

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**  
**«Водопостачання м.Покров**  
**Дніпропетровської обл. з**  
**технологією очищення поверхневих**  
**вод від органічних забруднень»**

НВГП ННБІА ВВ  
03-06-172041 МР

**Науковий керівник:** д.т.н., професор \_\_\_\_\_ **Мартинов С.Ю.**  
**Рецензент** к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ **Шадура В.О.**  
**Магістр** \_\_\_\_\_ **Лісовець Н.П.**

Рівне, 2022

Національний університет водного господарства та природокористування Інститут, факультет	Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра	Водопостачання, водовідведення та бурової справи
Освітньо-кваліфікаційний рівень	магістр
Галузь знань	19 «Архітектура та будівництво»
Спеціальність	192 «Будівництво та цивільна інженерія» (шифр і назва)
Освітньо-професійна програма	«Водопостачання та водовідведення»
<b>ЗАТВЕРДЖУЮ:</b>	
Завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи	
Мартинов С.Ю.	
« ____ » _____ 2022 рік	

**ЗАВДАННЯ  
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ  
Демедюку Назарію Валерійовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи: «Реконструкція системи водопостачання м.Яблунець  
Житомирської обл.»**

керівник роботи: Квартенко Олександр Миколайович, д.т.н. професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від « 21 » вересня 2022 року С № 852

**2. Строк подання студентом роботи: « 23 » 12 2022 року**

Вихідні дані до проекту (роботи): 1.Кліматичні умови, місце розташування об'єкту водопостачання, ситуаційний план місцевості; 2.Характеристика складу підземних води; 3.Існуючий стан системи водопостачання м.Яблунець; 4. Загальна характеристика водоспоживачів; 5. План міста з нанесенням існуючої водопровідної мережі

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки(перелік питань, які потрібно розробити)**

Реферат. Вступ. 1. Загальна характеристика та стан об'єкту водопостачання. План розширення міста. 2. Основні напрямки реконструкції існуючої системи водопостачання міста. 3. Реконструкція водопровідних мереж міста. Розрахунок водопровідної мережі нового мікрорайону. 4. Реконструкція існуючих насосних станцій. 5. Реконструкція існуючих водозабірних споруд. 6. Аналіз сучасного стану в галузі очищення підземних вод, які містять сполуки заліза. 7. Розрахунок та проектування водоочисних споруд. 8. Охорона праці. 9. Технологія будівельного виробництва ділянки нової водопровідної мережі в мікрорайоні.

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових)**

1. Мета, задачі, актуальність; 2. План забудови міста із нанесенням існуючих та запроєктованих водопровідних мереж. 3. Схема розміщення арматури на мережі. Деталювання ділянки мережі з нанесенням схем колодязів. 4. План та розрізи насосної станції підкачки. 5. Аналіз сучасного стану в галузі очищення підземних вод, які містять сполуки заліза. 6. Висотна схема та генплан водоочисної станції. 7. План та розрізи водоочисної станції. 8. Технологія будівельного виробництва ділянки нової водопровідної мережі в мікрорайоні.

**6. Консультанти розділів роботи**

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-7	д.т.н., проф.Мартинов С.Ю. Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи	22.09.21	
8	д.т.н., проф.Филипчук В.Л. Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності		

**7. Дата видачі завдання:** « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ.	24.09.22	
1	Характеристика об'єкту водопостачання	03.10.22	
2	Визначення розрахункових витрат води	30.10.22	
3	Розрахунок СПРВ	10.11.22	
4	Розрахунок водозабірних споруд	24.11.22	
5	Науково-дослідна частина	31.12.22	
6	Розрахунок і проектування споруд покращення води	14.12.22	
7	Технологія будівельного виробництва ділянки	05.12.22	
8	Охорона праці	015.12	
9	ТЕП		

**Студент**

(підпис)

**Лісовець Н.П.**

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

(підпис)

**Мартинов С.Ю.**

(прізвище та ініціали)

## Зміст

Реферат .....	7
Вступ .....	9
1. Характеристика об'єкту водопостачання.....	10
1.1. Місцезнаходження об'єкту водопостачання.....	10
1.2. Рельєф місцевості та ґрунти.....	11
1.3. Кліматичні умови.....	11
1.4. Енергопостачання.....	12
1.5. Промисловість і місцеві будівельні матеріали.....	12
1.6. Можливі джерела водопостачання.....	13
1.6.1. Підземні джерела водопостачання.....	13
1.6.2. Поверхневі джерела водопостачання.....	15
1.7. Вихідні дані об'єкту водоспоживання.....	17
1.8. Вимоги до якості води.....	20
2. Визначення розрахункових витрат води .....	22
2.1. Витрати води на госпжитні потреби жителів м.Покров.....	22
2.2. Витрати води на полив в м.Покров.....	23
2.3. Витрати води промисловими підприємствами м. Покров .....	24
2.4. Визначення погодинних витрат води.....	29
2.5. Визначення пожежних витрат води .....	34
2.6. Визначення вільних напорів при господарсько-питному водоспоживанні та пожежегасінні .....	36
3. Розрахунок та проектування СПРВ.....	38
3.1. Трасування водопровідної мережі.....	38
3.2. Вузлові відбори води .....	38
3.3. Попереднє поточкорозподілення витрати води по ділянкам мережі.....	48
3.4. Вибір діаметра та матеріалу труб водопровідної мережі.....	52
3.5. Гідравлічні розрахунки.....	53
3.6. Конструювання водопровідної мережі.....	80
3.7. Розташування водопровідної арматури.....	80
3.7.1. Рекомендації щодо встановлення пожежних гідрантів.....	80
3.8. Розрахунок резервуарів чистої води.....	80
3.9. Розрахунок і проектування напірного водоводу.....	84
3.10. Визначення параметрів та підбір насосів другого підняття.....	85
4. Розрахунок і проектування водозабірних споруд.....	88
4.1. Обґрунтування місця розташування і типу споруд.....	88

4.1.1	Визначення категорії надійності подачі води.....	88
4.1.2	Оцінка річки, як джерела водопостачання.....	88
4.1.3.	Вибір місця розташування водозабору і побудова поперечного профілю річки.....	89
4.2.	Вибір типу водозабору і технологічної схеми водозабірних споруд...	89
4.2.1.	Тип водозабору.....	89
4.2.2.	Планова схема водозабору.....	89
4.3.	Перелік та опис основних споруд і елементів водозабору.....	91
4.3.1.	Тип водоприймального оголовка.....	92
4.3.2.	Тип решіток.....	93
4.3.3.	Тип ліній та спосіб їх промивки.....	93
4.3.4.	Вибір типу сіток.....	94
4.4.	Гідравлічний розрахунок водозабору.....	95
4.4.1.	Розрахунок водоприймальних решіток.....	95
4.4.2.	Розрахунок сіток берегового колодязя.....	95
4.4.3.	Розрахунок діаметра самопливних і промивних ліній.....	96
4.4.4.	Втрати напору у самопливних лініях.....	97
4.4.5.	Перевірка працездатності сифонної лінії за положенням її найвищої точки.....	98
4.4.6.	Позначки рівнів у БВСК і його висота.....	96
4.5.	Розрахунки насосної станції I підняття.....	102
4.6.	Основні розміри службового павільйону.....	107
4.7.	Підбір гідроелеватора.....	108
4.8.	Розрахунок зон санітарної охорони.....	110
5.	Науково-дослідна частина.....	113
5.1.	Аналіз стану і якості води з джерел водопостачання України.....	113
5.2.	Методи очистки природних вод з поверхневих джерел.....	116
5.3.	Традиційні схеми підготовки питної води при поверхневому водозаборі.....	117
5.4.	Приклади методів та технологій очищення природних вод від органічних домішок.....	122
5.5.	Приклади технологічних схем очистки природних вод із світового досвіду.....	124
5.6.	Обладнання для видалення органічних домішок з природних вод.....	131
5.7.	Технологія очистки природних вод від природних домішок, застосована в даній магістерській роботі.....	139
6.	Розрахунок та проектування споруд покращення якості води.....	149
6. 1.	Визначення розрахункової продуктивності водоочисної станції.....	149
6.2.	Вибір технологічної схеми очищення води та складу споруд водоочисної станції.....	149
6.3.	Висотна схема технологічних споруд водоочисної станції.....	144
6.4.	Розрахунок обладнання реагентного господарства.....	144
6.4.1.	Визначення розрахункових доз реагентів.....	144

6.4.2. Визначення кількості коагулянту, який зберігається на водоочисній станції та способу його зберігання.....	145
6.4.3. Розрахунок розчинних і витратних баків мокрого способу зберігання.....	145
6.4.4. Споруди для приготування ПАА.....	149
6.5. Технологічний і гідравлічний розрахунок споруд водоочисної станції.....	150
6.5.1. Розрахунок мікрофільтрів.....	150
6.5.2. Контактна камера.....	152
6.5.3. Розрахунок змішувача.....	151
6.5.4. Розрахунок контактних прояснювачів.....	153
6.5.5. Розрахунок споруд промивок контактних прояснювачів.....	158
6.5.6. Розрахунок вугільного фільтра.....	159
6.6. Визначення діаметрів трубопроводів водоочисної станції.....	160
6.7. Розрахунок обладнання для хлорування вихідної води.....	161
6.8. Знезараження води гіперхлоритом натрію.....	162
6.9. Допоміжні приміщення та лабораторії головного корпусу водоочисної станції.....	162
7. Технологія будівельного виробництва.....	163
7.1. Характеристика споруди і її конструктивні особливості.....	163
7.2. Склад і об'єм будівельно-монтажних робіт.....	164
7.2.1. Визначення розмірів котловану і об'єму земляних робіт.....	164
7.2.2. Вибір технічних засобів для виконання земляних робіт.....	165
7.3. Визначення марки і кількості вантажних автомобілів для транспортування зайвого ґрунту.....	166
7.4. Вибір монтажних кранів.....	168
7.5. Калькуляція трудових затрат.....	169
7.6. Побудова сіткового графіку.....	170
7.7. Розрахунки параметрів будівельного генплану.....	171
7.7.1. Розрахунок складів.....	171
7.7.2. Розрахунок тимчасових приміщень.....	172
7.7.3. Тимчасове водопостачання.....	172
7.7.4. Енергопостачання будівельного майданчика.....	173
8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	175
8.1. Охорона праці.....	175
8.1.1. Система охорони праці на підприємстві.....	175
8.1.2. Виробнича санітарія.....	179
8.1.3. Безпека праці при виконанні основних робіт у закритих просторах.....	180
8.1.4. Розрахунок освітлення будівельного майданчика при будівництві РЧВ.....	182
8.1.5. Заходи з пожежної безпеки.....	183
8.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	184

9. Техніко-економічні показники.....	187
9.1. Визначення будівельної вартості влаштування системи водопостачання м.Покров.....	187
9.2 Вартість землі, відведеної під будівництво системи водопостачання...	187
9.3 Визначення експлуатаційних витрат по системі водопостачання.....	188
9.4 Визначення собівартості одиниці продукції водопостачання.....	193
Література .....	195

## Реферат

До важливих параметрів води відносяться її мікробіологічні показники.

**Мета магістерської роботи** - запропонувати технологічну схему очистки природних вод від органічних домішок, яка дозволила б очистити природну воду згідно вимог СанПіну-2010 щодо води питної якості, та яка була б простою і економічною у застосуванні.

Пропонується технологічна схема очистки природних вод з контактними освітлювачами та вугільними фільтрами, які мають чудові сорбційні параметри і можуть видалити з води дуже дрібні частинки, неприємний смак і запах, органічні та хлорорганічні сполуки, та з подвійним хлоруванням та знезараженням очищеної води гіпорхлоритом натрію, що являється менш токсичним у порівнянні з хлором. Гіпохлорит натрію отримується електролітичним шляхом із повареної солі безпосередньо на станції знезараження і у потрібній кількості.

**Суть запропонованої технологічної схеми очистки природних вод від органічних домішок**

В схемі поєднані декілька методів усунення органічних домішок із природних вод. Первинне хлорування суттєво знизить їх концентрацію. Використання реагенту і змішування його розчину з вихідною водою у змішувачі також частково знизить вміст органічних домішок, які затримуються разом з іншими домішками у контактному освітлювачі.

Схема представлена на листі №7 креслень до даної магістерської роботи.

Після змішування вихідної води з розчином реагенту вода поступає в контактний прояснювач. Контактне коагулювання домішок води полягає у тому, що на поверхні зерен завантаження відбувається сорбція колоїдно-дисперсних частнок. Контактні прояснювач зазвичай використовуються в одноступінчатих системах очищення малокаламутних вод, в яких зважені речовини не перевищують 150 мг/л а кольоровість 120<sup>0</sup>, але у нашому випадку ми доповнили схему вугільним фільтром. Фільтри з активованого вугілля найкраще підходять для видалення органічних забруднювачів, таких як інсектициди, гербіциди та поліхлоровані біфеніли (ПХБ).

Перед подачею на вугільний фільтр вода ще раз хлорується, щоб запобігти біобростанню. Вугільні фільтри можуть стати середовищем розмноження бактерій. Якщо воду не обробляли хлором, киснем або будь-яким іншим бактерицидним методом перед фільтрацією вугіллям, будь-які бактерії, опиняються ніби в пастці всередині фільтру. Розмножуючись вони будуть ще більше забруднювати воду, яка проходить через нього.

Особливо вугільний фільтр для води актуальний для очищення води де на водоочисній станції використовується хлор, тому що під час первинного та вторинного хлорування утворюються концарогенні хлорсполуки, які разом із органічними домішками, які залишились



неокисленими, затримуються у вугільному фільтрі. Матеріали з вугілля також успішно справляються з усіма звичайними забруднювачами.

Вугільні фільтри використовуються для досягнення наступних цілей:

- знебарвлення забрудненої води;
- видалення неприємного запаху і присмаку;
- вилучення органічних сполук;
- видалення з водного середовища біологічних домішок;
- видалення хлорорганічних сполук

Особливість активованого вугілля в тому, що воно має високу пористу структуру, завдяки чому володіє хорошими абсорбуючими властивостями. Марка вугілля АГ-5.

Недоліком вугільного фільтра є складність регенерації і промивки його завантаження, бо для очищення промивних та регенераційних вод необхідна ціла система складних споруд та обладнання, що буде особливо економічно затратним, враховуючи те, ще регенерацію завантаження без зменшення сорбційних можливостей вугілля можна буде провести тільки декілька разів.

Тому вивчивши досвід водоочисних станцій, що використовують вугільні фільтри і враховуючи те, що вугільний фільтр працюватиме не постійно, а тільки у періоди повені або різкого підвищення органічних домішок у вихідній воді і відносно недорогою вартістю активованого вугілля у магістерській роботі пропонується не впроваджувати систему промивки та регенерації завантаження вугільного фільтра. При зниженні сорбційних можливостей просто замінити завантаження на нове.

Очищену воду пропонується знезаражувати гіпохлоритом натрію.

Електрохімічне знезараження води гіпохлоритом натрію може бути альтернативою газоподібному хлору з огляду на собівартість одержуваного реагенту, що підтверджується економічними розрахунками, та його екологічну безпеку, та дозволить одержувати реагент безпосередньо на місці його використання і у потрібній кількості, виключить необхідність у зберіганні значних обсягів токсичного та небезпечного газоподібного хлору, використовувати для одержання реагенту просту, не токсичну, не дефіцитну поварену сіль, яку можна зберігати у великій кількості на станції без втрати її активності, виключити організацію спеціальних заходів безпеки при зберіганні та використанні реагенту.

Рекомендовано використовувати для приготування та розбавлення розчинів солі пом'якшену на натрій-катионітових фільтрах воду, щоб запобігти утворенню відкладень на трубах та обладнанні.

**Практичне застосування** дана технологічна схема може застосовуватись при реконструкції на вже працюючих водоочисних станціях або при проектуванні нових.

## Вступ

Нині у всіх сферах життєдіяльності суспільства, зокрема, в економіці і політиці, немає важливішої проблеми, ніж охорона питних вод від забруднення.

Зростання кількості населення, постійне збільшення водоспоживання промисловими підприємствами, скидання у природні водойми недостатньо очищених стоків, екологічні катастрофи спричиняють погіршення стану водних ресурсів у багатьох регіонах нашої планети, а відтак і здоров'я людей.

В Україні щороку вчені фіксують посилення засмічення природних водойм, пов'язане із збільшенням рівня їх забруднення внаслідок скидання у них недостатньо очищених або навіть неочищених стоків промислових підприємств.

Проблема раціонального використання води та усунення її втрат в нинішній час є однією з найактуальніших задач. Швидко розвивається не лише технічний прогрес, але й його наслідки. І найменш захищеною, як не дивно, стала звичайна питна вода. Брак води, навіть поганої якості, відчувається в багатьох містах України.

Забрудненість українських водойм зумовлена низкою причин, зокрема, відсутністю ефективних технологій очищення стоків і відсутністю площ для розміщення відповідного технологічного обладнання. Ця обставина обмежує застосування класичних біологічних методів очищення, а часто взагалі не дає змоги їх реалізувати. Тому належне очищення стоків на цих підприємствах може бути забезпечене застосуванням реагентних методів.[4].

В магістерській роботі запропонована технологія очистки природних вод від надлишку органічних домішок з використанням контактних освітлювачів і вугільних фільтрів, а також з подвійним хлоруванням та дезінфекцією очищеної води гіпохлоритом натрію, проведені розрахунки по конструюванню водопровідної мережі, насосних станцій, водозабору, охороні праці.

# 1. Характеристика об'єкту водопостачання

## 1.1. Місцезнаходження об'єкту водопостачання

Дніпропетровська область – область у південно-східній частині України, загальною площею 31,9 тис. км<sup>2</sup>.

У складі області – 21 місто, 47 смт, 1440 сільських населених пунктів.

Дана область межує на півночі з Полтавською і Харківською, на сході – з Донецькою, на півдні – з Запорізькою і Херсонською, на заході – з Миколаївською і Кіровоградською областями. Протяжність з півночі на південь – 130 км, із заходу на схід – 300 км.

Місто **Покров** обласного значення, що є членом Асоціації міст України, охоплюючи територію в 2,6 тис. га з понад сорокатисячним населенням, розташоване на півдні Дніпропетровщини, у басейні річки Базавлук і Каховського водосховища. Через місто протікає річка Солона, поблизу річка Базавлук.

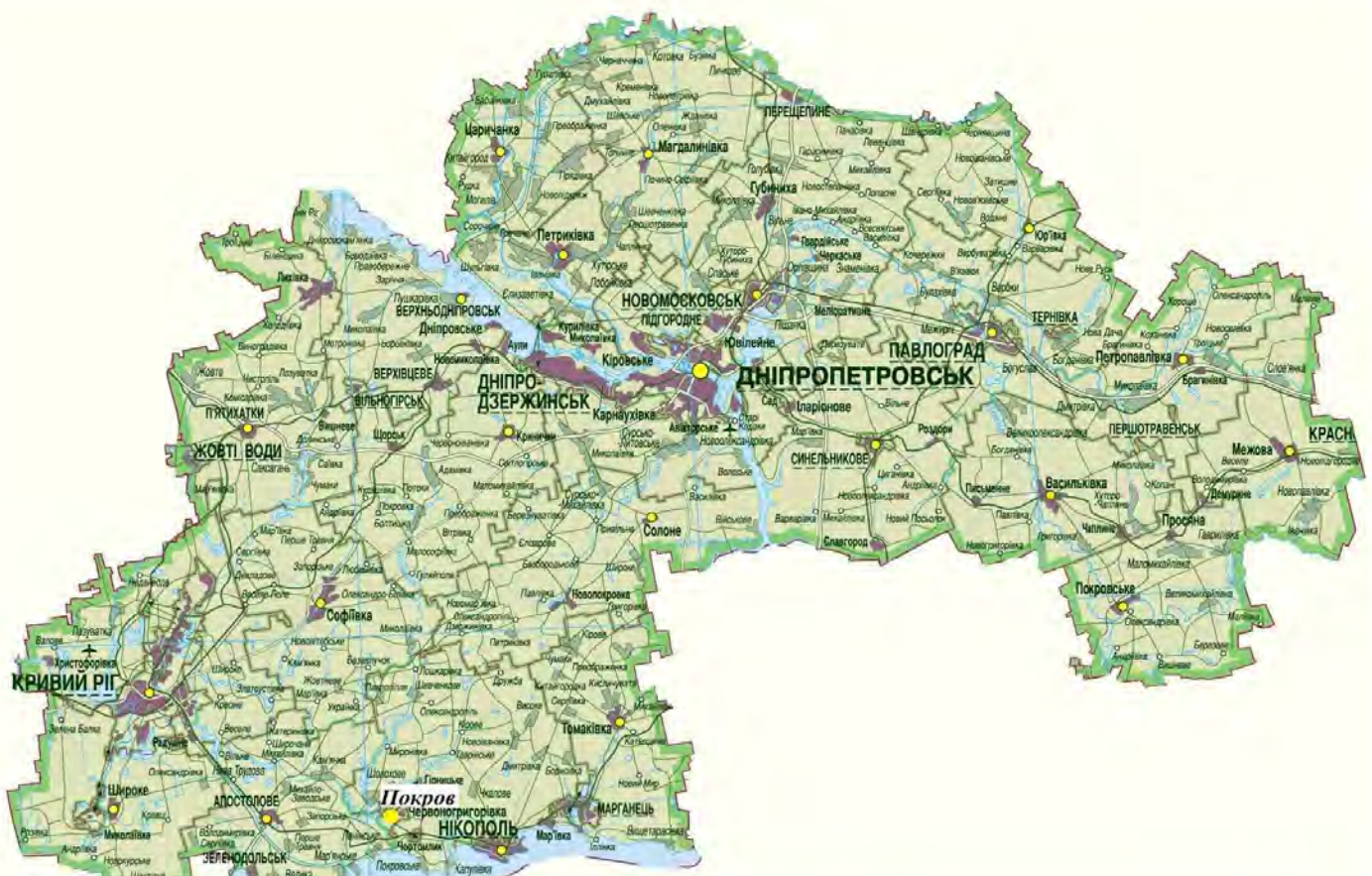


Рис.1.1. Місцезнаходження м.Покров, Дніпропетровської області

## 1.2. Рельєф місцевості та ґрунти

Поверхня Дніпропетровської області являє собою хвилясту рівнину заввишки 100-200 м. Північно-західна частина зайнята Придніпровською височиною, яка поступово знижується у південно-східному напрямку та обривається до Дніпра крутим уступом. На півдні височина поступово переходить у Причорноморську низовину. На півночі на сході області простягається Придніпровська низовина, на крайньому південному сході - відроги Приазовської височини. На південному сході поверхня підвищується – починаються відроги Приазовської височини та Донецького кряжа. Найвища точка території Дніпропетровської області з відміткою 211 м – на півночі **Покровського** району. Максимальна відмітка м. Покров 205 м.

Ґрунтовий покрив Дніпропетровської області має зональний характер. Північ регіону охоплена смугою чорноземів звичайних глибоких середньо- та малогумусних пилувато-середньосуглинкових або пилувато-важкосуглинкових. Далі на південь їх змінюють чорноземи звичайні пилувато-середньосуглинкові малогумусні на лесах з ділянками чорноземів звичайних середньогумусних. Крайній *південний* захід займають чорноземи звичайні неглибокі малогумусні та чорноземи південні малогумусні та слабкогумусовані на лесах.

На Дніпропетровщині поширені різноманітні несприятливі фізико-географічні процеси. Найбільшого поширення отримала водна ерозія ґрунтів, особливо на територіях з пересіченим рельєфом (лінійна ерозія); на Лівобережжі Дніпра превалює площинна ерозія. Повсюдний характер мають процеси просідання лесових порід. На височинах інтенсивною є вітрова ерозія ґрунтів. У межах долини Дніпра існують зручонебезпечні ділянки, а у басейні Орелі – території з ризиком підтоплення. В цілому територія області за невеликими виключеннями сприятлива для господарської діяльності людини. Реакція ґрунтового розчину чорноземних та лучночорноземних ґрунтів – нейтральна або слабколужна, солонцюватих ґрунтів – середньолужна, солонців - лужна. Бонітет ґрунтів Дніпропетровщини знижується з півночі на південь. Найвищою родючістю характеризуються чорноземи звичайні середньогумусні, найнижчою – солонці.

### **1.3.Кліматичні умови**

Клімат м. Покров — помірно континентальний. Літо спекотне й сухе з частими зливами, сильними пд.-сх. і сх. вітрами, що спричинюють посухи; зима м'яка, малосніжна, часто бувають відлиги та ожеледі. Середня температура січня становить від  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в південно-західній частині до  $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  на північному сході; липня — відповідно  $+23,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  та  $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Опадів за рік випадає від 450 мм на півдні до 400 мм — на півночі (переважна більшість випадає у теплий період року).

Термін вегетаційного періоду — 210 днів.

Серед несприятливих кліматичних явищ — відлиги, морози з вітрами, суховії та пилові бурі.

#### 1.4. Енергопостачання

Поставщиком електроенергії місту Покров є Покровські районні електричні мережі ПАТ «ДТЕК Дніпрообленерго».

Таблиця 1.1.

Тарифи на послуги з розподілу електричної енергії АТ „ДТЕК Дніпровські електромережі“ з 01 січня 2022 року, постанова НКРЕКП від 17.12.2021 № 2593

Найменування	I клас напруги	II клас напруги
Тариф на послуги з розподілу електричної енергії АТ «ДТЕК Дніпровські електромережі», грн/МВт · год	114,90	783,32
Крім того, ПДВ	22,98	156,66
Разом з ПДВ	137,88	939,98

#### 1.5. Промисловість і місцеві будівельні матеріали

На території області видобувають марганцеві руди основним видобувником і переробником є **Покровський гірничо-збагачувальний комбінат**. Також на **заводі «Кварцит»** розгорнуто виробництво товарів побутової хімії та засобів гігієни. В місті працює хлібопекарня з кондитерським цехом.

Завдяки значним покладам корисних копалин, потужній промисловій базі, розвинутому агропромислому комплексу Дніпропетровська область займає одне з перших місць в Україні по рівню економічного розвитку, особливо у таких галузях, як гірничовидобувна і харчова промисловість, металургія, енергетика, рослинництво.

На Дніпропетровщині виробляється 100 % марганцевої та майже 80 % залізної руди, 64,1 % труб, 27,1 % металопрокату, 33,3 % чавуну, 42,6 % сталі, 20,1 % коксу, 17,3 % цементу, 20,0 % вугілля, 11,2 % азотних, мінеральних чи хімічних добрив, 13,7 % кислоти сірчаної, 7,3 % електродвигунів, 7,5 % свинини, 16,1 % ковбасних виробів, 7,6 % електроенергії.

Питома вага господарського комплексу області в загальнодержавних показниках за роки незалежності України відчутно зросла. Питома вага промислового виробництва збільшилась — з 14,5 до 18,4 відсотка, сільськогосподарського — з 5,4 до 5,8, іноземних інвестицій — з 5,4 до 15,3, експорту — з 14,1 до 14,7. Роздрібного товарообігу — з 7 до 7,9. Частка області в загальному обсязі інвестицій, фонду оплати праці стабільно знаходиться на рівні 8—10 відсотків.

Область має потужний промисловий потенціал. Він характеризується високим рівнем розвитку важкої індустрії. У регіоні діють понад 700 основних промислових підприємств двадцяти основних видів економічної діяльності, на яких працюють 354,3 тис. осіб. На Дніпропетровщині виробляється 18,4 % (майже 205 млрд грн) усієї реалізованої промислової продукції України. За цим показником область посідає друге місце по Україні. Основа промисловості області — металургія. На підприємствах цього виду діяльності зайнято 94,2 тис. осіб. Обсяги реалізованої продукції складають 33,7 % від загального обсягу по області. В області виробляється 64,1 % труб, 27,1 % прокату, 33,3 % чавуну, 42,6 % сталі, 20,1 % коксу від загального обсягу по Україні. Більша частина продукції сертифікована і відповідає світовому рівню якості. Продукція трубопрокатних підприємств області експортується у 70 країн світу.

Область входить до числа провідних експортерів та займає друге місце за обсягами експорту серед областей України. На область припадало 14,7 % експортних товарних операцій України. Товарна структура експорту обумовлена промисловим потенціалом області. Основу товарної структури склали чорні метали (37,5 % загального обсягу експорту товарів), мінеральні продукти (22,6 %), вироби з чорних металів (14,3 %), транспортні засоби (10,1 %), продукція хімічної промисловості (2,4 %).

## 1.6. Можливі джерела водопостачання

### 1.6.1. Підземні джерела водопостачання

Першим із джерел водопостачання розглядаємо підземне джерело – свердловини. На даній території відомий якісний склад підземних вод.

Таблиця 1.2.

#### Хімічний склад підземних вод

№п/п	Компоненти	Позначення	Величина
1		HCO <sub>3</sub>	399
2		SO <sup>2-</sup> <sub>4</sub>	70
3	Головні іони мг/л	CL <sup>-</sup>	200
4		Ca <sup>2+</sup>	122
5		Mg <sup>2+</sup>	127
6		N <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	156,0; 96,0
7	Загальна мінералізація, мг/л	-	1769,0

Таблиця 1.3.

#### Характеристика водоносного шару

№п/п	Характеристика	Величина
1	Питомий дебіт, м <sup>3</sup> /год	1,0
2	50% діаметр зерен піска, мм	0,8
3	Коефіцієнт неоднорідності	2,6
4	Коефіцієнт фільтрації, м/доб	2,5

Таблиця 1.4.

#### Очікуваний геологічний розріз

№п/п	Шар ґрунту	Товщина, м
1	Рослинний шар та легкий суглинок	2,0
2	Супісок	3,6
3	Пісок мілко зернистий водоносний	6,0
4	Глина піщана	17
5	Глина жирна	9
6	Глина з прошарками піску	15
7	Пісок пиловидний водоносний	3
8	Глина жирна дуже щільна	16
9	Глина з прошарками піску	10
10	Пісок водоносний (3-й водоносний горизонт, дебіт малий, вода містить іони Fe)	2
11	Глина жирна різної щільності	14
12	Пісок водоносний (4-й водоносний горизонт, дебіт малий, вода містить іони Fe, 8 мг/л)	2,1
13	Вапняк щільний	10



По гідравлічним властивостям водоносний горизонт малої потужності, дебіт свердловини  $1,0\text{м}^3/\text{год}$ . Живлення горизонту проходить за рахунок атмосферних опадів, гідравлічними зв'язками його з поверхневими водами.

На основі фізико-хімічних і бактеріологічних показників підземних вод можна зробити висновки: дані підземні води не можуть використовуватись як джерело господарсько-питного водопостачання, так як дебіт свердловини дуже малий, що зумовить будівництво великої кількості свердловин для забезпечення водопотреб міста, і до того ж, вода містить велику кількість заліза, яке потрібно видаляти на водоочисній станції, і має неприємний запах і присмак.

### 1.6.2. Поверхневі джерела водопостачання

Також можливим джерелом водопостачання можуть бути річка Базавлук і її ліва притока річка Солона (басейн Дніпра).

Річка *Базавлук* — річка в південній частині Дніпропетровської області, в межах Кам'янського, Криворізького та Нікопольського районів. Над річкою (в пониззі) розташоване місто **Покров**. Права притока Дніпра (басейн Чорного моря). Довжина 157 км, площа басейну 4200 км<sup>2</sup>. Долина трапецієподібна, завширшки до 2 км. Річище звивисте, правий берег на всьому протязі крутий, лівий — у нижній течії пологий. Ширина річища 8—10 м, глибина до 1,5 м. Похил річки 1,3 м/км. Річка скресає наприкінці лютого, замерзає в грудні. Протікає здебільшого по рівнинному степу, але є місця з високими скелястими берегами. У посушливі роки іноді пересихає і перемерзає. Вода частково використовується для зрошення. Споруджено Шолоховське водосховище.

Річка *Солона* - 56 км, площа басейну 684 км<sup>2</sup>. Долина трапецієподібна, завширшки до 1,5—2 км. Річище помірно звивисте, у нижній течії є меандри. Похил річки 1,5 м/км. Споруджено кілька ставків, найбільший з яких розташований біля села Шолохове. Витоки Солони розташовані на північний схід від села Криничувате у місці злиття 2 річок, Балки Литвинівки та Балки Жидівської. Тече в межах Причорноморської низовини переважно на південний захід (місцями на південь). Протікає через **м.Покров**, впадає до Базавлука біля південно-східній околиці частині Покровського району.

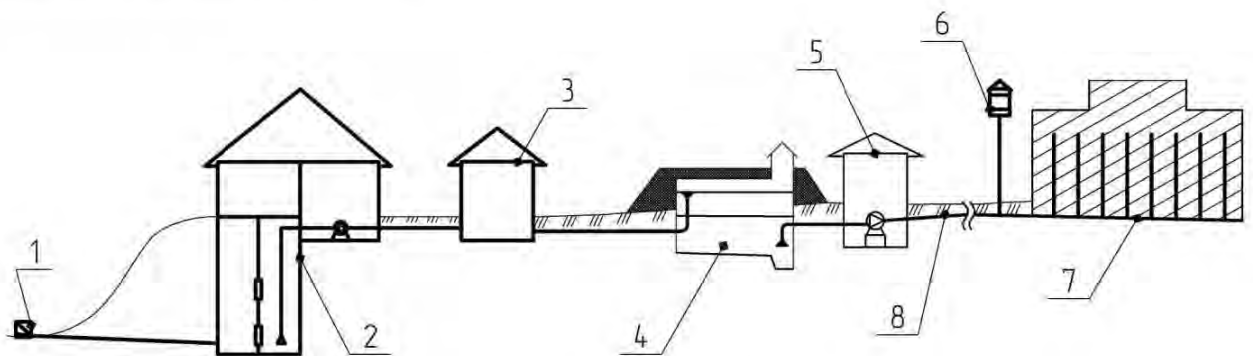
Більша частина Дніпропетровської області розташована в межах гідрогеологічної провінції Українського щита, крайній північний схід – в межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Тому можливості видобутку підземних вод в регіоні обмежені. Однак існують перспективи знаходження нових запасів підземних вод у розломах Українського щита, які можуть бути використані, перш за все, для задоволення потреб населення у воді, хоч свердловини будуть тоді знаходитись на дуже великій відстані від м. Покров і зможуть служити джерело водопостачання для нього.

Таблиця 1.2.

**Характеристики якості води у поверхневому джерелі річка Базавлук**

№п/п	Найменування показників	Од.вим.	Кільк.
1	Запах	бал.	
2	Кольоровість (повінь)	град.	68
3	Прозорість	см	25
4	Каламутність	мг/л	60
5	рН		7,4
6	Завислі речовини (повінь)	мг/л	60
7	Загальна лужність	мгекв/л	4,7
8	Нітрити	мг/л	0,25
9	Нітрати	мг/л	0,07
10	Залізо	мг/л	0,14
11	Окисність	мгО/л	8,5
12	Азот і аміак	мг/л	1,46
13	БПК <sub>5</sub>	мг/л	9,6
14	Розчинний кисень	мг/л	10,56
15	Сульфати	мг/л	42,2
16	Хлориди	мг/л	27,7
17	Колі-індекс		>258000
18	Загальна жорсткість	Ммоль/м <sup>3</sup>	5,4
19	Гідравлічна крупність частинок зависі	мм/с	0,2

**Висновок:** Враховуючи малопотужний характер підземного водоносного горизонту та достатню якість води поверхневого джерела рекомендовано застосовувати в подальшому для живлення системи водопостачання м.Покров тільки поверхневі води р.Базавлук на підставі технічної доцільності.



**Рис. 1.2. Схема водопостачання із забиранням води з поверхневого джерела**

1 – оголовок; 2 – водозабірна споруда суміщена з НС-1го підйому; 3 – водоочисна станція; 4 – резервуар чистої води; 5 – НС-2го підйому; 6 – водонапірна башта; 7 – водопровідна мережа; 8 – водоводи.

### 1.7. Вихідні дані об'єкту водоспоживання

Основними водоспоживачами в місті Покров є населення, комунально-побутові підприємства і установи, промислові підприємства.

Загальна площа міста Покров становить 317,1 га. В місті знаходяться дві зони забудови. Перша зона багатоповерхова, площею 190,4 га, забудована 3-5 поверховими будинками, обладнаних внутрішнім водопроводом та каналізацією з централізованим гарячим водопостачанням. Друга зона малоповерхова, площею 126,7 га забудована 1-2 поверховими будинками обладнаних внутрішнім водопроводом та каналізацією, з ваннами та місцевими водонагрівачами. В багатоповерховій зоні площа газонів, квітників та зелених насаджень складає 11,42 га. Площа присадибних ділянок в малоповерховій зоні складає 15,2 га. У місті проживає 40 857 чоловік, за даними останнього перепису населення.

**Таблиця 1.3.**

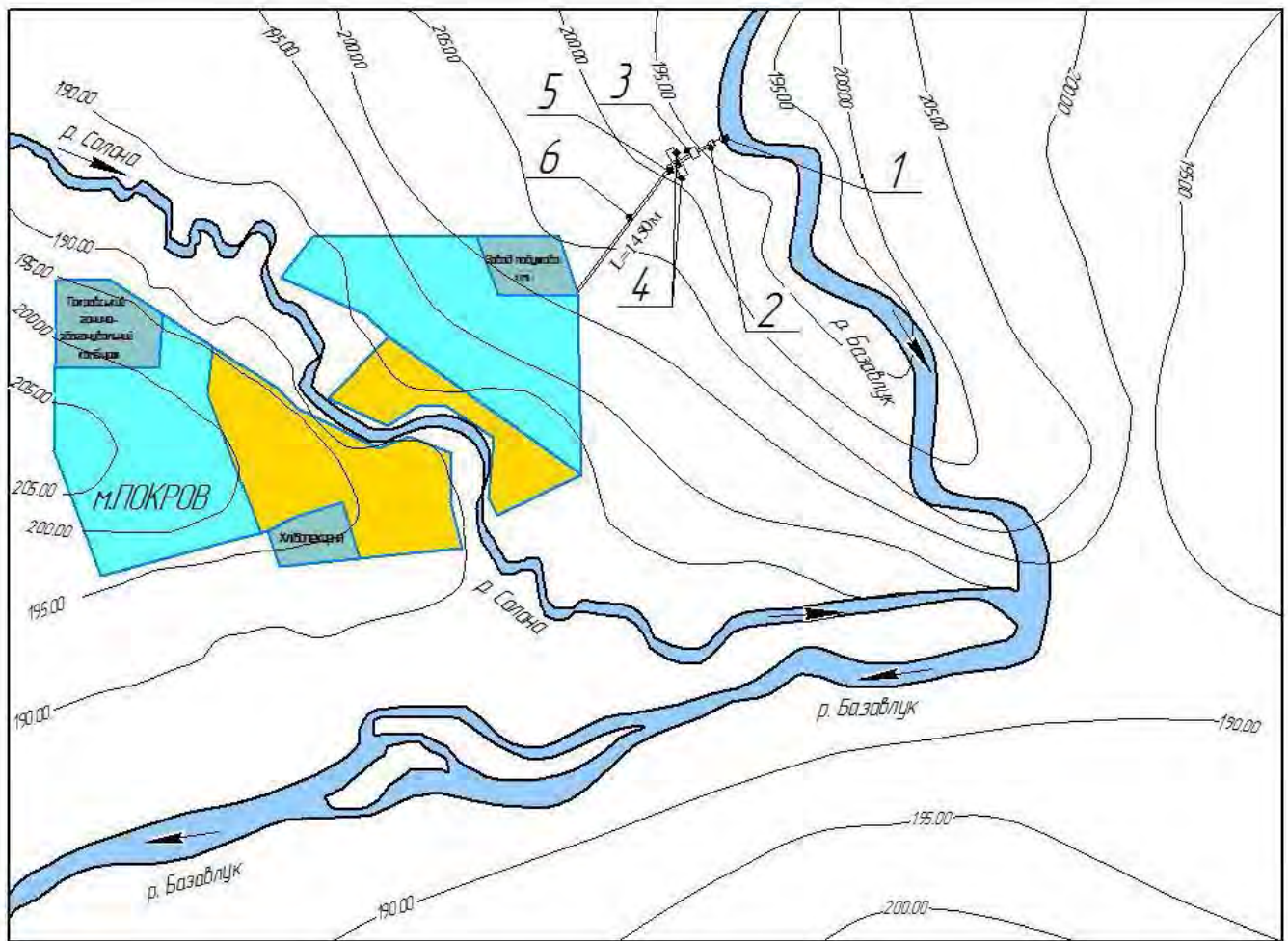
Характеристика зон забудови міста

Зона забудови	Загальна площа забудови, га	Густина населення, чол/га	К-сть населення, чол	Площа газонів та присадибних ділянок, що поливаються		Ступінь благоустрою, для кліматичного району II	Кількість поверхів
				%	га		
Багатоповерхова	190,4	170	32368	6	5,72	Внутрішній водопровід та каналізація з централізованим гарячим водопостачанням і ваннами завдовжки більше 1500 мм, 285 л/добу на 1жит. [1,табл.1]	5
Малоповерхова	126,7	67	8489	12	15,20	Внутрішній водопровід та каналізація з ваннами та місцевими газовими водонагрівачами, 230 л/добу на 1жит. [1,табл.1]	1-2
Всього	317,1		40 857		26,63		

Таблиця 1.4.

Характеристика промислових підприємств

№	Найменування показників	Хлібопекарня кондитерським цехом	Завод побутової хімії	Покровський гірничо-збагачувальний комбінат
1	2	3	4	5
1	Об'єм найбільшої продуктивності будинку	18500	16000	29000
2	Категорія виробництва по пожежній безпеці	А	Б	Д
3	Ступінь вогнестійкості	І	ІІ	ІІ
4	Одиниця виміру продукції, що випускається	1т	1т	1т
5	Кількість продукції, що випускається	15	10	5000
6	Кількість води на одиницю виміру, м <sup>3</sup> /од	Питна – 4,8 Технічна – 0,0, [2, табл.48, п.15, стор.394]	Питна –1,5 Технічна –2,3 [2, табл.47, п.107, стор.416]	Питна –0,0 Технічна – 1,1 [2, табл.4, п.8, стор.104]
7	Коефіцієнти зміни середньорічної норми в літній та зимній сезони	К літ. = 1,0 К зим. =1,0	К літ. = 1,1 К зим. = 0,9	К літ. = 1,1 К зим. = 0,9
8	В тому числі по змінах			
	І	8,0	5,0	2000
	ІІ	4,0	5,0	2000
	ІІІ	3,0	-	1000
	Кількість робітників на підприємстві, всього:	180	200	1500
	В т.ч. холодних цехах			
	І	60	100	400
	ІІ	35	100	400
	ІІІ	25	-	200
	В гарячих :			
	І	30	-	250
	ІІ	20	-	150
	ІІІ	10	-	100
10	Тип цехів	Холодно-гарячий	Холодний	Холодно-гарячий
	Кількість робітників які приймають душ, всього:	150	120	1300
11	І	75	60	650
	ІІ	40	60	350
	ІІІ	35	-	300
12	К-ть чол. на 1 душ. сітку	5	6	8



**Рис. 1.3. Ситуаційний план м. Покров з водозабірними спорудами**

1 - водозабірна споруда з поверхневого джерела, 2 - НС Іп, 3 – станція підготовки води питної якості, 4 – резервуари чистої води, 5 - водоводи

## 2. Визначення розрахункових витрат води

У місті Покров планується система водопостачання об'єднаного типу, це питні потреби населення, на потреби промислових підприємств (технологічні та госпитні потреби працівників), а також на потреби у випадку пожеж.

Витрати води по промисловим підприємствам визначаються на основі укрупнених норм водоспоживання та водовідведення згідно [2].

Норми господарсько – питного водоспоживання в населеному пункті приймаються в залежності від ступеня благоустрою будівель в кожній зоні забудови згідно [1, табл.1.], наведено у таблиці 1.3 даної магістерської роботи.

Норми витрат води на полив в місті приймаються в залежності від типу перекриття території, способу поливу та виду насаджень [1].

Питна вода на полив присадибних ділянок використовується тільки населенням приватного сектора. Прийнята норма витрати води на полив згідно [1, табл. А1].

Норма витрат води на господарсько-питні потреби на підприємствах приймається згідно [1, п 3.7] в гарячих цехах 45 л/люд в зміну, в холодних – 25 л/люд. Витрати води на технологічні процеси протягом однієї зміни приймаємо рівномірними. Годинна витрата води на 1 душову сітку на промислових підприємствах приймається рівною 500л. Користування душем 45 хвилин після закінчення зміни.

### 2.1. Витрати води на госпитні потреби жителів м.Покров

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

$$Q_{сер.доб.} = q \cdot N \cdot K_M / 1000, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (2.1)$$

де  $q$  – питома 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:

$$Q_{доб.мах} = K_{доб.мах} \cdot Q_{доб.сер.}, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (2.2)$$

$$Q_{доб.мін} = K_{доб.мін} \cdot Q_{доб.сер.}, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (2.3)$$

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

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

Розрахунки приведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1.

**Добові витрати води жителями м. Покров, Дніпропетровської області**

Ступінь Благоустрою житла	Загальна кількість жителів, Фж, чол	Питома норма, қп, л/доб	Коефіцієнт Невдахованих витрат, Км	Коефіцієнти добової нерівномірності,		Розрахункові добові витрати, м <sup>3</sup> /доб.		
				Кmax. [1,табл2 п.6.1.2]	Кmin [1,табл2 п.6.1.2]	Середні	Максимальні	Мінімальні
Малопверхова	8489	230	1,1	1,20	0,80	2148	2577	1718
Багатопверхова	32368	285	1,1	1,10	0,90	10147	11162	9133
<b>всього</b>	<b>40857</b>					<b>12295</b>	<b>13739</b>	<b>10851</b>

**2.2. Витрати води на полив в м.Покров**

Добову витрату на полив визначаємо за формулою:

$$Q_{пол} = 10 \cdot F_{пол} \cdot q_{пол} \cdot m_{пол}, м^3 / доб \quad (2.4)$$

де  $q_n$  – питома витрати води на полив, л/м<sup>2</sup>доб;

$F_{пол}$  – площа поливу, га;

$m$  – кількість поливів за добу, шт.

Таблиця 2.2.

**Добові витрати води на різний вид поливу [1, табл. А1]**

№ зони	зона забудови	Вид поливу	Площа поливу F <sub>пол</sub> , га	Кількість поливів	Питоме водоспоживання на полив q <sub>пол</sub> , л/м <sup>2</sup> доб	Витрата води за добу, м <sup>3</sup> /доб		
						Q <sub>сер</sub>	Q <sub>max</sub>	Q <sub>min</sub>
1	багатопверхова	Квітники, парки і газони	5,72	1	4,5	257,4	<b>257,4</b>	0
2	малопверхова	Присадибні ділянки	15,2	1	10	1520	<b>1520</b>	0
		Разом				1777,4	<b>1777,4</b>	0



### 2.3. Витрати води промисловими підприємствами м. Покров

Розрахункова добова витрата води на підприємствах містить в собі:

- а) витрату води на технологічні потреби підприємства;
- б) витрату води на госпжитні потреби працюючих;
- в) витрати води в душових підприємства.

Витрати на *технологічні потреби*, м<sup>3</sup>/доб:

$$Q_{ср\ доб}^{тех} = P \cdot q_m, \text{ м}^3 / \text{доб}, \quad (2.5)$$

де  $P$  – кількість продукції, що випускається за добу, т/доб;

$q_m$  – питомі витрати води (технічної чи питної), м<sup>3</sup>, на одиницю продукції [2].

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

$$Q_{ср\ доб}^{г-п} = \frac{N \cdot q^{г-п}}{1000}, \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (2.6)$$

де  $N$  – кількість робітників в дану зміну, чол;

$q^{г-п}$  – питомі витрати води на 1-го працюючого в зміну на госпжитне 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 дм<sup>3</sup>/год, тобто за час приймання душі витрата душової сітки, м<sup>3</sup> за час приймання душі:

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

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

$$N_{з\ мін}^{д.с.} = N_{з\ мін}^{душ} / n_{д.с.}; \quad (2.7)$$

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

де  $n_{д.с.}$  – кількість робітників, що можуть використовувати одну душову сітку за час приймання душі, чол.

Визначаємо витрати душових вод,  $Q_{з\ мін}^{душ}$  м<sup>3</sup>/зм.:

$$Q_{з\ мін}^{душ} = q_{д.с.} \cdot N_{д.с.}, \text{ м}^3 / \text{зм} \quad (2.8)$$

Таблиця 2.3.

