

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,

Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.

Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .

Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.

Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

*В.О. Орлов
А.М. Зошук*

ВОДОПОСТАЧАННЯ
↓
ВОДОВІДВЕДЕННЯ

*Інтерактивний комплекс
навчально-методичного забезпечення*

Рівне – 2008

Навчальне видання

*Орлов Валерій Олегович
Зошук Алла Миколаївна*

ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Інтерактивний комплекс
навчально-методичного забезпечення

Відповідальний за випуск
В.О.Орлов, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
водопостачання та бурової справи НУВГП

Комп'ютерний набір і верстка

Зошук А.М.

Підписано до друку . Формат 60x84 ¹/₁₆.
Папір друкарський №1. Гарнітура Times. Друк ізографічний.
Ум.-друк. арк. . Обл. – вид. арк. .
Тираж 200 прим. Зам № 787

*Редакційно-видавничий центр
Національного університету водного
господарства та природокористування
33028, Рівне, вул. Соборна, 11*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
РВ № 31 від 26.04.2005р.*

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

В.О.Орлов, А.М. Зошук

ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Інтерактивний комплекс
навчально-методичного забезпечення

**Кредитно-модульна система організації
навчального процесу**

Для студентів напрямку 6.060103
« Гідротехніка (водні ресурси) »

Рівне - 2008

УДК 63:628.1 (075.8)

ББК 38,761.я.7

О 66

Затверджено вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування

(Протокол № 12 від 28 грудня 2007р.)

Рецензенти:

Рокочинський А. М., д.т.н., професор кафедри гідромеліорації Національного університету водного господарства та природокористування;

Литвиненко Л. Л., к.т.н., доцент кафедри водопостачання та бурової справи Національного університету водного господарства та природокористування.

Орлов В.О., Зошук А.М.

О 66 Водопостачання і водовідведення. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. – Рівне: НУВГП, 2008 - 114 с.

Наведено програму курсу, опорний конспект лекцій, контрольні запитання та тести з вивчення курсу, методичне забезпечення курсу, список рекомендованої літератури

Для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.060103 « Гідротехніка (водні ресурси) »

УДК 63:628.1 (075.8)

ББК 38,761.я.7

© В.О.Орлов,
А.М. Зошук, 2008
© НУВГП, 2008

**СТРУКТУРА ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ
"ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ"**

1. Опис предмета навчальної дисципліни

Денна форма навчання

Курс: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
<u>Кількість кредитів, відповідних ECTS</u> - 3	<u>Шифр та назва напрямку:</u> 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)»	<u>Дисципліна-нормативна</u> <u>Рік підготовки</u> - 3-й
<u>Модулів</u> - 1	<u>Шифр та назва спеціальності:</u> 6.092602 «Гідромеліорація»	<u>Семестр</u> - 5-й <u>Лекції</u> - 16 год
<u>Змістових модулів</u> - 2	<u>Освітньо – кваліфікаційний рівень:</u> бакалавр	<u>Практичні заняття</u> - 8 год <u>Лабораторні роботи</u> – 8 год
<u>Загальна кількість годин</u> – 108		<u>Самостійна та індивідуальна роботи</u> - 52 год
<u>Тижневих годин:</u> 1 семестр. - аудиторних - 4 - СРС - 5		<u>Курсовий проект</u> - 24 год <u>Вид контролю:</u> екзамен

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять та індивідуальної самостійної роботи становить 30% до 70%.

Заочна форма навчання

Курс: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
<u>Кількість кредитів, відповідних ECTS</u> - 3	<u>Шифр та назва напрямку:</u> 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)»	<u>Дисципліна-нормативна</u> <u>Рік підготовки</u> - 1-й
<u>Модулів</u> - 1	<u>Шифр та назва спеціальності:</u> 6.092602 «Гідромеліорація»	<u>Семестр</u> - 8-й <u>Лекції</u> - 10 год
<u>Змістових модулів</u> - 2	<u>Освітньо – кваліфікаційний рівень:</u> бакалавр	<u>Практичні заняття</u> - 6 год <u>Лабораторні роботи</u> – 4 год
<u>Загальна кількість годин</u> – 108		<u>Самостійна та індивідуальна роботи</u> - 64 год
		<u>Курсовий проект</u> - 24 год <u>Вид контролю:</u> екзамен

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять та індивідуальної самостійної роботи становить 18,5% до 72,5%.

2. Мета викладання дисципліни

Основною метою викладання дисципліни "Водопостачання і водовідведення" є формування у майбутніх фахівців умінь і знань з сучасних методів проектування, будівництва та експлуатації систем водопостачання і водовідведення сільських населених пунктів, житлових і промислових об'єктів.

Основними завданнями є теоретична і практична підготовка студентів з питань: а) основних положень та вимог державних стандартів до систем водопостачання і водовідведення; класифікації та характеристики систем і схем водопостачання і водовідведення населених пунктів, житлових та промислових об'єктів; б) санітарно-технічне обладнання будинків та споруд; обґрунтування системи та схеми водопостачання і водовідведення об'єкту; в) визначення розрахункових параметрів систем забору, подачі та приготування води різної якості; г) визначення розрахункових параметрів систем відведення і очищення стічних вод різних споживачів; д) принципи роботи, основи розрахунку, призначення та конструкції споруд і мереж систем водопостачання і водовідведення населених пунктів.

3. Програма навчальної дисципліни

Передмова

Вища освіта України беззаперечно і однозначно визначила, як основний напрям своєї діяльності, інтеграцію в єдиний Європейський освітній простір. Болонський процес спрямований на перетворення Європи на найбільш конкурентноспроможний і розвинутий простір у світі. Приєднання України до цього процесу надає нашій країні можливості поглибити відносини з європейськими державами на шляху подальшої інтеграції до ЄС і передбачає впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП), яка є українським варіантом ECTS.

Тому актуальною є задача підготовки спеціалістів, які повинні **вміти**:

В складі групи фахівців: а) проектного відділу в умовах спеціально обладнаного робочого місця:

використовувати результати вишукувальних робіт, обчислювальну техніку та діючі методики і нормативні документи, виконувати інженерні розрахунки елементів мереж і споруд водопостачання і водовідведення;

✓ за допомогою автоматизованого робочого місця, використовуючи нормативну і довідкову літературу, розробляти робочу документацію елементів і споруд водопостачання і водовідведення;

✓ забезпечувати в процесі проектування відповідність конструкцій, що розробляються, до технічних рішень, стандартів, норм охорони праці і навколишнього природного середовища, техніки безпеки, вимог прогресивної технології будівництва;

✓ враховуючи особливості природнокліматичних і господарсько-економічних умов об'єкту водопостачання і водовідведення та вимоги до нього, використовуючи типові рішення і проекти, діючі нормативні і методичні документи здійснювати вибір технологічних схем та визначити параметри і режими роботи споруд водопостачання і водовідведення.

б) в умовах виробничої (будівництво та експлуатація) діяльності:

✓ користуючись проектно-технологічною документацією, відповідними нормами і правилами, за допомогою відповідних приладів, інструментів та лабораторного обладнання проводити випробовування і вимірювання основних параметрів технологічних процесів та здійснювати перевірку їх відповідності проектним параметрам і нормативам;

✓ організовувати та здійснювати будівництво та експлуатацію мереж і споруд водопостачання і водовідведення;

✓ оцінити результати аналізів показників якості води для прийняття рішень з питань проектування, реконструкції та раціональної експлуатації систем водопостачання та водовідведення;

✓ здійснювати технічний контроль за виконанням санітарно-технічних робіт та будівництвом мереж і споруд систем водопостачання і водовідведення.

знати: вимоги нормативних документів до проектування, будівництва і експлуатації споруд водопостачання і водовідведення;

✓ характеристику і сферу застосування систем і схем водопостачання і водовідведення населених пунктів, житлових і промислових об'єктів;

✓ методи визначення параметрів мереж і споруд водопостачання і водовідведення.

Навчальна програма розрахована на студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними програмами напряму підготовки бакалаврів професійного спрямування 6.092602 «Гідромеліорація» (шифр за ОПП 3.17). На вивчення дисципліни відведено 108 години / Зкр.с. Програма побудована за вимогами КМСОНП та узгоджена з орієнтовною структурою змісту навчальної дисципліни, рекомендованою Європейською Кредитно-Трансферною Системою (ECTS).

Змістовий модуль 1

- Тема 1.** **Вступна лекція.** Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення. Їх мета, завдання, роль у розвитку сільських населених пунктів. Історичний огляд. Сучасний стан водопостачання в Україні. **Джерела водопостачання.** Поверхневі і підземні води. Якість води. Вибір джерела.
- Тема 2.** **Водоспоживачі.** Основні водоспоживачі в сільському населеному пункті, режими споживання, питомі та розрахункові витрати води. **Санітарно-технічне обладнання будинків.**
- Тема 3.** **Системи та схеми водопостачання.** Класифікація, вимоги, вибір й накреслення на плані місцевості. Схеми водопостачання. Транспортування води. Водоводи, конструкції, вимоги, споруди на водоводах. Визначення економічно-найвигіднішого діаметра **Вільні напори.** **Протипожежне водопостачання.** Особливості, системи зовнішнього та внутрішнього пожежегасіння, розрахунок.
- Тема 4.** **Системи подачі і розподілу води.** Вимоги, трасування водопровідних мереж, тупикові та кільцеві мережі, схеми живлення. Розрахунок мереж. Попередній поточкорозподіл витрат води. Втрати напору, гідравлічна ув'язка мережі. Напірно-регулюючі споруди.

Змістовий модуль 2

- Тема 5.** **Водозабірні споруди підземних вод** (свердловини, шахтні колодязі, горизонтальні водозабори). Класифікація, конструкторські, основи розрахунку. **Водозабірні споруди поверхневих вод.** Класифікація, конструкції, основи розрахунку. **Насосні станції.** Класифікація, типи, визначення режиму роботи НС-I, НС-II, визначення напорів господарсько-питних та протипожежних насосів
- Тема 6.** **Споруди, методи і способи підготовки води для питних та технологічних потреб.** Вимоги, методи покращення, основні технологічні схеми прояснення, знебарвлення, знезаражування, знезалізнення води. Спеціальні методи підготовки води: пом'якшення, стабілізація, знесолення, дезодорація, охолодження
- Тема 7.** **Системи і схеми водовідведення.** Характеристика стічних вод, їх основні елементи, визначення витрат. **Зовнішні мережі водовідведення.** Призначення, трасування, гідравлічний розрахунок. Насосні станції перекачки СВ.

Тема 8. Очищення стічних вод. Склад, визначення концентрації забруднень, вимоги до очищеної води, визначення ступеня очистки, способи очистки, технологічні схеми очищення побутових стічних вод

4. Структура залікового кредиту дисципліни

Денна форма навчання

Назва тем змістових модулів	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Курсовий проєкт	Самостійна робота	Разом
1	2	3	4	5	6	7

Змістовий модуль 1

Тема 1. Вступна лекція. Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення, мета, завдання, роль у розвитку сільських населених пунктів. Джерела водопостачання.	2	-	-	-	4	6
Тема 2. Водоспоживачі. Санітарно-технічне обладнання будинків.	2	2	-	2	6	12
Тема 3. Системи та схеми водопостачання. Транспортування води. Вільні напори. Протипожежне водопостачання.	2	-	2	10	8	24
Тема 4. Системи подачі і розподілу води. Напірно-регулюючі споруди.	2	2	4	-	8	14
Разом: змістовий модуль 1	8	4	6	12	26	56

Змістовий модуль 2

Тема 5. Водозабірні споруди підземних та поверхневих вод. Насосні станції	2	2	2	6	10	22
Тема 6. Споруди, методи і способи підготовки води для питних та технологічних по-						

продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7
греб. Спеціальні методи підготовки води: пом'якшення, стабілізація, знесолення, дезодорація, охолодження	2	-	-	2	5	9
Тема 7. Системи і схеми водовідведення. Зовнішні мережі водовідведення. Насосні станції перекачки стічних вод	2	2	-	4	6	14
Тема 8. Очищення стічних вод, способи очистки, технологічні схеми очищення побутових стічних вод	2	-	-	-	5	7
Разом: змістовий модуль 2	8	4	2	12	26	52
ВСЬОГО	16	8	8	24	52	108

Самостійна робота студентів:

- ✓ підготовка до аудиторних занять:
0,5 год на 1 год. лекц.-практичних занять - 8 год;
- ✓ підготовка до лабораторних робіт:
0,5 год на 1 год. аудиторних занять - 8 год;
- ✓ самостійне опрацювання тем - 18 год;
- ✓ підготовка до складання МК робіт - 18 год;
- Всього - **52 год.**

Заочна форма навчання

Назва тем змістових модулів	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Курсовий проект	Разом
1	2	3	4	5	6	7

Змістовий модуль 1

Тема 1. Вступна лекція. Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення, мета, завдання, роль у розвитку сільських населених пунктів. Джерела водопостачання.	1,0	-	-	6	-	7
--	-----	---	---	---	---	---

продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7
Тема 2. Водоспоживачі. Сантехнічне обладнання будинків	1,0	-	-	6	2	9
Тема 3. Системи та схеми водопостачання. Транспортування води. Вільні напори. Протипожежне водопостач.	1,5	2	-	12	10	25,5
Тема 4. Системи подачі і розподілу води. Напірно-регулюючі споруди.	1,5	2	2	12	-	17,5
Разом: змістовий модуль 1	5	4	2	36	12	59

Змістовий модуль 2

Тема 5. Водозабірні споруди підземних та поверхневих вод. Насосні станції	1,5	2	2	8	6	28,5
Тема 6. Споруди, методи і способи підготовки води для питних та технологічних потреб. Спеціальні методи підготовки води: пом'якшення, стабілізація, знесолення, дезодорація, охолодження	1,5	-	-	8	2	8,5
Тема 7. Системи і схеми водовідведення. Зовнішні мережі. Насосні станції перекачки стічних вод	1,0	-	-	6	4	6
Тема 8. Очищення стічних вод, способи очистки, технологічні схеми очищення побутових стічних вод	1,0	-	-	6		6
Разом: змістовий модуль 2	5	2	2	28	12	49
ВСЬОГО	10	6	4	64	24	108

5. Теми практичних занять Денна форма навчання

№ п/п	Тема заняття	Об'єм в год.
1	2	3
1.	Визначення середніх та максимально-добових витрат	

продовження таблиці

1	2	3
1	води. Визначення погодинних витрат води. Побудова інтегрального графіку водоспоживання населеного пункту, визначення секундних та річних витрат води, вибір режиму роботи НС-II	2
2	Трасування водопровідної мережі сільського населеного пункту. Визначення розрахункових довжин, визначення вузлових відборів. Попередній поточкорозподіл води по ділянкам. Визначення економічно-найвигідніших діаметрів ділянок мережі. Гідравлічна ув'язка ВМ.	2
3	Проектування та розрахунок водозабірних свердловин. Розрахунок станції водопідготовки.	2
4.	Вибір схеми водовідведення та трасування водовідвідної мережі	2
	Всього	8

Заочна форма навчання

№ п/п	Тема заняття	Об'єм в год.
1	Визначення середніх та максимально-добових витрат води. Визначення погодинних витрат води. Побудова інтегрального графіку водоспоживання населеного пункту, визначення секундних та річних витрат води, вибір режиму роботи НС-II	2
2	Трасування водопровідної мережі сільського населеного пункту. Визначення розрахункових довжин ділянок мережі, визначення вузлових відборів. Попередній поточкорозподіл води по ділянкам мережі (кільцева та тупикова мережі). Визначення економічно-найвигідніших діаметрів ділянок мережі. Гідравлічна ув'язка водопровідної мережі методом М.М. Андріяшева	2
3.	Вибір схеми водовідведення та трасування водовідвідної мережі	2
	Всього	6

6. Теми лабораторних робіт

Денна форма навчання

№ п/п	Назва лабораторних робіт	Об'єм в год.
1	2	3
1	З'єднання металевих та неметалевих труб	2

продовження таблиці

1	2	3
2	Арматура та фасонні частини на мережі	2
3	Гідравлічне випробування трубопроводів	2
4	Фільтри водозабірних свердловин	2
	Всього	8

З а о ч н а ф о р м а н а в ч а н н я

№ п/п	Назва лабораторних робіт	Об'єм в год.
1	З'єднання металевих та неметалевих труб	2
2	Арматура та фасонні частини на мережі	2
	Всього	4

7. Самостійна робота

Д е н н а ф о р м а н а в ч а н н я

За навчальним планом на самостійну роботу студентів відводиться 52 год. Самостійна робота (СРС) включає такі види робіт:

- ✓ самостійне опрацювання лекційного матеріалу з кожної теми;
- ✓ самостійне опрацювання матеріалу, який не увійшов у лекційний курс;
- ✓ самостійне опрацювання рекомендованої літератури з навчальної дисципліни; підготовка до виконання лабораторних робіт; підготовка до здачі 2 змістовних та підсумкового модулів.

З а в д а н н я д л я с а м о с т і й н о г о о п р а ц ю в а н н я

№ тем	Тема самостійної роботи	Кількість год
1	2	3
1	Нормативна база для проектування, будівництва і експлуатації систем водопостачання і водовідведення	2
2	Особливості проектування систем пожежегасіння в сільській місцевості в сучасних умовах	2
3	Конструктивне облаштування водопровідних мереж та напірно-регулюючих споруд	2
4	Схеми і системи штучного поповнення підземних вод	2
5	Внутрішні водопроводи тваринницьких ферм	2
6	Водопостачання пасовищ	2
7	Польове водопостачання	2
8	Вітчизняний та закордонний досвід проекту-	

1	2	3
	вання систем сільськогосподарського водопостачання і водовідведення	2
9	Внутрішня каналізація будівель в сільській місцевості	2
	Разом	18

Заочна форма навчання

За навчальним планом на самостійну роботу студентів відводиться **64** год. Самостійна робота (СРС) включає такі види робіт:

✓ самостійне опрацювання лекційного матеріалу, який не викладається на лекціях; самостійне опрацювання рекомендованої літератури з навчальної дисципліни; підготовка до виконання лабораторних робіт; підготовка до здачі 2 змістовних (тести) та підсумкового модулів.

8. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Денна (заочна) форма навчання

Студенти денної та заочної форм навчання виконують курсовий проект на тему: «**Проектування систем водопостачання та водовідведення сільського населеного пункту**». Курсовий проект складається з пояснювальної записки на 20-25 стор. рукописного тексту, в тому числі розрахункових схем, та листа формату А1 з графічним матеріалом, який включає проектний геолого-технічний розріз свердловини, схеми трасування водопровідних та водовідвідних мереж з нанесенням водопровідних та водовідвідних колодязів та арматури. Склад пояснювальної записки: вибір систем водопостачання та водовідведення сільського населеного пункту, трасування і розрахунок водопровідних та водовідвідних мереж, розрахунок водозабірної свердловини, призначення споруд для підготовки води та очистки стічних вод.

9. Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни „Водопостачання і водовідведення” використовується інформаційно-ілюстративний метод навчання із застосуванням:

- ✓ Лекційний курс проводиться із застосуванням ТЗН (кодоскоп), демонстрацією роздаткових матеріалів, плакатів, прорізок.
- ✓ Лабораторні заняття проводяться в буровому павільйоні із використанням наочних матеріалів, установок, приладів, обладнання.
- ✓ Методи активного навчання (МАН) включають розгляд та аналіз

проблемних ситуацій, пов'язаних з вибором раціональних методів та способів підготовки води, схем водопостачання і водовідведення.

- ✓ Складання реферату за результатами самостійної роботи.
- ✓ Робота в Інтернеті. Консультації.
- ✓ Самостійна робота студентів, в тому числі, виконання курсового проекту.

10. Методи оцінювання

Введена кредитно-модульна система організації навчального процесу із 100-бальною шкалою оцінювання знань студентів.

- ✓ **Поточний контроль знань** передбачає усне опитування на лабораторних заняттях, розв'язок задач за темами практичних занять, та тестування за двома змістовими модулями;
- ✓ **Підсумковий контроль знань** проводиться у вигляді підсумкового контролю з використанням білетів; оцінка за курсовий проект; підсумковий тестовий залік (при необхідності).

11. Організація поточного контролю знань студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр денної форми навчання

11.1 Об'єктами поточного контролю знань студентів бакалаврської програми підготовки є:

- ✓ систематичність відвідування та активність роботи на лекціях;
- ✓ систематичність відвідування та активність роботи на лабораторних та практичних заняттях; наявність повного конспекту лекцій та журналів лабораторних робіт, їх оформлення;
- ✓ тестове опитування; виконання індивідуальних завдань для самостійного опрацювання; виконання розділів курсового проекту.

11.1.1. При контролі систематичності та активності роботи на лекціях оцінюванню в балах підлягають:

- ✓ систематичність відвідування лекційних занять; рівень знань, продемонстрований у відповідях і виступах на лекційних заняттях; активність при обговоренні питань, що винесені на лекційне заняття; наявність повного конспекту лекцій, його оформлення; результати задачі тестових модулів.

11.1.2. При контролі систематичності та активності роботи на практичних заняттях оцінюванню в балах підлягають:

- ✓ систематичність відвідування практичних занять; рівень знань, продемонстрований у відповідях і виступах на практичних заняттях; активність при виконанні завдань, що винесені на практичне заняття; повнота виконання завдання на практичному занятті; наявність повного конспекту практичних занять, його оформлення.

11.1.3 При контролі систематичності та активності роботи на лабораторних заняттях оцінюванню в балах підлягають:

✓ систематичність відвідування лабораторних робіт; самостійність у підготовці та виконанні лабораторних робіт; повнота оформлення журналу лабораторних робіт; рівень знань при захисті лабораторних робіт; активність при обговоренні питань, що винесені на лабораторні роботи; результати експрес - контролю при захисті лабораторних робіт.

11.1.4 При контролі виконання індивідуальних завдань для самостійного опрацювання, які передбачені робочою програмою дисципліни „Водопостачання і водовідведення”, оцінюванню в балах підлягає:

✓ самостійне опрацювання тем по кожному окремо взятому питанню та в цілому; повнота висвітлення питання; підготовка конспектів навчальних та наукових текстів; новизна матеріалу; оформлення.

11.2. При контролі виконання індивідуального навчально-дослідного завдання оцінюванню в балах підлягає:

✓ самостійне опрацювання завдання; повнота освітлення питання; оформлення у відповідності із ЄСКД та СПДБ; рівень знань при захисті курсового проекту.

11.3 Модульний контроль (змістові модулі) проводиться у формі тестів або розв'язання практичних завдань під час проведення лабораторних робіт.

11.4. Оцінювання знань студентів за результатами поточного контролю здійснюється в діапазоні від 0 до 60 балів (включно).

12. Організація поточного контролю знань студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр заочної форми навчання

12.1 Формами поточного контролю знань студентів заочної форми навчання є виконання індивідуального навчально-дослідного завдання (курсів проекту).

12.2. При контролі виконання індивідуального навчально-дослідного завдання оцінюванню в балах підлягає:

✓ самостійне опрацювання завдання; повнота освітлення питання; оформлення у відповідності із ЄСКД та СПДБ; рівень знань при захисті курсового проекту.

12.3 На поточний контроль виноситься завдання двох модулів, що охоплюють ключові теми курсу. Завдання для модульного контролю затверджуються в установленому порядку.

12.4. Оцінювання знань студентів за результатами поточного контролю здійснюється в діапазоні від 0 до 60 балів (включно).

13. Підсумкове оцінювання знань за результатами поточного модульного контролю та тестування

13.1. З нормативної навчальної дисципліни, де оцінювання рівня знань студентів відповідно до навчального плану у формі екзамену здійснюється за результатами поточного модульного контролю та оцінюється в діапазоні від 0 до 40 балів (включно).

13.2. В разі не виконання певного завдання поточного контролю з об'єктивних причин, студенти мають право, за дозволом декана, скласти їх повторно, до закінчення останнього лабораторного заняття. Час та порядок складання визначається викладачем.

13.3. Підсумковий бал за результатами поточного модульного контролю оформлюється під час останнього лабораторного заняття, а на заочній формі – за розкладом екзаменаційно - лабораторної сесії.

13.4. Кількість балів з дисципліни за результатами поточного контролю (від 0 до 60 балів включно), вноситься до відомості обліку успішності за поточним модульним контролем.

13.5. Студенти, які набрали за результатами поточного і підсумкового контролю від 0 до 36 балів, зобов'язані написати заяву на повторне вивчення курсу.

13.6. Студенти, які набрали за результатами поточного і підсумкового контролів від 36 до 59 балів зобов'язані написати заяву на індивідуально-консультаційну роботу з викладачем згідно з направленням деканату, отримувати та здавати викладачу під час консультацій виконані завдання, модулі і набрати бали поточної успішності, в кінці семестру, згідно до графіка, затвердженого деканатом, отримати підсумковий модульний контроль.

14. Розподіл балів, що присвоюються студентам

Шкала оцінювання в КМСОНП ECTS

Національна шкала	Шкала НУВГП	Шкала ECTS
Відмінно	90-100	A
Дуже добре	82 -89	B
Добре	74 - 81	C
Задовільно	64-73	D
Достатньо	60 - 63	E
Незадовільно з можливістю повторного складання	37 - 59	FX
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	1 -36	F

Денна форма навчання

Модуль 1 Лекції, лабораторні роботи, поточне тестування										Підсумковий модуль	Разом	
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2							
T1	T2	T3	T4	ТЕСТ	T5	T6	T7	T8	ТЕСТ			
5	5	5	5	10	5	5	5	5	10			
30					30					40	100	
Курсовий проект												
Пояснювальна записка				Відповідність завданню				повна				50
				Самостійність виконання				10				
				Повнота висвітлення розділів –				13				
				Оформлення у відповідності ЄСКД та СПДБ –				10				
				Захист -				17				
Графічна частина				Відповідність завданню –				повна				50
				Самостійність виконання				10				
				Повнота висвітлення розділів –				17				
				Оформлення у відповідності ЄСКД та СПДБ –				13				
				Захист -				10				
Всього										100		

Заочна форма навчання

Модуль 1: Лекції, лабораторні роботи, поточне тестування										Підсумковий модуль	Разом
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						
T1	T2	T3	T4	ТЕСТ	T5	T6	T7	T8	ТЕСТ		
5	5	5	5	10	5	5	5	5	10		
30					30					40	100
Курсовий проект											
1			2				3			4	
Пояснювальна записка			Відповідність завданню				повна				
			Самостійність виконання				10				
			Повнота висвітлення розділів				13				
			Оформлення у відповід-								

1	2	3	4
Пояснювальна записка	ності ЄСКД та СПДБ – Захист -	10 17	50
Графічна частина	Відповідність завданню – Самостійність виконання Повнота висвітлення розділів – Оформлення у відповідності ЄСКД та СПДБ – Захист -	повна 10 10 13 10	50
Всього			100

Максимальна кількість балів, яку може набрати студент при вивченні курсу "Водопостачання і водовідведення" упродовж семестру становить 100 балів. Студент на екзамені може набрати 40 бал, а за решту обов'язкової навчальної роботи – 60 балів.

15. Методичне забезпечення

Методичне забезпечення навчальної дисципліни «Водопостачання і водовідведення» включає:

- ✓ освітньо-професійна програма підготовки бакалавра напряму 6.092602 «Гідромеліорація» (шифр за ОПП 3.17);
- ✓ підручник «Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення», Рівне, УДУВГП, 2002;
- ✓ посібник «Проектування систем сільськогосподарського водопостачання», Рівне, НУВГП, 2005;
- ✓ опорний конспект лекції на паперовому носії;
- ✓ опорний конспект лекцій на електронному носії;
- ✓ комплект прозірок (фолій);
- ✓ друкований роздатковий матеріал;
- ✓ методичні вказівки до виконання лабораторних робіт;
- ✓ методичні вказівки до виконання індивідуально-дослідного завдання (курсowego проекту) для студентів заочної форми навчання;
- ✓ питання до тестових програм;
- ✓ пакети контрольних завдань для оцінювання поточних знань студентів з лабораторних та практичних занять.

16. Рекомендована література

16.1. Базова література

1. **ВБН 46/33—2.5—5—96.** Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. - К., 1996. - 152 с.

2. **СНиП 2.04.02-84.** Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.- 136с.
3. **СниП 2.04.01-85.** Внутренний водопровод и канализация зданий. - М.: Стройиздат, 1986. – 56с.
4. **СниП 2.04.03-85.** Канализация. Наружные сети и сооружения.- М.: ЦИИТП Госстроя СССР, 1986. 62с.
5. **Державні санітарні норми і правила** “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання»–К.,1996. – 8с.

16.2. Допоміжна література

1. **Орлов В.О.** Сільськогосподарське водопостачання: Підручник. – К.: Вища школа, 1998. - 182 с.
2. **Орлов В.О., Зошук А.М.** Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення. Підручник. - Рівне; УДУВГП, 2002. – 203с.
3. **Орлов В.О., Зошук А.М.** Проектування систем сільськогосподарського водопостачання. Рівне: НУВГП, 2005.- 252с.
4. **Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Зошук А.** Проектування станцій прояснення та знебарвлення води. – Рівне: НУВГП, 2007. – 252с.
5. **Тугай А.М., Орлов В.О.** Водопостачання. Підручник для вузів. Рівне, РДТУ, 2001. – 429с.
6. **Тугай А.М., Орлов В.О., Шадура В.О.** Буріння свердловин для водопостачання. – Рівне: РДТУ, 2000. – 140с.
7. **Орлов В.О., Назаров С.М., Шадура В.О.** Проектування водозабірних споруд. Навч. посібник. – Рівне: УДУВГП, 2002. – 128с.
8. **Хоружий П.Д., Орлов В.О., та інші.** Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації. К., Урожай, 1992. – 294с.
9. **Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А.** Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання. К., КНУБА, 2001. – 168с.
10. **Василенко А.А.** Водоотведение. Курсовое проектирование. -К.; Вища школа, 1988. - 188 с.
11. **Ковальчук В.А.** Очистка стічних вод. - Рівне: ВАТ "Рівненська друкарня", 2002. - 622 с.
12. **Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л.** Санітарно-технічне обладнання будинків: Підручник. - Рівне: УДУВГП, 2003. - 442 с.

16.3. Методичні вказівки

1. Орлов В.О., Косінов В.П. Методичні вказівки 055-61 до виконання лабораторної роботи «Арматура на мережі». Рівне: УДУВГП. – 1993. 20с.
2. Ткачук О.А., Шадура В.О. Методичні вказівки 055-64 до виконання лабораторної роботи « Труби та їх з'єднання». Рівне: УДУВГП. –

1995. 24с.

3. Орлов В.О. Методичні вказівки 055-71 до виконання курсового проекту «Водозабірні споруди» студентами спеціальності 6.092601 «Водопостачання, каналізація» заочної форми навчання. Рівне: УДАВГ.- 1998. 28с.

