос працює на частково прикриту засувку на напірній лінії (часткове дроселювання напору). *(не підлягає заміні і оптимізації роботи)*
- для другого ступеня: 1 насоси (1 типу) марки Д320-70 ($n=2950$ об/хв.; $D_{р.к.}=205$ мм, обточка робочого колеса максимальна.). Насос працює на повністю відкриту засувку на напірній лінії (без дроселювання напору). *(не підлягає заміні і оптимізації роботи)*
- для третього ступеня: 1 насос (2 типу) марки Д500-65 ($n=1450$ об/хв.; $D_{р.к.}=432$ мм, обточка робочого колеса середня). Насос працює на частково прикриту засувку на напірній лінії (часткове дроселювання напору). *(не підлягає заміні і оптимізації роботи)*
- для четвертого ступеня: 1 насос (2 типу) марки Д500-65 ($n=1450$ об/хв.; $D_{р.к.}=432$ мм, обточка робочого колеса середня). Насос працює на повністю відкриту засувку на напірній лінії (без дроселювання напору). *(не підлягає заміні і оптимізації роботи)*
- для п'ятого ступеня : 1 насос (3 типу) марки: Д1250-125 ($n=1450$ об/хв.; $D_{р.к.}=580$ мм, середня обточка колеса). Насос працює на частково прикриту засувку на напірній лінії (часткове дроселювання напору). *(не підлягає заміні і оптимізації роботи)*.
- для шостого ступеню: 1 насос (3 типу) марки: Д1250-125 ($n=1450$ об/хв.; $D_{р.к.}=580$ мм, середня обточка колеса). Насос працює на частково прикриту засувку на напірній лінії (часткове дроселювання напору). *(не підлягає заміні і оптимізації роботи)*

Приймаємо по одному резервному насосу кожної марки .

Господарських насосів: 1 типу марки Д320-70 ($n=2950$ об/хв.; $D_{р.к.}=205$ мм)

1 робочий + 1 резервний;

2 типу Д500-65 ($n=1450$ об/хв.; $D_{р.к.}=432$ мм)

1 робочий + 1 резервний;

3 типу Д1250-125 ($n=1450$ об/хв.; $D_{р.к.}=580$ мм)

1 робочий + 1 резервний.

Всього 6 насосів.

Вибір пожежних насосів:

Тоді подача пожежного насосу: $Q_{п.п.} = 164,22(л/с) = 328,44м^3 / год.$;

де $Q_{п.п.ож}$ – повна протипожежна витрата води (див. табл. 1.9);

Напір насосів визначаємо за формулою 4.1.:

$$H_{н} = 18,4 + 65,33 + 5 + 24,92 = 113,65м$$

де $H_{г.п.ож}$ – геометрична висота підняття для пожежних насосів, м;

$$H_{г.п.ож} = Z_{дт} + H_{дт} - Z_{д.РЧВ} = 140,0 + 10 - 131,6 = 18,4м$$

де $Z_{дт}$ – геометрична позначка землі в "диктуючій точці" для третього розрахункового випадку (пожежегасіння), $Z_{дт} = 140,0м$;

$H_{дт}$ – необхідний вільний напір у "диктуючій точці", $H_{дт} = 10м$;

$Z_{д.РЧВ}$ – геодезична позначка дна РЧВ, $Z_{д.РЧВ} = 131,66м$;

$$h_{к} = 5м; \quad h_{вод2} = 65,33м;$$

$$h_{м} = II_1^{max} - II_{д.т}^{max} = 179,92 - 155,0 = 24,92(м)$$

За розрахунковою витратою $Q_{п.п.} = 328,44л/с$ і напором $H_{н.п.ож.} = 113,65м$, користуючись [2], приймаємо один протипожежних насос марки (Д1250-125 ($n = 1450$ об/хв.; $D_{р.к.} = 675мм$). (4 тип). Тобто додатковий насос на пожежегасіння потрібний, він повинен бути тої ж марки що госпитний, але з робочим колесом без обточування .

Загальна кількість насосів визначається за формулою:

$$n_{рез} + n_{роб} = n_{заг} \quad шт \quad (4.4)$$

- господарсько – питні: 6 шт.
- пожежні: $1 + 1 = 2$ шт.

Всього на насосній станції передбачено встановити 8 насосних агрегатів.

При реконструкції насосної станції слід передбачити два додаткових пожежних насоса.

4.2. Бустерні насосні підкачки

Бустерні насосні станції є установкою з одним або декількома насосами. Насоси з'єднані паралельно за допомогою спеціального колектора. Для управління бустерної станцією використовується спеціальний пульт.

Необхідна витрати такої станції, що встановлені у вузлах №9,23,24 – 40 л/с, або 144 м³/год (враховуючи витрати при пожежогашінні),

а напір $72-30=42$ м, так як вона бере воду з мережі старого міста, в якій вже є якийсь напір. Беремо найнижчий напір у цих трьох вузлах, що може бути 30м і максимальний напір, який потрібний у мережі нового мікрорайону.

Підбираємо підвищувальну насосна станція

GrundfosHydro Multi - E на базі насосів CRE.

Технічні характеристики:

- Максимальна подача: 144 м³/год
- Максимальний напір: 50 м
- Температура рідини: від +5°C до +60°C

Сфера застосування:

- установки Grundfos Hydro Multi - E забезпечують водопостачання в побутових, громадських і адміністративних будівлях
- входять в технологічні схеми підприємств переробної та харчової промисловості
- використовуються для зрошення в іригаційних системах



Установка підвищення тиску Hydro Multi - E саморегулююча система на базі енергоефективних насосів Grundfos CRE, CME з двигунами IE3 або IE4 (по запиті можливий IE5) з регульованою частотою обертання. Grundfos Multi - E постачаються разом з шафою управління. 100% налаштування під потреби системи. Дистанційний моніторинг та контроль над насосною установкою здійснюється за допомогою Grundfos GO Remote.

рис.4.1. Загальний вигляд бустерної насосної станції GrundfosHydro Multi - E на базі насосів CRE.

5. Реконструкція існуючих водозабірних споруд

Для забезпечення потреб у воді питної якості всіх споживачів м.Яблунець Житомирської області використовуються водозабірні свердловини, що розміщуються березі річка Білка.

До реконструкції стан води у водозабірних свердловинах задовільної якості, вода може використовуватись для споживання людиною.

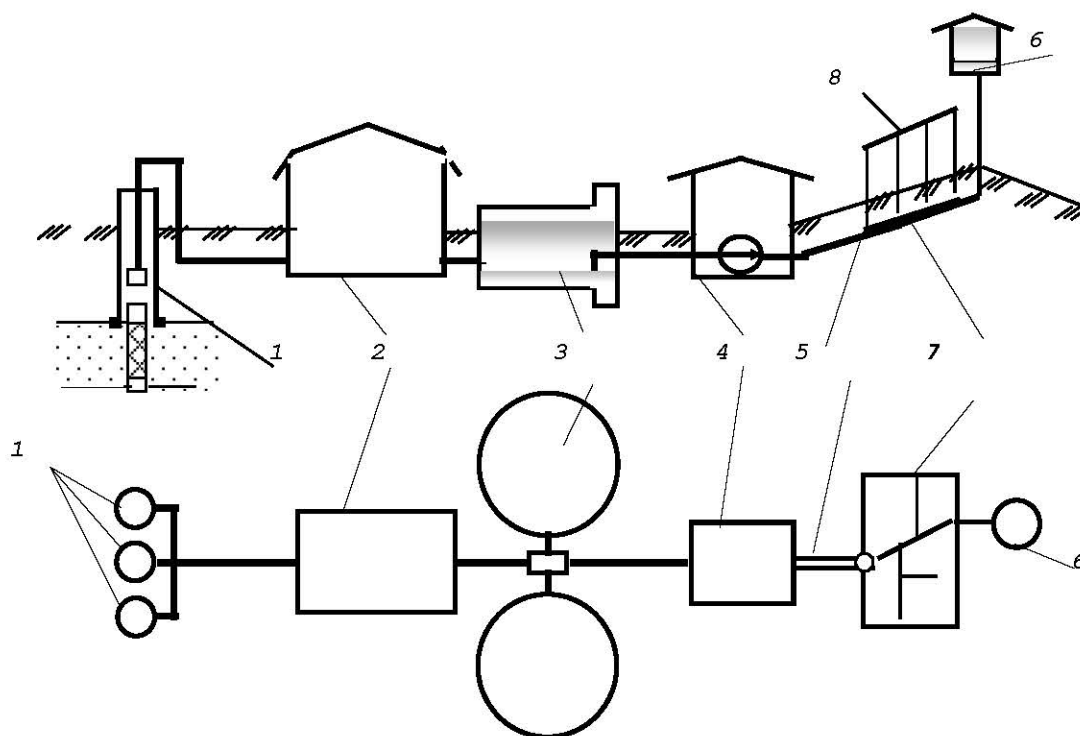


Рис. 5.1. Схема системи водопостачання з використанням води підземного джерела та станцією очищення (після реконструкції)

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

Схему водопостачання наведено на *рис. 1.7* даної магістерської роботи.

5.1. Визначення продуктивності підземного водозабору

Повну продуктивність водозабору визначається за формулою, м³/доб.

$$Q_{в-р} = (1 + \alpha) \times Q_{р.доб.}$$

де α - коефіцієнт, який враховує власні потреби водопроводу (промивку мереж і водоводів після ремонту РЧВ тощо), приймається рівним $\alpha = 1,03$.

$$Q_{q-р} = 1.03 \cdot 10325,62 = 10635,4 \text{ м}^3/\text{доб} : 24 = 443,14 \text{ м}^3/\text{год} : 3600 = 0,12 \text{ м}^3/\text{с} \\ = 121,9 \text{ л/с до реконструкції,}$$

Витрата води необхідна для нового мікрорайону $14186,16 \cdot 10325,62 = 3860,54 \cdot 1,03 = 3976,36 \text{ м}^3/\text{добу} : 24 = 165,68 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 3,6 = 46,0 \text{ л/с} = 0,046 \text{ м}^3/\text{с}$.

Загальна витрата води для всього міста: $Q_{\text{г-р}} = 1,03 \cdot 14186,16 = 14611,7 \text{ м}^3/\text{доб} : 24 = 608,8 \text{ м}^3/\text{год} : 3600 = 0,17 \text{ м}^3/\text{с} = 169,1 \text{ л/с}$ після реконструкції.

Водозабір працює протягом доби для усього міста:

$$Q_{\text{год.вод}} = Q_{\text{вод}}/24 = 10635,4/24 = 443,14 \text{ м}^3/\text{год до реконструкції},$$

$$Q_{\text{год.вод}} = Q_{\text{вод}}/24 = 14611,7/24 = 608,8 \text{ м}^3/\text{год після реконструкції}.$$

В проектно-геологічному розрізі визначаються 4 водоносні шари піску, які могли б використовуватись для водозаборів.

- перший водоносний горизонт складений піском водоносним, є мало потужним – 6,0 м, вода сильно мінералізована;

- другий водоносний горизонт - пісок, мала потужність - 6,0 м, маж малий дебіт;

- третій водоносний горизонт – пісок, потужність 30,0 м , але вода містить багато заліза;

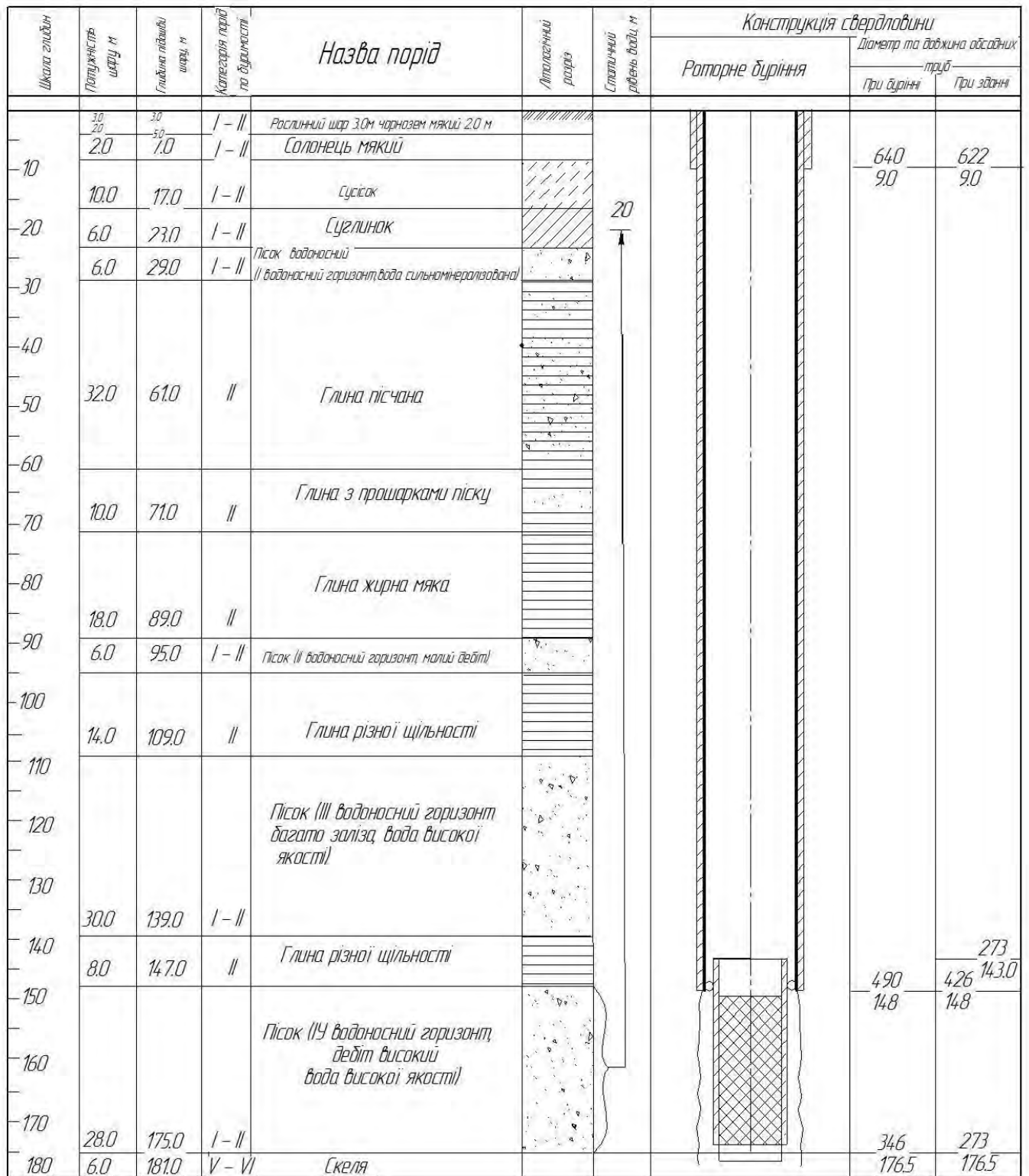
- четвертий водоносний горизонт – пісок, велика потужність пласту – 28,0 м, високий дебіт, вода високої якості.

З вище наведеного робимо висновок, що не дивлячись на те, що четвертий водоносний горизонт залягає найглибше, він має найбільшу потужність і вода тут високої якості, дебіт пласту високий тому він буде використовуватись для водозабору. Глибину свердловини видно з рис.3. $H_{\text{св}} = \sum m_i \text{ м}$, додаємо ще 1 м на глибину відстійника, $\sum m_i$ - сумарна потужність порід, що залягають над підшвою водоносного пласту, м

$$H_{\text{св}} = (3,0 + 2,0 + 2,0 + 10,0 + 6,0 + 6,0 + 32,0 + 10,0 + 18,0 + 6,0 + 14,0 + 30,0 + 8,0 + 28,0 + 1,5) =$$

176,5 м, Так як глибина свердловини більша 150 м і геологічний розріз показує в основному глини та піски – приймаємо роторний спосіб буріння з прямою промивкою глинистим розчином. Вибираємо установку марки 1БА15В, буровий насос НБ-40, транспортна база МАЗ-500А, потужність силового приводу, 77,0кВт.