**Витрати технічної води промисловими підприємствами м. Покров**

N <sub>зм.</sub>	Технічна вода		
	N <sup>од</sup> <sub>змін</sub>	q <sub>тех</sub> , М <sup>3</sup> /од.	Q <sub>змін</sub> <sup>тех</sup>
<b>Хлібопекарня з кондитерським цехом</b> (початок роботи I-ї зм. о 8.00 год)			
1	8	0	0
2	4	0	0
3	3	0	0
<b>сума</b>	<b>15</b>		<b>0,00</b>
<b>Завод побутової хімії</b> (початок роботи I-ї зм. о 7.00 год)			
1	5	2,3	11,50
2	5	2,3	11,50
<b>сума</b>	<b>10</b>		<b>23,00</b>
<b>Покровський гірничо-збагачувальний комбінат</b> (початок I-ї зм. о 8.00 год)			
1	2000	1,1	2200,00
2	2000	1,1	2200,00
3	1000	1,1	1100,00
<b>сума</b>	<b>5000</b>		<b>5500,00</b>
<b>Разом за добу</b>			<b>5523,00</b>

У зв'язку з тим, що потреби *Покровського гірничо-збагачувального комбінату* у воді технічної якості складають більше **35%** від загальних витрат, то необхідно прокладання окремого технічного водопроводу в місті Покров до цього комбінату. Але якісь води у свердловинах задовольняє вимогам технічної води на комбінаті, і тоді прокладання окремого технічного водопроводу до нього не потрібно, тому *комбінат для технічних цілей використовує власні свердловини, пробурені на його території.*

Завод побутової хімії в якості технічної води у кількості 23 м<sup>3</sup>/добу може використовувати воду питної якості, із міського госпжитного водопроводу міста. Тоді витрата питної води на одиницю продукції для заводу побутової хімії складатиме 1,5+2,3=3,8 м<sup>3</sup>/од.

Нерівномірність водоспоживання в теплий та холодний періоди року враховують коефіцієнти  $K_{літ}$  і  $K_{зим}$  [2]. При цьому витрати води визначаються по формулам:

$$Q_{стдоб}^{літ} = Q_{стдоб} \cdot K_{літ}, \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (2.9)$$

$$Q_{стдоб}^{зим} = Q_{стдоб} \cdot K_{зим}, \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (2.10)$$

Таблиця 2.4.

## Витрати води питної якості промисловими підприємствами м. Покров

№зм.	Технологічна вода (питної якості)			госпитні потреби (холодні цехи)			госпитні потреби (гарячі цехи)			Душові			Сума
	$N_{змін}^{од}$ ОД.	$Q_{тех}$ М <sup>3</sup> /ОД.	$Q_{змін}^{тех}$ М <sup>3</sup> /ЗМ.	$N_{змін}^{роб}$ ЛЮД.	$Q_{поб}$ М <sup>3</sup> /ОД.	$Q_{змін}^{поб}$ М <sup>3</sup> /ОД.	$N_{змін}^{роб}$ ЛЮД.	$Q_{поб}$ М <sup>3</sup> /ОД.	$Q_{поб}$ М <sup>3</sup> /ОД.	$N_{змін}^{душ}$ ЛЮД.	$N_{змін}^{д.с.}$ ШТ.	$Q_{змін}^{душ}$ М <sup>3</sup> /ЗМ.	$Q_{змін}^{сум}$ М <sup>3</sup> /ЗМ.
<b>Хлібопекарня з кондитерським цехом</b>													
1	8	4,8	38,4	60	25	1,50	30	45	1,35	75	15	5,63	46,88
2	4	4,8	19,2	35	25	0,88	20	45	0,90	40	8	3,00	23,98
3	3	4,8	14,4	25	25	0,63	10	45	0,45	35	7	2,63	18,10
<b>сума</b>	<b>15</b>		<b>72,00</b>	<b>120</b>		<b>3,00</b>	<b>60</b>		<b>2,70</b>	<b>150</b>		<b>11,26</b>	<b>88,95</b>
<b>Завод побутової хімії</b>													
1	5	3,8	19,00	100	25	2,5	0	45	0	60	10	3,75	25,25
2	5	3,8	19,00	100	25	2,5	0	45	0	60	10	3,75	25,25
										120			
<b>сума</b>	<b>10</b>		<b>38,00</b>			<b>5,00</b>			<b>0</b>			<b>7,50</b>	<b>50,50</b>
<b>Покровський гірничо-збагачувальний комбінат</b>													
1	2000	0	0,00	400	25	10	250	45	11,25	650	81	30,47	51,72
2	2000	0	0,00	400	25	10	150	45	6,75	350	44	16,41	33,16
3	1000	0	0,00	200	25	5	100	45	4,5	300	38	14,06	23,56
<b>сума</b>	<b>5000</b>		<b>0,00</b>	<b>1000</b>		<b>25</b>	<b>500</b>		<b>22,5</b>	<b>1300</b>		<b>60,94</b>	<b>108,44</b>
<b>разом</b>			<b>110,00</b>			<b>33,00</b>			<b>25,20</b>			<b>79,69</b>	<b>247,89</b>

Примітка: Покровський гірничо-збагачувальний комбінат на технологічні цілі отримує воду з технічного водопроводу, тому та витрата в таблиці 2.4. не враховується.

Таблиця 2.5.

**Зведена таблиця розрахункових добових витрат питної води в промисловому секторі міста з урахуванням коефіцієнтів нерівномірності використання води у зимовий та літній період**

Назва підприємства	Одиниці виміру продукції	Питомі витрати води, м <sup>3</sup> /од		Коефіцієнт зміни витрат		Номер зміни	Кількість виготовленої продукції	Середньодобові витрати води на технологічні потреби, м <sup>3</sup> /зм			Середньодобові витрати води на технологічні потреби, з урахуванням Кл, Кз м <sup>3</sup> /зм		Розрахункові витрати води на душ і госпитні потреби працівників, м <sup>3</sup> /зм		Разом макс., питна м <sup>3</sup> /зм
		техн.	питна	К <sub>л</sub>	К <sub>з</sub>			техн.	питна	з в/п	літо, Кл	зима, Кз	душ	г/п потреби	
1.Хлібопекарня з кондитерським цехом	1т	0	4,8	1	1	1	8	0	38,4	38,4	38,4	44,03	5,63	2,85	46,88
						2	4	0	19,2	19,2	19,2	19,2	3	1,78	23,98
						3	3	0	14,4	14,4	14,4	14,4	2,63	1,08	18,11
Усього за добу в м <sup>3</sup> /добу							15	0	<b>72,00</b>	<b>72</b>	<b>72,00</b>	<b>72,00</b>	<b>11,26</b>	<b>5,7</b>	<b>88,96</b>
Завод побутової хімії	1т	2,3	1,5	1,1	0,9	1	5	11,5	7,5	19	20,90	17,10	3,75	2,5	27,15
						2	5	11,5	7,5	19	20,90	17,10	3,75	2,5	27,15
Усього за добу в м <sup>3</sup> /добу							10	23	<b>15</b>	<b>38</b>	<b>41,80</b>	<b>34,20</b>	<b>7,5</b>	<b>5,0</b>	<b>54,30</b>
Гірничозбарачувальний комбінат	1 т	1,1	0	1,1	0,9	1	2000	2200	0	0	0	0	30,47	21,25	51,72
						2	2000	2200	0	0	0	0	16,41	16,75	33,16

					3	1000	1100	0	0	0	0	14,06	9,5	23,56
Усього за добу в м <sup>3</sup> /добу						5000	5500	0	0	0,00	0,00	60,94	47,5	108,44
<b>Разом по місту за добу м<sup>3</sup>/добу</b>									<b>110</b>	<b>113,8</b>	<b>106,20</b>	<b>79,69</b>	<b>58,2</b>	<b>251,69</b>

Таблиця 2.5.

**Підсумкова таблиця добових витрат питної води  
споживачами міста**

№ п/п	Споживачі	Добові витрати, м <sup>3</sup> /добу		
		Q <sub>сер</sub>	Q <sub>max</sub>	Q <sub>min</sub>
1	Населення:			
	- багатоповерхова зона	10147	11162	9133
	- малоповерхова зона	2148	2577	1718
	Разом	12295	<b>13739</b>	10851
2	Підприємства:			
	- хлібопекарня з кондитерським цехом	88,95	88,95	88,95
	- завод побутової хімії	50,5	54,30	46,7
	- гірничо-збагачувальний комбінат	108,44	108,44	108,44
	Разом	247,89	<b>251,69</b>	244,09
3	Полив:			
	- квітники і газони, парки (багатоповерхова зона)	257,4	257,4	0
	- присадибні ділянки (малоповерхова зона)	1520	1520	0
	Разом	1777,4	<b>1777,4</b>	0
Разом		14320,29	<b>15 768,1</b>	11095,09

Орієнтовно річні витрати води визначаються на основі середньодобових витрат за формулою:

$$Q_{річ} = Q_{сер.доб.н} \cdot T_n + Q_{сер.доб.п} \cdot T_n, м^3 \quad (2.11)$$

де  $Q_{сер.доб.п}$  і  $Q_{сер.доб.н}$  - середньодобові витрати води в місті, відповідно протягом поливного й неполивного періодів, м<sup>3</sup>/добу.

$T_n$  і  $T_n$  - відповідно тривалість поливного й неполивного періодів, діб;

$$Q_{сер.доб.н} = Q_{сер.доб} - Q_{пол}, м^3 / добу \quad (2.12)$$

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

$$Q_{сер.доб.н} = 14320,29 - 1777,4 = 12542,89 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

$$Q_{річ} = 14320,29 \cdot 150 + 12542,89 \cdot 215 = 2148043,5 + 2696721,35 = 4844764,85 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

## 2.4. Визначення погодинних витрат води

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

$$K_{год}^{max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}, \quad (2.13)$$

де  $\alpha_{max}$  - 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];

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

а) багатоповерхова зона:

$$K_{год}^{max} = 1,2 \cdot 1,18 = 1,416, \text{ приймаємо } 1,4.$$

б) малоповерхова зона:

$$K_{год}^{max} = 1,3 \cdot 1,39 = 1,807, \text{ приймаємо } 1,8.$$

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].

$$Q_{пол.год} = \frac{Q_{пол}}{T_{пол}}, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (2.14)$$

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

для багатоповерхової зони квітники, газони, парки:

$$Q_{пол.год} = \frac{257,4}{10} = 25,74 \text{ м}^3 / \text{год}$$

для малоповерхової зони присадибні ділянки:

$$Q_{пол.год} = \frac{1520}{10} = 152,0 \text{ м}^3 / \text{год}$$

З таблиці 2.6.

**Максимальна витрата – 812,68 м<sup>3</sup>/год**

**Мінімальна витрата – 448,91 м<sup>3</sup>/год**

**Примітка:** 1. Гірничо-збагачувальний комбінат для технічних цілей не використовує воду питної якості, а бере неочищену воду, що підходить по складу, із свердловин, пробурених на своїй території.

**2. Запроектована безбаштова водопровідна мережа міста**

Таблиця 2.6. Погодинний розподіл добових витрат питної води в м.Покров

Години доби	Господарсько-питні потреби населення				Витрати на полив		Хлібопекарня з кондитерським цехом					
	багатоповерх.		малоповерх.		м <sup>3</sup> /год		виробничі потреби, м <sup>3</sup>	Господарсько-питні потреби робочих				приймання душу, м <sup>3</sup>
	по годинах доби, к=1,4, %	Витрати, м <sup>3</sup>	по год. доби, к=1,8, %	Витрати, м <sup>3</sup>	парки, квітники, газони	присадибні ділянки		по год. зміни, гарячі цехи, %	витрата, м <sup>3</sup>	по год. зміни, холод. цех, %	витрата, м <sup>3</sup>	
0-1	2,50	279,05	0,90	23,19	25,74	152	1,80	12,50	0,06	12,5	0,08	3,00
1-2	2,65	295,79	0,90	23,19	25,74	152	1,80	7,00	0,03	4,65	0,03	0
2-3	2,20	245,56	0,90	23,19	25,74	152	1,80	7,00	0,03	4,7	0,03	0
3-4	2,25	251,15	1,00	25,77	25,74	152	1,80	12,50	0,06	12,5	0,08	0
4-5	3,20	357,18	1,35	34,79	25,74	152	1,80	31,25	0,14	37,5	0,24	0
5-6	3,90	435,32	3,85	99,21	25,74	152	1,80	7,00	0,03	4,7	0,03	0
6-7	4,50	502,29	5,20	134,00	0	0	1,80	7,10	0,03	4,7	0,03	0
7-8	5,10	569,26	6,20	159,77	0	0	1,80	15,65	0,07	18,75	0,12	0
8-9	5,35	597,17	5,50	141,74	0	0	4,80	12,50	0,17	12,5	0,19	2,63
9-10	5,85	652,98	5,85	150,75	0	0	4,80	7,00	0,09	4,65	0,07	0
10-11	5,35	597,17	5,00	128,85	0	0	4,80	7,00	0,09	4,7	0,07	0
11-12	5,25	586,01	6,50	167,51	0	0	4,80	12,50	0,17	12,5	0,19	0
12-13	4,60	513,45	7,50	193,28	0	0	4,80	31,25	0,42	37,5	0,56	0
13-14	4,40	491,13	6,70	172,66	0	0	4,80	7,00	0,09	4,7	0,07	0
14-15	4,60	513,45	5,35	137,87	0	0	4,80	7,10	0,10	4,7	0,07	0
15-16	4,60	513,45	4,65	119,83	0	0	4,80	15,65	0,21	18,75	0,28	0
16-17	4,90	546,94	4,50	115,97	0	0	2,40	12,50	0,11	12,5	0,11	5,63
17-18	4,60	513,45	5,50	141,74	0	0	2,40	7,00	0,06	4,65	0,04	0
18-19	4,70	524,61	6,30	162,35	0	0	2,40	7,00	0,06	4,7	0,04	0
19-20	4,50	502,29	5,35	137,87	0	0	2,40	12,50	0,11	12,5	0,11	0
20-21	4,40	491,13	5,00	128,85	25,74	152	2,40	31,25	0,28	37,5	0,33	0
21-22	4,20	468,80	3,00	77,31	25,74	152	2,40	7,00	0,06	4,7	0,04	0
22-23	3,70	412,99	2,00	51,54	25,74	152	2,40	7,10	0,06	4,7	0,04	0
23-24	2,70	301,37	1,00	25,77	25,74	152	2,40	15,65	0,14	18,75	0,17	0
Всього		11162,00	100	2577,00	257,4	1520,0	72,00		2,70		3,0	11,26



Продовження таблиці 2.6.

Завод побутової хімії						Покровський гірничо-збагачувальний комбінат						Сумарні погодинні витрати		Ордината інтеграл графіка
виробничі потреби, м³	Господарсько-питні потреби робочих				душ, м³	виробничі потреби, м³	Господарсько-питні потреби робочих				душ, м³	м³	% доб. витрати	
	по год. зміни, гарячі цехи %	витрата, м³	по год. зміни, холод цех %	Витрата, м³			по год. зміни, гарячі цехи %	Витрата, м³	по год. зміни, холод цехи, %	Витрата, м³				
0	0	0	0	0	0	0	12,50	0,56	12,5	0,63	16,41	502,52	3,19	2,06
0	0	0	0	0	0	0	7,00	0,32	4,65	0,23	0	499,13	3,17	5,23
0	0	0	0	0	0	0	7,00	0,32	4,7	0,24	0	448,91	2,85	8,07
0	0	0	0	0	0	0	12,50	0,56	12,5	0,63	0	457,78	2,90	10,98
0	0	0	0	0	0	0	31,25	1,41	37,5	1,88	0	575,17	3,65	14,62
0	0	0	0	0	0	0	7,00	0,32	4,7	0,24	0	714,68	4,53	19,16
0	0	0	0	0	0	0	7,10	0,32	4,7	0,24	0	638,71	4,05	23,21
2,61	0	0	12,5	0,31	0	0	15,65	0,70	18,75	0,94	0	735,59	4,67	27,87
2,62	0	0	4,65	0,12	0	0	12,50	1,41	12,5	1,25	14,06	766,14	4,86	32,73
2,61	0	0	4,7	0,12	0	0	7,00	0,79	4,65	0,47	0	812,68	5,15	37,88
2,61	0	0	12,5	0,31	0	0	7,00	0,79	4,7	0,47	0	735,16	4,66	42,55
2,61	0	0	37,5	0,94	0	0	12,50	1,41	12,5	1,25	0	764,87	4,85	47,40
2,61	0	0	4,7	0,12	0	0	31,25	3,52	37,5	3,75	0	722,50	4,58	51,98
2,62	0	0	4,7	0,12	0	0	7,00	0,79	4,7	0,47	0	672,75	4,27	56,25
2,61	0	0	18,75	0,47	0	0	7,10	0,80	4,7	0,47	0	660,64	4,19	60,44
2,61	0	0	12,5	0,31	3,75	0	15,65	1,76	18,75	1,88	0,00	648,88	4,12	64,55
2,62	0	0	4,65	0,12	0	0	12,50	0,84	12,5	1,25	30,47	706,46	4,48	69,03
2,61	0	0	4,7	0,12	0	0	7,00	0,47	4,65	0,47	0	661,36	4,19	73,23
2,61	0	0	12,5	0,31	0	0	7,00	0,47	4,7	0,47	0	693,33	4,40	77,62
2,61	0	0	37,5	0,94	0	0	12,50	0,84	12,5	1,25	0	648,42	4,11	81,73
2,62	0	0	4,7	0,12	0	0	31,25	2,11	37,5	3,75	0	809,33	5,13	86,87
2,61	0	0	4,7	0,12	0	0	7,00	0,47	4,7	0,47	0	730,03	4,63	91,50
2,61	0	0	18,75	0,47	0	0	7,10	0,48	4,7	0,47	0	648,81	4,11	95,61

0,00	0	0	0	0	3,75	0	15,65	1,06	18,75	1,88	0,00	514,27	3,26	98,87
<b>41,80</b>				<b>5,00</b>	<b>7,5</b>			<b>22,50</b>		<b>25,00</b>	<b>60,94</b>	<b>15 768,1</b>	<b>100,00</b>	

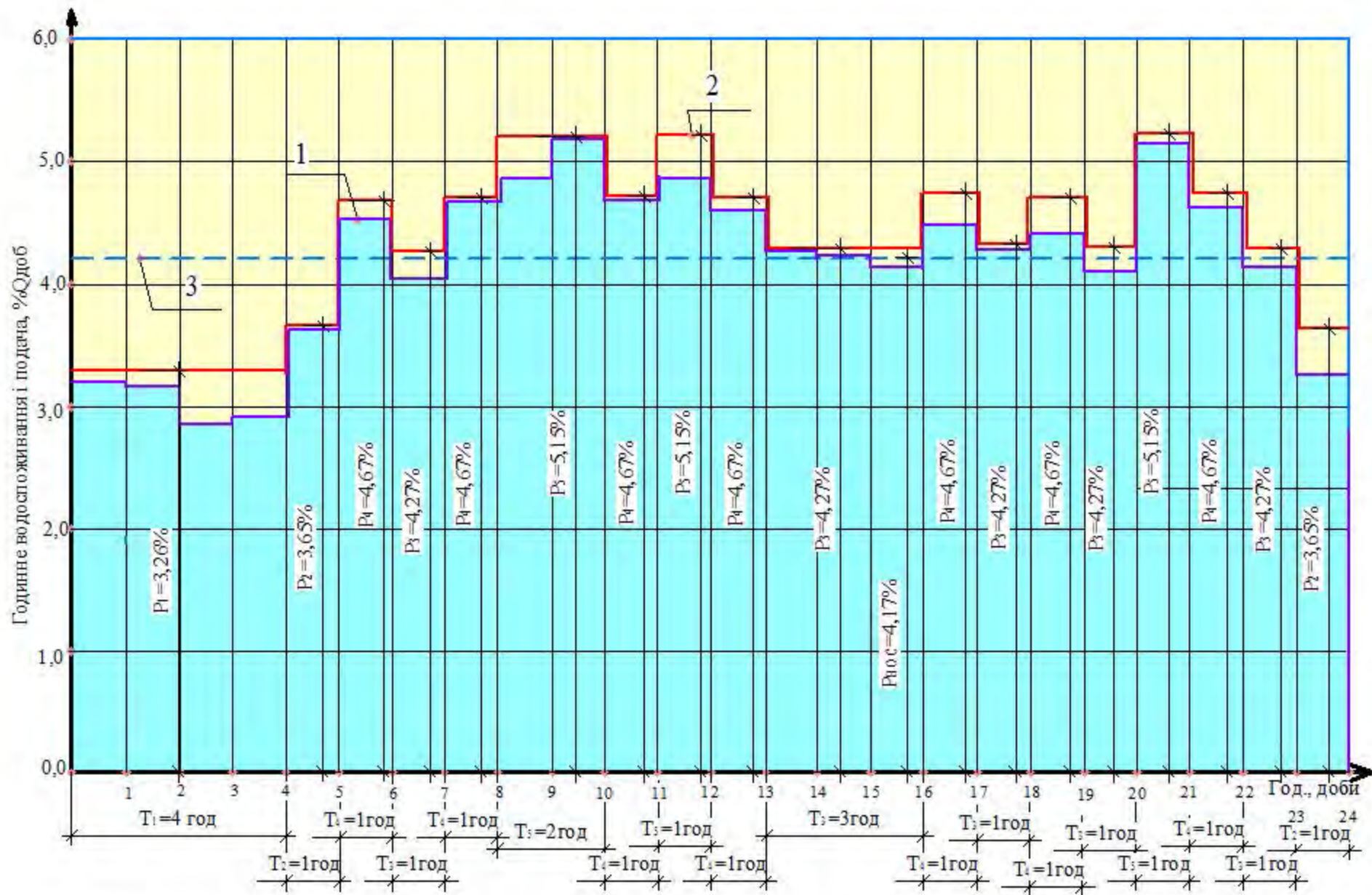
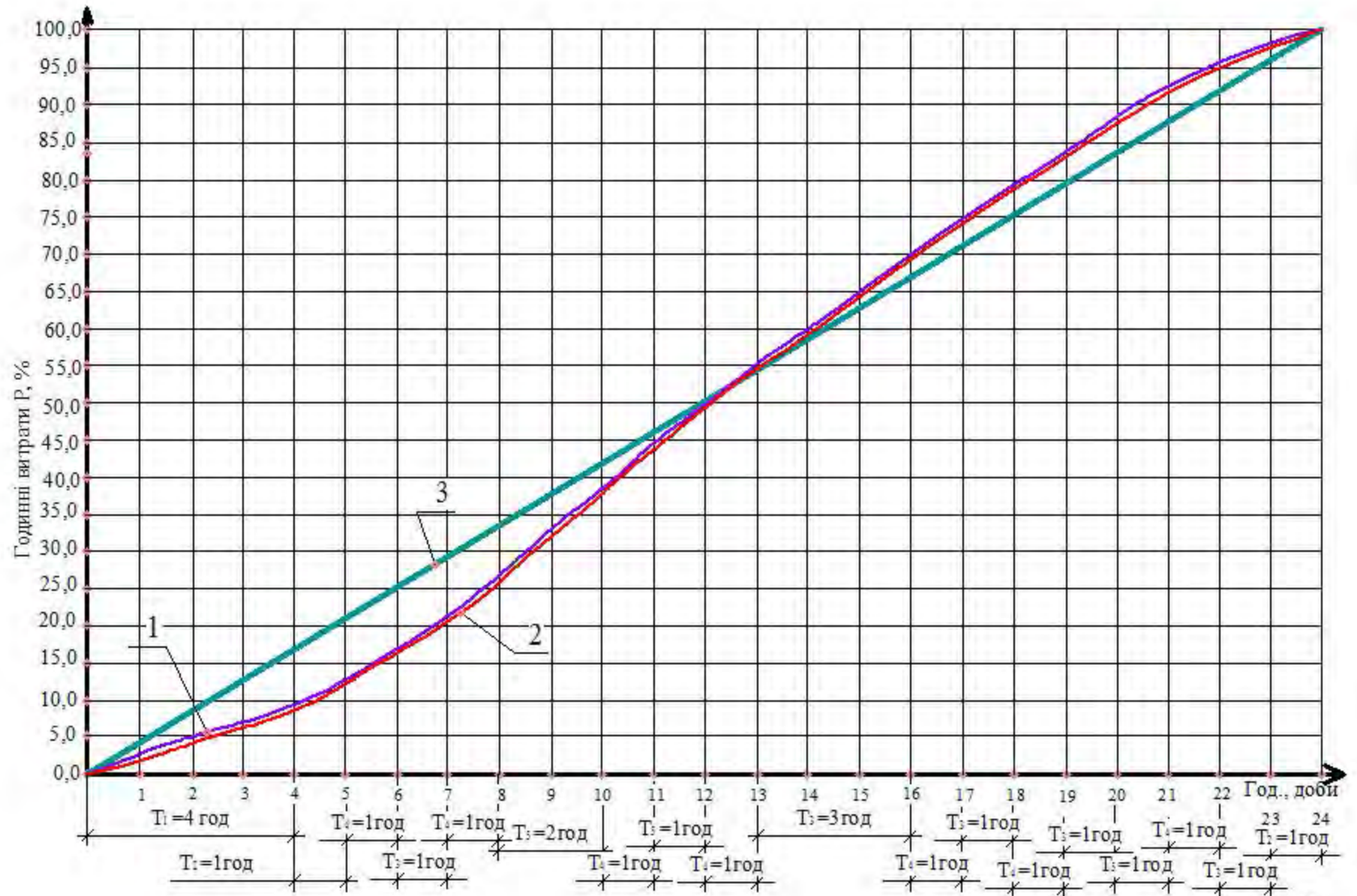


Рис.2.1 Сумісний графік по годинного водоспоживання, роботи насосів II-го підняття та

### надходження води в РЧВ від водоочисної станції в ступінчатій формі



**Рис.2.2. Сумісний графік погодинного водоспоживання , роботи насосів II-го підняття та надходження води в РЧВ від водоочисної станції в інтегральній формі**

**Визначаємо подачі насосів для кожного ступеня:**

$$Q_1 = 3,26 \cdot 15768,1/100 = 514,04 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_2 = 3,65 \cdot 15768,1/100 = 575,54 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_3 = 4,27 \cdot 15768,1/100 = 673,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_4 = 4,67 \cdot 15768,1/100 = 736,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_5 = 5,15 \cdot 15768,1/100 = 812,68 \text{ м}^3/\text{год}$$

## 2.4 Визначення пожежних витрат води

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

$$q_{\text{пож}} = q_{\text{н.з}} + q_{\text{н.в}}, \text{ л/с} \quad (2.14)$$

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].

Всі розрахунки зводимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7

Витрати води на пожежогасіння

№ п / п	Місце пожежогасіння	Кількість одноч. пожеж	q <sub>пож</sub> , л/с, на 1-у пожежу		Сумарні пожежні витрати	Примітка
			зовніш.	внутріш.		
1	Багатоповерхова зона	2	25	0	25	N=32368 жит., n <sub>n</sub> =5
2	Малоповерхова зона	1	10	0	10	N=8489 жит., n <sub>n</sub> =2
3	Хлібопекарня з кондитерським цехом	1	15	10	25	I, А, W=18500 м <sup>3</sup>
4	Завод побутової хімії	1	15	10	25	II, Б, W=16000 м <sup>3</sup>
5	Гірничозбагачувальний комбінат	1	10	10	20	II, Д, W=29000 м <sup>3</sup>

$N$  – кількість жителів;  $n_n$  – кількість поверхів; I, II – ступені вогнестійкості будівель, А, Б, Д – категорія продукції за пожежною безпекою;  $W$  – об'єм найбільшої будівлі, м<sup>3</sup>.

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

$$q_{\text{пож}} = 25 + 25 = 50 \text{ л/с.}$$

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

$$q_{\text{р.пож}} = q_{\text{с.мах}} + q_{\text{пож}}, \text{ л/с} \quad (2.15)$$

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

де  $q_{год.мах}$  - максимальна годинна витрата, яка береться з табл.2.6 в годину максимального водоспоживання, припадає на 9-10 годину.

$$q_{год.мах} = 812,62 \text{ м}^3/\text{год} / 3,6 = 225,74 \text{ л/с.}$$

$$q_{р.пож} = 225,74 + 50 = 275,74 \text{ л/с}$$

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

Таблиця 2.8

**Збірна таблиця розрахункових витрат води**

№ з/п	Найменування витрати	Одиниці вимірювання	Числове значення
1	2	3	4
<b>Водоспоживання</b>			
1	Річна	м <sup>3</sup> /рік	4844764,85
2	Максимальна добова	м <sup>3</sup> /добу	15768,1
3	Максимальна годинна	м <sup>3</sup> /ГОД	812,68
4	Максимальна секундна	л/с	225,74
5	Протипожежна	л/с	50,0
6	Повна протипожежна	л/с	275,74
7	Мінімальна годинна	м <sup>3</sup> /ГОД	514,04
8	Мінімальна секундна	л/с	75,33
<b>Подача води в мережу</b>			
1	Річна	м <sup>3</sup> /рік	4844764,85
2	Добова	м <sup>3</sup> /добу	15768,1
3	Погодинна:	м <sup>3</sup> /ГОД	
	А) насосами 1-го ступеню	м <sup>3</sup> /ГОД	514,04
	Б) насосами 2-го ступеню	м <sup>3</sup> /ГОД	575,54
	В) насосами 3-го ступеню	м <sup>3</sup> /ГОД	673,3
	Г) насосами 4-го ступеню	м <sup>3</sup> /ГОД	736,4
	Д) насосами 5-го ступеню	м <sup>3</sup> /ГОД	812,68
	Секундні:		
	А) насосами 1-го ступеню	л/с	75,33
	Б) насосами 2-го ступеню	л/с	159,9
	В) насосами 3-го ступеню	л/с	187,03
	Г) насосами 4-го ступеню	л/с	204,6
	Д) насосами 5-го ступеню	л/с	225,74
5	Протипожежними насосами секундна	л/с	275,74



## 2.5. Визначення вільних напорів при господарсько-питному водоспоживанні та пожежегасінні

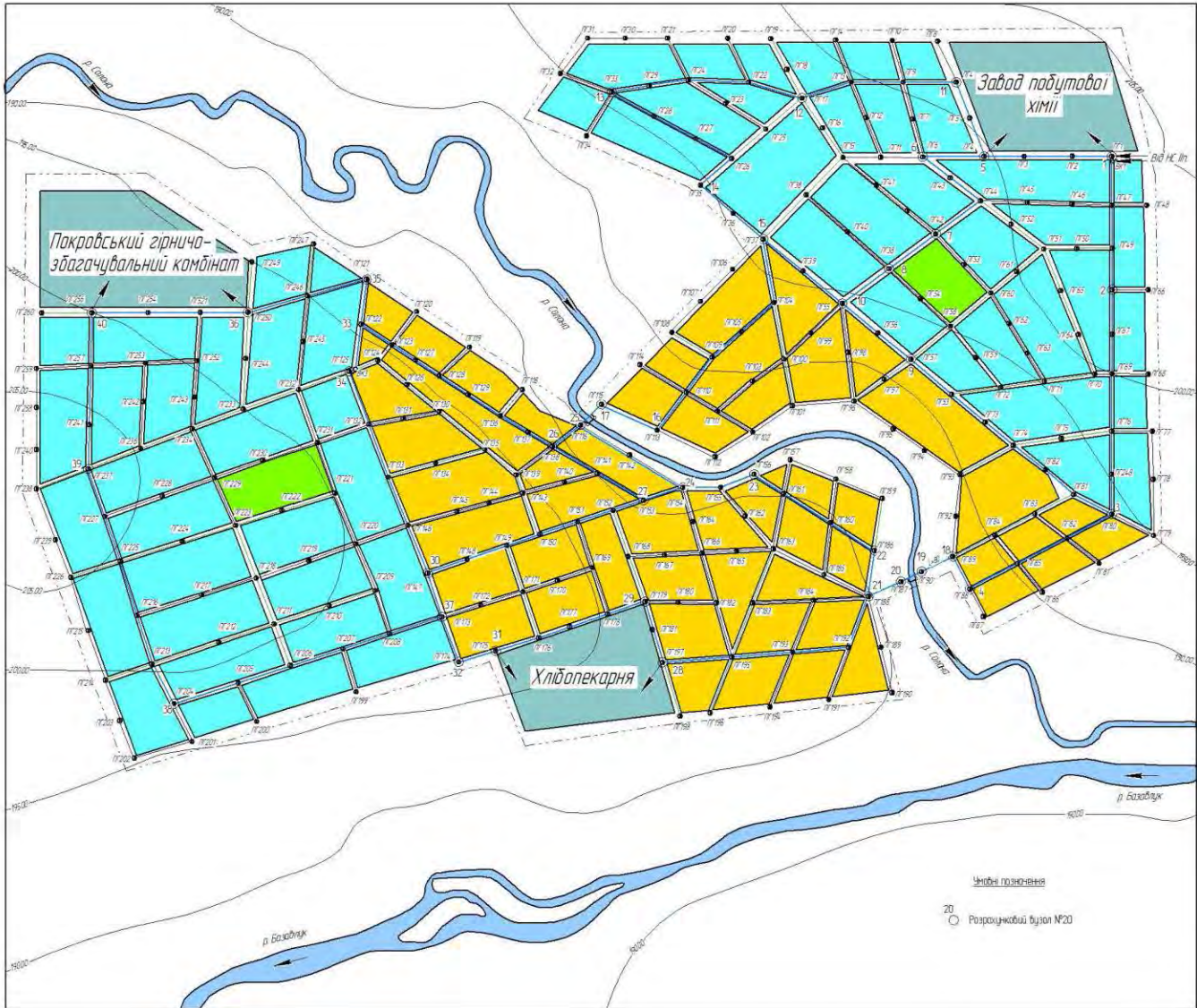
У випадку господарського відбору води із водопровідної мережі необхідні напори визначають так:

а) У житловій зоні міста залежно від переважаючої поверховості. Так, у мало поверховій забудові (2 поверхи)  $H_n = 10 + 4 \cdot (n_{пов} - 1) = 10 + 4 \cdot (2 - 1) = 14 м$ , а в багатоповерховій зоні (5 поверхів) -  $H_n = 10 + 4 \cdot (n_{пов} - 1) = 10 + 4 \cdot (5 - 1) = 26 м$ ,

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 запроектовану систему пожежегасіння низького тиску мінімальний напір у якій постійно складатиме  $H_n = 10 м$ .

Максимальний напір у водопровідній мережі господарсько-питного призначення не повинен перевищувати згідно чинного  $H_n^{max} = 45 м$ .



**рис. 2.3. План міста з нанесенням розрахункових вузлів для гідравлічного розрахунку мережі**

### 3. Розрахунок та проектування СПРВ

Водопровідну мережу розташовують по всій території об'єкта водопостачання з метою доставки води до кожного споживача. Вона повинна мати достатню пропускну здатність, бути економічною і відповідати вимогам надійності. Цих вимог досягають в результаті правильного вибору конфігурації мережі в плані, схеми її живлення, матеріалу та діаметрів труб ділянок мережі, а також параметрів споруд, що взаємодіють із ними.

#### 3.1 Трасування водопровідної мережі

До складу водопровідної мережі входять магістральні та розподільчі лінії. Магістральні лінії призначені для транспортування основної маси води до найвіддаленіших її споживачів, а розподільчі – для розподілу води між ними.

#### 3.2. Вузлові відбори води

Для кожної зони забудови окремо визначаються вузлові водовідбори, результати зводимо в таблицю.

**Таблиця 3.1.**

Вузлові витрати води м.Покрова для випадку максимального водоспоживання та пожежі

Ном ер вузл а	Познач ення діляно к	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.
		діля нок	сума		ділян ок	сум а					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1-2	300	440	6,89	0	0	0,00	З-з побут хімії	0,38	7,27	7,27
	1-5	140			0						
		0			0						
2	2-1	300	790	12,37	0	0	0,00			12,37	12,37
	2-3	490			0						
3	3-2	490	775	12,14	0	725	3,22			15,36	15,36
	3-4	0			440						
	3-9	285			285						
4	4-3	0	0	0,00	440	480	2,13			2,13	2,13
	4-18	0			40						
5	5-1	140	370	5,80	0	0	0,00	З-д побут хімії	0,38	6,17	6,17
	5-6	140			0						

	5-11	90			0						
6	6-5	140	420	6,58	0	0	0,00			6,58	6,58
	6-7	280			0						
7	7-6	280	350	5,48	0	0	0,00			5,48	5,48
	7-8	70			0						
8	8-7	70	190	2,98	0	0	0,00	Готель		2,98	2,98
	8-10	120			0						
9	9-10	95	380	5,95	95	380	1,69			7,64	7,64
	9-3	285			285						
10	10-9	95	325	5,09	95	205	0,91			6,00	6,00
	10-8	120			0						
	10-15	110			110						
11	11-5	90	440	6,89	0		0,00			6,89	6,89
	11-12	350			0	0					
12	12-11	350	770	12,06	0	0	0,00			12,06	12,06
	12-13	420			0						
13	13-12	420	810	12,69	0	0	0,00			12,69	12,69
	13-14	390			0						
14	14-13	390	480	7,52	0	0	0,00			7,52	7,52
	14-15	90			0						
15	15-10	110	200	3,13	110	640	2,84			5,97	5,97
	15-16	0			530						
	15-14	90			0						
16	16-15	0	0	0,00	530	600	2,66			2,66	2,66
	16-17	0			70						
17	17-16	0	0	0,00	70	70	0,31			0,31	0,31
	17-25	0			0						
18	18-4	0	0	0,00	40	40	0,18			0,18	0,18
	18-19	0			0						
19	19-18	0	0	0,00	0	0	0,00			0,00	0,00
	19-20	0			0						
20	20-21	0	0	0,00	0	0	0,00			0,00	0,00
	20-19	0			0						
21	21-20	0	0	0,00	0	590	2,62			2,62	2,62
	21-22	0			50						
	21-28	0			540						
22	22-21	0	0	0,00	50	370	1,64			1,64	1,64

	22-23	0			320						
23	23-22	0	0	0,00	320	405	1,80			1,80	1,80
	23-24	0			85						
24	24-23	0	0	0,00	85	175	0,78			0,78	0,78
	24-27	0			90						
25	25-17	0	0	0,00	0	80	0,36			0,36	0,36
	25-26	0			80						
26	26-25	0	0	0,00	80	820	3,64			3,64	3,64
	26--27	0			230						
	26-33	0			510						
27	27-24	0	0	0,00	90	820	3,64			3,64	3,64
	27-26	0			230						
	27-30	0			500						
28	28-21	0	0	0,00	540	610	2,71	Хлібо пекар- ня	0,69	3,40	3,40
	28-29	0			70						
29	29-28	0		0,00	70	245	1,09			1,09	1,09
	29-31	0			175						
30	30-27	0	290	4,54	500	790	3,51			8,05	8,05
	30-37	50			50						
	30-34	240			240						
31	31-29	0	0	0,00	175	215	0,95	Хлібо пекар- ня	0,69	1,64	26,64
	31-32	0			40			(поже жа)	25,0		
32	32-31	0	55	0,86	40	95	0,42			1,28	1,28
	32-37	55			55						
33	33-26	0	110	1,72	510	620	2,75			4,48	4,48
	33-34	60			60						
	33-35	50			50						
34	34-30	240	300	4,70	240	300	1,33			6,03	6,03
	34-33	60			60						
35	35-33	50	310	4,86	50	50	0,22			5,08	5,08
	35-36	260			0						
36	36-35	260	435	6,81	0	0	0,00	Гірничо збагач	0,18	6,99	6,99

	36-40	175			0						
37	37-32	55	735	11,51	55	105	0,47			11,98	11,98
	37-30	50			50						
	37-38	630			0						
38	38-37	630	1180	18,48	0	0	0,00			18,48	18,48
	38-39	550			0						
39	39-38	550	900	14,10	0	0	0,00			14,10	39,10
	39-40	350			0			(пожежа)	25,00		
40	40-36	175	525	8,22	0	0	0,00	Гірнич озбаг.	0,18	8,40	8,40
	40-39	350			0						
Всього		11580	11580	181,38	9430	9430	41,88		2,49	225,74	275,74

**Таблиця 3.2.**

Вузлові витрати води м.Покрова для випадку мінімального водоспоживання

Нмер вузла	Позначення ділянок	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	З р.в.
		ділянок	сума		ділянок	сума				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1-2	300	440	2,59	0	0	0,00	З-з п. хімії	0,00	2,59
	1-5	140			0					
		0			0					
2	2-1	300	790	4,65	0	0	0,00			4,65
	2-3	490			0					
3	3-2	490	775	4,57	0	725	0,50			5,06
	3-4	0			440					
	3-9	285			285					
4	4-3	0	0	0,00	440	480	0,33			0,33
	4-18	0			40					
5	5-1	140	370	2,18	0	0	0,00	З-д п. хімії	0,00	2,18
	5-6	140			0					
	5-11	90			0					

6	6-5	140	420	2,47	0	0	0,00			2,47
	6-7	280			0					
7	7-6	280	350	2,06	0	0	0,00			2,06
	7-8	70			0					
8	8-7	70	190	1,12	0	0	0,00			1,12
	8-10	120			0					
9	9-10	95	380	2,24	95	380	0,26			2,50
	9-3	285			285					
10	10-9	95	325	1,91	95	205	0,14			2,05
	10-8	120			0					
	10-15	110			110					
11	11-5	90	440	2,59	0		0,00			2,59
	11-12	350			0	0				
12	12-11	350	770	4,54	0	0	0,00			4,54
	12-13	420			0					
13	13-12	420	810	4,77	0	0	0,00			4,77
	13-14	390			0					
14	14-13	390	480	2,83	0	0	0,00			2,83
	14-15	90			0					
15	15-10	110	200	1,18	110	640	0,44			1,62
	15-16	0			530					
	15-14	90			0					
16	16-15	0	0	0,00	530	600	0,41			0,41
	16-17	0			70					
17	17-16	0	0	0,00	70	70	0,05			0,05
	17-25	0			0					
18	18-4	0	0	0,00	40	40	0,03			0,03
	18-19	0			0					
19	19-18	0	0	0,00	0	0	0,00			0,00
	19-20	0			0					
20	20-21	0	0	0,00	0	0	0,00			0,00
	20-19	0			0					
21	21-20	0	0	0,00	0	590	0,40			0,40
	21-22	0			50					
	21-28	0			540					
22	22-21	0	0	0,00	50	370	0,25			0,25
	22-23	0			320					

23	23-22	0	0	0,00	320	405	0,28			0,28
	23-24	0			85					
24	24-23	0	0	0,00	85	175	0,12			0,12
	24-27	0			90					
25	25-17	0	0	0,00	0	80	0,05			0,05
	25-26	0			80					
26	26-25	0	0	0,00	80	820	0,56			0,56
	26--27	0			230					
	26-33	0			510					
27	27-24	0	0	0,00	90	820	0,56			0,56
	27-26	0			230					
	27-30	0			500					
28	28-21	0	0	0,00	540	610	0,42	Хлібоп екарня	0,26	0,68
	28-29	0			70					
29	29-28	0		0,00	70	245	0,17			0,17
	29-31	0			175					
30	30-27	0	290	1,71	500	790	0,54			2,25
	30-37	50			50					
	30-34	240			240					
31	31-29	0	0	0,00	175	215	0,15	Хлібоп екарня	0,26	0,41
	31-32	0			40					
32	32-31	0	55	0,32	40	95	0,06			0,39
	32-37	55			55					
33	33-26	0	110	0,65	510	620	0,42			1,07
	33-34	60			60					
	33-35	50			50					
34	34-30	240	300	1,77	240	300	0,20			1,97
	34-33	60			60					
35	35-33	50	310	1,83	50	50	0,03			1,86
	35-36	260			0					
36	36-35	260	435	2,56	0	0	0,00	Гірнич озбаг.	0,08	2,64
	36-40	175			0					
37	37-32	55	735	4,33	55	105	0,07			4,40
	37-30	50			50					
	37-38	630			0					



38	38-37	630	1180	6,95	0	0	0,00			6,95
	38-39	550			0					
39	39-38	550	900	5,30	0	0	0,00			5,30
	39-40	350			0					
40	40-36	175	525	3,09	0	0	0,00	Гірнич озбаг.	0,08	3,17
	40-39	350			0					
Σ		11580	11580	68,21	9430	9430	6,44		0,67	75,33

### Умовні позначення

160 - геометрична довжина ділянки, м

80 - розрахункова довжина ділянки, м

12 - номер вузла

12,69 - вузлова витрата, л/с

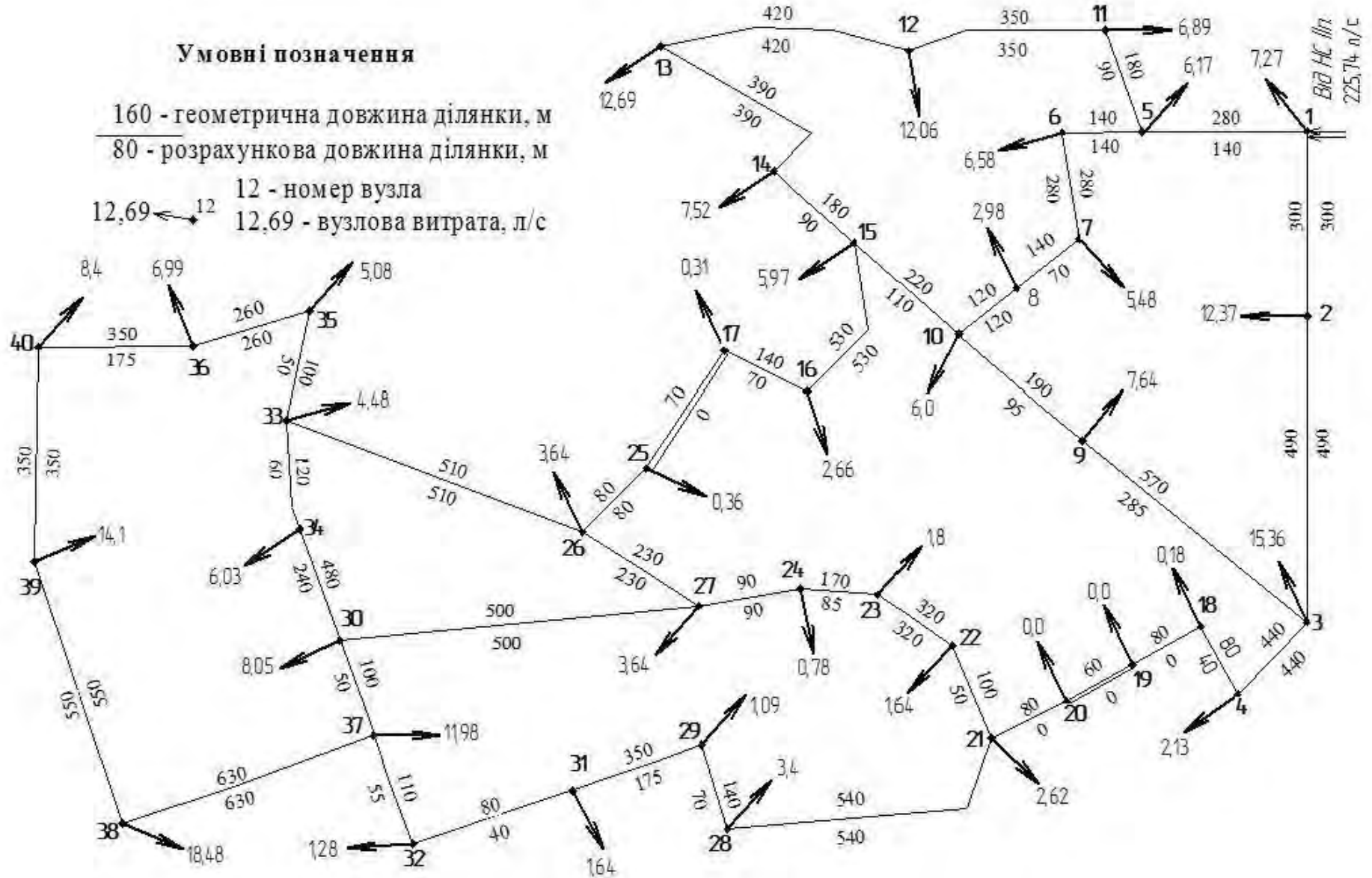


Рис.3.1. Розрахункова схема до визначення вузлових витрат (випадок максимального водовідбору)

**Умовні позначення**

160 - геометрична довжина ділянки, м

80 - розрахункова довжина ділянки, м

12,69 12 - номер вузла

$\leftarrow (12)$  12,69 - вузлова витрата, л/с

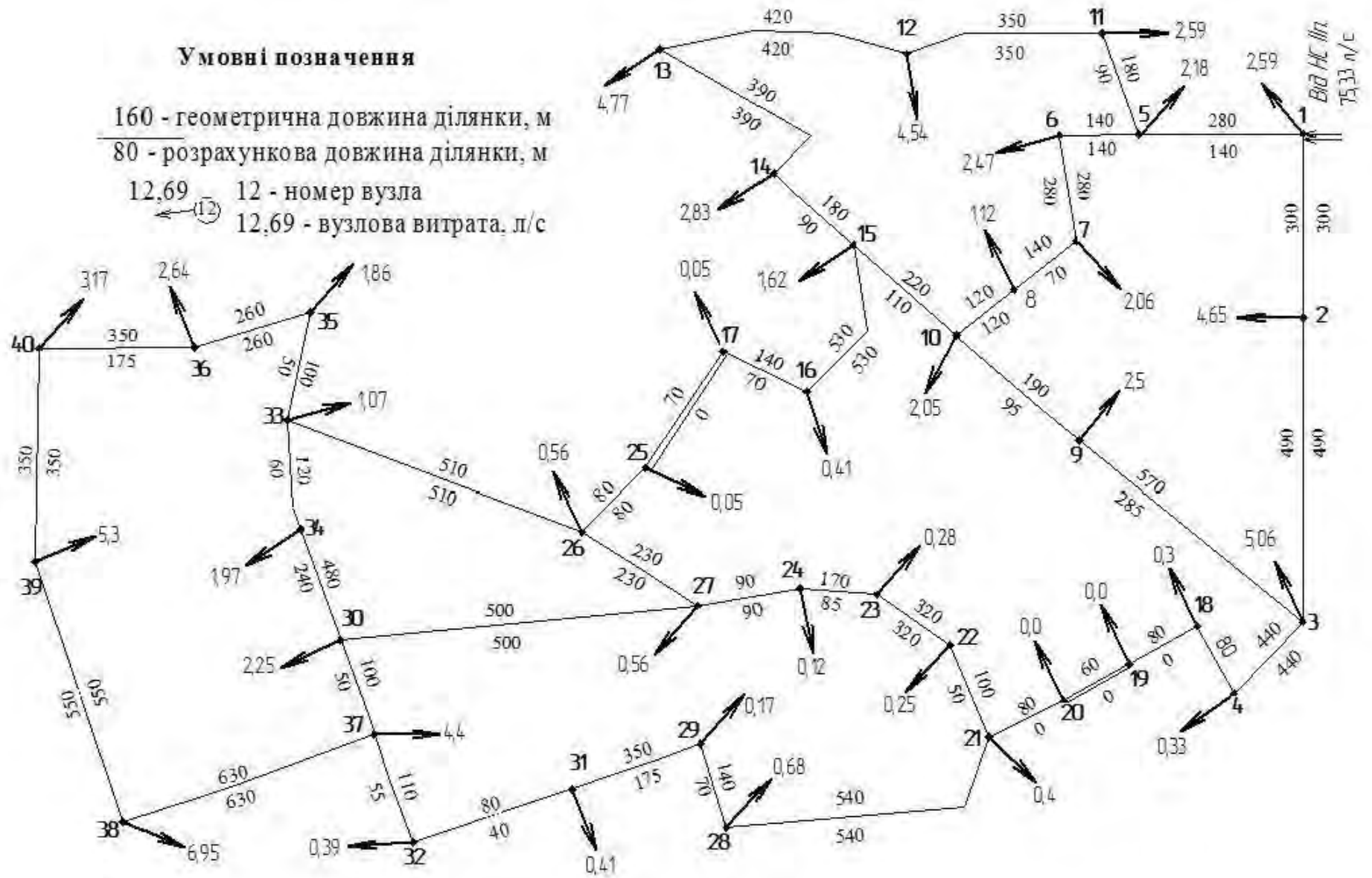


Рис.3.2. Розрахункова схема до визначення вузлових витрат (мінімального водовідбору)



### Умовні позначення

160 - геометрична довжина ділянки, м

80 - розрахункова довжина ділянки, м

12,69 12 - номер вузла

12,69 - вузлова витрата, л/с

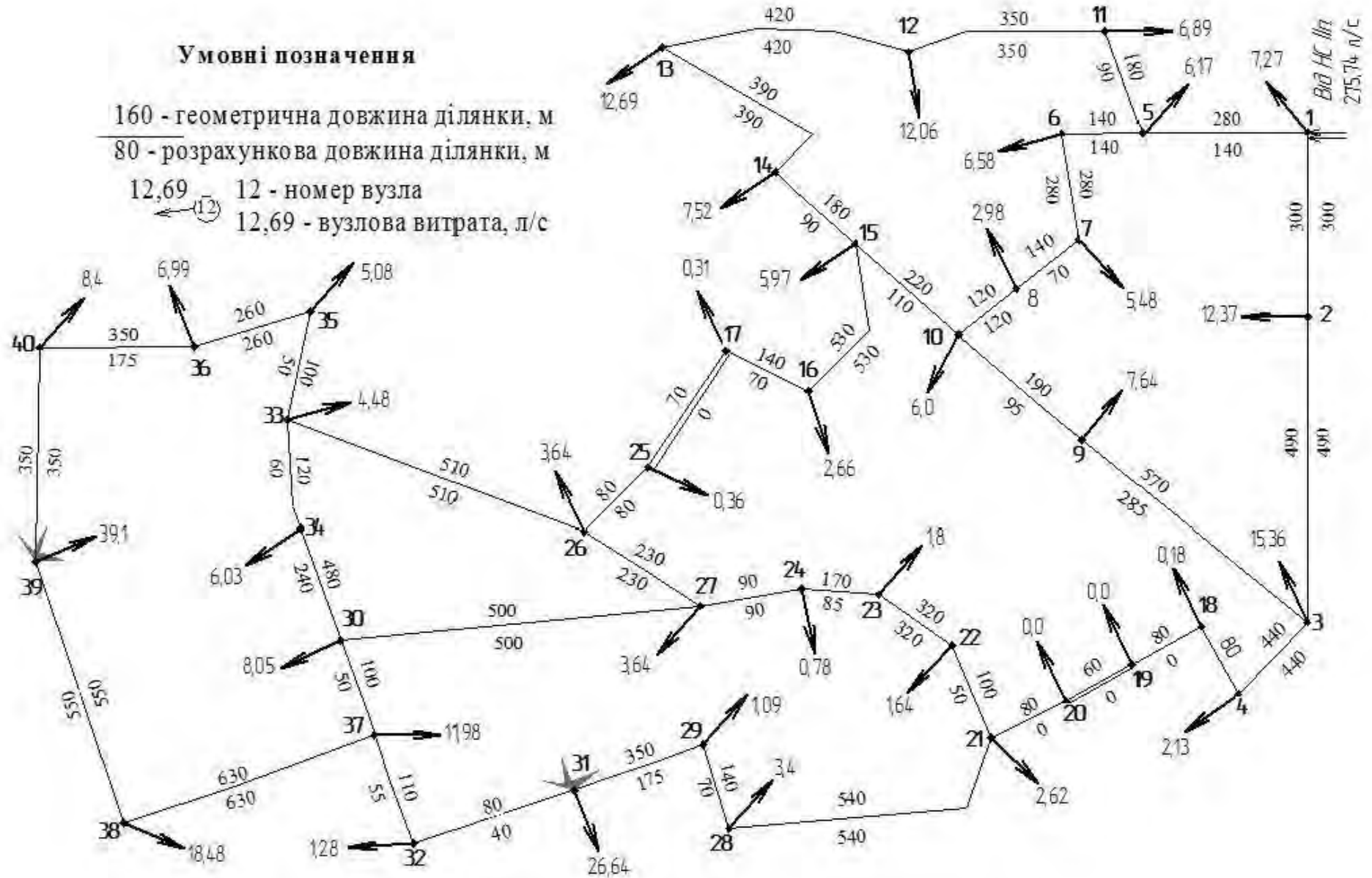


Рис.3.3. Розрахункова схема до визначення вузлових витрат (пожежа)

### ***3.3. Попереднє поточкорозподілення витрати води по ділянкам мережі***

Попередній розподіл потоків води у водопровідній мережі першим етапом техніко-економічного та гідравлічного розрахунку СПРВ, виконуємо у вигляді схем.