4. Шадура В.О., Мартинов С.Ю. Методичні вказівки 055-127 до оформлення курсових та дипломних проектів для студентів спеціальності 7.092601, 8.092602 “Водопостачання, водовідведення” всіх форм навчання. Рівне: РДТУ.- 2002. 18с.

5. Шадура В.О., Косінов В.П. Методичні вказівки 055-130 до виконання курсових і дипломних проектів «Сталеві фасонні частини і деталі для конструювання вузлів водопровідних мереж і водоводів» для студентів всіх форм навчання. Рівне: УДУВГП. 2003.-42с.

5. Орлов В.О., Зошук А.М., Косінов В.П. Методичні вказівки 055-145 до виконання курсового проекту „Водопостачання сільського населеного пункту” студентами спеціальності 6.092601 „Гідромеліорація” заочної форми навчання. Рівне: НУВГП. 2006.- 39с.

17. Інформаційні ресурси

1. Програми рекомендованих навчальних дисциплін підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр напряму підготовки 0962 «Водні ресурси». – Київ - Рівне, 2005.
2. //RSTu.rv.na/kaf/vbs/002/html: Національний університет водного господарства та природокористування/ кафедра водопостачання та бурової справи/ Методичне забезпечення, підручники і носії/ 8, 14
3. Бібліотеки:
 - НУВГП – 33000, м. Рівне, вул. Приходька, 2 корпус;
 - обласна наукова – 33000, м. Рівне, майдан Короленка,6;
 - міська бібліотека – 33000, м. Рівне, вул. Гагаріна,67.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ОКРЕМИХ МОДУЛІВ ТА ТЕМ

Тема 1. Вступна лекція. Джерела водопостачання

Сільськогосподарське водопостачання – це комплекс заходів, за допомогою яких забезпечуються всі потреби сільськогосподарських споживачів у воді. До цих засобів належать: добування води; підняття води насосним устаткуванням і транспортування її до місць споживання; розподіл її між споживачами з поліпшенням умов для більш зручного і доцільного постачання.

Мета сільськогосподарського водопостачання:

- задовольняти зростаючі потреби споживачів у доброякісній воді;
- сприяти зменшенню кількості інфекційних захворювань;
- забезпечувати випуск, поліпшувати якість, знижувати собівартість сільськогосподарської і промислової продукції, сприяти збільшенню її кількості;
- забезпечувати потребу у воді під час гасіння пожеж;
- забезпечувати поливання присадибних ділянок, вулиць, теплиць.

Каналізація або водовідведення - це комплекс інженерних заходів щодо організації збирання, транспортування, очищення і знезараження стічних вод, що використовувалися для певних потреб і тому набули додаткового забруднення.

Вода в житті людини має велике значення. Для фізіологічних потреб на добу потрібно 2,5л, але ресурси прісної води на земній кулі далеко неоднакові і більш як 500 млн. чоловік страждають від захворювань, спричинених дефіцитом або низькою якістю питної води. Водночас в цілому на земній кулі на одного мешканця на рік припадає більш як 1000м³ прісної води.

Перші відомості про штучні споруди для добування води припадають на 3 тисячоліття до н.е., коли в Стародавньому Єгипті використовували механізми для підняття води з колодязів (подібні до наших “журналів”). В Єгипті і Вавилоні воду з резервуарів розподіляли за допомогою гончарних, дерев’яних, мідних, свинцевих труб. У I ст. до н.е. в Середній Азії (розкопки біля Термеза) використовували відстійники, розподільні труби. У Криму в розкопках знайдено залишки централізованих систем водопостачання, які включали каптаж джерельних вод із накопичувачем, розподільну мережу з каналів, споруджуваних з каменю або керамічних труб, водоприймальні баки у будівлях. Інтенсивне будівництво водопроводів почалося з XII ст.; наприкінці його побудовано перший самопливний водопровід у Парижі, а в XIII ст.- у Лондоні. В XI-XII ст. у Криму та Середній Азії використовували цистерни для збирання атмосферних вод. Використовували й дерев’яні труби з двох вирубаних дерев’яних пластин, щільно з’єднаних і обмотаних берестом. Більшість фортець було обладнано водопроводом у XII-XIV ст. (Московський Кремль – у XV); Кам’янець-Подільська фортеця – у XVII ст. мала в скелі колодязь 60м завглибшки, а вода до нього потрапляла з річки прихованим каналом. У Києві самопливний водопровід забирав джерельну воду з Андріївської та Киселівської гір і доводив дерев’яними свердленими трубами до Домініканського монас-

тиря, до резервуара, розташованого на 30м вище Подолу, до фонтана на Торгівельному майдані. Найбільш інтенсивне будівництво водопроводів починається в XIX ст. У 20-і роки в Одесі роблять підземні резервуари, які збирають дощову воду, на початку 40-х років там вже було 152 цистерни, місткість яких досягала 500м³. У 1843-1850 рр. у Севастополі також було побудовано великі цистерни. Напірний водовід від Великого фонтана було побудовано в Одесі в 1843-1850рр. Воду забирали з водозабірної галереї двома паровими машинами з поршневыми насосами і подавали у чавунний водопровід 12км завдовжки. На початку XIX ст. побудовано самопливні водопроводи у Феодосії, Керчі, Старому Криму, Бахчисараї. У 1850 у Севастополі зведено в дію технічний водопровід доків.

Забирання підземних вод здійснюють інколи свердловинами, для чого в землю забивають обсадні дерев'яні (сосна, дуб) труби, які мають зовнішній діаметр 325мм, внутрішній – 175мм. Такі свердловини до 200м завглибшки є в Одесі, Сімферополі, Керчі, Луганську. Централізовані водопроводи мали Одеса (з 1853р.- з Великого фонтану, з 1873 р.- з Дністра), Києва (1870-1872рр. з Дніпра), Катеринослав (1873р.), Харків (1879 р.), Севастополь (1880р.), Ялта (1889р.). Київ спочатку отримував воду з Дніпра, причому її попередньо очищали на повільних фільтрах. Оскільки вода була кольоровою, очищувалася вона погано, тому з 1895р. на Подолі почали бурити свердловини. У 1908р. у Київ вже подавали повністю артезіанську воду (30000м³/добу). До 1914р. побудовано водопроводи у 215 містах тодішньої Росії.

Розвитку систем водопостачання та їх раціональному використуванню в різні роки було приділено багато уваги, прийнято різні постанови, виділено кошти. Основні обов'язки водоспоживачів відповідно до Основ водного законодавства такі: раціонально використовувати водні об'єкти; дбати про економне використання; відновлення і збереження водних джерел; вживати заходи щодо запобігання забрудненню водних джерел, скиданню стічних вод, які містять токсичні речовини; не порушувати права інших споживачів, не завдавати шкоди природним водним об'єктам; тримати у робочому стані водогосподарські споруди, які впливають на якість води, здійснювати облік водоспоживання; не використовувати високоякісні підземні води для інших, крім питних, потреб. За постановою Кабінету Міністрів України №1269 від 17 листопада 1997 року “Про програму розвитку водопровідно-каналізаційного господарства” на 1 січня 1997 року централізованим питним водопостачанням забезпечено селищ міського типу тільки 91%, а сіл і того менше - 19,5%,

понад 1200 сіл користуються привізною водою.

Згідно із Законом України “Про пріоритетність соціального розвитку села та агропромислового комплексу в народному господарстві України” передбачено будівництво та зведення в дію групових водопроводів, а саме: у Дніпропетровській області – Синельниківського, Слов’янського, Великомихайлівського, Солоняно-Токмаківського, Нікопольського, Софіївського, у Запорізькій - Західного, Новомиського, Чернігівського, Щербаківського, Приморського, в АР Крим - Роздольненського, Чорноморського, Білогорського. В усіх областях України передбачається розширення мережі локальних водопроводів із забиранням води з підземних горизонтів, передусім у районах, які найбільше постраждали від Чорнобильської катастрофи.

Джерелами прісної води можуть бути поверхневі і підземні води, атмосферні води, води льодовиків. Запаси їх неоднакові і використовуються вони також не в однаковій кількості.

До поверхневих вод відносяться води рік, озер, водосховищ, ставків, каналів та морів. Підземні води містяться в порях порід земної кори, до них відносяться води джерел. Атмосферні води перебувають в атмосфері у вигляді пари. Вода льодовиків знаходиться на поверхні земної суші, в морях і океанах в твердому стані.

Води поверхневих джерел мають відносно велику каламутність (особливо в період паводків) та кольоровість, велику кількість органічних речовин, бактерій, планктону, малу кількість солей і, в тому числі, невелику жорсткість (за винятком води морів і деяких озер). Якість і кількість води поверхневих джерел залежать від кількості та інтенсивності атмосферних опадів, танення снігів, забруднення поверхні. Крім того, для поверхневих джерел характерними можуть бути наявність шуги, шугозажори, донний лід, льодостав, льодохід, затори, пересихання, зміна русла тощо. Гірські річки, внаслідок великих швидкостей течії, тягнуть багата наносів. При цьому транспортуються не тільки маленькі часточки ґрунту, а й окреме каміння. Коливання рівнів води в поверхневих джерелах може бути значним.

Підземні води майже не мають завислих частинок, забарвлення, але часто мають підвищену жорсткість, відрізняються значним вмістом солей заліза і інших елементів. інколи дуже мінералізовані, можуть мати розчинені гази. Більшість підземних вод надійно захищені від попадання в них забруднених поверхневих стоків. Їх кількість і якість меншою мірою, ніж поверхневі води, залежить від атмосферних опадів. Джерела або ключі - це підземні води, що вільно виліваються на поверхню землі. За температурою підземні води діляться на

надзвичайно холодні $< 0^{\circ}\text{C}$, дуже холодні $0...4^{\circ}\text{C}$, холодні $4...20^{\circ}\text{C}$, теплі $20...37^{\circ}\text{C}$, гарячі $37...42^{\circ}\text{C}$, дуже гарячі $42...100^{\circ}\text{C}$, надзвичайно гарячі $> 100^{\circ}\text{C}$. Підземні води характеризуються природними та експлуатаційними запасами. Природні запаси знаходяться у водоносних пластах у природному стані в порах і тріщинах водоносних порід. Експлуатаційні запаси можна отримати із водоносного пласта раціональними, в техніко-економічному відношенні, водозабірними спорудами за заданим режимом експлуатації і якості води.

Вибір джерела водопостачання є одним із найважливіших завдань при проектуванні систем водопостачання для найрізноманітніших об'єктів і споживачів. Від джерела водопостачання значною мірою залежить тип усієї системи, спосіб водопідготовки, наявність тих чи інших споруд і, в результаті, вартість її спорудження та експлуатації. Надійність роботи систем водопостачання також значною мірою залежить від джерела водопостачання, забезпеченості його витрат, рівнів, якості води, часу та швидкості зміни цих показників. У системах водопостачання допускається використання одночасно декількох джерел із різними характеристиками. Джерела господарсько-питного водопостачання слід вибирати згідно ГОСТ 2761-84, який передбачає максимальне використання підземних вод, які задовольняють санітарно-гігієнічні вимоги.

При виборі джерела враховуються такі умови:

- повинен забезпечуватись забір води в необхідній кількості із врахуванням збільшення відбору в перспективі на 15...20 років;
- вода має подаватись споживачам безперервно;
- якість води повинна бути максимально наближена до вимог споживачів;
- затрати на подачу води повинні бути найменшими;
- відбір води не повинен порушувати екологічний стан місцевості.

За існуючим законодавством підземні води високої якості не бажано використовувати на інші, крім господарсько – питних, потреби. В більшості випадків теплові електростанції забирають воду із потужних поверхневих джерел. Техніко - економічне обґрунтування вибору джерела слід проводити з урахуванням всіх витрат на спорудження і експлуатацію системи водопостачання в цілому.

Контрольні запитання

1. Дайте означення дисципліни «Сільськогосподарське водопостачання», яка її мета і завдання?
2. Дайте означення дисципліни «Водовідведення», яка її мета і завдання?

3. Зробіть екскурс в історію водопостачання.
4. Який сучасний стан водопостачання на Україні?
5. Наведіть загальні відомості про джерела водопостачання.
6. Дайте характеристику поверхневого джерела водопостачання.
7. Опишіть основні ознаки підземних джерел водопостачання.
8. Як здійснюється вибір джерела водопостачання.

Тема 2. Водоспоживачі. Санітарно-технічне обладнання будинків

В населених пунктах усіх водоспоживачів можна згрупувати так: комунальний сектор, підприємства, поливання, тваринницькі ферми, спеціальні споживачі. До споживачів комунального сектора належать: населення й худоба в особистому утриманні, а також різноманітні комунальні підприємства (лазні, лікарні, їдальні, дитячі садки тощо). Вода всіма споживачами витрачається нерівномірно. Врахувати всі коливання практично не можливо. Якщо розглядати добове водоспоживання, то його можна зобразити у вигляді графіку, який показує в процентах від максимально добового водоспоживання кількість забраної води в будь-який момент (рис. 2.1). На ступеневому графіку можна виділити максимальну $q_{г.маx}$ та мінімальну $q_{г.мін}$ ординати.

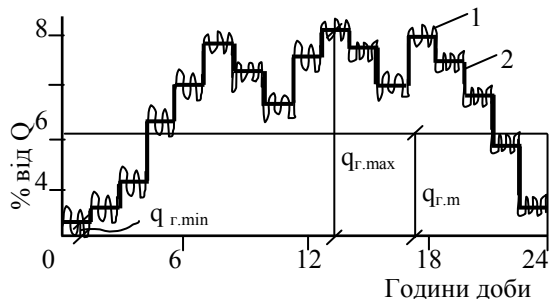


Рис. 2.1. Ступеневий графік добового водоспоживання
1 - фактичний;
2 - розрахунковий (ступеневий)

Такий графік із математичної точки зору характеризується годинним коефіцієнтом нерівномірності

$$\begin{aligned} \text{максимальним} \quad K_{г.маx} &= q_{г.маx} / q_{г.м} , \\ \text{мінімальним} \quad K_{г.мін} &= q_{г.мін} / q_{г.м} , \end{aligned} \quad (2.1)$$

де $q_{г.м}$ - середньогодинні витрати, м³/год.

За даними багаторічних спостережень за водоспоживанням комунального сектора різних населених пунктів побудовані типові графіки водоспоживання. Добова нерівномірність визначається коефіцієнтами добової нерівномірності: максимальним $K_{д.маx}$ і

мінімальним $K_{d.min}$. Так схема витрачання води існує практично кожену добу.

Упродовж року водоспоживання коливається залежно від сезону (літній чи зимовий, в деяких випадках може бути ще весняно-літній та осінньо-зимовий), режиму роботи підприємств, агрокліматичних умов, зміни сільськогосподарських робіт, вихідних, робочих та святкових днів тощо. Коливання водоспоживання є і упродовж місяців та тижнів. Все ж таки більш суттєві зміни водоспоживання бувають упродовж доби. Ці коливання залежать від нічного й денного часу, режиму роботи підприємств, проведення різноманітних сільськогосподарських робіт, погодних умов, особливостей побуту місцевого населення, робочого або вихідного дня, свят, проведення культурних, спортивних та інших заходів. Упродовж однієї години також спостерігається коливання водоспоживання, яке залежить від кон'ярукції водорозбірної арматури, самопочуття людей, збігу перелічених вище обставин.

Поливання територій поділяється на механізоване миття, механізоване або ручне поливання майданів і проїздів із поліпшеним покриттям, поливання газонів, квітників, міських зелених насаджень, посадок у теплицях, а також присадибних ділянок. Відповідно до кліматичних умов здійснюють 1 - 2 поливання на добу. Звичайно, його проводять ввечері або вранці по кілька годин (3...5год). Нерівномірність відбирання води для поливів існує, але при проектуванні його беруть рівномірним упродовж усіх годин здійснення. Поливання проводять звичайно, в літній період. Тривалість поливального періоду залежить від місцевих умов: на півдні звичайно, він триваліший. Години, в які проводять поливання, не повинні збігатися з годинами максимального споживання води на інші потреби. Витрати води на поливання дуже значні. Поки що при проектуванні передбачається поливання тільки 0,05га при коефіцієнті нерівномірності водоспоживання 0,4. Зараз у деяких населених пунктах передбачається спеціальний водопровід для поливу, який живиться неочищеною водою поверхневих джерел.

Тваринницькі ферми - молочні, відгодівельні, свинарські, вівчарські та інші є практично у кожному селі. Улітку худобу з молочних, відгодівельних, вівчарських ферм іноді «виганяють» за межі села. При розрахунках водоспоживання витрати ферми влітку можуть не враховуватись. Різні тварини й ферми упродовж доби споживають воду суто за своїм графіком. Проведені дослідження дали типові

графіки використання води на різних фермах.

Підприємства є практично в кожному населеному пункті. Це можуть бути невеличкі заводи місцевої промисловості (цегельні, торфобрикетні, залізобетонних конструкцій тощо), переробки сільськогосподарської продукції (молокозаводи, хлібозаводи, консервні тощо) або заводи-велетні (металургійні, хімічної промисловості, автомобільні тощо). Вони можуть працювати в одну, дві чи три зміни. Воду найчастіше витрачають упродовж робочої зміни, іноді ще півгодини - годину після зміни. Деякі з цих підприємств не працюють в окремі періоди року (цукрозаводи влітку, звичайно, не працюють і вода там не витрачається, а консервні — навпаки). Потреби підприємств у воді складаються з технологічних і господарсько-питних. Режим споживання води на технологічні потреби залежить від устаткування, технології виробництва та інших факторів і встановлюється технологами. Розподіл води за годинами доби на господарсько-питні потреби залежить від належності цехів до гарячих або холодних, тривалості зміни. Крім того, після зміни передбачається приймання працівниками душу. До *спеціальних споживачів* належать станції технічного обслуговування, механічні майстерні, пасовища тощо. Вода, звичайно, витрачається за графіками, які залежать від специфіки споживача. Окремо буде сказано про витрачання води на гасіння пожеж, які можуть виникати достатньо рідко, але витрати води на їх гасіння бувають великими.

Витрати води в системах водопостачання визначають на основі питомих витрат. *Питомими витратами* називають середньодобові за рік витрати води одним споживачем. На господарсько-питні потреби населення питомі витрати, л/доб·люд залежать від ступеня благоустрою будинків.

При проектуванні сільських населених пунктів питомі витрати, л/доб приймаються в залежності від шести ступенів благоустрою для забудови будівлями:

- 1) із водокористуванням із водорозбірних колонок - 30 ... 50,
- 2) обладнаних внутрішнім водопроводом і каналізацією без ванн - 125 ... 150,
- 3) те ж, із газопостачанням - 130 ... 160,
- 4) обладнаними внутрішнім водопроводом, каналізацією й ваннами з водонагрівниками на твердому паливі - 150 ... 180,
- 5) обладнаними водопроводом, каналізацією й ваннами з газовими водонагрівниками - 160 ... 230,

б) обладнаними внутрішнім водопроводом, каналізацією й системою централізованого гарячого водопостачання - 230 ... 350.

Для міських населених пунктів передбачається об'єднання другої і третьої позиції, та четвертої і п'ятої.

Питомі витрати води для худоби, птиці, тварин включають витрати води на напування тварин, приготування кормів, прибирання приміщень і миття обладнання та приймаються в залежності від типу тварин і способу їх утримання.

Питомі витрати води на поливання приймаються в залежності від виду площі, покриття території, способу поливу, виду насаджень, природних і місцевих умов:

а) поливання територій населених пунктів, л/м² на одне поливання: механізоване миття проїздів та майданів із поліпшеним покриттям - 1,2...1,5; механізоване поливання перелічених вище площ 0,3...0,4; поливання вручну (із шлангів) поліпшених покриттів тротуарів і проїздів - 0,4...0,5; поливання газонів і квітників - 4...6;

б) поливання господарських насаджень, л/м² за добу: у ґрунтових зимових теплицях - 15; у стелажних зимових і ґрунтових весняних теплицях, парниках - 6; на присадибних ділянках - овочевих культур - 3... 15, - плодових дерев - 10...15.

Питомі витрати для розрахунку витрат води на технологічні потреби підприємств задають технологи залежно від продукції, що випускається, типу устаткування, схеми промислового водопостачання, кліматичних і інших місцевих умов. Для розрахунків можна користуватися "Укрупненными нормами водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности, М.: Стройиздат, 1982", де наведені витрати води в кубічних метрах на одиницю продукції (т, шт, м³ тощо).

Питомі витрати води на заправлення тракторів або комбайнів - 1 л/доб на 736Вт, заправлення автомобілів - 10л/доб на 1т їх вантажопідйомності; роботу двигунів внутрішнього згоряння: для системи охолодження без обороту води - 15...30л/год на 735Вт, з оборотом води - 3...5л/год на 735 Вт; роботу парового котла - 15...30л/год на 10м² поверхні, миття легкових машин 250...750л (менше при ручному), вантажних 450...1500л, автобусів 750...1200л, автопоїздів 800...1800л. Для двигунів внутрішнього згоряння, що працюють на гасі, витрати води збільшуються у два рази.

Витрати води на господарсько-питні потреби на підприємствах приймаються 45л на людину при цехах із значним тепловиділенням (більше 20ккал на 1м³/год) та 25л на людину – для інших цехів. На

виробництвах, де є забруднення тіл, враховуються витрати води на приймання душів із розрахунку 500л/год на одну душеву сітку упродовж 45хв після закінчення зміни. Отже, для розрахунків $q_d = (500 \times 45) / 60 = 375$ л. При цьому на одну душеву сітку приймається 15 чоловік на виробництвах, де немає забруднення одягу та рук, 7 чоловік – де є забруднення, 5 чоловік – на виробництвах, де використовується вода та значна кількість пилу, 3 чоловіки – на виробництвах із виділенням особливо забруднюючих речовин.

Споруди водопроводів слід розраховувати на найневигодніший для них випадок, тобто на пропускання добових витрат води в добу найбільшого водоспоживання $Q_{д.макс}$. *Добова витрата* всього об'єкта визначається сумою доданків по окремих категоріях споживачів.

Розрахункові (середні за рік) добові витрати води, м³/доб, на господарсько-питні потреби населення

$$Q_{д.м}^н = q_{пит}^ж \cdot N_{ж} / 1000, \quad (2.2)$$

де $q_{пит}^ж$ - питомі витрати води, л/доб на 1 жителя; $N_{ж}$ — розрахункова кількість жителів, чел.

Розрахункові витрати води на добу найбільшого водоспоживання

$$Q_{д.макс}^н = K_{д.макс} \cdot Q_{д.м}^н, \quad (2.3)$$

де $K_{д.макс}$ – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання (для I та II категорії за ступенем забезпеченості подачі води рекомендується приймати $K_{доб.макс}=1.3$, для III категорії - $K_{доб.макс}=1.2$).

Розрахункові добові витрати води, м³/доб, відповідно, на поливання та на промислові потреби

$$\begin{aligned} Q_{д.м}^{пол} &= 10 \cdot q_{пит}^{пол} \cdot F, \\ Q_{д.м}^{пр} &= q_{пит}^{пр} \cdot N, \end{aligned} \quad (2.4)$$

де $q_{пит}^{пол}$ - питомі витрати води на поливання, л/м²; F - поливна площа, га; $q_{пит}^{пр}$ - питомі витрати води на одиницю продукції, м³/доб; N - кількість продукції, що випускається.

Результати визначення добових витрат води зводяться в таблицю з підрахуванням витрат води для кожного типу споживачів окремо і підсумовуванням їх для всього населеного пункту за літній та зимовий періоди [21], табл. 2.11.

Річні витрати води, м³/рік

$$Q_{річ} = Q_{д.м}^н \cdot T_л + Q_{д.м}^з \cdot T_з, \quad (2.5)$$

де $Q_{д.л}^л$, $Q_{д.з}^з$ - розрахункові добові витрати води для населеного пункту, відповідно, за літній та зимовий періоди, м³/доб; $T_л$, $T_з$ - тривалість, відповідно, літнього та зимового періодів, діб.

Процентний розподіл розрахункових погодинних витрат води в добу найбільшого водоспоживання встановлюють для комунального сектора залежно від коефіцієнта годинної нерівномірності водоспоживання

$$K_{г.маx} = \alpha_{маx} \cdot \beta_{маx} , \quad (2.6)$$

де $\alpha_{маx} = 1,4$ (для II категорії); $\alpha_{маx} = 1,3$ (для III категорії) - коефіцієнти, які враховують ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови; $\beta_{маx}$, -коефіцієнт, який враховує кількість мешканців у будинку (приймається від 3 до 1,2).

Година, на яку припадає найбільше значення погодинної витрати води всього населеного пункту, є годиною найбільшого водоспоживання, а витрати води кожного споживача за цю годину приймаються як розрахункові.

Розрахункові витрати води подаються і відводяться з будинків за допомогою внутрішніх систем водопостачання та водовідведення, які характеризуються санітарно-технічним обладнанням будинків.

Загальна схема внутрішнього холодного водопроводу наведена на рис.2.1.

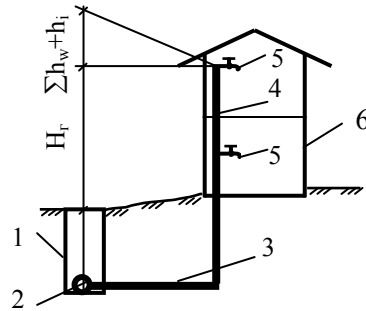


Рис.2.1. Загальна схема внутрішнього водопроводу
 1 – водопровідний колодезь;
 2 – водопровідна мережа;
 3 – ввід; 4 – внутрішня мережа;
 5 – водорозбірна арматура;
 6 - будинок

Система внутрішнього водопроводу влаштовується зі сталевих, поліетиленових, склопластикових труб. Ввід може виконуватись із чавунних труб. При вході вводу в будинок на ньому влаштовується водомірний вузол, в склад якого входить водолічильник з запірною арматурою з двох боків і обвідною лінією із постійно опломбованою засувкою. Внутрішня мережа складається з магістральних (горизонтальних) ліній, стояків і підводок до водорозбірної арматури. Магістральна мережа може тупиковою та кільцевою. Схема її

розташування в плані залежить від компоновки будинків і розташування в них водорозбірних приладів і, в тому числі, санвузлів, які в будинках на поверхах, звичайно розташовують один під одним і через них проходять стояки.

До водорозбірної арматури відносяться крани, змішувачі, поплавкові клапани для змивних бачків і водонапірних баків. Крани можуть бути водорозбірні, туалетні, лабораторні, пісуарні, пожежні. В задачу розрахунку мережі входить визначення діаметрів ділянок мережі і втрат напору на них, які потім використовуються для визначення напору на ввіді або для підбору спеціальних підвищуючих насосів у висотних будинках та висоти розташування водонапірних баків або напорів гідропневматичних установок. Основою для розрахунку є витрати води, які на відміну від розрахунку зовнішніх мереж (буде далі), враховують витрати води через водорозбірну арматуру, кількість цієї арматури та ймовірність одночасної їх дії.

В будинках паралельно із холодним водопроводом може існувати і система гарячого водопостачання, яка може бути місцевою або централізованою. В місцевій системі передбачається спеціальний водопідігрівач (на твердому паливі, газу, електриці), до якого підводиться холодна вода, а від нього системою трубопроводів відводиться гаряча вода. Централізовані системи можуть бути відкриті і закриті. У відкритих системах гаряча вода поступає безпосередньо від котельної у внутрішню мережу, а в закритих в будинок від котельної поступає теплоносій (перегріта вода, пара), який у водонагрівачі нагріває холодну воду.

Загальна схема внутрішньої каналізації наведена на рис.2.2. Внутрішні каналізаційні системи мають приймальники та мережу внутрішніх відвідних труб, стояків, випусків та дворової мережі. Приймальниками можуть бути санітарні пристрої (унітази, пісуари, раковини, мийки, трапи тощо), різноманітні лійки, відкриті та закриті лотки. Всі приймальники при підключенні до стояків повинні мати гідравлічні затвори для попередження проникнення газів із стояків в приміщення. Внутрішня каналізація виконується із поліетиленових та чавунних труб. Розрахунок каналізаційної мережі зводиться до визначення діаметрів, уклонів і пропускної здатності окремих ділянок за даними витрат води, які поступають від водорозбірної арматури на цю ділянку. З дворової мережі стічні води надходять у самопливну вуличну мережу.

На практичних використовувати [21] стор. 9...16, 35...36, 68...71.

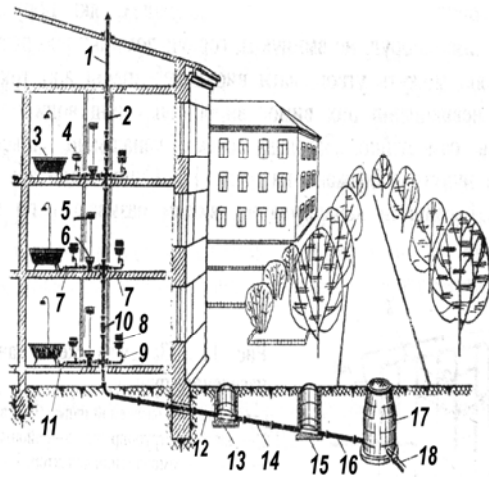


Рис.2.2. Загальна схема внутрішньої каналізації

1 - витяжна труба; 2 - стояк; 3 - ванна; 4 - умивальник; 5 - змивний бачок; 6 - унітаз; 7 - відвідна труба; 8 - мийка; 9 - гідравлічний затвор; 10 - ревізія; 11 - напольний сифон; 12 - випуск; 13 - оглядовий колодезь дворової мережі; 14 - дворова мережа; 15 - контрольний колодезь; 16 - з'єднувальна лінія; 17 - оглядовий колодезь вуличної мережі; 18 - вулична мережа

Контрольні запитання

1. Наведіть характеристику водоспоживачів населених пунктів.
2. Наведіть режими водоспоживання.
3. Розкажіть про добовий графік та інтегральну криву водоспоживання.
4. Що таке питомі витрати?
5. Як визначаються добові розрахункові витрати, годинні, секундні, річні?
6. Що таке коефіцієнти нерівномірності і як вони визначаються?
7. Опишіть загальну схему внутрішнього холодного водопроводу.
8. Яка існує водорозбірна арматура?
9. В чому полягає розрахунок внутрішнього водопроводу?
10. Які існують системи гарячого водопостачання?
11. Опишіть загальну схему внутрішньої каналізації.

Тема 3. Системи та схеми водопостачання. Вільні напори.

Протипожежне водопостачання.