рис. 5.1. Геолого-технічний розріз свердловини



5.2. Вибір типу фільтра та визначення параметрів фільтра

Водоприймальна частина свердловини може бути без фільтровою або обладнаною фільтром.

Фільтр встановлюється в межах водоносного шару, запобігає обваленню водоносної породи і забезпечує забір чистої води без домішок. Він повинен бути механічно і хімічно стійким, мати такі отвори, які б затримували водоносну породу.

Тип фільтра водозабірної свердловини визначають з (1, табл.Б.1, додаток Б), в залежності від характеристики порід водоносного пласту (насамперед від параметру $d_{50} - 0,75$ мм, розміру частинок, дрібніші від яких становлять 50% породи водоносного шару) та глибини свердловини.

Фільтр складається з окремих секцій завдовжки 1...5 м. Приймаємо 3,1 м. Секції із допомогою різьбових муфт збираються в колони при діаметрі труб до 426 мм труби ГОСТ 632-80, при більшому діаметрі (600 мм) використовуємо труби сталі електрозварні по ГОСТ 5681-76 з товщиною стінки 4...17 мм (приймаємо 9 мм). Робоча частина фільтра має не доходити до покрівлі та підосви водоносного шару на 0,5...1,0 м.

Прийнята конструкція водоприймальної частини повинна забезпечити мінімальні вхідні опори руху води. Фільтр підбираємо для одного водоносного горизонту, який виявився економічно – вигідним для експлуатації – четвертого. Фільтр трубчастий з дротяною обмоткою.

Розрахунок фільтра заключається у визначенні його діаметра D_{ϕ} , довжини L_{ϕ} , розмірів і кількості вхідних отворів каркасу фільтра.

У водоносних горизонтах потужністю до 10 м довжина робочої частини фільтра приймається рівною їх потужності. Для більш потужних водоносних пластів (32,0 м) довжина робочої частини фільтра розраховується за формулою:

$$L_{\phi} = a \times m,$$

де, $a = 0,5...0,9$ і є емпіричним коефіцієнтом, який залежить від гранулометричного складу порід водоносного пласта; m – потужність водоносного пласта, м.

$$L_{\phi} = 0,89 \times 28 = 24,92 \text{ м}.$$

Приймаємо довжину фільтра 24,8 м так як можна буде використати 8 секцій розміром 3,1 м.

Допустиму швидкість фільтрації при виході води із пласта в фільтр, визначають:

$$V_{\text{доп}} = 65\sqrt[3]{K_{\text{ф}}}$$

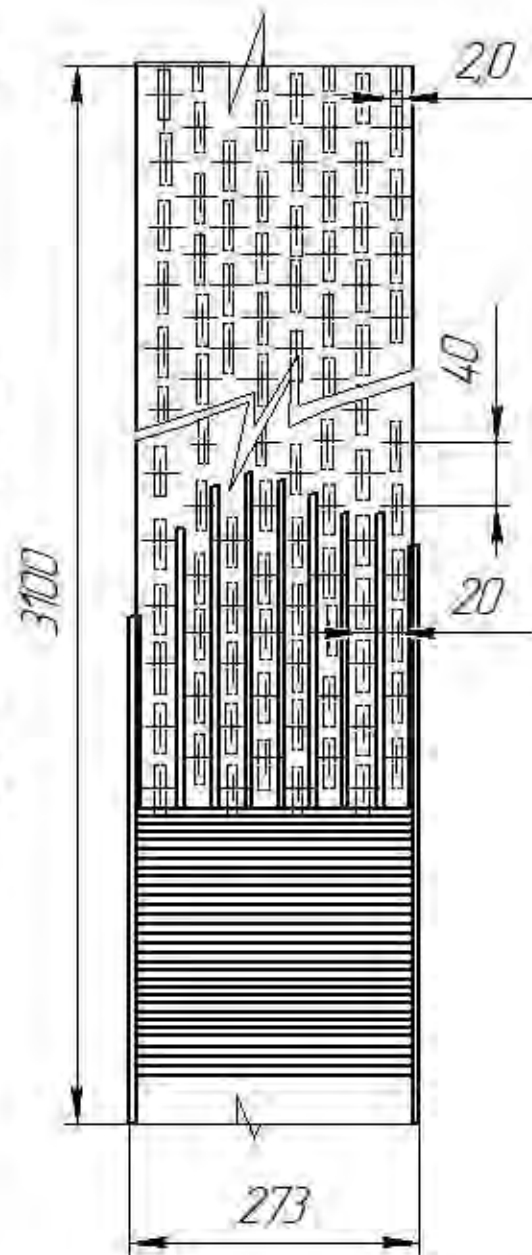
де, $K_{\text{ф}}$ – коефіцієнт фільтрації водоносних порід, м/добу.

$$V_{\text{доп}} = 65\sqrt[3]{16} = 163,79 \text{ м/доб}$$

Визначимо розміри отворів фільтра, так як коефіцієнт неоднорідності по завданню $K_{\text{н}} = 3,0$ то згідно (4, табл.2.10, стор.69) для фільтрів з щільною перфорацією $(1,5...2,0)d_{50} = 2,0 \times 0,75 = 1,5 \text{ мм}$

Зовнішній діаметр фільтра визначимо задаючи діаметр дротяної обмотки 2 мм, діаметр стержнів 8 мм: $0,273 + 2 \times 0,002 + 2 \times 0,008 = 0,293 \text{ м}$ тобто 293мм.

Рис.5.1. Конструкція фільтра



5.3.Визначення необхідної кількості свердловин та розрахункового дебіту однієї

Гідравлічний розрахунок поодиноких досконалих свердловин заключається у встановлення співвідношення між дебітом, пониженням рівня. Водозахватна здатність свердловини:

$$Q_{\text{св}} = (\pi D_{\text{ф}} \times L_{\text{ф}} V_{\text{доп}})/24 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{\text{св}} = (3,14 \times 0,293 \times 24,84 \times 163,79)/24 = 145,08 \text{ м}^3/\text{год}$$

Потрібна кількість свердловин:

до реконструкції - $n_{\text{роб}} = 443,14/145,08 = 3,1$ приймаємо 4 шт., для II категорії системи водопостачання, кількість резервних свердловин 1 шт, [1, табл.10, стор.24] разом 4+1=5 свердловин.

після реконструкції - свердловини, що забезпечать потребу нового мікрорайону у питній воді розміщуються також на березі річки окремо, неподалік від свердловин, що живлять старе місто, вода з них потребує знезалізнення, для чого будується станція водопідготовки. Тому кількість свердловин для нового мікрорайону розраховуємо окремо.

$n_{\text{роб}} = 3860,54 \cdot 1,03 : 24 : 145,08 = 1,14$ приймаємо 2 шт., для II категорії системи водопостачання, кількість резервних свердловин 1 шт, [1, табл.10, стор.24] разом 2+1= 3 свердловини.

Тоді розрахунковий дебіт однієї свердловини складатиме:

До реконструкції $q_{\text{св}} = 443,14/4 = 110,8 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 24 = 2659,2 \text{ м}^3/\text{добу}$, або $110,8 : 3,6 = 30,78 \text{ л/с}$, що є менше ніж може дати свердловина, це дозволить експлуатувати свердловину довше та ефективніше ніж звичайно.

Після реконструкції, для нового мікрорайону $q_{\text{св}} = 165,68/2 = 82,84 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 24 = 1988,16 \text{ м}^3/\text{добу}$, або $82,84 : 3,6 = 23,01 \text{ л/с}$, що є менше ніж може дати свердловина, це дозволить експлуатувати свердловину довше та ефективніше ніж звичайно.

5.3. Визначення зниження води у свердловині

Глибина води у свердловині $168,6 - 32 = 136,6 \text{ м}$, це напір води над підпошвою водоносного пласта, що експлуатується.

Можливе максимальне зниження : $S_{\text{м}} = (0,2 \dots 0,3) \times H_{\text{в}} = 0,2 \times 147 = 31,75 \text{ м}$

$H_{\text{в}} = H_{\text{п}} - H_{\text{ст}} = 147 - 20 = 127,0 \text{ м}$

$H_{\text{в}}$ – висота води у свердловині, м

$H_{\text{ст}}$ – глибина статичного рівня – 20,0 м,

$H_{\text{п}}$ – глибина підпошви водоносного пласта, м

Розрахункове зниження рівня води у свердловині: $S_{\text{р}} = q_{\text{св}} / q_{\text{пит}}$, м

$q_{\text{пит}}$ - питомий дебіт свердловини , $20 \text{ м}^3/\text{год} \cdot \text{м}$

$S_{\text{р}} = 110,8/20 = 5,54 \text{ м}$, до реконструкції,

$S_{\text{р}} = 82,84/20 = 4,14 \text{ м}$, після реконструкції.

Якщо розрахункове зниження перевищує можливе то необхідно збільшити кількість свердловин. У даному випадку $5,54 \text{ м} < 31,75 \text{ м}$ то кількість свердловин підібрана вірно, збільшувати не потрібно.

Глибина динамічного рівня води в свердловині складатиме:

$$H_{\text{дин}} = H_{\text{ст}} + S_p = 20 + 5,54 = 24,54 \text{ м до реконструкції,}$$

$$H_{\text{дин}} = H_{\text{ст}} + S_p = 20 + 4,14 = 24,14 \text{ м після реконструкції.}$$

$$\text{У відмітках: } Z_{\text{дин}} = Z_{\text{абс}} - H_{\text{дин}} = 134,9 - 24,54 = 110,36 \text{ м}$$

$$Z_{\text{ст}} = Z_{\text{абс}} - H_{\text{ст}} = 110,36 - 20 = 90,36 \text{ м до реконструкції,}$$

$$Z_{\text{дин}} = Z_{\text{абс}} - H_{\text{дин}} = 134,8 - 24,14 = 110,66 \text{ м}$$

$$Z_{\text{ст}} = Z_{\text{абс}} - H_{\text{ст}} = 110,66 - 20 = 90,66 \text{ м після реконструкції}$$

5.5. Проектування свердловин у плані

Відстань між свердловинами приймаємо 150 м за рекомендаціями [7, табл. 4.7], а свердловини розміщуємо в одну лінію, збірний водовід проходить на відстані 50 м від свердловини.

Водовід розміщений від резервуару на відстані 200 м водовід укладено з сталевих труб. Свердловини розміщено на такій відстані, що вони не мають впливу одна на одну.

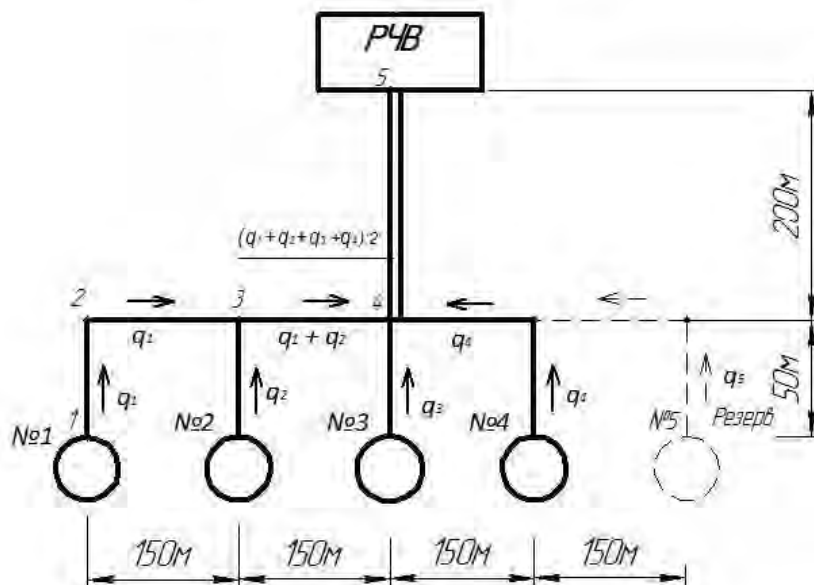


Рис. 5.2. Схема розміщення свердловин у плані для старого міста (до реконструкції)

Таблиця 5.1.

Визначення діаметрів труб водоводів та втрат напору в них
труби сталеві по ГОСТ 10704-91 (до реконструкції)

Ділянка	Довжина ділянки, м	Розрахункова витрата л/с	Діаметр труб, мм	Швидкість руху води на ділянці, м/с	1000 г	Втрата напору, м	Сумарні втрати напору, м
1-2	50	30,78	200	0,9	6,97	0,35	0,38
2-3	150	30,78	200	0,9	6,97	1,05	1,15
3-4	150	61,56	250	1,17	8,46	1,27	1,4
4-5	200 прокладено в дві нитки	61,56	250	1,17	8,46	1,69	1,86
						$\sum h$	4,79 м

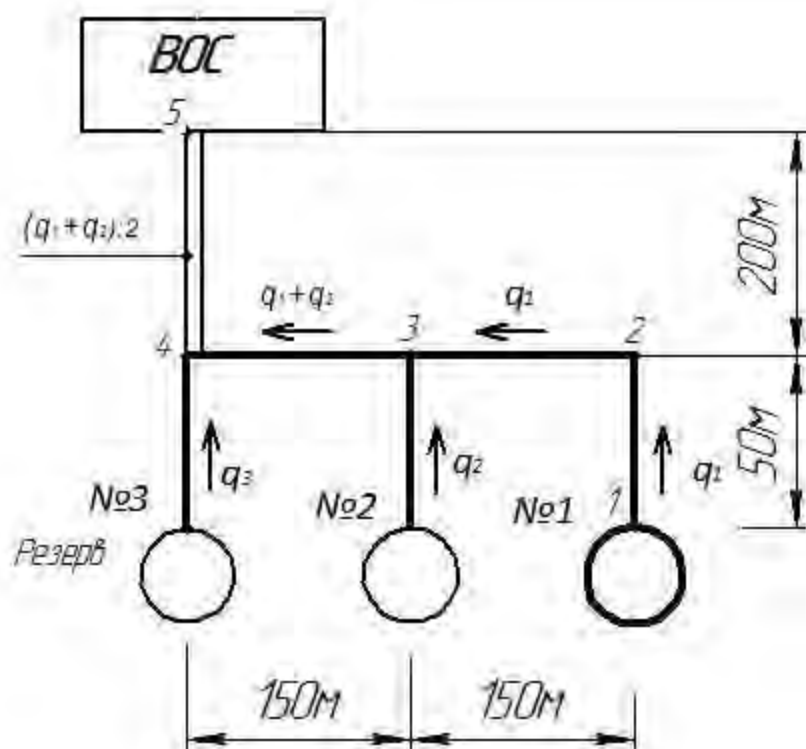


Рис. 5.3. Схема розміщення свердловин у плані для старого міста (після реконструкції, для нового мікрорайону)

Таблиця 5.2.