### Умовні позначення

200-150 - геометрична довжина ділянки, м - діаметр труби, мм

32,41-0,5 - витрата на ділянці, л/с - коефіцієнт ролі ділянки, м

II - номер кільця

3 - номер вузла

5,83 - вузлова витрата, л/с

8 - номер ділянки

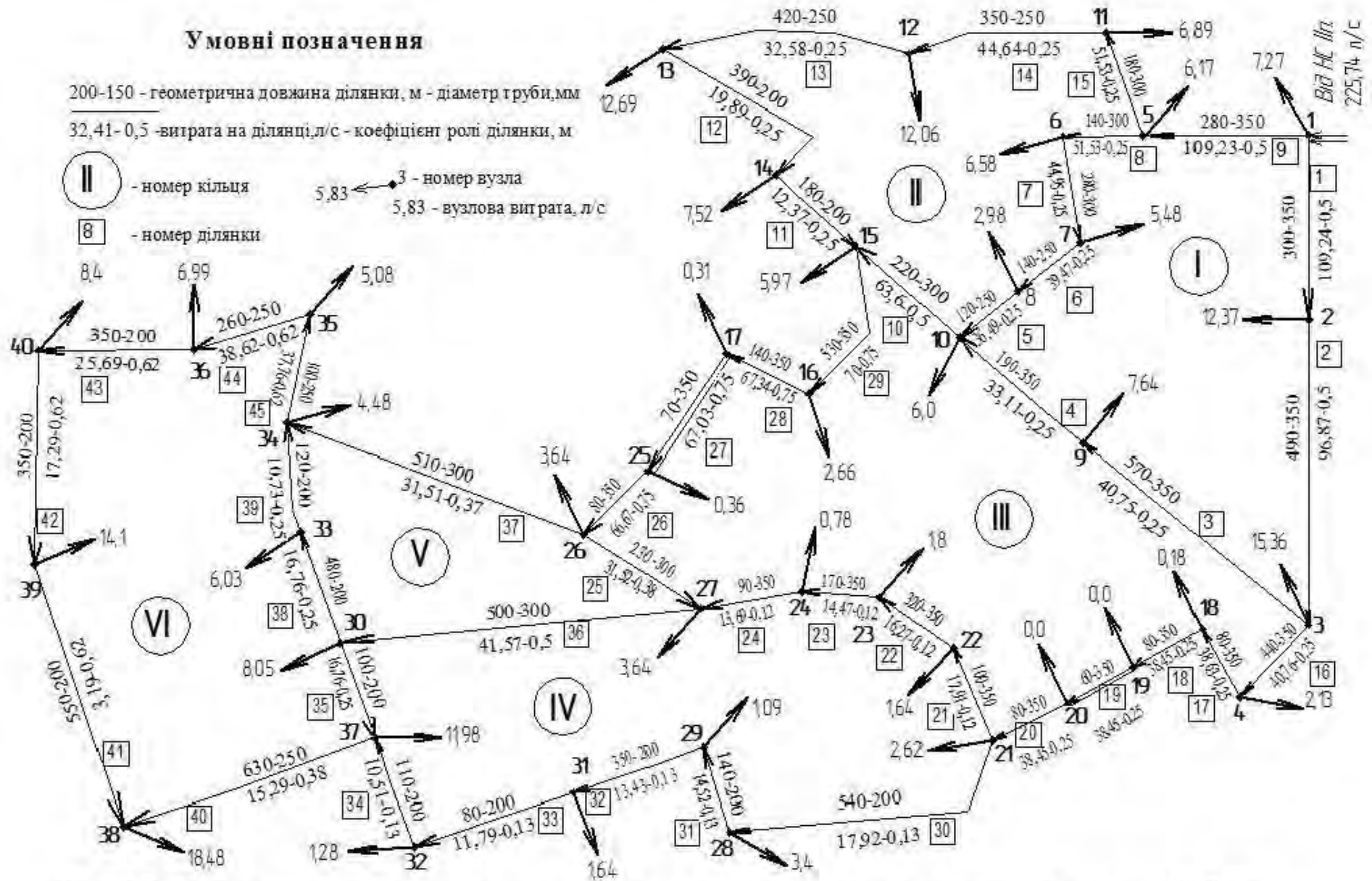


Рис.3.4 Розрахункова схема до попереднього поточкорозподілу для випадку максимального водовідбору





### Умовні позначення

200-150 - геометрична довжина ділянки, м - діаметр труби, мм

32,41-0,5 - витрата на ділянці, л/с - коефіцієнт ролі ділянки, м

II - номер кільця

3 - номер вузла

5,83 - вузлова витрата, л/с

8 - номер ділянки

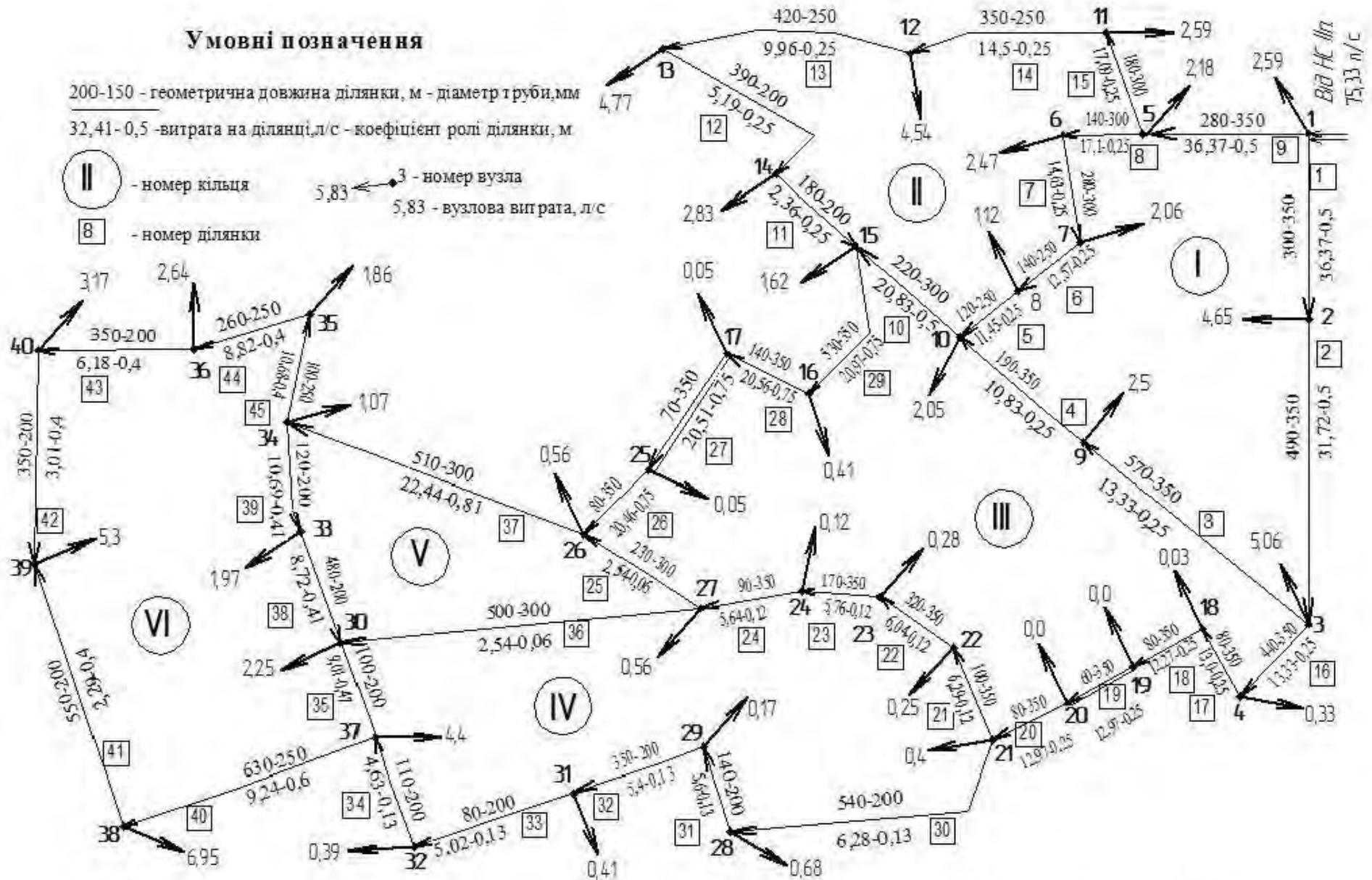


Рис.3.5. Розрахункова схема до попереднього потікорозподілу для випадку мінімального водовідбору



### Умовні позначення

200-150 - геометрична довжина ділянки, м - діаметр труби, мм

32,41-0,5 - витрата на ділянці, л/с - коефіцієнт ролі ділянки, м

II - номер кільця

3 - номер вузла

5,83 - вузлова витрата, л/с

8 - номер ділянки

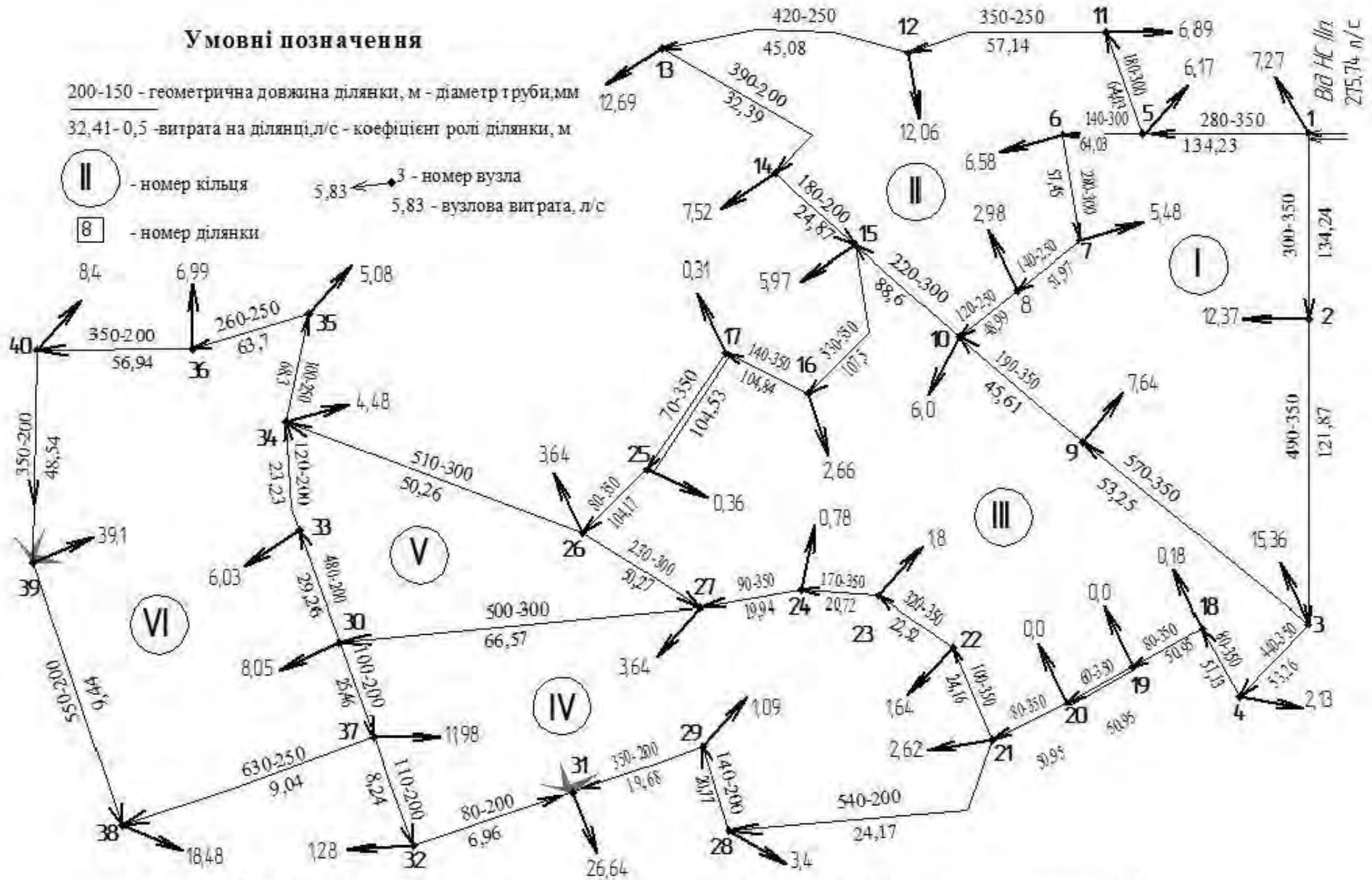


Рис.3.6. Розрахункова схема до попереднього поточкорозподілу для випадку пожежі

### 3.4. Вибір діаметра та матеріалу труб водопровідної мережі

Для магістральних труб використовуємо чавунні розтрубні напірні труби (ГОСТ 5623 - 78 та ГОСТ 9583 – 80), при переході через водні перешкоди використовуємо сталеві безшовні труби (ГОСТ 10704 – 81).

Таблиця 3.3

#### Визначення діаметрів труб водопровідної мережі

№ ділянки на схемі	Позначення ділянки	1 розрах. випадок (макс. водоспоживання)			3 розрах. випадок (мін. водоспож.)			2 розрах. випадок (пожежогасіння)		Прийнятний діаметр, мм	№ кільця
		Витрати, л/с	$\chi_i$	$d_{ек}$ , мм	Витрати, л/с	$\chi_i$	$d_{ек}$ , мм	Витрати, л/с	$v$ , м/с		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1-2	109,24	0,5	350	36,37	0,5	200	134,24		350	1
2	2-3	96,87	0,5	300	31,72	0,5	200	121,87		350	
3	3-9	40,75	0,25	200	13,33	0,25	125	53,25		350	
4	9-10	33,11	0,25	200	10,83	0,25	125	45,61		350	
5	8-10	36,49	0,25	200	11,45	0,25	125	48,99		250	
6	7-8	39,47	0,25	200	12,57	0,25	125	51,97		250	
7	6-7	44,95	0,25	250	14,63	0,25	125	57,45		300	
8	5-6	51,53	0,25	250	17,1	0,25	150	64,03		300	
9	1-5	109,23	0,5	350	36,37	0,5	200	134,23		350	
10	10-15	63,6	0,5	250	20,83	0,5	150	88,6		300	
11	14-15	12,37	0,25	125	2,36	0,25	100	24,87		200	
12	13-14	19,89	0,25	150	5,19	0,25	100	32,39		200	
13	12-13	32,58	0,25	200	9,96	0,25	125	45,08		250	
14	11-12	44,64	0,25	250	14,5	0,25	125	57,14		250	
15	5-11	51,53	0,25	250	17,09	0,25	150	64,03		300	
16	3-4	40,76	0,25	200	13,33	0,25	125	53,26		350	
17	4-18	38,63	0,25	200	13	0,25	125	51,13	1,59	350	
18	18-19	38,45	0,25	200	12,97	0,25	125	50,95	1,58	350	
19	19-20	38,45	0,25	200	12,97	0,25	125	50,95	1,58	350	
20	20-21	38,45	0,25	200	12,97	0,25	125	50,95	1,58	350	
21	21-22	17,91	0,12	150	6,29	0,12	100	24,16	1,32	350	
22	22-23	16,27	0,12	150	6,04	0,12	100	22,52	1,24	350	
23	23-24	14,47	0,12	125	5,76	0,12	100	20,72	1,63	350	
24	24-27	13,69	0,12	125	5,64	0,12	100	19,94	1,57	350	
25	26-27	31,52	0,38	200	2,54	0,06	100	50,27	1,56	300	
26	25-26	66,67	0,75	250	20,46	0,75	150	104,17	1,43	350	
27	17-25	67,03	0,75	250	20,51	0,75	150	104,53	1,44	350	
28	16-17	67,34	0,75	250	20,56	0,75	150	104,84	1,46	350	
29	15-16	70	0,75	250	20,97	0,75	150	107,5	1,48	350	
30	21-28	17,92	0,13	150	6,28	0,13	100	24,17	1,33	200	
31	28-29	14,52	0,13	125	5,6	0,13	100	20,77	1,63	200	
32	29-31	13,43	0,13	125	5,4	0,13	100	19,68	1,55	200	
33	31-32	11,79	0,13	125	5,02	0,13	100	6,96	0,55	200	
34	32-37	10,51	0,13	125	4,63	0,13	100	8,24	0,65	200	
35	30-37	16,76	0,25	150	9,01	0,47	100	25,46	1,4	200	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
36	27-30	41,57	0,5	200	2,54	0,06	100	66,57	1,33	300	
37	26-34	31,51	0,37	200	22,44	0,81	150	50,26	1,56	300	5
38	30-33	16,76	0,25	150	8,72	0,41	100	29,26	1,6	200	
39	33-34	10,73	0,25	125	10,69	0,41	125	23,23	1,88	200	
40	37-38	15,29	0,38	150	9,24	0,6	100	9,04	0,5	250	
41	38-39	3,19	0,62	100	2,29	0,4	100	9,44	1,16	200	6
42	39-40	17,29	0,62	150	3,01	0,4	100	48,54	1,51	200	
43	36-40	25,69	0,62	200	6,18	0,4	100	56,94	1,77	200	
44	35-36	32,68	0,62	200	8,82	0,4	100	63,7	1,27	250	
45	34-35	37,76	0,62	200	10,68	0,4	125	68,3	1,36	250	

### ***3.5. Гідравлічні розрахунки***

Гідравлічні розрахунки передбачають проведення серій перевірочних обчислень, які проводимо для визначення фактичних витрат води та втрат напору на ділянках, а також п'єзометричні позначки та вільні напори у вузлах мережі. При розрахунках сумісної роботи споруд і мереж СПРВ визначаємо дійсні подачі і напори насосних станцій, витрати і рівні води напірно-регулювальних спорудах.

Таблиця 3.4.

## Вихідні параметри ділянок

МАХ

LISOVEC N.

Номер ділянки	Граничні вузли:		Довжина, м	Діаметр умовного проходу, мм	Матеріал труб (режим)	Коефіцієнт збільшення опору, $K_s \geq 1$
	початок	кінець				
1	1	2	300.0	350	чавун	1.15000
2	2	3	490.0	350	чавун	1.15000
3	3	9	570.0	350	чавун	1.15000
4	9	10	190.0	350	чавун	1.15000
5	8	10	120.0	250	чавун	1.15000
6	7	8	140.0	250	чавун	1.15000
7	6	7	280.0	300	чавун	1.15000
8	5	6	140.0	300	чавун	1.15000
9	1	5	280.0	350	чавун	1.15000
10	10	15	220.0	300	чавун	1.15000
11	14	15	180.0	200	чавун	1.15000
12	13	14	390.0	200	чавун	1.15000
13	12	13	420.0	250	чавун	1.15000
14	11	12	350.0	250	чавун	1.15000
15	5	11	180.0	300	чавун	1.15000
16	3	4	440.0	350	чавун	1.15000
17	4	18	80.0	350	чавун	1.15000
18	18	19	80.0	350	чавун	1.15000
19	19	20	60.0	350	сталь	1.25000
20	20	21	80.0	350	чавун	1.15000
21	21	22	100.0	350	чавун	1.15000
22	22	23	320.0	350	чавун	1.15000
23	23	24	170.0	350	чавун	1.15000
24	24	27	90.0	350	чавун	1.15000

25	26	27	230.0	300	чавун	1.15000
----	----	----	-------	-----	-------	---------

Продовження табл.3.4.

26	25	26	80.0	350	чавун	1.15000
27	17	25	70.0	350	сталь	1.25000
28	16	17	140.0	350	чавун	1.15000
29	15	16	540.0	350	чавун	1.15000
30	21	28	540.0	200	чавун	1.15000
31	28	29	140.0	200	чавун	1.15000
32	29	31	350.0	200	чавун	1.15000
33	31	32	80.0	200	чавун	1.15000
34	32	37	110.0	200	чавун	1.15000
35	30	37	100.0	200	чавун	1.15000
36	27	30	500.0	300	чавун	1.15000
37	26	34	510.0	300	чавун	1.15000
38	30	33	480.0	200	чавун	1.15000
39	33	34	120.0	200	чавун	1.15000
40	37	38	630.0	250	чавун	1.15000
41	38	39	550.0	200	чавун	1.15000
42	39	40	350.0	200	чавун	1.15000
43	36	40	350.0	200	чавун	1.15000
44	35	36	260.0	250	чавун	1.15000
45	34	35	100.0	250	чавун	1.15000



Таблиця 3.5. Вихідні параметри вузлів

МАХ

LiSOVEC N.

Номер вузла	Позначка поверхні землі, м	Необхідний напір, м	Задані вузлові витрати, л/с (+, -)
1	203.20	26.0	218.470
2	202.00	26.0	-12.370
3	194.80	26.0	-15.360
4	189.00	14.0	-2.130
5	199.95	26.0	-6.170
6	198.70	26.0	-6.580
7	197.70	26.0	-5.480
8	196.10	26.0	-2.980
9	192.00	26.0	-7.640
10	194.50	26.0	-6.000
11	202.00	26.0	-6.890
12	198.00	26.0	-12.060
13	195.20	26.0	-12.690
14	194.90	26.0	-7.520
15	195.05	26.0	-5.970
16	198.00	14.0	-2.660
17	197.90	14.0	-0.310
18	189.00	14.0	-0.180
19	188.20	14.0	-0.000
20	188.20	14.0	-0.000
21	190.00	14.0	-2.620
22	188.80	14.0	-1.640
23	187.80	14.0	-1.800
24	187.90	14.0	-0.780
25	187.50	14.0	-0.360
26	192.00	14.0	-3.640
27	189.80	14.0	-3.640
28	193.00	14.0	-3.400
29	194.50	14.0	-1.090
30	198.00	26.0	-8.050
31	196.20	14.0	-1.640
32	196.00	26.0	-1.280
33	194.50	26.0	-6.030
34	197.00	26.0	-4.480
35	192.00	26.0	-5.080
36	197.00	26.0	-6.990
37	197.50	26.0	-11.980
38	177.50	26.0	-18.480
39	205.00	26.0	-14.100
40	200.00	26.0	-8.400

Таблиця 3.6.

Вихідні параметри кільцеь

МАХ

LISOVEC N.

Но- мер n/n	Номер кіль- ця	Кількість ділянок в кільці	Номери ділянок	Витрати води на ділянках, л/с (+, -)
1	1	9	3	40.750
2			4	33.110
3			5	-36.490
4			6	-39.470
5			7	-44.950
6			8	-51.530
7			9	-109.230
8			1	109.240
9			2	96.870
10	2	10	10	63.600
11			11	-12.370
12			12	-19.890
13			13	-32.580
14			14	-44.640
15			15	-51.530
16			8	51.530
17			7	44.950
18			6	39.470
19			5	36.490
20	3	17	16	40.760
21			17	38.630
22			18	38.450
23			19	38.450
24			20	38.450
25			21	17.910
26			22	16.270
27			23	14.470
28			24	13.690
29			25	-31.520
30			26	-66.670
31			27	-67.030
32			28	-67.340
33			29	-70.000
34			10	-63.600
35			4	-33.110
36			3	-40.750
37	4	11	30	17.920
38			31	14.520
39			32	13.430
40			33	11.790

Продовження таблиці 3.6.  
Вихідні параметри кільць

МАХ

LISOVEC N.

Но- мер n/n	Номер кіль- ця	Кількість ділянок в кільці	Номери ділянок	Витрати води на ділянках, л/с (+, -)
41			34	10.510
42			35	-16.760
43			36	-41.570
44			24	-13.690
45			23	-14.470
46			22	-16.270
47			21	-17.910
48	5	5	36	41.570
49			38	16.760
50			39	10.730
51			37	-31.510
52			25	31.520
53	6	9	40	15.290
54			41	-3.190
55			42	-17.290
56			43	-25.690
57			44	-32.680
58			45	-37.760
59			39	-10.730
60			38	-16.760
61			35	16.760

Таблиця 3.7. Результати розрахунку параметрів ділянок  
МАХ

LISOVEC N.

NN кіль ця	К-ть діл. к-ця	NN діля нок	Вузли:		Довжи- ни, м	Діа- метри мм	Мате- ріал труб	Коеф. збільш опору	Швид- кості м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору м
			поч.	кін.							
1	9	3	3	9	570.0	350	чв	1.15	0.2	22.47	0.18
			4	10	190.0	350	чв	1.15	0.2	14.83	0.03
		5	8	10	120.0	250	чв	1.15	0.8	-42.20	-0.60
			6	8	140.0	250	чв	1.15	0.9	-45.18	-0.80
		7	6	7	280.0	300	чв	1.15	0.7	-50.66	-0.81
		8	5	6	140.0	300	чв	1.15	0.8	-57.24	-0.50
		9	1	5	280.0	350	чв	1.15	1.1	-107.62	-1.54
		1	1	2	300.0	350	чв	1.15	1.1	110.85	1.74
		2	2	3	490.0	350	чв	1.15	1.0	98.48	2.29
Нев`язка в кільці:-0.0009 м											
2	10	10	10	15	220.0	300	чв	1.15	0.7	51.03	0.64
			11	15	180.0	200	чв	1.15	0.2	-5.05	-0.06
		12	13	14	390.0	200	чв	1.15	0.4	-12.57	-0.65
		13	12	13	420.0	250	чв	1.15	0.5	-25.26	-0.83
		14	11	12	350.0	250	чв	1.15	0.7	-37.32	-1.41
		15	5	11	180.0	300	чв	1.15	0.6	-44.21	-0.41
		8	5	6	140.0	300	чв	1.15	0.8	57.24	0.50
		7	6	7	280.0	300	чв	1.15	0.7	50.66	0.81
		6	7	8	140.0	250	чв	1.15	0.9	45.18	0.80
5	8	10	120.0	250	чв	1.15	0.8	42.20	0.60		
Нев`язка в кільці:-0.0016 м											
3	17	16	3	4	440.0	350	чв	1.15	0.6	60.64	0.86
			17	18	80.0	350	чв	1.15	0.6	58.51	0.15
		18	18	19	80.0	350	чв	1.15	0.6	58.33	0.15
		19	19	20	60.0	350	ст	1.25	0.6	58.33	0.08
		20	20	21	80.0	350	чв	1.15	0.6	58.33	0.15

|| | | 21 | 21 | 22 | 100.0 | 350 | чв | 1.15 | 0.4 | | 40.29 | 0.09 ||  
 Продовження таблиці 3.7.

Результати розрахунку параметрів ділянок

МАХ

LISOVEC N.

NN кіль ця	К-ть діл. к-ця	NN діля нок	Вузли:		Довжи- ни, м	Діа- метри мм	Мате- ріал труб	Коеф. збільш опору	Швид- кості м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору м	
			поч.	кін.								
4	11	22	22	23	320.0	350	чв	1.15	0.4	38.65	0.28	
		23	23	24	170.0	350	чв	1.15	0.4	36.85	0.13	
		24	24	27	90.0	350	чв	1.15	0.4	36.07	0.07	
		25	26	27	230.0	300	чв	1.15	0.1	-5.41	-0.01	
		26	25	26	80.0	350	чв	1.15	0.5	-46.79	-0.10	
		27	17	25	70.0	350	ст	1.25	0.5	-47.15	-0.06	
		28	16	17	140.0	350	чв	1.15	0.5	-47.46	-0.17	
		29	15	16	540.0	350	чв	1.15	0.5	-50.12	-0.74	
		10	10	15	220.0	300	чв	1.15	0.7	-51.03	-0.64	
		4	9	10	190.0	350	чв	1.15	0.2	-14.83	-0.03	
		3	3	9	570.0	350	чв	1.15	0.2	-22.47	-0.18	
		Нев`язка в кільці: 0.0044 м										
		30	21	28	540.0	200	чв	1.15	0.5	15.43	1.30	
		31	28	29	140.0	200	чв	1.15	0.4	12.03	0.21	
		32	29	31	350.0	200	чв	1.15	0.3	10.94	0.45	
		33	31	32	80.0	200	чв	1.15	0.3	9.30	0.08	
		34	32	37	110.0	200	чв	1.15	0.2	8.02	0.08	
		35	30	37	100.0	200	чв	1.15	0.9	-27.89	-0.70	
		36	27	30	500.0	300	чв	1.15	0.5	-37.84	-0.85	
		24	24	27	90.0	350	чв	1.15	0.4	-36.07	-0.07	
23	23	24	170.0	350	чв	1.15	0.4	-36.85	-0.13			
22	22	23	320.0	350	чв	1.15	0.4	-38.65	-0.28			
21	21	22	100.0	350	чв	1.15	0.4	-40.29	-0.09			

5	5	36	27	30	500.0	300	чв	Нев`язка в кільці:-0.0013 м	1.15	0.5	37.84	0.85
---	---	----	----	----	-------	-----	----	-----------------------------	------	-----	-------	------

Продовження таблиці 3.7.

Результати розрахунку параметрів ділянок

МАХ

LISOVEC N.

NN кіль ця	К-ть діл. к-ця	NN діля нок	Вузли:		Довжи- ни, м	Діа- метри мм	Мате- ріал труб	Коеф. збільш опору	Швид- кості м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору м	
			поч.	кін.								
6	9	38	30	33	480.0	200	чв	1.15	0.1	1.90	0.03	
		39	33	34	120.0	200	чв	1.15	0.1	-4.13	-0.03	
		37	26	34	510.0	300	чв	1.15	0.5	-37.73	-0.86	
		25	26	27	230.0	300	чв	1.15	0.1	5.41	0.01	
		Нев`язка в кільці: 0.0030 м										
		40	37	38	630.0	250	чв	1.15	0.5	23.92	1.13	
		41	38	39	550.0	200	чв	1.15	0.2	5.44	0.20	
		42	39	40	350.0	200	чв	1.15	0.3	-8.66	-0.30	
		43	36	40	350.0	200	чв	1.15	0.5	-17.06	-1.01	
		44	35	36	260.0	250	чв	1.15	0.5	-24.05	-0.47	
		45	34	35	100.0	250	чв	1.15	0.6	-29.13	-0.26	
		39	33	34	120.0	200	чв	1.15	0.1	4.13	0.03	
		38	30	33	480.0	200	чв	1.15	0.1	-1.90	-0.03	
		35	30	37	100.0	200	чв	1.15	0.9	27.89	0.70	
Нев`язка в кільці: 0.0030 м												

Таблиця 3.8.

Результати розрахунку параметрів вузлів

МАХ

LISOVEC N.

NN вуз- лів	Позначки поверхні землі, м	Напори, м		П`езомет- ричні позначки, м	Вузлові витрати, л/с	
		Необх	Фактич		Задані	Фактичні
1	203.20	26.0	36.66	239.86	218.47	218.47
2	202.00	26.0	36.12	238.12	-12.37	-12.37
3	194.80	26.0	41.03	235.83	-15.36	-15.36
4	189.00	14.0	45.97	234.97	-2.13	-2.13
5	199.95	26.0	38.37	238.32	-6.17	-6.17
6	198.70	26.0	39.12	237.82	-6.58	-6.58
7	197.70	26.0	39.31	237.01	-5.48	-5.48
8	196.10	26.0	40.12	236.22	-2.98	-2.98
9	192.00	26.0	43.64	235.64	-7.64	-7.64
10	194.50	26.0	41.11	235.61	-6.00	-6.00
11	202.00	26.0	35.92	237.92	-6.89	-6.89
12	198.00	26.0	38.51	236.51	-12.06	-12.06
13	195.20	26.0	40.48	235.68	-12.69	-12.69
14	194.90	26.0	40.13	235.03	-7.52	-7.52
15	195.05	26.0	39.92	234.97	-5.97	-5.97
16	198.00	14.0	36.23	234.23	-2.66	-2.66
17	197.90	14.0	36.15	234.05	-0.31	-0.31
18	189.00	14.0	45.83	234.83	-0.18	-0.18
19	188.20	14.0	46.48	234.68	-0.00	0.00
20	188.20	14.0	46.40	234.60	-0.00	0.00
21	190.00	14.0	44.46	234.46	-2.62	-2.62
22	188.80	14.0	45.56	234.36	-1.64	-1.64
23	187.80	14.0	46.29	234.09	-1.80	-1.80
24	187.90	14.0	46.05	233.95	-0.78	-0.78
25	187.50	14.0	46.49	233.99	-0.36	-0.36
26	192.00	14.0	41.89	233.89	-3.64	-3.64
27	189.80	14.0	44.08	233.88	-3.64	-3.64
28	193.00	14.0	40.16	233.16	-3.40	-3.40
29	194.50	14.0	38.44	232.94	-1.09	-1.09
30	198.00	26.0	35.04	233.04	-8.05	-8.05
31	196.20	14.0	36.29	232.49	-1.64	-1.64
32	196.00	26.0	36.42	232.42	-1.28	-1.28
33	194.50	26.0	38.51	233.01	-6.03	-6.03
34	197.00	26.0	36.03	233.03	-4.48	-4.48
35	192.00	26.0	40.78	232.78	-5.08	-5.08
36	197.00	26.0	35.30	232.30	-6.99	-6.99
37	197.50	26.0	34.83	232.33	-11.98	-11.98
38	177.50	26.0	53.70	231.20	-18.48	-18.48
39	205.00	26.0	26.00	231.00	-14.10	-14.10
40	200.00	26.0	31.29	231.29	-8.40	-8.40

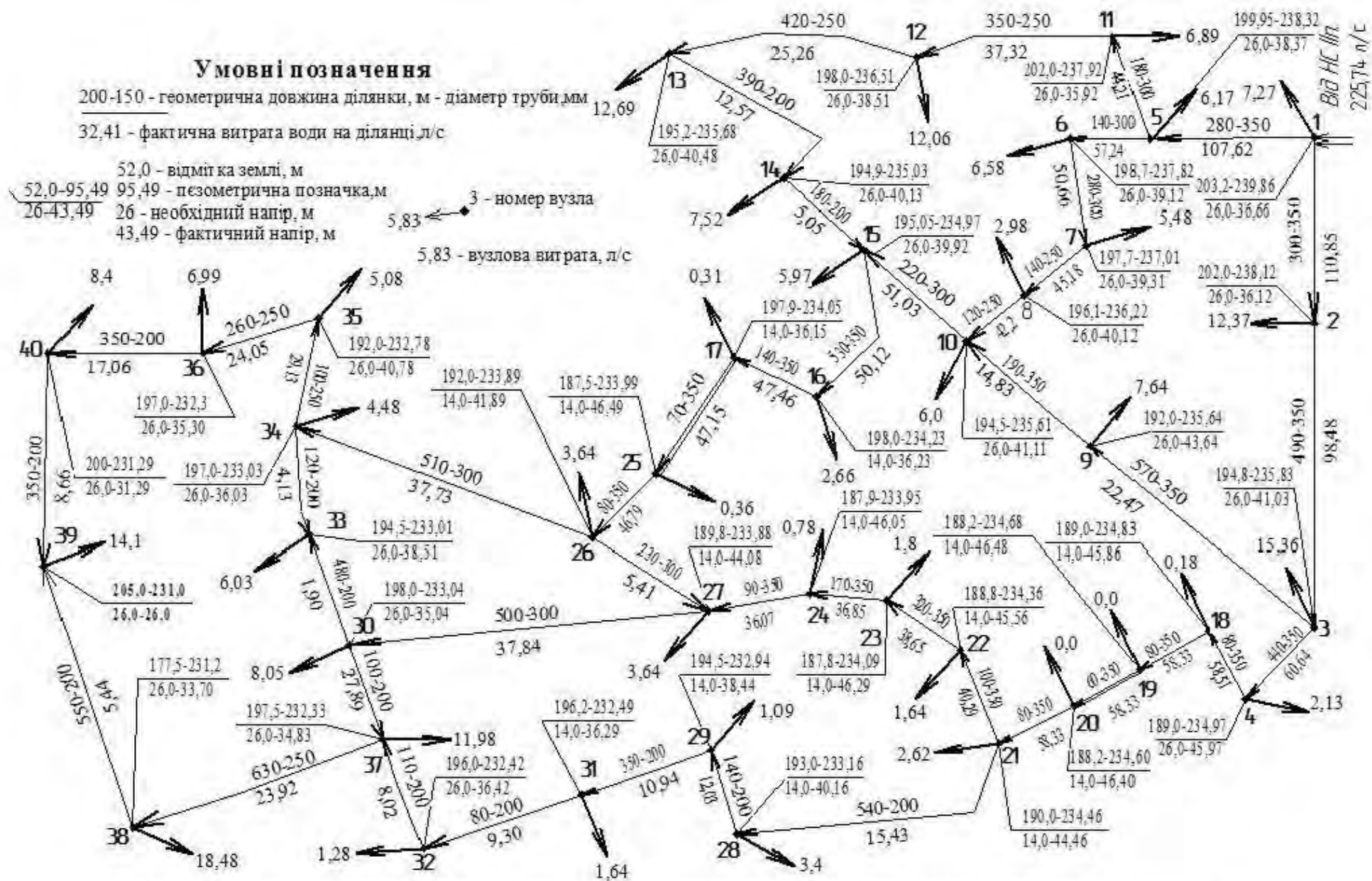


Рис.3.7. Розрахункова схема магістральної водогривної мережі з результатами гідравлічного розрахунку



**(максимальний водовідбір)**

Таблиця 3.9.

Вихідні параметри вузлів

MIN

LISOVEC N.

Номер вузла	Позначка поверхні земли, м	Необхідний напір, м	Задані вузлові витрати, л/с (+, -)
1	203.20	26.0	72.740
2	202.00	26.0	-4.650
3	194.80	26.0	-5.060
4	189.00	14.0	-0.330
5	199.95	26.0	-2.180
6	198.70	26.0	-2.470
7	197.70	26.0	-2.060
8	196.10	26.0	-1.120
9	192.00	26.0	-2.500
10	194.50	26.0	-2.050
11	202.00	26.0	-2.590
12	198.00	26.0	-4.540
13	195.20	26.0	-4.770
14	194.90	26.0	-2.830
15	195.05	26.0	-1.620
16	198.00	14.0	-0.410
17	197.90	14.0	-0.050
18	189.00	14.0	-0.030
19	188.20	14.0	-0.000
20	188.20	14.0	-0.000
21	190.00	14.0	-0.400
22	188.80	14.0	-0.250
23	187.80	14.0	-0.280
24	187.90	14.0	-0.120
25	187.50	14.0	-0.050
26	192.00	14.0	-0.560
27	189.80	14.0	-0.560
28	193.00	14.0	-0.680
29	194.50	14.0	-0.170
30	198.00	26.0	-2.250
31	196.20	14.0	-0.410
32	196.00	26.0	-0.390
33	194.50	26.0	-1.070
34	197.00	26.0	-1.970
35	192.00	26.0	-1.860
36	197.00	26.0	-2.640
37	197.50	26.0	-4.400
38	177.50	26.0	-6.950
39	205.00	26.0	-5.300
40	200.00	26.0	-3.170

Таблиця 3.10.  
 Вихідні параметри кілець  
 MIN LISOVEC N.

Но- мер n/n	Номер кіль- ця	Кількість ділянок в кільці	Номери ділянок	Витрати води на ділянках, л/с (+,-)
1	1	9	3	13.330
2			4	10.830
3			5	-11.450
4			6	-12.570
5			7	-14.630
6			8	-17.100
7			9	-36.370
8			1	36.370
9			2	31.720
10	2	10	10	20.230
11			11	-2.360
12			12	-5.190
13			13	-9.960
14			14	-14.500
15			15	-17.090
16			8	17.100
17			7	14.630
18			6	12.570
19			5	11.450
20	3	17	16	13.330
21			17	13.000
22			18	12.970
23			19	12.970
24			20	12.970
25			21	6.290
26			22	6.040
27			23	5.760
28			24	5.640
29			25	2.540
30			26	-20.460
31			27	-20.510
32			28	-20.560
33			29	-20.970
34			10	-20.230
35			4	-10.830
36			3	-13.330
37	4	11	30	6.280
38			31	5.600
39			32	5.430
40			33	5.020
41			34	4.630

Продовження таблиці 3.10.

Вихідні параметри кільцеь

MIN

LISOVEC

Но- мер n/n	Номер кіль- ця	Кількість ділянок в кільці	Номери ділянок	Витрати води на ділянках, л/с (+, -)
42			35	-9.450
43			36	-2.540
44			24	-5.640
45			23	-5.760
46			22	-6.040
47			21	-6.290
48	5	5	36	2.540
49			38	-9.160
50			39	-10.230
51			37	-22.440
52			25	-2.540
53	6	9	40	9.680
54			41	2.730
55			42	-2.570
56			43	-5.740
57			44	-8.380
58			45	-10.240
59			39	10.230
60			38	9.160
61			35	9.450

Таблиця 3.11. Результати розрахунку параметрів ділянок  
 MIN LISOVEC

NN кіль ця	К-ть діл. к-ця	NN діля нок	Вузли:		Довжи- ни, м	Діа- метри мм	Мате- ріал труб	Коеф. збільш опору	Швид- кості м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору м
			поч.	кін.							
1	9	3	3	9	570.0	350	чв	1.15	0.1	7.81	0.03
		4	9	10	190.0	350	чв	1.15	0.1	5.31	0.00
		5	8	10	120.0	250	чв	1.15	0.3	-13.16	-0.07
		6	7	8	140.0	250	чв	1.15	0.3	-14.28	-0.10
		7	6	7	280.0	300	чв	1.15	0.2	-16.34	-0.10
		8	5	6	140.0	300	чв	1.15	0.3	-18.81	-0.07
		9	1	5	280.0	350	чв	1.15	0.4	-36.26	-0.21
		1	1	2	300.0	350	чв	1.15	0.4	36.48	0.23
		2	2	3	490.0	350	чв	1.15	0.3	31.83	0.30
Нев'язка в кільці: -0.0012 м											
2	10	10	10	15	220.0	300	чв	1.15	0.2	16.42	0.08
		11	14	15	180.0	200	чв	1.15	0.0	-0.54	-0.00
		12	13	14	390.0	200	чв	1.15	0.1	-3.37	-0.06
		13	12	13	420.0	250	чв	1.15	0.2	-8.14	-0.11
		14	11	12	350.0	250	чв	1.15	0.3	-12.68	-0.20
		15	5	11	180.0	300	чв	1.15	0.2	-15.27	-0.06
		8	5	6	140.0	300	чв	1.15	0.3	18.81	0.07
		7	6	7	280.0	300	чв	1.15	0.2	16.34	0.10
		6	7	8	140.0	250	чв	1.15	0.3	14.28	0.10
		5	8	10	120.0	250	чв	1.15	0.3	13.16	0.07
Нев'язка в кільці: 0.0058 м											
3	17	16	3	4	440.0	350	чв	1.15	0.2	18.96	0.10
		17	4	18	80.0	350	чв	1.15	0.2	18.63	0.02
		18	18	19	80.0	350	чв	1.15	0.2	18.60	0.02
		19	19	20	60.0	350	ст	1.25	0.2	18.60	0.01
		20	20	21	80.0	350	чв	1.15	0.2	18.60	0.02
		21	21	22	100.0	350	чв	1.15	0.1	13.20	0.01

|| | | 22 | 22 | 23 | 320.0 | 350 | чв | 1.15 | 0.1 | 12.95 | 0.04 ||  
Продовження таблиці 3.11 Результати розрахунку параметрів ділянок

MIN

LISOVEC N.