Системою водопостачання називають комплекс споруд для забезпечення водою всіх споживачів. Взагалі усі діючі системи водопостачання і проєктовані можна класифікувати:

✓ *за призначенням*: комунальні (забезпечення водою міст, селищ); виробничі (забезпечення водою ТЕЦ, заводів, фабрик, комбінатів);

сільськогосподарські; залізничні (забезпечення водою залізничних станцій); протипожежні (забезпечення водою для гасіння пожеж);

✓ *за територіальними ознаками*: локальні або місцеві - для одного об'єкта, пункту; групові - для кількох об'єктів водоспоживання, розташованих, як правило, на значній відстані один від одного; об'єкти водоспоживання, розташовані в межах якоїсь площі (будівельного майданчика); об'єкти водоспоживання або споруди системи водопостачання, розташовані за межами якоїсь площі (будівельного майданчика);

✓ *за способом подавання води*: самопливні або гравітаційні системи, в яких вода тече внаслідок дії сили тяжіння; з механічним подаванням, в яких вода переміщується насосами, зонні, в яких вода подається в окремі райони (зони) або у зони, що взаємодіють;

✓ *за видом використаних природних джерел*: із забиранням води з поверхневих джерел; із забиранням води з підземних джерел; комбінованого типу із забиранням води з підземних і поверхневих джерел;

✓ *за ступенем централізації*: децентралізовані - для постачання водою різних споживачів використовують різні системи водопостачання; централізовані - усім споживачам воду подають з єдиної системи; комбіновані - більшій частині об'єктів воду подають з єдиної системи, а деякі мають самостійні системи.

✓ *за ступенем надійності* водопроводи поділяють на три категорії. Найнадійнішими є централізовані системи водопостачання. Вони мають відповідати *основним вимогам*: мати належний ступінь надійності й безперервності подавання води; забезпечувати потрібну якість і кількість води, що подається споживачам; забезпечувати надходження води під необхідним тиском (напором).

Схемою водопостачання називають взаємне розміщення споруд системи водопостачання (зображене графічно). Фактори, що впливають на вибір схеми, такі: тип використаного джерела і якість води в ньому; вид споживачів та їхні вимоги до води; рельєф місцевості; розміщення споживачів на плані; розміри водоспоживання, продуктивність джерела і його відстань від споживачів; наявність штучних і природних перешкод для будівництва споруд; санітарні й екологічні умови. Вплив цих умов на схему буде визначено у ході вивчення подальшого матеріалу. Найчастіше в сільській місцевості господарсько-питний водопровід об'єднують з виробничо-протипожежним.

Основну схему водопостачання із забиранням води з підземного джерела показано на рис. 3.1.

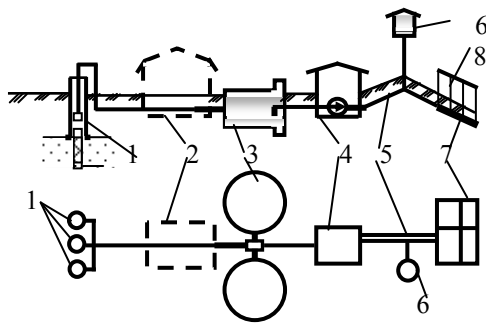


Рис. 3.1. **Схема водопостачання із забиранням води з підземного джерела**

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

Схема водопостачання із забором води з поверхневого джерела зображена на рис 3.2.

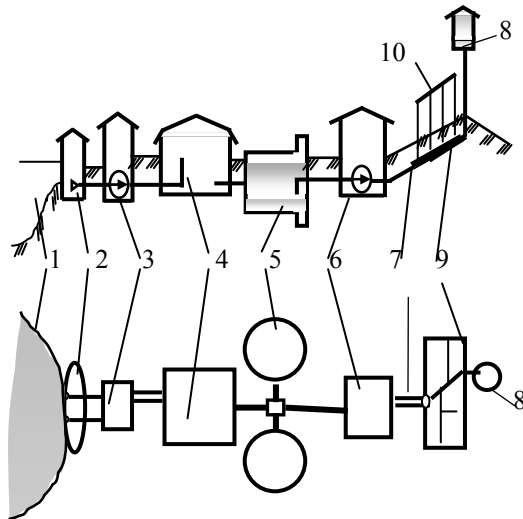


Рис. 3.2. **Схема водопостачання із забиранням води з поверхневого джерела**

1 – поверхнєве джерело (річка, озеро); 2 – водозабірна споруда; 3 – насосна станція першого підняття; 4 – очисні споруди; 5 – резервуари чистої води; 6 – насосна станція другого підняття; 7 – водоводи; 8 – водонапірна башта; 9 – водопровідна мережа; 10 – лінії вільних напорів у споживача

Нині на півдні України та в інших маловодних регіонах країни використовують сільськогосподарські групові водопроводи (рис. 3.3).

Водопровідна мережа повинна забезпечувати подачу води до всіх точок її споживання не тільки в потрібній кількості, а й під належним вільним напором. Під *вільним напором* розуміють висоту стовпа води над поверхнею землі, який устанавлюється у п'єзометричній трубці, підключеній до будь-якої точки водопровідної мережі. Значення потрібного вільного напору для подавання води до найвіддаленішого й розміщеного найвище водорозбірного приладу (рис. 2.1) визначають

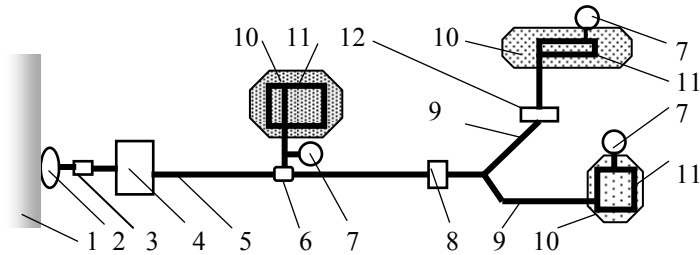


Рис. 3.3. Принципова схема сільськогосподарського групового водопроводу

1-поверхнєве джерело; 2-водозабір; 3-насосна станція першого підняття; 4- комплекс споруд (водоочисні споруди, резервуари, насосна станція другого підняття); 5- магістральний водовід; 6-рекупераційний вузол; 7- водонапірна башта; 8- насосна станція третього підйому і резервуари; 9- водоводи; 10- населені пункти; 11-водопровідна мережа; 12- насосна станція підкачування і резервуари;

$$H_b = H_r + \sum h_w + h_i, \quad (3.1)$$

де H_r - геометрична висота підняття води, тобто висота розміщення над поверхнею землі розрахункового водорозбірного приладу; $\sum h_w$ - сума втрат напору на шляху потоку води від точки підключення до мережі вводу у будівлю до водорозбірного приладу; h_i — напір, потрібний для зливання розрахункових витрат води, м (залежно від типу приладу $h_i = 2 \dots 5$ м).

Проектуючи зовнішні водопровідні мережі, для спрощення розрахунків призначають потрібний вільний напір H_b^n . Із численних спостережень за різноманітними споживачами житлової зони значення H_b^n при одноповерховій забудові та відборі води водорозбірними колонками приймається 10м; при більшій поверховості

$$H_b^n = 10 + 4(n - 1), \quad (3.2)$$

де n —кількість поверхів.

В усіх точках водопровідної мережі напори повинні перевищувати або дорівнювати H_b^n . Це забезпечується водонапірною баштою і напором насосів, які живлять мережу.

Подавання води від місця її видобування до місця споживання, як правило, називають *транспортуванням*. Є два способи транспортування: в різній за місткістю тарі, трубами або каналами.

Перший спосіб дуже дорогий. Споживачам воду доставляють авто-

цистернами, бочками тощо. У централізованих схемах споруди з транспортування води від джерела до об'єкта називають *водоводами*, їх поділяють на напірні (нагнітальні), самопливні (гравітаційні), комбіновані. В нагнітальні воду подають насосами, а в самопливних вода стікає до низу самопливом під дією сили тяжіння. Нагнітальними (напірними) водоводами воду подають повним перерізом, а самопливними - повним перерізом в напірних та неповним в безнапірних. Тип водоводу вибирають залежно від виду джерела, відстані його від споживачів, топографічних умов і витрат транспортованої води. Найчастіше водоводи виконують з труб. Трасують водоводи звичайно по найкоротшій відстані.

До водоводів ставляться такі вимоги: економічність, надійність.

Економічність полягає в тому, що вартість будівництва та експлуатації водоводу і пов'язаних з ним споруд має бути найменшою за умови безперервності подавання води споживачам та визначається економічно вигідним діаметром. Цей діаметр можна визначити математично, за таблицями з граничними значеннями витрат води, за приведеними витратами коштів на будівництво та експлуатацію.

Дуже часто економічно вигідний діаметр визначають на основі визначення приведених витрат, які мають бути мінімальними:

$$П = E + K \cdot C, \quad (3.3)$$

де E - експлуатаційні витрати за рік, які для трубопроводів складаються, як правило, з амортизаційних відрахувань і відрахувань на поточний ремонт, вартості електроенергії на витрати напору; C - галузевий нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності; K - капітальні вкладення або вартість будівництва трубопроводу; $П$ - приведені витрати.

Надійність роботи водоводу визначається звичайно безперервністю подавання води. Безперервність подавання води досягають: влаштуванням на водоводі різноманітних пристроїв і споруд, що забезпечують його безаварійну роботу; дублюванням ліній водоводу, що дає змогу виключати окремі лінії на ремонт, не припиняючи при цьому подавання води споживачеві (найчастіше буває дві нитки); встановленням у кінцевих (а іноді й у проміжних) точках резервних місткостей, які подають воду споживачеві під час ремонту і ліквідації аварії на водоводі, здебільшого це роблять у групових водопроводах.

Нагнітальні водоводи, крім того, потребують безперервної роботи насосних станцій. Для цього встановлюють резервні насосні агрегати, забезпечують подавання енергії двома самостійними фідерами тощо.

Для того щоб трубопроводи не промерзли, глибина закладення їх, м, має бути не менша ніж

$$H_3 = H_{np} + 0,5, \quad (3.4)$$

де H_{np} - розрахункова глибина проникнення в ґрунт нульової температури.

Водовід слід обладнувати пристроями і спорудами, які будуть забезпечувати його нормальну експлуатацію і запобігати його руйнуванню. До них належать:

1. *Вантузи*, що їх встановлюють на трубопроводі в колодязях у найвищих точках місцевості. Вони потрібні для видалення повітря з трубопроводу при його заповненні водою; видалення з трубопроводу повітря, яке потрапляє туди з водою; впускання повітря в трубопровід, в момент, коли в ньому виникає вакуум.

2. *Випуски*, що їх встановлюють у найбільш понижених точках місцевості. Вони потрібні для скидання води з трубопроводу при виключенні ремонтної ділянки, після промивання і здавання його в експлуатацію або при проведенні ремонтних робіт. Водовипуск - це відгалуження від трубопроводу, відношення діаметра якого до діаметра трубопроводу становить 1 до 3. Довжина цього відгалуження не менш як 2м, а час випорожнення ремонтної ділянки не більше 2 год. Водовипуск або закінчується мокрим колодязем, або виходить у знижені місця прилеглої території.

При проектуванні вантузів і випусків довжина ремонтної ділянки має бути не більше 5км.

3. *Оглядові колодязі* встановлюють між колодязями з вантузами та випусками через 0,5... 1,0км, а також там, де складні місцеві умови: зсуви, розмиви, болота, зміни напрямку траси тощо. У такому колодязі встановлюють трійник з верхнім фланцевим патрубком, який закритий фланцем, а з боку течії води встановлюють засувку.

4. *Переходи через водні перешкоди* можна виконувати дюкером (прокладання по дну), акведуком (встановлюють легкий місток над поверхнею води і по ньому прокладають трубопровід), підвищуючи до конструкцій існуючих мостів.

5. *Запобіжні клапани, гасники гідравлічного удару, повітряні ковпаки* встановлюють у місцях можливого виникнення гідравлічного удару - зворотний клапан, засувка. Звичайно їх установлюють або в приміщенні насосних станцій, або в колодязі (камері) поруч з насосною станцією.

Для водопровідних ліній треба використовувати насамперед неметалеві труби - азбестоцементні, залізобетонні, пластмасові і, в

разі потреби, металеві - сталеві, чавунні. Проте слід пам'ятати, що в багатьох країнах азбестоцементні труби заборонені для використання через сприяння розвитку ракових захворювань.

Запірно - регульовальна арматура потрібна для часткового або повного перекриття окремих ділянок трубопроводів. До неї належать засувки, вентиля, затвори.

Запобіжна арматура запобігає руйнуванню трубопроводів і сприяє збереженню постійної пропускної спроможності. До неї належать зворотні, редуційні та запобіжні клапани, вантузи, гасники ударів. Частину вантузів встановлюють на підвищених точках трубопроводів, а решту, як правило, на початку, трубопроводів.

До *водорозбірної арматури* належать водорозбірні крани, душові змішувачі, водорозбірні колонки, пожежні гідранти, автонапувалки. Водорозбірні колонки встановлюють вздовж вулиць з радіусом дії до 100м. Пожежні гідранти використовують рідко - під час гасіння пожежі. Для напування тварин на фермах використовують автонапувалки таких типів: вакуумні (АГК-12 для великої рогатої худоби, АГС-24 для свиней тощо), педально-клапанні (АП-1 і ПА-1), соскові (ПСБ-1), поплавково-клапанні тощо.

Для вимірювання витрат води використовують *контрольно-вимірну арматуру*: крильчасті та турбінні водоміри.

Пожежі завдають великої шкоди народному господарству, руйнують будівлі, устаткування, майно. Для боротьби з пожежею практично на всіх підприємствах і в населених пунктах передбачають протипожежне водопостачання. Воду для гасіння пожежі подають двома способами:

1) мотопомпами чи автонасосами з природних або штучних водойм, які розташовані на території населених пунктів і промислових підприємств;

2) із зовнішньої розподільної мережі.

Перший спосіб допускається для невеликих пунктів.

Гасіння пожежі із зовнішньої водопровідної мережі застосовують у більшості населених пунктів і промислових підприємств. Є дві системи пожежегасіння: високого і низького тиску .

У *системі високого тиску* воду забирають із мережі гідрантом та стендером і непрогумованим рукавом (завдовжки до 120м, та діаметром 66мм), подають у найвищу точку будинку. Для розрахунку беруть найвищу будівлю, яка розташована на найвищій позначці місцевості. Вода повинна витікати з брандспойта, в якому є отвір-сприск діаметром 19мм, із витратами до 5 л/с і висотою компактного струменя $H_{стр}=10$ м.

Вільний напір у мережі під час гасіння пожежі, м

$$H_{в. пож} = H_6 + H_{стр} + \sum h_w \approx H_6 + 28, \quad (3.5)$$

де H_6 - висота найвищої будівлі, м; $H_{стр}$ - висота компактного струменя, м; $\sum h_w$ - втрати напору на шляху від мережі до виходу струменя із сприску, м.

Потрібний для такого напору тиск дають спеціальні пожежні насоси, які встановлені на насосній станції другого підйому. Ці насоси слід вмикати через 5хв після сигналу про виникнення пожежі.

У системі пожежегасіння низького тиску воду забирають з мережі гідрантом і стендером та автонасосом (мотопомпою), подають на таку саму висоту і при таких самих умовах, як це описано вище. Вільний напір у водопровідній мережі значно менший, але він не повинен бути меншим ніж 10м.

Протипожежний водопровід можна не передбачати в населених пунктах із кількістю жителів до 50 чоловік і на невеликих підприємствах. Витрати води для гасіння пожеж установлені СНиП 2.04.02-84.

Розрахункові витрати води на зовнішнє гасіння пожеж і розрахункова кількість пожеж у населеному пункті залежать від кількості жителів і поверхів забудови. За останнім показником будівлі поділяють тільки на дві категорії: до двох поверхів; три та більше поверхи.

Розрахункова кількість пожеж може бути від 1 до 3, а витрати води 10...100л/с. До розрахункової кількості одночасних пожеж у населеному пункті входять пожежі на промислових підприємствах, які розташовані у межах населеного пункту. Витрати води на гасіння однієї пожежі слід збільшувати до витрат, яких потребує підприємство.

Отже, під час пожежі витрати води об'єднаного господарсько-питного протипожежного водопроводу слід визначати за формулою

$$q_c^{пож} = q_{с.маж} + \sum (n \cdot q_{пож}) + q_{вн}, \quad (3.6)$$

де $q_{с.маж}$ - максимальні секундні витрати води на господарсько-питні та виробничі потреби, за винятком поливання теплиць, приймання душів і поливання території на підприємстві, л/с; $q_{пож}$ - витрати води на гасіння пожежі із зовнішньої мережі, л/с; n — розрахункова кількість пожеж; $q_{вн}$ - витрати води на внутрішнє пожежегасіння, якщо воно є, л/с.

Щоб подавати таку збільшену кількість води в систему водопостачання, на насосних станціях другого підйому передбачають протипожежні насоси, а в резервуарах чистої води і баках башт - пожежні запаси. Пожежні запаси (НПЗ) повинні забезпечувати:

➤ у баках башт - десятихвилинну тривалість гасіння однієї зовнішньої і однієї внутрішньої пожежі при одночасних витратах на інші потреби;

➤ у резервуарах чистої води - тригодинну тривалість гасіння пожежі розрахункової кількості зовнішніх і внутрішніх пожеж при одночасних максимальних витратах на господарсько-питні й виробничі потреби.

На великих підприємствах і в великих громадських будівлях може існувати система внутрішнього гасіння пожежі з внутрішніх пожежних кранів та автоматичні системи пожежегасіння. Якщо є внутрішнє пожежегасіння, у будівлі роблять спеціальну трубчасту систему, яку підключають до питного водопроводу. Пожежні крани (найчастіше діаметром 50мм) встановлюють в ящики в легкодоступних місцях на висоті 1,35м від підлоги. Поруч розміщують непрогумований шланг завдовжки 10, 15 або 20м і брандспойт, які підключають до кранів під час пожежі. Установки автоматичних систем пожежегасіння можуть бути спринклерними та дренчерними.

Контрольні запитання

1. Які є системи водопостачання? Яка існує їх класифікація?
2. Перелічить схеми водопостачання та фактори, які впливають на їх вибір.
3. Розкажіть про схеми водопостачання із забором води із підземного джерела.
4. Опишіть схеми водопостачання із забором води із поверхневого джерела.
5. Розкрийте особливості схеми групового водопроводу.
6. Що таке вільні напори в мережі, дійсні та потрібні?
7. Охарактеризуйте водоводи, їх типи, характеристики.
8. Як забезпечується безперервність подачі води водоводами?
9. Як класифікуються системи зовнішнього пожежегасіння?
10. Охарактеризуйте системи гасіння пожежі з водопровідної мережі високого та низького тиску.
11. Як визначаються витрати води на пожежегасіння?
12. Розкажіть про системи внутрішнього пожежегасіння: із пожежних кранів, спринклерів, дренчерів.

Тема 4. Системи подачі і розподілу води. Напірно - регулюючі споруди

Водопровідна мережа здебільшого безпосередньо пов'язана в роботі з водоводами, насосними станціями другого підйому, водонапірними баштами (система подачі і розподілу води). До неї ставляться

такі вимоги: забезпечення подачі всім споживачам заданої кількості: води під необхідним напором; повинна мати достатню ступінь надійності і безперервності подачі води споживачам як при нормальній роботі, так і при можливих аваріях на окремих ділянках; забезпечувати найменші витрати на будівництво і експлуатацію як самої мережі, так і споруд на ній. Ці вимоги виконуються при правильному виборі матеріалу і діаметра труб для кожної ділянки мережі, конфігурації мережі, схеми її живлення і всієї системи подачі та розподілу води (СПРВ), до якої входять насосні станції, водоводи, водопровідна мережа, резервуари, водонапірні башти.

Трасуванням водопровідної мережі називають процес, на основі якого їй надають певного геометричного накреслення в плані. Трасування залежить від планування об'єкта водопостачання, розміщення на його території окремих споживачів, рельєфу місцевості, місць розташування живильників (насосних станцій, башт, напірних резервуарів), наявності природних і штучних перешкод для прокладання труб (річки, канали, балки, залізничні й автомобільні шляхи). Мережі поділяють на тупикові, кільцеві, змішані (комбіновані) (рис. 4.1)

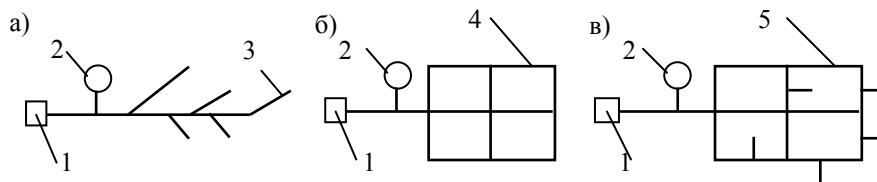


Рис. 4.1. **Схеми водопровідних мереж у плані**

1 - насосна станція другого підняття; 2 - водонапірна башта; 3 – тупикова мережа; 4- кільцева мережа, 5 - змішана мережа

Згідно зі СНиП 2.04.02-84, водопровідні мережі мають бути кільцевими. Тупикові відгалуження можна використовувати для таких потреб:

- виробничих, якщо умови підприємства дають змогу переривати подавання води на час ліквідації аварії;
- господарсько-питних, якщо діаметр труб не перевищує 100мм;
- пожежних при довжині ліній не більш як 200мм;
- у населених, пунктах із кількістю жителів до 5 тис. чол. і з витратами води на зовнішнє пожежегасіння до 10 л/с (довжина

тутика може бути більшою за 200м при наявності пожежних резервуарів і водойм, башти і контррезервуара на його кінці).

Водопровідна мережа, як правило, має магістральні і розподільчі лінії. Роботу з трасування мережі варто починати з аналізу чинників, що впливають на обрис її в плані конфігурації території об'єкта водопостачання, його планування (розташування вулиць, проїздів, парків, промислових підприємств, окремих районів), місць розташування на плані найбільш значних споживачів води, місця подачі води в мережу, рельєфу місцевості, наявності і розташування природних та штучних перепон.

В населених пунктах лінії водопровідної мережі прокладаються, звичайно, по вулицях і проїздах, тому обрис міської водопровідної мережі в значній мірі визначається плануванням міста.

При трасуванні магістральної мережі варто виходити з таких міркувань:

- основний напрямок ліній магістральної мережі повинен відповідати головному напрямку руху води по території міста, по цьому напрямку укладається декілька магістральних ліній, включених паралельно, що забезпечує надійність водопостачання;
- основні транзитні магістралі повинні з'єднуватися між собою перемичками для можливості перерозподілу витрат води між магістралями при зміні режиму роботи мережі або у випадку аварії на окремих лініях; кільця, утворені магістралями і перемичками, повинні мати форму, витягнуту уздовж основного напрямку води, а число працюючих паралельно магістральних ліній повинно бути найменшим при відстані між ними 300 - 1000м і 200 - 1300м між перемичками;
- магістральна мережа повинна охоплювати всіх найбільш значних споживачів води, подавати воду до регулюючих ємностей і приймати воду від усіх джерел живлення, в той же час вона повинна бути розташована рівномірно по території міста;
- магістральні лінії мережі повинні прокладатися по найбільш високих позначках території для створення малих напорів у магістралях і достатніх у розподільній мережі.

Схема живлення водопровідної мережі визначається кількістю і місцем розташування насосних станцій і напірно-регулювальних споруд. Для невеликих населених пунктів найчастіше проектується мережа з однією водонапірною баштою, в яку подає воду одна насосна станція. Залежно від їх взаємного розташування, мережі можуть мати однобічне, двобічне, комбіноване (змішане) живлення (рис. 4.2).

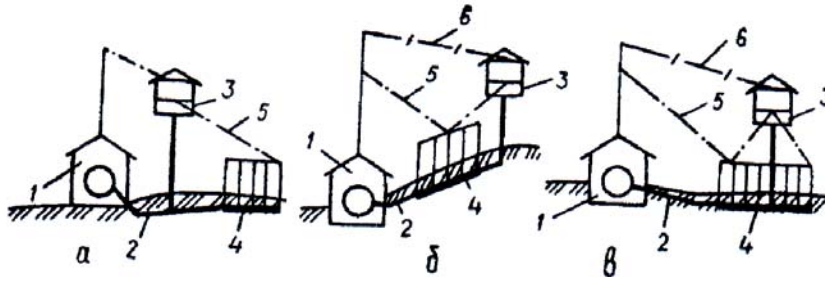


Рис. 4.2. Схеми живлення водопровідної мережі

а - однобічного живлення; **б** - двобічного живлення, **в** - комбінованого живлення; 1 - НС-II; 2 - водовід, 3 - башта; 4 - мережа; 5 - п'єзометрична лінія при максимальному господарському водоспоживанні; 6 - п'єзометрична лінія при транзиті в башту

Зонні системи використовуються для вирішення технічних і економічних питань. До технічних питань відноситься запобігання мережі від значних напорів (вище 60м), а до економічних, в першу чергу, - зменшення витрат електроенергії і відповідно її вартості. При зонуванні передбачається подача води в окремі райони населених пунктів достатньо самостійними насосними станціями, а водопровідні мережі цих районів практично незалежні або частково пов'язані із сусідніми мережами. Зонування може бути горизонтальним і вертикальним.

У безбаштових схемах необхідні витрати і напори під час пожежегасіння створюються тільки насосами насосної станції і по їх розмірах проводиться перевірочний розрахунок мережі.

Оскільки водорозбір з мережі упродовж доби при різних режимах коливається в значних межах і вода подається з різних точок (від насосної станції, башти тощо), то *мережу слід розраховувати* на пропускання води для кількох найхарактерніших випадків:

- 1) максимальне господарсько-виробниче водоспоживання з мережі;
- 2) гасіння розрахункової кількості пожеж при максимальному господарсько-виробничому водоспоживанні;
- 3) максимальний транзит у башту, який спостерігається при мінімальному водоспоживанні в години роботи насосної станції;
- 4) живлення мережі тільки з башти.

Здебільшого перший і третій випадки є основними. Для них визначають діаметри труб ділянок мережі, фактичні вільні напори,

розрахункові напори господарських насосів. Другий випадок дає змогу перевірити можливість пропускання розрахункових витрат води, більших, ніж у звичайних умовах, на гасіння пожеж і господарські потреби при збільшених швидкостях води в трубах і визначити напір пожежних насосів. Четвертий випадок дає змогу перевірити, чи достатня висота башти для забезпечення водопостачання у разі зупинення насосної станції. Як правило, цей розрахунок ведуть лише для мереж двобічного або комбінованого живлення і при роботі насосної станції тільки на наповнення башти. Висоту башти визначають на основі розрахунку за першим випадком.

Для перших двох випадків розраховують мережу з однобічним живленням, а мережу з контррезервуаром і комбінованого типу - ще і для третього.

В цілому гідравлічний розрахунок водопровідної мережі зводиться до вибору економічно найвигіднішого діаметра труб і визначення втрат напору на її ділянках. Визначені втрати напору використовують потім для встановлення потрібних висоти водонапірної башти і напору насосів, які живлять водопровідну мережу.

Принципову схему розбирання води з водопровідної мережі зображено на рис. 4.3. На мережах встановлюють водопровідні коло-

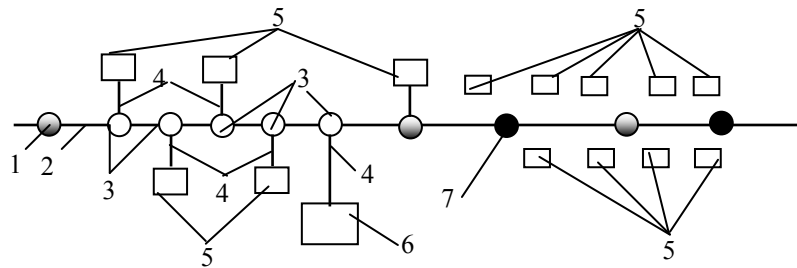


Рис. 4.3. Принципова схема розбирання води з мережі

1 - колодязь з пожежним гідрантом; 2 - трубопровід водопровідної мережі; 3 - водопровідний колодязь; 4 - вводи; 5 - будівлі; 6 - підприємство, 7 - колодязь з водорозбірною колонкою

дязі для підключення окремих будівель і підприємств, відбирання води з мережі вводами, колодязі в водорозбірними колонками, з яких мешканці будинків, не підключених до мережі, забирають воду, колодязі з пожежними гідрантами, які дають можливість пожежникам забирати воду під час пожежі. У цілому на мережі дуже багато

колодязів. Витрати води з них можуть бути невеликими і враховувати їх у розрахунках практично не потрібно. Тому витрати води великих споживачів (промислових підприємств, ферм, комунальних підприємств) називають *зосередженим відбором*, його підраховують і відносять до конкретної точки мережі (там, де передбачено колодязь з підключенням). Невеликі ж витрати вводів у будівлі, колонок вважають рівномірно розподіленими по довжині мережі в межах забудови. Вони залежать від щільності забудови, ступеня благоустрою, типу будівель, кількості жителів у них і мають однакову інтенсивність при однаковому характері будівель та їхнього благоустрою. Ці витрати називають *розподіленими*, або *шляховими*.

До зосередженого відбору належать і витрати на гасіння пожежі. Забирання цих витрат має забезпечуватися в багатьох точках мережі. Для розрахунку обирають найбільш невідгідну точку - *диктуючу*, яка є найвищою і розміщена найдалше від живильників.

Магістральну водопровідну мережу після її трасування поділяють на розрахункові ділянки. Початок і кінець кожної ділянки обмежують вузлом. Вузли розміщують у точках підключення водоводів, великих споживачів, у місцях перехрещень і відводів, при зміні інтенсивності відбирання води. Після цього визначають вузлові відбори і витрати води на кожній ділянці

Для кожного розрахункового випадку роботи мережі визначають вузлові відбори

$$q_{\text{вуз}} = 0,5q_n \sum_{i=1}^n l_i + q_{\text{зос}} \quad (4.1)$$

де n - кількість розрахункових ділянок, які прилягають до даного вузла; l_i - розрахункова довжина кожної ділянки, м; $q_{\text{зос}}$ - зосереджений відбір води великих споживачів у даному вузлі, л/с.

Питомі витрати води з магістральної мережі, л/(с • м), визначають за формулою

$$q_n = q_{\text{рр}} / \sum L \quad (4.2)$$

де $q_{\text{рр}}$ - рівномірно розподілені витрати води, це витрати рівномірно відібрані з усієї мережі, л/с; $\sum L$ - сума розрахункових довжин усіх ділянок магістральної мережі, м.

Розрахункову довжину ділянки магістральної мережі визначають за геометричною довжиною ділянки. При цьому враховують, що:

1) розрахункова довжина дорівнює геометричній за умови відбирання води з обох боків ділянки мережі, тобто забудова будівлями має бути з обох боків. Тому вузли слід призначати у місцях зміни типу

забудови, там де ділянки мережі проходять незабудованою територією; парками, перетинають річки, яри, озера тощо;

2) розрахункова довжина дорівнює половині геометричної за умови розташування забудови з одного боку ділянки;

3) якщо дана ділянка проходить по межі двох районів з різною щільністю проживання населення (наприклад, малоповерхова і багатоповерхова зони), то розрахункова довжина дорівнює половині геометричної, але для кожної зони ці довжини, як і витрати води, визначають окремо;

4) розрахункова довжина дорівнює нулю, якщо ділянка проходить незабудованою територією.