Визначення діаметрів труб водоводів та втрат напору в них

труби сталеві по ГОСТ 10704-91 (після реконструкції для нового мікрорайону)

Ділянка	Довжина ділянки, м	Розрахункова витрата, л/с	Діаметр труб, мм	Швидкість руху води на ділянці, м/с	1000 і	Втрата напору, $l_{\text{дов}}$ м	Сумарні втрати напору, $l_{\text{дов}} \times 1,1$ м
1-2	50	23,01	175	1,01	11,7	0,59	0,64
2-3	150	23,01	175	1,01	11,7	1,76	1,93
3-4	150	46,02	200	1,34	14,7	2,21	2,43
4-5	120 прокладено в дві нитки	23,01	200	0,98	9,5	1,14	1,25
						$\sum h$	6,54 м

5.6. Проектування насосної станції 1-го підняття. Визначення напору насосів та марки насосу

Насоси в свердловині повинні подавати $q_{\text{св}}$ м³/год і мати напір:

$$H_{\text{н}} = S_{\text{р}} + H_{\text{ст}} + H_{\text{ф}} + h_{\text{в.т.}} + \sum h + h_{\text{зап.}} \text{ м}$$

де $S_{\text{р}}$ – розрахункове зниження рівня води в свердловині, м

$H_{\text{ст}}$ – глибина статичного рівня, м

$H_{\text{ф}}$ – необхідний напір на водоочисній установці, або біля резервуара (біля резервуара $H_{\text{р}} = /Z_{\text{абс}} - Z_{\text{р-ра}} / + 0,5 \dots 1,0$ м)

$\sum h$ – вище обчислені втрати напору від найвіддаленої свердловини, м

$h_{\text{в.т.}}$ – втрати напору у водопіднімальних трубах комунікаціях насосної станції (5...7 м)

$h_{\text{зап.}}$ – запас 2...3 м

до реконструкції:

$$H_{\text{р}} = /134,9 - 135/ + 1,0 = 1,1 \text{ м}$$

$$H_{\text{н}} = 5,54 + 20,0 + 1,1 + 6,0 + 4,79 + 2,5 = 38,93 \text{ м}$$

$$q_{\text{св}} = 110,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

За розрахованими даними підбираємо насос для відкачки води із свердловини: ЕЦВ10-120-40Г з подачею 120 м³/год, напором 40 м, кількість ступенів 2. (7,дод.7, стор.236)

Перевіримо вибраний насос на можливість його встановлення в експлуатаційній колоні, тобто його діаметр повинен хоча б 50 мм менше ніж діаметр експлуатаційної колони 10х25=250 мм. (для влаштування насосу потрібний мінімальний діаметр труби 250+50=300 мм, а внутрішній діаметр експлуатаційної колони - 355 мм при товщині стінки 11 мм.

після реконструкції:

$$H_{\text{ф}} = 134,8 - 134,5 + 15,0 = 15,03 \text{ м}$$

$$H_{\text{н}} = 4,14 + 20,0 + 15,03 + 6,0 + 6,54 + 3 = 54,71 \text{ м}$$

$$q_{\text{св}} = 82,84 \text{ м}^3/\text{год}$$

За розрахованими даними підбираємо насос для відкачки води із свердловини марки ЭЦВ 10-100-120нро з подачею 100 м³/год, напором 120 м, кількість ступенів 2. (7,дод.7, стор.236), що також поміщається в експлуатаційну колону.

5.7.Проектування та розрахунок зон санітарної охорони

Перший пояс зони санітарної охорони включає в себе свердловину та зв'язану з нею насосну станцію, споруди для обробки води, резервуари, водоводи в межах розташування водозабірних споруд.

Приймаємо територію першої зони санітарної охорони для надійно захищених підземних вод встановлюємо розміром коло радіусом 30 м навколо кожної свердловини, огорожена металевою сіткою з чотирма нитками колючого дроту на кронштейнах із внутрішньої сторони.

Для визначення другого і третього поясів зони санітарної охорони використовуємо формулу:

$$R = \sqrt{\frac{Q \times T_p}{\pi \times m \times \Pi_A}}, \quad (6.1)$$

де, R – відстань від межі зони при відсутності побутового потоку підземних вод, м; T_p – розрахунковий час просування забруднення до водозабору, 200 і 9125 діб; m – потужність водоносного шару, м; Π_A – активна пористість (приблизно 0,15...0,25), Q – продуктивність водозабору в м³/добу.

до реконструкції:

Для другої зони санітарної охорони:

$$R_2 = \sqrt{\frac{10635,4 \times 200}{3,14 \times 28 \times 0,2}} = 347,8 \text{ м.}$$

після реконструкції:

$$R_2 = \sqrt{\frac{3976,36 \times 200}{3,14 \times 28 \times 0,2}} = 212,7 \text{ м.}$$

Для третьої зони санітарної охорони:

до реконструкції:

$$R_3 = \sqrt{\frac{10365,4 \times 9125}{3,14 \times 28 \times 0,2}} = 2364,4 \text{ м.}$$

після реконструкції:

$$R_3 = \sqrt{\frac{3976,36 \times 9125}{3,14 \times 28 \times 0,2}} = 1436,5 \text{ м.}$$

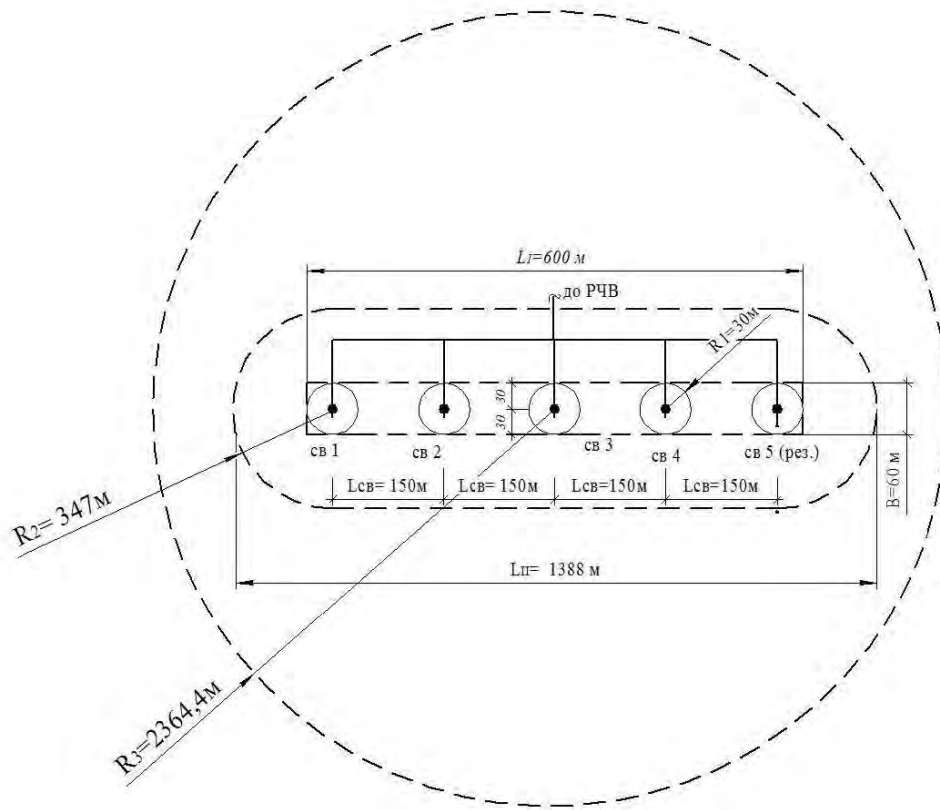


Рис.5.4.Схема поясів ЗСО підземного джерела та водозабірних споруд (до реконструкції)

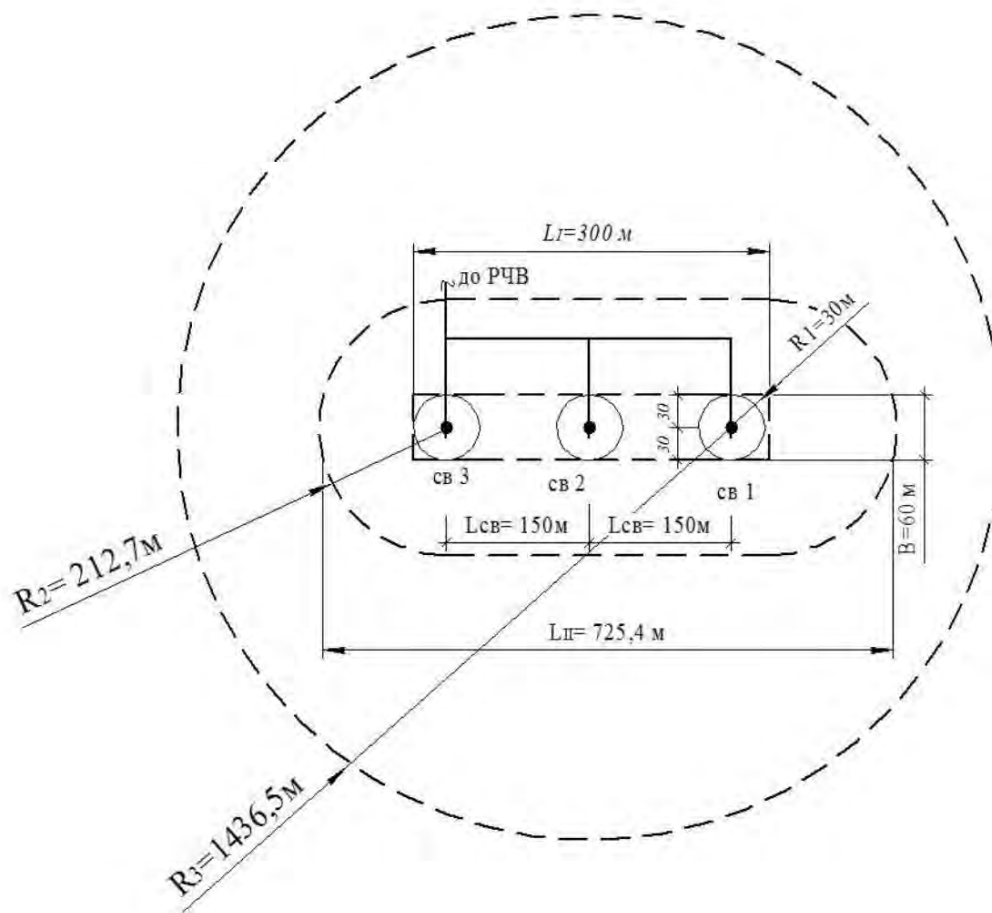


Рис.5.5. Схема поясів ЗСО підземного джерела та водозабірних споруд (після реконструкції)

6. Аналіз сучасного стану в галузі очищення підземних вод

які містять сполуки заліза

Норма заліза у воді згідно ДСанПін 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною", а також ГОСТ 4011-72: залізо загальне - не більше 0,2 мг/л, марганець - не більше 0,05 мг/л

Підвищений рівень заліза у воді дуже часто залишає помаранчевий, бурий або коричневий наліт на сантехніці, кахлі або інших предметах, що стикаються з водою. Також при пранні речі можуть бути з рудим відтінком, а вода може мати присмак заліза.

Видалення заліза з води - одне з часто виникаючих завдань у водопідготовці, і без перебільшення, одне з найскладніших завдань у очищенні води. Навіть короткий огляд існуючих способів боротьби з залізом дозволяє зробити обґрунтований висновок: на даний момент не існує універсального економічно виправданого методу, що застосовується у всіх випадках життя. Кожен з існуючих методів застосовується тільки в певних умовах, у нього є і переваги, і істотні недоліки.

Види заліза у воді

- Розчинене залізо. Вода з надлишком двовалентного заліза спочатку прозора. Але при контакті з повітрям молекули заліза окислюються, фарбуючи воду в рудуватий тон. Очищення рідини проходить в два етапи: окислення розчинних іонів до нерозчинного тривалентного стану і фільтрація осаду.
- Окислене залізо. Знаходиться в поверхневих водах, насичених киснем. Цей метал не розчиняється в рідині. Дрібні частинки випадають в осад, який можна видалити, встановивши фільтр для очищення води від заліза.
- Органічне залізо. Входить в складні органічні комплекси, які мають колоїдну структуру, погано піддаються очищенню. Розмір колоїдів значно менше рейтингу фільтрації, тому для видалення органічного заліза використовують кілька методів одночасно: окислення води, сорбцію із застосуванням активованого вугілля, механічну фільтрацію.
- Бактеріальне залізо. Утворюється бактеріями, які використовують метал для життєдіяльності. Може створювати райдужну плівку на поверхні рідини і желеподібні відкладення у трубах. Бактеріальне залізо зустрічається рідко і видаляється додаванням у воду реагентів-окислювачів. [6]

Навіть побіжний огляд існуючих способів боротьби з залізом дозволяє зробити обґрунтований висновок про те, що на даний момент не існує універсального

економічно виправданого методу, що застосовується у всіх випадках життя. Кожен з існуючих методів застосовується тільки в певних межах і має як переваги, так і суттєві недоліки.

6.1. Методи видалення заліза з води

До існуючих методів видалення заліза можна віднести: окислення, каталітичне окислення, іонний обмін, мембранний метод.

1. Окислення

(киснем повітря або аерацією, хлором, перманганатом калію, перекисом водню, озоном) з подальшим осадженням (з коагуляцією або без неї) і фільтрацією.

Традиційний метод, що застосовується вже багато десятиліть. Так як реакція окислення заліза вимагає досить тривалого часу, то використання для окислення тільки повітря вимагає великих резервуарів, в яких можна забезпечити потрібний час контакту. Це найбільш старий спосіб і використовується тільки на великих муніципальних об'єктах. Додавання спеціальних окислювачів прискорює процес. Найбільш широко застосовується хлорування, так як паралельно дозволяє вирішувати проблему з дезінфекцією. Найбільш передовим і сильним окислювачем на сьогоднішній день є озон. Однак використання озону обмежена складністю обладнання для його виробництва, а також високою корозійною активністю. Винятком можна назвати озонатори невеликої продуктивності лампового типу виробника Viqua.

Частинки окисленого заліза мають досить малий розмір (1-3 мкм) і тому осідають досить довго, тому застосовують спеціальні хімічні речовини - коагулянти, що сприяють укрупненню частинок і їх прискореного осадженню. Застосування коагулянтів необхідно також тому, що фільтрація на муніципальних очисних спорудах здійснюється в основному на застарілих піщаних або антрацитових освітлювальних фільтрах (не здатних затримувати дрібні частинки). Однак навіть застосування більш сучасних фільтруючих завантажень не дозволяє фільтрувати частки розміром менше 20 мікрон. Проблему могло б вирішити застосування спеціальної кераміки, але вона досить дорого коштує.

У всіх перерахованих способів окислення є ряд недоліків.

По-перше, якщо не застосовувати коагулянти, то процес осадження окисленого заліза займає тривалий час, в іншому ж випадку фільтрація некоагульованих частинок сильно ускладнюється з-за їх малого розміру.

По-друге, ці методи окислення (у меншій мірі це відноситься до озону) слабо допомагають у боротьбі з органічним залізом.

По-третє, наявність у воді заліза часто (а практично завжди) супроводжується наявністю марганцю. Марганець окислюється набагато важче, ніж залізо і, крім того, при рН води близько 8.

Всі перераховані вище недоліки зробили неможливим застосування цього методу в порівняно невеликих побутових та комерційно-промислових системах, що працюють на великих швидкостях.

