



Національний університет

водного господарства та природокористування

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Національний університет водного господарства та природокористування

**В.О. Орлов, А.М. Орлова, В.О. Зошук**

# **ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ**



Національний університет  
водного господарства

та природокористування

**Навчальний посібник**

Для студентів напрямку підготовки  
6.060103 «Гідротехніка» (водні ресурси)

**Рівне 2010**

**УДК 63:628.1 (075.8)**

**ББК 38,761.я.7**

**О - 66**

*Затверджено вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування  
(Протокол №14 від 25 грудня 2009 р)*

**Рецензенти:**

**Литвиненко Л.Л.**, канд. техн. наук, доцент кафедри водопостачання та бурової справи Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;

**Вижевська Т.В.**, канд. техн. наук, доцент кафедри водовідведення, теплогазопостачання та вентиляції Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

**Орлов В.О., Орлова А.М., Зошук В.О.**

**О - 66** Технологія підготовки питної води Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2010. -176 с., іл.

Наведено програму курсу, опорний конспект лекцій, контрольні запитання та тести з вивчення курсу, методичне забезпечення курсу, список рекомендованої літератури. Навчальний посібник може бути корисним при самостійному вивченні дисципліни в умовах кредитно-модульної організації навчального процесу студентами, які навчаються за напрямом підготовки 6.060103 „Гідротехніка” (водні ресурси) професійним спрямуванням „Водопостачання та водовідведення”.

**УДК 63:628.1 (075.8)**

**ББК 38,761.я.7**

© Орлов В.О., Орлова А.М.,  
Зошук В.О., 2010

© Національний університет водного  
господарства та  
природокористування, 2010



## СТРУКТУРА ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ " ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ "

### 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> - 4 <u>Модулів</u> - 2 <u>Змістових модулів</u> - 2 <u>Загальна кількість годин</u> - 144 <u>Тижневих годин:</u> 1 семестр. - аудиторних - 4 - СРС - 7	<u>Шифр та назва напрямку:</u> <b>6.060103 „Гідротехніка”. Водні ресурси</b> <u>Шифр та назва за професійним спрямуванням:</u> <b>6.092602 «Водопостачання та водовідведення»</b> <u>Освітньо – кваліфікаційний рівень:</u> <b>бакалавр</b>	<u>Дисципліна</u> - за вибором ВНЗ <u>Рік підготовки</u> - 4-й <u>Семестр</u> - 8-й <u>Лекції</u> - 24 год <u>Практичні заняття</u> - 16 год <u>Самостійна робота</u> – 68 год <u>Індивідуальна робота (Курсовий проект)</u> 36 год <u>Вид контролю:</u> <b>екзамен</b>

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять та індивідуальної самостійної роботи становить 36% до 64%.

З а о ч н а ф о р м а н а в ч а н н я

Курс: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
<u>Кількість кредитів, відповідних ECTS</u> - 4 <u>Модулів</u> - 2 <u>Змістових модулів</u> - 2 <u>Загальна кількість годин</u> - 144	<u>Шифр та назва напрямку:</u> <b>6.060103 „Гідротехніка”. Водні ресурси</b> <u>Шифр та назва за професійним спрямуванням :</u> <b>6.092602 «Водопостачання та водовідведення»</b> <u>Освітньо – кваліфікаційний рівень:</u> <b>бакалавр</b>	<u>Дисципліна</u> - за вибором ВНЗ <u>Рік підготовки</u> - 5-й <u>Семестр</u> – 10-й <u>Лекції</u> - 8 год <u>Практичні заняття</u> - 8 год <u>Самостійна робота</u> - 92 год <u>Індивідуальна робота (Курсовий проект)</u> - 36 год <u>Вид контролю:</u> <b>екзамен</b>

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять та індивідуальної самостійної роботи становить 9% до 92%.

## 2. Мета викладання дисципліни

Основною метою викладання дисципліни "Технологія підготовки питної води" є формування у майбутніх фахівців умінь і знань з сучасних теоретичних основ, технологічних процесів та конструкції споруд для очистки природних вод від різних інгредієнтів при підготовці питної води.

Основними завданнями є теоретична і практична підготовка студентів з питань а) основних положень та вимог державних стандартів до питної води; класифікації та характеристики забруднюючих домішок, споруд та процесів для їх вилучення; б) визначення розрахункових параметрів для розрахунку споруд для підготовки води; в) принципи роботи, основи розрахунку, призначення та конструкції споруд для підготовки питної води.

## 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 споруд підготовки питної води;

✓ за допомогою автоматизованого робочого місця, використовуючи нормативну і довідкову літературу, розробляти робочу документацію елементів і споруд підготовки питної води;



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 підготовки питної води.

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 споруд підготовки питної води;

✓ оцінити результати аналізів показників якості води для прийняття рішень з питань проектування, реконструкції та раціональної експлуатації споруд підготовки питної води;

✓ здійснювати технічний контроль за будівництвом вказаних споруд.

**знати:** вимоги нормативних документів до проектування, будівництва і експлуатації споруд підготовки питної води;

✓ характеристику і сферу застосування споруд підготовки питної води;

✓ методи визначення технологічних параметрів вказаних споруд.

Навчальна програма розрахована на студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними програмами напряму підготовки бакалаврів спеціальності 6.092602 «Водопостачання та водовідведення» (шифр за ОПП 3.17). На вивчення дисципліни відведено 144 години / 4 кр.с. Програма побудована за вимогами КМСОНП та узгоджена з орієнтовною структурою змісту навчальної дисципліни, рекомендованою Європейською Кредитно-Трансферною Системою (ECTS).



#### 4. Структура залікового кредиту дисципліни

Денна форма навчання

Назва тем змістових модулів	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Лаборатор ні роботи	Курсовий проект	Самостійна робота	Разом
1	2	3	4	5	6	7
<b>Змістовий модуль 1</b>						
<b>Тема 1. Вступна лекція.</b> Сучасний стан підготовки води. Джерела водопостачання. Якість води. Вимоги до питної води. Методи обробки води	2	-	-	-	4	6
<b>Тема 2. Технологічні схеми підготовки води.</b> Класифікація технологічних схем. Склад схем. Технологічні схеми для прояснення і знебарвлення води. Вибір схем.	2	2	-	2	6	12
<b>Тема 3. Реагентне господарство.</b> Коагуляція домішок. Реагенти, які використовуються для прояснення і знебарвлення води. Дезодорація води. Принципові схеми реагентного господарства.	2	-	-	4	6	12
<b>Тема 4. Обладнання для приготування реагентів.</b> Розчинні і витратні баки, Склади реагентів. Гідравлічні мішалки. Дозування реагентів. Змішувачі. Основи розрахунку.	2	4	-	4	6	16
<b>Тема 5. Відстійники.</b> Камери утворення пластівців. Горизонтальні, вертикальні, радіа-	2	2	-	4	6	14

льні, тонкошарові відстійники. Принципи роботи, видалення осаду, основи розрахунку						
<b>Тема 6. Прояснювачі із шаром завислого осаду.</b> Утворення завислого осаду, класифікація та принцип роботи прояснювачів із шаром завислого осаду, основи розрахунку.	2	2	-	4	6	14
Разом: змістовий модуль 1	12	10	-	18	34	74
<b>Змістовий модуль 2</b>						
<b>Тема 7. Фільтрування води.</b> Поняття про фільтрування води. Класифікація фільтрів. Зернисті фільтри. Фільтруючі матеріали, їх вибір, вимоги	2			2	4	8
<b>Тема 8. Швидкі фільтри.</b> Основні конструкції, напірні та безнапірні фільтри, однопотоккові та двопотоккові фільтри. Основні технологічні процеси	2	2	-	4	6	14
<b>Тема 9. Промивка фільтрів.</b> Способи подачі промивної води. Типи промивок. Розподільні системи швидких фільтрів. Основи розрахунку ШФ	2	2	-	4	6	14
<b>Тема 10. Контактні фільтри та прояснювачі.</b> Контактні фільтри, особливості їх роботи і конструкції. Контактні прояснювачі, принцип роботи, конструкції, особливості розрахунку. Пінополістирольні фільтри з низхідним та висхідним фільтраційним потоками	2		-	2	6	10
<b>Тема 11. Знезалізнення та знезаражування води.</b> Класифікація способів знезалізнення води, основні	2	2	-	4	6	14

споруди, їх вибір. Класифікація способів знезаражування води Знезаражування хлором, озоном, гіпохлоритом натрію, бактерицидним опроміненням Очищення стічних вод, способи очистки, технологічні схеми очищення побутових стічних вод						
<b>Тема 12. Безреагентне очищення води.</b> Сітчасті, наливні фільтри, гідроциклони. Обробка промивних вод та осаду. Вибір споруд	2			2	6	10
Разом: змістовий модуль 2	12	6	-	18	34	<b>70</b>
<b>ВСЬОГО</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>68</b>	<b>144</b>

Самостійна робота студентів:

- ✓ підготовка до аудиторних занять: 0,5 год на 1 год. лекц.- практичних занять - 12 год;
  - ✓ самостійне опрацювання тем - 38год;
  - ✓ підготовка до складання МК робіт - 18 год;
- Всього - 68 год.

### Заочна 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
<b>Змістовий модуль 1</b>						
<b>Тема 1.</b> Вступна лекція.	1	-	-	-	6	7
<b>Тема 2.</b> Технологічні схеми підготовки води	1	-	-	2	8	11
<b>Тема 3.</b> Реагентне господарство.	1	-	-	4	10	15
<b>Тема 4.</b> Обладнання для приготування реагентів	-	1	-	4	8	13



<b>Тема 5.</b> Відстійники.	1	1	-	4	8	14
<b>Тема 6.</b> Прояснювачі із шаром завислого осаду.	1	2	-	4	8	15
<b>Разом:</b> змістовий модуль 1	5	4	-	18	48	<b>75</b>
<b>Змістовий модуль 2</b>						
<b>Тема 7.</b> Фільтрування води.	-	-		2	4	6
<b>Тема 8.</b> Швидкі та повільні фільтри.	1	2	-	4	8	15
<b>Тема 9.</b> Промивка фільтрів	-	-	-	4	8	12
<b>Тема 10.</b> Контактні фільтри та прояснювачі.	1	-	-	2	8	11
<b>Тема 11.</b> Знезалізнення та знезаражування води.	1	2	-	4	8	14
<b>Тема 12.</b> Безреагентне очищення води.	-	-		2	8	11
<b>Разом:</b> змістовий модуль 2	3	4	-	18	44	<b>69</b>
<b>ВСЬОГО</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>92</b>	<b>144</b>

### 5. Теми практичних занять

#### Денна форма

№ п/п	Тема заняття	Об'єм в год.
1	Вибір технологічної схеми очистки води, складання висотної схеми	2
2	Розрахунок реагентного господарства та доз реагентів	2
3	Розрахунок змішувачів та камер утворення пластівців	2
4	Розрахунок горизонтальних та вертикальних відстійників	2
5	Розрахунок прояснювачів із шаром завислого осаду станції водопідготовки.	2
6	Розрахунок швидких фільтрів та контактних прояснювачів	4
7	Розрахунок установок для знезаражування води та споруд для повторного використання промивних вод	2



Всього	16
--------	----

### З а о ч н а ф о р м а

№ п/п	Тема заняття	Об'єм в год.
1	Розрахунок реагентного господарства та доз реагентів	1
2	Розрахунок горизонтальних та вертикальних відстійників	1
3	Розрахунок прояснювачів із шаром завислого осаду станції водопідготовки	2
4	Розрахунок швидких фільтрів та контактних прояснювачів	2
5	Розрахунок установок для знезаражування води та споруд для повторного використання промивних вод	2
	Всього	8

### 7. Самостійна робота

#### Денна форма навчання

За навчальним планом на самостійну роботу студентів відводиться 68 год. Самостійна робота (СРС) включає такі види робіт:

✓ самостійне опрацювання лекційного матеріалу з кожної теми; самостійне опрацювання матеріалу, який не увійшов у лекційний курс (таблиця); самостійне опрацювання рекомендованої літератури з навчальної дисципліни; підготовка до здачі змістовного та підсумкового модулів.