У тупиковій мережі після визначення вузлових відборів витрати води на ділянках обчислюють за виразом

$$Q_k = \sum_1^k Q_i, \quad (4.3)$$

де $\sum_1^k Q_i$ - алгебраїчна сума вузлових відборів води з мережі з будь-якого боку від перерізу даної ділянки; k - кількість вузлових точок на тому боці перерізу ділянки, що розглядається.

У кільцевих мережах з вузловими відборами значно складніше визначити витрати води на ділянках. Однозначно це зробити не можна, бо в кожен вузол вода потрапляє як мінімум з двох напрямків і співвідношення витрат води може бути різноманітним. Це співвідношення має відповідати двом законам: перший зв'язує витрати води у вузлах, другий - витрати напору в кільцях мережі. Іноді ці закони називають законами Кірхгофа для водопровідної мережі. На основі першого закону проводять попередній розподіл потоків, який визначає попередні напрямки потоків і витрати води на ділянках. За цим законом сума лінійних витрат води, що надходять у будь-який вузол мережі, має дорівнювати сумі лінійних витрат води, які виходять з вузла, включаючи вузловий відбір.

Для попереднього розподілу потоків і витрат води мають задовольнятися такі вимоги: основні магістральні лінії за умови взаємозамінності повинні мати приблизно однакову пропускну спроможність; основним споживачам воду слід подавати найкоротшим шляхом; у вузли з найбільшими відборами вода має надходити приблизно однаковими потоками; з вузлів живлення мережі вода повинна розтікатися приблизно однаковими потоками.

Відповідно до другого закону для водопровідної мережі у будь - якому замкненому контурі алгебраїчна сума втрат напору дорівнює нулю. У цій сумі втрати напору на ділянках із спрямуванням потоків за годинниковою стрілкою приймають зі знаком плюс, а проти - мінус. Практично одержати цю рівність можна лише після додаткового перерозподілу попередньо розподілених витрат води (ув'язки водопровідної мережі).

Діаметри труб водопровідної мережі і водоводів варто вибирати за розмірами витрат води для кожної ділянки на підставі техніко-економічних розрахунків. Обсяг техніко-економічних розрахунків визначається особливістю системи, що розглядається, і повинен бути достатнім для обґрунтування вибору оптимального (найбільше економічно вигідного) діаметра. Мінімальний діаметр труб водопроводу, об'єднаного з протипожежним, у населених пунктах і промислових підприємствах повинен бути не менше 100мм, а в сільських населених пунктах - не менше 75мм.

Визначення втрат напору в трубопроводах мережі є складовою частиною задачі визначення необхідних напорів насосів, що подають воду в мережу, висоти водонапірних башт, витрати енергії на подачу води споживачам.

Втрати напору можуть бути визначені за формулою Дарсі – Вейсбаха

$$h = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \text{ або } h = k \frac{q^2 L}{d^m}, \quad (4.4)$$

де λ - гідравлічний коефіцієнт тертя; k - коефіцієнт пропорційності; L і d - довжина і діаметр трубопроводу; V - швидкість руху води; q - витрати води; g - прискорення сили вільного падіння; m - показник ступеня.

При розрахунку кільцевих водопровідних мереж методами, що передбачають аналітичне визначення поправочних витрат для кожного контуру, доцільно використовувати формулу втрат напору

$$h = S q^2, \quad (4.5)$$

де $S = S_0 L$ - опір трубопроводу, S_0 - питомий опір трубопроводу, який дорівнює відношенню k / d^m , що включає всі чинники, які характеризують гідравлічний опір на одиницю довжини лінії. Для визначення питомих опорів S_0 також зручно користуватися наявними таблицями, складеними для різних типів труб усіх стандартних діаметрів.

Задачею ув'язування кільцевої водопровідної мережі є знаходження дійсного розподілу води, що подається в мережу по її ділянках при

прийнятих найбільше вигідних діаметрах і розрахункових режимах її роботи. Попередній розподіл потоків дає змогу знайти для кожної ділянки мережі розрахунковий діаметр D і опір ділянки S . Для того щоб мережа задовольняла умовам першого і другого законів Кірхгофа для водопровідних мереж, необхідно, як правило, перерозподіляти потоки. У деяких випадках це може спричинити зміни діаметрів деяких ділянок мережі. Такий розрахунок мережі є перевірочним розрахунком, який має назву *гідравлічної ув'язки мережі*. Є два найбільш відомі методи ув'язки: послідовних наближень і послідовних спроб. Перший метод є суто математичним (його іноді називають методом Лобачова-Кроса), другий - графоаналітичний (метод Андріяшева М.М.).

За методом Андріяшева М.М. всі попередні операції з розрахунку мережі до визначення перших нев'язок Δh у кільцях. Розрахунки і записи виконують на графічних схемах. Далі встановлюють значення поправочних витрат води, нові значення витрат води і втрат напору на ділянках, визначають нову нев'язку. Якщо вона перевищує 0,5м, то знову беруть нові значення поправочних витрат, витрат води на ділянках і так далі. При цьому можна виділяти цілі ув'язкові контури із сусідніх кілець.

Значення поправочних витрат води можна встановити

а) інтуїтивно;

б) з виразу
$$\Delta q = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \Delta h / \left(2 \cdot n \cdot \sum_{i=1}^n h_i \right), \quad (4.6)$$

де $\Delta q_{\text{сер}} = \sum q_i / n$ - середні витрати води на ділянках кільця або контуру, л/с; $\sum q_i$ - арифметична сума витрат води на всіх ділянках, л/с; n - кількість ділянок; Δh - нев'язка, м; $\sum h$ - арифметична сума втрат напору на всіх ділянках.

У системах водопостачання широко використовують ємкісні споруди, які за призначенням виконують функції запасних, регулювальних, запасно-регулювальних об'ємів води. За матеріалом ємкісні споруди можуть бути залізобетонні, бутові, цегляні, сталеві, дерев'яні, скляні. За способом подавання з них води споживачам їх поділяють на *напірні* та *безнапірні*. Із напірних вода потрапляє споживачеві під потрібним напором, а із безнапірних воду забирають насосами. До напірних ємностей належать *водонапірні башти*; *напірні резервуари*; *водонапірні колони*; *гідропневматичні установки*.

Водонапірні башти потрібний напір перед споживачем забезпечують встановленням на певній висоті бака на спеціальних

підтримуючих конструкціях. Напірні резервуари розташовують на природних, домінуючих, підвищених місцях із необхідними позначками для забезпечення потрібного напору. Водонапірні колони займають проміжне положення між напірними резервуарами й баштами. Проте при малих рівнях води в них потрібний напір перед споживачем не завжди забезпечується. Гідропневматичні установки забезпечують потрібний напір тиском повітря на поверхню води в герметично закритих резервуарах.

Водонапірні башти використовують найчастіше для зберігання регульовальних і пожежних запасів води. Їх розташовують на місцевості з найвищою позначкою, якнайближче до мережі та найбільших водоспоживачів, а також до районів мережі, які потребують більших вільних напорів. Доцільно влаштовувати їх у центрі територій, які обслуговуються у годину максимального водоспоживання з мережі. Розташування башти має бути таким, щоб можна було організувати зону санітарної охорони радіусом 15м. У складних випадках місце розташування башти встановлюють на основі техніко-економічних розрахунків, пов'язаних із розрахунком мережі, башти, напору насосів другого підняття. При великих об'ємах баків башт можна встановлювати декілька башт, купно в одному місці або розкиданими по території населеного пункту чи підприємства.

Основні елементи водонапірної башти (будівельні й монтажні) наведені на рис. 4.4. До будівельних елементів належать фундамент і підвальне приміщення, підтримуюча конструкція (стовбур), бак або резервуар, шатро, драбини. Монтажні елементи — це система трубопроводів, арматура, допоміжні монтажні деталі.

Щоб бак і труби не руйнувалися внаслідок температурних деформацій, на трубах 4 і 13 обов'язково встановлюють компенсатори. Шатро використовують для того, щоб уберегти бак від дії температури зовнішнього повітря. Прохід між баком і шатром має бути не меншим за 0,7м. Нині використовують безшатрові башти меншої вартості, в яких бак зверху закритий конічною кришкою.

Безшатрові башти можуть бути з теплоізоляцією і без неї. Баки башт виготовляють металевими або залізобетонними, круглими в плані та з плоским, сферичним, конічним і іншими днищами. Більш складна форма днища робиться в баках більшого об'єму з метою економії матеріалів та підвищення конструктивної міцності бака. Співвідношення висоти бака до діаметра повинно бути 0,5...1,2.

Загальний об'єм бака башти, м³ складається з регульовального об'єму та десятихвилинного пожежного запасу. Повний об'єм бака

башти, м^3 , повинен бути не менше

$$W = W_{\text{пер}} + W_{\text{нпз}}, \quad (4.7)$$

де $W_{\text{пер}}$ - регулювальний об'єм, м^3 ; $W_{\text{нпз}}$ - недоторканий пожежний запас, м^3 .

Типові башти мають висоту від 10 до 40м, місткість бака - 15...800 м^3 .

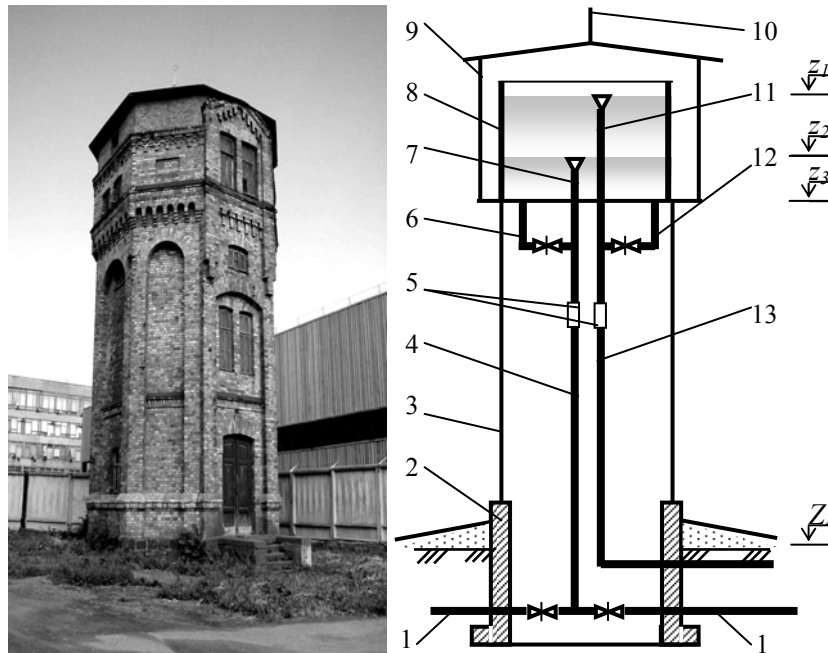


Рис. 4.4. Загальний вид та схема водонапірної башти

1 - трубопроводи підключення башти до мережі; 2 - фундамент і підвальне приміщення; 3 - стовбур; 4 - подавально - відвідний стояк; 5 - сальникові компенсатори; 6 - трубопровід для відбирання води на пожежні потреби; 7 - трубопровід для відбирання води на господарсько-питні потреби; 8 - бак; 9 - шатро; 10 — блискавковідвід; 11 — переливна труба; 12 — грязевідвідний трубопровід; 13 — скидний стояк

За кордоном використовуються башти з баками на 2000...3000 м^3 . У сільській місцевості дуже рідко об'єми баків башти перевищують 100 м^3 , але можна встановлювати 3...10 типових башт із загальною місткістю до 100 м^3 .

Резервуари застосовують для зберігання великих запасів води на господарські, пожежні, технологічні, аварійні потреби. Їхня місткість може становити $50 \dots 20000 \text{ м}^3$, а розмір у плані від $3 \times 6 \text{ м}$ до $66 \times 66 \text{ м}$, висота – $1,8 \dots 4,8 \text{ м}$. Вони можуть бути круглими в горизонтальній або вертикальній площинах та прямокутними. Найчастіше використовуються закриті зверху, але можуть бути і відкритими. Резервуари роблять заглибленими в землю, напівзаглибленими або наземними. Для того щоб запобігти прогріванню води влітку, промерзанню взимку, резервуари обваловують місцевим ґрунтом. У цьому разі найменшу будівельну вартість мають напівзаглиблені резервуари. При високих рівнях ґрунтових вод та забруднених радіонуклідами підземних водах (Чорнобильська зона) резервуари роблять наземними. Резервуари роблять із залізобетону, буту, металу тощо. Найчастіше використовують залізобетонні, причому вони можуть бути як із монолітного, так і зі збірного залізобетону. Останні більш індустріальні, їх швидше будувати.

При очисних станціях будують резервуари чистої води. Принципову схему обладнання такого резервуара зображено на рис.4.5.

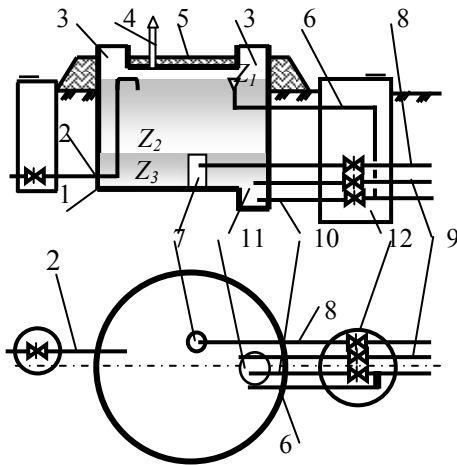


Рис.4.5. Резервуар чистої води

1 - корпус резервуара; 2 - подавальний трубопровід; 3 - оглядові колодязі; 4 - вентиляційна труба; 5 - обвалування; 6 - переливна труба; 7 - колодязь для забезпечення непорушності пожежного запасу; 8 - трубопровід для відбір води для господарських потреб; 9 - трубопровід для відбору води на пожежні потреби; 10 - брудовідвідна труба; 11 - прямик; 12 - камера переключень

Максимальний рівень води в резервуарі z_1 , як правило, перевищує позначку землі на $0,5 \dots 1,0 \text{ м}$, що забезпечує можливу фільтрацію з резервуара в ґрунт (а не навпаки) і сприяє збереженню високої якості води.

Об'єм резервуарів, м^3

$$W_{\text{рез}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{нпз}} + W_{\text{вл}} + W_{\text{ав}}, \quad (4.8)$$

де $W_{\text{рег}}$ - регулювальний об'єм води, м^3 ; $W_{\text{нпз}}$ - недоторканий пожежний запас, м^3 ; $W_{\text{вл}}$ - об'єм води на власні потреби станції, м^3 ; $W_{\text{ав}}$ — аварійний запас, м^3 .

Непорушність пожежного запасу забезпечують (крім уже вказаного методу) установленням на трубопроводі 8 замість колодязя сифона, нижній зріз якого розміщують трохи вище дна, а перегин на рівні z_2 . У вищій точці сифона роблять отвір діаметром 20...30мм. Вода сифоном забирається з дна і подається трубопроводом 8.

Для забезпечення надійності роботи потрібно не менше двох резервуарів, що дає змогу виключати на ремонт, миття та дезінфекцію один із резервуарів. Повна місткість резервуарів чистої води має регулювальний об'єм, об'єм води на власні потреби очисної станції тригодинний пожежний запас, м^3 .

Гідропневматичні установки в системах водопостачання виконують ту саму роль, що й водонапірні башти. Потрібний напір у водопровідній мережі забезпечується тиском стисненого повітря на водну поверхню в герметичне закритих сталевих резервуарах — баках. Гідропневматичні установки поділяють на установки змінного та постійного тиску.

На практичних використовувати [21] стор.43...57, 76...84.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте водопровідні мережі за типом, накресленням в плані,
2. Які є схеми живлення водопровідних мереж?
3. В чому полягає розрахунок водопровідних мереж?
4. Які методи ув'язки кільцевих водопровідних мереж та їх суть?
5. Як визначається діаметр труб водопровідної мережі та водоводів?
6. Як визначаються втрати напору в трубопроводах?
7. Наведіть характеристику запасних та регулювальних споруд.
8. Опишіть водонапірні башти, їх типи та конструкції.
9. Як визначається об'єм баків водонапірних башт?
10. Які існують резервуари?
11. Наведіть схему резервуара чистої води.
12. Як визначається об'єм резервуара чистої води?
13. Наведіть основні типи гідропневматичних установок.

Тема 5. Водозабірні споруди підземних та поверхневих вод. Насосні станції

Водозабірні споруди – це споруди, що забезпечують прийом води із природного джерела, грубу її очистку та подачу у водопровідну мережу або на очисні станції чи установки.

В залежності від природних умов джерел водопостачання, вимог водоспоживання, експлуатації систем водопостачання водозабірні споруди розподіляють за типом джерела водопостачання: поверхневі (річкові, озерні, водосховищні, морські та каналні); підземні (вертикальні, горизонтальні, каптажі); атмосферні (сніжники, ставки, резервуари, льодовики).

Водозабори із поверхневих джерел. Надійна робота водозабору із поверхневих джерел практично повністю залежить від місця його розташування, складу і конструкції споруд, які входять у технологічну схему водозабірної вузла. Водозабірні споруди з поверхневих джерел поділяються на: за розташуванням основних елементів: суміщені, роздільні, інфільтраційні; розташуванням водоприйому: берегові, руслові, комбіновані, ковшові, островні; способом приймання води: глибинні, донні, поверхневі, інфільтраційні, комбіновані; ступенем стаціонарності: стаціонарні, пересувні (фунікулерні та плавучі); тривалістю експлуатації: постійні і тимчасові.

Водозабірний вузол повинен розташовуватися якнайближче до водоспоживача; найвищої якості води в джерелі, вище випуску стічних вод та вище населеного пункту по течії річки, вище портів, причалів, товарно-транспортних баз та складів, поза зонами руху пароплавів і плотів, в місцях де найзручніше можна організувати зони санітарної охорони. Розташування водозаборів в акваторіях портів, бухт, на ділянках можливого руйнування берега та у зонах відкладення наносів, у верхів'ях водосховищ, в гирлі підпертих річок, у місцях зимівлі риб, на ділянках утворення шугозажорів, заторів та промерзання потоку, а також у місцях нагону плавнику та водоростей не допускається. Не рекомендується також розташовувати водоприймальні споруди на ділянках нижнього б'єфу ГЕС, безпосередньо прилеглих до гідровузла, та на ділянках, розташованих нижче гирла притоків річок, ярів та річок, які можуть виносити у ріку значну кількість донних та завислих наносів.

Тип водозабірної споруди залежить від потрібної категорії надійності подачі води, топографічних та гідрологічних умов, коливання рівнів води, характеристики умов забирання води, вимог

органів із регулювання використання й охорони вод, санітарно-епідеміологічної служби, охорони рибних запасів, водного транспорту. Водозабори мають ту ж категорію, що й системи водопостачання. Берегові водозабори (рис.5.1) проектують в разі наявності крутих берегів, коли є достатні для розміщення водоприймальних вікон глибини). Руслові водозабори (рис.5.2) використовуються при пологих берегах, але вони менш надійними ніж берегові. Звичайно, при коливанні рівнів води до 6м проектують водозабори роздільного компонування, а при значніших – суміщеного.

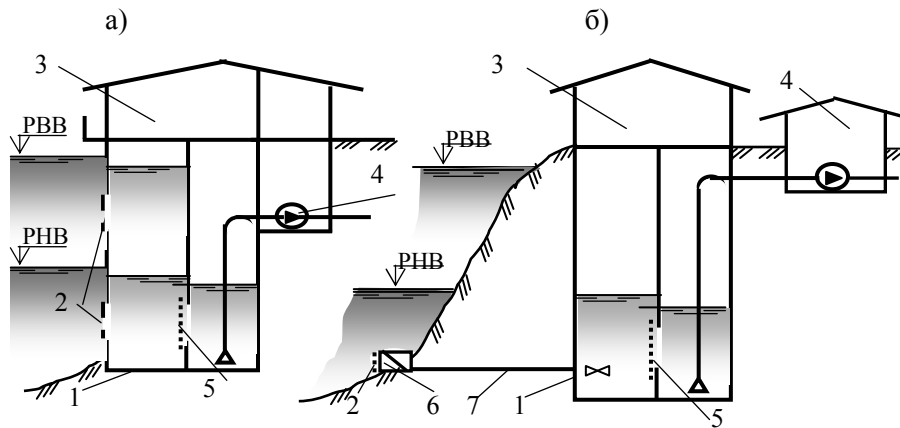


Рис.5.1. Водозабірні споруди із поверхневих джерел

а – береговий водозабір суміщеного типу; **б** – русловий водозабір роздільного типу; 1 – береговий (водоприймально - сітковий) колодязь; 2 – водоприймальні вікна, перекриті сміттєза-тримувальними решітками; 3 – службовий павільйон; 4 – насосна станція I підняття; 5 – перепускне вікно, перекрите плоскою сіткою; 6 – затоплений водоприймальний оголовок; 7 – самопливна лінія

Залежно від категорії водозаборів та умов забору води використовуються такі схеми водозаборів: **А** - в одному створі; **Б** - в одному створі, але при декількох водоприймачах, за без-печених засобами боротьби із шугою, наносами та іншими перешкодами забиранню води; **В** - у двох створах, що розміщені на віддалі, яка виключає можливість перерви збирання води. Забезпечення необхідної надійності водозабору досягається його секціонуванням на дві самостійно працюючі секції (у великих водозаборах може бути більше двох секцій).

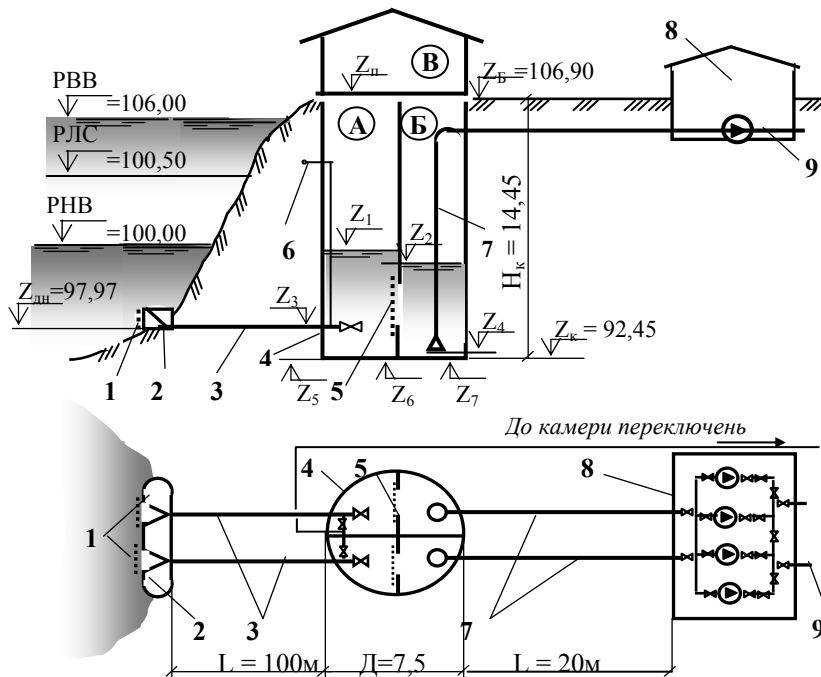


Рис. 5.2. Схема руслового водозабору роздільного типу

1 – водоприймальні вікна, перекриті сміттєзатримувальними решітками; 2 – водоприймальний оголовок; 3 – самопливні лінії; 4 – водоприймально-сітковий колодезь; 5 – перепускні вікна, перекриті плоскими сітками; 6 – трубопровід промивної води; 7 – всмоктувальні (можуть бути сифонні) трубопроводи; 8 – насосна станція I підняття; 9 – нагнітальні трубопроводи

А – водоприймальне відділення; Б - всмоктувальне відділення; В – наземний павільйон

Тип оголовка руслових водозаборів залежить від природних умов забирання води і продуктивності водозабору. Наприклад, розтрубний пальовий оголовок використовується при незначних продуктивностях та легких умовах забору води; при малих продуктивностях використовуються зрубіві або залізобетонні оголовки з боковим входом води, при цьому зрубіві використовуються, звичайно, в складних льодових умовах; для забезпечення рибозахисту в складних шугольодових умовах використовуються фільтруючі водоприймачі. При проектуванні річкових водозаборів гідравлічними розрахунками

визначають площу водоприймальних вікон в оголовку або передній стінці берегового колодязя, перекритих решітками, площу перепускних вікон берегового (водоприймально-сіткового) колодязя, перекритих плоскими сітками або робочу площу стрічкових обертових сіток; діаметри самопливних ліній та трубопроводів для подачі промивної води в ці лінії; необхідну висоту берегового (водоприймально-сіткового) колодязя; відмітку перегину сифонних ліній (при їх проектуванні замість самопливних).

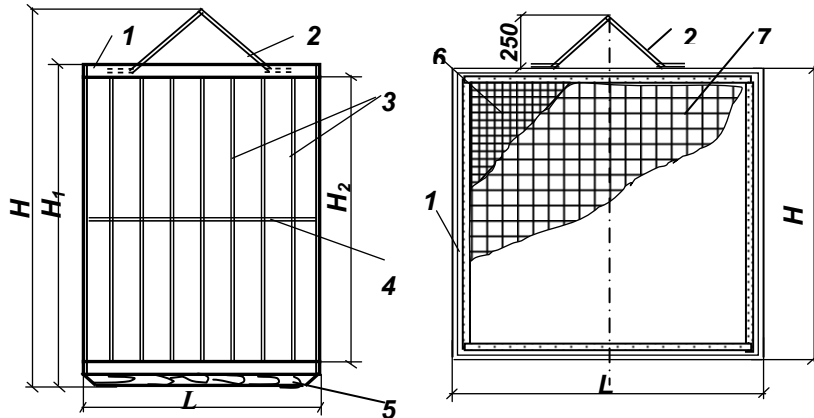


Рис.5.3. Конструкція решітки та плоскої сітки

1 – металева рама; 2 – скоба для монтажу; 3 – стержні; 4 – сталевая поперечина; 5 – дерев'яний брус; 6 – робоче полотно сітки; 7 – підтримуюча сітка

Необхідна площа водоприймальних вікон, м²

$$\Omega_{\text{БР}} = 1,25 K_{\text{ст}} \frac{q_p}{V_{\text{вт}}}, \quad (5.1)$$

де 1,25 – коефіцієнт забруднення вікон; q_p – розрахункова витрата однієї секції, м³/с; $V_{\text{вт}}$ – швидкість втікання у водоприймальні вікна, віднесена до їхнього перерізу в проsvітах, м/с; $K_{\text{ст}}$ – коефіцієнт стиснення вікон стержнями решітки

$$K_{\text{ст}} = \frac{a_{\text{ст}} + c_{\text{ст}}}{a_{\text{ст}}}, \quad (5.2)$$

де $a_{\text{ст}} = 50 \dots 100$ мм – відстань між стержнями в проsvіті; $c_{\text{ст}} = 6 \dots 12$ мм – товщина стержнів.

Допустимі швидкості втікання у водоприймальні вікна:

- для руслових водозаборів становлять 0,1...0,3 м/с,
- для берегових водозаборів – 0,2...0,6 м/с,

У водоймищах рибогосподарського значення ця швидкість зменшується до 0,25 м/с при швидкості течії більше 0,4 м/с та 0,1 м/с при швидкості течії менше 0,4 м/с. У важких шугольдових умовах швидкість втікання зменшується до 0,06 м/с.

В одній секції водозабору можна передбачити встановлення двох і більше стандартних решіток.

Необхідну площу вікон, які перекриваються плоскими сітками, визначають за формулою (5.1), приймаючи

$$K_{ст} = \left(\frac{a_{ст} + c_{ст}}{a_{ст}} \right)^2, \quad (5.3)$$

де $a_{ст}$ = 2...5 мм – відстань між дротами в просвіті; $c_{ст}$ = 1,0...1,2 мм – діаметр дротів.

Швидкість втікання у вікна із сітками не повинна перевищувати 1м/с (для плоских до 0,2...0,4; для обертових до 1,0). В середніх, важких та дуже важких природних умовах забирання води та при продуктивності водозабору більше 1м³/с в берегових (водоприймально-сіткових) колодязях встановлюються стрічкові обертові сітки.

Для запобігання розмиванню берега біля водозабору проводять закріплення берега на 100...150м вверх і на 50...70 м вниз за течією річки. Береги вимощують камінням розміром 18...25см в один або два шари, залізобетонними плитами товщиною 0,15...0,2м, які кладуть на підготовку з піску або щебеню, а надводні укуси викладають дерном. Кам'яною відсипкою або плитами кріпиться також дно річки в районі оголовка та над самопливними або сифонними лініями.

Водозабірні споруди із підземних джерел. Водозабірні свердловини (рис.5.4) застосовують для добування підземних вод, що залягають на глибині понад 10м від поверхні землі, потужності водоносного пласта не менше 5...6 м. При проектуванні водозабірних свердловин необхідно вибрати майданчик для розміщення свердловин, визначити водоносний пласт для постійної експлуатації, призначити спосіб буріння та тип бурових машин, визначити можливий дебіт однієї свердловини, кількість робочих і резервних свердловин, відстані між ними на місцевості, вибрати і розрахувати фільтр свердловини, вибрати тип водопідйомника для постійної експлуатації та відкачок води, розробити конструкцію свердловини і її оголовка, скласти проект зон санітарної охорони, скласти вказівки по бурінню свердловини, відкачках води.

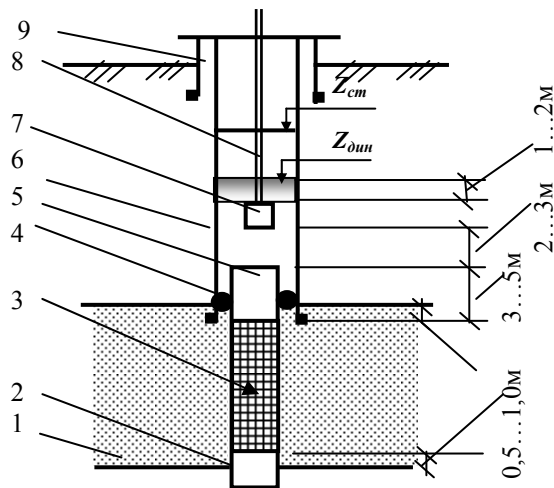


Рис.5.4. Схема обладнання водозабірної свердловини

- 1— водоносний пласт;
- 2 – відстійник;
- 3 – фільтр; 4 – сальник;
- 5 – надфільтрова труба;
- 6 – колона експлуатаційних труб;
- 7 – заглиблений насос;
- 8 – водопідйомні труби;
- 9 – оголовок

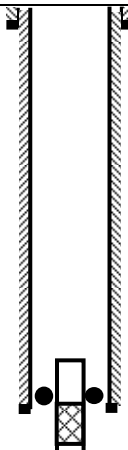
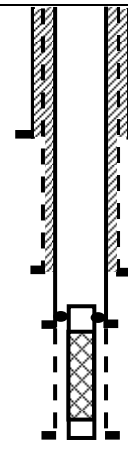
Майданчик для водозабірних свердловин визначається за результатами розвідницьких гідрогеологічних досліджень та повинен забезпечувати організацію зони санітарної охорони, знаходитись якнайближче до споживача, бути прив'язаним до місця найкращого живлення експлуатованого водоносного пласта, в якому виключено погіршення якості та зменшення дебіту свердловини в результаті її взаємодії з іншими водозаборами. Найчастіше свердловини розташовують у долинах рік, ближче до відкритих водоймищ, проте не на ділянках, що затоплюються повінню. Для невеликих населених пунктів або окремих сільськогосподарських і виробничих підприємств свердловини передбачають поруч із водонапірною баштою, розташованою у найвищій точці місцевості, і організовують при цьому загальну зону санітарної охорони.