2. Каталітичне окислення з подальшою фільтрацією

Найбільш поширений на сьогоднішній день метод видалення заліза, застосовуваний у високопродуктивних компактних системах. Суть методу полягає в тому, що реакція окислення заліза відбувається на поверхні гранул спеціального фільтруючого середовища, що володіє властивостями каталізатора (прискорювача хімічної реакції окислення). Найбільше поширення в сучасній водопідготовці знайшли фільтруючі середовища на основі діоксиду марганцю (MnO_2): *MЖФ, BIRM, Purolox, MTM* та ін. Ці фільтруючі завантаження відрізняються між собою як своїми фізичними характеристиками, так і вмістом діоксиду марганцю і тому ефективні при різних показниках аналізу води. Однак принцип їх роботи однаковий. Залізо (і в меншій мірі марганець) у присутності діоксиду марганцю швидко окислюються і осідають на поверхні гранул фільтруючого середовища.

Видалення окисленого заліза виводиться в дренаж при промиванні фільтра. Таким чином, шар фільтруючого матеріалу є каталізатором заліза. Для прискорення процесу окислення у воду необхідно вводити додатково хімічні окислювачі. Найбільш поширеним є кисень повітря, гіпохлорит натрію, перекис водню, озон, так як їх застосування активізує реакцію окислення. Всі системи на основі каталітичного окислення з допомогою діоксиду марганцю крім специфічних (не всі з них працюють по марганцю, майже всі вони мають велику питому вагу і вимагають великих витрат води при зворотній промивці) *мають ряд загальних недоліків.*

По-перше:

Вони не ефективні відносно органічного заліза (окрім озону).

Більше того, за наявності у воді будь-якої з форм органічного заліза, на поверхні гранул матеріалу, що фільтрує, з часом утворюється органічна плівка, що ізолює каталізатор - діоксид марганцю від води.

Таким чином, уся каталітична здатність засипки, що фільтрує, зводиться до нуля. Практично "нанівець" зводиться і здатність середовища, що фільтрує, видаляти залізо, оскільки у фільтрах цього типу просто бракує часу для природного протікання реакції.

По-друге:

Більшість завантажень не можуть впоратися з випадками, коли вміст заліза у воді перевищує 10 мг/л, що зовсім не рідкість. Присутність у воді марганцю тільки погіршує ситуацію.

За принципом каталітичного окислення заснована робота таких фільтрів для видалення заліза, як фільтри типу FCO.[5]

3. Іонний обмін

Для видалення заліза цим методом застосовуються катіоніти. Причому усе ширше на зміну цеоліту й іншим природним іонітам приходять синтетичні іонообмінні смоли, ефективність використання іонного обміну при цьому значно зростає.

Будь-які катіоніти здатні видаляти з води не тільки розчинене двовалентне залізо, але також і інші двовалентні метали, зокрема кальцій і магній, для чого вони в першу чергу й застосовуються. Теоретично методом іонного обміну можна видаляти з води дуже високі концентрації заліза, при цьому не буде потрібно стадії окислювання розчиненого двовалентного заліза з метою одержання нерозчинного гідроксиду.

У багатьох випадках використання іонообмінних смол для знезалізнення недоцільно, тому що, маючи більше високу спорідненість до катіонітів, залізо значно знижує ефективність видалення на них іонів кальцію й магнію, проведення загальної демінералізації. Наявність у воді органічних речовин, у тому числі органічного заліза, приводить до швидкого заростання іонообмінної смоли органічною плівкою, що служить живильним для середовищем бактерій. Тому іонообмінні катіоніти застосовуються для знезалізнення звичайно лише в тих випадках, коли потрібно доочищення води по цьому параметрі до найнижчих концентрацій і коли можливо одночасне видалення іонів твердості.

Однак на практиці можливості застосування даного методу значно обмежені.

У першу чергу застосування іонного обміну для знезалізнення обмежує присутність тривалентного заліза, що швидко «забиває» смолу й погано звідти вимивається. Тому будь-яка присутність у воді, що проходить через іонообмінник, кисню або інших окислювачів вкрай небажано. Це ж накладає обмеження й на діапазон значень рН, у яких смола ефективна.

4. Мембранний метод

Мікрофільтраційні мембрани придатні для видалення колоїдних часток гідроксиду заліза (III); ультрафільтраційні й нанофільтраційні мембрани здатні видаляти крім цього колоїдне й бактеріальне органічне залізо, а метод

зворотного осмосу дозволяє видаляти до 98% розчиненого у воді двовалентного заліза. Однак мембранні методи дорогі й не призначаються конкретно для знезалізнення. Це відбувається в процесі знезаражування води (мікрофільтраційні мембрани), при глибокому її очищенні (ультрафільтраційні й нанофільтраційні) або знесоленні (зворотний осмос). Крім того, мембрани легко піддаються заростанню органічною плівкою й забиванню поверхні нерозчинними частками, у тому числі іржею, а також поглинають розчинене двовалентне залізо й втрачають здатність ефективно затримувати інші речовини.

Фірми-виробники зворотньоосмотичних мембран гарантують збереження їхніх технологічних властивостей у період експлуатації при вмісті загального заліза у воді не більше 0,1–0,3 мг/л, зважених домішок – не більше 0,5–0,6 мг/л, перманганатній окисності – не більше 5 мг O_2 /л і колоїдному індексу не більше 2–4 одиниць (параметри, що враховують зміст органічного заліза).

Однак застосування мембранних методів виправдано там, де просто необхідна високий ступінь очищення води, у тому числі й від заліза, наприклад, у медичній або харчовій промисловості.



Хоча найбільш простим, дешевим і екологічно раціональним способом видалення заліза з природних вод можна вважати спосіб окислення киснем повітря, слід відмітити, що остаточне рішення про вибір способу знезалізнення залежить від багатьох факторів, та має бути прийнятим тільки після ретельного аналізу можливих варіантів видалення заліза та визначення їх вартості з метою вибору найбільш економічного.

Отже, підземні води є складною багатокомпонентною системою, яка характеризується різними величинами ступеня агресивності, рН, гідрокарбонатної лужності, солевмісту, загальної твердості, перманганатної окисності, окисно-відновного потенціалу, містить іони важких металів (ІВМ), легкоокиснювані органічні сполуки, гумінові кислоти, розчинені гази, а також сполуки, які містять азот (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), феноли, фосфати.

Більшість з існуючих в Україні станцій очищення підземних вод було введено в експлуатацію в середині 70-х років ХХ століття за технологією

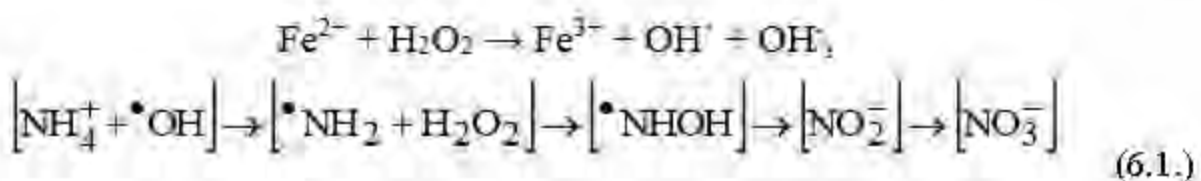
фільтрування із спрощеною аерацією, яка не передбачала комплексного видалення наведених вище забруднень. Тому у сучасних умовах актуальним завданням є розробка нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій, які б забезпечили комплексне очищення таких вод.

За результатами проведеного огляду сучасних технологій біологічного знезалізнення та деманганзації (табл. 1) можна зробити висновок, що залізобактерії є дуже поширеною групою мікроорганізмів у підземних водах. Використання їх у технологіях водоочищення не викликає великих капітальних та експлуатаційних витрат, оскільки вони вже адаптовані до відповідного навколишнього середовища.

Видалення амонійного нітрогену в біореакторах також можливо представити декількома механізмами в залежності від параметрів якості води та якісного складу мікроорганізмів в підземних водах та в контактному завантаженні біореактора.

В нейтральних та біля нейтральних підземних водах, в присутності хемоліто-автотрофних бактерій роду *Gallionella*, можливо розглядати процес сорбції йонів NH_4^+ на поверхні матриксних структур біо-мінералів, а також на клітинах самих бактерій, завдяки присутності на їх поверхні функціональних груп: PO_4^{3-} , COO^- , OH .

При очищенні підземних слабокислих вод, які містять бактерії роду *Leptothrix*, в контактному завантаженні біореактора можливий наступний механізм взаємодії амонійного нітрогену з гідроксильними радикалами $\bullet\text{OH}$, які утворюються в системі в результаті життєдіяльності цих бактерій, відповідно до реакції Фентона.



Також можливе використання амонійного нітрогену для побудови клітинної біомаси. В проведених нами дослідженнях на природних підземних водах

за технологічними схемами: біореактор – фільтр; біореактор – підключення – коагулювання – фільтрування, було зафіксовано також окиснення розчинених органічних сполук (RH), зокрема легкоокиснюваних органічних сполук та фенолів.

Механізм їх окиснення в слабкислому середовищі в присутності йонів Fe^{2+} , феробактерій, гідроген пероксиду, гідроксильних радикалів можливо описати наступними хімічними реакціями:



із подальшим виведенням із розчину утворених колоїдних часток за допомогою коагулянту [1]. Одним з визначальних параметрів при оптимізації процесів в системі $\text{H}_2\text{O}_2 - \text{Fe}^{2+} (\text{Fe}^{3+}) - \text{RH}$ є початкове значення рН.

Крім біореакторів до складу технологічного обладнання входять: аераційні пристрої, блок дозування розчину кальцинованої соди (при очищенні слабкокислих підземних вод із низьким лужним резервом $< 2,0$ ммоль/дм³), освітлювальні фільтри із системою гідроавтоматичної промивки, блок знезараження [3].

6.2. Каталітичні матеріали у водоочищенні

Каталітичні завантаження — це природні або штучні матеріали, що містять на поверхні або в пористій структурі гранул каталізатор окиснення (в більшості випадків діоксид марганцю - MnO_2), який створює каталітичний ефект в реакціях окиснення-відновлення, необхідний для їх швидкого перебігу. Обробка води із застосуванням каталітичних завантажень — це один із сучасних технологічних методів, які забезпечують в одній фільтрувальній колоні з програмованим клапаном три операції: окиснення, осадження і фільтрацію осаду. Як правило, вони використовуються для видалення заліза, марганцю та сірководню [8].

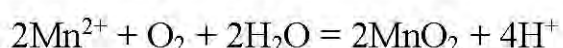
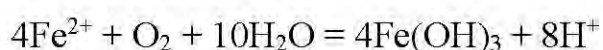
Аналіз класичних методів знезалізнення і деманганзації підземної води, заснованих на аеруванні з подальшим фільтруванням, показує їх нерівноцінність з точки зору надійності, технологічності, економічної доцільності та зручності експлуатації. До недоліків традиційних технологій можна віднести: обмежену сферу застосування (в основному промислову), значні коливання якості очищеної води, великі габарити обладнання та інше. В останні десятиліття минулого століття зазначені вище фактори стимулювали активну розробку каталітичних завантажень, як основи для створення принципово нових ефективних, високопродуктивних і компактних систем водоочищення. Чималу роль в цьому процесі зіграло і підвищення попиту на воду високої якості, яка використовується не тільки в промисловості, але і в кожному секторі.

6.2.1. Завантаження на основі діоксиду марганцю

У сучасному водоочищенні використовується широкий перелік каталітичних завантажень на основі діоксиду марганцю, починаючи від

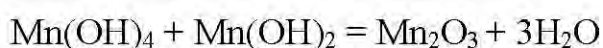
природного піролюзиту і закінчуючи рядом штучних завантажень. Останні технологічні новинки дозволяють спільно з марганцем, залізом і сірководнем видаляти миш'як, радій, уран, важкі метали й радіонукліди [8].

Для того, щоб докладніше розібратися з механізмом дії каталітичних завантажень і технологією їх застосування, почнемо з класичного прикладу. Відомо, що окислення іонів заліза у воді при кімнатній температурі — повільний процес. Зазвичай відразу після подачі води зі свердловини вона безбарвна і прозора, і утворення гідроксиду заліза (III) з гідрокарбонату, що додає воді жовте забарвлення, відбувається через 1-2 години, а випадання його в формі осаду тільки через 10-20 годин і більше. Ситуація з іонами марганцю (II) ще складніша:



При окисненні й переході заліза та марганцю в нерозчинні форми відбувається підкислення розчинів, що призводить до збільшення розчинності гідроксидів і уповільнення або повної зупинки процесу.

Багато років тому фахівцями з водоочищення було помічено, що фільтрувати воду, яка містить гідрокарбонатну форму заліза і марганцю після її аерації, можна практично відразу. Було встановлено, що на нейтральних зернах, наприклад, піску утворюється плівка гідроксидів заліза і марганцю. Ця плівка активно інтенсифікує процес їх окиснення і виділення з води [5].



Проблеми, що виникають при автоактивації кварцового піску, особливо в разі недостатньої кількості марганцю для створення каталітичного шару, викликали підвищений інтерес до природних каталітичних фільтрувальних середовищ, а потім і до створення штучних каталітичних завантажень з закріпленими на носії діоксидом марганцю або залізомарганцевих композицій.

Найбільш популярні каталітичні фільтрувальні матеріали, що являють собою відносно легку матрицю — алюмосилікати, доломіт, природні та штучні цеоліти, активоване вугілля. Приклади таких каталітичних завантажень, що провокують швидко утворення автокаталітичного шару заліза і зв'язують манган(II), наведені в таблиці 1.

Таблиця 6.1. Основні технічні характеристики каталітичних фільтрувальних матеріалів для знезалізнення і деманганації води

	Birm	Manganese Greensand	Pyrolox	МЖФ
Колір	чорний	фіолетово-чорний	чорний	коричнево-бурий
Сировина	алюмосилікат	глауконітовий зелений пісок	піролозит	доломіт
Розмір частинок, мм	0,4-2,0	0,25-1,2	0,4-1,5	0,5-1,5
Коефіцієнт однорідності	2,7	1,4-1,6	1,7	1,4-2,0
Щільність частинок, г/см ³	2,0	2,4-2,9	3,8	2,4-2,55
Насипна маса, г/см ³	0,6-0,7	1,4	1,8-2,0	1,4
Максимальний вміст у воді Fe, мг/л	4	15	10	50
Ємність за Fe, г/л завантаження	1	0,5-0,64	8	2
Ємність по H ₂ S, г/л	0	0,4	немає даних	немає даних

Робочий діапазон рН	7,0-9,0	6,2-8,8	6,8-8,8	4,5-9,0
Окисник	O ₂	KMnO ₄ , KMnO ₄ +Cl ₂	NaOCl, KMnO ₄ , O ₂ , O ₃	KMnO ₄ , O ₂ , Cl ₂ , O ₃
Розширення шару, %	20-40	35-50	15-30	20
Швидкість потоку, м/ч, робочий режим	6,0-12,0			
Режим зворотної промивки	25-30	20-30	65-75	35

Основною подібністю всіх зазначених матеріалів є наявність в складі 3-х або 4-х валентних оксидів мангану, а перевагою — можливість регенерації зворотним струменем води одночасно з розпушуванням, що дозволяє ефективно очистити зерна завантаження від накопичених забруднень практично по всій висоті шару

6.2.2. Умови роботи каталітичних матеріалів

Каталітичні завантаження, попри начеб-то простоту їх використання, є непростим інструментом водоочищення.

По-перше, для їх ефективної роботи каталітична поверхня матеріалу повинна залишатися чистою і доступною для іонів. Тому оброблювана вода, що містить у великих кількостях зважені речовини, слизоутворюючі бактерії, глину і великі органічні молекули, повинна бути попередньо очищена від цих домішок.

По-друге, нестабільні ґрунтові води також можуть пригнічувати шар каталізатора через осадження на ньому солей твердості та «зварювати» між собою гранули, перешкоджаючи процесам фільтрації та зворотного промивання.