#### Завдання для самостійного опрацювання

№ тем	Тема самостійної роботи	Кількість годин
1	2	3
1	Нормативна база для проектування, будівництва і експлуатації споруд станцій водопідготовки	2
2	Особливості проектування споруд	2
3	Конструктивне облаштування трубопроводами станцій водопідготовки	2
4	Споруди і методи фторування води	2

5	Споруди і методи знефторення води	2
6	Дезодорація води, методи, способи, обладнання	2
7	Флотатори для обробки високо кольорових вод	2
8	Реагентні схеми прояснення води з двома ступенями фільтрувальних споруд	2
9	Гідроавтоматичні установки для знезалізнення води	2
	Разом	<b>18</b>

### 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 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 станцій прояснення та знебарвлення води**». Курсовий проект складається з пояснювальної записки на 25-30 стор. рукописного тексту, в тому числі розрахункових схем, та 2 аркушах формату А1 з графічним матеріалом.

### 9. Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни використовується інформаційно-ілюстративний метод навчання:

- Лекційний курс проводиться із застосуванням ТЗН (кодоскоп), демонстрацією роздаткових матеріалів, плакатів, фолій.
- Методи активного навчання (МАН) включають розгляд та аналіз проблемних ситуацій, пов'язаних з вибором раціональних методів та способів підготовки води,
- 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.

## 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 практичних заняттях; наявність повного конспекту лекцій; 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 здачі 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.

1.1.4 При контролі виконання індивідуальних завдань для самостійного опрацювання, які передбачені робочою програмою :



✓ 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.

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 виносяться 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. 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 навчання – 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 та заочна форми навчання

Модуль 1												Підсумковий модуль	Разом						
Лекції, лабораторні роботи, поточне тестування						Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12								

5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
30						30						40	100
<b>Курсовий проект</b>													
<b>Пояснювальна записка</b>		Відповідність завданню – Самостійність виконання						повна		13			
<b>Пояснювальна записка</b>		Повнота висвітлення розділів – Оформлення у відповідності ЄСКД та СПДБ – Захист -						10		10		50	
<b>Графічна частина</b>		Відповідність завданню – Самостійність виконання						повна		13			
		Повнота висвітлення розділів – Оформлення у відповідності ЄСКД та СПДБ – Захист -						17		10		50	
<b>Всього</b>										10		<b>100</b>	

Максимальна кількість балів, яку може набрати студент при вивченні курсу 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 напрямку 6.092602 ;
- ✓ підручник «Водопостачання », Рівне, РДТУ, 2009 ;
- ✓ посібник « Проектування станцій прояснення та знебарвлення води», Рівне, НУВГП, 2007;
- ✓ опорний конспект лекції на паперовому носії;
- ✓ опорний конспект лекцій на електронному носії;



- ✓ комплект прозорок (фолій);
- ✓ друкований роздатковий матеріал;
- ✓ методичні вказівки до виконання індивідуально-дослідного завдання (курсового 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. **Тугай А.М., Орлов В.О.** Водопостачання. Підручник для вузів. - Рівне, НУВГП, 2009. - 735с.
2. **Орлов В.О.** Сільськогосподарське водопостачання: Підручник. – К.: Вища школа, 1998. - 182с.
3. **Орлов В.О., Зошук А.М.** Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення. Підручник. - Рівне; УДУВГП, 2002. - 203с.

### 16.2. Допоміжна 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. **Державні санітарні норми і правила “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання»** – К.: 1996. - 8с.
4. **Орлов В.О., Зошук А.М.** Проектування систем сільськогосподарського водопостачання. - Рівне: НУВГП, 2005. - 252с.
5. **Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Зошук А.** Проектування станцій прояснення та знебарвлення води. – Рівне: НУВГП, 2007. – 252с.
6. **Хоружий П.Д., Орлов В.О. та інші.** Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації. - К.: Урожай, 1992. – 294с.
7. **Кульский Л.А., Строкач П.П.** Технология очистки природных вод. - К.: Вища школа, 1986. - 352с.
8. **Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастальский А.А.** Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. - М.: Высшая школа, 1984. - 368с.

### 16.3. Методичні вказівки





1. Прятікоп Ю.В., Филипчук В.Л. Методичні вказівки 055-83 до виконання курсового проекту «Водопровідні очисні споруди». Рівне: УДАВГ. – 1999. 24с.

### **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.ua/kaf/vbs/002/html: Національний університет водного господарства та природокористування/ кафедра водопостачання та бурової справи/ Методичне забезпечення, підручники і носії/

### **2. Методичні рекомендації до вивчення окремих модулів та тем**

#### **Тема 1. Вступна лекція**

Води природних джерел готуються для господарсько - питних потреб населення або потреб промислових підприємств за різними технологічними схемами з метою приведення їх фізико - хімічних показників у відповідність до вимог споживачів. У більшості випадків із води слід видаляти завислі речовини, кольоровість, запахи та присмаки, катіони заліза, органічні домішки, знищувати мікроби тощо. Зміна згодом якісних показників води природних джерел, підвищення вимог до якості очищеної води вимагає інтенсифікації роботи технологічних схем або підвищення їхньої продуктивності. В залежності від якісних показників вихідної води використовуються реагентні та безреагентні, одно-, дво- та багатоступеневі схеми очищення води. У нас в країні та за кордоном, в більшості випадків, використовуються подібні технологічні схеми, до яких входять різні типи відстійників, прояснювачі із шаром завислого осаду, сітчасті установки, пристрої для знезаражування води тощо. Одним із основних елементів більшості схем є фільтри із зернистою засипкою, які повинні затримувати найбільш дрібні частки із води і доводити її якість до вимог споживача. В дані часи існує велика кількість конструкцій фільтрів з різними технологічними показниками, обладнанням, матеріалами. Проте кварцевий пісок поки що залишається найбільш розповсюдженим матеріалом для засипки прояснювальних фільтрів. В той же час, йдуть інтенсивні пошуки нових матеріалів, які могли б замінити пісок і бути кращими за нього за цілим рядом



показників. На даному етапі розвитку науки та техніки можна сказати, що найбільшу увагу науковці та виробничники приділяють таким засипкам як керамзит та пінополістирол.

В якості джерел водопостачання найчастіше використовуються джерела із прісною водою. Всі джерела прісної води за *характером її знаходження* поділяють на поверхневі, підземні, атмосферні, води льодовиків. *Поверхневі* води (води річок, озер, водосховищ, каналів) характеризуються достатньо суттєвими змінами показників їхньої якості і температури за сезонами року. *Підземні* води утворюються з атмосферних і поверхневих в результаті колообігу води, заповнюють пори гірської породи верхнього шару земної кори.

Води поверхневих та підземних джерел уміщують гази, різні мікроорганізми, речовини неорганічного та органічного походження. За ступенем подрібненості (дисперсності) домішки у воді поділяються на грубодисперсні (розмір більше  $10^{-4}$  мм, навіть найменші можуть осідати в місткості упродовж достатньо довгого часу); колоїднорозчинені (колоїднодисперсні, розмір  $10^{-4}$ ... $10^{-6}$  мм, вони важко затримуються навіть при фільтруванні через пісок, фільтрувальний папір); істиннорозчинені (розмір менше  $10^{-6}$  мм, вони розподілені в масі води у вигляді іонів, молекул, комплексів, являють гомогенну фазу). 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/дм<sup>3</sup> до 1500мг/дм<sup>3</sup> 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 незначні.

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/дм<sup>3</sup>, для підземних – 2 ...14мг-екв/дм<sup>3</sup> і більше), сухий залишок (при значенні більше 1000мг/дм<sup>3</sup> - вода мінералізована), вміст заліза (до 1...2 мг/дм<sup>3</sup> для поверхневих



вод і найчастіше  $1 \dots 10$  мг/дм<sup>3</sup> - для підземних), радіоактивність - не більше  $3 \times 10^{-11}$  Бк/дм<sup>3</sup>, окислюваність (2 мг/дм<sup>3</sup> і більше), азотвмістні (іони амонію, нітрити, 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 1 куб.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 дм<sup>3</sup> води і коливається від нуля до 1000 і більше.

На формування фізико-хімічних і мікробіологічних показників води поверхневих джерел впливають умови живлення джерела, ґрунтово-геологічна характеристика його долини, топографічні умови та пов'язана з ними швидкість потоку, кліматичні та інші природні і місцеві умови. В останні роки на показники води впливає діяльність людини: будівництво гребель, скидання стічних вод, використання добрив і часткове їх змивання дощами та талими водами.

Найбільш характерними показниками води, які потребують першочергового поліпшення при її підготовці для питних потреб, є каламутність, кольоровість, присмаки і запахи, бактеріальні забруднення. Каламутність поверхневих вод України коливається від  $1 \dots 15$  до  $200 \dots 300$  мг/дм<sup>3</sup> для рівнинних річок і до  $10000$  мг/дм<sup>3</sup> та більше для гірських. Води поверхневих джерел за значеннями каламутності поділяються на: малокаламутні - до  $50$  мг/дм<sup>3</sup>, середньої каламутності -  $50 \dots 250$  мг/дм<sup>3</sup>, каламутні -  $250 \dots 1500$  мг/дм<sup>3</sup>, високої каламутності понад  $1500$  мг/дм<sup>3</sup>. Найбільш високі значення каламутності, звичайно, спостерігаються у весняну повінь, коли температура низька і вода погано очищується від зависі. Стрибокподібне збільшення каламутності нерідко буває після інтенсивного сніготанення та сильних дощів. У водосховищах каламутність змінюється, звичайно, у значно менших межах упродовж року. При цьому, абсолютне значення каламутності є меншим, ніж у річках. Наприклад, в Ленінському водосховищі

(Крим) каламутність не перевищує  $50 \text{ мг/дм}^3$ , здебільшого такі показники характерні й для водосховищ на Дніпрі.

Фракційний склад зависі, яка обумовлює каламутність, змінюється від  $0,1 \dots 1,0$  мм для піску і до  $1 \dots 20$  мкм для колоїдних часток. Різні типи поверхневих вод мають різноманітний розподіл завислих речовин за фракційним складом. Якщо розміри часток більше  $10 \text{ мкм}$ , то вони видаляються з води простим відстоюванням, але більш дрібні частки не затримуються навіть при фільтруванні через зернисті засипки. Для вод рівнинних річок суттєво відрізняється фракційний склад в повінь та межень, при цьому частки крупністю менше  $10 \text{ мкм}$  переважають у повінь. Води гірських річок мають більш монодисперсну завись, що викликає більше навантаження на фільтрувальні споруди при показниках каламутності, що наближені до показників рівнинних річок. Води поверхневих джерел з невеликою каламутністю ( $10 \dots 15 \text{ мг/дм}^3$ ) можуть мати тільки тонкодисперсну завись, яка затримується на очисних спорудах з однаковими технологічними схемами очищення, значно гірше, ніж полідисперсна завись при каламутності води  $100 \text{ мг/дм}^3$  та вище.

Хіміко-мінералогічний склад зависі в багатьох випадках залежить від фізико-географічних умов басейну річки. При наявності у фракційному складі зависі монтморілонітових та каолінових глин добре проходять адгезійні процеси, а при їх відсутності адгезійні процеси стають більш повільними. При безреагентних схемах очищення важливий дзета-потенціал часток зависі, який для більшості поверхневих вод коливається від  $50$  до  $100 \text{ мВ}$ .

Кольоровість поверхневим водам надають, звичайно, гумусові речовини, які вимиваються із навколишніх ґрунтів, потрапляють із торфових боліт, утворюються внаслідок розвитку й відмирання у водоймі рослинності й особливо зоо - та фітопланктону. Для більшості річок кольоровість коливається від  $10$  до  $150$  град. платино-кобальтової шкали (ПКШ), а для деяких невеликих річок північного та північно-західного регіону України ці показники можуть бути й вищими. За значеннями кольоровості поверхневі води поділяються на малокольорові - до  $35$  град ПКШ, середньої кольоровості -  $35 \dots 120$  град. ПКШ, високої кольоровості - понад  $120$  град. ПКШ. В водосховищах кольоровість змінюється упродовж року і залежить від місткості водосховища та його глибини. Так, у

водосховищах Дніпра кольоровість змінюється від 20 до 80 град. ПКШ, а в останні роки навіть досягає 105 град. ПКШ. За хімічним складом гумусові речовини поділяються на гумінові кислоти, які добре видаляються в процесі очищення, і фульвокислоти, які представлені креновою та апокреновою кислотами. Води з великим вмістом кренових кислот дуже погано знебарвлюються. В більшості водах України таких кислот міститься незначна кількість. Фітопланктон, який з'являється в багатьох водосховищах, потрапляє через водозабірні споруди на очисні, де погано затримується у відстійниках та прояснювачах із завислим осадом.