При спорудженні свердловин найчастіше використовують роторний або ударно-канатний способи буріння. Роторний спосіб використовується для буріння свердловин практично будь-якої глибини при наявності достатньої кількості води та глини, а також при сприятливих гідрогеологічних умовах, тобто водоносні пласти добре вивчені та випробувані, а дебіт свердловини не зменшується за рахунок кольматації. Для роторного буріння можуть бути рекомендовані установки ІБА-15В з початковим діаметром 490мм та максимальною глибиною буріння 500м або УРБ-3А з діаметром буріння 250...300мм.

Ударно-канатний спосіб використовується для буріння свердловин

у пухких породах завглибшки 100...150м, а в скельних - навіть на більшу глибину. Ударно-канатне буріння може здійснюватись за допомогою установки УГБ-ЗУК з максимальним діаметром буріння 600мм на максимальну глибину 300м.

Таблиця 5.1. **Конструкції водозабірних свердловин**

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

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

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

Глибина свердловини визначається глибиною залягання покрівлі наміченого до експлуатації водоносного пласта, ступенем його розкриття для отримання розрахункового дебіту при допустимому пониженні рівня води. При невеликій потужності водоносного пласта

потрібно передбачати повне його розкриття із заглибленням свердловини у водотривкий пласт на 1м. Фільтр складається з окремих секцій завдовжки 1...5м. Секції за допомогою різьбових муфт збираються в колони. Робоча частина фільтра має не доходити до покрівлі та подошви водоносного шару на 0,5...0,1м. Робоча конструкція свердловини приймається в залежності від гідрогеологічних умов, прийнятого способу буріння, глибини залягання покрівлі водоносного пласта, прийнятого експлуатаційного діаметра свердловини.

Трубчасті фільтри виконуються з обсадних труб, на кінцях яких робиться різьба для їх з'єднання за допомогою муфт. Звичайно, трубчасті фільтри виготовляються нецентралізовано, в майстернях бурових організацій, мають шпаруватість від 25 до 35% при діаметрі отворів 16...20мм, схильні до корозії. Трубчасті фільтри з щілинною перфорацією мають довжину щілин 50...250мм і ширину 2,5...15мм. Трубчасті фільтри з круглою перфорацією, звичайно, служать каркасом для більш складних конструкцій фільтрів.

Сітчасті фільтри передбачають намотування сітки галунного або рапсового плетіння на трубчастий каркас з підмоткою. Розмір вічка сітки визначається дослідним шляхом: просіюванням сухого водоносного піску через набір сіток. Вважається, що сітка, яка пропускає 30...70% водоносного піску дає позитивний ефект при роботі фільтра. Звичайно, використовується сітка галунного плетіння за номерами 6/70; 7/70; 10/70; 10/90; 12/90; 14/100; 16/100; 18/130; 20/160 і відповідними розмірами отворів 0.34; 0.34; 0.32; 0.27; 0.27; 0.23; 0.23; 0.17; 0.14мм. Можуть використовуватись сітки латунні або із не іржавіючої сталі для запобігання її корозії та руйнування в свердловині.

Дротяний фільтр має трубчастий каркас з круглою перфорацією, на зовнішній поверхні якого за периметром на відстані один від одного закріплені повздовжні дроти діаметром 4...5мм. Зверху механічним способом на токарному станку намотується дріт діаметром 3мм з просвітом між витками 0,5...3мм.

Каркасно-стержневий фільтр відрізняється від попереднього тим, що замість трубчастого каркасу виготовляється каркас з повздовжніх дротів діаметром 12...15мм. Дроти тримають круглий переріз завдяки з'єднувальним патрубкам та опорним кільцям, до яких вони приварюються. Діаметр дроту для намотування приймається 1,5...4мм з шириною просвіта 0,5...6мм.

Гравійні фільтри можуть виготовлятися на поверхні землі (називаються кожуховими) та безпосередньо у водоносному шарі – обсіпні фільтри. *Кожухові фільтри*, звичайно, використовуються при

роторному способі буріння. Кожна секція фільтра має закріплений знизу сітчастий або з перфорованого листа кожух, куди щільно засипається гравій. Потім зверху кожух затягується хомутом. Отвори в карасі кожної секції повинні бути нижче верхнього рівня обсіпки на 500мм. Секції збираються у фільтрову колону й в готовому вигляді опускаються у свердловину.

Обсіпні фільтри, найчастіше використовуються при ударно-канатному способі буріння. При цьому у розкритий та обсаджений водоносний шар опускається каркас й по засипних трубках засипається гравій. Для обсіпки гравійних фільтрів використовують пісок, гравій, піщано-гравійну суміш. Склад матеріалу обсіпки першого шару

$$D_{50} = (8...12) d_{50}, \quad (5.4)$$

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

Товщина шарів обсіпки приймається: для кожухових фільтрів не менше 30мм; для обсіпних фільтрів - не менше 50мм.

Водозахоплююча здатність свердловини, м³/год

$$q_{св} = \pi D_{\phi} \cdot L_{\phi} \cdot V_{доп} / 24, \quad (5.5)$$

де D_{ϕ} - діаметр фільтра, м; $V_{доп}$ - допустима вхідна швидкість, м/доб, L_{ϕ} - розрахункова довжина фільтра.

Над оголовками свердловин влаштовують наземні павільйони або підземні камери. Перед здачею свердловини в експлуатацію воду зі свердловини відкачують, для чого здебільшого використовують ерліфти. Під час відкачування дебіт свердловини доводять до розрахункового або на 25 % більше.

Шахтні колодязі (рис.5.5) рекомендується приймати для забору води з водоносних безнапірних або малонапірних пластів, які залягають на глибині до 20...30 м. Навколо колодязя (в землі) укладають глиняний замок, поверхню землі для кращого відводу води асфальтують з нахилом в сторону від колодязя. Оголовок колодязя призначений для захисту його від забруднених поверхневих вод, а також для створення зручних умов експлуатації, має висоту над поверхнею землі не менше 0,8м.

Водоприймальну частину шахтних колодязів в залежності від гідрогеологічних умов та глибини влаштовують тільки в дні або стінках, або ж у дні і в стінках колодязя. У пластах, товщина яких до 3м, влаштовуються колодязі досконалого типу, які приймають воду через отвори у боковій поверхні; при більшій товщині пласта – колодязі як досконалого, так і недосконалого типу .

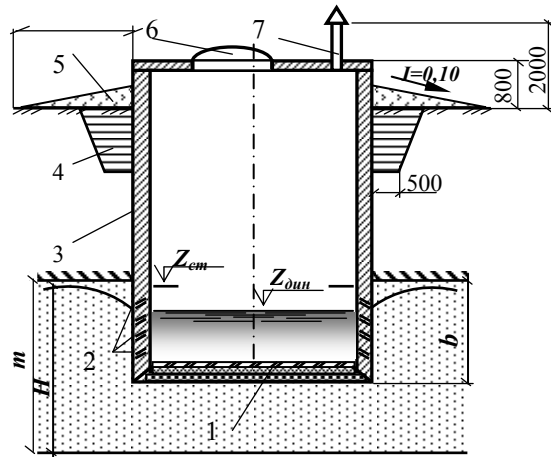


Рис. 5.5. Схема шахтного колодезя
 1 - зворотний фільтр;
 2- водоприймальні отвори; 3 - стовбур;
 4 - глиняний замок;
 5 - відмостка;
 6 - кришка;
 7 - вентиляційна труба;
 $Z_{ст}$ - статичний рівень,
 $Z_{дин}$ - динамічний рівень

Горизонтальні водозабори (рис.5.6) використовуються для забору підземних вод із малопотужних (до 2...3 м) та безнапірних водоносних горизонтів, які залягають на глибині до 8м від поверхні землі, найчастіше поблизу від поверхневих джерел.

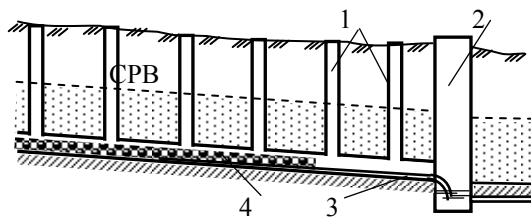


Рис. 5.6. Горизонтальний водозбір
 1 - оглядовий колодезь; 2 - водозбірний колодезь; 3 - транспортуючий трубопровід; 4 - водоприймальна частина.

Вони складаються із водоприймальної частини, оглядових колодезів, водозбірної камери та насосної станції. Водоприймальна частина має вигляд кам'яно-щебеневої, трубчастої дрени або галереї.

Променеві водозабори (рис.5.7) передбачаються у водоносних пластах, покрівля яких розміщена від поверхні землі на глибині не більше 15...20м, а потужність таких пластів не перевищує 20м.

Вони використовуються для захвату води підруслових алювіальних відкладень в берегах та під руслом річки, а також в неоднорідних по висоті водоносних пластах, коли необхідно використовувати найбільш водонасичені шари. Водозбір складається з водоприймальних променів (горизонтальних свердловин) і водозбірного колодезя з розташованою в ньому насосною станцією.

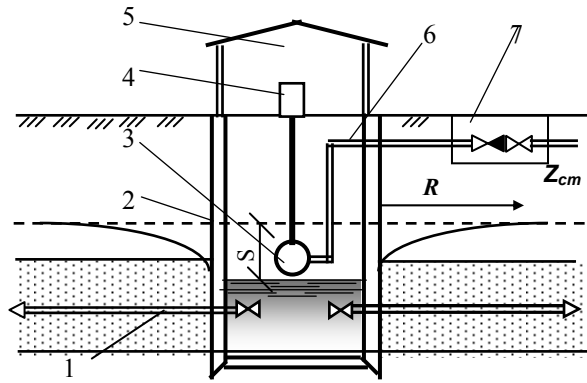


Рис.5.7. Променевий водозабір

- 1-горизонтальні свердловини (промені);
- 2- водозбірний колодезь;
- 3- насос;
- 4 - електродвигун;
- 5- наземний павільйон;
- 6- нагнітальна лінія;
- 7- камера управління

Зону санітарної охорони (ЗСО) водного джерела влаштовують для забезпечення санітарно-епідеміологічної надійності водного джерела в місці забирання з нього води. При проектуванні ЗСО водного джерела визначають розміри зони суворого режиму (I пояс), зони обмежень (II пояс), зони спостережень (III пояс), а також санітарний режим в зонах.

Територія I поясу ЗСО повинна бути спланована, огорожена, озеленена, а границі її акваторії позначені буями.

На території I поясу ЗСО забороняється проживання людей; всі види будівництва, за винятком основних водопровідних споруд; прокладання трубопроводів за винятком тих, що обслуговують водопровідні споруди; випуск в джерело стічних вод (СВ); застосування отрутохімікатів і добрив; купання, рибна ловля, прання; водопій і випас худоби; будинки в межах I поясу ЗСО повинні бути каналізовані з відведенням СВ в найближчу систему водовідведення або на місцеві очисні споруди за межами I поясу. При відсутності водовідведення повинні влаштовуватись водонепроникні вигреби.

При меженній ширині річки до 100м границі I поясу охоплюють протилежний берег шириною 50м.

Режим на територіях II та III поясів ЗСО повинен виключати умови потрапляння мікробного та хімічного забруднень у водне джерело. На цій території приписується благоустрій населених пунктів і підприємств, регулювання промислового та цивільного будівництва, приймається ступінь очищення всіх стічних вод, що скидаються у джерело, відповідно до діючих нормативів.

Найменші значення з наведених на рис.5.8. відстаней бічних меж II і III поясів від урізу води приймаються при рівнинному рельєфі місцевості, найбільші – при гірському рельєфі.

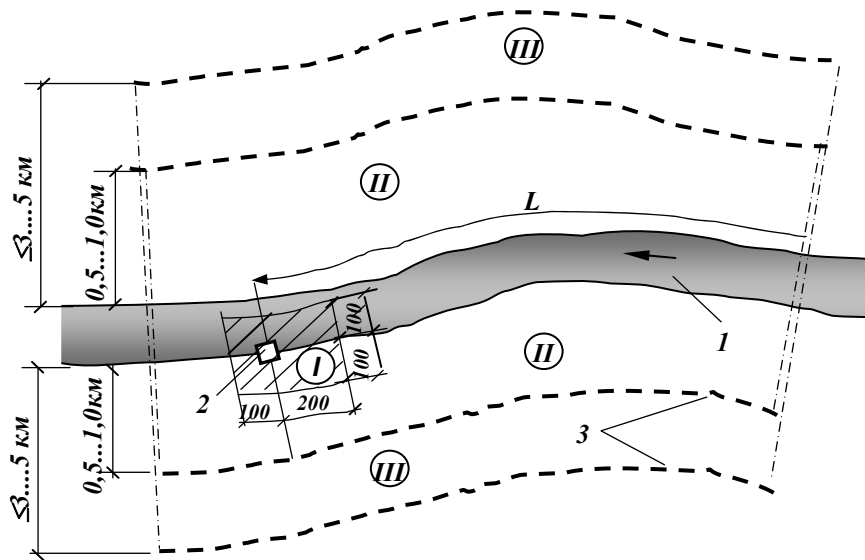


Рис. 5.8. Межі зон санітарної охорони річки навколо водозабору

1 – річка; 2 – водозабір; 3 – границі поясів

Ⓘ - зона суворого режиму; Ⓜ - зона обмеження; Ⓢ - зона спостереження (Розміри зон показані для ширини меженого русла річки більше 100м)

Межі II і III поясів ЗСО вверх за течією від водозабору знаходиться на відстані, км

$$L = 86,4V_{pmin} \cdot t, \quad (5.6)$$

де t – мінімально допустима кількість діб руху забруднень в річковій воді від меж II і III поясів ЗСО до водозабору (для кліматичних районів IA, Б, В, Г та ПА - 5 діб, для інших – 3 доби; при цьому північ України відноситься до району ШВ, південний схід – ШВ, південний захід - ШБ); V_{pmin} – мінімальна швидкість течії води в річці, м/с.

На території II поясу ЗСО забороняється розташування осередків мікробного забруднення (кладовищ, худобомогильників, полів асенізації та фільтрації, полів зрошення, гноєсховищ, тваринницьких та птахівницьких підприємств тощо); розташування осередків хімічного забруднення (складування та застосування добрив і отрутохімікатів, складів паливо – мастильних матеріалів, шламосховищ тощо); розташування пасовищ у прибережній смузі завширшки 300м; проведення лісозаготівельних робіт; при наявності

судноплавства судна повинні облаштовуватись збірниками підсланевих вод, а пристані – зливними станціями та збірниками твердих відходів.

На території III поясу ЗСО забороняється розташування осередків хімічного забруднення.

Для підземного водозабору перший пояс - зона суворого режиму - охоплює територію розташування свердловин або інших споруд для забору підземних вод. Він створюється з метою недопущення можливості випадкового або зловмисного забруднення джерела водопостачання. При відстані між свердловинами більше 100м перший пояс ЗСО встановлюється окремо для кожної свердловини.

Межа першого поясу ЗСО свердловини встановлюється на відстані радіусом 30м при використанні захищених підземних вод та 50м – недостатньо захищених. При особливих обставинах цей радіус може бути зміненим за результатами спеціальних досліджень відповідними органами. Водозабірні свердловини повинні бути обладнані апаратурою для систематичного контролю відповідності фактичного дебіту при експлуатації та проектної продуктивності, що передбачена при проектуванні водозабору та обґрунтуванні границь ЗСО.

Розміри другого поясу підземних водозаборів встановлюються виходячи з часу просування води з мікробними забрудненнями: для ґрунтових вод, які мають гідравлічний зв'язок з відкритими водоймами - 400 діб; для ґрунтових вод при відсутності такого зв'язку - 400 діб (для III і IV кліматичних районів - 200 діб); напірних і безнапірних міжпластових вод з гідравлічним зв'язком з відкритою водоймою — 200 діб; те ж саме, але без гідравлічного зв'язку - 200 діб (для III і IV кліматичних районів допустимі 100діб)

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

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

$$R = \sqrt{\frac{Q_{\text{вод}} \cdot T_p}{\pi \cdot m \cdot \Pi}}, \quad (5.7)$$

де R - відстань від межі зони при відсутності побутового потоку підземних вод, м; $Q_{\text{вод}}$ - продуктивність водозабору, м³/добу; T_p - розрахунковий час просування забруднень до водозабору, діб; m - потужність водоносного пласта, м; Π - активна поруватість.

Зона санітарної охорони водопровідних споруд (насосних станцій,

станцій підготовки води, ємкостей) складається з зони суворого режиму та санітарно - захисної смуги, водоводи повинні мати тільки санітарно - захисну смугу.

Межі зони суворого режиму водопровідних споруд встановлюються від стін резервуарів чистої води, фільтрів (крім напірних), контактних прояснювачів - не менше 30м; від стін інших споруд та стовбурів башт - не менше 15м. Розмір санітарно – захисної смуги встановлюється для водопровідних споруд - 100м від границі зони суворого режиму; для водоводів діаметром до 1000мм - 10м в сухих ґрунтах та 50м в мокрих.

В межах санітарно – захисної смуги водопровідних споруд виконуються практично всі санітарні заходи другого поясу ЗСО джерел. В межах санітарно – захисної смуги водоводів повинні бути відсутні вбиральні, помийні ями, гноєсховища, приймальники сміття, звалища, поля асенізації та фільтрації, поля зрошення, кладовища, твариномогильники. Водоводи (відповідно це стосується санітарно – захисної смуги) не повинні проходити територіями промислових та сільськогосподарських підприємств.

Насосні станції необхідні для подачі води з джерел або резервуарів, які розташовані на деякій відстані від споживачів води. *За своїм призначенням* насосні станції поділяють на: а) першого підняття (забирають воду з джерела водопостачання); б) другого підняття (найчастіше станції, які подають воду по водоводу в мережу); в) третього або четвертого і подальших підняттях або станції підкачування (призначені для підвищення напору в мережі або водоводі).

Залежно від розміщення насосів відносно рівня води в резервуарі або водоймі насосні станції бувають: а) із позитивною висотою всмоктування; б) із підпором (під заливом). *Відносно поверхні землі* вони можуть бути наземні, частково заглиблені (напівзаглиблені), заглиблені, підземні. *За формою в плані* насосні станції поділяють на прямокутні, круглі, складної конфігурації. *За характером керування* роботою вони можуть бути з ручним керуванням, автоматичні, напівавтоматичні, із дистанційним керуванням.

На насосних станціях другого і подальших підняттях, у більшості випадків на насосних станціях першого підняття, використовують відцентрові насоси. Насосні станції I підняття можуть обладнуватися поршневыми насосами, гідроелеваторами, гідравлічними таранами, ерліфтами. Усі відцентрові насоси мають спадну характеристику $Q - H$ (витрата - напір), тобто при меншій подачі забезпечують більший напір і навпаки.

Насосні станції розраховують на подавання води в добу найбільшого водоспоживання всім споживачам, яких забезпечує водою ця насосна станція. Залежно від прийнятої схеми водопостачання, станції подають і додаткову кількість води на власні потреби водопроводу. Найчастіше це стосується тільки насосних станцій I підняття. Незважаючи на те, що насоси мають різні характеристики і фактично працюють із різною подачею, при розрахунках вважають, що насосні станції кожної години упродовж доби (або якогось періоду доби) подають одну й ту саму кількість води. Від прийнятого режиму насосних станцій залежить режим роботи інших споруд системи, їхні розміри і вартість.

Як правило, у схемах водопостачання резервуари поділяють споруди на групи, пов'язані з режимом роботи попередньої і наступної насосних станцій. Так, насосна станція I підняття безпосередньо пов'язана з роботою водозабірних і водоочисних споруд, насосна II підняття - з водоводами, баштою, мережею.

Насосна станція II підняття подає водоводом постійні витрати води в мережу, яка, у свою чергу, безпосередньо пов'язана з водоспоживачем. Витрати води з мережі дуже різноманітні і коливаються в значних межах. Таку рівномірність подавання й нерівномірність споживання води має регулювати водонапірна башта. В періоди, коли подавання перевищує водоспоживання, надлишки води надходять у бак башти, де вони акумулюються, утворюючи регульовальний об'єм. З перевищенням водоспоживання над подаванням, кількість води, якої не вистачає споживачам, подається в мережу з башти. Все це відбувається автоматично, без втручання людини. Обов'язкова умова - достатній регульовальний об'єм.

Говорячи технічною мовою, розбіжність графіків подавання та споживання води згладжує регульовальний об'єм бака башти. При більшому наближенні графіка подавання до графіка водоспоживання забезпечуються менший регульовальний об'єм і менша вартість башти. Щоб зблизити ці графіки, треба призначити ступеневу роботу НС-II: кількість ступенів дорівнюватиме кількості ступенів добового графіка водоспоживання. Практично цього досягти неможливо, оскільки потрібна велика кількість насосних агрегатів, що значно підвищує вартість насосної станції й ускладнює її роботу. Найчастіше призначають один - два, максимум - три ступені роботи.

Для визначення напору насосів потрібно знати, з якої і до якої позначки треба піднімати воду, а також втрати напору. Так, для господарських насосів насосної станції II підняття з прохідною баштою потрібний напір дорівнює

$$H_n = 0,5(z_3 + z_4) - 0,5(z_1 + z_2) + h_k + h_b, \quad (5.8)$$

де z_1 і z_2 - позначки максимальних рівнів регулювального і пожежного запасів резервуарів чистої води, м; z_3 і z_4 - позначки максимальних рівнів регулювального і пожежного запасів у баці башти, м; h_k - втрати напору в комунікаціях насосної станції, м; h_b - втрати напору у водоводі, м.

Напір насосів I підняття, звичайно, визначають за виразом

$$H_n = z_{3m} - z_1 + h_{кн} + h_T, \quad (5.9)$$

де z_{3m} - позначка найвищої точки, в яку подають воду насоси (змішувач або приймальна камера на очисних спорудах), м; z_1 - найнижча позначка води у всмоктувальному відділенні водозабору, м; $h_{кн}$ та h_T - втрати напору в комунікаціях насосної станції і трубопроводі, який подає воду на очисні споруди, м.

На практичних використовувати [21] стор. 87...100, 144...154.

Контрольні запитання

1. Наведіть класифікацію водозабірних споруд.
2. У чому специфіка водозабірних споруд із поверхневих джерел?
3. Як проводиться вибір типу та місця розташування водозабору?
4. Наведіть схеми берегових та руслових водозаборів роздільного типу.
5. Наведіть схеми берегових водозаборів суміщеного типу.
6. Наведіть характеристику водозаборів підземних вод та умови їх використання.
7. Опишіть схеми водозабірних свердловин.
8. Які є типи фільтрів водозабірних свердловин?
9. Наведіть конструктивні елементи шахтних колодязів.
10. Опишіть основні схеми горизонтальних водозаборів.
11. Розкажіть про променеві водозабори.
12. Розкажіть про зони санітарної охорони джерел водопостачання і водозабірних споруд.
13. Назвіть основні ознаки насосних станцій та їх види.
14. Схарактеризуйте водопіднімальне обладнання.
15. Як визначається режим роботи насосних станцій першого та другого підняття (підйомів)?
16. Як визначається напір насосів першого та другого підняття?

Тема 6. Споруди, методи і способи підготовки води для питних та технологічних потреб. Спеціальні методи підготовки води: пом'якшення, стабілізація, знесолення, дезодорація, охолодження

Води поверхневих та підземних джерел уміщують гази, різні мікроорганізми, речовини неорганічного та органічного походження.

Всі води характеризуються фізичними, хімічними, мікробіологічними та біологічними показниками.

Фізичні показники включають каламутність або вміст завислих речовин, кольоровість, температуру, запах, присмак, електропровідність. Вода поверхневих джерел може мати кольоровість від 0...10 до 150...300 град. платино-кобальтової шкали (ПКШ), каламутність від 5...10 мг/куб. дм до 1500мг/куб. дм і більше, запах і присмак до 5 балів, температуру 0...25°C.

Води підземних джерел захищених підземних горизонтів. мають звичайно, температуру 7...15°C; каламутність, кольоровість, присмак, запах для таких вод часто знаходяться на мінімальних значеннях.

Хімічні показники визначаються наявністю загальної кількості розчинених речовин. Найбільш характерними показниками є: активна реакція або *pH* (найчастіше 6,5...8,0), загальна жорсткість (для поверхневих вод - 2...8 мг-екв/куб. дм, для підземних - 2...14 мг-екв/куб. дм і більше), сухий залишок (при значенні більше 1000 мг/куб. дм - вода мінералізована), вміст заліза (до 1... 2 мг/куб. дм у поверхневих вод і найчастіше 1... 10 мг/ куб. дм - для підземних), радіоактивність - не більше 3×10^{-11} кі/куб. дм, окислюваність (2мг/куб. дм і більше), азотвмістні (іони амонію, нітриту, нітрати), гази (кисень, вуглекислота, сірководень, метан, азот) тощо.

Мікробіологічні показники найчастіше визначаються загальною кількістю бактерій, що містяться в 1 куб. см води, та кишкової палички, яка міститься в 1куб. дм води (колі-індекс), термостабільних кишкових паличок, патогенних мікроорганізмів. Ці показники можуть бути близькими до нуля для підземних вод та десятки - сотні та більше - для поверхневих.

Біологічні показники здебільшого характерні для поверхневих вод і залежать від вмісту рослинних або тваринних організмів. Вони можуть бути в стані зависі (планктон) або бути причепленими до дна (бентос). Кількість їх оцінюється штуками в 1 мл води і коливається від нуля до 1000 і більше.

Вимоги споживачів до якості води можуть бути різними, але найчастіше і в найбільшій кількості в межах населеного пункту, в тому числі населенням, використовується "Вода питна" ГОСТ 2874-82.

Найбільш основні вимоги до води згідно цих норм такі: колі-індекс - менше 3, загальна кількість бактерій — менше 100, загальна жорсткість - менше 7 мг-екв/куб. дм, каламутність повинна бути не більше 1,5 мг/куб. дм, кольоровість — не більше 20 град, запах і присмак - менше 2 балів, pH - 6,5... 8,5, вміст заліза - менше 0,3 мг/куб. дм, сухий залишок - менше 1000 мг/куб. дм, фтору — 0,7...1,5 мг/куб. дм, марганцю - менше 0,1 мг/куб. дм, сульфатів - менше 500мг/куб.дм, хлоридів - менше 350 мг/куб. дм.

В той же час, впроваджуються Державні санітарні правила і норми "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання", затверджені Міністерством охорони здоров'я України 23.12.1996 року, які передбачають більш жорсткі вимоги до якості води. Головними залишаються мікробіологічні показники, які, крім двох бактеріологічних показників по ГОСТу (колі-ндекс та загальна кількість бактерій), вимагають визначення кількості термостабільних кишкових паличок, патогенних мікроорганізмів і в пробах води повинна бути їх повна відсутність. Другими йдуть паразитологічні показники, згідно яких повинна бути повна відсутність патогенних кишкових найпростіших, кишкових гельмінтів.

Третіми йдуть токсикологічні показники, мг/куб. дм, які повинні відповідати таким вимогам: алюміній - менше 0,2, барій - 0,1, миш'як - 0,01, селен - 0,01, свинець - 0,01, нікель - 0,1, нітрати - 45, фтор - 1,5; органічні компоненти, мг/куб. дм (тригалометани -0,1, хлороформ - 0,06, дібромхлорметан - 0,01, тетрахлорвуглець - 0,002, пестициди - 0,0001), інтегральні показники, мг/куб. дм, - окислюваність за $KMnO_4$ - 4, загальний органічний вуглець – 3.

Четвертими йдуть органолептичні показники (запах, каламутність, кольоровість, присмак, pH , сухий залишок, загальна жорсткість, сульфати, хлориди, мідь, марганець, залізо, які залишаються практично як в ГОСТі із зменшенням каламутності до 0,5, сульфатів і хлоридів до 250).

П'ятими йдуть показники радіаційної безпеки води, які передбачають гранично допустимими рівнями сумарної активності альфа - випромінювачів 0,1 Бк/куб. дм та бета – випромінювачів 1 Бк/куб. дм

Шостими йдуть показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води : загальна мінералізація - 100...1000 мг/куб. дм, загальна жорсткість - 1,5...7 мг-екв/куб. дм, загальна лужність - 0,5..6,5 мг-екв/куб. дм, магній - 10...80 мг/куб. дм, фтор - 0,7...1,5 мг/куб.дм).

При знезаражуванні води хлором вміст залишкового вільного

хлору у воді на виході з резервуара чистої води має бути 0,3-0,5 мг/куб. дм при тривалості контакту хлору з водою не менше 30 хв, а вміст залишкового зв'язаного хлору повинно не перевищувати 0,8...1,2 мг/куб. дм при тривалості контакту хлору не менше 60 хв.

Якщо вода природного джерела не відповідає вимогам споживача, то її треба очищати від домішок. При цьому виділяють такі найбільш характерні процеси:

- прояснення - зменшення каламутності, видалення колоїдних та завислих часток,
- знебарвлення - зменшення кольоровості,
- дезодорація - зменшення інтенсивності запаху та присмаку,
- знезараження - знищення бактерій і вірусів, які містяться у воді;
- знезалізнення — зменшення концентрації заліза;
- знефторення — зменшення концентрації фтору;
- зм'якшення — видалення солей кальцію або магнію, які зумовлюють жорсткість;
- опріснення — зменшення кількості сухого залишку.

Води поверхневих джерел частіше прояснюють, знебарвлюють, дезодорують, підземних — знезалізнюють, інколи зм'якшують, опріснюють, знефторюють. Всі води, як правило, знезаражують.