По-третьє, низькі або високі значення рН, а також повна відсутність кисню в глибоко залягаючій воді, можуть привести до вилуговування каталізатора (як донора кисню) і виносу його з каталітичного шару в очищену воду.

Крім того, всі системи, що працюють на основі каталітичного окислення (наприклад — заліза) за участю кисню повітря, неефективні щодо органічного заліза і залізобактерій. Більш того, при наявності у воді будь-якої з форм органічного заліза, на поверхні гранул з часом утворюється органічна плівка, що ізолює доступ іонів до каталізатора.

Недоліки каталітичних матеріалів

Однак у реагентних каталітичних матеріалів є істотні недоліки:

- при їх використанні необхідна наявність не тільки каталізатора, але й окиснювача;
- вони неефективні щодо органічного заліза;
- вони не працюють при високому вмісті заліза (понад 10-15 мг/л);
- потрібні високі лінійні швидкості промивання і велика витрата сервісної води;
- як регенерувальний агент використовується токсичний прекурсор;
- надходження перманганату калію зі стічними водами в системи з очищення побутових стоків призводить до загибелі мікроорганізмів і порушення роботи септиків;
- можливе надходження мангану в очищену воду;
- можуть бути встановлені обмеження по складу води, що очищається.

Повертаючись до безреагентних завантажень, слід зазначити, що оброблювана вода, що містить у великих кількостях зважені речовини, глину і великі органічні молекули, сірководень і нафтопродукти, органічне залізо, залізобактерії та не містить кисень повітря, з низьким рН істотно знижує, а іноді й повністю обнуляє ефективність багатьох завантажень.

Наведені дані свідчать про те, що каталітичні завантаження займають певну нішу водоочищення. Каталітичні завантаження здатні поліпшити технології очищення води, захищаючи традиційні системи й продовжуючи їх ресурс, і в деяких випадках, як, наприклад, відсутність технологічної можливості організувати пом'якшення води або промивку хлоридом натрію, є кращою альтернативою. Конкретних рекомендацій з вибору того чи іншого каталітичного завантаження не дає жодне з відомих авторам джерел інформації. У будь-якому випадку вибір оптимального типу завантаження і технології її застосування з урахуванням конкретного складу води залежать в першу чергу від досвіду і кваліфікації фахівців.

7. Розрахунок та проектування водоочисних споруд

7.1. Вибір та обґрунтування технологічної схеми та завантаження фільтрів

Знезалізнення підземних вод приймається на напірним фільтрах з каталітичним завантаженням виходячи з вихідних параметрів підземної води і витрати води, необхідної для нового мікрорайону.

Так як сумарний вміст заліза Fe^{2+} у вихідній воді 2,5 мг/л, то враховуючи відомості розділу № 6 даної магістерської роботи можемо використати каталітичне завантаження ***Birm***.

При використанні завантаження ***Birm*** – штучного цеоліту, який покритий оксидами марганцю і заліза у вигляді гранул чорного кольору, швидкість фільтрування 9-12 м/год. Він є ефективним і економічним фільтруючим матеріалом з каталітичними властивостями для видалення заліза при низьких і середніх концентраціях.

Головна перевага ***Birm*** в тому, що цей наповнювач не вимагає хімічних реагентів при регенерації. У процесі фільтрування відбувається зниження каламутності та кольоровості.

Основні характеристики ***Birm***:

- колір чорний;
- насипна щільність – 0,6-0,8 г/см³;
- щільність гранул – 2,0 г/см³;
- коефіцієнт неоднорідності – 1,7;
- розмір гранул – 0,4-2 мм;
- висота фільтруючого шару – 750-900 мм;
- простір над завантаженням – 35-40 %;
- швидкість фільтрування – 9-12 м/год.;
- швидкість зворотного промивання – 24-30 м/год.

Вимоги до вихідної води:

- сумарний вміст заліза Fe^{2+} – не більше 3 мг/л;
- розчинений сірководень – відсутній;
- водневий показник рН – не менше 6,8 (при видаленні марганцю вище 8);
- нафтопродукти – відсутні;
- тверді абразивні частки – відсутні;
- вміст розчиненого кисню – на 15% більше концентрації заліза;
- окисність перманганатна – не більше 3,0 мгО₂/л;
- зміст бікарбонатів – в 2 рази вище суми вмісту хлоридів і сульфатів;

- температура – +5°C - +35°C.

7.2. Розрахунок напірного фільтра з контактним завантаженням

Площа напірного фільтра визначають по формулі:

$$F = \frac{Q_{\text{доб}}}{T v_{\text{р.н.}} - 3,6n(w_1 t_1 + w_2 t_2 + w_3 t_3) - n t_4 v_{\text{р.н.}}} \quad \text{м}^2 \quad (7.1)$$

де $Q_{\text{доб}}$ – корисна продуктивність станції, м³/доб;

$T = 24$ год – тривалість роботи станції;

$v_{\text{р.н.}}$ – розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі, приймаємо 9 м/год;

n – кількість промивок одного фільтра за добу при нормальному режимі експлуатації, приймаємо 2 шт.;

w_1 та t_1 – інтенсивність в л/с·м² та термін в год для початкового розпушення фільтруючого завантаження;

w_2 та t_2 – інтенсивність подачі води в л/с·м² та термін в год водоповітряної промивки;

w_3 та t_3 – інтенсивність в л/схм² та термін в год відмивки;

t_4 – час простою фільтра у зв'язку з промивкою, приймається для фільтрів, які промиваються водою, в год.

$$F = \frac{3860,54}{24 \times 9,0 - 3,6 \times 2(8 \times 0,017 + 4 \times 0,083 + 8 \times 0,034) - 2 \times 0,33 \times 9,0} = \frac{3860,54}{208,58} = 18,51 \text{ м}^2$$

Кількість напірних фільтрів діаметром 2,0 і при площі одного фільтра $f=3,14$ м² [3,табл.47] повинна бути $N=F:f=18,51:3,14=5,89$ шт. Приймаємо 6 робочих напірних фільтрів. Згідно [1,п.10.12.1], при кількості робочих фільтрів до 20 шт, кількість фільтрів відключених на ремонт або промивку - 1шт. Швидкість фільтрування води у форсованому режимі, м/год, визначається за формулою:

$$V_{\phi} = \frac{V_n \cdot N_{\phi}}{N_{\phi} - N_1} = \frac{9 \cdot 6}{6 - 1} = 10,8, \text{ м/год} < 12 \text{ м/год}, \quad (7.2.)$$

швидкість знаходиться в межах норми, кількість фільтрів збільшувати не потрібно.

7.2.1. Розрахунок розподільчої системи фільтра

Вибраний напірний вертикальний фільтр має діаметр 2,0 м. Площа пісчаного завантаження $3,14 \text{ м}^2$ (в плані). Інтенсивність промивки 8 л/сек м^2 .

Загальна витрата води на промивку на один фільтр $q_{\text{гр}} = 3,14 \times 8 = 25,12 \text{ л/с} = 0,025 \text{ м}^3/\text{с}$.

Діаметр сталюого колектора розподільчої системи напірного фільтра при швидкості входу в нього промивної води $0,86 \text{ м/с}$ буде $d = 200 \text{ мм}$ [8]. швидкість, що рекомендується $1-1,2 \text{ м/с}$.

З кожного боку колектора розміщується по 5-6-7 відгалужень у вигляді горизонтальних сталюих труб (мал.9.3.) зовнішнім діаметром 60 мм , що

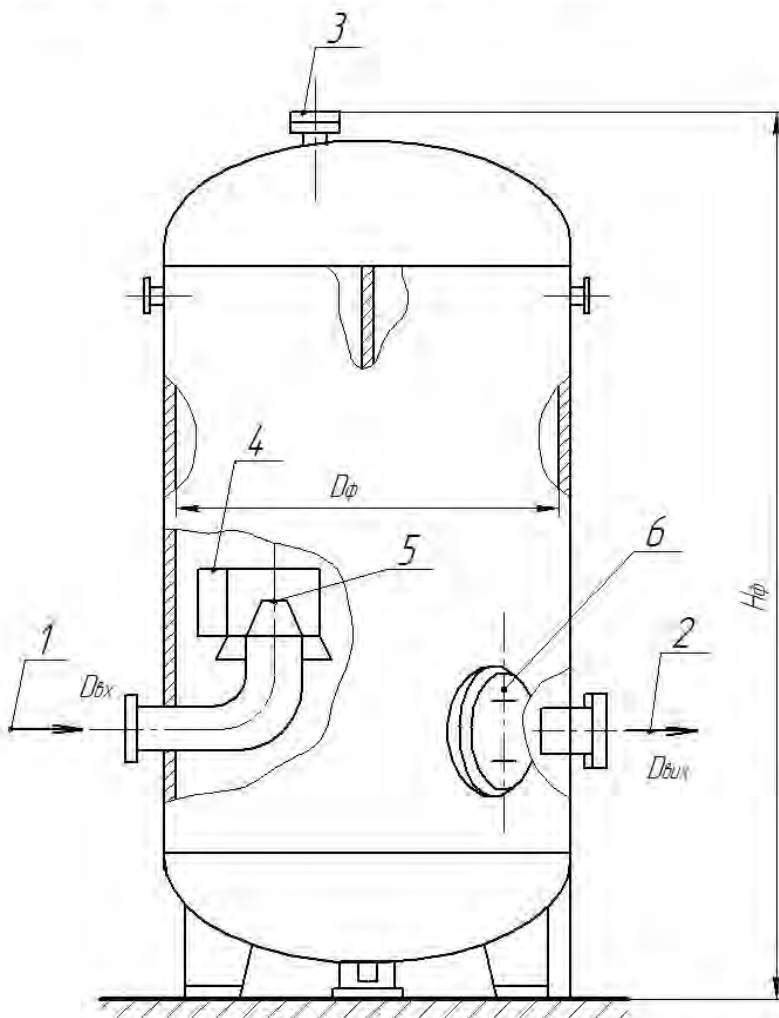


Рис. 7.1. Принципова схема напірного фільтра

1- подача вихідної води, 2 - відвід очищеної води, 3 - в дренажну систему, 4 - раструб, 5 - сопло, 6 - люк

приварюються під прямим кутом на відповідних відстанях $2:12=0,2 \text{ мм}$ (між осями труб).

На штуцерах відгалуджень закріплюються фарфорові щільові дренажні ковпачки ВТИ-5. Необхідна сумарна площа щіль в дренажних ковпачках повинна бути $0,8-1\%$ робочої площі фільтра, тобто

$$\sum f_{\text{отв.}} = 0,008 \frac{\pi D^2}{4} = 0,008 \times 0,785 \times 2,0^2 = 0,025 \text{ м}^2. \quad (7.3.)$$

Площа щілей (отворів) на кожному ковпачці складає $f_{\text{щ}} = 192 \text{ мм}^2 = 0,000192 \text{ м}^2$.

Загальна кількість ковпачків та відгалуженнях розподільчої системи

$$f = \frac{\sum f_{\text{щ}}}{f_{\text{щ}}} = \frac{0,025}{0,000192} \approx 130 \text{ шт.} \quad (7.4.)$$

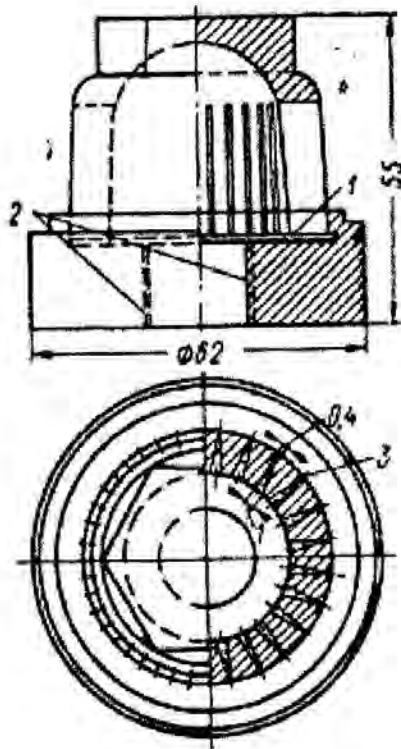


Рис. 7.2. Дренажний фарфоровий ковпачок

- 1- лінія зварки;
- 2- різьба;
- 3- щілі.

Так як фільтр має в плані круглий перетин, то відгалуження будуть різної довжини, а саме 0,21; 0,48; 0,64; 0,77; 0,83 та 0,88 м.

Сумарна довжин всіх відгалужень розподільчої системи фільтра $D = 2 \text{ м}$ складатиме $L = 4(0,48+0,64+0,77+0,83+0,88) = 15,24 \text{ м}$.

Середня відстань між дренажними ковпачками:

$$e = L:n = 15,24:130 \approx 0,117 = 117 \text{ мм.} \quad (7.5)$$

На найбільш довгих відгалуженнях (в центрі фільтра) $l = 0,88 \text{ м}$ влаштовують 8 ковпачків, а найбільш коротких відгалуженнях $l = 0,21 \text{ м}$ – по 2 ковпачки.

Кількість ковпачків на 1 м^2 фільтра складатиме $130:3,14 \approx 41$ шт.(рекомендовано не менше 35-40 [3]).

Кількість промивної води, що приходить на один ковпачок , $q_{\text{ковп.}} = 0,025:130 \approx 0,0002 \text{ м}^3/\text{с}$.

Швидкість проходу промивної води через щілі ковпачка:

$$v_{ш} = q_{ковч.} : f_{ш} = 0,0002 : 0,000192 = 1,05 \text{ м/с.} \quad (7.6.)$$

Витрата промивної води, що приходиться на найбільш довге відгалуження з числом ковпачків:

$$n = 8: q_{д.ков.} = n \times q_{д.ков} = 8 \times 0,0002 = 0,002 \text{ м}^3/\text{с.} \quad (7.7.)$$

При допустимій швидкості $1,8 \div 2 \text{ м/с}$ діаметр відгалуження 50 мм, що відповідає швидкості 1,41 м/с.[5].

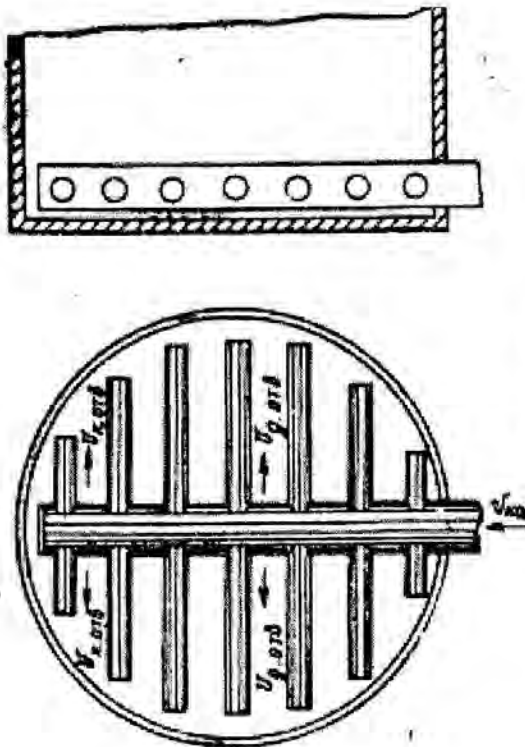


Рис. 7.3. Трубчатий дренаж вертикального напірного фільтра

Опір в щілях дренажних ковпачків розподільчої системи круглого в плані фільтра, що складається з центрального колектора та бокових розподільчих труб неоднакової довжини, визначається по формулі:

$$h = \frac{v_{ш}^2}{2g\mu^2}, \quad (7.8.)$$

де $v_{ш}$ – швидкість води в щілях ковпачка; μ - коефіцієнт витрати, рівний 0,5;

$$\text{Так як } v_{ш} = 1,05 \text{ м/с, то } h = \frac{1,05^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,5^2} \approx 0,225 \text{ м.}$$

Режим промивки напірних фільтрів наступний : впусування загрузки (з інтенсивністю $6-8 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$) – 1 хвилина, водоповітряна промивка ($3-4 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ води та $20-25 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$) 5 хвилин, відмивка водою ($6-8 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$) 2 хвилини.