NN кіль ця	К-ть діл. к-ця	NN діля нок	Вузли:		Довжи- ни, м	Діа- метри мм	Мате ріал труб	Коеф. збільш опору	Швид- кості м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору м	
			поч.	кін.								
4	11	23	23	24	170.0	350	чв	1.15	0.1	12.67	0.02	
		24	24	27	90.0	350	чв	1.15	0.1	12.55	0.01	
		25	26	27	230.0	300	чв	1.15	0.0	-1.04	-0.00	
		26	25	26	80.0	350	чв	1.15	0.2	-14.83	-0.01	
		27	17	25	70.0	350	ст	1.25	0.1	-14.88	-0.01	
		28	16	17	140.0	350	чв	1.15	0.2	-14.93	-0.02	
		29	15	16	540.0	350	чв	1.15	0.2	-15.34	-0.09	
		10	10	15	220.0	300	чв	1.15	0.2	-16.42	-0.08	
		4	9	10	190.0	350	чв	1.15	0.1	-5.31	-0.00	
		3	3	9	570.0	350	чв	1.15	0.1	-7.81	-0.03	
		Нев`язка в кільці:-0.0044 м										
		30	21	28	540.0	200	чв	1.15	0.2	5.00	0.17	
		31	28	29	140.0	200	чв	1.15	0.1	4.32	0.03	
		32	29	31	350.0	200	чв	1.15	0.1	4.15	0.08	
		33	31	32	80.0	200	чв	1.15	0.1	3.74	0.01	
		34	32	37	110.0	200	чв	1.15	0.1	3.35	0.02	
		35	30	37	100.0	200	чв	1.15	0.3	-10.10	-0.11	
36	27	30	500.0	300	чв	1.15	0.2	-13.03	-0.12			
24	24	27	90.0	350	чв	1.15	0.1	-12.55	-0.01			
23	23	24	170.0	350	чв	1.15	0.1	-12.67	-0.02			
22	22	23	320.0	350	чв	1.15	0.1	-12.95	-0.04			
21	21	22	100.0	350	чв	1.15	0.1	-13.20	-0.01			
Нев`язка в кільці:-0.0025 м												
5	5	36	27	30	500.0	300	чв	1.15	0.2	13.03	0.12	
		38	30	33	480.0	200	чв	1.15	0.0	0.68	0.00	

		39	33	34	120.0	200	чв	1.15	0.0	-0.39	-0.00
		37	26	34	510.0	300	чв	1.15	0.2	-13.23	-0.13

Продовження таблиці 3.11 Результати розрахунку параметрів ділянок

MIN

LISOVEC N.

NN кіль ця	К-ть діл. к-ця	NN діля нок	Вузли:		Довжи- ни, м	Діа- метри мм	Мате ріал труб	Коеф. збільш опору	Швид- кості м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору м	
			поч.	кін.								
6	9	25	26	27	230.0	300	чв	1.15	0.0	1.04	0.00	
		Нев`язка в кільці: 0.0087 м										
		40	37	38	630.0	250	чв	1.15	0.2	9.05	0.19	
		41	38	39	550.0	200	чв	1.15	0.1	2.10	0.04	
		42	39	40	350.0	200	чв	1.15	0.1	-3.20	-0.05	
		43	36	40	350.0	200	чв	1.15	0.2	-6.37	-0.17	
		44	35	36	260.0	250	чв	1.15	0.2	-9.01	-0.08	
		45	34	35	100.0	250	чв	1.15	0.2	-10.87	-0.04	
		39	33	34	120.0	200	чв	1.15	0.0	0.39	0.00	
		38	30	33	480.0	200	чв	1.15	0.0	-0.68	-0.00	
35	30	37	100.0	200	чв	1.15	0.3	10.10	0.11			
Нев`язка в кільці: 0.0087 м												

Таблиця 3.12.

Результати розрахунку параметрів вузлів

MIN

LISOVEC N.

NN вуз- лів	Позначки поверхні землі, м	Напори, м		П`езомет- ричні позначки, м	Вузлові витрати, л/с	
		Необх	Фактич		Задані	Фактичні
1	203.20	26.0	29.04	232.24	72.74	72.74
2	202.00	26.0	30.01	232.01	-4.65	-4.65
3	194.80	26.0	36.91	231.71	-5.06	-5.06
4	189.00	14.0	42.61	231.61	-0.33	-0.33
5	199.95	26.0	32.08	232.03	-2.18	-2.18
6	198.70	26.0	33.26	231.96	-2.47	-2.47
7	197.70	26.0	34.16	231.86	-2.06	-2.06
8	196.10	26.0	35.66	231.76	-1.12	-1.12
9	192.00	26.0	39.69	231.69	-2.50	-2.50
10	194.50	26.0	37.19	231.69	-2.05	-2.05
11	202.00	26.0	29.97	231.97	-2.59	-2.59
12	198.00	26.0	33.77	231.77	-4.54	-4.54
13	195.20	26.0	36.46	231.66	-4.77	-4.77
14	194.90	26.0	36.70	231.60	-2.83	-2.83
15	195.05	26.0	36.55	231.60	-1.62	-1.62
16	198.00	14.0	33.52	231.52	-0.41	-0.41
17	197.90	14.0	33.59	231.49	-0.05	-0.05
18	189.00	14.0	42.59	231.59	-0.03	-0.03
19	188.20	14.0	43.37	231.57	-0.00	0.00
20	188.20	14.0	43.36	231.56	-0.00	0.00
21	190.00	14.0	41.55	231.55	-0.40	-0.40
22	188.80	14.0	42.73	231.53	-0.25	-0.25
23	187.80	14.0	43.69	231.49	-0.28	-0.28
24	187.90	14.0	43.58	231.48	-0.12	-0.12
25	187.50	14.0	43.99	231.49	-0.05	-0.05
26	192.00	14.0	39.48	231.48	-0.56	-0.56
27	189.80	14.0	41.67	231.47	-0.56	-0.56
28	193.00	14.0	38.38	231.38	-0.68	-0.68
29	194.50	14.0	36.84	231.34	-0.17	-0.17
30	198.00	26.0	33.34	231.34	-2.25	-2.25
31	196.20	14.0	35.07	231.27	-0.41	-0.41
32	196.00	26.0	35.25	231.25	-0.39	-0.39
33	194.50	26.0	36.84	231.34	-1.07	-1.07
34	197.00	26.0	34.35	231.35	-1.97	-1.97
35	192.00	26.0	39.30	231.30	-1.86	-1.86
36	197.00	26.0	34.22	231.22	-2.64	-2.64
37	197.50	26.0	33.73	231.23	-4.40	-4.40
38	177.50	26.0	53.54	231.04	-6.95	-6.95
39	205.00	26.0	26.00	231.00	-5.30	-5.30
40	200.00	26.0	31.05	231.05	-3.17	-3.17



### Умовні позначення

200-150 - геометрична довжина ділянки, м - діаметр труби мм

32,41 - фактична витрата води на ділянці, л/с

52,0 - відмітка землі, м

52,0-95,49 95,49 - пезометрична позначка, м

26-43,49 26 - необхідний напір, м

43,49 - фактичний напір, м

3 - номер вузла

5,83 - вузлова витрата, л/с

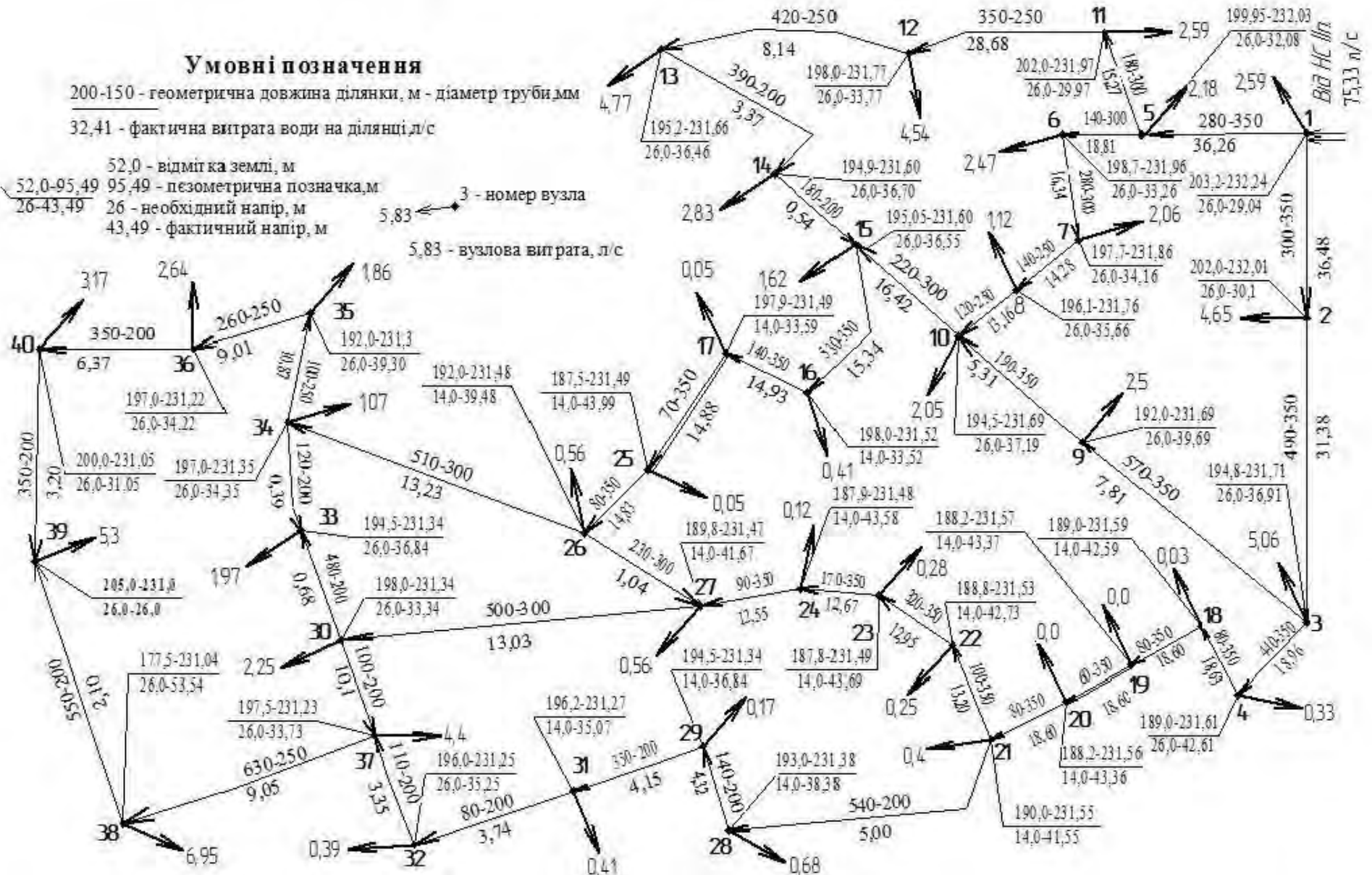


рис. 3.8. Розрахункова схема магістральної водопровідної мережі з результатами гідравлічного розрахунку (мінімальний

**водовідбір)**

Таблиця 3.13. Вихідні параметри вузлів

POZ		LISOVEC N.	
Номер вузла	Позначка поверхні землі, м	Необхідний напір, м	Задані вузлові витрати, л/с (+, -)
1	203.20	10.0	268.470
2	202.00	10.0	-12.370
3	194.80	10.0	-15.360
4	189.00	10.0	-2.130
5	199.95	10.0	-6.170
6	198.70	10.0	-6.580
7	197.70	10.0	-5.480
8	196.10	10.0	-2.980
9	192.00	10.0	-7.640
10	194.50	10.0	-6.000
11	202.00	10.0	-6.890
12	198.00	10.0	-12.060
13	195.20	10.0	-12.690
14	194.90	10.0	-7.520
15	195.05	10.0	-5.970
16	198.00	10.0	-2.660
17	197.90	10.0	-0.310
18	189.00	10.0	-0.180
19	188.20	10.0	-0.000
20	188.20	10.0	-0.000
21	190.00	10.0	-2.620
22	188.80	10.0	-1.640
23	187.80	10.0	-1.800
24	187.90	10.0	-0.780
25	187.50	10.0	-0.360
26	192.00	10.0	-3.640
27	189.80	10.0	-3.640
28	193.00	10.0	-3.400
29	194.50	10.0	-1.090
30	198.00	10.0	-8.050
31	196.20	10.0	-26.640
32	196.00	10.0	-1.280
33	194.50	10.0	-6.030
34	197.00	10.0	-4.480
35	192.00	10.0	-5.080
36	197.00	10.0	-6.990
37	197.50	10.0	-11.980
38	177.50	10.0	-18.480
39	205.00	10.0	-39.100
40	200.00	10.0	-8.400

Таблиця 3.14.

Вихідні параметри кілець

POZ

LISOVEC N.

Но- мер п/п	Номер кіль- ця	Кількість ділянок в кільці	Номери ділянок	Витрати води на ділянках, л/с (+, -)
1	1	9	3	53.250
2			4	45.610
3			5	-48.990
4			6	-51.970
5			7	-57.450
6			8	-64.030
7			9	-134.230
8			1	134.240
9			2	121.870
10	2	10	10	88.600
11			11	-24.870
12			12	-32.390
13			13	-45.080
14			14	-57.140
15			15	-64.030
16			8	64.030
17			7	57.450
18			6	51.970
19			5	48.990
20	3	17	16	53.260
21			17	51.130
22			18	50.950
23			19	50.950
24			20	50.950
25			21	24.160
26			22	22.520
27			23	20.720
28			24	19.940
29			25	-50.270
30			26	-104.170
31			27	-104.530
32			28	-104.840
33			29	-107.500
34			10	-88.600
35			4	-45.610
36			3	-53.250
37	4	11	30	24.170
38			31	20.770
39			32	19.680
40			33	-6.960
41			34	-8.240

Продовження таблиці 3.14.  
Вихідні параметри кільцеь

POZ

LISOVEC N.

Но- мер n/n	Номер кіль- ця	Кількість ділянок в кільці	Номери ділянок	Витрати води на ділянках, л/с (+, -)
42			35	-29.260
43			36	-66.570
44			24	-19.940
45			23	-20.720
46			22	-22.520
47			21	-24.160
48	5	5	36	66.570
49			38	29.260
50			39	23.230
51			37	-50.260
52			25	50.270
53	6	9	40	9.040
54			41	-9.440
55			42	-48.540
56			43	-56.940
57			44	-63.930
58			45	-69.010
59			39	-23.230
60			38	-29.260
61			35	29.260

Таблиця 3.15.  
РОЗ

Результати розрахунку параметрів ділянок  
LISOVEC N.

NN кіль ця	К-ть діл. к-ця	NN діля нок	Вузли:		Довжи- ни, м	Діа- метри мм	Мате- ріал труб	Коеф. збільш опору	Швид- кості м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору м
			поч.	кін.							
1	9	3	3	9	570.0	350	чв	1.15	0.3	25.45	0.23
			4	10	190.0	350	чв	1.15	0.2	17.81	-0.04
			5	10	120.0	250	чв	1.15	1.1	-56.77	-1.03
			6	8	140.0	250	чв	1.15	1.2	-59.75	-1.32
			7	7	280.0	300	чв	1.15	0.9	-65.23	-1.27
			8	6	140.0	300	чв	1.15	1.0	-71.81	-0.76
			9	5	280.0	350	чв	1.15	1.3	-129.22	-2.14
			1	2	300.0	350	чв	1.15	1.4	139.25	2.63
			2	3	490.0	350	чв	1.15	1.3	126.88	3.63
2	10	10	Нев`язка в кільці: 0.0010 м								
			10	15	220.0	300	чв	1.15	0.9	68.57	1.10
			11	15	180.0	200	чв	1.15	0.4	-12.09	-0.28
			12	14	390.0	200	чв	1.15	0.6	-19.61	-1.45
			13	13	420.0	250	чв	1.15	0.6	-32.30	-1.30
			14	12	350.0	250	чв	1.15	0.9	-44.36	-1.92
			15	11	180.0	300	чв	1.15	0.7	-51.25	-0.53
			8	6	140.0	300	чв	1.15	1.0	71.81	0.76
			7	7	280.0	300	чв	1.15	0.9	65.23	1.27
			6	8	140.0	250	чв	1.15	1.2	59.75	1.32
3	17	16	Нев`язка в кільці: 0.0020 м								
			3	4	440.0	350	чв	1.15	0.9	86.07	1.61
			17	18	80.0	350	чв	1.15	0.9	83.94	0.28
			18	19	80.0	350	чв	1.15	0.9	83.76	0.28
			19	20	60.0	350	ст	1.25	0.8	83.76	0.16
			20	21	80.0	350	чв	1.15	0.9	83.76	0.28
21	22	100.0	350	чв	1.15	0.6	55.59	0.17			

		22	22	23	320.0	350	чв	1.15	0.6	53.95	0.50
--	--	----	----	----	-------	-----	----	------	-----	-------	------

Продовження таблиці 3.15.  
Результати розрахунку параметрів ділянок

POZ

LISOVEC N.

NN кіль ця	К-ть діл. к-ця	NN діля нок	Вузли:		Довжи- ни, м	Діа- метри мм	Мате- ріал труб	Коеф. збільш опору	Швид- кості м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору м		
			поч.	кін.									
4	11	23	23	24	170.0	350	чв	1.15	0.5	52.15	0.25		
		24	24	27	90.0	350	чв	1.15	0.5	51.37	0.13		
		25	26	27	230.0	300	чв	1.15	0.2	-11.34	-0.04		
		26	25	26	80.0	350	чв	1.15	0.7	-71.36	-0.21		
		27	17	25	70.0	350	ст	1.25	0.7	-71.72	-0.14		
		28	16	17	140.0	350	чв	1.15	0.7	-72.03	-0.37		
		29	15	16	540.0	350	чв	1.15	0.8	-74.69	-1.53		
		10	10	15	220.0	300	чв	1.15	0.9	-68.57	-1.10		
		4	9	10	190.0	350	чв	1.15	0.2	-17.81	-0.04		
		3	3	9	570.0	350	чв	1.15	0.3	-25.45	-0.23		
		Нев`язка в кільці: 0.0029 м											
				30	21	28	540.0	200	чв	1.15	0.8	25.55	3.23
				31	28	29	140.0	200	чв	1.15	0.7	22.15	0.65
				32	29	31	350.0	200	чв	1.15	0.6	21.06	1.48
				33	31	32	80.0	200	чв	1.15	0.2	-5.58	-0.03
				34	32	37	110.0	200	чв	1.15	0.2	-6.86	-0.06
				35	30	37	100.0	200	чв	1.15	1.7	-53.87	-2.31
				36	27	30	500.0	300	чв	1.15	0.8	-59.07	-1.90
				24	24	27	90.0	350	чв	1.15	0.5	-51.37	-0.13
				23	23	24	170.0	350	чв	1.15	0.5	-52.15	-0.25
		22	22	23	320.0	350	чв	1.15	0.6	-53.95	-0.50		
		21	21	22	100.0	350	чв	1.15	0.6	-55.59	-0.17		

5	5	36	27	30	500.0	300	чв	Нев`язка в кільці: 0.0024 м			
								1.15	0.8	59.07	1.90

Продовження таблиці 3.15.  
Результати розрахунку параметрів ділянок

POZ

LISOVEC N.

NN кіль ця	К-ть діл. к-ця	NN діля нок	Вузли:		Довжи- ни, м	Діа- метри мм	Мате- ріал труб	Коеф. збільш опору	Швид- кості м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору м	
			поч.	кін.								
6	9	38	30	33	480.0	200	чв	1.15	0.1	-2.85	-0.05	
		39	33	34	120.0	200	чв	1.15	0.3	-8.88	-0.11	
		37	26	34	510.0	300	чв	1.15	0.8	-56.38	-1.78	
		25	26	27	230.0	300	чв	1.15	0.2	11.34	0.04	
		Нев`язка в кільці: 0.0042 м										
		40	37	38	630.0	250	чв	1.15	0.7	35.03	2.26	
		41	38	39	550.0	200	чв	1.15	0.5	16.55	1.50	
		42	39	40	350.0	200	чв	1.15	0.7	-22.55	-1.67	
		43	36	40	350.0	200	чв	1.15	1.0	-30.95	-2.96	
		44	35	36	260.0	250	чв	1.15	0.7	-37.94	-1.08	
		45	34	35	100.0	250	чв	1.15	0.8	-43.02	-0.52	
		39	33	34	120.0	200	чв	1.15	0.3	8.88	0.11	
		38	30	33	480.0	200	чв	1.15	0.1	2.85	0.05	
		35	30	37	100.0	200	чв	1.15	1.7	53.87	2.31	
Нев`язка в кільці: 0.0042 м												



Таблиця 3.16.  
POZРезультати розрахунку параметрів вузлів  
LISOVEC N.

NN вуз- лів	Позначки поверхні землі, м	Напори, м		П`езомет- ричні позначки, м	Вузлові витрати, л/с	
		Необх	Фактич		Задані	Фактичні
1	203.20	10.0	29.69	232.89	268.47	268.47
2	202.00	10.0	28.27	230.27	-12.37	-12.37
3	194.80	10.0	31.84	226.64	-15.36	-15.36
4	189.00	10.0	36.02	225.02	-2.13	-2.13
5	199.95	10.0	30.80	230.75	-6.17	-6.17
6	198.70	10.0	31.29	229.99	-6.58	-6.58
7	197.70	10.0	31.02	228.72	-5.48	-5.48
8	196.10	10.0	31.30	227.40	-2.98	-2.98
9	192.00	10.0	34.41	226.41	-7.64	-7.64
10	194.50	10.0	31.87	226.37	-6.00	-6.00
11	202.00	10.0	28.22	230.22	-6.89	-6.89
12	198.00	10.0	30.30	228.30	-12.06	-12.06
13	195.20	10.0	31.80	227.00	-12.69	-12.69
14	194.90	10.0	30.65	225.55	-7.52	-7.52
15	195.05	10.0	30.22	225.27	-5.97	-5.97
16	198.00	10.0	25.74	223.74	-2.66	-2.66
17	197.90	10.0	25.47	223.37	-0.31	-0.31
18	189.00	10.0	35.74	224.74	-0.18	-0.18
19	188.20	10.0	36.26	224.46	-0.00	0.00
20	188.20	10.0	36.10	224.30	-0.00	0.00
21	190.00	10.0	34.02	224.02	-2.62	-2.62
22	188.80	10.0	35.06	223.86	-1.64	-1.64
23	187.80	10.0	35.55	223.35	-1.80	-1.80
24	187.90	10.0	35.20	223.10	-0.78	-0.78
25	187.50	10.0	35.73	223.23	-0.36	-0.36
26	192.00	10.0	31.02	223.02	-3.64	-3.64
27	189.80	10.0	33.17	222.97	-3.64	-3.64
28	193.00	10.0	27.79	220.79	-3.40	-3.40
29	194.50	10.0	25.64	220.14	-1.09	-1.09
30	198.00	10.0	23.07	221.07	-8.05	-8.05
31	196.20	10.0	22.47	218.67	-26.64	-26.64
32	196.00	10.0	22.70	218.70	-1.28	-1.28
33	194.50	10.0	26.63	221.13	-6.03	-6.03
34	197.00	10.0	24.24	221.24	-4.48	-4.48
35	192.00	10.0	28.72	220.72	-5.08	-5.08
36	197.00	10.0	22.64	219.64	-6.99	-6.99
37	197.50	10.0	21.26	218.76	-11.98	-11.98
38	177.50	10.0	39.00	216.50	-18.48	-18.48
39	205.00	10.0	10.00	215.00	-39.10	-39.10
40	200.00	10.0	16.68	216.68	-8.40	-8.40

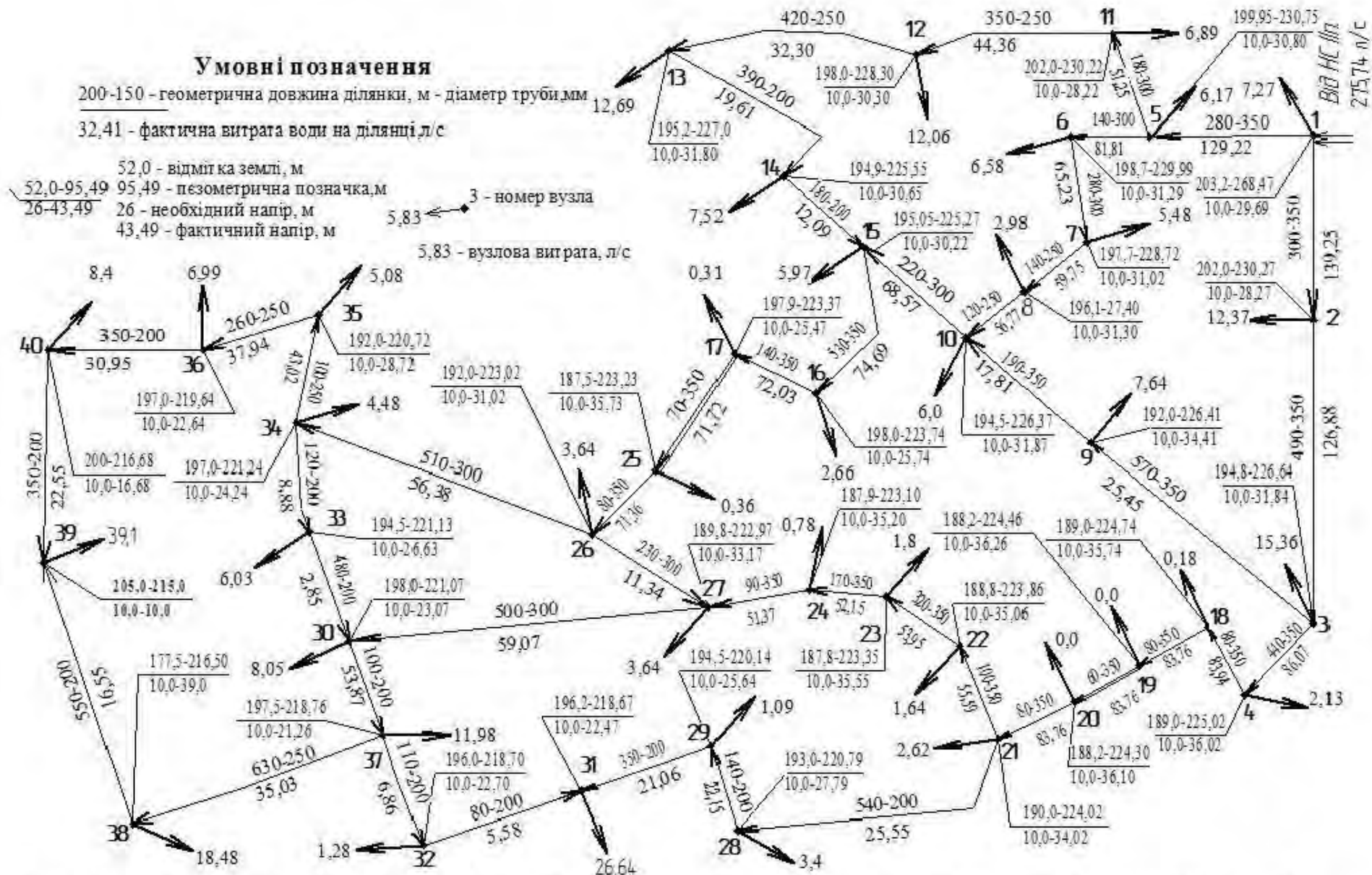


рис. 3.9. Розрахункова схема магістральної водогрійної мережі з результатами гідравлічного розрахунку (мінімальний водовідбір)

### 3.8. Розрахунок резервуарів чистої води

Об'єм резервуарів чистої води, м<sup>3</sup>

$$W_p = W_{p.p} + W_{p.n} + W_{p.в} , \quad (3.5)$$

де  $W_{p.p}$  - регулювальний об'єм, м<sup>3</sup>;

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

Регулювальний об'єм резервуарів, м<sup>3</sup>, визначається за формулою (при багатоступінчастому графіку роботи насосної станції)

$$W_{p.p.} = \Delta P_{max} \cdot T_{ст.НС.і} \cdot Q_{p.доб.} / 100 , \quad (3.6)$$

де  $\Delta P_{max}$  – 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);

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

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

А) 1-й ступінь  $W_{p.p.}^{1cm} = (4,17 - 3,26) \cdot 4 \cdot 15768,1 / 100 = 574 \text{ м}^3$

Б) 2-й ступінь  $W_{p.p.}^{2cm} = (4,17 - 3,65) \cdot 2 \cdot 15768,1 / 100 = 164 \text{ м}^3$ ;

В) 3-й ступінь  $W_{p.p.}^{3cm} = (4,27 - 4,17) \cdot 7 \cdot 15768,1 / 100 = 111 \text{ м}^3$ ;

Г) 4-й ступінь  $W_{p.p.}^{4cm} = (4,67 - 4,17) \cdot 7 \cdot 15768,1 / 100 = 552 \text{ м}^3$ ;

Д) 5-й ступінь  $W_{p.p.}^{5cm} = (5,15 - 4,17) \cdot 4 \cdot 15768,1 / 100 = 618,1 \text{ м}^3$ ;

Протипожежний об'єм, м<sup>3</sup>

$$W_{p.n.} = (3,6 \cdot q_{пож} - Q_{с.п.}) \cdot T_n + \sum Q_{макс} - Q_в , \quad (3.9.)$$

де  $Q_{с.п.}$  - подача води в резервуари від станції підготовки води, м<sup>3</sup>/год,

$$Q_{с.п.} = \frac{Q_{p.доб.}}{24} = \frac{15768,1}{24} = 657,02 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$T_n$  - 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  $T_n$ , м<sup>3</sup>;

$Q_в$  - 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, м<sup>3</sup>/год.

$$W_{p.n.} = (3,6 \cdot 50 - 657,02) \cdot 3 + (735,59 + 766,14 + 812,68) - 0 = 883,35 \text{ м}^3.$$

$$W_p = 1261,5 + 157,7 + 883,35 = 2302,5 \text{ м}^3$$

Приймають два прямокутних резервуара по 1500 м<sup>3</sup> кожний. Розміри резервуара в плані 18х18 м. Глибина води в ньому (максимальна) 4,84 м.

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

$$H_{p,i} = W_{p,i} / F_p, \quad (3.10)$$

де  $F_p$  - площа дзеркала води в резервуарі, м<sup>2</sup>. (18х18=324 м<sup>2</sup>).

$$\text{Тоді: } H_{p,p} = 1261,5 / (2 \cdot 324) = 1,95 \text{ м;}$$

$$H_{p,n} = 883,35 / (2 \cdot 324) = 1,36 \text{ м;}$$

$$H_{p,v} = 157,7 / (2 \cdot 324) = 0,25 \text{ м;}$$

$$H_{p,p} + H_{p,n} + H_{p,v} = 1,93 + 1,36 + 0,25 = 3,54 \text{ м} < H_{pчв} = 4,84 \text{ м.}$$

позначки рівнів води:

- максимального:  $Z_{p,макс} = Z_3 + \Delta H_{pчв} = 198,0 + 1,50 = 199,5 \text{ м;}$

- мінімального:  $Z_{p,мін} = Z_{p,макс} - H_{p,рег} = 199,5 - 3,48 = 196,02 \text{ м;}$

- дна:  $Z_{p,дна} = Z_{p,макс} - H_{pчв} = 199,5 - 4,84 = 194,66 \text{ м.}$

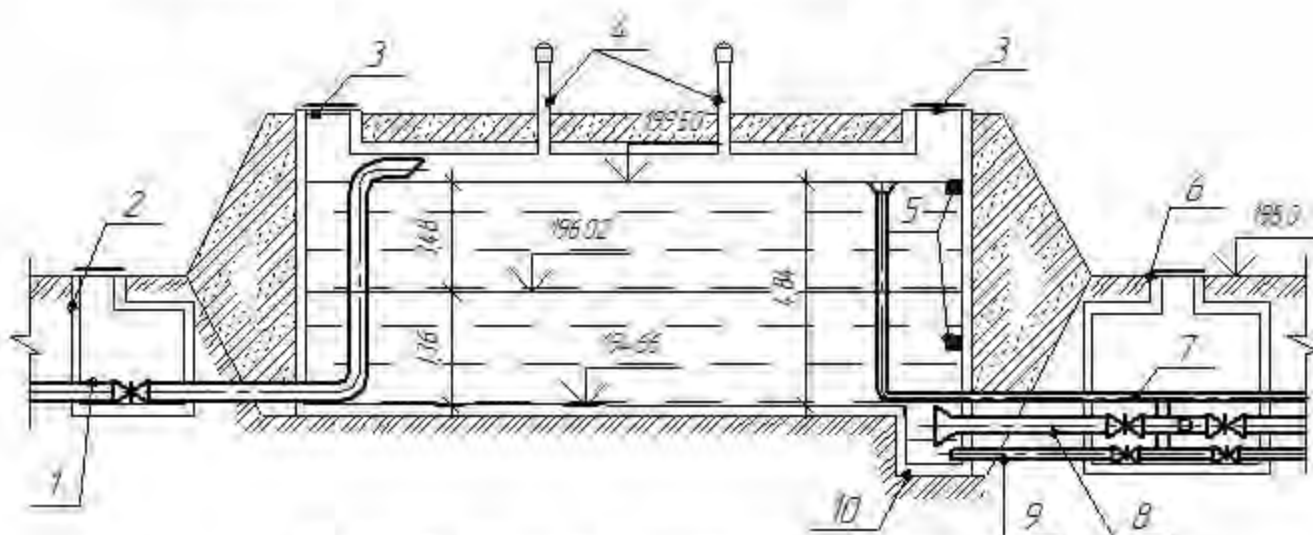


рис.3.10. Резервуар чистої води з позначками

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 - прямик.

### 3.9. Розрахунок і проектування напірного водоводу

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

$$D_{в.в.} = \mathcal{E}^{\frac{1}{\alpha+m}} \cdot \left( \frac{Q_{вод.}}{n} \right)^{\frac{\beta+1}{\alpha+m}} = 0,60^{\frac{1}{1,15+5,08}} \cdot \left( \frac{0,2611}{2} \right)^{\frac{1,93+1}{1,15+5,08}} \approx 0,298(м) = 300мм \quad (3.11)$$

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

$Q_{вод.}$  – подача води по водоводу,  $Q_{вод.} = Q_{нс2} = 0,22574 м^3 / с$ ;

$\alpha, \beta, m$  – коефіцієнти, які залежать від матеріалу труб, [2, табл.3.2]:

$\alpha = 1,15, \beta = 1,93, m = 5,08$ ;

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

Приймаємо стандартний діаметр сталевих труб водоводів  $D_y = 300мм$  (ГОСТ 10704 - 91).

$D_y = 300$  мм;  $D_{зоб} = 323$ мм;  $D_{вн} = 298$  мм;

1) Гідравлічний розрахунок

Втрати напору у водоводі визначаються за формулою:

$$h_{вод.} = S_{вод.} \cdot Q_{вод.}^{\beta}, \text{ м} \quad (3.12)$$

де  $S_{вод.}$  – повний гідравлічний опір водоводу,  $с^2 / м^5$ ;

Їх можна розрахувати за табл. Шевельова.

$$h_{вод.} = \frac{1000 \cdot i}{1000} \cdot L_{вод.}, \quad (3.13)$$

Максимальний розрахунковий випадок:  $h_{вод.}^{\max} = \frac{11,36}{1000} \cdot 1450 = 16,46 м$ ;

Мінімальний розрахунковий випадок:  $h_{вод.}^{1cm.} = \frac{1,45}{1000} \cdot 1450 = 2,11 м$ ;

Випадок пожежі у максимальне водоспоживання

$$h_{вод.}^{\max} = \frac{16,94}{1000} \cdot 1450 = 24,56 м$$

Втрати напору на кожному ступені роботи насосів

$$h_{вод.}^{1cm.} = \frac{1,45}{1000} \cdot 1450 = 2,11 м$$

$$h_{вод.}^{2cm.} = \frac{5,8}{1000} \cdot 1450 = 8,41 м$$

$$h_{вод.}^{3cm.} = \frac{7,8}{1000} \cdot 1450 = 11,3 м$$

$$h_{вод.}^{4cm.} = \frac{9,33}{1000} \cdot 1450 = 13,53 м$$

$$h_{вод.}^{\max} h_{вод.}^{5cm.} = \frac{11,36}{1000} \cdot 1450 = 16,46 м$$

### 3.10. Визначення параметрів та підбір насосів другого підняття

Вибір господарсько-питних насосів:

Напір насосів визначаємо за формулою:

$$H_n = H_z + h_k + h_{\text{вод}} + h_m, \quad (3.14);$$

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

$$H_z = Z_{\text{д.т.макс}} + H_{\text{н.д.т.}} - \frac{Z_1 + Z_2}{2}, \quad (3.15)$$

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

$$Z_1 = 199,5 \text{ м}; Z_2 = 196,02 \text{ м}$$

Для першого і третього розрахункових випадків

$$H_z = 205,0 + 26 - \frac{199,5 + 196,02}{2} = 33,24 \text{ м}$$

$h_k$  – 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,  $h_{\text{вод}} = h_{\text{вод.1}}^{5\text{см.}} = 16,46 \text{ м}$  та для мінімальної  $h_{\text{вод}} = h_{\text{вод.1}}^{1\text{см.}} = 2,11 \text{ м}$

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

$$\text{Для 5-го ступеню } h_m = \Pi_1^{\text{max}} - \Pi_{\text{д.т.}}^{\text{max}} = 238,12 - 231,0 = 7,12 \text{ (м)} \quad (3.16)$$

$$\text{Для 1-го ступеню } h_m = \Pi_1^{\text{max}} - \Pi_{\text{д.т.}}^{\text{min}} = 232,24 - 231,0 = 1,24 \text{ (м)} \quad (3.17)$$

Напір насоса буде рівний:

$$\text{Для 1-го ступеню } H_{\text{н.1см}} = 33,24 + 3 + 2,11 + 1,24 = 39,59 \text{ (м)}$$

$$\text{Для 5-го ступеню } H_{\text{н.5см}} = 33,24 + 3 + 16,46 + 7,12 = 59,82 \text{ (м)}$$

За розрахунковою витратою  $Q_n$  і напором  $H_n$ , приймаємо

- для першого ступеня: 2 насос (1 типу) марки Д320-70 ( $n=2950$  об/хв.;  $D_{\text{р.к.}}=205$ мм. Обточка робочого колеса максимальна). Насос працює на відкриту засувку на напірній лінії (без дроселювання напору)
- для другого ступеня: 2 насоси (1 типу) марки Д320-70 ( $n=2950$  об/хв.;  $D_{\text{р.к.}}=205$ мм. Обточка робочого колеса максимальна). Насоси працюють на відкриту засувку на напірній лінії (без дроселювання напору).
- для третього ступеня 1 насос (2 типу) марки Д800-57 ( $n=1450$  об/хв.;  $D_{\text{р.к.}}=405$ мм. Обточка середня). Насоси працюють на частково прикриту засувку на напірній лінії (незначне дроселювання напору).
- для четвертого ступеня: 1 насос (2 типу) марки Д800-57 ( $n=1450$  об/хв.;  $D_{\text{р.к.}}=405$ мм. Обточка середня). З повним відкриттям засувки на напірній лінії для збільшення подачі кожного з них.

- для п'ятого ступеня 1 насос (2 типу) марки Д800-57 ( 1450 об/хв.; Др.к.=405мм. Обточка середня). З повним відкриттям засувки на напірній лінії для збільшення подачі кожного з них.
- для шостого ступеню: 1 насос (2 типу) марки Д800-57 ( 1450 об/хв.; Др.к.=405мм. Обточка середня). З повним відкриттям засувки на напірній лінії для збільшення подачі кожного з них.

Приймаємо по одному резервному насосу кожної марки .

**Господарських насосів:** (1 типу) марки Д320-70 ( $n=2950$  об/хв.; Др.к.=205мм. 2робочих + 1 резервний;

1 насос (2 типу) марки Д800-57 ( $n=1450$  об/хв.; Др.к.=405мм.

1 робочих + 1 резервний;

Всього 5 насосів.

### Пожежні насоси:

Тоді подача пожежного насосу:  $Q_{н.н.} = 275,74(л/с) = 992,66м^3 / год.$ ;

де  $Q_{пож}$  – повна протипожежна витрата води;

Напір насосів визначаємо за формулою (3.16):

$$H_n = 20,34 + 24,56 + 5 + 17,89 = 67,79м$$

де  $H_{г.пож}$  –геометрична

висота підняття для пожежних насосів, м;

$$H_{г.пож} = Z_{от} + H_{от} - Z_{д.РЧВ} = 205,0 + 10 - 194,66 = 20,34м$$

де  $Z_{от}$  – геометрична позначка землі в "диктуючій точці" для третього розрахункового випадку (пожежегасіння),205,0м;

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

$Z_{д.РЧВ}$  – геодезична позначка дна РЧВ,  $Z_{д.РЧВ} = 194,66м$ ;

$h_k = 5м$ ;  $h_{вод2} = 24,56м$ ;

$$h_m = II_1^{пож.} - II_{д.т}^{пож.} = 232,89 - 215,0 = 17,89(м)$$

За розрахунковою витратою  $Q_{н.н.} = 275,74л/с$  і напором  $H_{н.пож.} = 67,79м$ , користуючись [2], приймаємо один протипожежних насоси марки Д1250-125 ( $n=1450об/хв$ ,  $D_{рк} = 545мм$ . Обточка колеса максимальна.). Додатково один резервний насос.

Загальна кількість насосів визначається за формулою:

$$n_{рез} + n_{роб} = n_{заг} \quad (3.18)$$

- господарсько – питні: 5 шт.

- пожежні: 1 + 1 = 2 шт

Всього на насосній станції передбачено встановити 7 насосних агрегатів.

## 4. Розрахунок і проектування водозабірних споруд

### 4.1. Обґрунтування місця розташування і типу споруд

#### 4.1.1 Визначення категорії надійності подачі води

Категорія надійності подачі води водозабору встановлюється згідно вказівок [1, п. 8.4, стор.36]. Враховуючи, що кількість жителів в населеному пункті – 40857 чол., ( $\leq 50\,000$  чол.), отже приймаємо II категорію надійності подачі води.

#### 4.1.2 Оцінка річки, як джерела водопостачання

Критерій можливості використання річки як джерела водопостачання в незарегульованому стані є значення коефіцієнта водовідбирання:

$$K_e = Q_b / Q_{p.min} < 0.3 \quad (4.1)$$

де,  $Q_b$  – продуктивність водозабору,  $15768,1 : 24 : 3600 = 0,183 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

$Q_{p.min}$  - мінімальна витрата в річці розрахункової забезпеченості.

$$K_e = 0,2 / 14 = 0,014 < 0.3$$

- річка не рибогосподарського призначення.

Приймаємо групу природних умов забору води, яка може кваліфікуватись, як **легкі умови**. Схему водопостачання представлено на рис.4.2.

#### 4.1.3. Вибір місця розташування водозабору і побудова поперечного профілю річки

Місце поверхневого водозабору вибирається з виходячи з таких умов: берег - угнутий; найбільша глибина, ближче до міста.

## 4.2. Вибір типу водозабору і технологічної схеми водозабірних споруд

### 4.2.1. Тип водозабору

Щоб правильно знайти місцезнаходження водоприймального колодязя, знайдемо відмітку підлоги службового павільйону:

$$Z_{псп} = Z_{рвв} + h_{\lambda} + 0,5, \text{ м} \quad (4.3.)$$

де  $h_{\lambda}$  – висота хвилі, м,  $Z_{псп} = 191,9 + 0,2 + 0,5 = 192,6$  м,

При витраті води до  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  внутрішній діаметр (ширина) водозабірного колодязя  $7,5$  м. *Приймаємо русловий тип водозабору.*

### 4.2.2. Планова схема водозабору

Для вибраного типу водозабору і легких природних умов встановлюємо влаштування водозабору відповідно до [1, табл.13], яка передбачає встановлення водозабору в одному створі. (рис. 4.2.)