Присмаки та запахи з'являються у воді після штучного або природного забруднення водойми. Частіше причиною виникнення запахів природного походження є масовий розвиток різноманітних грибків, водоростей (діатомових, синьо-зелених та інших), поява черепашки дрейсени, особливо в неглибоких, з малою швидкістю течій, водоймах, які добре прогриваються сонцем. При відмиранні й гнитті ці організми надають воді неприємні запахи та присмаки, що потребує періодичної боротьби з ними, особливо, в літній період.

В останні роки у водойми часто потрапляють погано очищені стічні води, поверхневі води з територій населених пунктів, промислових і сільськогосподарських підприємств. Таким чином, у воді джерел з'являються хімічні (погіршують органолептичні показники) і токсичні речовини. Феноли потрапляють у джерела разом із стічними водами коксохімічних та нафтопереробних підприємств. Загальновідомі методи аналізу води не дозволяють виділити всі види фенолів, а на їх присутність вказує хлорфенольний запах води після обробки хлором. Нафта і нафтопродукти потрапляють в водойми разом із погано очищеними виробничими стоками, поверхневими стічними водами, від річкового транспорту. В водоймах господарсько-питного призначення вміст нафти й нафтопродуктів лімітується граничними концентраціями (0,05... 0,3 мг/дм<sup>3</sup>). У великій кількості вони погіршують, в основному, органолептичні показники, але з нафтопродуктами можуть потрапляти тетраетилсвинець, бензол, які відносяться до токсичних з'єднань. Забруднення водойм пестицидами відбувається завдяки їх змиву з полів дощами, під час сніготанення, зрошення. До них відносяться хлорорганічні групи пестицидів (поліхлорпінен,



гексахлоран та інші), які можуть накопичуватись в організмі людини й тварини. Вони досить стійки та токсичні.

Поверхнево-активні речовини (ПАР) роблять процеси самоочищення водойм повільними та порушують їх кисневий режим. В великих кількостях вони надають воді мильно – газовий запах та гіркуватий присмак. ПАР зменшують опір організму проникненню в нього токсичних речовин. Проте вони нормуються за органолептичними ознаками (гранична концентрація  $0,5\text{мг/дм}^3$ ).

Солі важких металів потрапляють у водні джерела разом із стоками промислових підприємств. Якщо наявність міді ( $1,0\text{мг/дм}^3$ ), цинку ( $5,0\text{мг/дм}^3$ ) та заліза ( $0,3\text{мг/дм}^3$ ) лімітуються за органолептичними ознаками, то перевищення граничнодопустимої концентрації у воді миш'яку ( $0,05\text{мг/дм}^3$ ), свинцю ( $0,17\text{мг/дм}^3$ ) і деяких інших речовин небезпечно для життя людини.

Вода поверхневих джерел є сприятливим середовищем (особливо влітку) для розвитку мікробів та бактерій, в тому числі, хвороботворних. Більшість бактерій не мають кольору і прозорі. Розмножуються бактерії за 5...30 хвилин, а туберкульозна паличка - за декілька годин. Найбільшу небезпеку являють мікроорганізми, які є збудниками інфекційних захворювань, та віруси.

На фізико-хімічний склад підземних вод впливає контакт та його тривалість із різними породами та ґрунтами, глибина їх залягання, роз'єднаність водоносних горизонтів, контакт їх з атмосферою та поверхневими водами і багато інших явищ. Підземні води характеризуються, як правило, досить постійними і такими, що задовольняють господарсько-питне водопостачання, фізичними й мікробіологічними показниками з досить різноманітними хімічними показниками, які в більшості випадків, і особливо для глибинних горизонтів, не залежать від погодних умов. Найбільш стабільним і таким, що не піддається сезонним коливанням, є хімічний склад міжпластових вод. Більшість підземних вод України задовольняють діючим вимогам щодо питної води за винятком вмісту заліза. Концентрація заліза у водах частіше буває до  $5\text{мг/дм}^3$ , але є води, особливо на півночі України, в яких концентрація заліза перевищує  $10\text{мг/дм}^3$ . Окислюваність обумовлюється наявністю органічних та деяких неорганічних домішок (залізо, сульфіти, сірководень), які окислюються певними витратами окислювача. Артезіанські води



мають окислюваність, біля  $2\text{мг/дм}^3 \text{O}_2$ , із зменшенням глибини залягання вод окислюваність їх збільшується. Окислюваність вод озер дорівнює  $5 \dots 8 \text{мг/дм}^3 \text{O}_2$ , річок – буває більшою за  $60\text{мг/дм}^3$ .

Лужність води ( $\text{мг-екв/дм}^3$ ) визначається сумою концентрацій аніонів слабких кислот та іонів гідроксилу, яку слід враховувати тільки при  $pH$  більше 9. Вона поділяється на гідратну, бікарбонатну, карбонатну, силікатну, фосфатну. В більшості природних вод бікарбонатна лужність значно перевищує всі інші її види, а тому лужність найчастіше приймається рівною карбонатній жорсткості.

Азотвмістні з'єднання утворюються у воді при розкладі складних органічних речовин тваринного або органічного походження, білкових речовин, які потрапляють із стічними водами. Звичайно, в підземних водах є десять долі міліграма в одному літрі нітритів, а в поверхневих –  $0,001 \dots 0,003 \text{г/дм}^3$  нітратів. Підвищена їх кількість у воді, звичайно, вказує на забрудненість природних вод стічними водами. Кінцевий продукт розкладу білкових речовин є аміак. При цьому аміак рослинного або мінерального походження є нешкідливим у санітарному відношенні, а аміак від білків стічних вод дуже шкідливим.

Кисень потрапляє в природні води найчастіше внаслідок контакту їх із повітрям. В артезіанських водах кисень відсутній. Кількість розчиненого кисню в поверхневих водах залежить від температури води. Так, при нормальному тиску та температурі нуль градусів у воді може бути кисню  $14,6 \text{мг/дм}^3$ , відповідно при температурі 10 градусів – 11,3, 20 градусів – 9,1. З одного боку кисень інтенсифікує корозію металів, а з другого боку, різке зниження кисню вказує на забруднення води.

Вуглекислота присутня в поверхневих водах в кількості до  $30\text{мг/дм}^3$  і до сотень  $\text{мг/л}$  у підземних водах. Аніони вугільної кислоти ( $\text{HCO}_3^-$  та  $\text{CO}_3^{2-}$ ) часто визначають поведінку окремих домішок у воді та в технологічних процесах, а тому є одними із основних.

Іони  $\text{Cl}^-$  та  $\text{SO}_4^{2-}$  є стійкими домішками, не утворюють важкорозчинених речовин, при наявності великої кількості органічних речовин у воді  $\text{SO}_4^{2-}$  може відновлюватись до  $\text{H}_2\text{S}$  або  $\text{S}$ , але при зміні кисневого режиму може проходити зворотний перехід. Вміст цих аніонів у воді більше  $250 \text{мг/дм}^3$  робить її



агресивною до бетону, руйнує його. Значна концентрація хлоридів і сульфатів вказує на підвищений розчинений залишок та неможливість використовувати її для живлення котлів.

Іонний склад домішок води визначається наявністю різних катіонів та аніонів. Катіони та аніони надають воді ті чи інші властивості, сума катіонів та аніонів повинна дорівнювати

$$\frac{Ca^{2+}}{20,04} + \frac{Mg^{2+}}{12,16} + \frac{Na^+}{23,00} + \frac{K^+}{39,00} + \dots = \frac{SO^{2-}}{48,03} + \frac{Cl^-}{35,46} + \frac{HCO_3^-}{61,03} + \frac{SiO_3^{2-}}{38,03}$$

Іони  $Ca^{2+}$  та  $Mg^{2+}$  є непостійними домішками, можуть утворювати важкорозчинні речовини, найбільш важливі і визначають придатність вод для багатьох технологічних процесів на виробництві. В прісних водах іонів  $Ca^{2+}$  буває від 5 до 90 мг/дм<sup>3</sup> і більше, а іонів  $Mg^{2+}$  - 1...30 мг/дм<sup>3</sup>. Сума концентрацій цих катіонів обумовлює загальну жорсткість води (для природної води від 1 до 14 і вище мг-екв/дм<sup>3</sup>). В залежності від пов'язаних з ними аніонів, жорсткість поділяється на карбонатну, некарбонатну, а сума їх означає загальну жорсткість.

Вимоги споживачів до води можуть бути різними на технологічні потреби для окремих підприємств, 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/дм<sup>3</sup>; каламутність повинна бути не більше 1,5мг/дм<sup>3</sup>; кольоровість - не більше 20 град ПКШ; запах і присмак - менше 2 балів; pH - 6,5... 8,5; вміст заліза - менше 0,3мг/дм<sup>3</sup>; сухий залишок - менше 1000 мг/дм<sup>3</sup>; фтор - 0,7... 1,5мг/дм<sup>3</sup>; марганець - менше 0,1мг/дм<sup>3</sup>; сульфатів - менше 500мг/дм<sup>3</sup>; хлоридів - менше 350мг/дм<sup>3</sup>.

В той же час, зараз 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 (колііндекс та загальна кількість бактерій), вимагають визначення кількості термоста-



більших 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/дм<sup>3</sup>, 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/дм<sup>3</sup> ( тригалометани - 0,1, хлороформ - 0,06, дібромхлорметан - 0,01, тетрахлорвуглець - 0,002, пестициди - 0,0001); інтегральні показники, мг/дм<sup>3</sup> (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 мг/дм<sup>3</sup>).

*П'ятими* йдуть показники радіаційної безпеки води, які передбачають гранично допустимими рівнями сумарної активності альфа - випромінювачів 0,1Бк/дм<sup>3</sup> та бета - випромінювачів 1Бк/дм<sup>3</sup>.

*Шостими* йдуть показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води загальна мінералізація - 100... 1000 мг/дм<sup>3</sup>; загальна жорсткість - 1,5... 7 мг-екв/дм<sup>3</sup>; загальна лужність - 0,5... 6,5 мг-екв/дм<sup>3</sup>; магній - 10... 80 мг/дм<sup>3</sup>; фтор - 0,7... 1,5 мг/дм<sup>3</sup>).

При знезаражуванні води хлором вміст залишкового вільного хлору у воді на виході з резервуару чистої води має бути 0,3...0,5мг/дм<sup>3</sup> при тривалості контакту хлору з водою не менше 30хв, а вміст залишкового зв'язаного хлору не повинен перевищувати 0,8...1,2мг/дм<sup>3</sup> при тривалості контакту хлору не менше 60хв.

*Типи контролю* за якістю води поділяються на повний з визначенням всіх компонентів; загальний фізико - хімічний - визначення показників нешкідливості хімічного складу та органолептичних показників; скорочений - визначення загальної кількості бактерій, колііндекса, *pH*, окислюваності, нітратів, заліза, залишкового активного хлору, тригалометанів, кольоровості, каламутності, присмаку, запаху; спеціальний епідемічної безпеки - визначення каламутності, загальної кількості бактерій та інші мікробіологічних та паразитологічних показників; спеціальний

токсикологічний та радіаційний. При цьому контроль за якістю води проводиться, звичайно, фізико - хімічний та скорочений у джерелі; повний та інші види перед надходженням у розподільну мережу і безпосередньо з водорозбірних приладів. Кількість аналізів на місяць встановлюється в залежності від продуктивності системи водопостачання, екстремальних умов тощо.