Спосіб обробки води, ступінь її очищення, технологічну схему, розрахункові параметри очисних споруд треба встановлювати залежно від якості води в джерелі, призначення водопроводу, продуктивності станції та місцевих умов, а також на основі технологічних випробувань і експлуатації споруд, які працюють в аналогічних умовах.

За принципом течії води в спорудах водоочисної станції системи поділяють на самопливні й напірні. В самопливних спорудах вода тече внаслідок дії сили тяжіння у відкритих спорудах, а рівень води в кожній наступній споруді нижче чим у попередній. В напірних спорудах вода тече спорудами закритого типу під тиском, який створює насос. Усі споруди можуть бути розташовані на одному рівні. Напірні споруди, звичайно, використовуються на станціях підготовки води для технічних цілей та на станціях підготовки питної води невеликої продуктивності. Підготовка поверхневих вод полягає в затриманні колоїдних та завислих речовин, розміри яких коливаються в досить широких межах.

Безреагентний метод використовують для очищення каламутних та малокольорових вод (рис. 6.1).

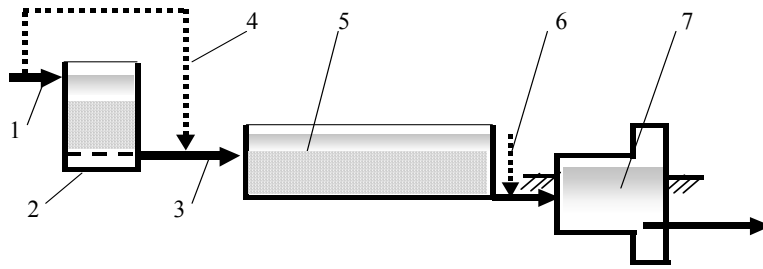


Рис. 6.1. Висотна схема споруд при безреагентному проясненні й знебарвленні води

1 - подача вихідної води; 2 - попередній фільтр; 3 - відведення попередньо - проясненої води; 4 - подача вихідної води при каламутності менше 50 мг/куб. дм; 5 - повільний фільтр; 6 - періодичне введення окислювача; 7 - резервуар чистої води.

Для здійснення коагуляції у воду вводять коагулянти—сульфат алюмінію, сульфат заліза (III), хлорид заліза (III), флокулянти — поліакриламід, активовану кремнієву кислоту, окислювачі — хлор, гіпохлорит нагрію, хлорне вапно. Найчастіше на водоочисних станціях у якості коагулянту використовується сульфат алюмінію очищений та неочищений. Коагулянти вводять у вигляді розчину, який готують у реагентному господарстві. Упродовж перших 30с після введення розчинів добавлені солі гідролізуються, а флокулянти утворюють пластівці з великою активною поверхнею. Гідроліз солей завершується утворенням колоїдних гідроксидів алюмінію та заліза $[Al(OH)_3, Fe(OH)_3]$, які також мають велику активну поверхню. Тонкодисперсні глинисті та колоїдні домішки, які є у воді, адсорбуються на поверхні пластівців флокулянту й гідроксиду. Так у воді виникає багато дрібних пластівців із домішками, які утримуються на їхній поверхні. Поступово вони укрупнюються до видимих, стають важкими й осідають. Процес утворення пластівців триває упродовж 15...20хв. Для утворення крупних пластівців вода повільно переміщується. Споруду, в якій утворюються пластівці, називають камерою утворення пластівців. Звичайно, у теплій воді (вище 4 °C) процес утворення пластівців відбувається досить швидко і добре, тому флокулянт здебільшого не вводять, а вводять тільки коагулянт і окислювач (хлор, гіпохлорит натрію).

Згідно норм приготування та дозування реагентів необхідно передбачати у вигляді розчинів (коагулянт, флокулянт) чи суспензій

(вапно). Доза коагулянту, мг/л, при обробці каламутних вод визначається в залежності від каламутності та кольоровості води.

Спосіб зберігання коагулянту визначається на основі техніко-економічного обґрунтування і залежить від кількості коагулянту, який зберігається на водоочисній станції. При невеликій місячній потребі в коагулянті приймають сухий спосіб зберігання, а при значних витратах – мокрий спосіб зберігання коагулянту в розчинних баках зберігатися в сухому чи залитому водою вигляді.

При сухому способі товарний продукт зберігається в сухому стані в складі, по мірі необхідності його засипають у розчинні баки, де розчиняють водою і перемішують повітрям. Концентрований розчин перепускають у витратні баки де розбавляють водою до концентрації до 12%. За потребою в частині розчинних баків відбувається розчинення коагулянту та перекачка у витратні баки, з яких розчин коагулянту подається в змішувачі. Мокрий спосіб зберігання коагулянту застосовується, якщо об'єм разової поставки коагулянту менший за його місячне споживання.

Двоступеневі реагенти схеми використовуються при каламутності вихідної води до 1500 мг/дм³ та кольоровості до 120 град ПКШ. В залежності від продуктивності станції приймають такі схеми. При продуктивності станції до 5000 м³/доб рекомендується схема з вертикальними відстійниками (перша ступінь очистки) і швидкими фільтрами (друга ступінь очистки).

При продуктивності станції більше 30000 м³/доб замість вертикальних використовують горизонтальні відстійники. Перед ними в схемі обов'язково влаштовуються камери утворення пластівців, конструкція яких залежить від якості вихідної води. В інтервалі продуктивності від 5000 до 30000 м³/доб замість відстійників широко використовують прояснювачі із шаром завислого осаду.

Малокаламутні та кольорові води можна очищати за одноступеневою реагентною схемою. При каламутності води до 120 мг/дм³ і кольоровості до 120 град ПКШ використовують схему з контактними прояснювачами.

Територія водоочисної станції є зоною санітарної охорони, повинна бути огорожена, мати сторожову охорону і відповідно прохідну, мати освітлення за периметром і по всій території, мати під'їзні шляхи до всіх споруд і будівель, озеленена.

Коагулянт завантажується в розчинні баки, в яких відбувається розчинення частини чи всієї партії коагулянту. Далі коагулянт пода-

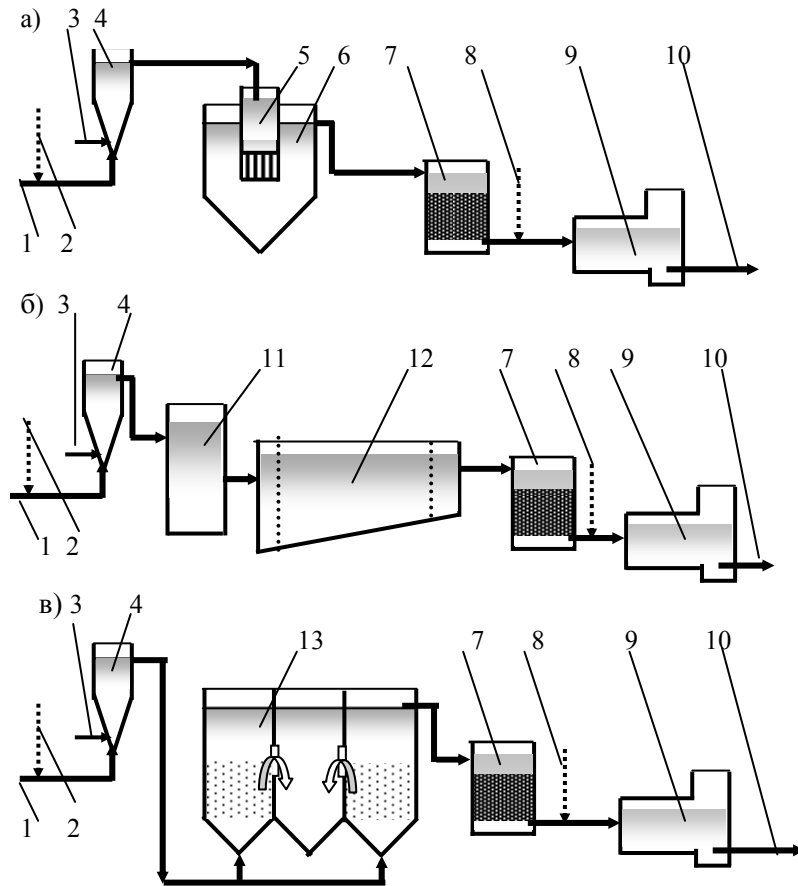


Рис.6.2. Двоступеневі реагентні схеми прояснення й знебарвлення води

а) з вертикальними відстійниками і швидкими фільтрами; б) з горизонтальними відстійниками і швидкими фільтрами; в) - з прояснювачами із завислим осадом і швидкими фільтрами; 1 - подача води на очищення; 2 - введення хлору; 3 - введення коагулянту; 4 - змішувач; 5 - камера утворення пластівців; 6 - вертикальний відстійник; 7 - швидкий фільтр; 8 - вторинне введення хлору; 9 - резервуар чистої води; 10 - подача води на насосну станцію; 11 - камера утворення пластівців; 12 - горизонтальний відстійник; 13 - прояснювач із завислим осадом

ється в баки-сховища. За допомогою кислотостійких насосів розчин коагулянту з баків-сховищ перекачується у витратні баки, в яких розчин коагулянту доводиться до необхідної концентрації і, за допомогою дозуючих пристроїв, подається в змішувачі.

Змішувачі призначені для швидкого та рівномірного розчинення реагентів у воді і повинні містити пристрої введення цих реагентів. Змішування реагентів з водою забезпечується змішувачами гідравлічного типу – вихровими (вертикальними) і перегородчастими, а при обґрунтуванні допускається застосування змішувачів механічного типу (мішалок). *Вертикальний (вихровий) змішувач* (рис. 6.3)

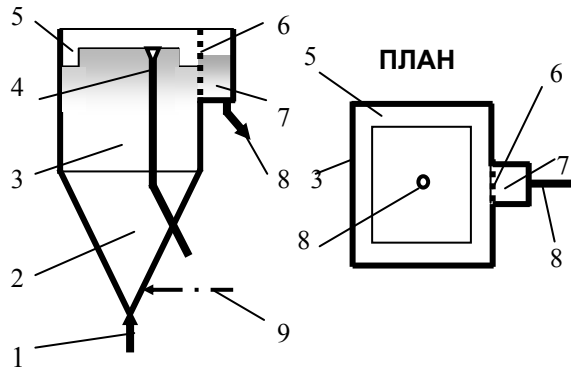


Рис.6.3. Схема вертикального змішувача

1 – подача вихідної води; 2 – конічна частина; 3 – вертикальна частина; 4 – переливний трубопровід; 5 – лоток; 6 – сітка; 7 – боковий карман; 8 – відведення води; 9 – введення коагулянту

має нижню конічну або пірамідальну, а верхню — циліндричну або паралелепіпедну частини. Змішувачів повинно бути не менше двох. Відстійники застосовують для осадження грубодисперсної зависі та великих пластівців за рахунок сил тяжіння. В залежності від напрямку руху води їх поділяють на вертикальні, горизонтальні, радіальні.

Вертикальний відстійник буває круглим або прямокутним у плані. В центральній його частині роблять циліндричну камеру утворення пластівців. У верхню частину камери впускають вихідну воду за допомогою спеціального пристрою — колеса Сегнера.

Горизонтальний відстійник — це довгий прямокутний залізобетонний резервуар. Воду подають у торець відстійника, де вона рівномірно розподіляється по перерізу зони прояснення дірчастою передньою перегородкою. Зону прояснення вода проходить ламінарним горизонтальним потоком, пластівці зависі внаслідок дії сили тяжіння осідають у зоні накопичення осаду. Відстояна вода

проходить через дірчасту задню перегородку й трубопроводом відводиться з відстійника. Осад періодично виводять трубопроводом із відключенням подачі води та повному випорожненні відстійника.

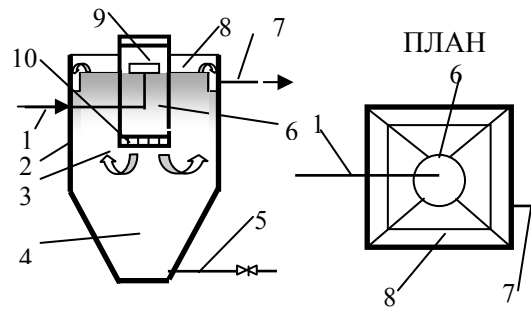


Рис. 6.4. Схема вертикального відстійника

1 - подача води; 2 – резервуар; 3 - зона прояснення; 4 – зона накопичення і ущільнення осаду; 5 - трубопровід для скиду осаду; 6 - камера утворення пластівців; 7 – трубопровід відведення відстояної води; 8 - лотки для збирання відстояної води; 9 - пристрій для впускання води в камеру; 10 — погашувач

Прояснювачі із завислим осадом, звичайно, поліпшують якість очищення води завдяки пропусканню води відразу ж після змішувача через наявний шар осаду, в якому відбувається контактна коагуляція та стиснене осадження. Прояснювачі із завислим осадом можуть бути: з вертикальним осадощільнювачем; з піддонним осадощільнювачем; без осадощільнювача; з природнім відбором осаду; з примусовим відсмоктуванням осаду. На станціях підготовки питної води найбільш розповсюджені прояснювачі коридорного типу.

Практично в усіх технологічних схемах водопідготовки використовуються споруди для фільтрування води. В залежності від якості вихідної води і, в першу чергу, від крупності і властивостей домішок, вимог до очищеної води і, відповідно, ступені очистки води, продуктивності, вартості будівництва й експлуатації, місцевих умов використовуються такі фільтри: *зернисті*, в яких основним робочим елементом є кварцевий пісок, керамзит, антрацит, пінополістирол, активоване вугілля, катіоніт, аніоніт тощо; *сітчасті*, в яких використовуються сітки різного типу плетіння і різним вічком у залежності від розмірів домішок; *тканеві*; *намивні*, в яких очистка

передбачається шаром дерев'яної муки, діатоміту, азбестової муки і які попередньо намиваються на каркас із пористої кераміки, сітки, тканевого полотна, картриджні; волокнисті.

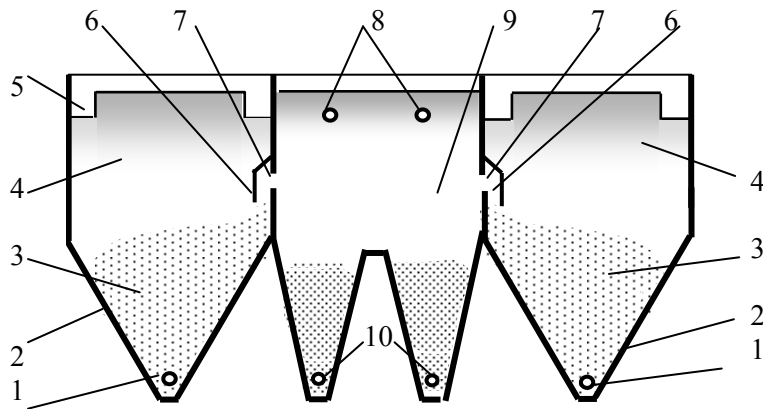


Рис.6.5. Схема прояснювача із завислим осадом коридорного типу:
 1 – перфоровані труби подачі вихідної води; 2 – робочий коридор; 3 – зона завислого осаду; 4 – зона проясненої води; 5 – лоток; 6 – козирок; 7 – осадоперепускні вікна; 8 – перфоровані труби збору проясненої води; 9 – осадодущільнювач; 10 – перфоровані труби відведення осаду

Швидкі фільтри—це місткості (рис. 6.6), в які засипають важку

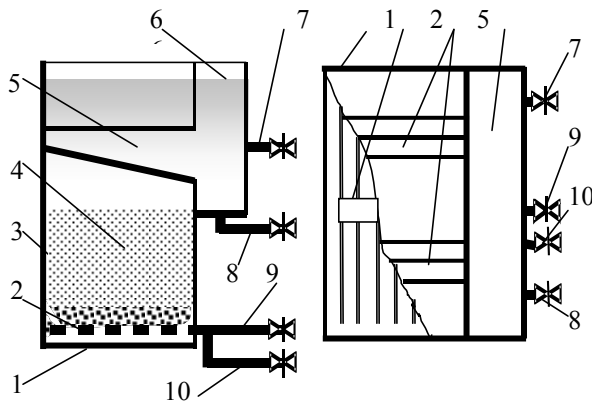


Рис. 6.6. Схема швидкого фільтра:

1 - місткість; 2 - розподільна система; 3 - підтримувальні шари; 4 - фільтрувальна засипка; 5 - жолоби; 6 - бічний канал; 7 - подача води на фільтрування; 8 - відведення промивної води; 9 - подача промивної води; 10 - відведення фільтрату

(таку, що тоне у воді) засипку: кварцевий пісок, антрацит, подрібнений або неподрібнений керамзит, аглопорит, вулканічні та попалені породи, тощо. Упродовж 1...3 діб у фільтрі постійно чергуються режими фільтрування і промивки. В режимі фільтрування завись затримується засипкою, в режимі промивки забруднення вимиваються зворотнім потоком чистої води і скидаються в каналізацію. Час, упродовж якого з початку фільтрування працював фільтр до досягнення цих граничних значень втрат напору, називають *часом досягнення граничних втрат напору* - t_n . Час, упродовж якого фільтр працював до погіршення якості фільтрату, називають *часом захисної дії фільтра* - t_z .

Пінополістирольні фільтри являють собою місткість, в якій утримуючою решіткою в притопленому стані утримується плаваюча засипка (рис 6.7). Плаваюча пінополістирольна засипка виготовляється безпосередньо на водоочисній станції шляхом вспінення товарного продукту полістиролу в гарячій воді або паром.

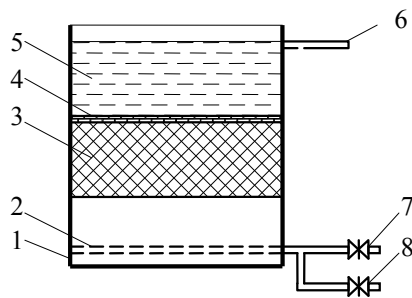


Рис. 6.7. Схема пінополістирольного фільтра з висхідним фільтраційним потоком
 1 - корпус; 2 - розподільна система; 3 - пінополістирольна засипка; 4 - утримуюча решітка; 5 - надфільтровий простір; 6 - відвід чистої води; 7 - подача вихідної води; 8 - відвід промивної води

Воду, звичайно, знезаражують на заключному етапі очистки після прояснення та знебарвлення перед потраплянням води в резервуари чистої води, які одночасно виконують функції контактних камер. Для знезаражування води застосовують такі методи: *безреагентні* — термічна обробка, ультрафіолетове опромінювання, обробка ультразвуком; *реагентні*, що ґрунтуються на введенні сильних окислювачів (хлор, гіпохлорит натрію, озон, перманганат калію, хлорне вапно) та іонів срібла.

Метод вибирають залежно від кількості та якості вихідної води, методів її попередньої очистки, вимог до надійності знезаражування (дезинфекції), з урахуванням техніко-економічних показників, умов постачання реагентів, наявності транспорту, можливості автоматизації

процесів тощо. Доза хлору для знезаражування підземних вод призначають 0,7...1,0 мг/л активного хлору, для поверхневих вод 2...3 мг/л. В промисловості гіпохлорит натрію отримують методом хлорування каустичної або кальцинованої соди і постачають його замовнику в бочках місткістю 50...60л.

Хлорування води рідким хлором здійснюють за допомогою хлораторів АХВ-1000 (раніше ЛОНИИ-100), ЛК-10, ЛК-11, ЛК-12, ХВ-11. На станцію рідкий хлор доставляють у балонах або бочках.

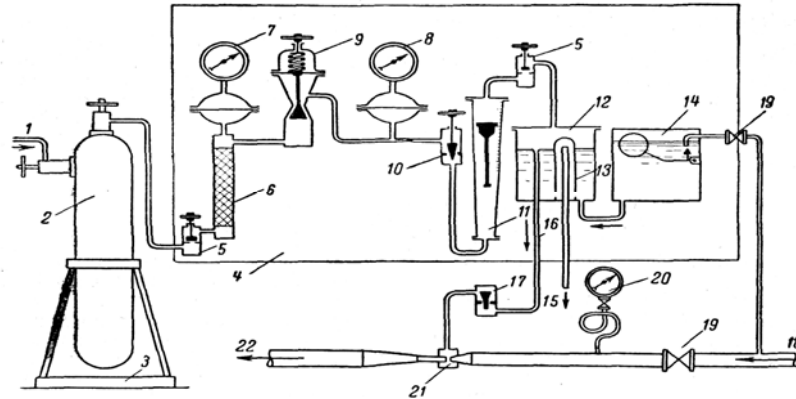


Рис. 6.8. Схема вакуумного хлоратора АХВ-1000 (ЛОНИИ-100)

1 – хлор-газ із витратного балона; 2 – балон-розширювач; 3 – стійка для балона; 4 – панель хлоратора; 5 – запірний вентиль; 6 – фільтр зі скляною ватою; 7- манометр високого тиску; 8 – манометр низького тиску; 9 – редукційний клапан; 10 – вентиль регулювання; 11 – ротаметр; 12 – змішувач; 13 – скляний ковпак; 14 – бачок постійного рівня; 15 – в атмосферу; 16 – хлорна вода до ежектора; 17 – зворотній клапан; 18 – питна вода; 19 – вентиль; 20 – манометр; 21 – ежектор; 22 – до місця дозування

З метою зменшення дози хлору у воду слід вводити аміак у пропорції 1:1. В результаті вводу аміаку у воді утворюються хлораміни, у яких окислювальний потенціал значно нижче, знижується хлорпоглинальність води, більш довгий час обумовлюється фіксація хлору, увід запобігає появі хлорфенольних запахів та присмаків, хлорамінний хлор менш відчутний. При цьому використовують преамонізацію (введення аміаку за 1..2хв до вводу первинного хлору) для попередження хлорфенольних запахів і присмаків та постамонізацію (аміак вводиться після хлору безпосередньо в

резервуари чистої води) для подовження дії хлору. Аміак вводиться у воду також за допомогою вакуумних хлораторів.

Озон є сильним окислювачем, який отримують в результаті сильного розряду струму при напрузі 8000...10000в у озонаторах. Повітряно-озонову суміш вводять в контактний резервуар. Оброблена озоном вода, звичайно, отримує блакитний колір та приємний запах.

До знезаражування ультрафіолетовим опроміненням за допомогою бактерицидних ламп раніше удавались тільки для вод підземних водних джерел, які мали колі-індекс не більш як 1000 одиниць на л, вміст заліза — не більш як 0,3 мг/куб. дм. Довжина хвилі променів повинна бути 200...295нм (оптимальна 260). Бактерицидні установки встановлюють на всмоктувальних і напірних лініях насосів II підняття в окремих будівлях або приміщеннях.

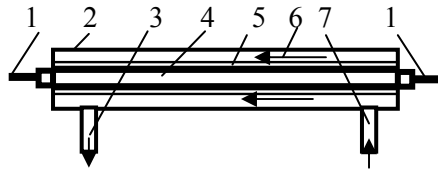


Рис. 6.9. Принципова схема напірної бактерицидної установки

1 - електричний кабель; 2 - корпус; 3 - відвідний патрубок; 4 - бактерицидна лампа; 5 - кварцевий чохол; 6 - напрямок потоку води; 7 - підвідний патрубок

Залізо в природних водах буває, в залежності від рН та вмісту кисню, в іонній формі, комплексних сполуках двох або тривалентного заліза та тонкодисперсної зависі гідроксиду заліза. В питній воді заліза повинно бути не більше 0,3 мг/дм³. Щоб видалити залізо з води, застосовують реагентний, безреагентний, катіонообмінний методи. В перших двох методах треба перевести розчинні форми заліза в малорозчинні форми $Fe(OH)_3$, чого досягають окисленням із наступним його осадженням або затриманням у товщі фільтрувальної засипки. Метод знезалізнєння вибирають залежно від хімічного складу води, ступеня знезалізнєння, продуктивності станції, технологічних випробувань. Найчастіше для знезалізнєння використовують безреагентний метод, оскільки він простіший та дешевший. Процес полягає в тому, що в аераційному пристрої воду насичують киснем, при цьому частково видаляється вугільна кислота, частково окислюється залізо. Потім воду відстоюють у резервуарах і фільтрують на фільтрах, де видаляються утворені пластівці гідроксиду заліза. Якщо процес знезалізнєння безреагентним методом відбувається погано, то вдаються до реагентного методу. При цьому у вихідну воду вводять окислювачі: хлор, перманганат калію, вапно, соду.

Знесолення полягає у видаленні із води розчинених у ній солей до солевмісту в декілька мг або долів мг в 1дм³. Досягається воно дистиляцією (випаровуванням), іонітовим способом, електрохімічним методом, гіперфільтрацією.

Опріснення води полягає в затриманні розчинених солей із мінералізованих вод із доведенням її якості до питної води. Цей процес дуже складний і потребує значних затрат коштів. Є дві групи опріснення: із зміною агрегатного стану води і без зміни. Перша — це термічне й вакуумне випаровування, геліоопріснення, природне та штучне виморожування. До другої групи методів належать реагентний та іонний обміни, електродіаліз, гіперфільтрація, біологічний з використанням водоростей.

Зм'якшення—це видалення з води катіонів кальцію та магнію, які обумовлюють жорсткість води. Для зм'якшення води можна застосовувати такі методи: реагентний; термохімічний; катіонітовий.

Реагентний метод полягає у зв'язуванні іонів кальцію та магнію хімічними речовинами в малорозчинні та осідаючі - карбонат кальцію і гідроксид магнію. В залежності від використаної хімічної речовини він поділяється на вапняний, содовий, їдконатрійовий, фосфатний. Термохімічний ґрунтується на нагріванні води до температури 100... 165 °С разом із реагентом - вапном, содою. Катіонітовий метод передбачає обмінювання іонообмінними матеріалами (катіонітами) катіонів натрію або водню на катіони кальцію та магнію (*Na*-катіонування, *H*-катіонування). Перший спосіб застосовують для часткового зм'якшення поверхневих вод одночасно з проясненням та знебарвленням, другий - для глибокого зм'якшення невеликих кількостей підземних вод, третій, як правило, для підготовки води котельних, де потрібне глибоке зм'якшення. Для зм'якшення води на господарсько - питні потреби рекомендується використовувати реагентний вапняний або вапняно-содовий метод.

В технологічних процесах багатьох виробництв для охолодження приладів, верстатів, устаткування, пічок, ректифікаційних колон, готової продукції використовується вода. Охолоджуюча вода подається на об'єкт, омиває його або обприскує, нагрівається і відводиться від об'єкту. В оборотних системах вода може очищатись від механічних домішок та масел, якщо вони з'являються в процесі охолодження, і охолоджується в охолоджувачах. Охолодження проходить за рахунок контакту з повітрям, що обумовлює типи охолоджувачів та ступінь охолодження води.

За способом підводу повітря охолоджувачі поділяються на відкриті; баштові; вентиляторні. До відкритих охолоджувачів відносяться водосховища-охолоджувачі, бризкальні басейни, відкриті градирні, в яких рух повітря забезпечується вітром або природною конвекцією. Баштові і вентиляторні охолоджувачі називаються градирнями. В баштових градирнях рух повітря забезпечується природною тягою, яка утворюється високою витяжною баштою. Вентиляторні градирні можуть бути обладнані нагнітальним чи всмоктувальним вентилятором, який забезпечує інтенсивний рух повітря. В свою чергу, баштові і вентиляторні градирні можуть бути поверхневими, в яких передбачений безпосередній контакт повітря і води, та радіаторними, в яких вода протікає через радіатори і безпосереднього контакту води й повітря немає.

Контрольні запитання

1. Наведіть показники якості води. Вимоги до якості питної води?
2. Схарактеризуйте основні методи та способи обробки води. Як їх вибирають?
3. Наведіть особливості безреагентних схем прояснення і знебарвлення води.
4. Опишіть двоступеневі реагентні схеми прояснення і знебарвлення води.
5. В чому полягають фізико-хімічні основи коагуляції домішок і їх затримання в технологічних спорудах прояснення і знебарвлення води?
6. Які існують реагенти для прояснення і знебарвлення води?
7. Наведіть схеми і умови використання гідравлічних й механічних змішувачів.
8. Наведіть схему вертикального відстійника. В чому особливість горизонтального відстійника та прояснювача із завислим осадом?
9. Яка є класифікація фільтрів?
10. Наведіть схеми швидких фільтрів. Який принцип їх роботи?
11. Наведіть схеми фільтрів із плаваючою пінополістирольною засипкою.
12. Схарактеризуйте знезаражування води та способи.
13. Які є способи знезалізнення?
14. Наведіть схеми споруд для зм'якшення води та хімізм процесу. Як проводиться їх вибір?
15. Опишіть принципову схему хлоратора АХВ-1000.
16. Яке призначення аміаку в процесах знезаражування хлором.
17. В чому полягає суть знезаражування води ультрафіолетовим опроміненням?

Тема 7. Системи і схеми водовідведення. Зовнішні мережі водовідведення. Насосні станції перекачки стічних вод

Системою каналізації називається сукупність інженерних споруд для збирання, транспортування, очищення, знезараження стічних вод, утилізації осадів, які отримані зі стічних вод, скиду очищених стічних вод у водойми. Останнім часом слово каналізація починають замінювати на слово *водовідведення*, тобто вони означають ті самі поняття. Проте в більшості нормативної і технічної літератури використовується слово каналізація. Залежно від походження стічні води поділяють на:

- *побутові* (господарсько-фекальні), які надходять із кухонь, туалетних кімнат, душових, лазень, пралень, їдалень тощо; вони забруднені фізіологічними та господарськими відходами;
- *виробничі*, які були використані в технологічних процесах і до них потрапили забруднення (залежно від виробництва): механічні, хімічні, біологічні тощо;
- *атмосферні* (дощі, танення льоду, снігу); вони забруднюються здебільшого мінеральними частинками.

Залежно від того, які води збирають системи каналізації, вони можуть бути *загальносплавними* та *роздільними* (повними, неповними, напівроздільними). Найдорожчі, але найнадійніші з екологічної точки зору є загальносплавні, які збирають і обробляють стічні води всіх типів. У сільській місцевості тільки починають будувати системи каналізації, а тому вони передбачаються неповними роздільними. При цьому побутові і виробничі стічні води відводяться спільною мережею. Атмосферні води бувають періодами й у великій кількості та відводяться каналами, лотками, кюветами або канавами. Виробничі стічні води можуть відводитись спільно з побутовими якщо вони не порушують роботу мереж і споруд, не мають речовин, які засмічують труби мережі, не руйнують труби, не вміщують шкідливі речовини в концентраціях, які порушують роботу очисних споруд, не вміщують горючі домішки або розчинні речовини, які можуть утворювати вибухонебезпечні або токсичні гази. При невиконанні цих вимог виробничі стічні води повинні відводитись самостійно. Загальну схему каналізації сільського населеного пункту зображено на рис. 7.1. Стічні води збирають окремо за басейнами каналізування, якими називають території, обмежені водоподілом (на рис. 7.1 їх два — над і під водоподілом). З дворової мережі стічні води надходять у самопливну вуличну мережу, де їх збирають колекторами 6, 7, 8 і спрямовують у приймальний резервуар каналізаційних насосних станцій.