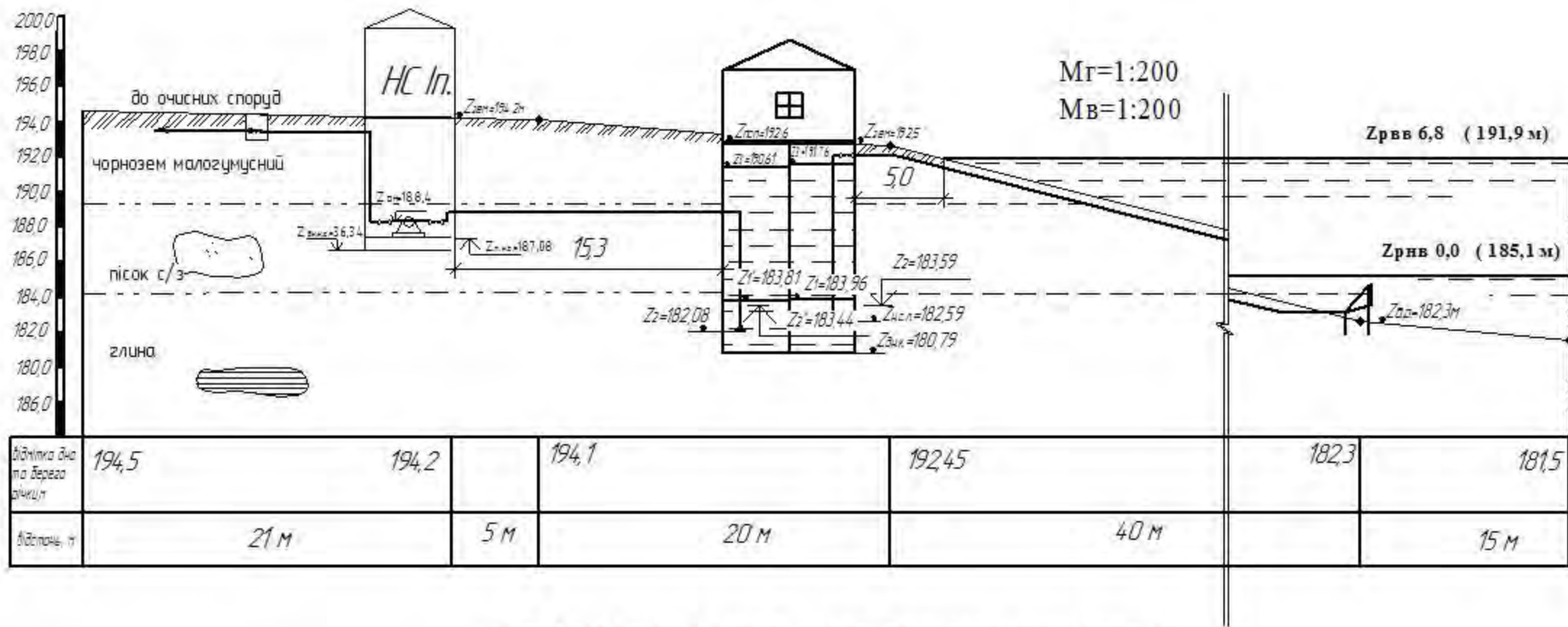
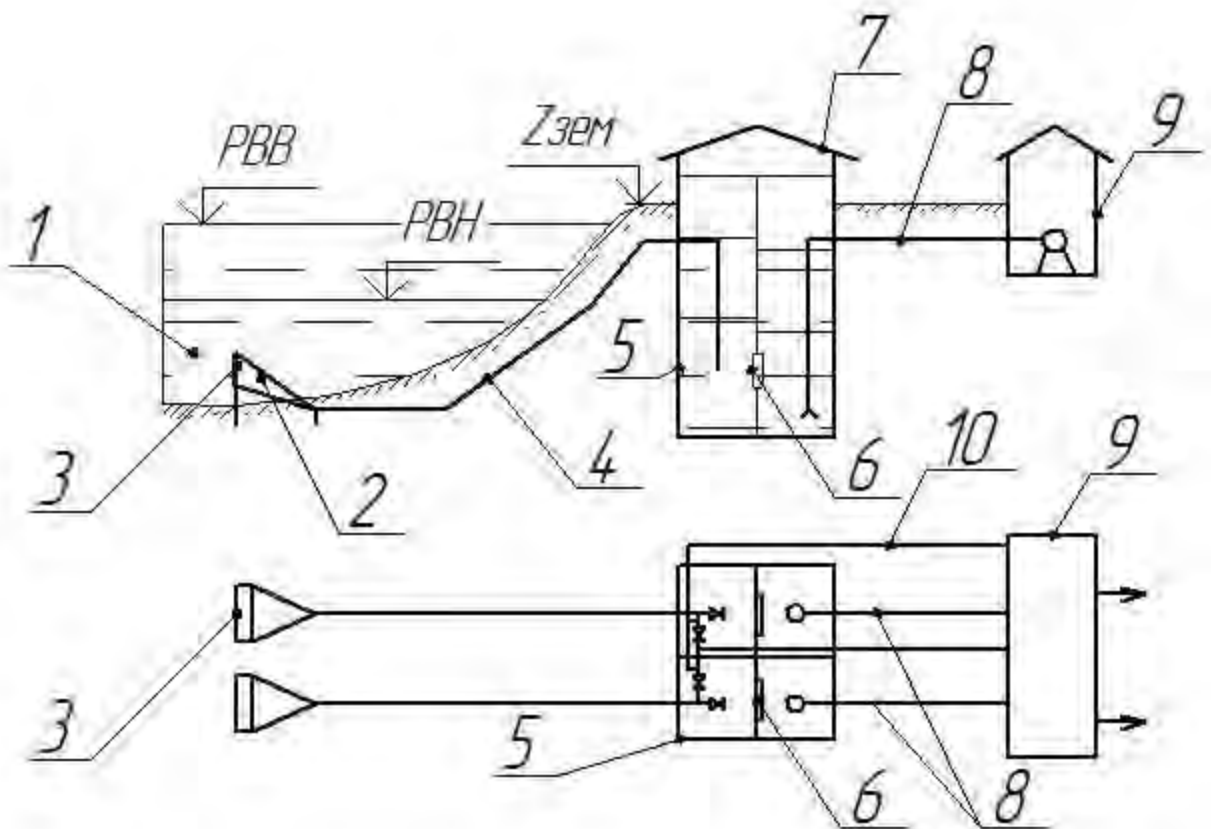


рис. 4.1. Профіль річки по створу водозабірних споруд



**Рис. 4.2. Висотна і планова схеми руслового водозабору з роздільним компонуванням**

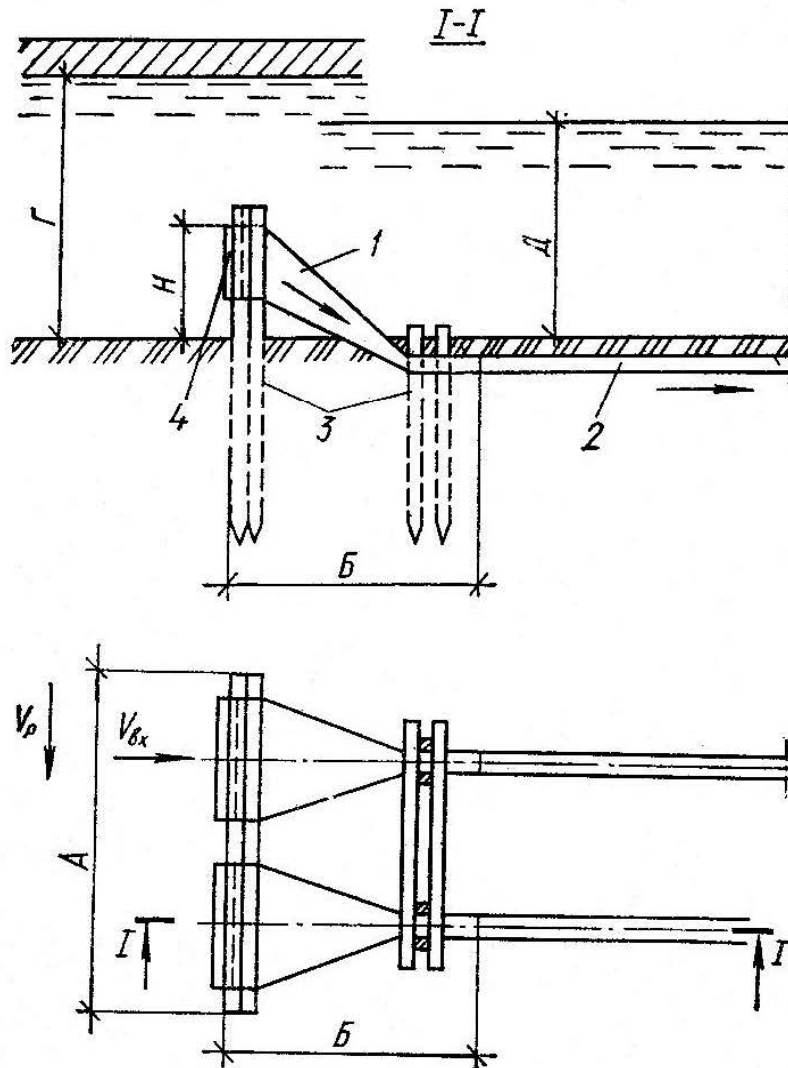
1 – русло річки, 2 - водоприймальний оголовок, 3 – сміттєзатримуюча решітка, 4 - сифонні лінії, 5 – БВСК, 6 – перепускні вікна з водоочисними сітками, 7 – наземний службовий павільйон, 8 – всмоктувальні лінії, 9 НС Іп., 10 – промивний трубопровід

#### **4.3. Перелік та опис основних споруд і елементів водозабору**

Водозабір руслового типу це комплекс споруд, що приймає воду із річки на віддалі від берега та транспортує її до січастого колодязя. Складається з водоприймального пристрою – оголовка, що розміщується безпосередньо в руслі річки, самопливних або сифонних труб, що з'єднують оголовок з водоприймальним січастим колодязем, берегового водоприймального колодязя, призначеного для грубої механічної очистки води і НС Іп. В середині БВСК встановлюються сміттєзатримуючі плоскі сітки, що можуть зніматись.

### 4.3.1. Тип водоприймального оголовка

Взагалі, тип оголовку вибирається в залежності від шугозаповнення русла річки, Ш-0%, каламутності води  $M=500$  мг/л, продуктивності водозабору –  $Q_{\text{в}}= 0.2 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $< 1 \text{ м}^3/\text{с}$ ), мінімальної глибини в річці в місці розташування оголовка -  $185,1-181,5=3,6$  м. З вище наведених умов можемо прийняти розтрубний палевий незахищений оголовок. Такий оголовок влаштовують на невеликих річках, що не використовуються для лісосплаву та судноплавства з відносно легкими природними умовами при малій продуктивності водозабору (до  $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Такий водоприймальний оголовок має такі переваги: простий, компактний, економічний, але має також і недоліки: вносить збурення в потік, важкодоступний для огляду, боїться ударів, потребує рибозахисних пристроїв. Але так як річка не має рибогосподарського призначення, тому спеціальних засобів не передбачається.



**рис. 4.3.**  
Розтрубний  
палевий  
незахищений  
оголовок

1 – розтруб, 2 – самопливний або сифонний водовід, 3 – сваї, 4 – сміттєзатримуюча решітка.

Розміри за розрахунком:  
 $A=3,5 \dots 5,0$ м;  
 $B=3,6 \dots 4,1$ м;  
 $\Gamma=2,5 \dots 2,7$ м;  
 $D=1,6 \dots 1,8$ м;  
 $H=1,3 \dots 1,5$  м.

### 4.3.2. Тип решіток

Оскільки, швидкість протікання води в річці мінімальна  $0.6 \text{ м}^3/\text{с}$ , а витрата водозабору  $Q_{\text{в}}=0.2 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $< 1 \text{ м}^3/\text{с}$ ) - можна прийняти *стержневі решітки*, що встановлюються на водоприймальних отворах.

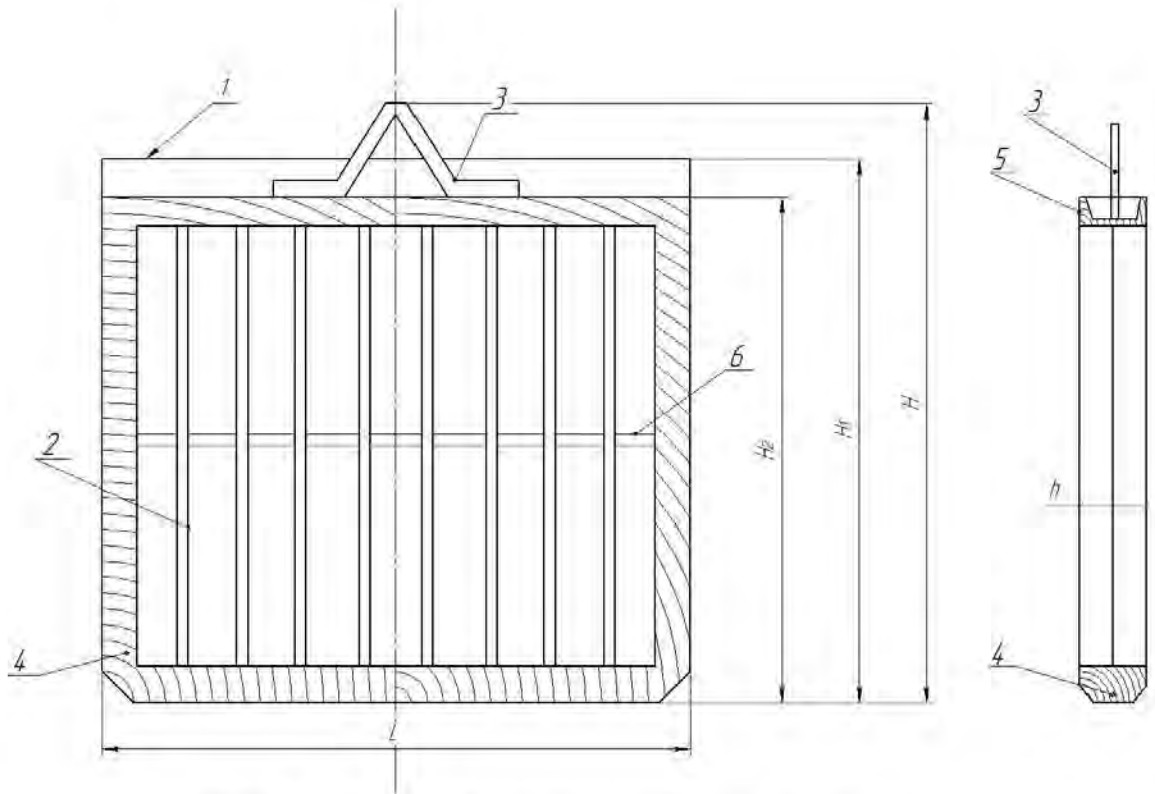


Рис.

#### 4.4. Решітка знімна для вхідних вікон

1 – металева рама; 2 – стержні; 3 – скоба; 4 – дерев'яний брус; 5 – швелер;  
6 – сталеві поперечина.

### 4.3.3. Тип ліній та спосіб їх промивки

Вибір типу ліній залежить від категорії водозабору (II категорія), типу ґрунту на березі річки, від перепаду позначок по заплаву річки.

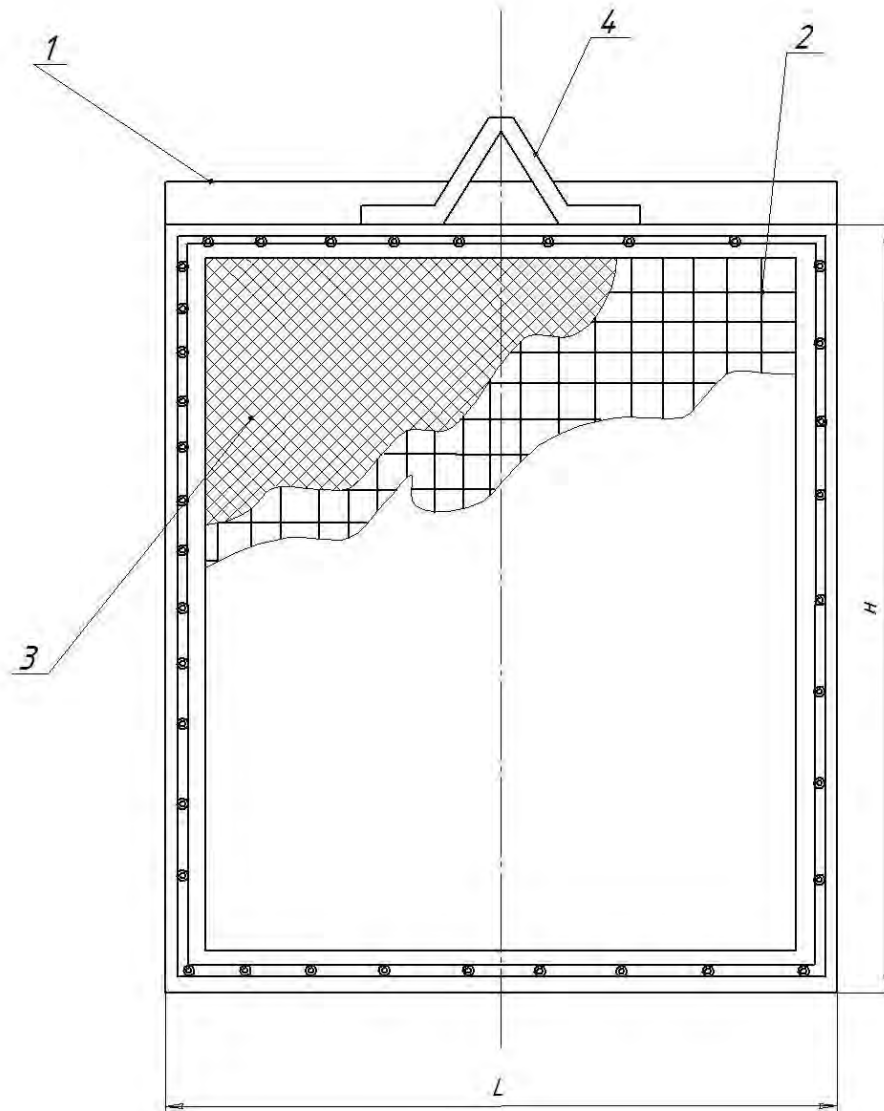
$$\Delta Z = \Delta Z_{\text{зем}} - \Delta Z_{\text{др}}, \text{ м}, \quad \Delta Z_{\text{зем}} = \Delta Z_{\text{лсп}} - 0,1 = 192,6 - 0,1 = 192,5 \text{ м} \quad (4.4.)$$

де  $\Delta Z_{\text{зем}}$  – позначка землі біля водоприймального колодязя м,

$\Delta Z_{\text{др}}$  – дно річки, 185,2 м,  $\Delta Z = 192,5 - 185,2 = 7,3 \text{ м}$ , що є більшим від 6 м, отже приймаємо *сифонні лінії*.

#### 4.3.4. Вибір типу сіток

Вибір типу сіток залежить від каламутності 60 мг/л ( $< 800$  мг/л), від наявності сміття, в даному випадку по сміттю у нас легкі умови, від витрати водозабору 0,  $Q_{\text{в}}=0.2\text{ м}^3/\text{с}$  ( $< 1$   $\text{м}^3/\text{с}$ ). З вище наведених умов приймаємо плоску знімну сітку.



- 1- металева рама, зварена з кутової сталі;
- 2 - підтримуюче дротяне полотнище,
- 3 - робоче дротяне полотнище,  
товщина дроту 1,2 мм;
- 4 - скоба

**Рис.4.5. Плоска знімна сітка**

#### **4.4. Гідравлічний розрахунок водозабору**

Для даного водозабору продуктивність секції при нормальних умовах:

$$q_{c(n)} = Q_{\phi}/n = 0,2/2 = 0,1 \text{ м}^3/\text{с} = 100 \text{ л/с} \quad (4.5.)$$

а при особливих умовах:  $q_{c(o)} = K \cdot Q_{\phi}/(n-1) = 0,7 \cdot 0,2/(2-1) = 0,14 \text{ м}^3/\text{с}$   
(34.6)

де,  $Q_{\phi}$  – продуктивність водозабору,  $\text{м}^3/\text{с}$ ,  $n$  – кількість секцій;  $K$  – для II категорії надійності,  $K=0,7$ .

##### **4.4.1. Розрахунок водоприймальних решіток**

Розраховуємо площу водоприймального вікна решітки берегового колодязя:

$$\omega_{6p} = 1,25 \cdot K_{ct} \cdot (q_{c(n)}/v_{\phi m}), \text{ м}^2 \quad (4.7)$$

1,25 – коефіцієнт, що враховує засмічення отворів

$K_{ct}$  – коефіцієнт, який враховує стиснення отворів стержнями решітки

$$K_{ct} = (a+b)/a = (50+6)/50 = 1,12 \quad (4.8)$$

де  $a$  та  $b$  – параметри решітки,  $a = 50 \text{ мм}$ ,  $b = 6 \text{ мм}$ ;

$v_{\phi m}$  – швидкість втікання  $\text{м/с}$ , залежить від мінімальної швидкості руху води в річці, при  $V_{p. \text{мін.}} \leq 0,4 \text{ м/с}$  -  $v_{\phi m} = 0,1 \text{ м/с}$ , при  $V_{p. \text{мін.}} > 0,4 \text{ м/с}$ , -  $v_{\phi m} = 0,25 \text{ м/с}$ ,

$V_{p. \text{мін.}} = 0,6 \text{ м/с}$ , отже приймаємо  $v_{\phi m} = 0,25 \text{ м/с}$ .

$$\omega_{6p} = 1,25 \cdot 1,12 \cdot (0,1/0,25) = 0,6 \text{ м}^2$$

Розміри водоприймального вікна приймаємо  $800 \times 1000 \text{ мм}$  ( $H=1,0 \text{ м}$ ) з сміттєзатримувальною решіткою шириною  $B_p = 0,98 \text{ м}$ , висотою  $H_p = 1,10 \text{ м}$ , масою  $m=52 \text{ кг}$ . [7, табл. 1.3, стор.8].

##### **4.4.2. Розрахунок сіток берегового колодязя**

Розраховуємо площу вікна сітки берегового колодязя:

$$W_{6p} = 1,25 \cdot K_{ct} \cdot (q_{c(n)}/v_{\phi m}), \text{ м}^2 \quad (4.9)$$

де, 1,25 – коефіцієнт, що враховує засмічення отворів

$v_{\phi m} = 0,3 \text{ м/с}$  – допустима швидкість втікання

$K_{ct}$  – коефіцієнт, який враховує стиснення отворів стержнями решітки

$$K_{ct} = ((a+b)/a)^2 = ((2+1,2)/2)^2 = 2,56 \quad (4.10)$$

де,  $a$  – розмір вічка сітки ( $2 \text{ мм}$ ),  $b$  – діаметр дроту ( $1,2 \text{ мм}$ )

$q_{c(n)}$  – продуктивність однієї секції при нормальному режимі роботи

$$W_{бр} = 1,25 \cdot 2,56 \cdot (0,115/0,3) = 1,23 \text{ м}^2$$

З [9, табл. 1.3] підбираємо стандартну сітку 1,38 x 1,13 м з розмірами вікна 1,0 x 1,25 м, масою 68 кг. [7, табл. 1.3, стор.8].

#### 4.4.3. Розрахунок діаметра самопливних і промивних ліній

Діаметри самопливних і сифонних водогонів визначають за формулою

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{V}}, \text{ м} \quad (4.11)$$

де  $Q$  – розрахункова витрата однієї секції,  $\text{м}^3/\text{с}$ , що дорівнює  $Q_B/n$  ( $n$  – кількість секцій водозабору);  $V$  – швидкість руху води в самопливних і сифонних водогоніях,  $\text{м}/\text{с}$ , що приймається згідно [1, п.9.2.23, табл.13].

$D = 1,13 \sqrt{\frac{0,1}{1,5}} = 0,292, \text{ м}$ , приймаємо діаметр 300 мм, труба сталева електрозварна по ГОСТ 10704-91.  $D_y=300 \text{ мм}$ ,  $D_3=325 \text{ мм}$ ,  $t_c=4,5 \text{ мм}$ ,  $D_{вн.}=316 \text{ мм}$ .

Перевіримо швидкість протікання води в такій трубі.

$$V = 1,273 \frac{Q}{D^2} = 1,273 \frac{0,1}{0,316^2} = 1,27 \text{ м}/\text{с} < 1,5 \text{ м}. \quad [1, \text{ п.9.2.23, табл.13}]$$

Швидкість для трубопроводів  $D=300\dots 500 \text{ мм}$  - в межах  $1,0\dots 1,5 \text{ м}/\text{с}$ , отже умову виконано.

Також швидкість протікання води по трубопроводу в нормальному експлуатаційному режимі повинна бути більша, ніж мінімальна швидкість руху води в річці,  $V_{р.мін.} = 0,6 \text{ м}/\text{с} \leq V_{експл.} = 1,27 \text{ м}/\text{с}$ , третю умову виконано.

Перевіримо швидкість протікання води в умовах, коли 1-ну нитку виключено на ремонт, а по іншій протікає вся витрата, за розрахунком  $0,14 \text{ м}^3/\text{с}$ .

$V_{ос.у.} = 1,273 \frac{Q}{D^2} = 1,273 \frac{0,14}{0,316^2} = 1,78 \text{ м}/\text{с}$ , ця швидкість повинна бути більша ніж максимальна швидкість води у річці,  $V_{р.макс.} = 1,1 \text{ м}/\text{с} \leq V_{ос.у.} = 1,78 \text{ м}/\text{с}$ , умову виконано. Отже залишаємо сифонний трубопровід діаметром 300 мм.

Самопливні лінії промиваються зворотною течією води зі швидкістю на 25% більшою, ніж швидкість напору в трубі при нормальному режимі, або визначається за формулою:

$$V_{пр.мін.} = A (d_n \times D_{сл})^{0,25} = 8 (0,01 \times 0,316)^{0,25} = 1,9 \text{ м}/\text{с}, \quad (3.8)$$

Де  $A$  – параметр, який залежить від швидкості потоку (7,5...10,0), більші значення приймаються при більших витратах промивної води;

$d_n$  – середня крупність відкладень, приймаємо  $1,0 \text{ мм} = 0,01 \text{ м}$

$D_{сл}$  - внутрішній діаметр самопливних (сифонних) ліній, м

Діаметр трубопроводу , що подає промивну воду під час промивки зворотним потоком самопливних і сифонних водогонів та водоприймальних отворів , визначається при швидкості руху води в ньому  $V_{пр.тр.}=2 \dots 3$  м/с, приймаємо 2,5 м, і втраті промивної води :

$$Q_{пр.} = 0,785 \times 0,316^2 \times 1,9 = 0,15 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$D_{пр.тр.} = 1,13 \sqrt{\frac{Q_{пр.}}{V_{пр.тр.}}}, \text{ м}$$

(4.12)

$$D_{пр.тр.} = 1,13 \sqrt{\frac{0,15}{2,5}} = 0,276, \text{ м} \text{ приймаємо діаметр } 250 \text{ мм}.$$

Для подачі промивної води від камери переключення після НС-1 до самопливних ліній передбачено трубопровід діаметром  $D_{пр} = 250$  мм.

#### 4.4.5.Перевірка працездатності сифонної лінії за положенням її найвищої точки

Відмітку найвищої точки визначають за формулою:

$$Z_{н.т.} = Z_{землі} - Z_{промерз.}, \text{ м} \quad (4.15)$$

$Z_{землі}$  - відмітка землі біля берегового колодязя, м. 192,5 м.

$Z_{промерз}$  - глибина промерзання ґрунту, м.  $Z_{н.т.} = 192,5 - 1,0 = 191,5$  м.

Вакуум у найвищій точці:  $\Delta Z = Z_{н.т.} - Z_{рив}$  в річці , м

(4.16)

$$\Delta Z = 191,5 - 185,1 = 6,4 \text{ м}, H_{вак.найв.т.} = \Delta Z + h_{вх.н.точки} + \frac{V^2}{2g}, \text{ м}$$

(4.17)

- $h_{вх.н.точки}$  – втрати напору по довжині та місцеві по руху води в сифонній лінії до засувки включно: вхід 0,5; решітка – 0,3; конфузор – 0,25; відхилення №1 – 0,3; відхилення №2 – 0,3; трійник – 0,1; засувка – 0,5.  $\sum \xi = 0,5 + 0,3 + 0,25 + 0,3 + 0,3 + 0,1 + 0,5 = 2,25$

$$h_{вх.н.точки} = \sum \xi \frac{V_{сиф.особл.}^2}{2g} + \frac{1000i}{1000} l_{вх.н.т.} \quad (4.18)$$

$l_{вх.н.т.}$  – довжина трубопроводу до найвищої точки, м .  $l_{вх.н.т.} = 43,4$  м.

$$h_{вх.н.точки} = 2,25 \frac{1,27^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{8,46 \times 43,4}{1000} = 0,19 + 0,37 = 0,56 \text{ м}$$

$$H_{вак.найв.т.} = 6,4 + 0,56 + (1,78^2 / 2 \cdot 9,81) = 7,12 \text{ м}$$

Допустиме значення вакууму (допустима геодезична висота всмоктування сифону):

$$H_{вак.доп} = 0,86 \cdot H_a - 0,91 \cdot H_s, \text{ м};$$

(4.19)



де  $H_a$  – висота стовпу води, що відповідає можливому атмосферному тиску в місці сифону, м;  $H_s$  – напір, що відповідає парціальному тиску насиченої пари ( $H_a$  і  $H_s$  визначають [ , за таблицями 1.2. додатку 5]).

При температурі 30<sup>0</sup>С:-  $H_s = 0,43$  м.  $H_a = 10,1$ м.

$$H_{\text{вак.дон}} = 0,86 \cdot 10,1 - 0,91 \cdot 0,43 = 8,69 - 0,39 = 8,3 \text{ м}$$

Працездатність сифону перевіряється за умовою:

$$H_{\text{вак.найвт.}} \leq H_{\text{вак.дон.ент.}}, \quad 7,12 < 8,3 \text{ м, умову виконано.} \quad (4.20)$$

#### 4.4.6. Позначки рівнів у БВСК і його висота

Для руслового водозабору визначають позначку рівнів води в приймальному і всмоктувальному відділеннях колодязя при зазначених вище режимах за формулами :

$$Z_1 = \nabla PNB - \sum h_{\text{норм}}^{\text{втрубі}} - h_{\text{реш}}; \text{ м} \quad (4.21)$$

$$Z_1' = \nabla Z_1 - h_{\text{сіт}};$$

$$Z_2 = \nabla PNB - \sum h_{\text{особ}}^{\text{втрубі}} - h_{\text{реш}}; \text{ м}$$

$$Z_2' = \nabla Z_2 - h_{\text{сіт}}; \text{ м}$$

$$Z_3 = \nabla PNB - \sum h_{\text{особ}}^{\text{втрубі}} - h_{\text{реш}}; \text{ м}$$

$$Z_3' = \nabla Z_3 - h_{\text{сіт}}; \text{ м}$$

де  $Z_1, Z_2, Z_3$  – позначки рівнів води відповідно при нормальному і особливих режимах при PNB і PNB в приймальному відділенні колодязя, м;  $Z_1', Z_2', Z_3'$  – те ж у всмоктувальному відділенні колодязя, м;  $\sum h_{\text{норм}}, \sum h_{\text{особ}}$  – втрати напору на шляху води від входу в водоприймач до приймального відділення колодязя при нормальному та особливому режимах роботи водозабору,  $h_{\text{сіт}}$  – втрати напору в сітці, м

$Z_1=185,1-0,84-0,3=183,96$  м – при нормальному режимі, (приймальне відділення) при низьких водах

$Z_1'=183,96-0,15=183,81$  м; при нормальному режимі всмоктувальне відділення при низьких водах

$Z_2=185,1-1,21-0,3=183,59$ м; при режимі в особливих умовах (приймальне відділення) при низьких водах

$Z_2'=183,59-0,15=183,44$  м; всмоктувальне відділення при низьких водах

$Z_3=191,9 -0,84-0,3=191,76$  м; приймальне відділення при високих водах в нормальному режимі

$Z_3'=191,79-0,15=190,61$  м. всмоктувальне відділення при високих водах при нормальному режимі

Відмітка низу сифонної лінії в колодязі:  $Z_{\text{сиф.л}} = Z_2 - 1,0 = 183,59 - 1,0 = 182,59$  м.

Відмітку дна колодязя визначаємо:

$$1. Z_{\text{д.к.}}^1 = Z_{\text{сиф.л}} - D_{\text{сиф}} - 1,5 = 182,59 - 0,3 - 1,5 = 180,79 \text{ м} \quad (4.22.)$$

$$2. Z_{\text{д.к.}}^2 = Z_2' - 0,1 - H_{\text{сітки}} - 0,7 = 183,44 - 0,1 - 1,38 - 0,7 = 181,26 \text{ м} \quad (4.23)$$

$$3. Z_{\text{д.к.}}^3 = Z_2' - 2,8 D_{\text{розтруба}} = 183,44 - 2,8 \cdot 0,68 = 181,54 \text{ м} \quad (4.24)$$

$$\text{Відмітка низу всмоктувальної лінії: } Z_{\text{всмोक.л}} = Z_2' - 2 \cdot D_{\text{розтруба}}, \text{ м,} \quad (4.25)$$

де,  $D_{\text{розтруба}}$  - діаметр розтруба.  $Z_{\text{всмोक.л}} = 183,44 - 2 \cdot 0,68 = 182,08$  м.

Діаметр розтруба залежить від діаметра всмоктувальної лінії. Діаметр цієї лінії розраховуємо для витати в особливих умовах.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q_{o.ym.}}{V_{всм.тр.}}}, м, V_{всм.тр.} - \text{швидкість руху води у всмоктувальному}$$

трубопроводі приймаємо згідно [1, п.11.9, табл.34, стор.145],

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{0,14}{1}} = 0,423, м, \text{ приймаємо трубопровід}$$

$$D_y = 450 \text{ мм } D_{зов} = 478 \text{ мм}, t_{ст} = 7 \text{ мм}, D_{вн.} = 464 \text{ мм}$$

$$V = 1,273 \frac{Q}{D^2} = 1,273 \frac{0,14}{0,464^2} = 0,83 \text{ м/с}, \text{ швидкість для труб діаметрами}$$

250...800 мм повинна знаходитись в межах 0,8...1,5м/с, отже *перевірку виконано*. Труба стальна електрозварна по ГОСТ 10704-91.

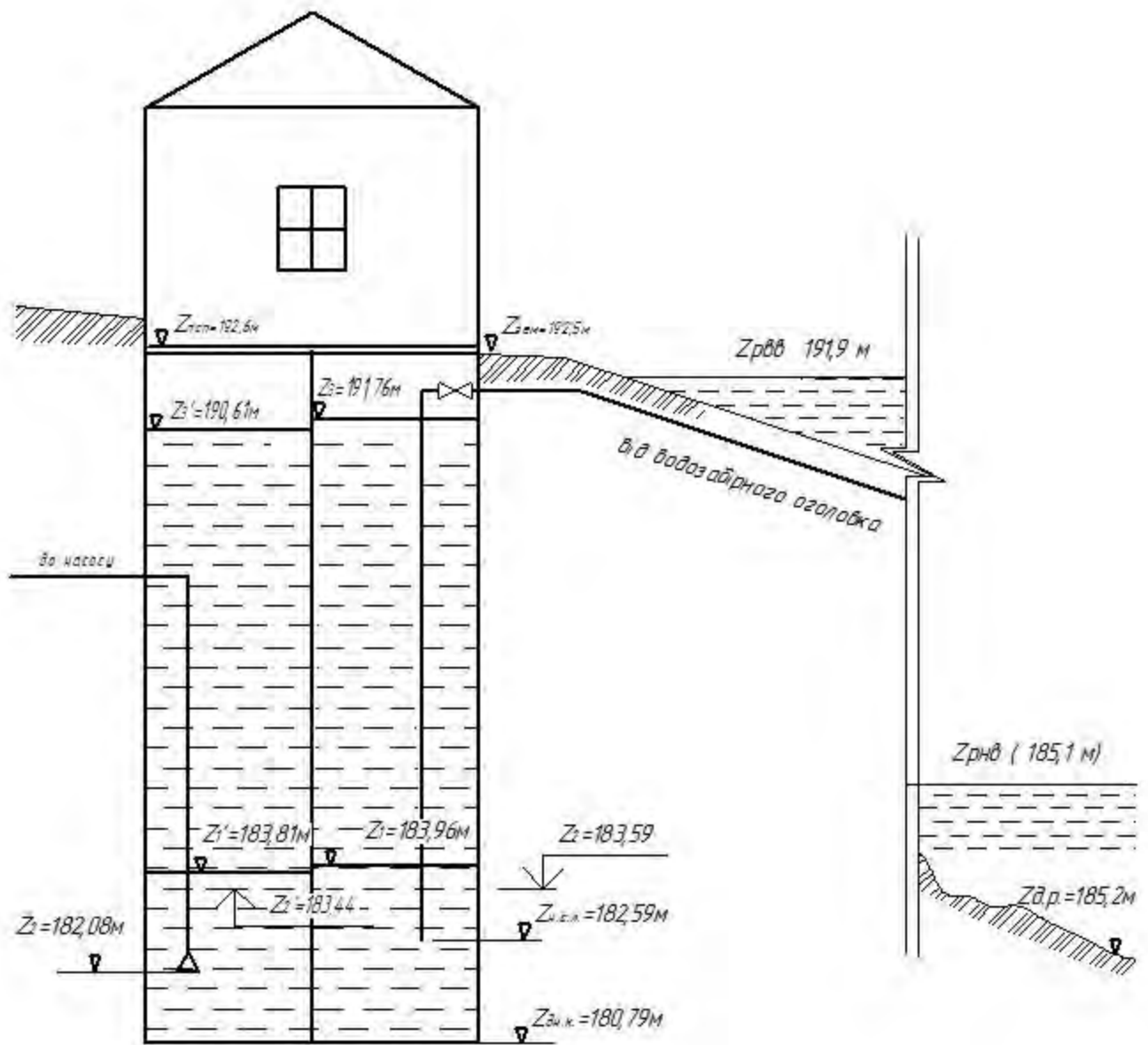
$$D_p = (1,3...1,5) \cdot D_{вс} = 1,5 \cdot 0,45 = 0,68 \text{ м} - \text{діаметр розтруба.}$$

Остаточню приймаємо відмітку дна приймальної частини берегового колодязя – 180,79 м.

Висота колодязя становить:

$$H_{кол} = z_{пнс} - z_{дн} = 192,6 - 180,79 = 11,81 \text{ м}, \text{ приймаємо } 12 \text{ м} \quad (4.26)$$

де  $Z_{псп}$  – відмітка підлоги службового павільйону, м.



**Рис.4.6. Схема конструювання берегового колодзя**

#### 4.5. Розрахунки насосної станції I підняття

1. Встановлюємо кількість робочих агрегатів  $n_p$  для забезпечення надійності робочих насосів:  $n_p \geq n_{сек}$

Приймаємо кількість робочих насосів по кількості секцій, 2 шт.

Кількість резервних насосів приймають в залежності від кількості робочих агрегатів, та в залежності від категорії водозабору, за [1, п.11.3, табл.33, стор.143], для водозабору для II категорії резервних 1 шт.

$$n_{заг} = n_p + n_{рез} = 2 + 1 = 3 \text{ шт.} \quad (4.27)$$

2.

Діаметр всмоктувального водогону  $D_v=450$  мм.

3. Визначаємо діаметр нагнітального водогону

Кількість напірних ліній для I і II категорій – дві. Напірний водогін розраховуємо на витрату  $0,7Q_{водозабору} = 0,14 \text{ м}^3/\text{с}$ .

$$D_{наг} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{q_{с(н)}}{V_{наг}}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,14}{1,5}} = 0,345 \text{ м} \quad (4.28)$$

де  $V_{наг} = 1,5 \text{ м/с}$  – швидкість у нагнітальному водогоні, приймаємо при 1-му наближенні. Швидкості визначаємо відповідно до [1, п.11.9, табл.34, стор.145]. Приймаємо:

$$D_{наг} = 350 \text{ мм,}$$

$$D_{зобн} = 377 \text{ мм,}$$

$$D_{вн} = 359 \text{ мм, } t_{ст} = 9 \text{ мм,}$$

4. Визначаємо довжину всмоктувальних комунікацій:

$$L_{всмк.} = l_{вс.л} + l_{в.к} + l_{в.н} \quad (4.30)$$

де  $l_{вс.л}$  – довжина всмоктувальної лінії,

$$l_{вс.л} = L_{БК-НС} + (H_{БВСК} - 0,8D_p) = 15,3 + (12 - 0,8 \cdot 0,68) = 26,76 \text{ м} \quad (4.31)$$

$L_{БК-НС}$  – відстань від берегового колодязя до насосної станції, 15,3 м.

$l_{в.н}$  – довжина всмоктувального колектора, приймається в межах 6...12 м, 6,0 м.

$l_{в.к}$  – довжина всмоктувальних ліній окремо до насосів, приймається в межах 3...5 м, залежно від категорії водозабору, для II категорії 3,0 м.

$$L_{всмк.} = 26,76 + 6,0 + 3,0 = 35,8 \text{ м.}$$

5. Визначаємо втрати напору у всмоктувальних комунікаціях:

Визначаємо при особливому режимі по найдовшому шляху:

$$h_{ВС} = \frac{1000i}{1000} \cdot L + \sum \xi \frac{V_{ВС}^2}{2g} \quad (4.32)$$

де  $1000i$  – гідравлічний похил при заданому діаметрі для особливих умов роботи;

$L$  – довжина всмоктувальної лінії;

$V_{вс}$  – швидкість у всмоктувальному трубопроводі, 0,83 м/с;

$\Sigma \xi$  - сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальних комунікаціях, що визначаються в залежності від характеру місцевих опорів.

Для даного випадку визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів:

$$\begin{aligned} \Sigma \xi &= \xi_{вх} + \xi_{конф} + 2\xi_{кол} + 4\xi_{зас} + \xi_{тп} + 2\xi_{тп} = \\ &= 0,5 + 0,25 + 2 \cdot 1 + 4 \cdot 0,1 + 0,1 + 2 \cdot 1,5 = 4,85 \end{aligned} \quad (4.33)$$

Отже:  $h_{вс} = \frac{6,75}{1000} \cdot 35,8 + 4,85 \cdot \frac{0,83^2}{2 \cdot 9,81} = 0,24 + 0,17 = 0,41 \text{ м}$

Необхідно подати на очисні споруди загальну витрату 722,7 м<sup>3</sup>/год.

Приймаємо насоси типу **1Д-500-93(б)**, при розрахунковій продуктивності насосу 400 м<sup>3</sup>/год [ ].

Таблиця 4.1.

Характеристика насоса **1Д-500-93(б)**

Типорозмір насосного агрегату	Параметри			Параметри електродвигуна			Розміри, мм	D <sub>y</sub>	D <sub>y1</sub>	Маса
	Q, м.куб./год	H, м.	Kз, м	Марка	N <sub>д</sub> , кВт	n, об/хв	L x B x H	мм	мм	кг
1Д500-636	400	44	5,0	АИР280S4	110	1450	2320x890x1020	250	150	1520

$$L_H = 2320 \text{ мм}, B_H = 890 \text{ мм}, H_{дон.всм} = 5,0 \text{ м}$$

Розміри насосної станції I п. у плані 6,0x10,5 м визначаємо з креслення рис.4.7.

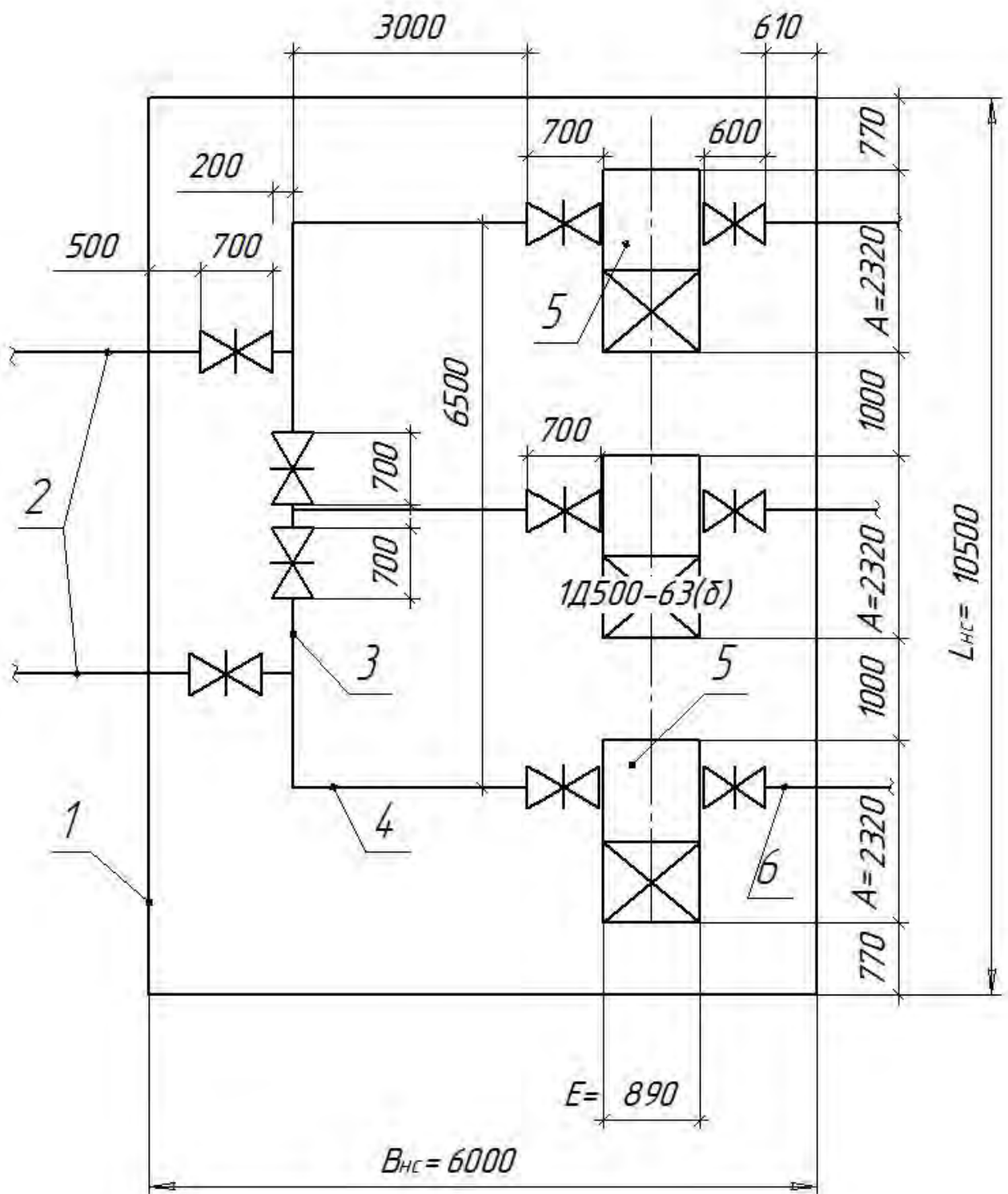
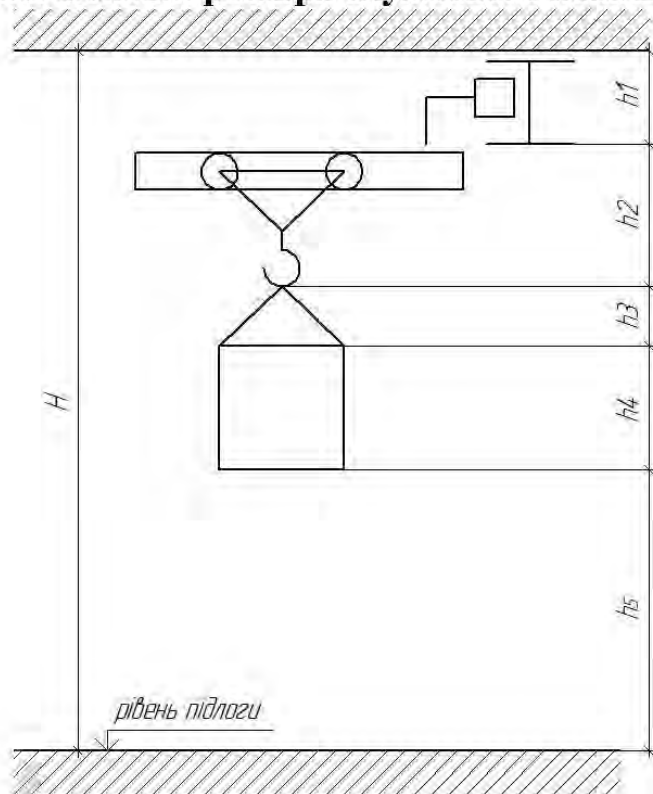


Рис.4.7. НС I п. - план машинного залу

1 – стінки машинного залу НС-1; 2 – спільні всмоктувальні лінії; 3 – всмоктувальний колектор; 4 – всмоктувальні лінії окремо до насосів; 5 – насоси, 6 – нагнітальні лінії.

#### 4.6. Основні розміри службового павільйону



Визначаємо планові розміри службового павільйону, враховуючи товщину стінок (приймаємо  $t_{ст.ст.} = 0,2$  м) і те, що стінка ставитиметься зверху на стінку підземної частини, де будуть розміщені отвори для опускання решіток:

$$L_{с.п.} = B_{с.п.} = 2 \cdot t_{ст.ст.} + D_{к} + 2 \cdot 0,3, \text{ м} \quad (4.41)$$

$$L_{с.п.} = B_{с.п.} = 2 \cdot 0,2 + 7,5 + 2 \cdot 0,3 = 8,5$$

м.

**Рис. 4.9.** Визначення висоти службового павільйону



#### 4.7. Підбір гідроелеватора

Підбір гідроелеватора здійснюється за його продуктивністю:

$$q_{en} = \frac{W_{oc}}{3600 \cdot t}, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (4.42)$$

де  $W_{oc}$  - об'єм осаду, що випроваджується; визначається за формулою:

$$W_{oc} = F_c \cdot h_{ш.о.}, \text{ м}^3 \quad (4.43)$$

де  $F_c$  - площа однієї секції водоприймальної частини колодязя:

$$F_c = 0,5 \cdot D_k^2, \text{ м}^2 \quad (4.44)$$

$$F_c = 0,5 \cdot 7,5^2 = 28,12 \text{ м}^2;$$

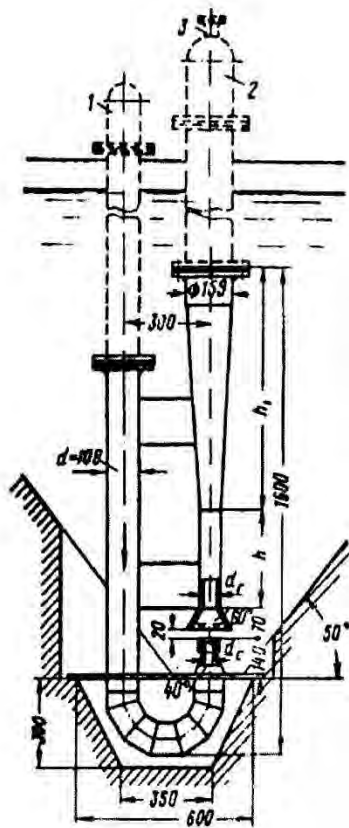
$h_{ш.о.}$  - висота шару осаду, приймаємо  $h_{ш.о.} = 0,75$  м;

$t$  - час випровадження осаду,  $t = 0,3 \dots 0,5$  год,  
приймаємо  $t = 0,5$  год;

$$W_{oc} = 28,12 \cdot 0,75 = 21,09 \text{ м}^3; \quad q_{en} = \frac{21,09}{3600 \cdot 0,5} = 0,012 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

**рис.4.10. Схема гідроелеватора**

1 – трубопровід подачі робочої води; 2 – трубопровід відводу пульпи; 3 - патрубок для очищення горловини.