Адміністрація водопровідно - каналізаційних господарств несе відповідальність за дотримання норм на питну воду, безперервну і надійну роботу споруд, погодження із санітарно-епідеміологічними службами всіх найбільш важливих робіт, щорічного медичного обстеження працівників, надання необхідної інформації санітарно - епідеміологічним службам. Органи державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування несуть відповідальність щодо забезпечення питною водою населення. Органи державної санітарної епідеміологічної служби несуть відповідальність у разі не проведення нагляду за дотриманням вимог на питну воду щодо забезпечення відповідності якості питної води, відповідності правил та гігієнічних нормативів для споруд, погодження проектів тощо.

**Якщо вода природного джерела** не відповідає вимогам споживача, то її треба очищати від домішок. Кульським Л.А. розроблена класифікація домішок, які містяться у воді, та способи їх вилучення. За цією класифікацією всі домішки поділені на дві системи (гетерогенна та гомогенна) і на чотири групи в залежності від їх розмірів. Найчастіше великі домішки гетерогенної системи першої групи (завислі домішки, мікроорганізми й планктон) видаляються механічним розділенням у гравітаційному полі, під дією відцентрових сил, фільтруванням через поруваті елементи, окисленням хлором, озоном, адсорбцією на гідроксидах алюмінію. Друга група домішок (колоїдні розчини і високомолекулярні з'єднання, які обумовлюють окислюваність і кольоровість) частіше видаляється шляхом окислення, адгезією та адсорбцією на гідроксидах заліза та алюмінію, агрегацією флокулянтами. Для видалення домішок третьої групи (гази, розчинені у воді органічні речовини, що надають присмаку та запаху) найчастіше використовується аерування, окислення, адсорбція. Четверта група домішок (солі, кислоти, основи, що надають воді мінералізованість, кислотність, лужність) видаляється шляхом зв'язування іонів, які підлягають видаленню, реагентами в малорозчинні і мало-

дисоційовані з'єднання, фіксацією іонів на твердій фазі іонітів. 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 мікробів, які містяться у воді; знезалізнення - зменшення концентрації заліза; знефторення - зменшення концентрації фтору; фторування - збільшення концентрації фтору шляхом введення фторвміщуючих реагентів; зм'якшення - видалення солей кальцію або магнію, які зумовлюють жорсткість; опріснення - зменшення кількості сухого залишку. Для видалення домішок гомогенної системи використовують більш складні процеси (адсорбцію на активованому вугіллі, аерацію, катіонний та аніонний обмін тощо) і більш складну апаратуру спеціального призначення. Води поверхневих джерел частіше прояснюють, знебарвлюють, дезодорують, підземних - знезалізнують, інколи зм'якшують, опріснюють, знефторують. Всі води, як правило, знезаражують.

### Контрольні запитання

1. Наведіть показники якості природної води.
2. Чим, в основному, відрізняється якісний склад підземних вод від поверхневих?
3. Від яких факторів залежить каламутність води джерел?
4. Від яких факторів залежить кольоровість води джерел?
5. Які існують вимоги до якості питної води?
6. Чим відрізняються вимоги до питної води за існуючим ГОСТом та ДержСанПіНом?
7. Яке співвідношення катіонів та аніонів у воді?
8. Які існують типу контролю якості води і хто несе за це відповідальність?
9. Охарактеризуйте основні методи та способи обробки води.

### Тема 2. Технологічні схеми підготовки води

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

містяться у воді, та способи їх видалення (таблиця 2.1). За цією класифікацією всі домішки поділені на дві системи і на чотири групи в залежності від їх розмірів. Найчастіше великі частки гетерогенної системи першої групи (завислі домішки, мікроорганізми й планктон) видаляються механічним розділенням у гравітаційному полі, під дією відцентрових сил, фільтруванням через поруваті елементи, окисленням хлором, озonom, адсорбцією на гідроксидах алюмінію. Друга група домішок (колоїдні розчини і високомолекулярні з'єднання, які обумовлюють окислюваність і кольоровість) частіше видаляється шляхом окислення, адгезією та адсорбцією на гідроксидах заліза та алюмінію, агрегацією флокулянтами. Для видалення домішок третьої групи (гази, розчинені у воді органічні речовини, що надають присмаку та запаху) найчастіше використовується аерування, окислення, адсорбція. Четверта група домішок (солі, кислоти, основи, що надають воді мінералізованість, кислотність, лужність) видаляється шляхом зв'язування іонів, які підлягають видаленню, реагентами в малорозчинні і малодисоційовані з'єднання, фіксацією іонів на твердій фазі іонітів.

Таблиця 2.1

**Класифікація домішок води та процеси, що використовуються для їхнього видалення**

Системи			
Гетерогенна		Гомогенна	
Зависі	Колоїдні розчини тощо	Молекулярні розчини	Іонні розчини
Групи (розміри в см)			
I ( $10^{-2} \dots 10^{-4}$ )	II ( $10^{-5} \dots 10^{-6}$ )	III ( $10^{-5} \dots 10^{-7}$ )	IV ( $10^{-7} \dots 10^{-8}$ )
Механічний безреагентний розподіл	Діаліз, ультрафільтрація	Аерування, евапорація, десорбція газів та легких органічних сполук	Гіперфільтрація
Окислення хлором, озonom тощо	Окислення хлором, озonom тощо	Окислення хлором, озonom, перманганатом калію	Переведення іонів у малодисоційовані сполуки

Адгезія на гідро-ксидах алюмінію та заліза, а також на зернистих та високодисперсних матеріалах	Адсорбція на гідроксидах алюмінію та заліза, на високодисперсних глинистих матеріалах	Адсорбція на активованому вугіллі та інших матеріалах	Фіксація іонів на твердій фазі іонітів
Флокація суспензій та емульсій	Коагуляція колоїдних систем	Екстракція органічними розчинами	Сепарація іонів при різних фазових
Агрегація флокулянтами	Агрегація високомолекулярним і флокулянтами катіонного типу	Асоціація молекул	Переведення іонів у малорозчинні сполуки
Бактерицидна дія на патогенні мікроорганізми та спори	Віруліцидна дія	Біохімічний розпад	Видалення іонів металів, мікроорганізмів
Електрофільтрація та електрозатримання мікроорганізмів	Електрофорез та електродіаліз	Поляризація молекул в електричному полі	Використання руху іонів в електричному полі

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 ніж у попередній. У напірних спорудах вода тече спорудами закритого типу під тиском, який створює насос.

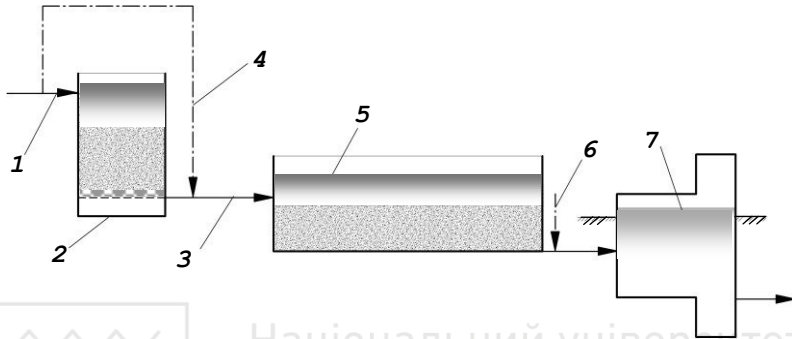
Підготовка поверхневих вод полягає в затриманні колоїдних та завислих речовин, розміри яких коливаються в досить широких межах. В статичних умовах, тобто в місткості без будь-якого руху води, вони, в залежності від розмірів, видаляються упродовж 10 секунд ... 4 років. Для видалення великих частинок досить просто передбачити методи розділення фаз, а для дрібних це зробити значно важче. Метод розділення неоднорідних гетерогенних систем залежить від розмірів частинок і може бути поділений на:

*осадження*, тобто розділення під дією сил тяжіння, інерції (у тому числі відцентрових), електростатичних, звукових хвиль,



фільтрування, тобто розділення під дією сил тиску, адгезійних сил. При проясненні і знебарвленні води використовуються реагентні та безреагентні схеми.

Безреагентний метод використовують для очищення каламутних та малокольорових вод. Основними спорудами в цьому методі, зазвичай, є повільні фільтри (рис. 2.1).



**Рис. 2.1. Висотна схема споруд при безреагентному проясненні й знебарвленні води:**

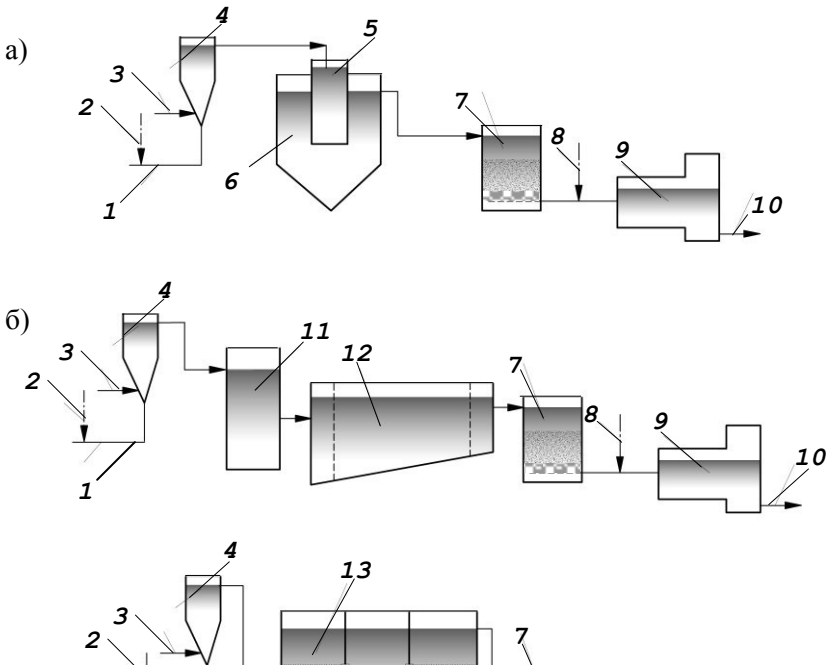
1 - подача вихідної води; 2 - попередній фільтр; 3 - відведення попередньо-проясненої води; 4 - подача вихідної води при каламутності менше  $50 \text{ мг/дм}^3$ ; 5 - повільний фільтр; 6 - періодичне введення окислювача; 7 - резервуар чистої води

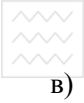
За цією схемою вихідна вода частково прояснюється на попередніх фільтрах, а остаточно прояснюється та знебарвлюється на повільних фільтрах, які являють собою місткості, завантажені дрібним піском. При високих показниках вихідної води (каламутність менше  $50 \text{ мг/дм}^3$ ) вона може подаватись безпосередньо на повільний фільтр. Повільний фільтр достатньо повно (до 95%) знезаражує воду. Повільні фільтри періодично регенерують шляхом зняття вручну лопатами плівки із затриманих забруднень. Попередні фільтри можна замінювати на горизонтальні відстійники або водосховища наливного типу. Останнім часом рекомендуються повільні фільтри з гідромеханічним розпушуванням (регенерацією) засипки, на яких воду кольоровістю до 50 град. ПКШ і каламутністю до  $1500 \text{ мг/дм}^3$  пропускають через піщану засипку фільтра і очищеною збирають у резервуарі чистої води. Такі схеми використовуються при будь-якій продуктивності.



Двоступеневі реагентні схеми використовуються при каламутності вихідної води до  $1500 \text{ мг/дм}^3$  та кольоровості до 120 град. ПКШ. В залежності від продуктивності станції приймають наступні схеми. При продуктивності станції до  $5000 \text{ м}^3/\text{доб}$  рекомендується схема (рис. 2.2а) з вертикальними відстійниками (перша ступінь очищення) і швидкими фільтрами (друга ступінь очищення). Воду подають на очищення, вводять у неї розчин хлору для окислення органічних речовин і коагулянт для подальшої коагуляції. Вода змішується з реагентами в змішувачі, із якого потім перетікає в камеру утворення пластівців водоворотного типу. Камера розташована в плані в центральній частині відстійника. У воді, що виходить з камери в нижній частині відстійника, утворюються пластівці, основна маса яких осідає у відстійнику при висхідному вертикальному її русі. Доочищення води від залишків зависі (каламутність води на виході із відстійника  $8 \dots 15 \text{ мг/дм}^3$ ) і пластівців завершується на швидких фільтрах (резервуарах, завантажених зернистою засипкою з рухом води зверху до низу). Очищену воду збирають у резервуарах чистої води.