Відвід промивної води з напірного фільтра виконується за допомогою водозбірної воронки: діаметр воронки повинен бути $d_v = (0,2 \div 0,25) D$, (де D – діаметр фільтра). Приймаємо $d_v = 0,2 \times 2,0 = 400 \text{ мм}$.

7.3. Розрахунок необхідності стабілізаційної обробки води

При відсутності даних технологічних аналізів, стабільність води допускається визначати за індексом Ланжелє, за формулою:

$$I_L = pH - pH_s \quad (7.9)$$

де pH – водневий показник води, яка досліджується;

pH_s - водневий показник, при якому вода з концентраціями іонів кальцію і гідрокарбонатів при даній температурі води і загальному вмісті солі є стабільною, визначаємо за формулою:

$$pH_s = f(t) - f(Ca^{2+}) - f(L) + f(P) \quad (7.10)$$

де $f(t)$ – функція температури води; $f(L)$ – функція лужності води;

$f(Ca^{2+})$ – функція концентрації в воді іонів кальцію; $f(P)$ – функція солевмісту води.

Всі характеристики по джерелам водопостачання наведені в табл. 7.1. Для визначення величини pH_s використаємо власні дані, на основі яких по графіках, що зображені на рис.7.4. визначаємо дану величину [1, дод.Г, рис.Г.1].

Таблиця 7.1.

Характеристика джерела для визначення індексу стабільності

Підземне джерело
$pH=6,4-6,5$
$T=9^{\circ}C$
$P=350\text{мг/л}$
$L= 5,0-5,5 \text{ мг-екв/л}$
$Ca^{2+}=85$
$pH_s= 7,3$
$I_L=6,45 - 7,3 = - 0,85$
<i>Вода з поверхневого джерела схильна до корозії, воду необхідно підлужнювати, лужними реагентами, наприклад вапном</i>

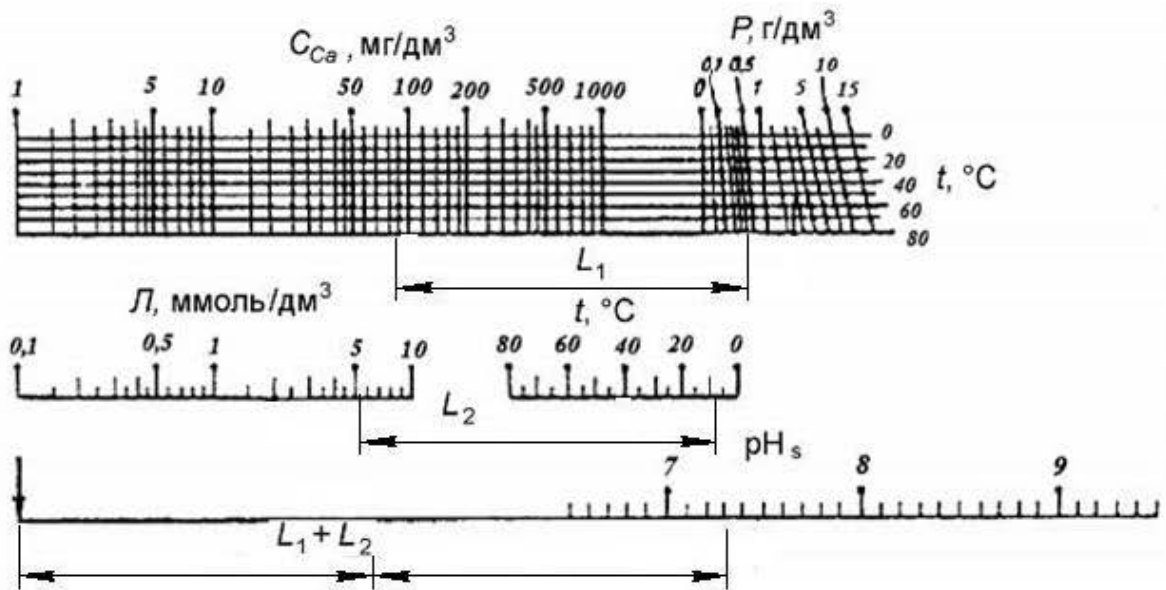


Рис.7.4. Номограма для визначення pH_s підземного джерела

При негативному індексі насичення води карбонатом кальцію для одержання стабільної води потрібно передбачати її обробку лужними реагентами (вапном, содою і т.д.).

Дозу вапна слід визначати за формулою:

$$D_b = 28 \cdot \beta_b \cdot K_t \cdot L, \text{ мг/дм}^3 \quad (7.11.)$$

де D_b - доза вапна, мг/дм^3 , в розрахунку на CaO .

β_b - коефіцієнт, що визначається за номограмою [1, рис. Г.4], в залежності від водневого показника pH води (до стабілізаційної обробки, 6,45) і індексу насичення $-J$;

K_t - коефіцієнт, що залежить від температури води:

при $t=18^\circ\text{C}$ - $K_t = 1$, при $t=50^\circ\text{C}$ - $K_t = 1,3$;

L - лужність води до стабілізаційної обробки, ммоль/дм^3 .

$$D_b = 28 \cdot 0,28 \cdot 1 \cdot 5,25 = 41,16, \text{ мг/дм}^3$$

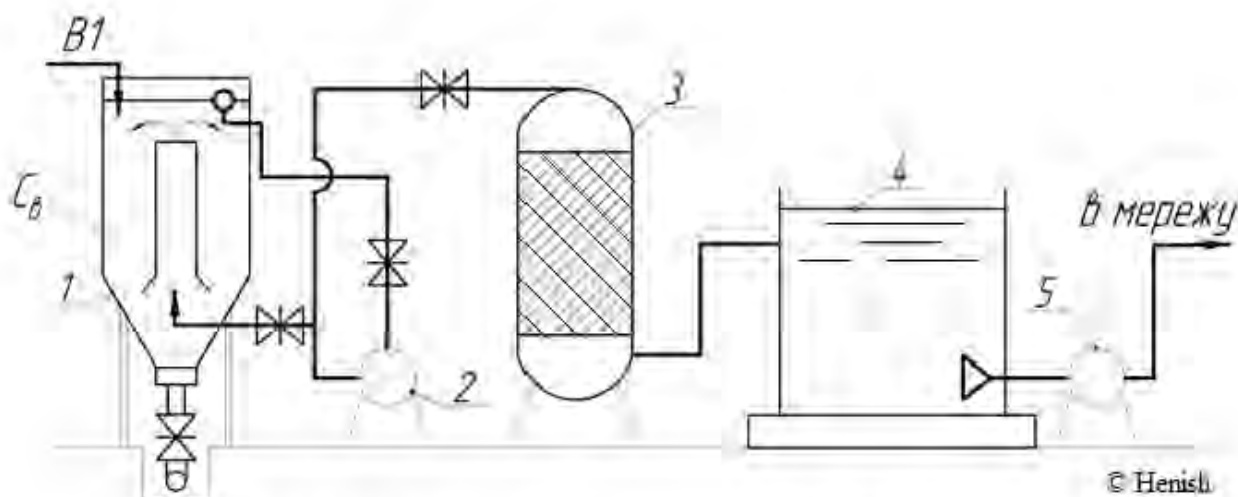


Рис.7.5. Схема установки стабилизации воды:

1 – розчинно-виратний бак з гідро змішувачем; 2 – циркуляційний насос; 3 – напірний фільтр; 4 – бак збору лужного реагенту; 5 – насос який подає стабілізовану воду в мережу.

7.4. Основні проектні рішення водоочисної станції

Напірні фільтри 6 шт. з каталітичним завантаженням діаметром 2 м і висотою 3 м розміщуються у будівлі розміром у плані 12x18 м, встановлені у ряд, з міркувань зручності експлуатації, а саме можливості влаштування напрямка для збору промивних вод з фільтрів. Для монтажу та демонтажу фільтрів, а також завантаження і вивантаження фільтруючого матеріалу в будівлі передбачено підйомно-транспортне обладнання, і широкі ворота-двері навпроти фільтрів для зручності виконання робіт.

В будівлі також передбачена майстерня для ремонтів обладнання та вузлів, лабораторія – для контролю вхідних та вихідних параметрів води, підсобне приміщення для працюючих, санвузол, духова і кладова. Над трубопроводами, які не прокладено під підлогою, влаштовані дерев'яні переходи.

8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

8.1. Охорона праці

8.1.1. Система охорони праці на підприємстві

Права і обов'язки керівника та працівника щодо охорони праці:

- *Роботодавець зобов'язаний* створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових

актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;
- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі - акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;
- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та

індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

• *Працівник зобов'язаний згідно:*

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця.

Працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і у разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства.

Види інструктажів

За характером і часом проведення інструктажів з питань охорони праці поділяються на:

- Вступний інструктаж
- Первинний інструктаж
- Повторний інструктаж
- Позаплановий інструктаж
- Цільовий інструктаж

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктаж проводить безпосередньо керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер, інструктор виробничого навчання, викладач тощо). Після інструктажу має бути проведено усне опитування, а також перевірка

практичних навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє той, хто проводив інструктаж. Про проведення первинного, повторного, позапланового інструктажів, стажування та допуск до роботи особи, яка, проводила інструктаж, робить запис у журналі. При цьому обов'язковими є підписи того, кого інструктували, і того, хто інструктував. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошиті та засвідчені печаткою.

Керівник підприємства зобов'язаний видати працівнику примірник *інструкції з охорони праці* за його професією або розмістити її на його робочому місці.

Відповідальність роботодавця та працівника щодо порушення вимог з охорони праці

За порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб, органів державного нагляду і представників професійних спілок винні працівники притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної і кримінальної відповідальності згідно із законодавством.

✓ *Дисциплінарна відповідальність* - регулюється Кодексом законів про працю і накладається у вигляді догани, звільнення з роботи. Дисциплінарне стягнення не може бути накладене пізніше шести місяців з дня вчинення проступку.

✓ *Адміністративна відповідальність*. До адміністративних порушень можна віднести протиправні дії чи бездіяльність, спрямовані на створення перешкод для діяльності посадових осіб, органів державного нагляду і представників професійних спілок. Адміністративна відповідальність регулюється Кодексом про адміністративні правопорушення і реалізується у вигляді накладання штрафів на працівників у розмірі від 2 до 14 неоподаткованих мінімумів доходів громадян і, зокрема, службових осіб підприємств, установ, організацій, а також громадян - роботодавців чи уповноважених ними осіб

✓ *Матеріальна відповідальність*. Підставою для такої відповідальності на працівника є наявність прямої дійсної шкоди, вина працівника (умисел або необережність), протиправні дії (бездіяльності) працівника, а також наявність причинного зв'язку між виною, протиправними діями працівника та завданою шкодою. Існують різні види матеріальної відповідальності залежно від того, чи є в діях працівника ознаки кримінального злочину. На працівника може бути накладено повну матеріальну відповідальність або обмежену відповідальність в межах середнього місячного заробітку. Працівник звільняється як від кримінальної, так і матеріальної відповідальності, якщо ним заподіяно шкоду в стані крайньої необхідності або ж в стані необхідної оборони.

✓ *Кримінальна відповідальність* стягується за порушення правил охорони праці, недотримання загальнодержавних, галузевих та локальних правил, інструкцій та інших підзаконних актів настає за порушення вимог законодавства та інших нормативних актів про охорону праці, якщо це порушення створило небезпеку для життя або здоров'я громадян. Порушення спеціальних правил, що забезпечують безпеку робіт, становлять окремі склади злочину і для кожного з них передбачено відповідальність в Кримінальному кодексі України.

Соціальне страхування працівників:

Усі працівники підлягають обов'язковому соціальному страхуванню роботодавцем від нещасних випадків і професійних захворювань, проводить його управління Фонду соціального страхування України.

За рахунок коштів бюджету Фонду соціального страхування у разі настання страхового випадку здійснюються такі види виплат застрахованим особам:

- пенсії по інвалідності внаслідок нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання;
- пенсії у зв'язку з втратою годувальника внаслідок нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання;
- допомога у зв'язку з тимчасовою непрацездатністю, яка настала внаслідок нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання, до відновлення працездатності або встановлення інвалідності;
- одноразова допомога у разі стійкої втрати професійної працездатності потерпілого;
- щомісячна грошова виплата у разі часткової чи повної втрати працездатності, що компенсує відповідну частину втраченого заробітку потерпілого;
- грошова виплата за моральну шкоду за наявності факту заподіяння такої шкоди потерпілому;
- виплата потерпілому в розмірі його середньомісячного заробітку за тимчасового переведення його на легшу роботу;
- виплата потерпілому під час його професійної реабілітації;
- одноразова допомога у разі смерті потерпілого;
- щомісячна страхова виплата особам, які мають на неї право, у разі смерті потерпілого;

— надання допомоги на поховання осіб, які померли внаслідок нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання.

Роботи з підвищеною небезпекою та їх виконання

До робіт з підвищеною небезпекою на водозабірних спорудах і на водопровідній мережі **м.Яблунець Житомирської області** відносяться такі роботи:

- водопониження на час вкладання трубопроводу у траншею в мокрих ґрунтах;
- вантажно-розвантажувальні роботи за допомогою машин і механізмів під час монтажу трубопроводу;
- роботи, що виконують всередині колодязів водопровідної мережі під час їх ремонту та експлуатації, роботи в траншеях а саме, ручна підчистка дна траншеї перед монтажем трубопроводу, влаштування стиків чавунних труб в напрямках траншеї в мокрих ґрунтах.
- роботи в замкнених просторах, а саме резервуарах чистої води, під час їх очистки від бруду, поточного ремонту та огляду, експлуатації фільтрів поглиначів, що безпосередньо розміщені в РЧВ.

Відповідно до Переліку робіт з підвищеною небезпекою працівники, які виконують перелічені в ньому роботи, повинні проходити спеціальне навчання і щорічну перевірку знань з питань охорони праці, до них висуваються підвищені вимоги як до стану здоров'я та психологічних особливостей, *старші 18 років*.

Роботи, які виконуються періодично, потребують при їх виконанні особливих заходів безпеки, і тому виконуються за спеціальним *нарядом-допуском*.

Виконання перелічених робіт підвищеної небезпеки без оформлення наряду не дозволяється.

Видавати наряд мають право керівник підприємства, головний інженер, заступники керівника підприємства. Начальники цехів, відділів, лабораторій, будівельних майданчиків та їх заступники можуть виписувати наряди тільки для своїх виробничих підрозділів, працівникам, яким доручено виконувати роботи підвищеної небезпеки.

8.1.2. Виробнича санітарія

Під час роботи в колодязях та замкнених просторах можливий вплив на сантехніків *шкідливих і небезпечних виробничих факторів*:

- підвищене фізичне навантаження;
- незадовільний температурний режим (в т.ч. перепад температур);
- підвищена вологість повітря робочої зони під час роботи в колодязях;
- підвищена загазованість повітря робочої зони під час роботи в колодязях, колекторах отруйними і вибухонебезпечними газами;
- небезпека падіння в колодязь під час спуску в нього, ударів під час відкривання і закриття люків колодязів;
- падіння предметів у відкриті люки на працюючих в колодязях;
- небезпека впливу потоків води на працюючих в колодязях;
- затоплення закритих просторів водою (механічні пошкодження чи аварії на діючих підземних комунікаціях; дія води під час рясних атмосферних опадів).