Визначаємо необхідну витрату води, що підводиться до гідроелеватора за формулою:

$$q_s = \frac{q_{en} \cdot h}{\eta \cdot (H - h)}, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (4.45)$$

де  $q_{en}$  - продуктивність гідроелеватора,  $\text{м}^3 / \text{с}$ ;

$h$  - висота підняття пульпи, м;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії,  $\eta = 0,1 \dots 0,25$ ,

приймаємо  $\eta = 0,25$ ;

$H$  - напір води, що підводиться до гідроелеватора.

$$h = Z_{псп} + 0,5 - Z_{пр.мін}, \text{ м} \quad (4.46)$$

де  $Z_{псп}$  - позначка підлоги службового павільйону,  $Z_{псп} = 192,6$  м;

$Z_{пр.мін}$  - мінімальний рівень води в приймальному відділенні,  $Z_{пр.мін} = 183,59$  м.

$$h = 192,6 + 0,5 - 183,59 = 9,51 \text{ м}.$$

Має виконуватись умова:  $H \geq H'$ .

$H_n$  - розрахунковий напір насоса, 20,52м

$H' \approx 2 \dots 3 \cdot h = 2,5 \cdot 9,51 = 19,02$  м.

Отже,  $H = 19,02 > H' 20,52$  м, умова виконується.

#### 4.8. Розрахунок зон санітарної охорони

1) Границі **першого поясу зони (зони суворого режиму)** поверхневих джерел водопостачання, в тому числі й водопідвідного каналу, повинні встановлюватися на відстанях від водозабору:

- ввєрх за течією - не менше 200м
- вниз за течією - не менше 100м
- 2) Границі **другого поясу (зона обмежень)**

$$L_{II} = 3 \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot v_{p \min}, \text{ км}$$

(4.51)

де  $V_{p \min}$  - мінімальна швидкість в річці,  $V_{p \min} = 0,6 \text{ м/с}$ ;

$$L_{II} = 3 \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot 0,6 = 155,5 \text{ км}$$

- вниз за течією не менше 250м;

3) Границі **третього поясу (зона спостережень)** повинні бути:

- ввєрх та вниз за течією водостоку такими ж самими як і для 2 поясу;
- бічні межі визначаються по вододілу, але не менше 3..5км від урізу води при РНВ.

## 5. Науково-дослідна частина

Завдяки наявності у воді домішок у різному агрегативному стані поверхневі води є багатокомпонентними. Склад води у водних джерелах формується під впливом фізико-географічних умов та антропогенної діяльності і є непостійним, який часто залежить навіть сезону року.

Нині якість води оцінюють не за екологічними показниками, а за наявністю в ній мінеральних та органічних речовин.

Біологічне забруднення відбувається в наслідок природних процесів росту біомаси, з подальшим їх відмиранням та розкладанням.

Антропогенне забруднення водою зазвичай пов'язане з господарською діяльністю людини. Також на формування хімічного складу природних вод значно впливають атмосферні опади, в яких міститься велика кількість різних речовин.[6]

Вважається, що існують чотири основні типи забруднювачів, які можна знайти у воді:

- Механічні забруднювачі — це, головним чином, частинки порід або ґрунту. Вони зазвичай нешкідливі на біологічному рівні, однак занадто велика їх кількість може зашкодити на фізіологічному рівні.
- Хімічні забруднювачі — це можуть бути природні або техногенні сполуки та елементи, які включають хлор, азот, пестициди, токсини, свинець, ртуть, фармацевтичні препарати та відходи промисловості.
- Біологічні забруднювачі — це мікроорганізми, які процвітають у воді й можуть включати бактерії, віруси, найпростіші та водорості. Організми, які проживають у системах водопостачання разом з планктоном і макроскопічними безхребетними, заважають процесам водоочищення.
- Радіологічні забруднювачі — це атомно нестійкі хімічні елементи, які виділяють шкідливе випромінювання. До них відносяться цезій, плутоній та уран.[5]

### 5.1. Аналіз стану і якості води з джерел водопостачання України

Прісна вода необхідна для отримання питної і технічної води різного призначення. Питне водопостачання України майже на **80%** забезпечується *за рахунок поверхневих вод*.

Сьогодні спостерігається **помітне скорочення запасів питної води з традиційних джерел** та погіршення її якості за рахунок збільшення в водоймах вмісту нормованих (природних та антропогенних) забруднень, а також



**Рис. 5.1. Розподіли води**

- а) – розподіл води, що споживається в Україні, по джерелам водозабору;  
 б) – розподіл водозабору з основних річок України

**проблеми муніципального водопостачання**, які пов'язані не тільки з застарілими технологіями і зруйнованою інфраструктурою, але й з проблемою вторинного забруднення води при її транспортуванні продуктами корозії, а також деструкції біоплівки, яка утворюється на внутрішніх поверхнях трубопроводів. Поява і розвиток біоплівки призводить до появи ряду проблем, зокрема: зниженню прохідності труб, зменшенню їх теплопровідності і, відповідно, збільшенню енергозатрат, а також корозії обладнання під дією продуктів життєдіяльності «мешканців» біоплівки (так названій біокорозії). Крім того, біоплівка акумулює токсичні органічні сполуки, важкі метали, патогенні мікроорганізми, які при її руйнуванні потім потрапляють у воду.

Загально визнаним в світі виходом із сформованої ситуації є максимально широке використання локальної водопідготовки, в доповнення і в якості альтернативи централізованої.

На сьогоднішній день арсенал методів, які використовуються в локальній водопідготовці, надзвичайно широкий, і число інновацій продовжує зростати.

На жаль, не вся забрана вода доходить до споживача. В середньому до 20% води припадає на частку транспортних втрат. Так, в 2012 році 2,4 куб. км (чи 16%) забраної води не були використані за призначенням. Більше половини втраченої води доводиться на житлово-комунальний сектор, де доля втрат складає до 40% від загальної кількості води питної якості, яка транспортується.



**Рис.5.2. Втрати води питної якості в різних галузях**

Основні втрати води в ЖКТ відбуваються через незадовільний стан водопровідної мережі, загальна протяжність трубопроводів якої складає 135 958 км, із яких 51 855 км (чи 38%) потребують негайної заміни. Заміна труб щорічно проводиться тільки в об'ємі 1-2% від необхідного.

Концепція ВОЗ стосовно забезпечення населення доброякісною питною водою передбачає, перш за все, мікробіологічну безпечність води, але разом з тим слід мінімізувати використання хімічної обробки.

Особливу увагу слід приділити біологічним методам з метою зниження утворення побічних продуктів очищення води. Закачування води з поверхневих джерел у поверхневі піщані горизонти (дамби, насипи) є одним із таких методів, які широко практикують у різних державах для попереднього очищення води від органічних та мікробних забруднювачів. Таке попереднє очищення набуває поширення як більш економна можливість одержання біологічно стабільної води, до того ж дозволяє мінімізувати використання хлору, який утворює з природними органічними речовинами токсичні сполуки.

Ризики, пов'язані з наявністю токсичних хімічних речовин у питній воді, відрізняються від ризиків, що мають місце у випадку мікробіологічного забруднення. Лише деякі хімічні компоненти у воді можуть викликати гострі порушення здоров'я, виключаючи сильне забруднення системи водопостачання. Тому хімічні забруднюючі речовини відносять до категорії нижчої пріоритетності, ніж мікробні, дія яких зазвичай буває сильнішою та масштабнішою.

Знезараження води є кінцевою (заключною) стадією захисту питної води від зовнішнього забруднення та вторинного росту мікроорганізмів у водорозподільчій системі.

## 5.2. Методи очистки природних вод з поверхневих джерел

*Процеси підготовки поділяють на такі основні групи:*

- Поліпшення органолептичних властивостей води (прояснення, знебарвлення, дезодорація і т.д).
- Забезпечення епідеміологічної безпеки (хлорування, озонування, ультрафіолетове, радіаційне та інші способи знезараження).
- Кондиціонування мінерального складу (фторування, знефторення, знезалізнення, деманганація, пом'якшення, знесолення та ін.) [6]

*Методи очистки природних вод з поверхневих джерел*

- Механічні - дозволяють позбутися від нерозчинних домішок і суспензій, таких як пісок, глина, іржа, окалина та інші. До них відносяться проціджування, відстоювання і фільтрування.
- Хімічні-активно використовуються комунальними службами для освітлення, знезараження і осадження домішок. Активним елементом служать реагенти і різні речовини. Найчастіше в нашій країні використовують хлор.
- Фізико-хімічні більш продуктивні, вони дозволяють одночасно позбавити  $H_2O$  від нерозчинних і розчинних речовин.
- Біологічні - використовують різні мікроорганізми для боротьби з органічними сполуками. Цей метод не часто застосовується в нашій країні частіше застосовується до обробки стічних вод.[4]

У відповідності з концепцією ВОЗ тенденція, яка зараз спостерігається у технологіях водопідготовки, полягає у оптимізації використання хімічних реагентів із залученням фізичних або біологічних методів очищення з метою зниження доз цих реагентів, а відповідно зменшення кількості побічних продуктів, що можуть утворюватись під час знезараження. Такий підхід передбачає застосування принципу багатобар'єрності технології водопідготовки з максимальним природних можливостей водоочищення за допомогою різноманітних фільтруючих пристроїв або перегородок.[3]

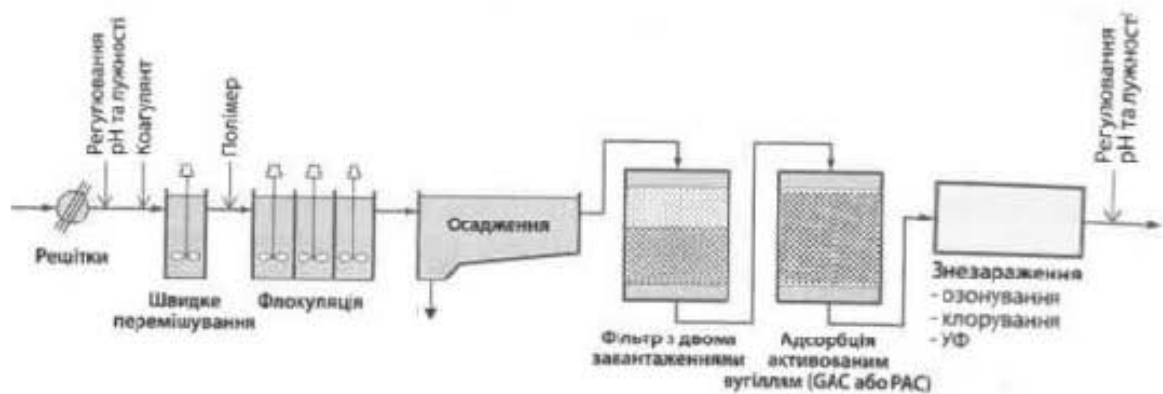


Рис. 5.3. Типова традиційна технологічна схема підготовки в оди питної якості із водозабором з поверхневих джерелі з використанням в ідстоювання

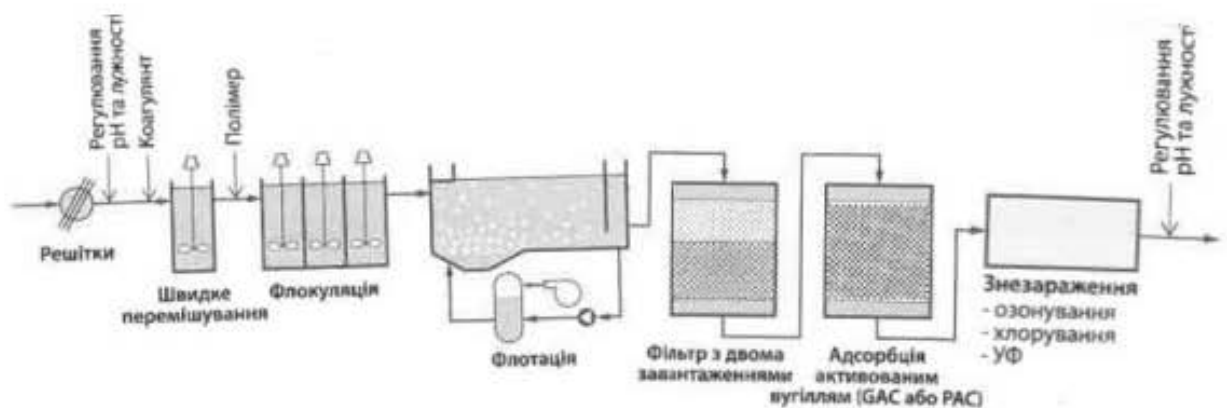


Рис. 5.4. Типова традиційна технологічна схема підготовки води питної якості із водозабором з поверхневих джерел з використанням флотації

Коагуляція — це процес ефективного видалення з водних систем твердих частинок і колоїдів. [3]



### 5.3. Традиційні схеми підготовки питної води при поверхневому водозаборі

Схеми відрізняються послідовністю деяких стадій або передбачають суміщення стадій, які є обов'язковими в процесах обробки води з природних поверхневих джерел.



Рис. 5.5. Схема традиційного процесу водопідготовки при водозаборі з поверхневих джерел



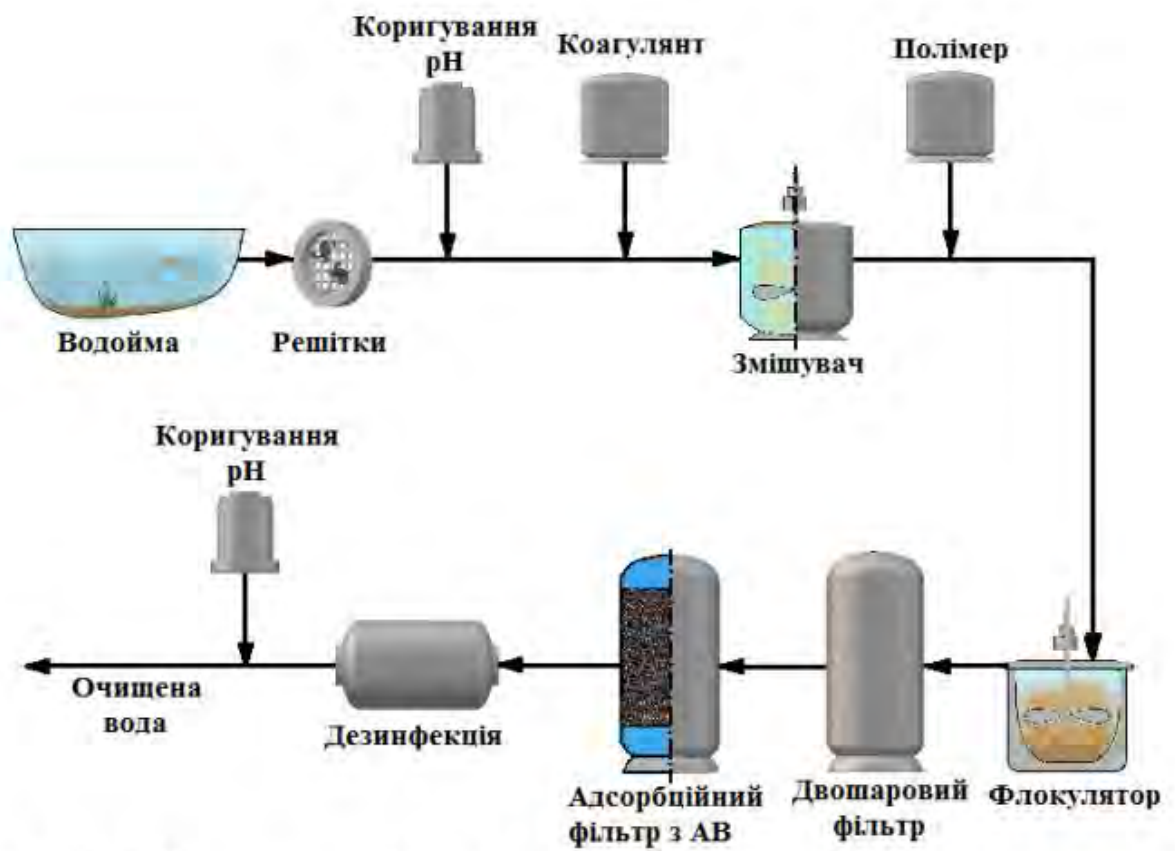
**Рис.5.6. Схема традиційного процесу водопідготовки без фільтрації при водозаборі з поверхневих джерел**



**Рис. 5.7. Схема традиційного процесу водопідготовки з флотацією при водозаборі з поверхневих джерел**



**Рис. 5.8. Схема традиційного процесу водопідготовки з прямою фільтрацією при водозаборі з поверхневих джерел**



**Рис.5.9. Схема традиційного процесу водопідготовки з контактною коагуляцією**

#### 5.4. Приклади методів та технологій очищення природних вод від органічних домішок

Типову схему очищення води від природних органічних речовин за допомогою контактної коагуляції, яка широко використовується у Норвегії.

В якості коагулянту зазвичай використовується прегідролізований хлорид алюмінію (РАХ) або сполуки феруму, а як флокулянт у Норвегії найчастіше застосовують хітозан. Вапно додається до вихідної та очищеної води для підвищення рН, інтенсифікації коагуляції та запобігання корозійних процесів. Для більшості норвезьких водоканалів характерним є хлорування води з метою забезпечення тривалої мікробіологічної безпечності протягом руху води у мережі.

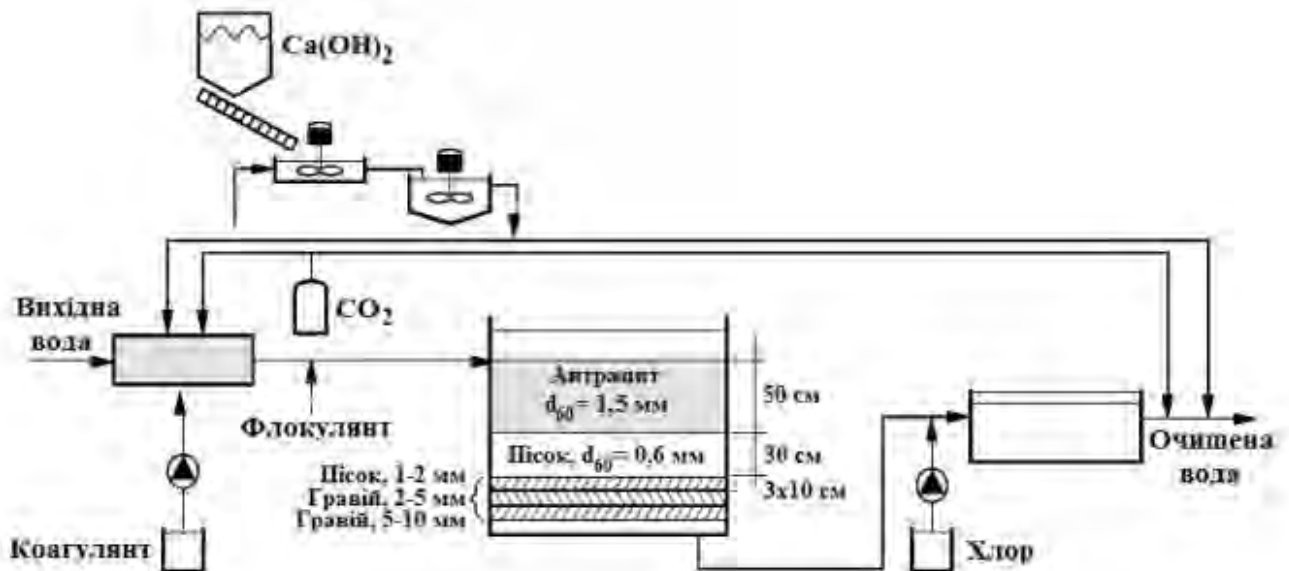


Рис. 5.10. Типова схема очищення води від природних органічних речовин на основі контактної фільтрації

Альтернативні схеми для видалення природних органічних речовин за допомогою озонування-біофільтрації.

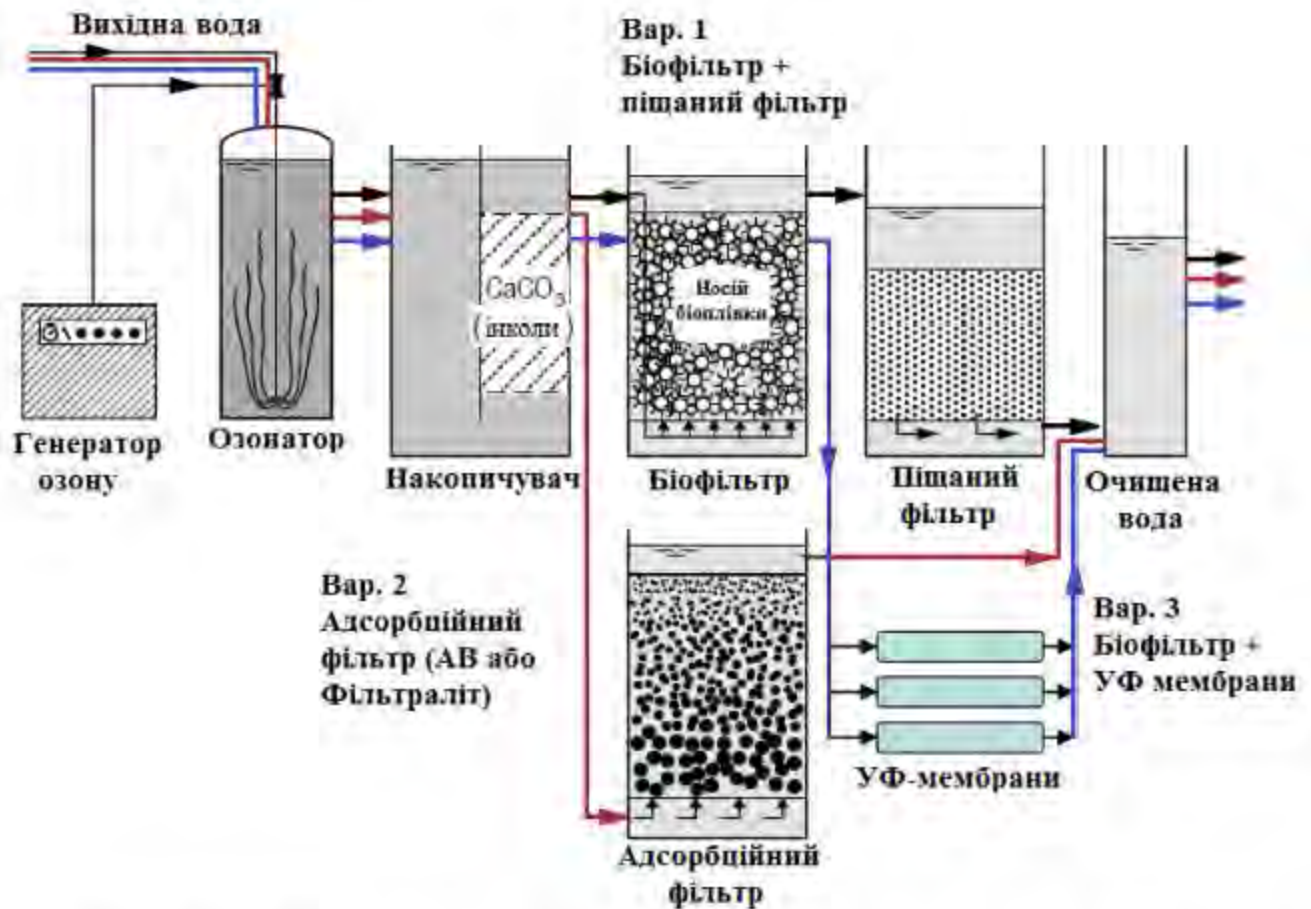


Рис. 5.11. Три варіанти схем для видалення природних органічних речовин за допомогою озонування/біофільтрації.

В усіх трьох схемах спочатку вода піддається дії озону з метою руйнування гумінових сполук, які малоефективно видаляються біологічними методами, оскільки вже є кінцевими продуктами розпаду природних органічних матеріалів. Потім вода може поступати на біофільтр або адсорбційний фільтр або УФ-мембрани для очищення від органічних речовин. [3]

*Переваги багатоступневих схем* підготовки води, які укомплектовані додатково до традиційних прийомів очищення озонуванням, фільтруванням через активоване вугілля та використовують методи інтенсифікації процесів очищення, такі, як збільшення турбулентності під час внесення коагулянтів-флокулянтів та оптиміація гідравлічного режиму на стадії освітлення,

забезпечують вищу якість води у порівнянні з традиційними прийомами коагулювання та фільтрування.

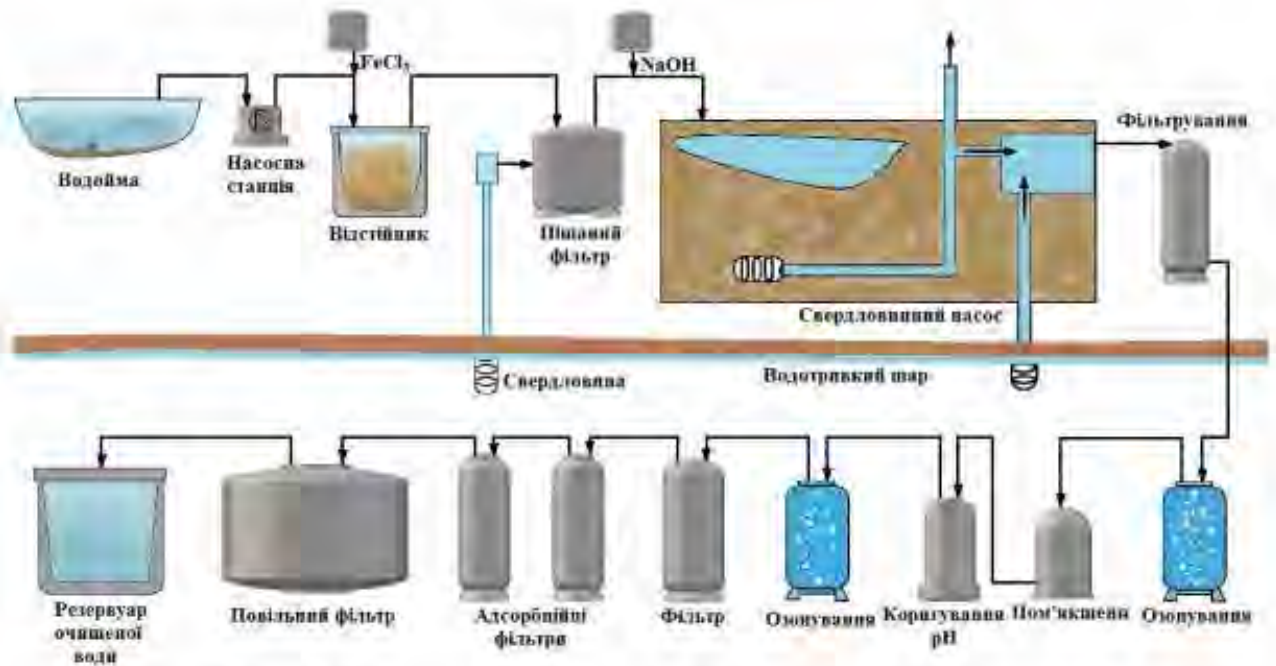
Глибоке очищення питної води шляхом застосування комбінації технології озонування та використання БАВ запропоновано у Японії, що дозволило вирішити проблему видалення з води сильнопахнучих сполук, хлорорганічних речовин та амонійного азоту.

Головним питанням всіх технологій підготовки питної води безумовно є заключне (остаточне) знезараження.

Найпоширенішим методом знезараження води у більшості технологічних схем залишається хлорування, хоча використання, хоча використання хлорованої води може спричинити підвищений ризик канцерогенних захворювань і порушення репродуктивних функцій людини. Сучасні технології знезараження все більше використовують енергію УФ-випромінювання.

Вибір методу знезараження питної води залежить від якості природної води і технології її підготовки, що повинна забезпечити певний рівень біологічної стабільності води, враховуючи стан системи водорозподілу.

### **5.5. Приклади технологічних схем очистки природних вод із світового досвіду**



**Рис. 5.12. Схема комбінованої підготовки води питної якості у Нідерландах**

Після вторинного озонування вода підлягає двоступеневому адсорбційному очищенню, в процесі якого відбувається глибоке видалення мікрокількостей органічних речовин за рахунок фізичної адсорбції та біологічного окиснення. Після адсорбційних фільтрів воду пропускають через повільні піщані фільтри, де остаточно затримуються залишки бактерій та слідові кількості органічних сполук.



Можлива також без хлорна водопідготовка.



**Рис.5.13. Приклад схеми безхлороної технології підготовки води питної якості (Цюріхські озера)**



**рис. 5.14. Схема підготовки питної води з поверхневого джерела в Великобританії**

## 5.6. Обладнання для видалення органічних домішок з природних вод

Далі представлено короткий огляд сучасних способів і обладнання очищення води від природних домішок, як для дому, невеликого міста так і для промислового вжитку.

**1. Вугільні фільтри** є одним з найстаріших та найменш затратних способів очищення води. Вони бувають різних форм та розмірів, але принцип роботи усіх таких фільтрів однаковий. Внутрішня частина фільтру наповнена активованим вугіллям, через яке легко просочується вода, залишаючи у ньому всі небажані домішки. Активоване вугілля використовується як у твердому блоковому, так і в гранульованому вигляді. Воді потрібно більше часу, щоб пройти через вугільний блок, що робить цю форму більш ефективною при поглинанні збудників.



Рис. 5.18. Загальний вигляд вугільного фільтра

**Переваги:** відмінно підходять для усунення пестицидів та хлору; низька ціна.

*Фільтри з активованого вугілля найкраще підходять для видалення органічних забруднювачів, таких як інсектициди, гербіциди та поліхлоровані біфеніли (ПХБ). Вони також можуть видаляти багато промислових хімікатів та хлор.*

Активоване вугілля не видаляє більшість неорганічних хімічних речовин, розчинених важких металів (наприклад, свинець) та біологічних забруднювачів. Щоб допомогти подолати ці слабкі сторони багато виробників використовують активоване вугілля у поєднанні з іншими засобами очищення, такими як керамічні фільтри та ультрафіолетове світло. Однак, навіть з цими доповненнями, системи вугільної фільтрації мають свої обмеження та недоліки.

**Недоліки:** недієві проти бактерій; недовготривалі.

Вугільні фільтри можуть стати середовищем розмноження бактерій. Якщо воду не обробляли хлором, киснем або будь-яким іншим бактерицидним методом перед фільтрацією вугіллям, будь-які бактерії, опиняються ніби в пастці всередині фільтру. Розмножуючись вони будуть ще більше забруднювати воду, яка проходить через нього. З цієї причини не рекомендовано використовувати вугільні фільтри, якщо вода нехлорована.

Вугільні фільтри також з часом втрачають свою ефективність. Як тільки фільтр досягне максимуму своєї абсорбційної здатності, все більше й більше домішок буде залишатися у воді. А оскільки вода продовжуватиме легко проходити через фільтр, не існує способу дізнатися, чи фільтр все ще функціонує належним чином без проведення перевірки якості води. Тому дуже важливо проводити заміну фільтру через певні проміжки часу або коли буде досягнуто межі його фільтраційної здатності, залежно від того, що настане раніше.

*Дієвий проти бруду і паразитів **керамічний фільтр**, його легко почистити, але він неефективний проти органічних часток та пестицидів. Ці два типи фільтрів можна використовувати послідовно.*

## **2. Ультрафіолетове світло**

Обладнання для ультрафіолетового очищення води являє собою конструкцію з металеві або пластикові труби, всередині якої вмонтовано лампу ультрафіолетового світіння. Саме випромінювання з'являється внаслідок випаровування в порожнині лампи певного металу, який може відрізнятись в залежності від виробника. Вода потрапляє в знезаражувачі між кварцовим чохлам та корпусом де отримує достатню дозу УФ променів.

Коли мікроорганізми, такі як бактерії й віруси, піддаються впливу променів ультрафіолетового спектра, певні хімічні реакції у ядрі їх клітин унеможливають їх розмноження та призводять до загибелі колонії. Це робить ультрафіолетове опромінення дуже ефективним методом знищення патогенів (кишкова паличка та сальмонела) без додавання хімічних речовин, таких як хлор. УФ-світло є одним з небагатьох методів очищення води від вірусів.



Рис.5.19. Схема ультрафіолетової установки

**Переваги:** вбиває бактерії та віруси.

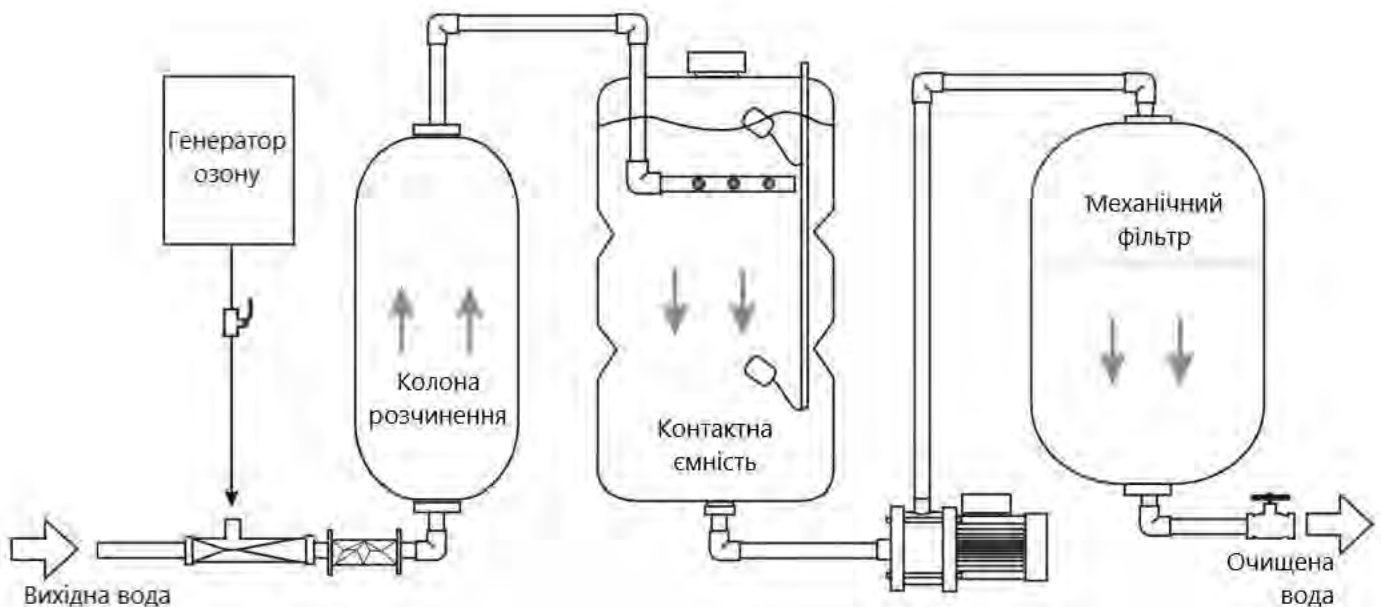
**Недоліки:** усуває не всі види шкідливих організмів; не очищає воду від важких металів, пестицидів та бруду.

Ультрафіолетове світло має свої недоліки: воно неефективне щодо деяких типів організмів (наприклад, деяких паразитів), воно не впливає на важкі метали, пестициди та інші забрудники (пісок, мул, глину). Для того, щоб УФ світло було ефективним, очищена вода повинна піддаватися впливу джерела світла протягом досить тривалого періоду часу. А ще, щоб світло могло проникнути крізь воду, вона повинна бути відносно прозорою. Як і більшості методів, самого окремо взятого ультрафіолетового випромінювання не достатньо. Його слід розглядати як доповнення до інших способів очищення.

### 3. Озонування води.

Озон на відміну від звичайного кисню містить три атоми кисню замість двох. Цей додатковий атом кисню робить озон дуже нестійким та реактивним. Коли озон у вигляді бульбашок газу проходить через воду, він швидко й дуже ефективно вбиває бактерії, віруси, водорості та паразитів. Озон не тільки дає в тисячі разів потужніший ефект, ніж хлор, але й не виробляє шкідливих побічних продуктів. Саме з цієї причини озонування стало основним методом очищення води в дорогих басейнах та спа-салонах.

Озон отримується безпосередньо в місці водопідготовки на спеціальних установках-озонаторах, які містять генератор озону, колону для розчинення та взаємодії його з водою і механічний фільтр для видалення окиснених частинок.



**Рис. 5.20. Схема отримання озону в установках озонаторах**

Внаслідок взаємодії озону з водою утворюються альдегіди, кетони, органічні кислоти, які теж мають токсичну дію. Тому після озонування також необхідне використання фільтрів з активованим вугіллям

**Переваги:** усуває бактерії, віруси, водорості та паразитів, висока ефективність стосовно всіх мікроорганізмів, відсутність тригалометанів, як продуктів взаємодії; видаляє сторонні смаки та запахи. [7]

**Основні переваги очищення води озоном:**

- озон як реагент проводиться в режимі on-line з навколишнього повітря в технічно необхідних кількостях безпосередньо перед подачею в очищувану воду;
- озон має у багато разів вищу окислювальну і стерилізуючу здатність, ніж УФ-лампа, перманганат калію, хлор, кисень, гіпохлорит натрію, хлорамін і т.д.;
- озон має обмежений час життя, що не перевищує кількох десятків хвилин;
- у технології озонування відсутні токсичні хімічні реагенти;
- в очищеній питній воді відсутні шкідливі для здоров'я хімікати, що прореагували;
- у стоках відсутні хімічні реагенти, небезпечні для систем біоочищення (як у випадку із застосуванням перманганату калію, хлору і т.д.);
- немає експлуатаційних витрат на придбання реагентів;
- можливості для покращення якості очищення і знезараження води озоном, недосяжне при застосуванні інших методів очищення питної води.[8]

Відомо, що озон, на відміну від хлору, не має післядії, тобто в обробленій озоном воді з часом знову можуть з'явитися бактерії. Тому для стабілізації бактеріологічної ситуації воду відразу після озонування рекомендується сріблити.

**Недоліки:** неефективний щодо важких металів, мінералів та пестицидів; ефективність швидко зменшується; надто дорогий метод, утворення вторинних продуктів, токсичних для людини, підвищені вимоги до техніки безпеки.

Для очищення питної води озонування саме по собі не дає повного результату. Воно не видаляє важких металів, мінералів та пестицидів. На відміну від хлору, який залишаючись у воді продовжує працювати, озон має дуже короткий період напіврозпаду. Іншими словами, він розсіюється майже миттєво й не дає ніякого залишкового потенціалу очищення. Остаточним каменем спотикання з озоновими фільтрами є їх дефіцит на ринку та висока ціна.

**4. Зворотній осмос.** Зворотній осмос (ЗО) - це процес, за допомогою якого вода пропускається через напівпроникну синтетичну мембрану. Спочатку його використовували для перетворення солоної води в прісну. За відповідних умов системи ЗО можуть видаляти з води від 90% до 98% важких металів, вірусів, бактерій та інших організмів, а також органічних й неорганічних сполук.



**Рис. 5.21. Очистка води зворотнім осмосом**

Системи зворотнього осмосу мають ряд істотних недоліків. По-перше, вони надзвичайно ресурсомісткі та марнотратні — для отримання одного літру чистої води від 3 до 8 літрів води вимивається в каналізацію.

Для належної роботи системи ЗО потребують мінімального тиску води 2,72 атм. Якщо тиск у водопровідній мережі менший, доведеться встановити спеціальний насос, який підвищить тиск води.

Синтетична мембрана швидко деградує при наявності у воді хлору та механічних частинок бруду. Для забезпечення цілісності мембрани слід встановлювати попередній вугільний фільтр.

Системи зворотнього осмосу також піддаються критиці через те, що вони є ідеальним середовищем для розмноження бактерій, що може вимагати встановлення другого вугільного фільтра між приладом зворотнього осмосу та резервуаром для зберігання води, а також третього такого фільтра між резервуаром та виходом води.

Нарешті, якщо вода відзначається твердістю, зумовленою сульфатами та хлоридами кальцію та магнію, то необхідно буде використовувати пом'якшувач води, перш ніж запустити її через пристрій зворотнього осмосу.



Враховуючи ці обмеження, зворотний осмос аж ніяк не можна вважати найкращим способом очищення питної води.

**Переваги:** Високоефективний проти важких металів, бактерій, вірусів, мікроорганізмів, органічних та неорганічних речовин.

**Недоліки:**

- марнується багато води;
- синтетична мембрана псується під дією хлоридів й механічних домішок;
- системи зворотнього можуть стати місцем розмноження бактерії, тому вимагають встановлення вугільного фільтра між системою очищення та баком для зберігання очищеної води;
- погано працює з жорсткою водою. [7]

## 5. Кип'ятіння

Це, мабуть, найдавніший метод очищення води, який дотепер широко використовується не лише у віддалених місцевостях, але й у високо урбанізованих районах. Кип'ятіння води вимагає такої кількості тепла, яка вбиває майже всі види збудників хвороб, роблячи воду більш безпечною для пиття.

Більшість патогенних мікроорганізмів не виживуть при температурі вище 70 градусів за Цельсієм, за умови, що така температура буде підтримуватися досить довго (процес пастеризації). А оскільки в нормальних умовах вода закипає при 100 градусах за Цельсієм (бульбашки є візуальним індикатором того, що вода досягла 100 градусів), достатньо всього 1 хвилини кип'ятіння, щоб отримати вільну від патогенів воду. Якщо вода мутна, перед кип'ятінням її слід профільтрувати, таким чином відокремлюючи великі механічні забрудники. Після кип'ятіння потрібно дати воді охолонути, а потім вже подавати її в чистий резервуар.

**Переваги:** очищає воду від всіх патогенів: бактерій, вірусів, паразитів.

Кип'ятіння води займає певну кількість часу, зазвичай від 3 до 7 хв. Кип'ячена вода завжди має характерний смак.

**Недоліки:** повільний та не завжди зручний спосіб; характерний смак води.

## 6. Дистиляція

Дистиляція — це процес збору конденсату з випареної води. При правильному використанні дистиляція забезпечує найчистішу та найбезпечнішу воду. [7]. Цей метод можна використати для перегонки морської води.

Після того, як вода закипить, пару необхідно охолодити, поки вона знову не перетвориться на воду.

Оскільки забрудники не можуть існувати в газоподібній формі води, отримана «нова» вода буде вільною від бактерій, вірусів, паразитів, механічних частинок та хімікатів.

**Переваги:** видаляє бактерії, віруси, паразитів, механічні домішки та важкі метали.

Оскільки дистиляція є дуже ефективним процесом очищення, вона позбавляє воду не лише забрудників, але й необхідних нашому організму мінералів. Тому, якщо ви вирішите вживати дистильовану воду для пиття, вам доведеться додавати до неї природні мінерали, або ж забезпечити їх надходження в організм за допомогою дієтичних добавок.

**Недоліки:** повільний та незручний спосіб; очищена вода позбавлена необхідних людському організму мінералів.

*Якими б хорошими не були теперішні технології очищення води, у кожній є свої недоліки та обмеження. Одні є занадто дорогими, інші мають малий ресурс, треті вимагають постійних зусиль у щоденному обслуговуванні, у четвертих швидко розмножуються мікроорганізми, п'яті просто не можуть забезпечити все жорсткіших вимог до ступеня очищення, і т.п.*

*Найефективніший підхід полягає у використанні одночасно кількох методів фільтрації. [7]*

рис. 5.22. Відомі методи знезараження води



### 5.7. Технологія очистки природних вод від природних домішок, застосована в даній магістерській роботі

Після вивчення технологічних схем очистки природних вод призначених для видалення органічних домішок з води, в магістерській роботі пропонується схема з контактним освітлювачем та вугільним фільтром з подвійним хлоруванням на початку і перед вугільним фільтром та із знезараженням очищеної води гіпохлоритом натрію рис.5.23.

В схемі поєднані декілька методів усунення органічних домішок із природних вод. Первинне хлорування суттєво знизить їх концентрацію, частково цьому сприятиме і використання коагулянту. Вертикальний змішувач дозволить ретельно перемішати вихідну воду з реагентами, щоб провести ефективно її очищення в контактному освітлювачі. Разом з іншими домішками в значній мірі органічні забруднення затримуються в контактному освітлювачі. Під час первинного хлорування будуть утворюватись концарогенні хлорсполуки, які разом із органічними домішками, що залишились неокисленими, затримуються у вугільному фільтрі. Повністю очищена вода знезаражується гіпохлоритом натрію, зберігається в



резервуарах чистої води і подається по потребах споживачеві.

**Запропонована схема має ряд переваг і була вибрана із наступних міркувань:**

1. Простота і доступність обладнання, яке використовується для приготування розчинів кислочовачів, що будуть знищувати органічні забруднення. Хлор, перед озоном теж має свої переваги. Озон, хоч і є потужним природним окислювачем, але його приготування і застосування вимагає високотехнологічного дорогого обладнання, що більше підходить для використання його при невеликих об'ємах води, а для нашої витрати майже 16 тис. м.куб/добу, необхідно буде велика кількість озонаторних установок, ще він не стійкий, і до того ж він теж може утворювати шкідливі сполуки, які важко виявити і ідентифікувати.

2. В схемі для доочистки використовується відкритий вугільний фільтр, як один із самих ефективних і дешевих у практичному застосуванні.

Якісне активоване вугілля проявляє такі властивості:

- активно зв'язує чужорідні речовини, не реагує на молекули води;
- легко змочується водою, не руйнується при цьому; не ініціює реакції окислення, осмолення домішок; має пори з розмірами від 0,8 до 5 нм, що дозволяє проникати органічним забруднювачам (нафтопродуктам, пестицидам, павам);

- має велику ємність при короткочасному взаємодії з водою.

Єдиним **недоліком** фільтра з вугільним завантаженням, є складність його регенерації, яку то і можна використовувати тільки 3-4рази, після чого активність вугілля різко зменшується.

Так як вугільний фільтр буде використовуватись не постійно, а тільки у періоди повеней, або різких збільшень органічних домішок у вихідній воді, і враховуючи вивчений досвід подібних станцій експлуатації таких фільтрів, в магістерській роботі запропоновано не проводити регенерацію вугільного завантаження, а по мірі зниження його сорбуючих властивостей - просто замінити на нове.

3. Для уникнення повторного забруднення очищеної води хлорсполуками, в схемі не використовується хлор для знезараження очищеної води. Запропоновано альтернативний метод з використанням гіпохлориту натрію.

***Електрохімічний метод дезінфекції води є досить простимі має свої переваги:***

1. Одержання реагенту відбувається безпосередньо на місці його використанні та у потрібній кількості.
2. Виключається необхідність у зберіганні значних обсягів газоподібного хлору.
3. Основним і єдиним реагентом одержання дезінфектанту є звичайна поварена сіль, яка може зберігатись тривалий час без втрати своєї активності;
4. Не потрібна організація спеціальних заходів безпеки;
5. Зручність і безпека у роботі;
6. Можливість у будь-який час отримати потрібну кількість знезаражуючого реагенту

До ***недоліків*** належить утворення газоутворення, яке може відбуватись при розкладанні продукту і утворення хлорату, броматів та водню а також необхідність застосовувати пом'якшену воду для попередження утворення вапняних відкладень.

## 6. Розрахунок та проектування споруд покращення якості води

### 6.1. Визначення розрахункової продуктивності водоочисної станції

$$Q_{o.c.}^{пов.} = \alpha Q_{м.доб.} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (6.1)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт,  $\alpha=1,03 \dots 1,05$ , приймаємо  $\alpha=1,05$ ;

$Q_{м.доб.}$  – , 15 768,1 м<sup>3</sup>/добу

$Q_{o.c.}^{пов.} = 1,05 \cdot 15768,1 = 16\,556,5 \text{ м}^3/\text{добу}$

### 6.2. Вибір технологічної схеми очищення води та складу споруд водоочисної станції

Після необхідного ступеня очищення вода повинна задовольняти вимогам води питної якості згідно Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

Порівнюючи вихідні дані якості води з поверхневого джерела з вимогами приймаємо такі методи очистки води:

- для вилучення завислих часток – приймаємо прояснення води,
- для вилучення кольоровості приймається знебарвлення води,
- для зниження мутності та знебарвлення використовується ведення коагулянту з метою коагуляції та сорбції частинок, що визначають мутність та кольоровість води.
- для вилучення присмаків та запахів приймаємо дезодорацію води, яка відбувається одночасно із знебарвленням та проясненням води при коагулюванні,
- для вилучення мікроорганізмів з води приймаємо вугільні фільтри, первинне та вторинне хлорування, а також знезаражування води перед подачею в РЧВ – гіпохлориту натрія..

Вибір технологічної схеми проводимо згідно (1,табл.16) залежності від продуктивності водоочисної станції, мутності та забарвленості води, наявності органічних домішок.

$P = 16\,556,5 \text{ м}^3/\text{добу}$ ,  $Z = 68 \text{ град}$ ,  $K = 60 \text{ мг/дм}^3$ .

На основі цих даних приймаємо контактні прояснювачі і для видалення органічних домішок вугільні фільтри.

Загальна схема водоочисних споруд представлена на листі креслення №7 до даної магістерської роботи.

### 6.3. Висотна схема технологічних споруд водоочисної станції

Приймаємо самопливний рух води по водоочисних спорудах. Складання висотної схеми заключається в знаходження відміток води у водоочисних спорудах. Визначення відміток води проводимо з рівня води в РЧВ.