При продуктивності станції більше  $30000 \text{ м}^3/\text{доб}$  (рис. 2.2б) замість вертикальних використовують горизонтальні відстійники. Перед ними в схемі обов'язково влаштовуються камери утворення пластівців, конструкція яких залежить від якості вихідної води. Вода з добре сформованими пластівцями після камери рухається повільним горизонтальним потоком через відстійник і пластівці





в)

**Рис. 2.2. 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

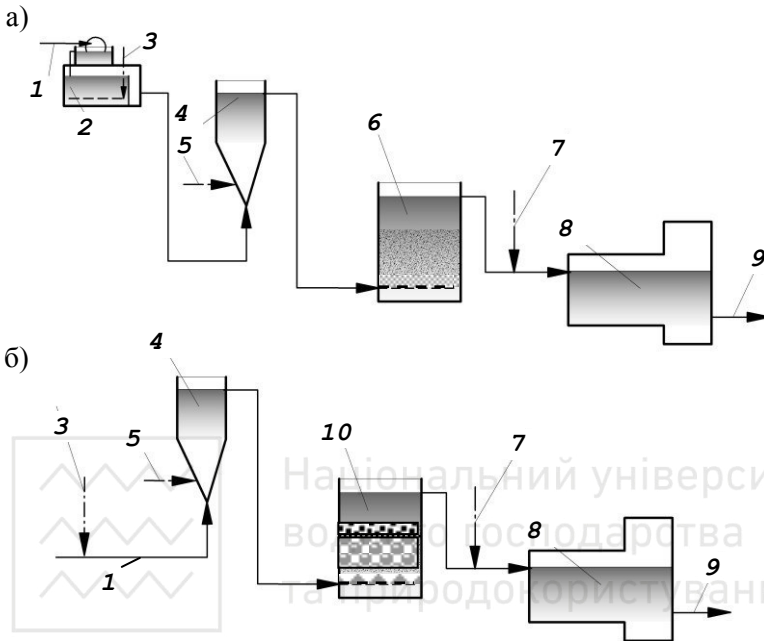
осідають по всій довжині в нижній частині відстійника. Інші споруди в цій схемі такі самі як у попередній. В інтервалі продуктивності від 5000 до 30000м<sup>3</sup>/доб замість відстійників широко використовують прояснювачі із шаром завислого осаду. Проте вода в джерелі не повинна мати каламутність менше 50мг/дм<sup>3</sup> у будь-який період року. На прояснювачі вода, яка змішана з реагентами, подається безпосередньо зі змішувача (рис. 2.2в). У прояснювачах вода рухається вертикальним висхідним потоком через шар раніше затриманих пластівців, який і затримує нові порції пластівців. Прояснена вода з верхньої частини прояснювача також, як і в попередніх схемах, відводиться на швидкі фільтри.





водного господарства та природоохоронного факультету

Малокаламутні та кольорові води можна очищати за одноступеневою реагентною схемою (рис. 2.3).



**Рис. 2.3. Одноступеневі реагентні схеми прояснення й знебарвлення води:**

а) - з контактними прояснювачами; б) - з контактними пінополістирольно-вугільними фільтрами; 1 - подача води на очищення; 2 - мікрофільтр; 3 - введення хлору, 4 - змішувач; 5 - введення коагулянту; 6 - контактний прояснювач; 7 - введення вторинного хлору; 8 - резервуар чистої води; 9 - подача води на насосну станцію; 10 - контактний пінополістирольно-вугільний фільтр

При каламутності води до  $120\text{мг/дм}^3$  і кольоровості до 120 град. ПКШ використовують схему з контактними прояснювачами (рис. 2.3, а). Воду, яку подають на очищення, попередньо очищують від планктону, сміття на барабанних сітках або мікрофільтрах, змішують у трубопроводі з хлором і подають у контактний резервуар, де окислюються органічні речовини. З резервуара воду подають у змішувач, де вона змішується з коагулянтом. Змішану з коагулянтом воду подають безпосередньо в контактний прояснювач із зернистою засипкою, де вона рухається знизу вгору, прояснюється й збирається в резервуарі чистої води.



При каламутності вихідної води до  $100\text{мг/дм}^3$  та кольоровості до 100 град. ПКШ можна використовувати схему з контактними пінополістирольними або пінополістирольно-вугільними фільтрами (рис. 2.4, б), на які вода, змішана з реагентами, потрапляє із змішувача. Проходячи через шар плаваючого пінополістиролу знизу вгору вода прояснюється й знебарвлюється, а в шарі активованого вугілля дезодорується.

Для дезодорації води в попередніх схемах необхідно було вводити активоване вугілля у вигляді порошку перед першою або другою ступенями очищення або перед резервуаром чистої води, встановлювати фільтри з гранульованим активованим вугіллям, що ускладнює технологію очищення води. Воду найчастіше знезаражують введенням окислювача перед резервуаром чистої води.

Зараз розроблено багато інших схем очищення води, в тому числі із флотаторами та швидкими фільтрами, двома або трьома ступенями фільтрувальних споруд, тонкошаровими трубчастими відстійниками і швидкими фільтрами (установка "Струмись") тощо. При наявності в поверхневих водах фенолів, нафти, пестицидів, ПАВ, солей важких металів для їх видалення при підготовці питної води слід передбачати тільки реагентні схеми, при цьому швидкість фільтрування на фільтрувальних спорудах необхідно зменшувати у порівнянні із швидкістю, яка необхідна тільки для прояснення й знебарвлення води.

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. Зона санітарної охорони водоочисної станції складається з першого пояса й смуги. Розміри першого пояса збігаються із огорожею, яка знаходиться на відстані 30м від резервуарів чистої води, фільтрів, контактних прояснювачів та 15м від стін решти споруд і стовбура водонапірної башти. Санітарно - захисна смуга охоплює перший пояс і повинна мати ширину не менше 100м. При розташуванні водоочисних споруд на території промислових підприємств розміри зони санітарної охорони можуть бути зменшені за узгодженістю з місцевими органами санітарної епідеміологічної служби.

### **Контрольні запитання**



1. Наведіть особливості безреагентних схем прояснення і знебарвлення води.
2. Опишіть двоступеневі реагентні схеми прояснення і знебарвлення води.
3. Опишіть одноступеневі реагентні схеми прояснення і знебарвлення води.
4. Що передбачається робити при наявності у воді фенолів, нафти і такого іншого?
5. Що являє собою і які розміри зони санітарної охорони очисних споруд?

### Тема 3. Реагентне господарство

Процес, при якому проходить процес покрупнення завислих та колоїдних частинок за рахунок їх взаємного злипання під дією молекулярних сил, називають *коагуляцією*. При коагуляції частинка набуває інших властивостей. Завершується процес утворенням великих пластівців розміром 1...10мм із наступним їх видаленням із води. Коагуляцію поділяють на *коагуляцію в об'ємі* (процес іде у вільному водяному просторі), *контактну коагуляцію* (процес проходить у присутності адгезійних домішок - зерниста засипка, шар завислого осаду).

Взагалі найменші домішки, які є у воді, мають певну агрегативну стійкість, яка залежить від наявності гідратних оболонок та подвійного електричного поля. Порушують агрегативну стійкість домішок за допомогою додавання електролітів, нагрівання, заморожування, накладання магнітного поля, введенням окислювачів. Домішки органічного походження є *гідрофільними* (утримують на поверхні воду), мають невеликі заряди та слабо коагулюють під дією електролітів і, в той же час, під дією окислювачів здійснюється перехід бікарбонатів у гідрофобні карбонати, що сприяє коагуляції.

Гідрофобні домішки (мул, глина, пил) мають подвійний електричний шар (рис. 3.1, а). При броунівському русі протиіони дифузного шару можуть відставати від міцели і втрачатись. В результаті міцела отримує заряд, при знищенні якого електролітом

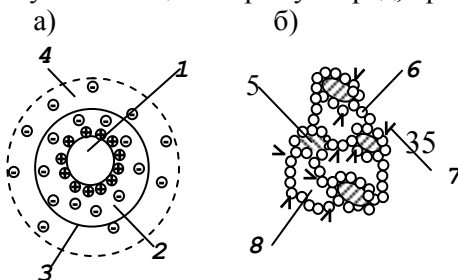
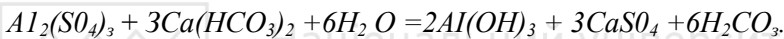


Рис. 3.1. Схеми зображення міцели та пластівця:

а - міцела; б - прокоагульований пластівець; 1 - ядро з електронегативним зарядом; 2 - адсорбційний шар; 3 - гранула; 4 - дифузний шар; 5 - глинисті часточки; 6 - часточки гідроксиду алюмінію 7 - гумінові речовини; 8 - захоплена вода

частинки втрачають агрегативну стійкість. Уведення електролітів із тривалентних солей алюмінію та заліза призводить до переходу з дифузного шару міцели (домішки разом із її дифузним шаром) в адсорбційний шар протиіона, що знижує заряд і сприяє коагуляції. Слід зазначити, що використання солей одновалентних катіонів вимагало б в 1000 разів більше електроліту. Електроліт, що вводиться, отримав назву - *коагулянт*.

Після вводу коагулянту у воді утворюються спочатку пластівці з одного коагулянту, а потім до них налипають ще й домішки, які втратили в результаті обмінної адсорбції агрегативну стійкість (рис. 3.1, б). При цьому гідроліз сірчанокислового алюмінію в присутності гідрокарбонат іонів описується рівнянням



На кожні 342 мг сульфату алюмінію витрачається 6 мг-екв гідрокарбонатіонів. При недостатній кількості цих іонів у воді лужність води підвищують вводом вапняного молока або кальцинованої соди. В залежності від умов (без гідрокарбонатіона) можуть утворюватись малорозчинні солі з видаленням водню, який стримує подальший хід реакції, знижує *pH* та вимагає підлугування. Швидкість гідролізу пропорційна концентрації катіонів коагулянту, із підвищенням температури на кожні 10 градусів швидкість збільшується в 2...4 рази. 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.

Реагенти 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. Тонко дисперсні глинисті та колоїдні домішки, які є у воді, адсорбуються на поверхні пластівців флокулянту та 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. Звичайно, у теплій воді (вище 4° С) процес утворення пластівців відбувається досить швидко і добре, тому флокулянт здебільшого не вводять, а вводять тільки коагулянт і окислювач (хлор, гіпохлорит натрію).

На станціях підготовки питної води застосовують неочищений сульфат алюмінію, очищений сульфат алюмінію, оксихлорид алюмінію, алюмінат натрію, хлорид заліза, сульфат заліза, сульфат заліза окисний. В Україні основним виробником алюмінійвмісних коагулянтів є ВАТ «Коагулянт» м. Пологи. Сульфат алюмінію  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  (глинозем) неочищений являє собою шматки сірого або зеленкуватого кольору, які вміщують 33,5%  $Al_2(SO_4)_3$  або 9%  $Al_2O_3$ . Виготовляють його обробкою сірчаною кислотою бокситів, ніфелінів, глин. Очищений сульфат алюмінію отримують обробкою або розчиненням неочищеного сульфату алюмінію сірчаною кислотою. Сульфат алюмінію технічний (очищений) ГОСТ 12966-85 являє собою пластинки, брикети, куски невизначеної форми та різного розміру масою не більше 10кг білого кольору і вміщує до 40,3%  $Al_2(SO_4)_3$  або 13,5%  $Al_2O_3$ .