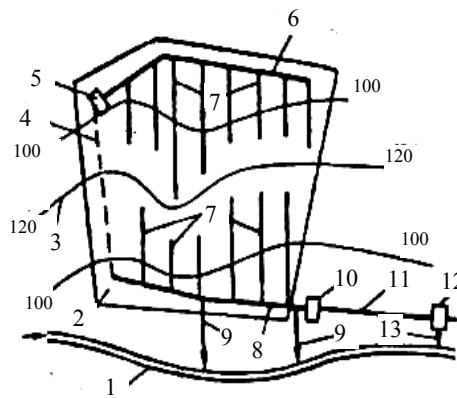


Рис. 7.1. Загальна схема каналізації населеного пункту

1 - річка; 2 - населений пункт; 3 - водоподіл; 4 - напірний трубопровід; 5 - районна насосна станція; 6 - самопливний колектор; 7 - вулична самопливна мережа; 8 - головний самопливний колектор; 9 - аварійні випуски; 10 - головна насосна станція; 11 - замиський напірний колектор; 12 - очисні споруди; 13 - випуск у водойму

Усі під'єднання обов'язково проводяться в колодязях. Районна насосна станція (їх може бути декілька) перекачує стічні води в головний колектор, а головна насосна станція - замиським колектором на очисні споруди. Очищені і знезаражені в цих спорудах стічні води скидають у водойми. В разі аварії на каналізаційній системі неочищені стічні води в крайньому разі допускається скидати випусками у водойму.

Описана *сплавна централізована система каналізації* складна, дорога, матеріаломістка, але й найбільш надійна. У багатьох сільських населених пунктах існує *децентралізована, або місцева, система каналізації*, яка об'єднує невелику кількість споживачів (один чи кілька будинків), та *вивізну систему*. У вивізній системі стічні води та нечистоти збирають у вигребах або збірниках і періодично вивозять спеціальними машинами.

Системи каналізації проектують на пропускання через каналізаційну мережу та споруди розрахункових витрат води. При цьому діють відповідно до вказівок СНиП 2.04.03-85 «Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения».

Витрати стічних вод визначають аналогічно водоспоживанню на основі кількості споживачів і питомого водовідведення. *Питоме водовідведення* - це витрати стічних вод у літрах за добу на одного мешканця або у кубічних метрах на одиницю продукції. Стічні води потрапляють у каналізаційну мережу також нерівномірно, що враховується коефіцієнтами добової і годинної нерівномірності.

Розрахункові добові витрати стічних вод від населених пунктів

визначаються аналогічно розрахунковим добовим витратам водоспоживання, а значення питомого водовідведення залежить від ступеня благоустрою і дорівнює питомому водоспоживанню. Максимально годинні витрати стічних вод дорівнюють

$$Q_{\text{макс.г}} = q_{\text{ж}} \cdot N \cdot K_{\text{макс}} / 24000, \quad (7.1)$$

де $Q_{\text{макс.г}}$ - максимальна годинна витрата, м³/год; $q_{\text{ж}}$ - питоме водовідведення, л/доб·люд; N - кількість жителів; $K_{\text{макс}}$ - загальний коефіцієнт нерівномірності, який приймається в межах 2,5...1,44 в залежності від зменшення середніх витрат стічних вод від 5 до 5000 л/с.

При розробці схем водовідведення в сільській місцевості питоме водовідведення можна приймати 150 л/доб на одного мешканця.

Каналізаційну (водовідвідну) самопливну мережу укладають з безнапірних розтрубних керамічних, залізобетонних, бетонних, азбестоцементних (із гладенькими кінцями), чавунних, пластмасових труб, окремих залізобетонних деталей. Для з'єднань застосовують смоляний канат та цементний розчин. Напірні колектори виготовляють із чавунних, сталевих, пластмасових, напірних залізобетонних, азбестоцементних труб.

Вуличну мережу прокладають із уклоном до колектора, а колектор - до приймального резервуара. Мінімальний діаметр труб вуличної мережі приймають 200мм, а уклон — 0,005, із збільшенням діаметра уклон зменшується. Основа під труби призначається в залежності від несучої здатності ґрунтів та навантажень. Проте в усіх випадках труби укладають на вирівняне та ущільнене дно траншеї. В скельних породах обов'язкова підготовка товщиною не менше 10см із піщаних або гравелистих ґрунтів, а при слабких, мулистих, торфових ґрунтах потрібна штучна основа.

Труби різних діаметрів з'єднують по шелигам (верху) труб у колодязях. Дозволяється з'єднувати труби по розрахунковому рівню води. При під'єднанні труб малих діаметрів до колекторів великих діаметрів або підключенні дворової мережі до вуличної лоток труби підключення може розташовуватись на розрахунковому рівні води основної труби.

Найменшу глибину закладання труб до їх лотка приймається на 0,3м (діаметр до 500мм) або на 0,5м (діаметр більший за 500мм) менше глибини промерзання. Проте до верха труби повинен бути шар ґрунту товщиною не менше 0,7м. Труби слід прокладати вздовж вулиць, але, по можливості, не під асфальтовим покриттям. Через самопливні труби стічна вода проходить неповним перерізом і характеризується наповненням. *Наповнення* – це відношення шару

води в трубі до її діаметра. Рекомендовані значення наповнення для труб діаметром до 250мм –0,6, від 300 до 400мм –0,7, від 450 до 900мм –0,75. Швидкість течії має бути такою, щоб забезпечувалося самоочищення труб: для діаметра 200мм вона дорівнює 0,7 м/с, для більших діаметрів - вона зростає. Швидкість потоку за течією повинна постійно збільшуватись, що запобігає труби від відкладень наносів. Це правило може порушуватись якщо є колодязь, в якому гаситься потік. Для напірних колекторів максимальна швидкість приймається 8м/с для металевих труб та 4 м/с для неметалевих.

Оглядові колодязі на самопливних лініях передбачаються в місцях під'єднання, в місцях зміни напрямку потоків, уклонів, діаметрів, на прямолінійних ділянках на відстані 50м при діаметрі труб 200...450мм, 75м при діаметрі 500...600мм, 100м при діаметрі 700...900мм. Розміри колодязів залежать від діаметра труб і приймаються 1м при діаметрі труб до 600мм, 1,25м при діаметрі труб 700мм, 1,5м при діаметрі труб 800...1000мм. В колодязях передбачається бетонний, відкритий лоток по плавних лініях для плавного з'єднання потоків стічних вод або пристрій для гасіння потоку. Кут між під'єднаною та відвідною трубами не повинен перевищувати 90 градусів.

Розрахунок мережі полягає у визначенні потрібних діаметрів окремих ділянок і уклонів труб, які забезпечують відведення розрахункових витрат стічних вод. Для розрахунків користуються спеціальними таблицями, графіками, номограмами, які є в довідниках. Трасування мережі та колекторів здійснюють по прямій лінії так, щоб забезпечити відведення найкоротшим шляхом найбільшої кількості стічних вод самопливом трубами із збереженням найменшого їхнього заглиблення (воно може бути 5м і більше). При цьому треба максимально враховувати рельєф місцевості. Є такі схеми трасування:

- *охоплююча* (використовують при плоскому рельєфі; полягає в трасуванні мережі навколо житлового кварталу);
- *за пониженою гранню* (використовують при похилому рельєфі; полягає в трасуванні мережі з того боку кварталу, де є найменші позначки місцевості);
- *внутрішньоквартальна* (трасують навпростець через квартал (довжина мережі в цьому разі найменша, проте ускладнюється її експлуатація).

Після трасування мережі призначають розрахункові ділянки і визначають максимальні секундні витрати стічних вод по кожній ділянці. Звичайно, розрахункові вузли або кінцеві точки ділянок спів-

падають із границями кварталів. При визначенні розрахункових витрат користуються модулем стоку, л/(с·га), який дорівнює

$$q = q_{ж} \cdot P / 86400, \quad (7.2)$$

де $q_{ж}$ - питоме водовідведення, л/доб·люд; P- густина населення на 1га.

Модуль стоку визначають для кварталів, які відрізняються густиною населення та питомим водовідведенням. Добуток від модуля стоку і площі водовідведення, яка прилягає до розрахункової ділянки, є *шляховими розрахунковими витратами* води з цієї ділянки та при розрахунку вважаються такими, що надходять в початковий вузол. В цей вузол можуть надходити транзитні витрати з вище розташованих ділянок та зосереджені від підприємств. Також, як і для водопровідних мереж, складається розрахункова схема каналізаційної мережі і в табличній формі визначають витрати стічних вод для кожного вузла. Гідравлічний розрахунок проводять в табличній формі (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1. Гідравлічний розрахунок каналізаційної мережі

Ділянка мережі	Розрахункові витрати, л/с	Довжина, м	Уклон	Втрати напору, м	Діаметр, мм	Висота наповнення		Швидкість, м/с
						в долях діаметра	висота, м	
11-12	55	280	0,003	0,84	350	0,62	0,217	0,87
12-13	72,35	400	0,0025	1	400	0,63	0,252	0,87
13-14	112,33	400	0,002	0,8	500	0,62	0,310	0,9

Продовження

Ділянка мережі	Відмітки по розрахунковим ділянкам, м						Глибина закладання лотка труби, м	
	Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби			
	на початку	в кінці	на початку	в кінці	на початку	в кінці	на початку	в кінці
11-12	96,50	96,20	94,717	93,877	94,500	93,660	2,00	2,54
12-13	96,20	95,60	93,877	92,877	93,625	92,625	2,58	2,98
13-14	95,60	95,00	92,877	92,077	92,567	91,767	3,03	3,23

На основі проведених розрахунків будують повздовжній профіль каналізаційної мережі.

Стічні води із самопливних мереж стікають до насосних станцій, які розташовуються в понижених місцях. Каналізаційні насосні

станції мають заглиблений приймальний резервуар, машинне відділення, побутові та допоміжні приміщення. Найчастіше використовуються насосні станції шахтного типу, круглі в плані. Місткість приймального резервуара визначається в залежності від притоку стічних вод, продуктивності насосів та можливої частоти включення насосів, але не менше 5-ти хвилинної максимальної продуктивності одного з насосів. Для захисту насосів від забруднень в приймальних резервуарах установлюють решітки з механізованими граблями або решітки – дробарки. Приймальний резервуар відгороджується від машинного залу суцільною газо - та водонепроникною стінкою.

Насоси в машинній залі, звичайно, встановлюються під заливом. Використовуються фекальні насоси горизонтального або вертикального типу. До кожного насоса, як правило, передбачається самостійна всмоктуюча лінія. Кількість резервних насосів повинна бути один - два. Розміри машинної зали визначаються як і для водопровідних насосних станцій.

На практичних використовувати [25] стор.193...204, 222...225.

Контрольні запитання

1. Які існують види стічних вод?
2. Дати визначення дисципліни «каналізація».
3. Навести загальну схему каналізації населеного пункту.
4. Як визначаються витрати стічних вод?
5. Які труби використовуються для каналізаційних мереж? Що таке наповнення і який уклон труб?
6. Опишіть правила проектування і трасування каналізаційної мережі.
7. Опишіть обладнання каналізаційної насосної станції.
8. Як проводиться гідравлічний розрахунок каналізаційних мереж?

Тема 8. Очищення стічних вод, способи очистки, технологічні схеми очищення побутових стічних вод

Забруднення побутових стічних вод складаються з мінеральних та органічних домішок. До мінеральних належать пісок, глина, шлак, бій скла тощо. Органічні домішки можуть бути рослинного походження (залишки плодів, овочів, рослин, паперу, олії) та тваринного (фізіологічні виділення людей, тварин, залишки тканин тваринних організмів і дріжджові та плісневі грибки, бактерії, в тому числі патогенні — черевного тифу, паразиту, дизентерії), яйця гельмінтів (глистів). За фізичним станом домішки можуть бути розчинними та нерозчинними. Нерозчинними домішками є крупна завесь, суспензії,

емульсії, піна, тобто частинки крупністю вище за 0,1мкм. Ступінь забруднення ними оцінюється концентрацією завислих речовин. Забруднення стічних вод органічними речовинами, які перебувають у розчиненому вигляді, оцінюється біохімічною потребою кисню (БПК), тобто кількістю кисню в мг/дм³, яка потрібна для окислення цих речовин аеробними бактеріями в період їхньої життєздатності. Звичайно, БПК визначають через 5 діб - БПК₅ та через 20 діб - БПК₂₀. Для багатьох стічних вод значення БПК₂₀ співпадає з БПК_{пов}.

Згідно норм у побутові стічні води від кожного мешканця потрапляє така кількість забруднюючих речовин, г/доб: завислі речовини - 65; БПК_{пов} непроясненої рідини - 75; БПК_{пов} проясненої рідини - 40; азот амонійних солей N - 8; фосфати P₂O₅ - 3,3, в тому числі миючих речовин - 1,6; хлориди Cl - 9; поверхнево-активні речовини (ПАР) - 2,5.

Таким чином, концентрація забруднень, г/м³ у побутових стічних водах визначається окремо для кожного виду забруднень із виразу

$$C=1000 a /q_{ж}, \quad (8.1)$$

де а-кількість забруднень за добу, яка надходить від одної людини; q_ж- питома водовідведення, л/доб·люд.

Кількість забруднень у виробничих стічних водах задають технологи. Для розрахунку очисних споруд слід знати концентрацію забруднень у суміші стоків

$$C_c = (C_n Q_n + Q_b) / (Q_n + Q_b), \quad (8.2)$$

де C_n та ΣC_b – відповідно концентрація забруднень у побутових та виробничих стічних водах, г/м³; Q_n та Q_b – відповідно середні витрати побутових та виробничих вод, м³/доб.

Крім того, використовуються значення еквівалентної (умовна кількість жителів, яка вносить таку саму кількість забруднень як і виробничі стоки) та приведеної (сума еквівалентної та розрахункової) кількості жителів. Ступінь очистки стічних вод визначається в залежності від місцевих умов, вимог до скиду стічних вод у водойми, можливості доочищення стічних вод у водоймі, можливості використання стічних вод для виробничих і сільськогосподарських потреб.

Стічні води, які скидаються в водойми, можуть викликати зміну фізичного стану води (прозорість, забарвлення, запах, присмак), появу плаваючих речей та утворення осадів на дні, зміну хімічного стану, зменшення кількості розчиненого кисню, зміну кількості і виду бактерій. Все це може зробити водойму не придатну для питного, тех-

нічного водопостачання, в ній гине риба. Самоочищення води в водоймі проходить в два етапи: 1) перемішування забрудненого струменя із всією масою води, 2) самоочищення, при якому проходить процес мінералізації органічних речовин та відмирання занесених бактерій.

За «Правилами охрани поверхностных вод от загрязнения сточными водами» водойми поділяються на два типи: 1) водойми питного та культурно-побутового призначення, 2) водойми рибогосподарського призначення. Кожний з цих типів ще поділяється на два види і для кожного з них встановлена гранична межа забруднення по певним показникам. Так, розчинний кисень повинен бути для першого типу - 4 мг/дм^3 , для другого (по видам) 6 і 4 взимку, 6 мг/дм^3 - влітку, БПК₅ – 3 і 6 мг/дм^3 для першого типу, 2 – для другого літом та 6 і 4 взимку відповідно по видам і так далі.

Потрібна ступінь очистки стічних вод повинна відповідати виразу

$$C_c \cdot q + C_p \cdot a \cdot Q < (a \cdot Q + q) C_{np}, \quad (8.3)$$

де C_c - концентрація забруднень в стічних водах; C_p - концентрація цього забруднювача в воді водойми; C_{np} - гранично можливе забруднення води водойми за цим забруднювачем; Q - витрати води в водоймі; q - витрати стічних вод.

Очищують побутові стічні води механічним та біохімічним способами, бактерії знищують знезаражуванням (дезінфекцією).

Механічне очищення полягає у видаленні завислих і частково колоїдних часток. З цією метою використовують такі споруди:

решітки — для видалення крупних часток (ганчірки, мочала, папір тощо);

піскоуловлювачі—для затримання крупних мінеральних домішок (пісок, шлак тощо);

відстійники — для видалення завислих речовин, мулу.

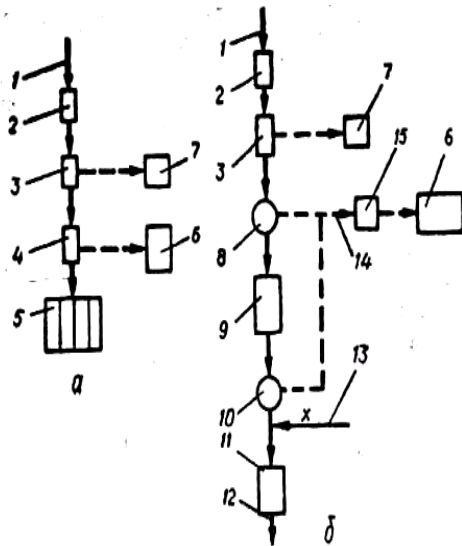
Біохімічне очищення полягає в тому, що речовини, що ще залишились у воді після механічного очищення за допомогою мікроорганізмів перетворюються на мінералізовані домішки. Для цього використовують природні споруди (поля зрошення, фільтрації, біологічні ставки) та штучні (біофільтри, аеротенки). Можливі принципові схеми очищення побутових стічних вод зображено на рис. 8.1. Для невеликої продуктивності придатна схема (рис. 8.1а), в якій механічне очищення забезпечується решітками, піскоуловлювачами, двоярусними відстійниками, а біологічне відбувається на полях зрошення, фільтрації, у біологічних ставках.

Пісок, який видаляють піскоуловлювачами, направляють для підсушування на піскові майданчики. Мул, що осідає у двоярусних відстійниках, зброджується в їхній нижній частині і періодично надходить на мулові майданчики.

У разі великих витрат стічних вод використовують схему (рис. 8.1б), за якою для біологічного очищення води застосовують біофільтри або аеротенки. Стічна вода спочатку проходить споруди механічної очистки (решітки, піскоуловлювачі, первинні відстійники), а потім біологічної очистки із наступним затримання вторинного мулу у вторинних відстійниках. В оброблену таким чином стічну воду вводять, найчастіше, хлор і направляють в контактний резервуар для забезпечення необхідної тривалості контакту й знезараження. В останні часи в такі схеми для підвищення ступені очистки вводять ще зернисті фільтри.

Осад, який осів в відстійниках, має неприємний запах, небезпечний у санітарному відношенні, погано сохне. Тому його зброджують у двоярусних відстійниках, метантенках та інших спорудах. Зброджений осад стає однорідної структури, при підсушуванні на мулових майданчиках віддає вологу, містить азот, фосфор, калій і може бути використаний в певних умовах у якості добрива.

Рис. 8.1. Технологічні схеми очищення побуто-вих стічних вод



1 - подавання стічних вод; 2 - решітки; 3 - піскоуловлювачі; 4 - двоярусні відстійники; 5 - поля зрошення або фільтрації; 6 - мулові майданчики; 7- піскові майданчики; 8- первинний відстійник; 9 - біологічні фільтри або аеротенки; 10 - вторинний відстійник; 11 - контактний резервуар; 12 - випуск у водойму; 13- введення хлору; 14 - відведення мулу; 15 - споруди обробки мулу

Решітки – являють собою лоток, в якому під кутом 60 градусів встановлюється рама зі стержнів прямокутної форми і прозорами між

ними не більше 16мм. При невеликій продуктивності покидьки з решітки декілька разів на день знімаються металевими граблями, а при великій – механізованими граблями, в яких зубці входять в прозори між стержнями і періодично електродвигуном та ланцюгом підіймається до гори разом із покидьками. Решітки можуть мати дробарки, які дроблять покидьки і знову скидають їх перед решіткою.

Піскоуловлювачі – повинні затримувати важкі мінеральні частки крупністю 0,15...0,2мм (гідралічна крупність 13,2...18,7мм) за рахунок гравітаційних сил. Рекомендується використовувати горизонтальні, аеровані та тангенціальні піскоуловлювачі. Найпростіші за конструкцією горизонтальні піскоуловлювачі. Стічна вода проходить горизонтальним потоком із швидкістю 0.3 м/с, пісок осідає в нижній частині і періодично відводиться дренажною трубою.

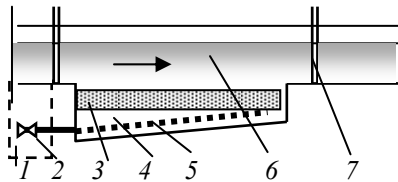


Рис.8.2. Схема горизонтального піскоуловлювача

1 - колодязь; 2 - засувка; 3-осад; 4 - гравій; 5 - дренажна труба; 6 - зона осадження; 7 - шибер

Глибина води в піскоуловлювачі приймається 0.5...2м. Довжина, м приймається

$$L = 1000 K H V / u , \quad (8.4)$$

де $K = 1,7$ – коефіцієнт, який залежить від типу піскоуловлювача і відношення ширини до глибини; H - розрахункова глибина води, м; V - швидкість руху води, м/с; u – гідралічна крупність, мм/с.

Відношення ширини до глибини приймається як 1 : 1,5.

Відстійники – використовуються для затримання, в основному, речовин органічного походження. Кількість первинних відстійників повинно бути не менше двох, вторинних – трьох. В залежності від технологічних схем, способу обробки осаду, продуктивності споруд передбачаються вертикальні, радіальні, з збірно-розподільним пристроєм, що обертається, горизонтальні відстійники. Продуктивність відстійників визначається в залежності від типу відстійників, геометричних розмірів, необхідного ефекту прояснення. Коефіцієнт використання об'єму відстійників залежить від типу відстійників і дорівнює 0,35...0,85. Ефект відстоювання дорівнює 50...70%.

Двоярусний відстійник (рис. 8.3) — це резервуар (круглий чи прямокутний), у верхній частині якого розташовано осадові жолоби. Вода тече горизонтальним потоком жолобами (час відстоювання 1,5

год). Осад випадає донизу і щілиною у дні жолоба потрапляє в нижню осадову частину, де протягом 60 ... 180 днів відбувається аеробне розкладання його. З нижньої частини відстійника муловою трубою осад під гідростатичним тиском надходить на мулові майданчики. При проектуванні відстійників слід приймати площу вільної поверхні води не менше 20%, відстань між стінками жолобів не менше 0,5м, глибину осадового жолобу – 1,2...2,5м, ширину щілини жолобу – 0,15м, висоту шару води від щілини жолобу до рівня осаду – 0,5м, кут конічного днища до горизонту 30 градусів, ефективність затримання завислих речовин –40...50%.

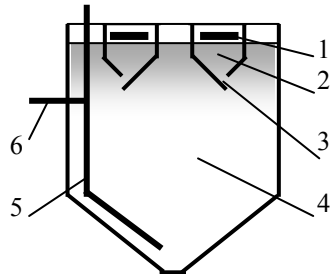


Рис.8.3. **Схема двоярусного відстійника**

1 - плаваюча дошка; 2 - осадові жолоби; 3 - щілина; 4 - мулова (септична) камера; 5 - мулова труба; 6 - трубопровід випуску мулу

Біофільтри — це резервуари, які заповнюються зернистим завантаженням, крізь яке фільтрується низхідним потоком стічної води. На поверхні зерен утворюється плівка з аеробних мікроорганізмів, що сприяють очищенню стічних вод. Завантаження

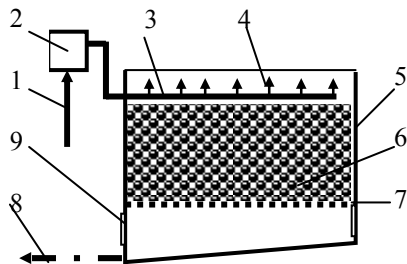


Рис.8.4. **Схема біофільтра**

1 - подача стічних вод; 2 - розподільний бачок; 3 - розподільна система; 4 - спринклери; 5 - корпус; 6 - завантаження; 7 - дірчасте днище; 8 - відвід води; 9 - вікна

лежить на дірчастому днищі, яке вільно пропускає в піддон стічну воду і в протилежному напрямку підсмоктує через вікна повітря. Кількість біофільтрів повинно бути не менше двох. Тому розподільний бачок, розподільна система та спринклери забезпечують чергове зрошення і фільтрування води крізь завантаження для кожного біофільтра. У присутності кисню повітря мікроорганізми сорбують забруднення, окислюють їх, утворюють біоплівку. При

цьому постійно йде процес приросту і відмирання мікроорганізмів. Омертвіла плівка виноситься разом з водою в трубопровід 8, потрапляє в вторинні відстійники, де і затримується. Біофільтри поділяються на крапельні і високонавантажені, з природною або штучною подачею повітря, із рухомою або нерухомою системою розподілу води. В залежності від типу біофільтра приймаються крупність завантаження (від 20 ... 40мм до 40 ... 70мм), товщина завантаження (1,5 ... 4м), гідравлічне навантаження (1 ... 14м³/м³·доб). В якості завантаження може використовуватись щебінка, галька, керамзит, пластмаси. Ступінь очищення залежить від складу стічних вод, висоти завантаження, температури стоків, кількості повітря, гідравлічного навантаження.

Біофільтри, звичайно, використовують, якщо продуктивність станції очищення води лежить у межах 1000 ... 50 000 м³/доб; якщо продуктивність більша, то, як правило, використовують аеротенки.

Аеротенки являють собою резервуари, в яких стічна вода тече горизонтальним потоком окремими коридорами (рис.8.5).

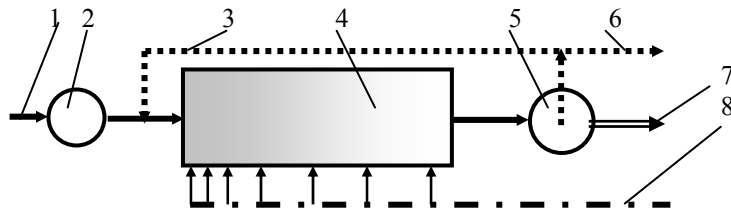


Рис. 8.5. Схема очистки стічних вод в аеротенку

1 - подача стічних вод; 2 - первинний відстійник; 3 - подача активного мулу; 4 - аеротенк із диференційованою подачею повітря; 5 - вторинний відстійник; 6 - надлишковий активний мул на обробку; 7 - відвід очищених стічних вод; 8 - подача повітря від компресорної

Очищення забезпечує спеціальний активний мул з аеробних мікроорганізмів. Для їхньої життєдіяльності в аеротенк подається повітря. Аеробні мікроорганізми сорбують, окислюють та мінералізують органічні забруднення стічних вод. Якість активного мулу залежить від кількості та виду органічних забруднень, тривалості і інтенсивності аерації, ступені попереднього відстоювання, навантаження на активний мул, присутності токсичних речовин. За гідравлічним режимом аеротенки поділяються на аеротенки ідеального витискування, ідеального змішування, проміжного типу. Кількість секцій аеротенків повинна бути не менше двох, робоча

глибина приймається 3...6м, відношення ширини коридорів до робочої глибини складає від 1:1 до 2:1. В аеротенках установлюються аератори: дрібнобульбашкові – поруваті керамічні та пластмасові матеріали (фільтросні пластини, труби, дифузори), синтетичні тканини; середньобульбашкові – щілясті та дірчасті труби; великобульбашкові - труби з відкритим кінцем; механічні та пневмомеханічні. Місткість аеротенків визначається за середньогодинним поступанням стічної води за період аерації у години максимального притоку. Період аерації залежить від БПК_{пов} вихідної та очищеної стічної води, дози мулу, зольності мулу, питомої швидкості окислення. Рециркуляція активного мулу проводиться ерліфтами або насосами. Якісний активний мул добре відстоюється у вторинних відстійниках при тривалості відстоювання до 1.5 години., частина його знову повертається в аеротенк, а надлишковий мул направляється на мулоущільнювачі для зменшення його вологості. Ущільнений активний мул направляють на подальшу обробку в метантенки. *Метантенки* – це круглі або прямокутні резервуари, із конічним днищем та герметичним перекриттям, в верхній частині якого є ковпак для збору газу метану. В метантенку мул перемішується і підігрівається, в результаті чого він зброджується. Зброджений осад, найчастіше, направляється на мулові майданчики для підсушування та подальшого вивозу на поля в якості добрив. Газ з метантенку збирається в газгольдері і використовується на господарські потреби в якості пального.

Нині розроблено компактні установки заводського виготовлення для повного біологічного очищення — КУ-12 (25, 50, 100,200). Цифра означає продуктивність установки, м³/доб. Так, в установці КУ-12 стічна вода проходить крізь решітку з ручним її очищенням і надходить в аераційну зону, де аерується роторним аератором й очищується активованим мулом, який перебуває у вигляді зависі. Далі вода з мулом перетікає у відстійну зону, де відбувається розділ активованого мулу й очищення води. Залишки мулу потрапляють у бункер, звідки відсмоктуються муловим підйомником лопатевого типу.

До місцевої системи каналізації входять септики та фільтрувальні споруди. В септиках відбувається попереднє механічне очищення. Септики - це штучні круглі чи прямокутні залізобетонні або цегляні резервуари. Місткість їх у 2,5—3 рази більша, ніж добовий приплив стічних вод. Вони можуть бути двокамерними. В септиках унаслідок аеробного руйнування органічних речовин, які перебувають у колоїд-

ному або дисперсному стані, стоки частково відстоюються та заброджуються. Утворений мул періодично вивозиться.

Як фільтрувальні споруди використовують поля фільтрації, поля підземної фільтрації, фільтрувальні траншеї, фільтрувальні колодязі, піщано-гравійні фільтри. Перші чотири типи споруд працюють за принципом фільтрування стічних вод крізь сипучий природний грант або невеликий шар насипного піску. Навантаження стічних вод на поля фільтрації залежить від типу ґрунтів, глибини залягання ґрунтових вод і приймається 55...250 м³/(га·доб). Поля фільтрації виконуються у вигляді окремих карт із відношенням ширини до довжини від 1:2 до 1:4. Проектувати поля фільтрації слід із врахуванням наморожування стічних вод узимку. Майданчик під поля фільтрації повинен бути із спокійним, слабковираженим рельєфом із похилом до 0.02 і розташованим нижче течії ґрунтового потоку від споруд забору підземних вод. Слід також передбачати резервні карти. Попередньо відстояна стічна вода розподіляється по площі полів підземної фільтрації за допомогою дрен, які вкладаються в залежності від ґрунтів на відстані одна від одно 1...4м і на глибині 0,8...1,8м і вище рівня ґрунтових вод не менше ніж на 1м. Загальна довжина дренажних труб визначається в залежності від ґрунтів, глибини залягання ґрунтових вод у межах 8...30 л/доб на 1м довжини. Піщано-гравійні фільтри і фільтруючі траншеї застосовують тоді, коли місцеві ґрунти щільні і не мають фільтрувальних властивостей при продуктивності не більше 15 м³/доб. Фільтр - це резервуар із штучною засипкою, крізь яку воду фільтрують, забирають знизу й очищеною скидають у яр. Фільтри можуть передбачатись в одну або дві ступені. Фільтруючим матеріалом може бути гравій, щебінка, шлак. Фільтруючі колодязі передбачають у піщаних або супіщаних ґрунтах при кількості стічних вод до 1м³/доб.