Наступні відмітки визначаються:

$$Z_{n+1} = Z_n + h_{\text{довж}} + h_{\text{спор}}; \quad (6.2)$$

$Z_n$  - відмітка рівнів води у наступній споруді відраховуючи з кінця технологічної схеми;

$h_{\text{довж}}$  - втрати напору при руху води між спорудами;

$h_{\text{спор}}$  - втрати напору у споруді;

$h_{\text{довж}}, h_{\text{спор}}$  приймаємо згідно (1, п.10.28.2, 1, стор.33, рис.2.5);

$$Z_{\text{РЧВ}} = Z_{\text{зем}} + h_1 = 198,0 + 1,5 = 199,5 \text{ м} \quad (6.3)$$

$$Z_{\text{в.г}} = Z_{\text{РЧВ}} + h_2 + h_{\text{в.ф}} = 199,5 + 0,75 + 2,5 = 202,25 \text{ м} \quad (6.4)$$

$$Z_{\text{к.о.}} = Z_{\text{в.ф.}} + h_2 + h_{\text{к.о.}} = 202,25 + 0,55 + 0,5 = 203,3 \text{ м} \quad (6.5)$$

$$Z_{\text{зМ}} = Z_{\text{к.о.}} + h_3 + h_{\text{зМ}} = 203,3 + 0,35 + 2,25 = 205,9 \text{ м} \quad (6.6)$$

$$Z_{\text{к.к.}} = Z_{\text{зМ}} + h_4 + h_{\text{к.к.}} = 205,9 + 0,2 + 0,4 = 206,5 \text{ м} \quad (6.7)$$

Відмітки нанесено на висотно-технологічну схему лист №7 графічної частини даної магістерської роботи.

### 6.4. Розрахунок обладнання реагентного господарства

#### 6.4.1. Визначення розрахункових доз реагентів

По каламутності згідно (1, п.10.4.3, табл.17)  $K = 60 \text{ мг/дм}^3$ ;

$$D_{\text{к}} = 35 \text{ мг/дм}^3;$$

По забарвленості згідно згідно (1, п.10.4.2.)

$$D_{\text{к}} = 4\sqrt{3} = 4\sqrt{68} = 33,0 \text{ мг/дм}^3;$$

(6.8.)

Де 3 - забарвленість, по завданню 68, град.

Приймаємо  $D_{\text{к}} = 35,0 \text{ мг/дм}^3$ ;

Необхідність підлужування визначаємо згідно (1, п. 10.4.6.)

$$D_{\text{л}} = K_{\text{л}}(D_{\text{к}}/e_{\text{к}} - L_0 + 1), \text{ мг/дм}^3 \quad (6.9)$$

$$D_{\text{л}} = 28(35,0/57 - 4,7 + 1) = 86,4 \text{ мг/дм}^3$$

де  $K_{\text{л}}$  - коеф. що дорівнює вапну,  $K_{\text{л}} = 28 \text{ мг/дм}^3$ ;

$D_{\text{к}}$  - доза коагулянту,  $D_{\text{к}} = 35,0 \text{ мг/дм}^3$ ;

$e_{\text{к}}$  - еквівалентна маса коагулянту  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 57 \text{ мг/екв}$ ;



$L_0$ - вихідна лужність (карбонатна жорсткість) ммоль/дм<sup>3</sup>;  $L_0=4,7$  ммоль/дм<sup>3</sup>;

*Висновок:* знак мінус вказує, що підлужнення не використовуємо.

#### 6.4.2. Визначення кількості коагулянту, який зберігається на водоочисній станції та способу його зберігання

*Добова витрата коагулянту, т/добу*

$$q_k = \frac{Q_{доб} \cdot D_k}{1000 \cdot P_c} \text{ т/добу} \quad (6.10)$$

$P_c$  – вміст корисного продукту в коагулянті, 33,5%, для неочищеного сірчаноокислого алюмінію.

$$q_k = \frac{16556,5 \cdot 35}{10000 \cdot 33,5} = 1,73 \text{ т/добу}$$

Кількість коагулянту, який зберігається на водоочисній станції:

$$Z_k = q_k \cdot T_{зб} \text{ , т} \quad (6.11)$$

де  $T_{зб}$  - розрахунковий час зберігання коагулянту на складі, доб.

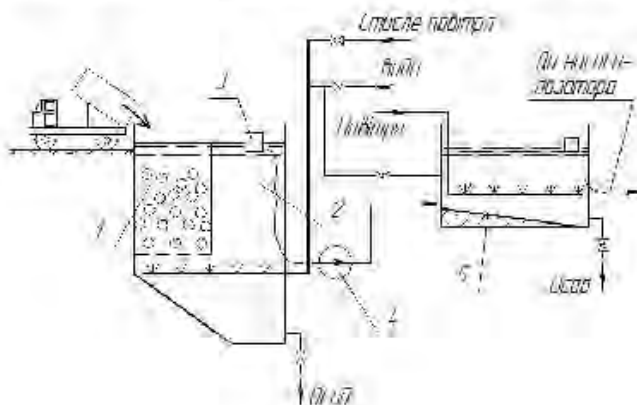
Згідно [1, п.10.27.1-10.27.2]  $T_{зб}$  приймається 30 діб, а при обґрунтуванні - не менше 15 діб.

$$Z_k = 1,73 \cdot 30 = 51,9 \text{ т/місяць}$$

Оскільки  $Z_k(51,9) > 21 \text{ т}$ , то приймаємо *мокрый* спосіб зберігання коагулянту.

#### 6.4.3. Розрахунок розчинних і витратних баків мокрого способу зберігання

Для приготування та дозування розчину коагулянту вибрано мокрий спосіб.



**Рис 6.1. Схема приготування, зберігання і дозування коагулянту при мокрому способі**

1 – розчинний бак; 2 – місце зберігання концентрованого розчину (бак-сховище); 3 – пристрій для забору розчину з поверхневих шарів; 4 – насос; 5 – витратний бак

1. Розрахунковий корисний об'єм розчинних баків, [8] м<sup>3</sup>

$$W_p = A_p \cdot \Pi_k$$

, м<sup>3</sup>

(6.12)

де  $\Pi_K$  - об'єм разової поставки коагулянту на водоочисну станцію, т.

$A_p = 2,2-2,5$  м<sup>3</sup>/т – для неочищеного коагулянту,  $A_p = 1,9-2,2$  м<sup>3</sup>/т – для очищеного коагулянту.

$$W_p = 2,5 \cdot 60 = 150 \text{ м}^3$$

При поставці коагулянту залізничним транспортом, об'єм разової поставки коагулянту повинен бути кратним кількості коагулянту, який може перевезти один вагон (50т), тобто  $\Pi_K = 50$  т.

Прийнявши кількість розчинних баків 4 шт, отримаємо об'єм одного баку,

$$W_{p1} = 150 : 4 = 37,5 \text{ м}^3$$

Прийнявши висоту води у витратному баці  $H_B = 2,1$  м, площа поперечного перерізу становить:  $S_{сх} = 37,5 / 2,1 = 17,9 \text{ м}^2$ . Приймаємо квадратну у плані форму бака:  $A_B = B_B = \sqrt{17,9} = 4,23$  м.

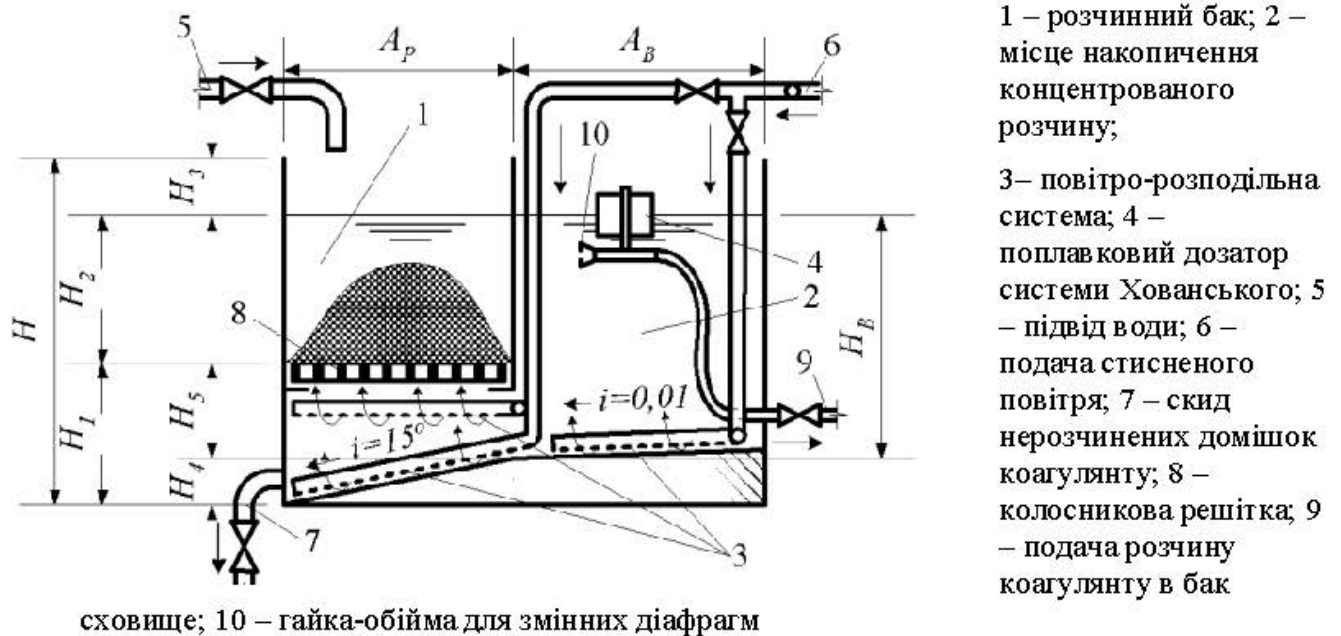


Рис. 6.2. Розчинний бак коагулянту з поплавковим дозатором

Об'єм баків-сховищ, м<sup>3</sup>

$$W_c = A_c \cdot (Z_K - \Pi_K) \quad , \quad \text{м}^3 \quad (6.13)$$

де  $A_c = 1,5-1,7 \text{ м}^3/\text{т}$  - розрахунковий об'єм бака-сховища на 1 т неочищеного коагулянту.

$$W_{cx} = 1,7(51,9 - 50) = 3,23 \text{ м}^3$$

Кількість баків приймаємо **3 шт.**, тоді об'єм одного витратного бака  $W_{cx} = 3,23 / 3 = 1,1 \text{ м}^3$ . Приймавши висоту води у витратному баці  $H_B = 1,0 \text{ м}$ , площа поперечного перерізу становить:

$$S_{cx} = 1,1 / 1,0 = 1,1 \text{ м}^2.$$

Приймаємо квадратну у плані форму бака:  $A_B = B_B = \sqrt{1,1} = 1,05 \text{ м}$ .

Загальний об'єм *витратних баків* визначаємо за формулою:

$$W_B = \frac{q_r \cdot D_k \cdot t_{ц}}{10000 \cdot C_B \cdot \gamma} \cdot \text{м}^3 \quad (6.14)$$

де  $q_r$  - повна годинна продуктивність водоочисної станції,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$t_{ц}$  - час повного циклу приготування розчину коагулянту (завантаження, розчинення, відстоювання, перекачка, при необхідності чистка піддона).

Згідно [1, п.10.4.9] приймається  $t_{ц} = 10-12$  год при

температурі води до  $10^\circ\text{C}$ ,  $t_{ц} = 6-8$  год при температурі води до  $40^\circ\text{C}$ ;

$C_B$  - концентрація розчину коагулянту, у витратних баках 12%; [1, п.10.4.8]

$$W_B = \frac{16556,5 \cdot 35,0 \cdot 12}{24 \cdot 10000 \cdot 12 \cdot 1,129} = 2,14 \text{ м}^3$$

Кількість *витратних баків* приймаємо  $N_B = 2 \text{ шт.}$

Тоді об'єм одного витратного бака  $W_{B1} = 2,14 / 2 = 1,07 \text{ м}^3$ . Приймавши висоту води у витратному баці  $H_B = 1,0 \text{ м}$ , площа поперечного перерізу становить:

$$S_B = 1,07 / 1,0 = 1,07 \text{ м}^2.$$

$$A_B = B_B = \sqrt{1,07} = 1,03 \text{ м.} \quad (6.15)$$

Кількість розчинних (не менше 3-х) баків приймається прийнято 4 шт. [1, п.10.4.9., п.10.27.5]. баків-сховищ - не менше 3-х [1, п.10.27.5], прийнято 3 шт., витратних (не менше 2-х), прийнято 2 шт.

Отже кількість баків прийнято вірно.

Насос для перекачки висококонцентрованого розчину з баків сховищ до витратних баків, приймаємо кислотостійким.

Продуктивність насоса,

$$Q_{нд} = 1000 \cdot W_{б.сх.} / t_{ц} , \text{ л/год} \quad (6.16)$$

$t_{ц}$  - час роботи насосу за 1 цикл, 8 год.

$Q_{нд} = 1000 \cdot 3,23/8 = 403,75$  л/год, або  $0,4$  м<sup>3</sup>/год. Кількість робочих насосів по числу баків сховищ – 3 шт, резервних 1 шт. Резервні насоси допускається зберігати на складі.

Вибираємо насос за його продуктивністю.

Електронасосний агрегат марки НД 2,5 400/16, з витратою 400 л/год, Н 160м, потужність двигуна 1,1 кВт, розміри 848x295x720 мм

Для розчинення коагулянту та перемішування його в баках передбачаємо подачу стислого повітря, 8-10 (л/с·м<sup>2</sup>) – для розчинення, та 3-5 (л/с·м<sup>2</sup>) для перемішування при розведенні до необхідної концентрації у витратних баках.[1, п.10.4.10].

Розрахункові витрати якого визначаємо за формулою в м<sup>3</sup>/год:

$$q_{п} = 3,6 \cdot (\omega_{р} \cdot A_{р} \cdot B_{р} \cdot N_{р} + \omega_{сх} \cdot A_{сх} \cdot B_{сх} \cdot N_{сх} + \omega_{в} \cdot A_{в} \cdot B_{в} \cdot N_{в} +), \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.18)$$

**Загальна витрата повітря по реагентному господарству:**

$$q_{п} = 3,6 \cdot (8 \cdot 4,23 \cdot 4,23 \cdot 4 + 5 \cdot 1,05 \cdot 1,05 \cdot 3 + 4 \cdot 1,03 \cdot 1,03 \cdot 2) = 3,6 \cdot (572,6 + 16,53 + 8,48) = 2151,4 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Підбираємо 3 компресори (по кількості груп баків) марки **SCL 90 SH** з продуктивністю 990 м<sup>3</sup>/год, надлишковий тиск 5 м.водн.ст., потужність 5,5кВт, габаритні розміри 670x520x670(ш),мм.

#### 6.4.4. Споруди для приготування ПАА

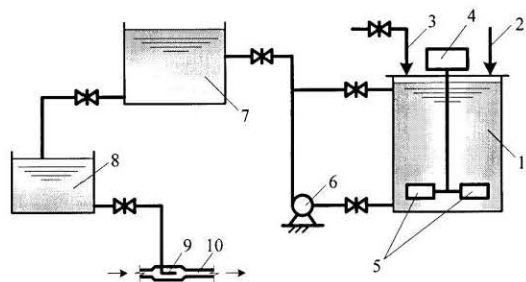


Рис. 4.4. Схема приготування та дозування розчину ПАА  
 1 - бак з мішалкою; 2 - подача розчину ПАА; 3 - подача води; 4 - електродвигун; 5 - лопасті; 6 - циркуляційно-перекачувальний насос; 7 - витратний бак; 8 - дозуючий пристрій; 9 - ежектор; 10 - подача до місця введення ПАА

Об'єм витратних баків визначаються за формулою:

$$W_B = \frac{Q_{oc} \cdot D_n \cdot t_{ц}}{1000 \cdot C_b \cdot \gamma}, \quad \text{м}^3,$$

(6.19.)

де  $Q_{oc}$  – повна продуктивність водоочисної станції, 20600 м<sup>3</sup>/доб;

$t_{ц}$  – тривалість зберігання розчину ПАА, доба. Згідно [6, п.10.4.17] терміни

зберігання розчинів:  $C_b = 0,7-1,0\%$  - не більше 15 діб,  $C_b = 0,4-0,6\%$  - не більше 7 діб,  $C_b = 0,1-0,3\%$  розчинів – 2 доби.

$\gamma = 1,0 \text{ т/м}^3$  – густина розчину;

$C_b = 0,3\%$ ;

$$W_B = \frac{20600 \cdot 0,3 \cdot 2}{1000 \cdot 0,3 \cdot 1,0} = 6,42 \text{ м}^3,$$

$W_1 = 6,42 / 2 = 3,21 \text{ м}^3$  кожен, розміром 1,3x1,3x2,0(h)м

Продуктивність мішалки при продуктивності станції складатиме:

$$q_p = \frac{Q_{доб} \cdot D_{па}}{24 \cdot 1000} = \frac{16556,5 \cdot 0,3}{24 \cdot 1000} = 0,21 \text{ кг/год ПАА} \quad (6.20.)$$

## 6.5. Технологічний і гідравлічний розрахунок споруд водоочисної станції

### 6.5.1. Розрахунок мікрофільтрів

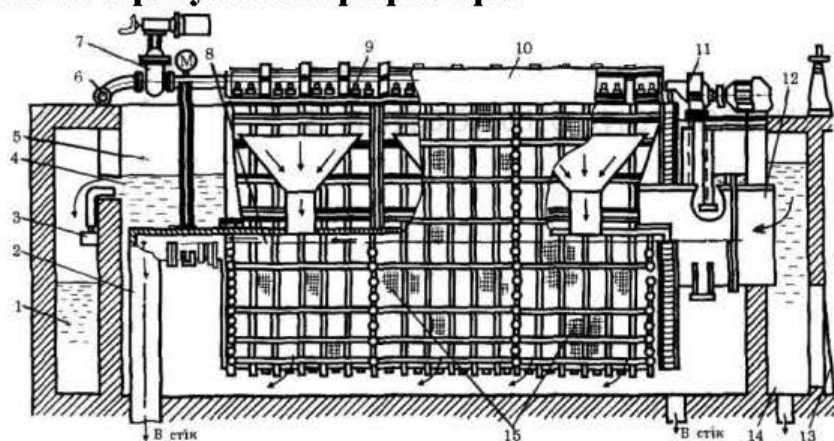


Рис.6.4. Мікрофільтр

Кількість робочих барабанних сіток (мікрофільтрів) визначається за формулою:  $N = Q_{\Pi} / Q_1$ , шт., (6.21.)

Де  $Q_{\Pi}$  – повна

продуктивність водоочисних споруд, м<sup>3</sup>/добу,

$Q_1$  – продуктивність однієї барабанної сітки або мікрофільтра, м<sup>3</sup>/добу, яку приймаємо по [10, табл.1].

Приймаємо БС1,5х2, 1 роб., 1 рез., [6, п.10.3.2] (при кількості робочих 1...5 - приймається 1 резервний) продуктивністю до 20 тис. м<sup>3</sup>/добу, діаметр барабану 1550мм, довжина барабану 2305 мм, розмір ванн 3160х2660 мм, електродвигун марки АОЛ-42-6, потужність 1,7кВт, вага 1700 кг.

$$Q_n = \frac{K}{100} \cdot Q_{\Pi} / 24 \cdot N, \quad \text{м}^3 / \text{год} \quad (6.22.)$$

Де  $N$  – кількість барабанних фільтрів, шт.,

$$Q_n = 0,5 / 100 \cdot 20600 / 24 \cdot 1 = 4,29 \text{ м}^3 / \text{год} = 1,19 \text{ л/с}$$

де  $K=0,5$ -це коефіцієнт використання води на власні потреби.

### 6.5.2. Контактна камера

1. Об'єм вхідної камери визначається за формулою:

$$W = Q_{\text{вход}} \cdot t / 60, \text{ м}^3 = 690 \cdot 10 / 60 = 115 \text{ м}^3 \quad [10, \text{ стор.13}] \quad (6.23)$$

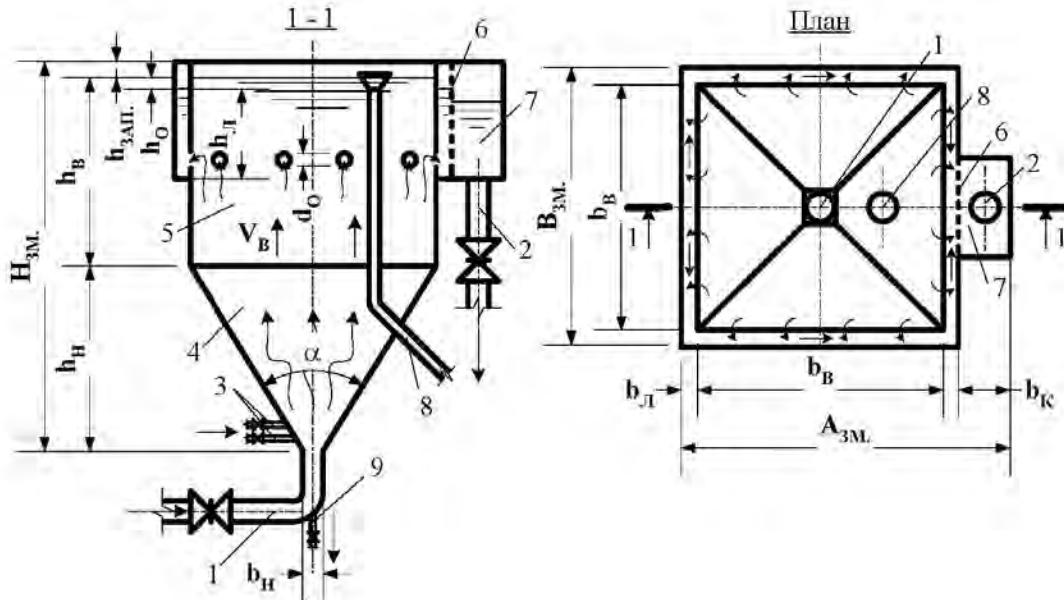
де  $Q_{\text{вход}}$  - розрахункова годинна продуктивність ВОС =  $16556,6 : 24 = 690 \text{ м}^3 / \text{год}$ ;

$T=10...20$  хв - тривалість перебування води в камері (не менше 5 хв.);

Приймаємо 1 вхідну камеру, з двох відділень, (глибина не менше 1,5м [10, стор.14]). Камера приймається рівною ширині мікрофільтра 3,16м.

### 6.5.3. Розрахунок змішувача

Вертикальні змішувачі, використовуються на станціях продуктивністю не більше 400л/с [1, стор.70], а у нас за розрахунком  $690 : 3,6 = 191,7 \text{ л/с}$ .



**Рис. 6.5. Схема вертикального (вихрового) змішувача**

Витрати води, що проходять через один змішувач визначається за формулою:

$$q_{зм} = \frac{q_{год}}{n_{зм} \cdot 3600} = \frac{690}{2 \cdot 3600} = 0,1 \text{ м}^3 / \text{с} \quad (6.25.)$$

де,  $q_{год}$  – розрахункова година продуктивність очисної станції,  $\text{м}^3/\text{год.}$ ;

$n_{зм}$  – кількість змішувачів, згідно [1, п.10.5.5] мінімальна кількість змішувачів *2шт.*, при цьому резервних не передбачається, проте передбачається обвідний трубопровід з точкою ведення реагентів;

$V_в$  – швидкість висхідного руху води у вертикальній частині змішувача,  $\text{м}^3/\text{год.}$ , згідно [1, п.10.5.6.]  $V_в = 30 - 40 \text{ мм/с}$

Площа горизонтального перерізу в вертикальній частині змішувача:

$$f = 1000 \cdot \frac{q_{зм}}{V_в}, \text{ м}^2 \quad (6.26)$$

$$f = 1000 \cdot \frac{0,1}{30} = 3,33 \text{ м}^2$$

Прийнявши квадратну в плані верхню частину довжина змішувача в верхній частині буде визначатися за формулою:

$$b_в = \sqrt{f_с} = \sqrt{3,33} = 1,8 \text{ м} \quad (6.27)$$

#### **6.5.4. Розрахунок контактних прояснювачів**

**1.** Загальна площа КП визначимо за формулою, при цьому враховують що число промивок одного КП складає:

$$n_{np} = \frac{T_{cm}}{T_{к.п}} = \frac{24}{12} = 2 \text{ промивки};$$

(6.31)

де  $T_{\phi}=8-12$  год – це тривалість роботи КП між промивками (1, п.10.12.3), крім того розраховують промивку 1-го КП:

$$q_{np} = \frac{60 \cdot W \cdot \tau_{np}}{1000} = \frac{60 \cdot 18 \cdot 8}{1000} = 8,64 \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

(6.32)

де  $W=18$  л/с\* $\text{м}^2$  - це інтенсивність промивки 15-18 л/с. $\text{м}^2$ , (1, п.10.15.7.);

$\tau_{np}=8$  хв – це тривалість промивки 7-8хв, (1, п.10.15.7.);

$$F_{кп} = \frac{Q_{o.c.}}{T \cdot V_{p.n.} - 3,6N\omega T_1 - NT_2V_{p.n.} - NT_3V_{p.n.}} \quad \text{м}^2$$

(6.33)

Q- корисна продуктивність станції , 15 768,1  $\text{м}^3$ /доб;

T =24год- тривалість роботи станції на протязі доби;

$V_{p.n.}=4-5$  м/год, згідно (1,п.10.15.5.) – це розрахункова швидкість фільтрування в нормальному режимі, приймаємо 4м/год;

$\omega$  – інтенсивність промивки, приймається згідно [1, п.10.15.7] від 15 л/(с· $\text{м}^2$ ) до 18 л/(с· $\text{м}^2$ ), приймаємо 16 л/(с· $\text{м}^2$ )[1, стор.155, табл.6.6.];

$N_{np}=2$ - кількість промивок одного КП;

$T_1$ - термін промивки контактного освітлювача, 8 хв, 0,133 год

$T_2$ - час простою КП у зв'язку з промивкою,  $\tau_{np}=0,33$ год;

$T_3$ - тривалість скиду першого фільтрату,  $\tau_{cm.}=10-12$  хв. 0,17 год, згідно[1,п.10.15.7.];

$F_{кп}=15768,1/(24 \cdot 4 - 3,6 \cdot 2 \cdot 16 \cdot 0,133 - 2 \cdot 0,35 \cdot 4 - 2 \cdot 0,17 \cdot 4)=15768,1/74,6=211,37$   
 $\text{м}^2$

**3.** Згідно[1.п.10.12.5.] КП на станції повинно бути мінімальна кількість 4, а їх загальна кількість визначається за формулою:

$$N_{кп}=0,5 \sqrt{F_{кп}} = 0,5 \sqrt{211,37} = 7,3 \text{ приймаємо } 7 \text{ шт.} \quad (6.34)$$

Отже, до розрахунку приймаємо  $N_{кп} = 7$  шт;

Швидкість фільтрування води при **форсованому режимі**, м/год визначається згідно[1,п.10.15.5., п.10.12.5.] за формулою:

$$V_{\phi} = V_n \cdot N_{кп} / (N_{кп} - N_1), \text{ м/год}$$

(6.35)

де  $N_1$ - число КП , які знаходяться в ремонті, згідно[1.п.10.12.1.] при кількості КП до 20шт.  $N_1=1$ шт;

$$V_{\phi} = 4 \cdot 7 / (7-1) = 4,67 \text{ м/год}$$



Отже, умова виконується, бо швидкість фільтрування води при форсованому режимі знаходиться в межах 5...5,5 м/год [1, п.10.15.5.];

4. Визначаємо ширину(**В**,м) і довжину(**С**,м) КП:

Спочатку визначаємо площу одного прояснювала за формулою:

$$F_{\text{кп1}} = F_{\text{кп}} / N = 211,37 / 7 = 30,2 \text{ м}^2,$$

(6.36)

Тоді приймаємо квадратну форму(**В\*С**, ) КП у плані яка становить:

$$5,5 \times 5,5 = 30,25 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{кп1ф}} = 30,25 \text{ м}^2 - \text{це фактична площа КП};$$

5. Приймаємо загрузку КП без підтримуючих шарів в м, згідно [1, п.10.15.4, табл.26], (при промивці КП водою, допускається їх влаштування без підтримуючих шарів, а при водоповітряній промивці – необхідні підтримуючі пари [1, стор.156]),

6. Витрата промивної води на 1-н КП, м<sup>3</sup>/с становить:

$$q_{\text{пром}} = F_{\text{кп}} \cdot \omega / 1000 = 30,25 \cdot 16 / 1000 = 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

(6.37)

7. Діаметр колектора  $D_{\text{кол}}$ , м розраховують виходячи із площі поперечного перерізу:

$$f_{\text{кол}} = q_{\text{пр}} / v_{\text{кол}} = 0,5 / 1,1 = 0,45 \text{ м}^2$$

(6.38)

$$D_{\text{кол}} = \sqrt{f_{\text{кол}} / 0,785} = \sqrt{\frac{0,45}{0,785}} = \sqrt{0,6} = 0,760 \text{ м} = 800 \text{ мм}.$$

(6.39)

де  $v_{\text{кол}} = 0,8 - 1,2$  м/с - швидкість руху води на початку колектора при промивці КП, на початку відгалужень 1,6... 2,0 м/с [6, п.10.12.12].;

За [9] приймаємо колектор із сталевих електрозварних труб (ГОСТ 10704-91\*) діаметром  $D_{\text{кол}} = 800$  мм.  $v_{\text{кол}}^{\text{розр.}} = 1,04$  м/с,  $i = 1,64$  [9], отже це найближчий діаметр, що забезпечує необхідну швидкість.

7. Кількість жолобів у КП:

$$N_{\text{ж}} = C / d_{\text{ж}} = 5,5 / 2,2 = 2,5 \text{ приймаємо } 3 \text{ шт.}$$

(6.49)

де  $d_{\text{ж}} = 2,2$  м - це допустима відстань між жолобами, згідно [1, п.10.12.17.];

8. Витрата промивної води на один жолоб, м<sup>3</sup>/с:

$$q_{ж} = q_{пром} / N_{ж} = 0,5 / 3 = 0,17 \text{ м}^3/\text{с} \quad (6.50)$$

9. Ширина жолоба розраховується згідно [6, п. 10.12.17.]:

$$B_{ж} = K_{жол} \sqrt[5]{\frac{q_{жол}^2}{(1,57 + a_{жол})^3}} = 2,1 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,17^2}{(1,57 + 1)^3}} = 0,6 \text{ м}$$

(6.51)

$K_{жол}$  – коефіцієнт що приймається рівним 2,1 для п'ятикутних жолобів;

$a_{жол} = 1-1,5$  включно – відношення висоти прямокутної частини жолоба до половини його ширини [1, п. 10.12.17.];

Кромки всіх жолобів повинні бути на одному рівні та строго горизонтальними. Лотки жолобів повинні мати уклон 10% (0,01) до збірного каналу. [6, п. 10.12.16]

10. Висота КП визначається за формулою:

$$H_{к.п} = H_3 + H_{ж} + h_3 = 2,5 + 1,05 + 0,5 = 4,5 \text{ м;}$$

(6.57)

де  $H_3$  - висота завантаження КП, м;

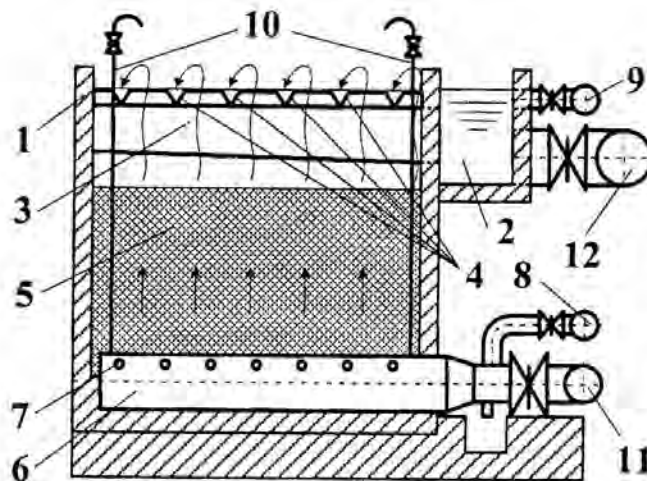


Рис. . Схема контактної прояснювача

1 - кортуб; 2 - боковий канал; 3 - жолоб; 4 - трикутні водозливи; 5 - фільтруючі шари; 6 - колектор розподільної системи; 7 - відгалуження з отворами; 8 - трубопровід подачі води на очищення; 9 - трубопровід відведення фільтрату; 10 - повітряний стояк; 11 - трубопровід подачі промивної води; 12 - трубопровід відведення брудної промивної води.

### 6.5.5. Розрахунок споруд промивок контактних прояснювачів

Приймаємо схему контактних прояснювачів з промивною баштою і підкачуючим насосом.

#### 1. Висота башти

$$H_6 = z_s + z_{зем} = 15,0 + 198,0 = 213,0 \text{ м}; \quad (6.60)$$

де  $z_{зем}$  - відмітка землі, 198,0 м, ;

$$z_s = z_{ж} + h_{дв} + h_{міц} + h_{розп} + h_{під} + h_3 + h_{зап}, \text{ м} \quad (6.61)$$

$$z_s = 3,55 + 0,14 + 0,14 + 0,25 + 0,27 + 0 + 2,43 + 2 = 8,64 \text{ м}; \text{ приймаємо}$$

стандартну висоту 15 м

$$h_3 = H_3 \cdot (1 - m_0) \gamma_3 = 2,5(1 - 0,41) \cdot 1,65 = 2,43 \text{ м}; \quad (6.62)$$

де  $m_0 = 0,41$  - коефіцієнт пористості (для піску);  $\gamma_3 = 1,65$  питома маса загрузки;  $h_{зап}$  - запас, 2 м.

#### 2. Об'єм бака башти розрахований на 1 промивку:

$$W_6 = 3,6 \cdot F_{кп} \cdot \omega \cdot \tau_{np} (N_{пр} + 1) = 3,6 \cdot 30,25 \cdot 16 \cdot 0,133 \cdot (1 + 1) = 464 \text{ м}^3; \quad (6.63)$$

де  $W = 16 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$  - інтенсивність промивки 15-18 л/с.м<sup>2</sup>, [6, п.10.12.3];

$\tau_{np} = 8 \text{ хв}$  - тривалість промивки 7-8хв, або 0,133 год [6, п.10.15.7.];

Приймаємо 1 бак місткістю 500 м<sup>3</sup> по типовому проекту 901-5 12/70, діаметр баку 9,0 м, висота баку 6,6 м.

#### 3. Вода в бак подається насосом, який має подачу:

$$q_{п} = \frac{W_6 \cdot n_{np} \cdot N_{кп} \cdot K_{зап}}{n_1 \cdot T_1}, \text{ м}^3/\text{год}, [1, \text{ стор.146}] \quad (6.65)$$

$K_{зап} = 1,5 \dots 2,0$  - коефіцієнт запасу,

$T_1 = 8 \dots 16 \text{ год}$ , тривалість роботи насоса упродовж доби.

#### 4. Напір насосу для подачі води в бак промивної башти:

$$H_n = H'_r + \Sigma h'_{кп} + H_{зап}, \text{ м} [1, \text{ стор.146}] \quad (6.66)$$

Де  $H'_r$  - геометрична висота підняття води, м, яка залежить від точки підключення всмоктувального трубопроводу і, орієнтовно може бути визначена за формулою:

$$H'_r = Z_6 + H_6 - z_{зем}, \text{ м} [1, \text{ стор.146}] \quad (6.67)$$

$$H'_r = 199,0 + 9 - 189,0 = 19,0 \text{ м}.$$

$$\Sigma h'_{кп} = \Sigma h_{кп}^{нап} + \Sigma h_{кп}^{вс} = 2,43 + 0,5 + 2,0 = 4,93 \text{ м} \quad (6.68)$$

$h_{вс} = 2 \dots 3 \text{ м}$  - втрати напору у всмоктуючій лінії;

$H_{зап} = 1,5 \dots 2,0 \text{ м}$ .

Отже  $H_n = 19 + 4,93 + 2,0 = 25,93$  м.

Підбираємо 2 насоси марки *1Д1600-90а*, витратою  $970 \text{ м}^3/\text{год}$ , і напором  $34\text{м}$ .

### 6.5.6. Розрахунок вугільного фільтра

Вугільний фільтр встановлено в схемі очистки природних від органічних домішок після контактної освітлювача, який забезпечує очищення води по зважених речовинах не більше  $1,5 \text{ мг/л}$ .

Висота вугільного завантаження розраховується за формулою:

$$H_{в.з.} = v_{р.шв.} \cdot t_b / 60, \text{ м} \quad (6.69)$$

Де  $v_{р.шв.}$  - розрахункова швидкість фільтрування приймається  $10\text{-}15\text{м/год}$ ,  $t_b$  - час проходження води через шар вугля, приймається  $10\text{-}15\text{хв.}$ , в залежності від сорбційних властивостей вугля, концентрації та виду забруднень та інших факторів.

$$H_{в.з.} = 12 \cdot 12 / 60 = 2,4 \text{ м}$$

Оскільки промивку та регенерацію вугільного завантаження не передбачено, то упускаємо і всі параметри, які стосуються промивок, і простоїв фільтрів в результаті промивки. Тому формула по визначенню необхідної площі фільтрування набуде спрощеного виду:

$$F_{в.ф.} = \frac{Q}{T_{см} \cdot v_n - n_{пр} \cdot q_{пр} - n_{пр} \cdot \tau_{пр} \cdot \delta_n} = \frac{Q}{T_{см} \cdot v_n} \quad \text{м}^2 \quad (6.70)$$

$$F_{в.ф.} = \frac{15768,1}{24 \cdot 12} = 54,75 \text{ м}^2$$

Згідно [1, п.10.12.5.] кількість фільтрів на станції продуктивністю більше  $1600 \text{ м}^3/\text{добу}$  повинно бути не менше 4, а їх загальну кількість визначаємо за формулою:

$$N_{\phi} = 0,5 \cdot \sqrt{F_{\phi}} = 0,5 \cdot \sqrt{54,75} = 3,69 = 4 \text{ шт} \quad (6.71)$$

До розрахунку приймаємо для роботи  $N_{\phi} = 4$  шт.

Швидкість фільтрування води у форсованому режимі,  $\text{м/год}$ , коли перегружається один фільтр, визначається за формулою:

$$V_{\phi} = \frac{V_n \cdot N_{\phi}}{N_{\phi} - N_1} = \frac{12 \cdot 4}{4 - 1} = 16 \text{ м/год} \quad (6.72)$$

де,  $N_1$  - число фільтрів, які знаходяться в ремонті або на перезагрузці завантаження. Згідно [1, п.10.12.1] при кількості фільтрів до 20 шт  $N_1 = 1$  шт.

Площа одного фільтра  $54,75 : 4 = 13,7 \text{ м}^2$ , розмір у плані  $3,7 \times 3,7 \text{ м}$ .

### 6.6. Визначення діаметрів трубопроводів водоочисної станції

Визначення діаметрів проводиться в табличній формі.

Таблиця 6.2.

**Діаметри трубопроводів водоочисної станції**

№ п/п	Назва трубопроводів	Розрахун- кова витрата, л/с	D <sub>умов.</sub> , мм	Швидкість V, м/с	
				розрахун- кова	допустима
1	від НС-1 до мікрофільтра	192,0	500	1,04	1...1,2
2	від мікрофільтра до контактної камери	192	500		0,8...1
3	від контактної камери до змішувача	238,4	600	0,75	0,8...1,2
4	від змішувача до контактних прояснювачів	192,0	600	0,75	0,8...1
5	від контактних прояснювачів до вугільних фільтрів	192,0	500	1,0	1...1,2
6	Подача і відвід з одного контактного прояснювача	$192,0:7=$ 27,5	150	1,49	0,8...1,5
7	Від вугільного фільтра до РЧВ	192,0	550	0,98	1...1,2
8	Подача промивної води на К.П. від ВБ	500	600	1,47	1,2...1,5
9	від К.О. відвід промивної води	500	800	1,06	0,8...1,0

### 6.8. Знезараження води гіперхлоритом натрію

Витрата гіперхлориту натрію на знезараження :

$$q_{x2} = Q \cdot D_{x2} / 24 \cdot 1000 = 15768,1 \cdot 3 / (24 \cdot 1000) = 1,97 \text{ кг/год}; \quad (6.74)$$

де Q- добова витрата питної води м<sup>3</sup>/добу;

$D_x = 2 \dots 3 \text{ мг/дм}^3$  по активному хлору на знезараження [1,п.10.18.8.];

## 7.Технологія будівельного виробництва

### 7.1. Характеристика споруди і її конструктивні особливості

Споруда – резервуари чистої води.

Розміри споруди – 18х18м; висота – 4,8м; висота насипу – 1,0м

Вид ґрунту – супісок, матеріал стін – збірний залізобетон; днище – монолітне

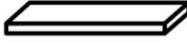


Кількість споруд – 2 шт. Особливі умови – на відкритому повітрі

Конструктивні особливості рішення типових прямокутних резервуарів загальні для всіх об'ємів. Всі вони напівпідземні з обваковуванням. Дно – монолітне залізобетонне із бетону класу В15(М200), стіни – збірні панелі із бетону фундаментів. Кутові стіни влаштовуються з монолітного залізобетону, фундаменти під колони – збірні, одного типового розміру, з бетону класу В15(М200), встановлюються на плоску плиту днища. Колони – збірні, квадратного перерізу із бетону класу В-22,5(М300). Покриття – збірні залізобетонні плити. Над покриттям передбачена ґрунтова засипка товщиною 1,0м. Плити перекриття опираються безпосередньо на колони. Внутрішні поверхні штукатурять цементно-піщаною сумішшю 20-25 мм, крім цього їх ще знезалізнують. Зовнішні поверхні покривають двома шарами чорного бітуму.

Таблиця 7.1.

Специфікація збірних з/б елементів

№ ел.	Назва елемента	Марка		Кількість елементів	Маса	
					І елемента, т	Загальна, т
1	Стінова панель	ПС1-48-Б1		32	7,3	146

2	Плита покриття	П5-3А		24	2,3	55,2
3	Колона	КЕ2-1		10	2,1	63
4	Фундамент під колону	ФЕ1-1		10	1,4	42

## 7.2. Склад і об'єм будівельно-монтажних робіт

### 7.2.1. Визначення розмірів котловану і об'єму земляних робіт

Розміри котловану визначається залежно від розмірів в плані і глибини закладання днища резервуара, а також від методів виконання основних будівельно-монтажних робіт, монтажу з/б конструкцій, руху транспорту, доставки і складування індустриальних виробів та конструкцій і т.п.

Розмір котловану зверху буде:

$$B_{к^B} = + 2 m H_{к} + 2c, \text{ м} \quad (7.1)$$

$l_c$ , - довжина резервуару, 18 м.,

$m$  – коефіцієнт укосу, для супіску  $m=1:0,5$

$H_{к}$  – глибина котловану,  $H_{к}=h_c-0,4$ , м,  $h_c = 4,8$ м – висота резервуару,

$C$  – віддаль між підпошою укосу і днищем резервуару, 0,5 м.

$$B_{к^B} = 18 + (2 \cdot 0,5 \cdot 4,4) + 2 \cdot 0,5 = 23,4 \text{ м}$$

Розмір котловану по низу  $B_{к^H} = 0,5 + 18 + 0,5 = 19$  м

$$\text{Довжина котловану по дну: } l_{к^H} = 2c + 2v_c + a, \text{ м} \quad (7.2)$$

$v_c$  – ширина споруди, 18м,  $a$  – ширина в'їзної та виїзної траншеї, м

$$l_{к^H} = 2 \cdot 0,5 + 2 \cdot 12 + 3 = 33 \text{ м.}$$

$$\text{Довжина котловану зверху складає: } L_{к} = l_{к^H} + 2 m H_{к}, \text{ м} \quad (7.3)$$

$$L_{к} = 33 + 2 \cdot 0,5 \cdot 4,4 = 37,4 \text{ м}$$

Об'єм котловану складає:

$$W_{к} = \frac{H_{к}}{6} [(B_{к} \cdot L_{к} + v_c \cdot l_c + (B_c + v_c) \cdot (L_c + l_c))], \text{ м}^3 \quad (7.4)$$

$$W_{к} = \frac{4,4}{6} [(23,4 \cdot 37,4) + 19 \cdot 33 + (23,4 + 19) \cdot (37,4 + 33)] = 3290 \text{ м}^3$$

Об'єм в'їзної траншеї визначається за формулою:



$$W_{\text{в'їзд}} = \frac{H_k^2}{6} (3 \cdot a_{\text{тр}} + 2mH \frac{m' - m}{m'}) (m' - m), \text{ м}^3 \quad (7.5)$$

$$W_{\text{в'їзд}} = \frac{4.4^2}{6} (3 \cdot 8 + 2 \cdot 0.5 \cdot 4.4 \frac{10 - 0.5}{10}) (10 - 0.5) = 883 \text{ м}^3,$$

де  $m'$  - коефіцієнт укосу в'їздної траншеї  $m' = 1:10$ ,

$a_{\text{тр}}$  - ширина в'їздної траншеї, прийнято 8 м.

Об'єм ґрунту на вивіз визначається за формулою:

$$W_{\text{вивіз}}^{\text{гр}} = W_{\text{сп}} \cdot K_{\text{п.р.}} = 4.4 \cdot 12 \cdot 18 \cdot 1.04 = 2090 \text{ м}^3 \quad (7.6)$$

Де  $W_{\text{сп}}$  – об'єм резервуарів в ґрунті,  $\text{м}^3$ ,  $W_{\text{спор.}} = 12 \cdot 18 \cdot 4.4 \cdot 2 = 1900 \text{ м}^3$

$K_{\text{п.р.}}$  – коефіцієнт початкового розрихлення, для супісків – 1.04.

$$\text{Об'єм ґрунту на засипку котловану: } W_{\text{гр.засипка}} = \frac{W_k - W_{\text{спор}}}{K_{\text{п.р.}}}, \text{ м}^3, \quad (7.7)$$

$$W_{\text{гр.засипка}} = \frac{3290 - 1900}{1.04} = 1336 \text{ м}^3, \text{ Розрахунок об'ємів земляних робіт в таблиці.}$$

**Таблиця 7.2. Баланс земляних мас**

№ п/п	Назва	Об'єм ґрунту А, $\text{м}^3$
1	Об'єм котловану	3290
2	Об'єм в'їзних траншей	883
3	Об'єм ґрунту на вивіз	2090
4	Об'єм ґрунту на засипку	1336
5	Об'єм ґрунту на обсіпку	1877

### 7.2.2. Вибір технічних засобів для виконання земляних робіт

Вибір екскаватора проводимо залежно від розмірів котловану, об'єму земляних робіт, гідрологічних умов, схеми монтажу конструкцій споруди в двох варіантах, співставляючи техніко-економічні показники для вибору кращого.

**Таблиця 7.3.**

**Розрахункова вартість і собівартість машино-змін одноковшових екскаваторів**

№ п/п	Характеристика	Э-504	ЭО-6112Б
1	Ємність ковша, $\text{м}^3$	0,5	1,25

2	<b>Нормативно-розрахункова вартість машин, <math>C_{н.р.}</math>, грн.</b>	16600	29700
3	<b>Середня вартість машино-зміни, <math>C_{маш.зм.}</math>, грн.</b>	25,4	39,5

Проводимо порівняння варіантів екскаваторів, виходячи з приведених затрат на розробку 1 м<sup>3</sup> ґрунту кожним з них :

$$\Pi = C + E \cdot K, \quad (7.8)$$

де E – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (приймаємо 0,15);

C – вартість розробки 1 м<sup>3</sup> ґрунту для даного типу екскаватора :

$$C = \frac{1,08 \cdot C_{маш-зм}}{\Pi_{зм.}}, \text{ грн/м}^3 \quad (7.9)$$

де 1,08 – коефіцієнт, який враховує накладні витрати;

$C_{маш-зм}$  – вартість машино-зміни екскаватора грн/зм;

$\Pi_{зм.}$  – змінний виробіток екскаватора, враховує розробку ґрунту у відвалі з навантаженням у транспортні засоби, м<sup>3</sup>/зм;

$$\Pi_{зм.} = \frac{T}{H_{тр.}} 1000 \left(1 - \frac{W_{відв.}}{W_{котл.}}\right) + \frac{T}{H_{відв.}} 1000 \frac{W_{відв.}}{W_{котл.}}, \quad (7.10)$$

де T – час роботи екскаватора, протягом зміни (приймаємо 8 год.);

$H_{відв.}$ ,  $H_{тр.}$  – норми часу на розробку ґрунту в котловані екскаватором відповідно у відвал і при навантаженні у транспортні засоби;

K – питомі капітальні вкладення на розробку 1 м<sup>3</sup> ґрунту для кожного типу екскаватора:

$$K = \frac{1,07 \cdot C_{н.р.}}{\Pi_{зм.вир} \cdot t_{річні}}, \text{ грн/м}^3 \quad (7.11)$$

де,  $C_{н.р.}$  – нормативно-розрахункова вартість машин, грн;

$t_{річні}$  – нормативне число змін роботи екскаватора за рік (приймаємо для ковша з об'ємом до 0,63 м<sup>3</sup>-350 змін, і для ковшів більше 0,65 м<sup>3</sup>-300 змін).