Оксихлорид алюмінію  $Al_2(OH)_2Cl \cdot 6H_2O$  являє собою кристали зеленкуватого кольору, які отримують обробкою свіжеосажденного гідроксиду алюмінію 0,5...1% розчином соляної кислоти та вміщує до 40...44 %  $Al_2O_3$ . Алюмінат натрію  $NaAlO_2$  – це гранули білого кольору з перламутровим блиском у зломі. Отримують його розчиненням гідроксиду алюмінію в розчині гідроксиду натрію, вміщує до 45...55%  $Al_2O_3$ . Найменша розчинність гідроксиду алюмінію спостерігається при  $pH = 6.5...7.8$ , при температурі нижче 4 градусів збільшується ступінь гідратації, стають більш повільними процеси утворення пластівців та їх осідання.

Коагулянт „Полвак” (ТУ У 19155069.001-1999) є 3 модифікацій – «Полвак-40», «Полвак-68», «Полвак-80». Полвак є водним розчином гідроксихлориду алюмінію і описується формулою:  $Al_2(OH)_2Cl_4$ , переважно зеленувато-жовта рідина, може бути інших відтінків, масова частка основної речовини в перерахунку на  $Al_2O_3$ , %, не менше 15 «Полвак-40» та 10% в інших типах. Коагулянт

поступає до споживача в цистернах (прогумованих або з неіржавіючої сталі). Коагулянт повинен зберігатися в місткостях з корозійностійких матеріалів при температурі від  $-18^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Гарантійний термін зберігання – 6 місяців. Концентрація робочого розчину коагулянту при очищенні поверхневих вод складає 2 - 10%. Оптимальним для використання коагулянту „Полвак” є діапазон рН в межах 5 – 8. Коагулянт „Полвак” має високий ефект для вод з низькими лужністю та температурою, забезпечує низький вміст залишкового алюмінію.

Гідроксохлорид алюмінію марки Б випускають у вигляді твердого продукту - пластинки і гранули невизначеної форми, різного розміру, білого або жовтого кольору; термін зберігання 3 роки. Гідроксохлорид алюмінію дозволяє інтенсифікувати процес водопідготовки і поліпшити якість води, ефективний при обробці води з температурою  $0 - 9^{\circ}\text{C}$ , знижує витрати товарного реагенту в 8-10 разів, зменшення часу коагуляції в 1,5-3,0 разу, зменшується залишковий алюміній в очищеній воді.

Залізо хлорне  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  являє собою темні, з металевим блиском, кристали, які дуже гігроскопічні і транспортуються в герметичній тарі. Воно може бути отримане безпосередньо на водоочисній станції шляхом хлорування залізного купоросу. Сульфат заліза  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  або залізний купорос - прозорі зеленкувато - голубі кристали з умістом 47...53%  $\text{FeSO}_4$ . Поставляється він у дерев'яних бочках або ящиках. При рН менше 8 коагуляція його йде дуже повільно, а тому цей коагулянт використовують звичайно, при вапняному або вапняно-содовому пом'якшенні. Сульфат заліза окисний  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  також кристалічний продукт, дуже гігроскопічний. Залізовмісні коагулянти краще забезпечують коагуляцію, особливо при низьких температурах, на них мало впливає рН середовища, хоча хлорид заліза забезпечує коагуляцію при рН у межах 6,1 ...6,5 (для сірчанокислового алюмінію біля 7), пластівці коагулянту більш щільні, швидше осідають, але необхідне точне дозування через можливе просакування заліза в очищену воду, пластівці осідають нерівномірно і багато дрібних пластівців виходять на фільтр.

Розрахункову дозу коагулянту встановлюють на найгірший період року за каламутністю й кольоровістю вихідної води. Для



зниження каламутності цю дозу приймають залежно від каламутності вихідної води

Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>	Доза коагулянту, мг/дм <sup>3</sup>
100...200	30...40
200...400	35...45
400...600	45...50
600...800	50...60
800...1000	60...70
1000...1500	70...80

Для кольорових вод доза безводного сульфату алюмінію, мг/дм<sup>3</sup>

$$D_k = 4 \sqrt{C}, \quad (3.1)$$

де  $C$  - кольоровість води, град.

Слід пам'ятати, що менші значення дози стосуються вод із крупнодисперсною зависсю. При одночасному видаленні з води кольоровості та зниженні каламутності приймають більшу з визначених доз. У схемах із контактними прояснювачами і фільтрами дозу коагулянту можна зменшувати на 10...15 %. Підлогування води для поліпшення процесу утворення пластівців проводять найчастіше гашеним вапном, а в окремих випадках кальцинованою содою.

Для інтенсифікації процесу утворення пластівців у воду після введення коагулянту, не раніше ніж через 2...3 хв, вводять розчин флокулянтів: поліакриламід (ПАА), активної кремнієвої кислоти, магнофлоку. Поліакриламід - це білувато зеленкувата, аморфна, в'язка рідина, яка розчиняється в теплій воді при перемішуванні (температура 50°C). Поставляється вона в дерев'яних бочках або целофанових мішках і зберігається при температурі не вище 25°C. Активну кремнієву кислоту готують на місці шляхом активації силікату натрію (скло рідке) сірчаною кислотою, сульфатом алюмінію, хлором упродовж однієї-півтори години в спеціальному баку-зрільнику. Магнофлоку може бути у вигляді білого порошку або у вигляді розчину (масляниста рухома рідина від світло-коричневого до коричневого кольору, допускається наявність осаду).

Дозу хлорвмістких реагентів, в першу чергу для знебарвлення води, приймають 3...10 мг/дм<sup>3</sup> за активним хлором і вводять їх за

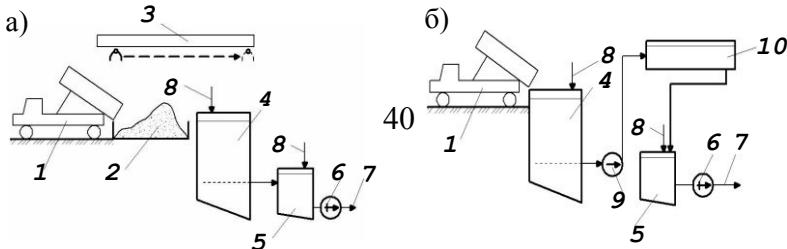
1...3хв до введення коагулянту. З метою попередження утворення у воді хлороформу цю дозу слід приймати, по можливості, меншою.

**Дезодорація води.** Для зниження інтенсивності присмаків і запахів, які виникають періодично з інтенсивністю до 4 балів, використовують окислення. Звичайно, це здійснюється одночасно з проясненням і знебарвленням, а окислювач уводять до введення коагулянту. Окислювачами можуть бути хлор, перманганат калію (у вигляді розчинів), озон, який уводять у вигляді бульбашок.

При стабільних значеннях інтенсивності запаху та присмаку необхідне введення сорбенту або його використання одночасно з окислювачами. Найбільше використання в практиці водоочищення знаходять штучні сорбенти - порошкове активоване вугілля марки ОУ-А (вводиться безпосередньо у воду) або гранульоване активоване вугілля (завантажене в спеціальні сорбційні фільтри). В процесі сорбування речовин з води пори активованого вугілля заповнюються цими речовинами і для відновлення сорбційної ємності вугілля його оброблюють термічним або хімічним методами.

Реагенти можна вводити у воду у вигляді порошку або розчину. Відповідно, у вигляді порошку вводяться реагенти, які доставляються на станцію шматками, порошком, гранулами. При порошковому дозуванні простіше зберігати реагенти, але складніше дозувати і в процесі дозування з'являється багато небезпечного для здоров'я обслуговуючого персоналу пилу. Тому у нас у країні частіше готують і дозують реагенти у вигляді розчинів (коагулянт, флокулянт) і суспензій (вапно). При невеликій продуктивності станції або невеликих витратах реагенту вдаються до сухого зберігання коагулянту (рис. 3.2, а), при великій — до мокрого (рис. 3.2, б), при середній — до мокрого із зберіганням реагенту в розчинних баках (рис. 3.2, в).

При сухому зберіганні коагулянт завозять до складу – приміщення, ізольованого як від зовнішнього середовища, так і від внутрішніх приміщень станції. Періодично коагулянт із складу забирають вручну або навантажувальним пристроєм (наприклад, грейфером) і завантажують у розчинний бак, у якому готують







концентрований розчин коагулянту. За потребою цей розчин подають у витратний бак, розбавляють водою й насосом-дозатором або самопливом крізь дозатор постійної дози подають у необхідній кількості до змішувача.

При мокрому зберіганні сухий коагулянт безпосередньо вивантажують у розчинні баки, де він заливається водою, розчиняється та готується концентрований розчин (рис. 3.2б). Концентрований розчин перекачують у бак-сховище, де його зберігають і в міру потреби подають у витратний бак.

У другому випадку (рис. 3.2в) коагулянт вивантажують в розчинні баки, де його зберігають в сухому вигляді або залитим водою. По мірі необхідності в одному з баків готують розчин необхідної концентрації і перепускають його у витратний бак.

#### **Контрольні запитання**

1. В чому полягають фізико-хімічні основи коагуляції домішок?
2. Які існують реагенти для прояснення та знебарвлення води?
3. Як проводиться вибір дози реагенту?
4. В чому суть дезодорації води?
5. Опишіть схему сухого зберігання реагентів.
6. Опишіть схему мокрого зберігання реагентів.
7. Опишіть схему зберігання реагентів в розчинних баках.

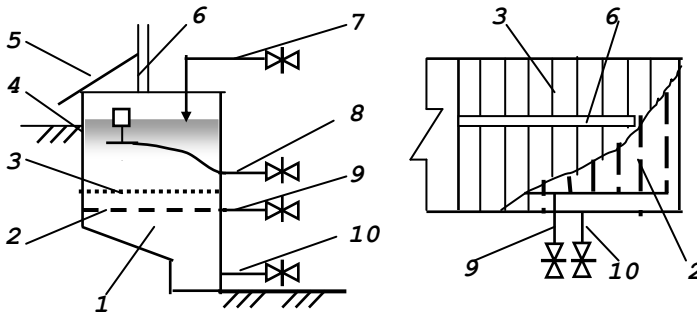
#### **Тема 4. Обладнання для приготування реагентів**



Коагулянт завозиться на станцію у вигляді плит, шматків, гранул, порошку, розчину. На невеликі станції коагулянт, звичайно, доставляють автосамоскидами, а на великі станції можуть прокладатись залізничні колії та коагулянт доставляється залізничними вагонами розсипом або в заводській упаковці.

Частіше готують і дозують реагенти у вигляді розчинів (коагулянт, флокулянт) в розчинних баках.

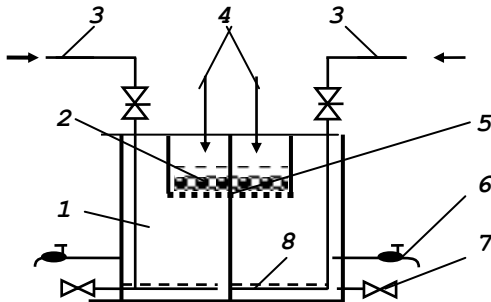
Розчинні баки виготовляють із залізобетону з внутрішнім антикорозійним покриттям (рис. 4.1). В якості антикорозійного покриття частіше використовують дошки, які з'єднані в шпунт та приклеєні до залізобетону бітумом марки БН-У, кислотостійкі керамічні плитки або кислотостійку цеглу. Коагулянт скидають у бак на колосникову, дерев'яну решітку, далі трубопроводом 7 бак наповнюють до максимального рівня неочищеною водою, замочують на деякий час коагулянт, а потім системою дірчастих труб 2 подають повітря, яке забезпечує розчинення сухого коагулянту. Періодично осад скидають у каналізацію трубопроводом 10, а концентрований розчин із верхньої частини бака забирають трубопроводом 8. Щоб осад сповзав до трубопроводу 10, кут нахилу днища до горизонту приймають  $45^\circ$  для неочищеного коагулянту і  $15^\circ$  - для очищеного. Концентрація розчину має бути 17 ... 20 %. Розчин коагулянту дуже корозійний і всі трубопроводи повинні виконуватись поліетиленовими або із неіржавіючої сталі.