Очищені та знезаражені стічні води можна скидати у водойми за допомогою берегових та руслових випусків, які розміщують в місцях великої турбулентності потоку — звуженнях, притоках, порогах тощо. Місце випускання стічних вод погоджують з органами санітарного нагляду, рибоохорони, судноплавства. Його вибирають не в селітебній зоні і з урахуванням напрямку течії, хвилеутворень на річці, нижче населеного пункту, ділянок, які використовують для спортивних заходів, купання, водопою тварин, а також із урахуванням інтересів населених пунктів, що лежать нижче. При скиданні стічних вод передбачається їх додаткове самоочищатися внаслідок розчинення водою водойм та кисню повітря.

Контрольні запитання.

1. Які домішки є в стічних водах?
2. Як визначається кількість забруднень в стічних водах?
3. Опишіть умови скиду стічних вод у водойми.
4. Які споруди відносяться до споруд механічного очищення?
5. Що таке біохімічне очищення стічних вод і які споруди при цьому використовуються?
6. Опишіть піскоуловлювачі.
7. Опишіть двоярусні відстійники.
8. Опишіть біофільтри.
9. Опишіть аеротенки.
10. Опишіть споруди для обробки осаду.
11. Яке призначення фільтрів для обробки стічних, їх конструкція?

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Аеротенки являють собою резервуари, в яких стічна вода тече горизонтальним потоком окремими коридорами;

Берегові водозабори – в складі берегового водоприймального колодязя на крутих берегах;

Біофільтри — це резервуари, які заповнюють зернистим завантаженням, крізь яке фільтрується низхідним потоком стічні води

Відстійник – споруда для осадження грубо дисперсної зависі та великих пластівців за рахунок сил тяжіння;

Вільний напір в мережі - висота стовпа води над поверхнею землі, який установлюється у п'єзометричній трубці, підключеній до будь-якої точки водопровідної мережі;

Водонапірні башти – в складі бака та стовбура, які призначені для підтримання необхідного напору в мережі і накопичення регульовального та 10хвилинного пожежного запасів води;

Водоводи – споруди, які призначені для транспортування води від джерела водопостачання до споживача;

Водозабірні свердловини в комплексі фільтра колона, обсадні колони, насос, павільйон або камера, які застосовують для добування підземних вод, що залягають на глибині 10...500м від поверхні землі,

Водозабірні споруди із річок – це споруди, що забезпечують прийом води із природного джерела, грубу її очистку та подачу у водопровідну мережу або на очисні станції;

Водозабори роздільного компонування – водоприймально-сітковий колодязь і насосна станція першого підняття в одній споруді;

Водозабори сумішеного компонування – водоприймально-сітковий колодязь і насосна станція першого підняття в окремих спорудах;

Горизонтальні водозабори із водоприймальної частини, оглядових колодязів, збірного резервуара використовуються для забору підземних вод із малопотужних (до 2...3 м) та безнапірних водоносних горизонтів, які залягають на глибині до 8м від поверхні землі;

Двоярусний відстійник — це резервуар, у верхній частині якого розташовано осадові жолоби для затримки із стічних вод домішок, а в нижній знаходиться зброджу вальна частина;

Дезодорація – це зменшення інтенсивності запаху та присмаку;

Змішувач – пристрій для швидкого та рівномірного розчинення реагентів у воді;

Знебарвлення – це зменшення кольоровості;

Знезалізнєння —це зменшення концентрації заліза;

Знезараження – це знищення бактерій і вірусів, які містяться у воді;

Знефторення — зменшення концентрації фтору;

Каналізація або водовідведення - це комплекс інженерних заходів щодо організації збирання, транспортування, очищення і знезараження стічних вод, що використовувалися для певних потреб і тому набули додаткового забруднення;

Опріснення —це зменшення кількості сухого залишку;

Питомими витратами називають середньодобові за рік витрати води одним споживачем;

Пом'якшення — видалення солей кальцію або магнію, які зумовлюють жорсткість;

Прояснення —це зменшення каламутності, видалення колоїдних та завислих часток;

Руслові водозабори – складаються з водоприймально-сіткового колодязя, самопливних або сифонних ліній, оголовка на пологих берегах;

Сільськогосподарське водопостачання – це комплекс заходів, за допомогою яких забезпечуються всі потреби сільськогосподарських потреб у воді;

Системою водопостачання називають комплекс споруд для забезпечення водою всіх споживачів;

Системи пожежегасіння високого тиску забезпечують забір води із мережі гідрантом та стендером і подачу непрогумованим рукавом у найвищу точку будинку;

Системі пожежегасіння низького тиску забезпечують забір води із мережі гідрантом та стендером і подачу авто насосом по непрогумованим рукавом у найвищу точку будинку

Схемою водопостачання називають взаємне розміщення споруд системи водопостачання (зображене графічно)

Трасуванням водопровідної мережі називають процес, на основі якого їй надають певного геометричного накреслення в плані.

Шахтні колодязі в складі водоприймальної частини, стовбура, оголовка рекомендується приймати для забору води з водоносних безнапірних чи малонапірних пластів, які залягають на глибині до 20...30 м

Швидкі фільтри - це місткості, в які засипають зернисту засипку і використовуються для затримання дрібнодисперсних агрегативно нестійких часток із попередньо відстояної води,

КОНТРОЛЬНА ТЕСТОВА ПРОГРАМА

№ п/п	Питання	Відповіді
1.	Водоспоживачів можна згрупувати в такі групи	<ul style="list-style-type: none"> • комунальний сектор • поливання • ферми • підприємства • меліоративний сектор
2.	До споживачів комунального сектора відносяться	<ul style="list-style-type: none"> • населення • худоба в особистому утримуванні • лазні, лікарні, школи • молокозаводи • підприємства по розливу мінер. води
3.	В розрахунках водоспоживання коливається на протязі	<ul style="list-style-type: none"> • доби • року • години • хвилини • секунди
4.	Потрібний вільний напір для триповерхового будинку дорівнює в м	<ul style="list-style-type: none"> • 10 • 14 • 16 • 18 • 20
5.	Схема водопостачання із забором води із підземного джерела може включати	<ul style="list-style-type: none"> • водозабірну свердловину • станцію прояснення води • береговий водозабірний колодязь • водовід • насосну станцію другого підйому
6.	Схема водопостачання із забором води із поверхневого джерела може включати	<ul style="list-style-type: none"> • водозабірну свердловину • станцію прояснення води • береговий водозабірний колодязь • водовід • насосну станцію другого підйому
7.	Системи гасіння пожежі	<ul style="list-style-type: none"> • високого тиску

	із зовнішньої водопровідної мережі можуть бути	<ul style="list-style-type: none"> • низького тиску • середнього тиску • з природними водоймами • зі штучними водоймами
8.	Ємкісні напірні споруди поділяються на	<ul style="list-style-type: none"> • водонапірні башти • напірні резервуари • водонапірні колони • гідропневматичні установки • гідравлічні установки
9.	Водонапірні башти це бак	<ul style="list-style-type: none"> • який встановлений на стовбурі • на покрівлі • на другому поверсі будинку • на найвищій відмітці поверхні • в підвалі
10.	Баки водонапірних башт можуть бути	<ul style="list-style-type: none"> • металевими • залізобетонними • з шатром • без шатра • не утепленими
11.	Резервуарів чистої води повинно бути не менше	<ul style="list-style-type: none"> • один • два • три • чотири • п'ять
12.	Резервуари чистої води вміщують такі об'єми	<ul style="list-style-type: none"> • регулювальний • недоторканий пожежний • аварійний • на власні потреби • накопичувальний
13.	Максимальна відмітка рівня в резервуарі чистої води приймається вище відмітки поверхні землі	<ul style="list-style-type: none"> • на рівні поверхні землі • на 0,5-1м • на 1-1,5м • на 1,5-2м • на 2-2,5м
14.	Водопровідні мережі поділяються на	<ul style="list-style-type: none"> • тупикові • кільцеві • змішані

		<ul style="list-style-type: none"> • без баштові • баштові
15.	Схема живлення водонапірної мережі може бути	<ul style="list-style-type: none"> • однобічного живлення • двобічного живлення • комбінованого • тупикова • кільцева
16.	Водопровідна мережа поділяється на	<ul style="list-style-type: none"> • магістральні лінії • розподільні лінії • гнучкі лінії • рівномірнорозподільні лінії • прямоточні лінії
17.	Водопровідні лінії трасуються	<ul style="list-style-type: none"> • вздовж доріг • впоперек доріг • з рівномірним розташуванням по території • вздовж лінії забудови • навпрошки через парки
18.	Водопровідна мережа розраховується на такі випадки	<ul style="list-style-type: none"> • максимального господарсько-виробничого водоспоживання • подачі води на гасіння пожежі • максимальний транзит в башту • гасіння пожежі при максимальному господарсько-виробничому водоспоживанні • живлення мережі тільки від башти
19.	Розрахункова довжина ділянки водопровідної мережі при визначенні вузлових витрат і забудові з одного боку ділянки дорівнює	<ul style="list-style-type: none"> • геометричній довжині • половині геометричної довжини • нулю • дві третини геометричної довжини • одна третина геометричної довжини

20.	Економічно найвигідніший діаметр можна визначити	<ul style="list-style-type: none"> • математично • фізично • механічно • за таблицями • за зведеними затратами
21.	Втрати напору за формулою Дарсі-Вейсбаха визначаються за значеннями	<ul style="list-style-type: none"> • коефіцієнту опору тертя по довжині • суми коефіцієнтів місцевих опорів • геометричної довжини ділянки • розрахункової довжини ділянки • діаметра і швидкості
22.	Для визначення втрат напору за таблицями Шевелєва потрібно знати	<ul style="list-style-type: none"> • витрати води • матеріал труб • діаметр труб • геометричну довжину • розрахункову довжину
23.	Поправочні витрати при ув'язці кільцевої водопровідної мережі можна знайти	<ul style="list-style-type: none"> • за формулою з середніми витратами води і нев'язкою • інтуїтивно • за формулою з середніми витратами води, нев'язкою, арифметичною сумою втрат напору • за формулою з середніми витратами води, арифметичною сумою втрат напору • за таблицями Шевелєва
24.	Водоводи поділяються на	<ul style="list-style-type: none"> • самотливні • напірні • комбіновані • вакуумні • механічні
25.	Водоводи можуть бути	<ul style="list-style-type: none"> • у вигляді каналів • жолобів • зі сталевих труб • з керамічних труб

		<ul style="list-style-type: none"> • із залізобетонних труб
26.	Водоводи повинні бути	<ul style="list-style-type: none"> • економічними • надійними • з постійним прямим похилом • з постійним зворотнім похилом • напівзаглибленими
27.	Вантузи встановлюються	<ul style="list-style-type: none"> • для впуску повітря • для випуску повітря • в понижених місцях водоводу • для випуску води при аварії • в найвищих точках
28.	Водонапірні башти встановлюються	<ul style="list-style-type: none"> • в найвищих точках місцевості • біля річки • в районах мережі де потрібні найбільші напори • в районах мережі де потрібні найменші напори • в районах мережі, які обслуговуються в годину максимального водоспоживання
29.	До джерела господарсько - питного водопостачання пред'являються такі вимоги	<ul style="list-style-type: none"> • вода повинна забиратись безперервно • забір води з перспективою на 15-20 років • якість води якнайбільше наближена до вимог споживача • затрати на подавання найменші • збереження екологічного стану
30.	В першу чергу в якості джерел слід використовувати	<ul style="list-style-type: none"> • підземні захищені води • підземні незахищені води • верховодки • річки • озера
31.	Для забору підземних вод використовуються такі споруди	<ul style="list-style-type: none"> • водозабірні свердловини • шахтні колодязі • заглиблені оголовки • не заглиблені оголовки

		<ul style="list-style-type: none"> • горизонтальні водозабори
32.	Основними елементами водозабірної свердловини є	<ul style="list-style-type: none"> • фільтрова колона • експлуатаційна колона труб • зумпф • насос з водопіднімальними трубами • наземний павільйон або підземна камера
33.	Водозахоплююча спроможність свердловин залежить	<ul style="list-style-type: none"> • діаметра фільтра • діаметра експлуатаційної колони • розрахункової довжини фільтра • допустимої вхідної швидкості • швидкості в водопіднімальній трубі
34.	Для постійної відкачки води із свердловини використовуються	<ul style="list-style-type: none"> • заглиблені відцентрові насоси • горизонтальні відцентрові насоси • ерліфти • гідроелеватори • поршневі насоси
35.	Найбільш розповсюджений спосіб для буріння свердловин	<ul style="list-style-type: none"> • роторний • ударно-канатний • шнековий • ручний • пневмоударний
36.	Шахтний колодязь має такі конструктивні елементи	<ul style="list-style-type: none"> • зумпф • водоприймальну частину • стовбур • над фільтрову трубу • оголовок
37.	Горизонтальний водозабір має такі елементи	<ul style="list-style-type: none"> • оглядові колодязі • довгі горизонтальні водоприймальні частини • короткі горизонтальні водоприймальні частини • вертикальні водоприймальні частини • водоприймальний резервуар

38.	Водозабірні споруди з поверхневих джерел за типом прийняття води поділяються на	<ul style="list-style-type: none"> • берегові • руслові • комбіновані • малої продуктивності • великої продуктивності
39.	Водозабірні споруди із поверхневих джерел за технологічними особливостями поділяються на	<ul style="list-style-type: none"> • суміщені • роздільні • ковшові • пригребельні • сіткові
40.	Водозабірні споруди із поверхневих джерел повинні затримувати	<ul style="list-style-type: none"> • шугу • дрібні плаваючі предмети • сміття • рибу • великі плаваючі предмети
41.	Берегові водозабірні споруди забирають воду	<ul style="list-style-type: none"> • безпосередньо біля берега • далеко в руслі ріки • тільки із водосховищ • тільки із моря • з поверхні водойми
42.	Руслові водозабірні споруди забирають воду	<ul style="list-style-type: none"> • безпосередньо біля берега • далеко в руслі ріки • тільки із водосховищ • тільки із моря • з поверхні водойми
43.	Водоприймальне вікно водозаборів із поверхневих джерел, звичайно, обладнується	<ul style="list-style-type: none"> • решіткою • плоскою сіткою • зернистим фільтром • обертовою сіткою • робиться вільний прохід
44.	Перепускне вікно водоприймально-сіткового колодязя поверхневих водозаборів, звичайно, обладнується	<ul style="list-style-type: none"> • решіткою • плоскою сіткою • зернистим фільтром • обертовою сіткою • робиться вільний прохід

45.	Зона санітарної охорони джерела водопостачання складається з	<ul style="list-style-type: none"> • поясу суворого режиму • поясу обмеження • двох поясів обмеження • поясу суворого режиму і двох поясів обмежень • поясу суворого режиму і поясу обмежень
46.	На території поясу суворого режиму зони санітарної охорони забороняється	<ul style="list-style-type: none"> • розміщення житлових будинків • купання та прання • рибалку • мати нецентралізовану каналізацію • забруднювати територію нечистота-ми, отрутохімікатами
47.	На питну воду ГОСТ	<ul style="list-style-type: none"> • 2874-82 • 7428-82 • 5613-94 • 4478-99 • 43/44-2.5-5-96
48.	Питна вода повинна мати каламутність, мг/дм ³	<ul style="list-style-type: none"> • 1,5 • 2,0 • 1,0 • 3,0 • 5,0
49.	Питна вода повинна мати колі-індекс	<ul style="list-style-type: none"> • менше 3 • більше 3 • менше 1 • більше 1 • 5
50.	Питна вода повинна мати вміст фтору, мг/дм ³	<ul style="list-style-type: none"> • 0,7-1,5 • 0,5-1,0 • менше 0,3 • більше 1,5 • менше 0,1
51	Прояснення - це	<ul style="list-style-type: none"> • зменшення каламутності • зменшення кольоровості • зменшення вмісту заліза

		<ul style="list-style-type: none"> • зменшення жорсткості • зменшення інтенсивності запаху
52.	Знебарвлення - це	<ul style="list-style-type: none"> • зменшення каламутності • зменшення кольоровості • зменшення вмісту заліза • зменшення жорсткості • зменшення інтенсивності запаху
53.	Видалення заліза - це	<ul style="list-style-type: none"> • прояснення • деферизація • дезодорація • деманганація • знефторення
54.	Дезодорація - це	<ul style="list-style-type: none"> • зменшення інтенсивності запаху • зменшення інтенсивності присмаку • видалення заліза • видалення марганцю • видалення вуглекислоти
55.	Прояснення і знебарвлення поверхневих вод проводиться	<ul style="list-style-type: none"> • реагентним методом • безреагентним методом • катіонного обміну • аніонного обміну • катіонного та аніонного обміну
56.	Безреагентний метод прояснення і знебарвлення при підготовці питної води передбачає	<ul style="list-style-type: none"> • аерацію води • відстоювання • фільтрування на повільних фільтрах • фільтрування на швидких фільтрах • електрообробку
57.	При реагентному методі прояснення і знебарвлення води у воду вводять	<ul style="list-style-type: none"> • коагулянти • коагулянт та вапно • окислювач (хлор) • флокулянти • сірчану кислоту

58.	Первинне хлорування необхідне для	<ul style="list-style-type: none"> • обробки гідрофобних зависей • обробки гідрофільних зависей • окислення заліза • окислення марганцю • окислення нікелю
59.	Безреагентні схеми з повільними фільтрами рекомендуються при	<ul style="list-style-type: none"> • кольоровості більше 50 град • кольоровості менше 50 град • кольоровості більше 120 град • кольоровості менше 120 град • кольоровості менше 150 град
60.	Двоступеневі схеми прояснення та знебарвлення води рекомендуються при каламутності, мг/дм ³	<ul style="list-style-type: none"> • до 1500 • більше 1500 • до 1800 • більше 1800 • до 5000
61.	Двоступеневі схеми прояснення та знебарвлення води рекомендуються при кольоровості, град	<ul style="list-style-type: none"> • до 120 • більше 120 • до 150 • більше 150 • до 200
62.	Схема з контактними прояснювачами рекомендуються при каламутності, мг/дм ³	<ul style="list-style-type: none"> • до 100 • до 120 • до 150 • до 500 • до 200
63.	Схема з контактними прояснювачами рекомендуються при кольоровості, град	<ul style="list-style-type: none"> • до 160 • до 120 • до 150 • до 300 • до 200
64.	Вертикальні відстійники та швидкі фільтри рекомендуються при продуктивності станції, м ³ /добу	<ul style="list-style-type: none"> • менше 5000 • більше 5000 • будь-яка • більше 10000 • більше 30000
65.	Горизонтальні	<ul style="list-style-type: none"> • менше 5000

	відстійники та швидкі фільтри рекомендуються при продуктивності станції, м ³ /добу	<ul style="list-style-type: none"> • більше 5000 • будь-яка • більше 10000 • більше 30000
66.	Прояснювачі із завислим осадком та швидкі фільтри рекомендуються при продуктивності станції, м ³ /добу	<ul style="list-style-type: none"> • менше 5000 • більше 5000 • менше 10000 • будь-яка • більше 30000
67.	Прояснювачі з шаром завислого осаду та швидкі фільтри рекомендуються при каламутності, мг/дм ³	<ul style="list-style-type: none"> • 50-1500 • 100-2000 • 20-1000 • 10-500 • будь-яка
68.	За принципом течії води по спорудах станції поділяються на	<ul style="list-style-type: none"> • безнапірні, самопливні • напірні • комбіновані • самовиливні • струменеві
69.	Знезараження це	<ul style="list-style-type: none"> • знищення бактерій • знищення вірусів • окислення органічних речовин • окислення заліза • окислення марганцю

Тести здаються на комп'ютерах за програмою, яка розроблена на кафедрі водопостачання. При відповіді студент отримує 10 тестових запитань, на кожне запитання є 5 варіантів відповідей і при цьому може бути вірними від одної до п'яти вірних відповідей. Перша половина тестів здаються за першим змістовим модулем, а друга – за другим. Комп'ютер за відповіді за 10 тестів самостійно виставляє оцінку за п'ятибальною шкалою.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАВЧАЛЬНО - ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ

Курсовий проект «Водопостачання» виконується згідно завдання. Кожний студент отримує план населеного пункту, ситуаційний план місцевості з нанесеним населеним пунктом. На плані населеного пункту вказується точка підключення водоводу до водопровідної мережі, кількість жителів та ступінь благоустрою будинків, вид

джерела, тризначний шифр додаткових даних. Згідно цього шифру із додатків 5, 6, 7 вибираються дані. Всі вибрані дані записуються у пояснювальну записку у вигляді таблиці.

Курсовий проект складається з графічного аркушу формату А1 та пояснювальної записки на 25...35стор. На листі приводяться: геолого-технічний розріз розвідувально-експлуатаційної свердловини або профіль за контуром мережі з нанесенням п'єзометричних ліній, схема розміщення арматури на водопровідній мережі, деталювання 2...4 водопровідних колодязів та специфікація фасонних частин та арматури по цих колодязях.

Пояснювальна записка складається з наступних розділів: вступ, вихідні дані, визначення розрахункових витрат води населеним пунктом, призначення схеми водопостачання, вибір режиму роботи насосних станцій, проектування водоводів і водопровідної мережі, розрахунок об'єму баку водонапірної башти, розрахунок резервуарів чистої води, розрахунок напору насосів другого підняття, проектування та розрахунок водозабірних споруд, вибір способу очистки та призначення основних розмірів споруд водопідготовки, при необхідності розрахунок техніко-економічних показників, список використаних літературних джерел.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Абрамов Н. Н.** Водоснабжение.—М. : Стройиздат, 1982.—440 с.
2. **Абрамов С. К., Алексеев В. С.** Забор воды из подземного источника.—М.: Колос, 1980.— 239 с.
3. **Белан А. Б., Хоружий П. Д.** Проектирование и расчет устройств водоснабжения.— К.: Будивельник, 1981.— 188 с.
4. **Бочевер Ф.М. и др.** Проектирование водозаборов подземных вод.— М.: Стройиздат, 1976.— 291 с.
5. **Василенко А.А.** Водоотведение. Курсовое проектирование. -К.: Вища школа, 1988. - 188 с.
6. **ВБН 46/33—2.5—5—96.** Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. — К., 1996. — 152 с.
7. Водне господарство в Україні/ За ред. **А.В. Яцика, В.М. Хорєва.**- К.: Генеза, 2000. – 456с.
8. **ГОСТ 2761—84.** Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.— М.: Стройиздат, 1985.— 12 с.

9. **Державні санітарні норми і правила** “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання»—К.,1996.—8с.
10. **Душкин С.С., Дегтярева Л И** . Водоподготовка и процессы микробиологии: Учебное пособие. —К.: Вища школа, 1996.-164с.
11. **Залуцкий Э. В., Петрухно А. И.** Насосные станции. Курсовое проектирование.—К. : Вища школа. Головное изд-во, 1987.- 167 с.
12. **Запольський А.К.** Водопостачання, водовідведення та якість води.-К.: Вища школа,2005.- 671с.
- 13.**Ковальчук В.А.** Очистка стічних вод. - Рівне: ВАТ "Рівненська друкарня", 2002. - 622 с.
14. **Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л.** Санітарно-технічне обладнання будинків: Підручник. - Рівне: УДУВГП, 2003. - 442 с.
15. **Кульський Л.А., Строкач П.П.** Технология очистки природных вод. – К.: Вища школа, 1986. – 352с.
16. **Николадзе Г. И.** Водоснабжение.— М. : Стройиздат, 1979. —238с.
17. **Орлов В. О.** Водоочисні фільтри із зернистою засипкою.— Рівне: НУВГП, 2005.—163с.
18. **Орлов В.О.** Сільськогосподарське водопостачання . —К.: Вища шк., 1998.- 182с.
19. **Орлов В.О., Зошук А.М.** та ін. Збірник тестів з фахових дисциплін з курсу «Водопостачання». – Рівне: НУВГП, 2007. – 178с.
20. **Орлов В.О., Зошук А.М., Мартинов С.Ю.** Пінополістирольні фільтри в технологічних схемах водопідготовки. – Рівне: РДТУ, 1999.- 144с.
21. **Орлов В. О., Зошук А. М.** Проектування систем сільськогосподарського водопостачання. .— Рівне: НУВГП, 2005.— 252 с.
22. **Орлов В.О., Зошук А.М.** Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення. Підручник. - Рівне; УДУВГП, 2002. – 203с.
23. **Орлов В.О., Назаров С.М., Шадура В.О.** Проектування водозабірних споруд. Навч. посібник. – Рівне: УДУВГП, 2002. – 128с.
- 24.**Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Зошук А.** Проектування станцій прояснення та знебарвлення води. – Рівне: НУВГП, 2007. – 252с.
25. **Орлов В. О., Кравченко В.С.** Сільськогосподарське водопостачання. Курсове і дипломне проектування. — Рівне: РДТУ, 1999.— 240 с.
26. **Пособие** по проектированию сооружений для забора подземных вод / ВНИИВодгео.— М. : Стройиздат, 1989.—270 с.

27. Проектирование сооружений для забора поверхностных вод. Справочное пособие к СНиП. - М.: Стройиздат, 1990- 256с.
27. **Пособие** по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02-84"Водоснабжение. Наружные сети и сооружения") / НИИ КВОВ АКХ им. К.Д. Памфилова.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.- 128с.
28. **Разумов Г.А.** Проектирование и строительство горизонтальных водозаборов и дренажей.— М.: Стройиздат, 1988.— 240 с.
29. **Рудник В.П., Петимко П.И. и др.** Эксплуатация систем водоснабжения.— К.: Будивельник, 1983.— 184 с.
30. **СанПиН 4630—88.** Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения.- М.: Минздрав СРСР,1988.— 174 с.
31. **СНиП 2.04.02-84.** Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.- 136с.
32. **СниП 2.04.01-85.** Внутренний водопровод и канализация зданий. - М.: Стройиздат, 1986.
33. **СниП 2.04.03-85.** Канализация. Наружные сети и сооружения.- М.: ЦИИТП Госстроя СССР, 1986.
34. **Справочник** монтажника: Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / Под ред. А. К. Перешивкина.- М. : Стройиздат, 1978.—576с.
35. **Справочник** по водным ресурсам/ Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987.- 304с.
36. Теоретические основы очистки воды / **Н.И.Куликов, А.Я. Найманов, Н.П. Омельченко, В.Н. Чернышов, В.Н. Маслак, Н.И. Зотов.** – Макеевка: ДГАСА, 1999.- 277с.
37. **Тугай А.М.** Расчет и конструирование водозаборных узлов. –К.: Будивельник, 1978.- 160с.
38. **Тугай А.М.** Водоснабжение. Водозаборные сооружения. –К.: Вища шк., 1984. – 200с.
39. **Тугай А.М., Орлов В.О.** Водопостачання. Підручник для вузів. Рівне, РДТУ, 2001. – 429с.
40. **Тугай А.М., Орлов В.О., Шадура В.О.** Бурова справа в водопостачанні. – Рівне: НУВГП, 2004.-268с.
41. **Тугай А. М., Прокопчук И. Т.** Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения. — К. : Будивельник, 1988.— 176 с
42. **Тугай А.М., Прокопчук И.Т.** Водоснабжение из подземных источников. Справочник.- К.: Урожай, 1990.- 264с.

43. **Тугай А. М., Терновцев В. Е.** Водоснабжение: Курсовое проектирование. - К. : Вища шк., Головное изд-во, 1980.— 206 с.
44. **Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А.** Розрахунок і проектування систем водопостачання: Навчальний посібник. – К.:КНУБА, 2001. –254с.
45. **Тугай А.М., Тугай Я.А.** Водопостачання. Джерела і водозабірні споруди. – К.: УФІ М і Б, 1998.-192с.
46. **Укрупненные** нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. СЭВ/ВНИИВодгео. — М.: Стройиздат, 1978.— 528 с.
47. **Усенко В.С.** Искусственное восполнение запасов и инфильтрационные водозаборы подземных вод.— Минск: Наука и техника, 1972.— 256 с.
48. **Хоружий П.Д.** Расчет гидравлического взаимодействия водопроводных сооружений.- Львов: Вища шк., 1984. – 152с.
49. **Хоружий П.Д., Орлов В.О** та ін. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації. –К. : Урожай, 1992. - 294с.
50. **Хоружий П.Д., Ткачук А.А.** и др. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации. Справочник.— К.: Будивельник, 1993.— 232 с.

ЗМІСТ

№		стор
1	1.1. Опис предмета навчальної дисципліни	3
	1.2. Мета викладання дисципліни	4
	1.3. Програма навчальної дисципліни. Передмова	4
	1.4. Структура залікового кредиту дисципліни	7
	1.5. Теми практичних занять	9
	1.6. Теми лабораторних робіт	10
	1.7. Самостійна робота	11
	1.8. Індивідуальне навчально-дослідне завдання	12
	1.9. Методи навчання	12
	1.10. Методи оцінювання	13
	1.11. Організація поточного контролю знань студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр денної форми навчання	13
	1.12. Організація поточного контролю знань	

	студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр заочної форми навчання	14
	1.13. Підсумкове оцінювання знань за результатами поточного модульного контролю та тестування	15
	1.14. Розподіл балів, що присвоюються студентам	15
	1.15. Методичне забезпечення	17
	1.16. Рекомендована література	17
	1.17. Інформаційні ресурси	19
2	МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ОКРЕМИХ МОДУЛІВ ТА ТЕМ	19
	Тема 1. Вступна лекція. Джерела водопостачання	19
	Тема 2. Водоспоживачі. Санітарно-технічне обладнання будинків	24
	Тема 3. Системи та схеми водопостачання. Вільні напори. Протипожежне водопостачання.	31
	Тема 4. Системи подачі і розподілу води. Напірно-регулюючі споруди	39
	Тема 5. Водозабірні споруди підземних та поверхневих вод Насосні станції	52
	Тема 6. Споруди, методи і способи підготовки води для питних та технологічних потреб. Спеціальні методи підготовки води: пом'якшення, стабілізація, знесолення, дезодорація, охолодження	68
	Тема 7. Системи і схеми водовідведення. Зовнішні мережі водовідведення. Насосні станції перекачки стічних вод	82
	Тема 8. Очищення стічних вод, способи очистки, технологічні схеми очищення побутових стічних вод	87
3	ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК	96
4	КОНТРОЛЬНА ТЕСТОВА ПРОГРАМА	99
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	110