За найменшими затратами вибираємо екскаватор для розробки котловану.

Для екскаватора Э-504:

$$\Pi_{зм.вир} = \frac{8}{39,27} \cdot 1000 \left(1 - \frac{2090}{3290}\right) + \frac{8}{33,65} 1000 \frac{2090}{3290} = 225,1, \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$C = \frac{1,08 \cdot 25,4}{225,1} = 0,12, \text{ грн/м}^3$$

$$K = \frac{1,07 \cdot 16600}{225,1 \cdot 350} = 1,8, \text{ грн/м}^3$$

$$\Pi = 0,12 + 0,15 \cdot 1,8 = 0,39 \text{ грн/м}^3$$

Для екскаватора ЭО-6112Б :

$$\Pi_{\text{зм.вир}} = \frac{8}{15,1} \cdot 1000 \left(1 - \frac{2090}{3290}\right) + \frac{8}{12,27} \cdot 1000 \frac{2090}{3290} = 608, \text{ м}^3/\text{зМ}$$

$$C = \frac{1,08 \cdot 39,5}{608} = 0,06, \text{ грн/м}^3$$

$$K = \frac{1,07 \cdot 29700}{608 \cdot 300} = 0,16, \text{ грн/м}^3$$

$$\Pi = 0,06 + 0,15 \cdot 0,16 = 0,08 \text{ грн/м}^3.$$

Вибираємо екскаватор ЭО-6112Б, так як його приведені затрати менші, ніж у екскаватора

Э-504.

### 7.3. Визначення марки і кількості вантажних автомобілів для транспортування зайвого ґрунту

Для вивозу зайвого ґрунту з котловану використовуємо автосамоскиди.

Віддаль транспортування вантажу – 1 км;

Вантажопідйомність автосамоскида – 10 т;

Марка автосамоскиду – КРАЗ-222;

Ємність кузова – 8 м<sup>3</sup>;

Найбільша швидкість руху з вантажем 45 км/год.

Визначаємо об'єм ґрунту у щільному типі у ковші екскаватора:

$$V_{зр} = \frac{V_{ков} \cdot K_{зап}}{K_{п.р.}} = \frac{1,25 \cdot 1}{1,04} = 1,13 \text{ м}^3 \quad (7.12)$$

де  $V_{ков}$  – прийнятий об'єм ковша, м<sup>3</sup>;

$K_{зап}$  – коефіцієнт заповнення ковша екскаватора (приймаємо 1);

$K_{п.р.}$  – коефіцієнт початкового розрихлення ґрунту;

Знаходимо масу ґрунту в ковші екскаватора:

$$Q = V_{зр} \cdot \gamma_{зр}, \text{ т} \quad (7.13)$$

де  $V_{зр}$  – об'ємна маса ґрунту;

$$Q = 1,13 \cdot 1,650 = 1,86 \text{ т}$$

Кількість ковшів ґрунту, навантаженого у кузов самоскида:

$$n = y/Q, \text{ шт.} \quad (7.14)$$

де  $y$  – вантажопідйомність самоскида;

$$n = 10 / 1,86 = 5,3 = 5 \text{ шт.}$$

Знаходимо об'єм ґрунту у щільному тілі навантаженого в кузов самоскида:

$$V_{зрщ} = V_{зр} \cdot n = 1,13 \cdot 5 = 5,65 \text{ , м}^3 \quad (7.15)$$

Підраховуємо тривалість одного циклу роботи автосамоскида:

$$T_y = t_n + \frac{60l}{V_n} + t_p + \frac{60l}{V_n} + t_m, \text{ хв.} \quad (7.16)$$

де  $l$  – віддаль транспортування ґрунту, км ( $l=1$  км);

$V_n$  – середня швидкість автосамоскида у навантаженому стані, км/год (приймаємо 20 км/год);

$V_p$  – середня швидкість автосамоскида у порожньому стані (приймаємо 25 км/год);

$t_p$  – тривалість розвантаження автосамоскида (приймаємо 2 хв);

$t_m$  – тривалість маневрування перед навантаженням і розвантаженням (приймаємо 2 хв);

$t_n$  – тривалість навантаження ґрунту знаходимо за формулою :

$$t_n = \frac{V_{грун} \cdot H_{тр} \cdot 60}{1000} = \frac{5,65 \cdot 15,1 \cdot 60}{1000} = 5,0, \text{ хв.} \quad (7.17)$$

де  $H$  – норма машинного часу для навантаження екскаватором 100 м<sup>3</sup> ґрунту у транспортні засоби (приймаємо 15,1);

$$T_y = 5,0 + \frac{60 \cdot 1}{20} + 2 + \frac{60 \cdot 1}{25} + 2 = 14,4 \text{ хв}$$

Визначаємо необхідну кількість автосамоскидів :

$$T = T_y / t_n = 14,4 / 5,0 = 2,9 \quad (7.18)$$

Остаточно приймаємо 3 самоскиди марки КРАЗ-222.

#### 7.4. Вибір монтажних кранів

Шукаємо вагу найважчого елемента:

вага стінової панелі – 7,3 т;

вага 2 м<sup>3</sup> розчину – 3,6 т.

Монтажні крани вибираємо найменшої вантажопідйомності при обов'язковій відповідності робочих параметрів. До монтажних параметрів відносять вантажопідйомність, висоту підйому крюка, довжину стріли.

Вантажопідйомність знаходимо за формулою:

$$Q = g_{ел} + g_{стр.} = 7,3 + 0,5 = 7,8 \text{ т} \quad (7.19)$$

де  $g_{ел}$  – вага найтяжчого елемента, т

$g_{стр.}$  – вага оснащення, т.

Знаходимо максимальну висоту підйому крюка, м, знаходимо за формулою:  $H_{кр} = h_e + h_{зап} + h_{п} = 4,8 + 0,5 + 2 + 2 = 9,3 \text{ м.}$

Де  $h_e$  – висота елемента, м,  $h_{зап}$  – запас, м,  $h_{стр.}$  – висота строп, м

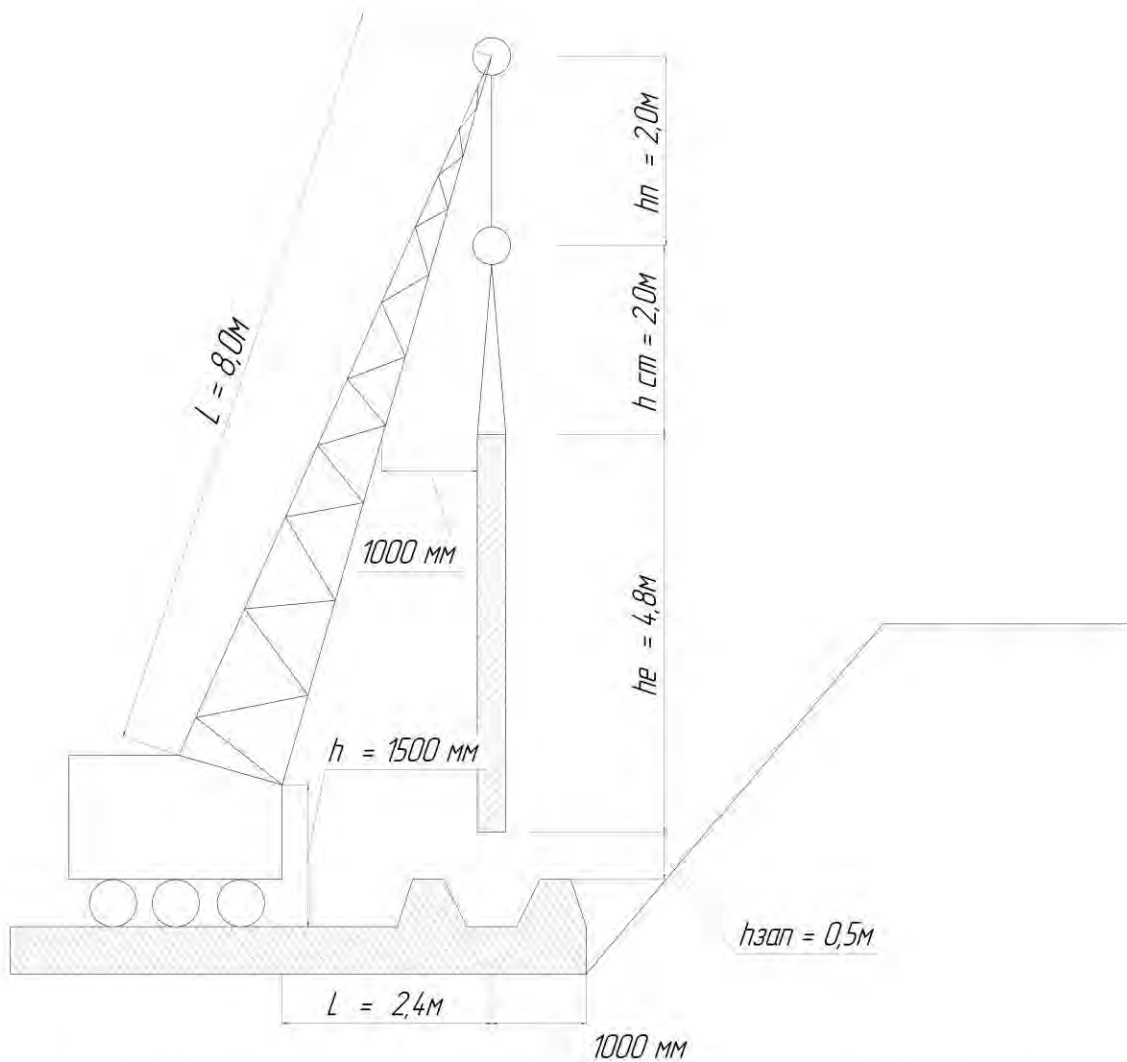


Рис.7.3.Графічний метод визначення вильоту крюка і довжини стріли крану

**Шукаємо виліт стріли:  $L = 8,0$  м**

**Підбираємо гусеничний кран марки СКГ-40/63. Характеристики крана наведені в табл. 7.4.**

**Таблиця 7.4. Технічні характеристики крана**

Параметр крана	Одиниця вимірювання	Значення
<b>1. Висота підйому крюка:</b>		
max	м	24
min	м	12
роб.	м	9,5
<b>2. Виліт стріли:</b>		
max	м	23
min	м	6,5
роб.	м	21,5
<b>3. Вантажопідйомність:</b>		
max	т	40
min	т	3

роб.	Т	10
4. Довжина стріли	М	25

## 7.5. Калькуляція трудових затрат

Таблиця 7. 5. Калькуляція трудових затрат

№ п/п	Назва робіт	Один. виміру	Об'єм робіт	Обгр. по ДБН	Норма часу на одиницю виміру		Норма часу на весь об'єм		Трудомісткість		Склад ланки	Змінність	Час роб. в днях
					люд/год	маш/год	люд/год	маш/год	люд/день	маш/змін			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Підготовчі роботи												8
2	Зняття росл. шару ґрунту	1000 м <sup>2</sup>	912	Д2.2.1-99 гр. 1-30 1-30-1	-	0,60	-	0,56	-	0,1	1 маш бульдозера	1	1
3	Розробка котловану екскаватором	1000 м <sup>3</sup>	3290	гр.17		15,10		41,9	-	6,2	2 маш	2	3
4	Зачистка дна котлов. бульдозером	1000 м <sup>2</sup>	11,03	гр.1-30, 1-30-1		0,6		6,62		0,83	1 маш	1	1
5	Влашт. гравійної основи під днище	1 м <sup>3</sup>	432	Д2.2.11-99 гр. 2 11-2-3	3,93		400		50		8х2 бетонники	3	2
6	Опалубочні роботи	1 м <sup>2</sup>	480	Д2.2.6-99 гр. 52 6-52-1	1,74		835		104		10х2 тесляр	3	4
7	Бетонні роботи	100 м <sup>2</sup>	432	Д2.2.11-99 гр. 14 11-14-3	56,88		246		31		5х4 бетонники	3	2
8	Цементна стяжка	100 м <sup>2</sup>	432	Д2.2.11-99 гр. 11 11-11-1	56,25		243		30		5х4 бетонники	3	2
9	Гідроізоляція	100 м <sup>2</sup>	432	Д2.2.11-99 гр. 4 11-4-1	65,73		284		36		6х4 гідроіз	3	2
10	Цементна стяжка	100 м <sup>2</sup>	432	Д2.2.11-99 гр. 11 11-11-1	56,25		243		30		5х4 бетонники	3	2
11	Армування каркасними сітками	1 т	21.6	Д2.2.6-99 гр. 62 6-62-1	16,79		36.3		4.5		2х2 арматурника	3	1
12	Зварювальні роботи	1 т	21.6	Д2.2.9-99 гр. 48 9-48-1	4,74		102		12		4 єл. Зварювальників	3	1
13	Бетонні роботи	100 м <sup>2</sup>	432	Д2.2.11-99 гр. 14 11-14-3	56,88		246		31		5х4 бетонники	3	2
14	Технологічна перерва										2 бетонники		8
15	Зняття опалубки	1 м <sup>2</sup>	480	Д2.2.6-99 гр. 52 6-52-1	1,74		835		104		10х2 тесляр	3	4
16	Монтаж стінових панелей	100 м <sup>3</sup>	576	Д2.2.7-99 гр. 30 7-30-4	719,2		4142,5		517,8		5х(1 маш.,4 монт)	3	17
17	Влаштування монолітних ділянок	100 м <sup>3</sup>	34,4	Д2.2.6-99 гр. 35 6-35-4	1848		635,7		80		10х4 бетонники	3	3
18	Монтаж стаканів під колони	100 шт.	10	Д2.2.7-99 гр. 1 7-1-5	175,48		17,5		2,1		1(1 маш.,4 монт)	2	1

19	Монтаж колон	100 шт.	10	Д2.2.7-99 гр. 5 7-5-10	852,40		85,2		10,6		4х(1 маш.,4 монт)	3	1
20	Покриття	100 шт.	24	Д2.2.7-99 гр.13 7-13-8	400,20		96		12		4х(1 маш.,4 монт)	3	1
21	Торкретування стін і днища	100 м <sup>2</sup>	144 432	Д2.2.8-99 гр. 8-10-45	19,8 13,2		26 57		3,2 7,1		1машиніст 4 торкрет.	3	1
22	Залізнення поверхні днища та швів	100 м <sup>2</sup>	525,6	Д2.2.6-99 гр. 35 6-36-4	41,91		220,3		27,6		9 бетонував.	3	1
23	Гідро-випробування										2 чоловіка	3	8
24	Зовнішня гідроізоляція	100 м <sup>2</sup>	2304	Д2.2.11-99 гр. 4 11-4-5	38,4		884,8		110,6		12х4 гідроізол.	3	4
25	Засипка пазух	1000 м <sup>3</sup>	1336	Д2.2.1-99 гр. 27 1-27-1		11,75		15,3		2	2 маш	2	1
26	Обсипка РЧВ	1000 м <sup>3</sup>	1877,8	Д2.2.1-99 гр. 27 1-27-1		11,75		22,1		2,8	1 маш	3	1
27	Рекультивация	1000 м <sup>3</sup>	0,912	Д2.2.1-99 гр. 30 1-30-1		0,6		0,56		0,1	1 маш	1	1
	Всього								Σ1200				85

## 7.6. Побудова сіткового графіку

Термін будівництва визначаємо по сітковому графіку, і він складає 56 днів.

Коефіцієнт суміщення будівельних процесів

$$K_{\text{сум}} = \frac{\sum(m - n)}{T_m},$$

$\sum(m - n)$  - час будівництва по калькуляції – 85 днів

$T_m$  – час будівництва по сітковому графіку – 56 днів

$$K_{\text{сум}} = \frac{85}{56} = 1,5,$$

Коефіцієнт нерівномірності руху трудових ресурсів:

$$K_{\text{нер}} = N_{\text{max}}/N_{\text{сер}} = 23/17 = 1,35$$

$N_{\text{max}}$  - максимальна кількість людей (по графіку руху трудових ресурсів, 23чол.)

$N_{\text{сер}}$  – середньосписочна кількість людей.

$$N_{\text{сер}} = \frac{\sum Q_{\text{тр}}}{T_m} = \frac{1200}{56} = 17 \text{ чол}$$

$\sum Q_{\text{тр}}$  – сумарна працесмність, яка необхідна для зведення споруди, люд/дн, (гр.10 калькуляції)



## 7.7. Розрахунки параметрів будівельного генплану

### 7.7.1 Розрахунок складів

Максимальна кількість матеріалів визначаємо за формулою:

$$P = (Q/T) \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2$$

де Q – кількість необхідних матеріалів, необхідних на розрахунковий період; T – тривалість використання даного матеріалу; n – норма запасу;  $k_1$  – коефіцієнт нерівномірності поставки матеріалів на складі;  $k_2$  – коефіцієнт нерівномірності використання матеріалів,  $k_2 = 1,3$ .

Розрахункову площу складу знаходимо за формулою:

$$S = P/(V \cdot \gamma)$$

де V – кількість матеріалу, яка може бути розміщена на 1 м<sup>2</sup>;  $\gamma$  – коефіцієнт використання складу з урахуванням проходів.

Розрахунки зводимо у таблицю 6.1.

Таблиця 7.6.

#### Відомість розрахунку складів

Назва матеріалів	Од. виміру	Потрібна кількість	Термін використання	Норма запасів	Кількість матеріалу, з урах. $k_1, k_2$	Кількість матеріалу на 1 м <sup>2</sup>	Коефіцієнт використання складу	Загальна площа, м <sup>2</sup>
Руберойд	рул.	274	5	8	627	15	0,7	60
Опалубка	м <sup>2</sup>	480	4	12	2059	20	0,7	147
Гравій	м <sup>3</sup>	432	2	5	1080	1,5	0,5	1440
Всього:								1647

### 7.7.2 Розрахунок тимчасових приміщень

Площа тимчасових приміщень залежить від максимального числа працюючих в зміну, які визначаються по сітковому графіку руху робочої сили, до цього числа додається 20% робітників неосновного виробництва (15% - ІТР, 5% - молодшого обслуговуючого персоналу). Максимальна кількість працюючих у зміну - 40 чол. Остаточню приймаємо загальну кількість працюючих – 48 чол. Розрахунок приміщень зводимо у табл. 8.7.

Таблиця 7.7.

### Розрахунок тимчасових приміщень

№ п/п	Приміщення	Кількість працюючих	Норма на одного працюючого	Розрахункова норма
1	Контора	2	4,0	8
2	Диспетчерська	4	7,0	28
3	Гардероб	23	0,7	16,1
4	Душова кабіна	14	0,54	7,56
5	Сушильне приміщення	23	0,2	4,6
6	Туалет	29	0,1	3,0
7	Умивальник	23	0,2	4,6
8	Їдальня	29	1,0	29
	Всього:			100,86

#### 7.7.3. Тимчасове водопостачання

Загальна потреба у воді для буд. майданчика визначається за формулою:

$$Q_{потр} = Q_{вир} + Q_{побут} + Q_{пож, л/с}$$

Витрати води на виробничі потреби:

$$Q_{вир} = K_{нев} \cdot (q_1 \cdot \Pi_1 + q_2 \cdot \Pi_2) \cdot K_n / (t_n \cdot 3600) \text{ л/с}$$

де  $q_1$  – питомі витрати води на виробничі потреби, л;  $\Pi_3$  – кількість водокористувачів у найбільш завантажену зміну;  $K_n$  – коефіцієнт годинної нерівномірності витрат води,  $K_n = 1,5$ ;  $t_n$  – кількість врахованих годин у зміну;  $K_{нев}$  – коефіцієнт неврахованих витрат води,  $K_{нев} = 1,2$ .

$$Q_{вир} = 1,2 \cdot (160 \cdot 10 + 20 \cdot 6) \cdot 1,5 / (8 \cdot 3600) = 0,11 \text{ л/с}$$

Витрати води на господарсько-побутові потреби:

$$Q_{поб} = q_{поб} \cdot \Pi_3 \cdot K_n / (t_n \cdot 3600) + q_d \cdot \Pi_d / (t_d \cdot 60), \text{ л/с}$$

де  $q_{поб}$  – питомі витрати води на господарсько-побутові потреби,  $q_{поб} = 15 \text{ л/чол.}$ ;  $\Pi_3$  – кількість робітників у найбільш завантажену зміну;  $\Pi_d$  – кількість робітників, що одночасно користуються душем;  $t_d$  – час користування душем,  $t_d = 45 \text{ хв}$ ;  $K_n$  – коефіцієнт годинної нерівномірності витрат води,  $K_n = 1,5$ ;

$$Q_{поб} = 15 \cdot 48 \cdot 1,5 / (8 \cdot 3600) + 14 \cdot 16 / (45 \cdot 60) = 0,2 \text{ л/с}$$

Витрати води на пожежегасіння приймаємо з розрахунку 3-годинної тривалості пожежі, і в залежності від площі будмайданчика,  $Q_{пож} = 10 \text{ л/с}$ .

Загальна потреба у воді:

$$Q_{потр} = 0,11 + 0,2 + 10 = 10,31 \text{ л/с}$$

Діаметр труб водопроводу знаходимо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10.31 \cdot 1000}{3.14 \cdot 1.5}} = 94 \text{ мм};$$

Приймаємо  $D = 100$  мм, матеріал труб - сталь.

#### 7.7.4 Енергопостачання будівельного майданчика

Необхідна кількість електроенергії визначається за потужністю силових установок, зовнішнього і внутрішнього освітлення, виробничих потреб.

Розрахунок проводимо на період витрат електроенергії:

$$P = 1,1 \cdot K_1 \cdot \sum P_c / \cos \varphi + K_2 \cdot \sum P_{оз} + K_3 \cdot \sum P_{ос}$$

де 1,1 – коефіцієнт, який враховує витрати потужності на електромережі;  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  – коефіцієнти одночасної витрати потужності ( $K_1 = 0,75$ ;  $K_2 = 1$ ;  $K_3 = 0,8$ );  $P_c$  – потужність силових установок, кВт;  $P_{во}$  – потужність внутрішнього освітлення, кВт;  $P_{зо}$  – потужність зовнішнього освітлення, кВт;

Результати розрахунків зводимо у табл. 6.3

**Таблиця 7.8.**

#### Характеристика користувачів електроенергії

№ п/п	Найменування споживача	Кількість	Норма на 1 кВт	Загальна витрата електроенергії, кВт
1	Бетононасос	2	10	20
2	Електровібратори	5	1	5
3	Електрозварювання	4	20	80
	Всього:			105

$$n = m \cdot k \cdot E_n \cdot S / P_{л}; \text{ шт}$$

де  $m$ - коефіцієнт який враховує світлову віддачу джерела світла (0,3)

$k$  – коефіцієнт запасу (1,3)

$E_n$ - нормативна освітленість (2 люкса)

$S$  – площа дороги (ширина 4м довжина 300 м)

$$n = 0,3 \cdot 1,3 \cdot 2 \cdot 1200 / 100 = 10 \text{ шт}$$

$$P_{з,о} = 24 \cdot 100 + 2 \cdot 500 = 3400 \text{ Вт}$$

$$P = 1,1 \cdot 0,75 \cdot 105 / 0,7 + 1 \cdot 3,4 + 0,8 \cdot 0,8 = 128 \text{ кВт}$$

Визначаємо потужність потрібного трансформатора:

$$N_{тр} = P / \cos \varphi = 57 / 0,7 = 81,4 \text{ кВА}$$

Підбираємо трансформатор марки КТПМ-150 з потужністю - 150 кВА, високою напругою – 10 кВт, низькою напругою – 0,4/0,23 кВт.

## **8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **8.1. Охорона праці**

#### **8.1.1. Система охорони праці на підприємстві**

Служба охорони праці може функціонувати в різних організаційних формах залежно від чисельності працюючих. Так служба охорони праці може створюватися у вигляді самостійного структурного підрозділу, групи спеціалістів чи одного спеціаліста, у тому числі що працює на умовах сумісництва. Так, на підприємстві з кількістю працюючих менше 50 чоловік функції цієї служби можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися на договірних засадах сторонні спеціалісти.

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

- *Права на охорону праці під час укладання трудового договору*

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

- *Права працівників на охорону праці під час роботи*

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.

- *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;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

**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 проведене 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 від нещасних випадків та професійних захворювань України.

Соціальний захист є складовою соціальних гарантій населенню, які повинні забезпечуватися державою за ринкових умов відповідно до засад соціальної політики. До таких гарантій належать:

Ø гарантування кожному працюючому громадянину мінімального рівня заробітної плати, її індексації згідно з прожитковим мінімумом;

Ø задоволення освітньо – культурних потреб та належного рівня охорони здоров'я з метою всебічного розвитку особистості;

Ø захист купівельної спроможності малозабезпечених громадян;

Ø вирівнювання рівнів життя окремих категорій населення тощо.

### **Роботи з підвищеною небезпекою та їх виконання**

До робіт з підвищеною небезпекою в будівлі станції знезалізнення підземних вод де відбувається процес спрощеної аерації та фільтрування на швидких фільтрах з наступним знезараженням очищеної води рідким хлором відносяться такі роботи:

- транспортування балонів, ємностей із зрідженими, отруйними, вибухонебезпечними, токсичними речовинами їх заповнення та ремонт (гіпохлорит натрію для знезараження води);
- роботи, пов'язані з підготовкою, балонів та інших ємностей до зливу-наливу вибухонебезпечних, токсичних та займистих рідин;
- роботи з отруйними, шкідливими, токсичними та радіоактивними речовинами;
- вантажно-розвантажувальні роботи за допомогою машин і механізмів;
- роботи, що виконують всередині колодязів.

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**

В процесі роботи на станції очистки води на працівника можуть впливати такі небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- струмені газів і рідин, що стікають, із посудин і трубопроводів під тиском;
- підвищене ковзання (через зледеніння, зволоження й замаслювання поверхонь, по яких переміщується робочий персонал);
- підвищені запыоршеність й загазованість повітря (нестача природної вентиляції будівлі станції);
- підвищена чи знижена температура поверхонь техніки, обладнання й матеріалів;
- підвищена чи знижена температура, вологість і рухомість повітря (нестача вентиляції будівлі станції);
- гострі кромки, задирки й шорсткість на поверхнях обладнання й інструментів;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- хімічні речовини, що проникають в організм через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки (сольовий обмінник);
- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби, найпростіші) і продукти їхньої життєдіяльності (підвищена вологість приміщення, недостатня вентиляція).

Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів не повинні перевищувати граничнодопустимих значень, встановлених у санітарних нормах, правилах і нормативно-технічній документації.

#### **Засоби захисту**

Робітники, що виконують роботи з застосуванням отруйних, шкідливих та токсичних речовин, повинні користуватися спецодягом, спецвзуттям і іншими засобами індивідуального і колективного захисту відповідно до характеру виконуваної роботи. При одержанні засобів індивідуального захисту робітники повинні бути проінструктовані майстром (виконробом) про порядок користування і догляду за ними.

### **8.1.3. Безпека праці при виконанні основних робіт у закритих просторах**

На території майданчика водоочисних споруд для м.Покров Дніпропетровської області розташовано 2 резервуари чистої води, водопровідні колодязі, каналізаційний колодязь збору промивної води після промивки контактних прояснювачів; НС-ІІп. з насосним обладнанням для

подачі води у систему водопостачання, господарсько-госпитні і пожежні насоси. 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 виготовлені з кольорового металу для запобігання іскроутворення.
- Забороняється відкривати кришки руками.
- Зняту кришку слід укладати з боку закритого простору, протилежному напрямку руху транспортних засобів.
- Поки не буде встановленого в закритому просторі відсутність вибухонебезпечних газів, до люку 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 бензиновою 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, опускати 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 бензиновою 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 спеціальний сумці або інструментальному ящику.

#### **8.1.4. Розрахунок освітлення будівельного майданчика при будівництві РЧВ**

Вихідні дані:

Розмір будівельного майданчика ділянки, де відбувається монтаж РЧВ:

$$S=164 \times 124,5=20418 \text{ м}^2$$

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:

$$N = \frac{mE_nKA}{P_n}, \text{ шт} \quad (8.1)$$

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

$E_n$  – нормативне освітлення горизонтальної поверхні, лк;

$K$  – коефіцієнт запасу;

$A$  – освітлена площа,  $\text{м}^2$ ;

$P_n$  – потужність лампи, Вт.

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

$$N = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 3657}{500} = 5,4 \quad (8.2.)$$

Приймаємо 6 прожекторів.

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  $\theta$  прожектора до горизонту та кут між оптичними осями прожекторів  $\beta$ , 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:

$$P = W \cdot S = 0,6 \cdot 3657 = 2194 \text{ Вт} \quad (8.5)$$

Одинична потужність лампи буде рівна:

$$P_n = P/N = 2194/4 = 550 \text{ Вт} \quad (8.6)$$

Вибираємо найближчу стандартну лампу потужністю 1000Вт.

### 8.1.5. Заходи з пожежної безпеки

#### Організація пожежної безпеки на станції покращення якості води

*Керівник (власник) станції очисних споруд для м.Покров, куди відносяться і РЧВ повинен визначити обов'язки посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки, призначити відповідальних за пожежну*

безпеку будівлі станції, блоку знезараження з реагентами, 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 (у тому числі зварювальних).
- Порядок відключення від мережі електрообладнання, в тому числі вентиляційних систем у разі пожежі.
- Порядок огляду й зачинення 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* мають бути ознайомлені з вимогами протипожежного режиму на протипожежних інструктажах із записом у журналі з зазначенням особистого підпису, а також під час проходження пожежно-технічного мінімуму (для працівників зайнятих на пожежонебезпечних роботах). Журнал по проведенню протипожежних інструктажів зберігається у відповідального про пожежну безпеку.

Територія об'єкта станції знезалізнення, в тому числі приміщення поблизу станції мають бути забезпечені відповідними знаками безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309:2007 “Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір” (ISO 6309:1987, IDT) та ГОСТ 12.4.026-76 “ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности”.

**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» характеру на території станції знезалізнення можна говорити про такі:

1. технологічне обладнання, пов'язане з використанням, зберіганням та транспортуванням небезпечних речовин (зокрема газоподібного хлору, як реагента для знезараження води);

2. водозабірні споруди (кольматація водоносного горизонту, виснаження свердловини, поломка НС 1-го і 2-го підйому, як наслідок, не забезпечення водою споживачів);

3. споруди станції помягшення (неправильна експлуатація напірних фільтрів, несвоєчасність виведення їх у режим промивки, відсутність контролю якості очищеної води).

Окрім проаналізованих джерел небезпек, які за певних умов можуть стати причинами виникнення надзвичайних ситуацій, згідно класифікації надзвичайних ситуацій на території станції можливі також такі надзвичайні ситуації техногенного та природного характерів, які вказані у табл.5.1. з їхніми кодами у відповідності до «Класифікації надзвичайних ситуацій».

У таблиці використано такі скорочення:

**ГДК** - гранично-допустима концентрація

**НХР** - небезпечна хімічна речовина

Таблиця 8.1.

**Надзвичайні ситуації, які можливі на станції підготовки води для містечка Покров, Дніпропетровської області**

Код	Назва
10113	НС внаслідок аварії на транспорті з викиданням (загрозою викидання) НХР
10170	НС внаслідок аварій на трубопроводах
10432	НС внаслідок наявності в питній воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК

10433	НС внаслідок наявності в підземних водах шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10830	НС внаслідок аварії в системах забезпечення населення питною водою
20722	НС, пов'язана з отруєнням людей у результаті споживання неякісної питної води

Вірогідною надзвичайною ситуацією є аварія, що відбулася на РЧВ, завалилась одна із стін, один із резервуарів спустошився, люди не постраждали, є загроза *потрапляння шкідливих речовин у питну воду і отруєння людей.*

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

*Загиблих – немає, постраждалих 25 чол, порушено умови життєдіяльності 200 чол, збитки більше 500 мінімальних розмірів зарплати.*

### **НС внаслідок аварій на спорудах, що зберігають чисту воду**

Внаслідок аварій на водопровідних спорудах відбувається припинення постачання питної води споживачеві, якщо не можна задіяти другий резервуар, більше ніж на 30% від розрахункової витрати. 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;
- використання резервних джерел і систем питного водопостачання;
- здійснити застосування індивідуальних і групових засобів очищення і знезараження питної води;
- вжити заходів щодо охорони джерел та систем централізованого водопостачання та ліквідації причин і наслідків цих надзвичайних ситуацій та організації роботи пунктів розливу питної води;
- у разі потреби,здійснити поставку фасованої питної води та води в ємностях для індивідуального і групового користування.

Фінансування витрат на забезпечення населення питною водою здійснюється за рахунок коштів державного, місцевих бюджетів, інших не заборонених законодавством джерел.

## 9. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

### 9.1. Визначення будівельної вартості

У даному розділі розглянуто підрахунок ТЕП для реконструйованої СПРВ і області на перспективу 2024 р.

Укрупнені показники будівельної вартості споруд водопроводу призначаються для визначення орієнтовної вартості будівництва при розробці схем, а також при виборі рішень для техніко – економічних розрахунків. Показники враховують середні нормальні умови здійснення будівництва і передбачають вартість основних об'єктів будівництва водопроводу.

Користуючись [3], визначаємо об'єктну кошторисну вартість будівництва основних споруд системи водопостачання в цінах 1984 року (таблиця 12.1) з переведенням в ціни 2018 року з використанням коефіцієнта  $K = 25$  (таблиця 12.2).

Загальна вартість будівництва системи водопостачання м.Чорнобай Черкаської області буде становити:

$$ЗВ = 1,2 * B_{об} = 38116,47 \cdot 1,2 = 45739,764 \text{ тис. грн.}$$

### 9.2 Вартість землі, відведеної під будівництво системи водопостачання

При використанні землі для несільськогосподарських потреб суму відшкодувань збитків визначають за формулою

$$C_{в.у.} = \frac{B_{о.у.}}{B_{ср.б.}} \cdot N_{ср.об.} \cdot F, \text{ грн.} \quad (9.1)$$

де  $B_{о.у.}$  – бал оцінки ділянки, що відбирається, для Черкаської області  $B_{о.у.}=56$ ;

$B_{ср.б.}$  – середній по області бал оцінки землі, для Черкаської області  $B_{ср.б.}= 44$ ;

$N_{ср.об.}$  – середній обласний норматив вартості засвоєння нових земель, грн. для Черкаської області  $N_{ср.об.}=4940$ ;

$F$  – площа ділянки землі, що відбирається, га.

$$C_{в.у.} = \frac{55}{52} \cdot 5860 \cdot 3 = 18600 \text{ грн} = 18,60 \text{ тис. грн.}$$

Капітальні вкладення складають:

$$КВ = 38046,94 + 18,6 = 38065,50 \text{ тис. грн.}$$



### 9.3 Визначення експлуатаційних витрат по системі водопостачання

Річні експлуатаційні витрати визначаються з виразу

$$C_{\text{рек}} = C_p + C_{\text{пр}} + C_{\text{зн}} + C_e + C_{\text{те}} + A + I, \text{ тис.грн} \quad (9.2)$$

де  $C_p$  – вартість реагентів, тис.грн;

$C_{\text{пр}}$  – витрати на поточний ремонт, тис.грн;

$C_{\text{зн}}$  – витрати на заробітну плату, тис.грн;

$C_e$  – вартість електроенергії, тис.грн;

$C_{\text{те}}$  – вартість теплової енергії, тис.грн;

$A$  – амортизаційні відрахування, тис.грн;

$I$  – інші витрати, тис.грн.

#### Витрати на реагенти

Витрати на реагенти визначаємо в табличній формі (табл.12.3) за наступними формулами:

$$C_p^{\text{рік}} = Q_{\text{рік}} \times H, \quad (9.3)$$

де  $C_p^{\text{рік}}$  - річні потреби в реагентах, т;

$Q_{\text{рік}}$  - річні витрати води, м<sup>3</sup>/рік;

$H$  - норма реагенту на 1000 м<sup>3</sup> очищеної води, приймається рівною дозі реагенту, кг

$$V_p^{\text{рік}} = C_p^{\text{рік}} \times C, \quad (9.4)$$

де  $V_p^{\text{рік}}$  - вартість реагентів на рік тис.грн.;

$C$  - ціна за 1 т реагенту [3], грн./т.

Таблиця 9.3.

Визначення витрат на реагенти

№ п/п	Реагент	$Q_{\text{рік}}, \text{ м}^3/\text{рік}$	Витрати реагенту		Вартість 1 т, грн	Загальна вартість реагенту, т. грн
			Норма на 1000 м <sup>3</sup>	потреба на рік, т		
	Хлор	5703377	2	11,4	950	10,8

#### Витрати на електроенергію

За цією статтею враховуються витрати на виробничу електроенергію, яка отримується від інших виробників електроенергії і яка витрачається на

перекачування води, на проведення у рух технологічного обладнання. Вартість електроенергії розраховується на основі тарифів енергосистеми, яка постачає дані очисні споруди енергією. Вартість затрат електроенергії становить 1.24 грн.за кВт год.

Оплату встановлену потужність електродвигунів високої напруги визначаємо з виразу

$$N_e = \frac{\sum N_b}{\eta \times \cos \varphi}, \text{кВт} \quad (9.5)$$

де  $N_b$  - сумарна потужність встановлених електродвигунів високої напруги, кВт;

$\eta = 0,9$  - ККД електродвигунів;

$\cos \varphi = 0,8-0,9$  - показник коефіцієнта потужності, який характеризує корисно використану електроенергію.

Річні витрати електроенергії насосів I (II) підняття визначають з виразу

$$E_{\text{насI,II}} = \frac{365 \times Q \times H \times t \times 1,05}{102 \times \eta_n \times \eta_{\text{д}}}, \quad (9.6)$$

де  $Q$  – корисна подача насосів I (II) підняття, л/с;

$H$  – напір насосів, м;

$t$  – тривалість роботи, год;

1,05 – коефіцієнт, який враховує витрати води на власні потреби;

$\eta_n$  – к.к.д. насосів;

$\eta_{\text{дв}}$  – к.к.д. двигунів.

Витрати на електроенергію визначаються для кожного споживача окремо і наведено в таблиці 12.4.

Таблиця 9.4.

Розрахунок вартості електроенергії ( в цінах 2018 року)

№ п/п	Споживачі	Активна електроенергія, кВт	Вартість 1 квт-год, грн	Вартість ел. енергії, тис. грн
1	Насосна станція I підняття	1465152,9	1,442	2112,8
2	Насосна станція II підняття	20583996,1	1,442	29682,1
	Разом	22049149		<b>31794,9</b>

### Заробітна плата виробничих робітників

Структура, чисельність та фонд заробітної плати виробничих робітників визначається в залежності від потужності та складу споруд, місцевих особливостей та конкретних умов експлуатації об'єктів водопостачання, що проєктуються. Розрахунок виконується виходячи з цілодобової роботи агрегатів та споруд та реального фонду робочого часу. В основну заробітну плату робочих входить плата за діючими тарифними ставками, доплати за роботу в нічний час, святкові та вихідні дні, а також премія.

Приблизні штати робочих, які безпосередньо приймають участь у виробничій діяльності, визначаємо за [3].

Витрати на заробітну плату визначають з виразу

$$C_{зп} = N_{п} \cdot ЗП_{п} \cdot K_{д} \cdot K_{св} \cdot 12, \text{ тис. грн.} \quad (9.7)$$

де,  $N_{п}$  – чисельність працівників, чол.;

$ЗП_{п}$  – місячна заробітна плата 1 працівника, тис.грн.;

$K_{д}$  – коефіцієнт, що враховує витрати на додаткову заробітну плату (1,15);

$K_{св}$  – коефіцієнт, що враховує витрати на соціальні відрахування(1,37).

Таблиця 9.5. Розрахунок фонду заробітної плати  $C_z$

№ п/п	Назва цехів та професій	К-ть робочих, чол	Місячний тарифний оклад, грн	Річний фонд з/пл., тис.грн
<b>Мережа водопроводу</b>				
1.	Слюсар	2	1200	28, 8
	Обхідник	4	1200	57, 6
<b>Водозабірні споруди:</b>				
2.	НС-I машиніст	3	1500	54
	майстер	1	1700	20, 0

<b>Очисні водопровідні споруди (з хлораторною)</b>				
3.	Начальник станції	1	3200	30
	Майстер по відстійн.і фільтрам	1	1700	20,4
	Майстер по хлорному господ.	1	1500	18
	Черговий технік по станції	3	1500	54
	Слюсар по обладнанню та КВП	1	1200	14,4
	Електромонтер	1	1200	14,4
	Зав. лабораторією	1	1500	18
	Лаборант	1	1200	14,4
	Робочі	1	1200	14,4
	Прибиральник	1	1200	14,4
	4.	<b>Автоматизована насосна станція НС-II</b>		
Старший майстер		1	1500	18
Черговий машиніст		3	1400	50,4
5.	<b>Теплове господарство та сантехніка:</b>			
	Теплотехнік	1	1300	15,6
	Кочегар	3	1200	43,2
	<b>Разом</b>	<b>33</b>		<b>508,5</b>
	Відрахування 37%			188,3
	Додаткова заробітна плата 15%			76,3
	<b>Загальний фонд заробітної плати</b>			<b>773,4</b>

**Витрати на теплову енергію**

$$C_{те} = 0,03 \cdot C_e = 0,03 \times 31794,9 = 953,8 \text{ тис. грн.} \quad (9.8)$$

де  $C_e$  - витрати на електроенергію.

**Амортизаційні відрахування**

Амортизаційні відрахування від суми капітальних вкладень, тобто від кошторисної вартості основних фондів визначаються в відповідності з встановленими нормами. Розрахунок ведемо табличній формі (табл. 12.6).

Таблиця 9.6. **Розрахунок величини амортизаційних відрахувань**  
Амортизаційні відрахування

№ з/п	Найменування будівель та споруд	Вартість по загальному кошторису, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, тис. грн
1	2	3	4	5
1	Водозабірна споруда - Будівельна - Обладнання	3709,67 322,00	6 12	222,58 38,64
2	Водопровідна очисна станція - Будівельна - Обладнання	6729,09 1231,69	6 12	403,75 147,80
3	Хлораторна - Будівельна - Обладнання	745,45 78,62	6 12	44,73 9,43
4	Резервуар чистої води - Будівельна - Обладнання	3018,98 4,83	6 12	181,14 0,58
5	Насосна станція II-го підйому - Будівельна - Обладнання	751,87 217,35	6 12	45,11 26,08
6	Водопровідна мережа	7500,99	4	326,56
7	Водоводи	926,44	4	37,06
Всього за цінами 2018 року		25661,54		1483,46

**Витрати на поточний ремонт**

Витрати на поточний ремонт включають:

- основну і додаткову заробітну плату ремонтних робітників;
- витрати на матеріали, які використовуються на ремонт;
- послуги ремонтних майстерень підприємства.

Витрати на поточний ремонт приймаються в розмірі 1% від вартості споруд, обладнання, мереж:

$$C_{\text{пр}} = 25661,54 \times 0,01 = 256,61 \text{ тис. грн.}$$

**Інші витрати**

$$I = 0,2 \cdot (C_{\text{зп}} + A), \text{ тис. грн.} \quad (9.9)$$

де  $C_{\text{зп}}$ - витрати на заробітну плату;

**A**- амортизаційні відрахування.

$$I = 0,2 \cdot (773,4 + 1483,46) = 489,03 \text{ тис.грн.}$$

Таблиця 9.7

Кошторис річних експлуатаційних витрат по статтях затрат

№ п/п	Назва статей	Річні витрати	
		в тис. грн.	в % до $\Sigma$ затрат
1	2	3	4
1	Хімічні реагенти	10,8	0
2	Електроенергія	31794,9	88,9
3	Загальний фонд заробітної плати	773,4	2,2
4	Амортизаційні відрахування	1483,462	4,1
5	Поточний ремонт	256,6	0,7
6	Теплова енергія	953,8	2,7
7	Інші витрати	489,03	1,4
	<b>Всього</b>	<b>35761,99</b>	<b>100</b>

#### 9.4 Визначення собівартості одиниці продукції водопостачання

Собівартість послуг водопостачання визначається за формулою:

$$C_{\text{од}} = \frac{C_{\text{р.е.з.}}}{Q_{\text{р}}}, \text{ грн./м}^3 \quad (9.10)$$

де  $C_{\text{р.е.з.}}$  – річні експлуатаційні витрати, грн/рік;

$Q_{\text{р}}$  – величина водоспоживання, м<sup>3</sup>/рік.

$$C_{\text{од}} = \frac{35761,99}{5703377} = 6,27 \text{ грн./м}^3.$$

#### 9.2.5 Визначення техніко-економічних показників реконструйованої СПРВ

Питомі капітальні витрати на м<sup>3</sup>:

$$K_{\text{пит}} = \frac{\Sigma K_i}{Q_{\text{р}}}, \text{ грн./м}^3 \quad (9.11)$$

$$K_{\text{пит}} = \frac{38065500}{5703377} = 6,67 \text{ грн./м}^3$$

Визначаємо дохід з виразу

$$D = a \cdot Q_n = 6,64 \cdot 5703,377 = 37870,42 \text{ тис.грн.} \quad (9.12)$$

де  $a$  - тариф на послуги системи водопостачання грн.;

$Q_n, Q_{пр}$  – річні витрати води, м<sup>3</sup>/рік

Перевищення річного прибутку за реалізовану послугу над сумарними річними затратами по експлуатації системи водопостачання:

$$\Pi = D - C_{e.p.z.} = 37870,42 - 35761,99 = 2108,40 \text{ тис. грн.} \quad (9.13)$$

Рівень рентабельності за основними засобами:

$$P = \frac{\Pi}{OЗ} \cdot 100\% = \frac{2108400}{38065500} \cdot 100\% = 5,54\% \quad (9.14)$$

де  $OЗ$  – вартість основних виробничих засобів.

Коефіцієнт використання території:

$$K_T = \frac{F_c}{F_{генплану}} = \frac{1,6}{2} = 0,8 = 80\% \quad (9.15)$$

де  $F_c$  – площа всіх будівель, споруд, доріг, га.

Коефіцієнт озеленення:

$$K_{оз} = \frac{F_z}{F_{генплану}} = \frac{0,4}{2} \cdot 100\% = 20\% \quad (9.16)$$

де  $F_z$  – площа зелених насаджень (трава, дерева, кущі).

Техніко-економічні показники проекту зводимо в таблицю 9.6.

Таблиця 9.6.

#### Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування основних даних ТЕП	Одиниці виміру	Величина показника
1	Продуктивність: - річна - добова	тис. м <sup>3</sup> м <sup>3</sup> /добу	5708850 18903
2	Довжина траси водоводів	км	0,8
3	Довжина водопровідної мережі	км	33,0
4	Площа території що відводиться під будівництво	га	3,0
5	Капітальні вкладення	тис.грн.	38065,50
6	Річні експлуатаційні витрати	тис.грн.	35761,99
7	Чисельність обслуговуючого персоналу	чол.	30
8	Річна потреба в:		
	- електроенергії	тис.грн.	31794,90

	- реагентах (хлор)	тис.грн	10,80
	- тепловій енергії	тис.грн	953,80
9	Питомі капітальні вкладення на 1 м <sup>3</sup>	грн.	6,67
10	Вартість відчуження земель	тис.грн.	18,60
11	Собівартість м <sup>3</sup>	грн./м <sup>3</sup>	6,27
12	Тариф на воду:	грн./м <sup>3</sup>	6,64
13	Розрахунковий дохід	тис.грн.	37870,42
14	Прибуток	тис.грн.	2108,40
15	Рівень рентабельності системи	%	5,54



## Література

1. ДБН В.2.5.-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013, - 280с.
2. Укрупненные нормы для водопотребления и водоотведения для разных отраслей промышленности. М., 1982.
3. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Київ, КПІ ім. Ігоря Сік орського, 2019
4. <https://ecolog-ua.com/articles/stan-vodnih-resursiv-i-metodi-ochishchennya-vodi>
5. <https://ecosoft-market.com.ua/ua/ochistka-vody-sovremennye-metody-i-sposoby>
6. А.К.Запольський «Водопостачання, водовідведення та якість води», Київ «Вища школа», 2005, 670 с.
7. <https://zdorovoshop.com/metody-ochistki-vody>
8. <https://ieae.uu.edu.ua/ekologiya/ochishhennya-pitnoyi-vodi/>
- 7.В.О.Орлов, С.М.Назаров, В.О. Шадуря « Проектування водозабірних споруд», навчальний посібник)Рівне-2002.
- 8.Орлов В.О., Мартинов С.Ю. Зошук А.М. Проектування станцій прояснення та знебарвлення води, Рівне 2006.
9. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб М., Стройиздат, 1984
10. Орлов В.О., Орлова А.М., Зошук В.О. «Технологія підготовки питної води», Навчальний посібник для студентів підготовки 6.060103 «Гідротехніка» (водні ресурси), 2010, м.Рівне.
11. Кульский Л.А. Строкач П.П. Технология очистки природных вод К.Высшая школа, 1986