**Рис. 4.1. Схема розчинного баку:**

1 - осадова частина; 2 - розподільна система повітря; 3 - колосникова решітка; 4 - розчинна частина; 5 - кришка; 6 - стінка будівлі; 7 - подавання води; 8 - відбирання концентрованого розчину; 9 - подавання повітря; 10 - випускання осаду

Витратні баки конструюються за аналогією з розчинними, але уклон днища в них не повинен бути меншим ніж 0,01 і вони не обладнані решітками. Концентрація розчину приймається не більше 12 %. На станціях невеликої продуктивності використовують суміщені розчинно-витратні баки (рис. 4.2), в яких розчинний бак нібито вбудовується у витратний бак.



**Рис. 4.2. Схема суміщеного розчинно-витратного баку:**

1 - витратний бак; 2 - розчинний бак; 3 - подавання повітря для перемішування; 4 - подавання води; 5 - колосникова решітка; 6 - відбирання розчину коагулянту; 7 - випускання осадку; 8 - розподільна система повітря

Розчинних баків має бути не менше трьох, а витратних — не менше двох. Об'єм розчинних баків при мокрому зберіганні коагулянту в них приймається з умови  $2,5 \text{ м}^3$  на тону коагулянту.

Місткість розчинних баків,  $\text{м}^3$  визначається з виразу

$$W_p = \frac{q \cdot T \cdot D_k}{10000 \cdot b_p \cdot \gamma}, \quad (4.1)$$

де  $q$  - розрахункові витрати води,  $\text{м}^3/\text{год}$ ,  $T$  - тривалість повного циклу приготування коагулянту, год (10...12 год при температурі води  $10^\circ\text{C}$  та 6...8 при температурі води до  $40^\circ\text{C}$ ),  $D_k$  - доза коагулянту,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ,  $b_p$  - концентрація розчину в розчинному баці, %;  $\gamma$  - густина розчину,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

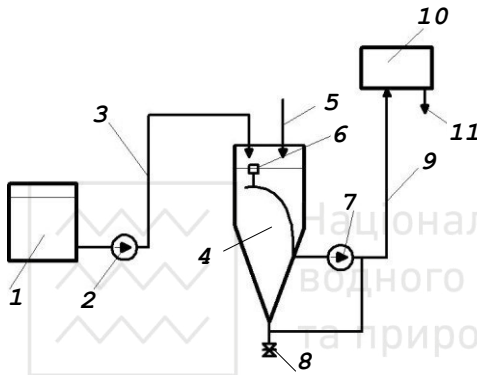
Місткість витратних баків визначається за формулою

$$W = \frac{W_p \cdot b_p}{b}, \quad (4.2)$$

де  $b$  - концентрація розчину коагулянту у витратних баках, %.

При низькій лужності води застосовують вапнування, тобто підлугування води вапняним молоком. Підлугування води може проводитись вапняним молоком з концентрацією 5...10% або розчином із концентрацією до 1,4 г/л. При витратах вапна до 50 кг/добу за CaO вибирають схему з використанням вапняного

розчину, який одержують у сатураторах подвійного насичення, а при більших витратах вапна використовується вапняне молоко. Вапно може завозитись на станцію у вигляді розчину, молока, гашеного або негашеного комового вапна. Для гасіння вапна слід передбачати вапногасники. Зберігається вапно в сухому або мокром стані. Молоко необхідної концентрації готується у витратних баках. Баків для вапняного молока або розчину має бути не менше двох. Безперервне перемішування вапняного молока для підтримання постійної концентрації здійснюється насосами в гідравлічних мішалках (рис. 4.3).



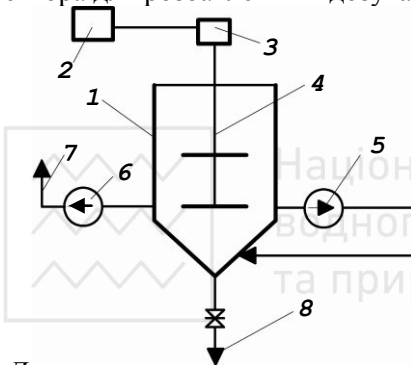
**Рис. 4.3. Схема гідравлічної мішалки вапняного молока:**

1 - витратний бак; 2 - насос; 3 - подача концентрованого розчину; 4 - гідравлічна мішалка; 5 - подача води; 6 - кулька; 7- циркуляційний насос; 8 - скид осаду; 9 - подача 5% молока; 10 - дозатор ДІМБА; 11 - подача молока в змішувач

Основними елементами мішалки є місткість з конічним дном та циркуляційний насос. Насос постійно забирає молоко зверху і подає частину молока вниз місткості, а другу частину молока в дозатор ДІМБА. Конічне дно місткості і постійна подача вапна не дають можливості осідати важким частинкам молока.

Флокулянтами можуть бути високомолекулярні речовини органічного та неорганічного походження. Органічні флокулянти поділяються на природні - крохмаль, жмих, водоростева крупка та синтетичні - поліакриламід (ПАА), флокулянти катіонного типу ВА-2, ВА-3. До неорганічних флокулянтів відноситься активована кремній кислота. Найчастіше використовується ПАА, який являє собою білувато-зеленкувату, в'язку рідину. Поліакриламід завозиться на станцію в поліетиленових мішках і в такому стані зберігається в складах. Для виготовлення розчину 1...0,1% концентрації ПАА вручну викидається з мішка в розчинний бак із лопатевою мішалкою та циркуляційним насосом, заливається

теплою водою (температура 40...50 град.) і на протязі 2...3 годин перемішується (рис. 4.4). Готовий розчин дозується у вихідну воду насосом - дозатором або ежектором через витратний та дозувальний бачки. Активована кремній кислота готується на місці шляхом активації силікату натрію (рідке скло) сірчаною кислотою, сульфатом алюмінію, хлором. Рідке скло виготовляють взаємодією кремнезема з розчином їдкого натрію в автоклаві під тиском, поставляється в дерев'яних бочках або скляних банках. Установа по виготовленню активованої кремній кислоти може складатись з баків силікату натрію та сульфату алюмінію, насосів, бака-зрільника, де протягом 1...1.5 години готується розчин, та ежектора для розбавлення й дозування розчину.



**Рис. 4.4. Схема установки для приготування розчину ПАА:**  
 1 - розчинний бак; 2 – електричний двигун; 3 – редуктор; 4 - лопатева мішалка; 5 – циркуляційний насос; 6 – насос - дозатор; 7 - подача розчину ПАА у вихідну воду; 8 - скид осаду

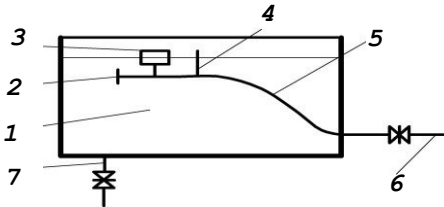
*Дозатори* це пристрої, які підтримують певну дозу реагенту. Їх можна класифікувати наступним чином: за агрегатним станом дозованої речовини - для розчинів реагентів, суспензії реагентів, сухого порошку, газу; за способом подачі дозованої речовини - самопливні, напірні; за параметрами управління - постійної дози, пропорційної дози, автоматичні.

Найчастіше зараз застосовують насоси - дозатори марок НД 160/10; 400/10; 630/10; 1000/10; 1600/10; 2500/10 (перше число вказує максимальні витрати в л/год, друге - напір в атм). Це плунжерні насоси, які подають постійно ту саму витрату реагенту та забезпечують постійну дозу від нуля до максимального значення.

На невеликих станціях можна використовувати поплавкові дозатори Хованського (рис. 4.5). В цих дозаторах на вході в гумовий шланг встановлюється калібрована діафрагма, яка знаходиться на постійному заглибленні під рівень коагулянту

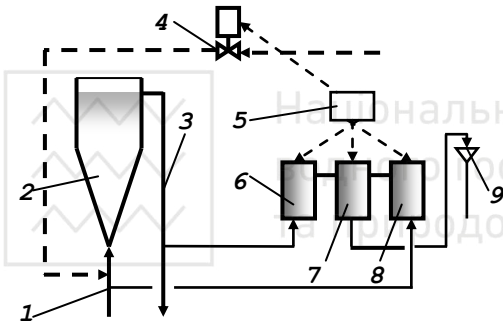


завдяки кульки 3. Таким чином, постійний напір та чітко відкалібрований отвір забезпечують постійні витрати коагулянту з виливного отвору.



**Рис. 4.5. Схема дозатора постійної дози Хованського:**  
1 - місткість; 2 - діафрагма;  
3 - кулька; 4 - повітряна трубка;  
5 - гумовий шланг; 6 - спускний трубопровід; 7 - виливний отвір

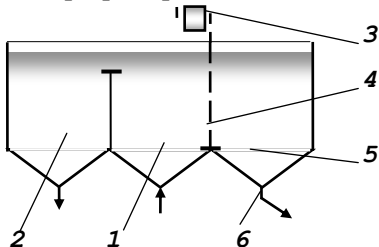
В автоматичному дозаторі Чейшвілі - Кримського краном 4 із магнітним пускачем регулюється подача розчину коагулянту в змішувач 2 (рис. 4.6).



**Рис. 4.6. Схема автоматичного дозатора**  
1 - подача вихідної води; 2 - змішувач; 3 - відведення коагульованої води; 4 - кран із магнітним пускачем для регулювання подачі коагулянту; 5 - вимірювальний пристрій; 6 - комірка коагульованої води; 7 - комірка компенсаційна; 8 - комірка некоагульованої води; 9- зливна лійка

Магнітний пускач включається або виключається вимірювальним пристроєм 5, який вимірює й зіставляє електропровідність вихідної води та води, змішаної з коагулянтом. Для цього у відповідні комірки потрапляє невелика кількість некоагульованої та коагульованої води. При занадто великій дозі коагулянту електропровідність коагульованої води збільшується і вторинний вимірювальний пристрій вмикає магнітний пускач, який прикриває засувку і зменшує подачу коагулянту, при занадто малій дозі все буде навпаки.

Дозатор пропорційної дози ДІМБА (рис.4.7) має три відсіки:



**Рис. 4.7. Схема дозатора пропорційної дози ДІМБА**  
1-подавальний відсік, 2-відводний відсік; 3-електродвигун; 4- ніж-подільник; 5- відсік віддозованого розчину; 6 - подача в змішувач



в один відсік 1 входить розчин реагенту, з другого 2 - витікає, а в третій 5 - перепускаються певні витрати за допомогою ножа - подільника 4 і саме з цього відсіку розчин випускається самопливом в змішувач. Положення ножа - подільника регулюється електро-двигуном 3, який включається в залежності від витрат води. Найчастіше такий дозатор використовується при дозуванні вапна.

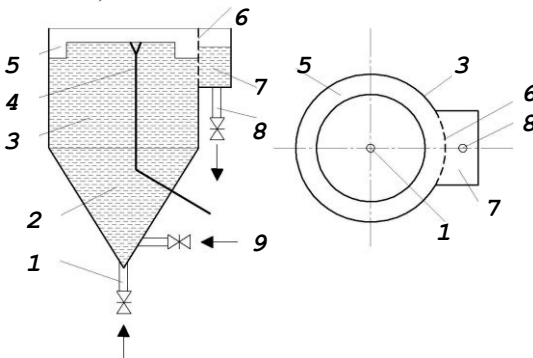
**Змішувачі** забезпечують рівномірне змішування реагентів з усім об'ємом вихідної води упродовж 1...2хв. За принципом дії їх поділяють на гідравлічні, в яких змішування забезпечується турбулентним потоком води; механічні, в яких змішування забезпечується обертовою лопатевою або пропелерною мішалкою.

До гідравлічних змішувачів відносяться вертикальні, перегородчасті, дірчасті, шайбові. Гідравлічні змішувачі простіші в експлуатації і за конструкцією, проте при зменшенні витрат води можуть не забезпечувати достатній ступінь змішування. На станції повинно бути не менше двох робочих змішувачів, що дає можливість при невеликих витратах води відключати один.

Механічні змішувачі дають можливість регулювати процес змішування, але витрачають певну кількість електроенергії і потребують постійного нагляду та ремонту при експлуатації. Вихідна вода разом із реагентом потрапляє в змішувач, де за 10...13с пропелером перемішується. Шляхом зміни кількості обертів валу пропелера регулюється процес змішування. Найбільш доцільно їх використовувати при введенні декількох реагентів.