Засоби захисту

Адміністрація повинна забезпечити сантехніків безкоштовним спецодягом і взуттям, засобами індивідуального захисту і інвентарем:

- костюм бавовняний з водовідштовхуючим просоченням; - рукавиці комбіновані; - куртка бавовняна на утеплювальній прокладці; - чоботи кирзові; - плащ прогумований з кашпоном; - захисна каска і жилет помаранчевого кольору; на *зовнішніх роботах взимку* додатково: - куртка бавовняна на утеплювальній прокладці; - брюки бавовняні на утеплювальній прокладці;

Бригада, що виконує роботи в колодязях, повинна мати наступне запобіжне і захисне пристосування:

- індивідуальні запобіжні пояси на кожного члена бригади з лямками і вірьовками, що пройшли попередні випробування; - довжина вірьовки повинна бути не менше, ніж на 2 м більше глибини колодязя; - газоаналізатор або індикатор газу; - вірьовка з карабіном; - сигнальний жилет; - захисна каска; - ізолюючий протигаз з шлангом довжиною на 2 м більше глибини колодязя, але загальною довжиною не більше за 12 м. Забороняється замінювати ізолюючий протигаз фільтруючим протигазом; - дві лампи ЛБВК;

8.1.3. Безпека праці при виконанні основних робіт у закритих просторах (колодязі на мережі)

На території *міста Яблунець, Житомирської області* по трасуванню магістральної і розподільчої мережі розміщені *водопровідні колодязі* з фасонними частинами, водозапірною арматурою та пожежними гідрантами,

на станції водопідготовки розташовано *резервуари чистої води*, колодязі, колодязь з насосним обладнанням для подачі води у систему водопостачання, НС-Шп.

Згідно «Інструкції з охорони праці під час робіт в закритих просторах» інструктуються робітники, які виконують роботи з підвищеною небезпекою, роботи в колодязях, перед початком робіт відповідальному необхідно видати наряд-допуск на виконання робіт з підвищеною небезпекою.

До виконання робіт в закритих просторах допускаються особи не молодше 18 років, які мають професійні навички, пройшли спеціальне навчання безпечним методам і прийомам виконання цих робіт і одержали відповідне посвідчення.

Для виконання робіт в закритих просторах призначаються ланки робітників в кількості не менше трьох чоловік кожна. При цьому два робітники, які знаходяться не в зоні закритого простору, повинні страхувати безпосередніх виконувачів робіт за допомогою рятувальної мотузки, яка прикріплюється до рятувального пояса.

Рятувальний пояс повинен одягатись поверх одягу, мати хрестоподібні лямки і прикріплену до нього сигнально-рятувальну мотузку довжиною на 2 м більше глибини закритого простору, але не більше 10 м.

Рятувальну мотузку прив'язують до кільця пояса і пропускають через кільце, прикріплене до перехресних лямок на спині з таким розрахунком, щоб під час евакуації потерпілого з закритого простору за допомогою рятувальної мотузки тіло його висіло вертикально головою вгору.

Для виконання робіт в закритих просторах робітники повинні забезпечуватись засобами індивідуального захисту згідно «Інструкції з охорони праці під час робіт в закритих просторах». Основними вимогами під час виконання робіт у *колодязях* є:

- Відкривати кришки люків камер, колодязів на підземних спорудах та спускатися в них без дозволу відповідних експлуатаційних установ забороняється.
- Для піднімання люка колодязя слід користуватися ломиками з спеціальними наконечниками і гачком. Наконечник і гачок повинні бути виготовленні з кольорового металу для запобігання іскроутворення.
- Забороняється відкривати кришки руками.
- Зняту кришку слід укласти з боку закритого простору, протилежному напрямку руху транспортних засобів.

- Поки не буде встановленого в закритому просторі відсутність вибухонебезпечних газів, до люка забороняється наближатися та допускати до нього перехожих з відкритим вогнем (запалений сірник, цигарка та інше).
- Після відкриття люка повітря до спуску робітників в закритий простір повинно бути досліджено на присутність небезпечних газів. За їх наявності спуск робітників забороняється.
- Впевнитись за допомогою газоаналізатора у відсутності вибухонебезпечного газу - метану та пари бензину.
- Необхідно перевірити наявність в закритому просторі вуглекислого газу. Для виявлення наявності вуглекислого газу необхідно користуватися бензиною лампою ЛБВК. Запалену лампу опускають в колодязь. За наявності вуглекислого газу полум'я згасає; за наявності сірководню і метану - зменшується; за наявності пари бензину та ефіру - збільшується.
- Виявлені гази видаляють, а потім перевіряють чи повністю видалений газ. Забороняється визначати наявність газу по запаху чи опускаючи в закритий простір запалені предмети.
- Забороняється видалення газу шляхом випалення.
- Якщо газ з закритого простору повністю видалити неможливо, опускатись в закритий простір дозволяється тільки в ізолюючому протигазі марки ПШ-1. В цьому випадку спостерігати за робітником і шлангом повинен бригадир чи майстер.
- Опускання в закритий простір і робота в ньому без запаленої бензинової лампи забороняється.
- Якщо бензинова лампа згасне, робітник повинен негайно піднятися на землю. Запалювати лампу в закритому просторі забороняється.
- Працювати в закритому просторі в ізолюючому протигазі дозволяється не більше 10 хвилин. Кожен з трьох робітників, попрацювавши 10 хвилин в закритому просторі, наступні 20 хвилин повинен знаходитись на свіжому повітрі.
- Незалежно від результату первинної перевірки наявності газу в закритому просторі, наступна перевірка повинна виконуватись через кожну годину.
- Наглядачі в колодязях повинні бути забезпечені ізолюючими протигазами зі шлангами, робітник в колекторі - шланговим протигазом, акумуляторним ліхтарем, напруга якого 12 В, і бензиною лампою.
- Робітник, який спускається в закритий простір або підіймається з нього, не повинен тримати в руці будь-які предмети.

- Всі необхідні інструменти і матеріали треба спускати йому і приймати від нього в спеціальній сумці або інструментальному ящику.

8.1.4. Розрахунок освітлення будівельного майданчика при будівництві поліетиленового трубопроводу діаметром 160 мм

Вихідні дані:

Розмір будівельного майданчика ділянки, де відбувається безпосередньо монтаж чавунного трубопроводу: $S=25 \times 31=775 \text{ м}^2$, Норма освітлення 2лк, виконання монтажних робіт СН 81-80.

Розраховуємо кількість прожекторів, висоту мачти оптимальний, кут нахилу прожектора до горизонту, кут між оптичними осями прожекторів, необхідну потужність прожекторної установки, одиничну потужність лампи.

Орієнтовно число прожекторів визначається по формулі:

$$N = \frac{m E_n K S}{P_l} \quad \text{шт} \quad (8.1)$$

де m – коефіцієнт, який враховує світлову віддачу джерела світла;

E_n – нормативне освітлення горизонтальної поверхні, лк;

K – коефіцієнт запасу;

S – освітлена площа, м^2 ;

P_l – потужність лампи, Вт.

При $E_n=2\text{лк}$ і $K=1,5$ підбираємо необхідний тип прожектора ПЗС-45 з лампою ЛНГ 220-50.

$$N = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 775}{500} = 1,03 \quad \text{шт} \quad (8.2.)$$

Приймаємо 2 прожектори.

Мінімальна висота встановлення прожектора над поверхнею, що освітлюється:

$$H = \sqrt{\frac{I_{\max}}{300}} = \sqrt{\frac{70000}{300}} = 15,3 \text{ м} \quad (8.3)$$

де I_{\max} – максимальна сила світла.

ЛНГ 220-50 має $I_{\max}=70000\text{кд}$.

Визначаємо кут нахилу оптичної осі θ прожектора до горизонту та кут між оптичними осями прожекторів β , які прийняті по [20]:

$$\theta = 15^\circ, \beta = 15^\circ.$$

Визначаємо питому потужність:

$$W = E \cdot m \cdot K = 2 \cdot 0,2 \cdot 1,5 = 0,6 \text{ Вт/м}^2 \quad (8.4)$$

Загальна потужність прожекторів визначається за формулою:

$$P = W \cdot S = 0,6 \cdot 775 = 465 \text{ Вт} \quad (8.5)$$

Одинична потужність лампи буде рівна:

$$p_{\text{л}} = P/N = 465/2 = 232,5 \text{ Вт} \quad (8.6)$$

Вибираємо найближчу стандартну лампу потужністю 275 Вт.

8.1.5. Заходи з пожежної безпеки

Організація пожежної безпеки під час роботи на будівельному майданчику по влаштуванню чавунного трубопроводу

Керівник будівельної організації, що веде будівництво поліетиленового трубопроводу діаметром 160 мм, та довжиною 350м, повинен визначити обов'язки посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки, призначити відповідальних за пожежну безпеку під час будівництва, а також за утримання і експлуатацію технічних засобів протипожежного захисту.

Обов'язки щодо забезпечення пожежної безпеки, утримання та експлуатації засобів протипожежного захисту мають бути відображені у відповідних посадових документах (функціональних обов'язках, інструкціях), які розроблені у двох примірниках, один з яких знаходиться у відповідального за пожежну безпеку, а другий у керівника (власника) об'єкта.

На кожному об'єкті з урахуванням його пожежної небезпеки наказом повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, у тому числі визначені:

- Можливість паління (місце для куріння), застосування відкритого вогню, побутових нагрівальних приладів.
- Порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт.
- Порядок відключення від мережі електрообладнання.
- Порядок огляду й зачинення тимчасових приміщень після закінчення роботи.

- Порядок проходження посадовими особами (власниками) навчання й перевірки знань з питань пожежної безпеки, а також проведення з працівниками протипожежних інструктажів та занять з пожежно-технічного мінімуму з призначенням відповідальних за їх проведення.
- Порядок організації експлуатації і обслуговування наявних технічних засобів протипожежного захисту (протипожежного водопроводу, насосних станцій, систем пожежної сигналізації, автоматичних систем пожежогасіння, димовидалення, вогнегасників тощо).
- Порядок збирання членів добровільної пожежної дружини (у разі наявності) та відповідальних посадових осіб у разі виникнення пожежі, виклику вночі, у вихідні й святкові дні.

Працівники об'єкта зобов'язані:

- Дотримуватися встановленого протипожежного режиму, виконувати вимоги Правил та інших нормативних актів з питань пожежної безпеки, чинних на підприємстві.
- У разі виникнення (виявлення) пожежі діяти відповідно до вимог додатка Правил.

8.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Аналізуючи джерела небезпек, які за певних умов можуть стати причинами виникнення надзвичайних ситуацій техногенного з кодом класифікатора надзвичайних ситуацій «10000» чи природного з кодом класифікатора надзвичайних ситуацій «20000» по характеру їх виникнення на території міста з водопровідною мережею, на спорудах транспортування та зберігання чистої питної води можна говорити про такі:

1. водозабірні споруди (кольматація водоносного горизонту, виснаження свердловини, поломка НС 1-го і 2-го підйому, як наслідок не забезпечення водою споживачів);
2. споруди зберігання очищеної води РЧВ, їх пошкодження, забруднення осадом, потрапляння в них шкідливих речовин в наслідок просочування з ґрунту, або через люки.
3. вихід із ладу насосних станцій, що подають воду у мережу, водоводи, що доставляють воду до міської водопровідної мережі, водонапірна башта, та водорозподільна мережа, що розподіляє питну воду по споживачах, їх пошкодження в наслідок природних зсувів ґрунту, неправильна експлуатація, потрапляння в них отруйних речовин.

Таблиця 8.1.

Надзвичайні ситуації, які можливі на території міста, водопровідної мережі, водопровідних колодязів, резервуарів питної води

Код	Назва
30400	Встановлення вибухового пристрою у багатолюдному місці, установі (організації, підприємстві), житловому секторі, транспорті
20150	Осідання (провалля) земної поверхні
10170	НС внаслідок аварій на трубопроводах
10432	НС внаслідок наявності в питній воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10830	НС внаслідок аварії в системах забезпечення населення питною водою

Найбільш вірогідною надзвичайною ситуацією є *потрапляння шкідливих речовин у питну воду і отруєння людей*.

Вид небезпеки, бактеріологічна, рівень небезпеки місцевий. НС вийшла за межі території ПНО.

Загиблих – немає, постраждалих 20 чол, порушено умови життєдіяльності 100 чол, збитки більше 500 мінімальних розмірів зарплати.

НС в наслідок потрапляння у воду шкідливих речовин

Внаслідок потрапляння у воду шкідливих речовин у водопровідну мережу на водопровідних магістральних трубопроводах відбувається припинення постачання питної води споживачеві. Згідно оцінювання НС на ліквідацію аварії необхідно більше 18 год.

Згідно закону України « Про питну воду та питне водопостачання» Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 16 стаття 24 передбачаються такі заходи:

- керівники підприємств питного водопостачання зобов'язані негайно повідомити про аварію органи, які здійснюють державний контроль у сфері питної води і питного водопостачання;
- терміново провести аналіз питної води в основних ключових точках водопровідної мережі,
- створити аварійну бригаду по огляду та дослідженню водопровідної мережі і визначити, методом аналізу питної води, місця потрапляння у воду шкідливих речовин;

9. Технологія будівельного виробництва ділянки водопровідної мережі в новому мікрорайоні

9.1. Загальні відомості.

Завдання даного розділу влаштування ділянки трубопроводу водопровідної мережі. Матеріал трубопроводу – поліетилен, діаметр – 160 мм. Довжина ділянки – 375м. При прокладанні застосовуємо труби довжиною 5, 6, 10, 12 м (заводська порізка).



Спосіб з'єднання труб – за допомогою накладних фланців. Фланцеве з'єднання для поліетиленових та поліпропіленових труб виконується шляхом накладання токарної заготовки фланця або відлитого пластмасового фланця і його приварки методом торцевої сварки до труби у вигляді так званого відбортовочного кільця.

Глибина від поверхні землі до верху труби, згідно розділу 2, становить 1.4 м.

Рис.9.1: Вид фланцевого з'єднання

9.2. Земляні роботи

Глибина траншеї визначається за формулою:

$$h = h_{em} + d + h_n, \text{ м} \quad (9.1)$$

де: h_{em} – глибина від поверхні землі до верху труби;

d – діаметр трубопроводу;

h_n – висота подушки під трубою.

$$h = 1.4 + 0.16 + 0.19 = 1.75 \text{ м}$$

Товщина зняття рослинного ґрунту приймається в межах 0.2...0.3 м.

Будівельна глибина виїмки визначається, як різниця глибини траншеї і товщини зрізки рослинного ґрунту:

$$h_{\text{вн}} = 1.75 - 0.3 = 1.45 \text{ м}$$

Поперечний розріз траншеї і її розміри встановлюються в залежності від виду ґрунтів, глибини траншеї, діаметра трубопроводу.

Найменша ширина траншеї по дну при прокладці трубопроводу із окремих труб, придіаметрі труб 160 мм і матеріалі труб поліетилен знаходиться за формулою:

$$b = d + b_2 \cdot 2, \text{ м} \quad (9.2)$$

де: b_2 – відстань від стінки траншеї до стінки труби (0.3м)

$$b = 016 + 0.3 \cdot 2 = 0.76 \text{ м}$$

Отже приймаємо ширину траншеї по дну рівною 0.8м, для спрощення її влаштування.

Згідно крутизни відкосів для сугісків, при глибині від 1.5 м до 3 м дорівнює $m = 0.67$. Поперечний розріз трашеї – трапеція. Ширина нижньої основи – 0.76м, ширина верхньої основи – 3.105м

Площа поперечного перерізу траншеї дорівнює:

$$F_{mp} = \frac{L_n + L_e}{2} \cdot h, \text{ м}^2 \quad (9.3)$$

де: L_n – ширина нижньої основи (0.76м); L_e – ширина верхньої основи (3.105м); h – глибина траншеї.

$$F_{mp} = \frac{0.76 + 3.105}{2} \cdot 1.75 = 3.382 \text{ м}^2$$

Об'єм траншеї визначається за формулою:

$$W_{mp} = F_{mp} \cdot l_{mp}, \text{ м}^3 \quad (9.4)$$

де: l_{mp} – довжина траншеї, м.

$$W_{mp} = 3.382 \cdot 375 = 1268.2 \text{ м}^3$$

Визначаємо площу відвалу мінерального ґрунту:

$$F_m = K_{p.m.} \cdot F_{mp}^m, \text{ м}^2 \quad (9.5)$$

де: $K_{p.m.}$ – коефіцієнт розпушення мінерального ґрунту (1.08–1.17); F_{mp}^m – площа поперечного перерізу мінерального ґрунту в траншеї.

$$F_{mp}^m = \frac{L_n^m + L_e^m}{2} \cdot h_m, \text{ м}^2 \quad (9.6)$$

де: L_n^m – ширина нижньої основи (0.76м); L_e^m – ширина верхньої основи

(2.703м); h_m – глибина мінерального ґрунту в траншеї.

$$F_{mp}^m = \frac{0.76 + 2.703}{2} \cdot 1.45 = 2.51 \text{ м}^2$$

$$F_m = 1.17 \cdot 2.51 = 2.937 \text{ м}^2$$

Поперечний переріз відвалу мінерального ґрунту являє собою трикутник з коефіцієнтом закладання укосів $m = 1$.

Висота відвалу мінерального ґрунту:

$$h_m^e = \sqrt{F_m}, \text{ м} \quad (9.7)$$

$$h_m^e = \sqrt{2.937} = 1.714 \text{ м}$$

Ширина відвалу мінерального ґрунту по низу:

$$b_m = \frac{F_m}{h_m^e}, \text{ м} \quad (9.8)$$

$$b_m = 2 \cdot \frac{2.937}{1.714} = 3.43 \text{ м}$$

Визначаємо площу відвалу рослинного ґрунту:

$$F_p = K_{p.p.} \cdot F_{mp}^p, \text{ м}^2 \quad (9.9)$$

де: $K_{p.p.}$ – коефіцієнт розпушення рослинного ґрунту (1.25); F_{mp}^p – площа поперечного перерізу рослинного ґрунту.

$$F_{mp}^p = \frac{L_n^p + b_{poc} + L_o^p + b_{poc}}{2} \cdot h_p, \text{ м}^2 \quad (9.10)$$

де: L_n^p – ширина нижньої основи (2.703м); L_o^p – ширина верхньої основи (3.105м); h_p – глибина рослинного ґрунту в траншеї, b_{poc} – ширина зрізки рослинного ґрунту.

Ширину зняття рослинного ґрунту визначаємо за формулою:

$$b_{poc} = b + b_3 + a + b_m, \text{ м} \quad (9.11)$$

де: b – ширина траншеї поверху, м; b_3 – запас (0.5 м);

$a=3-5\text{м}$ – відстань від бровки траншеї до відвалу мінерального ґрунту, м;

b_m – ширина відвалу мінерального ґрунту по низу, м

$$b_{\text{рос}} = 3.105 + 0.5 + 3 + 3.41 = 10.015, \text{ м}$$

$$F_{\text{мп}}^p = \frac{2.703 + 10.015 + 3.105 + 10.015}{2} \cdot 0.3 = 3.876 \text{ м}^2$$

$$F_p = 1.25 \cdot 3.876 = 4.845 \text{ м}^2$$

Поперечний переріз відвалу рослинного ґрунту являє собою трикутник з коефіцієнтом закладання укосів $m = 1$.

Висота відвалу рослинного ґрунту:

$$h_p^e = \sqrt{F_p}, \text{ м} \quad (9.12)$$

$$h_p^e = \sqrt{4.845} = 2.20 \text{ м}$$

Ширина відвалу рослинного ґрунту по низу:

$$b_p = \frac{F_p}{h_p^e}, \text{ м} \quad (9.13)$$

$$b_p = 2 \cdot \frac{4.845}{2.2} = 4.405 \text{ м}$$

При розробці траншеї об'єм ручних робіт складає 3% від об'єму механізованих

$$W_{\text{р.р.}} = 0.03 \cdot W_{\text{мп}}, \text{ м}^3 \quad (9.13)$$

$$W_{\text{р.р.}} = 0.03 \cdot 1268.2 = 38.046 \text{ м}^3$$

Визначаємо об'єм необхідних для з'єднання труб в траншеї (об'єм прямиків). Розміри одного прямика для пластмасових труб всіх видів стикових з'єднань і всіх діаметрів становить:

довжина – 0.6м;

глибина – 0.2м.

ширина – $d_{\text{мп}} + 0.5\text{м}$;

Об'єм одного прямика становить:

$$W_{\text{нр}} = 0.6 \cdot 0.66 \cdot 0.2 = 0.0792, \text{ м}^3 \quad (9.14)$$

Кількість прямиків по довжині ділянки становить:

$$n_n = \frac{L_{np}}{l_m}, \text{шт} \quad (9.15)$$

де: l_m - довжина труб з якими прокладають трасу

$$n_n = \frac{375}{10} = 37.5 = 37, \text{шт}$$

Об'єм всіх прямиків становить:

$$\Sigma W_{np} = n_n \cdot W_{np}, \text{ м}^3 \quad (9.16)$$

$$\Sigma W_{np} = 37 \cdot 0.0792 = 2.93 \text{ м}^3$$

Таблиця 9.1

№	Назва робіт	Од.виміру	Кількість
1	Зрізка рослинного ґрунту по трасі водоводу	м ³	1453.5
2	Розробка ґрунту в траншеї	м ³	941.25
3	Влаштування прямиків	м ³	2.93
4	Ручні доробки	м ³	38.194
5	Зворотня засипка мінеральним ґрунтом	м ³	1101.375
6	Зворотня засипка рослинним шаром	м ³	1816.875

9.3. Зрізка рослинного ґрунту

Зрізку рослинного ґрунту виконуємо бульдозером так, як ґрунт переміщуємо на невелику відстань.

Відстань переміщення визначаємо за формулою:

$$l_p = b + b_3 + a + b_m + \frac{b_p}{2}, \text{ м} \quad (9.17)$$

де: b – ширина траншеї поверху, м; b_3 – запас (0.5 м); $a=3-5$ м – відстань від бровки траншеї до відвалу мінерального ґрунту, м; b_m – ширина відвалу мінерального ґрунту по низу, м

$$l_p = 3.105 + 0.5 + 3 + 3.41 + 2.2 = 12.215 \text{ м}$$

Для даних умов підбираємо бульдозер марки ДЗ-18 на базі Т-100.

9.4 Розробка ґрунту в траншеї

Для розробки ґрунту в траншеях використовують одноковшові екскаватори, які обладнані зворотною лопатою.

Екскаватор підбираємо по слідкуючим параметрам:

- глибина різання $H_p = h_{\text{буд}} = 1.75\text{м}$; - висота вивантаження $H_e = h_{\text{с.т.}} + 0.5 = 1.714 + 0.5 = 2.214\text{м}$; - радіус різання $R_e = L_e / 2 = 3.105 / 2 = 1.55$;

- радіус вивантаження $R_e = L_e / 2 + a + b_m / 2 = 3.105 / 2 + 3 + 3.43 / 2 = 6.268\text{м}$

Таблиця 9.2

Технічна характеристика екскаваторів, обладнаних зворотною лопатою

Показники	Одиниці виміру	ЭО-4321А	ЭО-5122
Ємність ковша	м ³	0.65	1.25;
Найбільша глибина копання	м	5,5	6
Найбільший радіус копання	м	8.95	9.4
Найбільша висота вивантаження	м	5.6	5

9.5 Техніко-економічний вибір екскаваторів

Проводимо порівняння варіантів екскаваторів, виходячи з приведених затрат на розробку 1 м³ ґрунту кожним з них :

$$П = C + E \cdot K \quad (9.18)$$

де: E – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень

(приймаємо 0,15); C – вартість розробки 1м³ ґрунту для даного типу

екскаватора :

$$C = \frac{1.08 \cdot C_{\text{маш-зм}}}{П_{\text{зм.вир}}}, \text{крб/м}^3 \quad (9.19)$$

де: 1.08 – коефіцієнт, який враховує накладні витрати; $C_{\text{маш-зм}}$ – вартість машино-зміни екскаватора грн/зм; $П_{\text{зм.вир}}$ – змінна виробітка екскаватора, яка враховує розробку ґрунту у відвалі з навантаженням у транспортні засоби, м³/зм;

За найменшими затратами вибираємо екскаватор для розробки котловану.

Для екскаватора **ЭО-4321А:**

$$P_{зм.вир} = \frac{8}{24.82} \cdot 1000 = 322.32 \text{ м}^3/зм$$

$$C = \frac{1.08 \cdot 143.9}{322.32} = 0.48 \text{ грн/м}^3$$

$$K = \frac{1.07 \cdot 108900}{322.32 \cdot 350} = 1.033 \text{ грн/м}^3$$

$$P = 0.48 + 0.15 \cdot 1.033 = 0.63 \text{ грн/м}^3$$

Для екскаватора **ЭО-5121:**

$$P_{зм.вир} = \frac{8}{50.66} \cdot 1000 = 157.92 \text{ м}^3/зм$$

$$C = \frac{1.08 \cdot 227.4}{157.92} = 1.56 \text{ грн/м}^3$$

$$K = \frac{1.07 \cdot 153480}{157.92 \cdot 300} = 3.466 \text{ грн/м}^3$$

$$P = 1.56 + 0.15 \cdot 3.466 = 2.08 \text{ грн/м}^3$$

Вибираємо екскаватор ЭО-4321А із зворотною лопатою так як його приведені затрати значно менші, ніж у екскаватора ЭО-5121.

9.6 Доставка матеріалів і обладнання до місця будівництва

Доставка матеріалів виконується вантажними автомобілями загального призначення автомобілем ЗІЛ 130-76 вантажопідйомністю 6т, зі спеціальним причепом.

9.7 Підготовка дна траншеї

Підготовка дна траншеї для влаштування основи або прокладки труб складається з таких процесів:

- розробка недобору ґрунту;- планування дна траншеї;
- влаштування підсіпки під трубопровід.Всі процеси, крім вертикального транспортування ґрунту виконуються вручну.

9.8 Монтаж трубопроводу

Для монтажу трубопроводів застосовують стрілові крани чи трубоукладчики, екскаватори або навіть лебідку (при малій масі труб).

Розкладування труб вздовж траншеї проводиться на відстані не менше 1... 1,5м від бровки траншеї.

9.9 Засипання траншеї і випробування траншеї

Засипання траншеї після монтажу проводиться в два прийоми спочатку м'яким ґрунтом засипають пазухи на висоту 0.5м Діаметр ґрунту ущільнюється трамбуванням, потім траншея засипається шаром товщиною не більше 0.2м до закриття верха труби.

9.10. Техніко-економічне обґрунтування вибору комплектів машин

Складання два варіанти механізації робіт по будівництву водопроводу по кожному варіанту визначаємо необхідну кількість машино-змін для кожного технічного процесу.

Приведені затрати по кожному варіанту визначаємо за формулою:

$$P_j = C_j + \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_{0i} \cdot T_{0i}}{T_{2i}} \cdot E_n$$

P_j – собівартість робіт по j -варіанту;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень $E_n=0,12$

Φ_{0i} – балансова вартість машини по j -му об'єкті j -ої машини.

T_{2i} – число машино-змін в рік по нормам.

Таблиця 9.3

Калькуляція трудових затрат і заробітної плати на будівництво водопроводу

№ п/п	Назва робіт	Од.вим.	Обґрунтування	Об'єм	Склад ланки	Норма часу		Трудємність		Тривалість роботи	Заробітна плата
						люд/год	маш/год	люд/год	маш/год		
1	Зрізання рослин, шару і переміщення	1000м ³	Д 2.2-1-99 група -24 пункт-2	1.454	маш. бр-1		19.55		28.42	28.42	535.64
2	Розроб. мінер. гр. II к в траншеї	1000м ³	Д 2.2-1-99 група -12 пункт-8	0.941	бр-1 Земл.		32.81		30.88	30.88	582.13
3	Влаштування примків.	100м ³	Д 2.2-1-99 група -12 пункт-3	0.029	2р-6 земл.	200		5.86		5.86	132.79
4	Ручні доробки ґрунту II категорії	100м ³	Д 2.2-1-99 група -164 пункт-2	0.280	2р-6 земл.	200		76.09		76.09	1724.24
5	Монтаж г-ду. з пласт. труб d=160мм	1000м	Д 2.2-1-99 група -11 пункт-5	0.375	4р-2 3р-1 1р-1 маш.	395.2		148.2		148.2	5604.92

6	Попередня присипка т-ду	1000 м ³	Е 1-12-7 Д 2.2-1-99 група -12 пункт-8	0.263	6р-1 маш		32.81		8.64	8.64	162.81
7	Поперед. гідрав. випробування т-ду	1000м ³	Е 9-2-9 Д 2.2-1-99 група -2 пункт-9	0.375	4р-2 3р-1 2р-1	0.11		0.04		0.04	1.56
8	Кінцева засипка т-ду	1000 м ³	Д 2.2-1-99 група -27 пункт-2	0.838	6р-1 маш.		13.70		11.48	11.48	216.44
9	Кінцеве гідрав. випробув.	1000 м ³	Д 2.2-1-99 група -2 пункт-9	0.375	4р-2 3р-1 2р-1 маш	0.11		0.04		0.04	1.56
10	Рекультивация рослинного шару ґрунту	1000 м ³	Д 2.2-1-99 група -24 пункт-2	1.817	Маш. 6р-1		19.55		35.52	35.52	669.55
										Разом	9631.65

9.10 .Календарне планування

Для складання календарного плану необхідно встановити тривалість будівництва системи водопостачання по СНиП 1-04-03-85.

Використана література

1. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегбуд України, 2013. – 283с.;
2. Галузеві технологічні нормативи використання питної води на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства України (Затвержено наказом Держжитлокомунгоспу України 17.02.2004 №33, зареєстровано в Мін'юсті України 07.12.2004 №1557/10156
3. Квартенко.М, Саблій Л.А. «Біотехнологія комплексного очищення багатокомпонентних підземних вод», НУВГП, 2020.

4. В.О. Орлов, О.М. Квартенко, С.Ю.Мартинов, Ю.І. Гордієнко, Знезалізнення підземних вод для питних цілей. Рівне, 2004.
5. <https://arista.in.ua/ua/a107031-metody-udaleniya-zheleza.html>
6. <https://formulavody.com.ua/uk/vidy-soderzhaniya-zheleza-v-vode-i-sposoby-ee-obezzhelezivaniya>
7. В.О.Орлов, А.М.Зошук «Проектування систем сільськогосподарського водопостачання», 2005.
8. <https://ecosoft.ua/ua/blog/kataliticheskie-zagruzki-v-vodochistke/>
9. О.А.Ткачук, В.О.Шадрура «Водопровідні мержі», навчальний посібник, Рівне-2010.