Найчастіше використовуються гідравлічні змішувачі.

*Вертикальний (вихровий) змішувач* має нижню конічну (пірамідальну), а верхню - циліндричну (паралелепіпедну) частини (рис. 4.10).

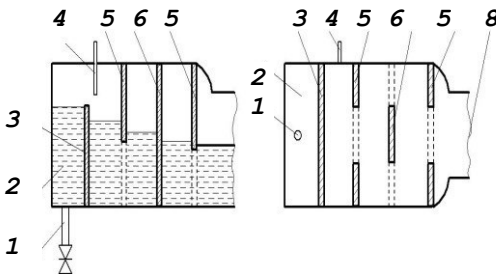


**Рис. 4.10. Схема вертикального змішувача:**  
1 – подача вихідної води;  
2 – конічна частина; 3 – вертикальна частина; 4 – переливний трубопровід;  
5 - лоток; 6 – сітка; 7 – боковий канал; 8 – відведення води; 9 – введення коагулянту



В нижню частину вводять вихідну воду й реагенти. Завдяки розширенню потоку при течії вгору в нижній частині виникають вихори, які й забезпечують перемішування. У верхній циліндричній частині вода трохи відстоюється, з неї видаляється повітря і вона рівномірно по всьому периметру збирається лотком. З лотка вода перетікає в канал, а потім у трубопровід 8. Можливі залишки води при переповненні змішувача потрапляють у переливний трубопровід і їх відводять у каналізацію. Вертикальні змішувачі обов'язкові, якщо вводять вапно. Висота верхньої циліндричної частини в змішувачі становить 1,0...1,5м, що дає можливість видалятися з води бульбашкам повітря. Швидкість течії води на рівні лотків приймається в межах 30 ... 40 мм/с. Центральний кут між похилими стінками приймається 30...45 градусів.

*Перегородковий змішувач* має простішу конструкцію. Він являє собою лоток, в якому встановлено три перегородки - одна з двома бічними отворами, дві - із центральним. Отже, вода потрапляє в змішувач, проходить послідовно лоткові перегородки, при цьому вона постійно змінює напрямок, турбулізується і добре перемішується з коагулянтном. Позитивним у цьому змішувачі є те, що можна слідкувати за реагентом—скільки його і як він рухається, а також переміщувати трубопровід 4 і змінювати точку введення реагенту, що впливатиме на процес очищення. З переповненням змішувача залишки води через переливну стінку відводяться у камеру і переливний трубопровід. Швидкість течії у змішувачі приймають 0,5...0,7 м/с. Втрати напору в перегородках визначаються за формулою як для місцевого опору при коефіцієнті 2.9.



**Рис. 4.11. Схема перегородкового змішувача:**  
1 – переливний трубопровід; 2 – переливна камера; 3 – переливна стінка; 4 – подавання реагенту; 5 – перегородки з центральним отвором; 6 – перегородка з бічними отворами; 7 – подавання вихідної води; 8 –





В *дірчастому змішувачі* замість трьох перегородок попереднього типу встановлюються перегородки з круглими отворами діаметром 20...40мм. Сумарна площа отворів у кожній перегородці не повинна перевищувати 30% її робочої площі. Турбулізація потоку та його перемішування відбувається внаслідок звуження потоку в отворах і наступного розширення. Швидкість руху води в отворах перегородок приймається 1 м/с.

*Шайбовий змішувач* являє собою звуження в напірному водоводі у вигляді труби Вентурі або діафрагми, які забезпечують зниження тиску, появу вихоревих токів у вихідній воді і добре її перемішування. Такі змішувачі, звичайно, використовуються на невеликих станціях. Реагент вільно виливатись в лійку, яка розташовується вище п'єзометричної лінії тиску води у трубопроводі.

Принципова схема механічного змішувача показана на рис.4.12.

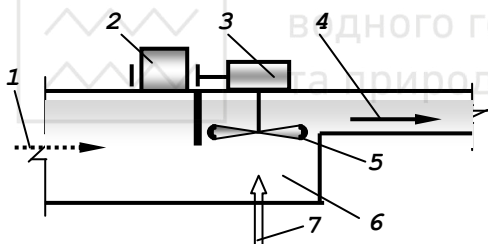


Рис. 4.12. Принципова  
схема механічного  
змішувача:

1 - подача вихідної води; 2 -  
електричний двигун; 3 -  
редуктор; 4 - відведення води; 5 -  
пропелер; 6 - змішувальна  
камера; 7 - введення реагенту;

Вихідна вода разом із реагентом потрапляє в камеру, де за 10...13с пропелером перемішується. Об'єм камери розраховується на час перебування води в 1...2 хв. Діаметр камери розраховується із умови проходження води через пропелер із швидкістю 1.5...2 м/с. Кут нахилу лопатей пропелера звичайно, приймається 22 градуси. Вода в змішувачі повинна зробити за 1 хвилину 5...10 обертів. Шляхом зміни кількості обертів валу пропелера регулюється процес змішування. В деяких конструкціях механічних змішувачів може бути два – три пропелери на валі. Вода з реагентами може подаватись знизу і виходити зверху або навпаки. В окремих випадках можуть послідовно встановлювати два механічних змішувачі.



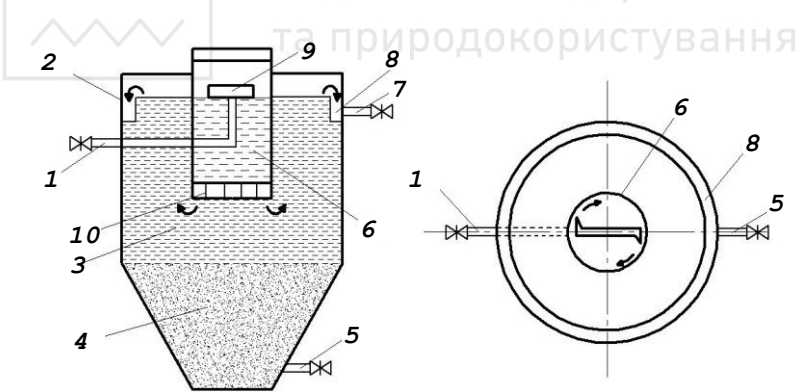
Вода після всіх типів змішувачів повинна повільно поступати в наступну споруду зі швидкістю  $1,0 \dots 0,6 \text{ м/с}$ , тривалість проходження цього шляху повинна бути не більше  $1,5 \text{ хв}$ , що не дозволяє утворитись у воді пластівцям, а при їх утворенні не розбитись.

### Контрольні запитання.

1. Наведіть схеми розчинних та витратних баків.
2. Що являє собою суміщений розчинно – витратний бак?
3. Опишіть схему автоматичного дозатора.
4. Опишіть схему дозатора Хованського.
5. Які існують типи дозаторів?
6. Наведіть схеми гідравлічних змішувачів.
7. Наведіть схему механічного змішувача.

### Тема 5. Відстійники

**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 (рис. 5.1).



**Рис. 5.1. Схема вертикального відстійника:**

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

розташовують циліндричну камеру утворення пластівців. У верхню частину камери впускають вихідну воду за допомогою спеціального



пристрою — колеса Сегнера. Це забезпечує обертову плавну течію води до низу камери. За час, упродовж якого вода проходить через камеру, в ній утворюються великі пластівці зависі. На виході з камери влаштовують погашувач, який являє собою решітку із дощок із вічком 0,5 x 0,5 м і заввишки 0,8 м. Потік, що проходить погашувач, спрямляється і плавними рівномірними струменями виходить у відстійник, де змінює напрямок на висхідний. У зоні прояснення потік рухається із швидкістю  $V = 0,35 \dots 0,6$  мм/с, а пластівці осідають у нижню зону накопичення й ущільнення осаду.

Очищену воду збирають у верхній частині лотками, із яких трубопроводом 7 її відводять на фільтри. Періодично осад випускають трубопроводом 5, при цьому відстійник не виключають із роботи. Висоту зони прояснення приймають на 10% більшою за висоту камери утворення пластівців. Об'єм зони накопичення й ущільнення осаду визначають з умови накопичення його упродовж 6...24 год. Зона накопичення й ущільнення осаду передбачається з похилими стінками, кут між якими  $\alpha = 70 \dots 80^\circ$ .

Розрахункова площа зони прояснення, м<sup>2</sup>,

$$F_{np} = \frac{\beta \cdot q_p}{3,6 \cdot V \cdot n_p}, \quad (5.1)$$

де  $\beta$  - коефіцієнт, що враховує об'єм відстійника, який використовується (1,3...1,5);  $q_p$  - витрати води, м<sup>3</sup>/год;  $n_p$  - кількість робочих відстійників.

Площу камери утворення пластівців визначають за виразом

$$F_{к.н} = \frac{q_p \cdot t}{n_p \cdot H_{к.н}}, \quad (5.2)$$

де  $t = 0,25 \dots 0,33$  год - тривалість перебування води в камері утворення пластівців;  $H_{к.н} = 3,5 \dots 4$  м - висота камери утворення пластівців.

Висоту зони прояснення приймають на 10% більшою за висоту камери утворення пластівців. Об'єм зони накопичення й ущільнення осаду  $W_{нт}$  визначають з умови накопичення його упродовж 6...24 год. Зона накопичення й ущільнення осаду передбачається з похилими стінками, кут між якими  $\alpha = 70 \dots 80^\circ$ . Скид осаду з відстійника передбачається без його виключення. Період роботи між чистками (ревізіями) відстійника, год дорівнює



$$T_n = \frac{W_{вт} \cdot n_p \cdot \delta_{oc}}{q_p (C_p - M_k)}, \quad (5.3)$$

де  $\delta_{oc}$  - середня по висоті концентрація твердої фази осаду, г/м<sup>3</sup> (табл. 5.1);  $M_k = 8 \dots 12$  мг/л - каламутність води, яка виходить з відстійника;  $C_p$  - концентрація завислих речовин у воді, мг/дм<sup>3</sup>, які потрапляють у відстійник

$$C_p = M_k + k_k D_k + 0,25Ц + B, \quad (5.4)$$

де  $M_k$  - каламутність вихідної води, мг/дм<sup>3</sup>;  $D_k$  - доза коагулянту, мг/дм<sup>3</sup>;  $k_k$  - коефіцієнт, який для очищеного сірчаноокислого алюмінію становить 0,5, для неочищеного - 1,2;  $Ц$  - кольоровість вихідної води, град;  $B = 0,6D_{ван}$  - кількість нерозчинних речовин, які вводять із вапном ( $D_{ван}$  - доза вапна для підлугування, мг/дм<sup>3</sup>).

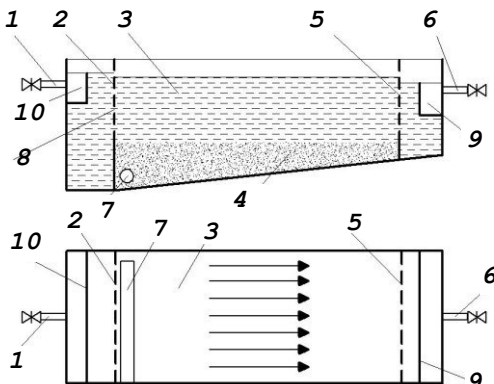
Таблиця 5.1

**Визначення середньої концентрації осаду**

Каламутність вихідної води, мг/дм <sup>3</sup>	Реагент	$\delta_{oc}$ при періодах між скидами осаду, год		
		6	12	24 і більше
До 50	Коагулянт	9000	12000	15000
50...100	Те саме	12000	16000	20000
100...400	Те саме	20000	32000	40000
400...1000	Те саме	35000	50000	60000
1000...1500	Те саме	80000	100000	120000
Понад 1500	Флокулянт	90000	140000	160000

Період між скидами осаду повинен бути не менше 6 год. Збір проясненої води здійснюється периферійними та радіальними лотками з отворами або трикутними вирізами. Скид осаду здійснюється трубопроводом діаметром 150...200 мм. При кількості робочих відстійників менше шести передбачається один резервний.

*Горизонтальний* відстійник — це довгий прямокутний залізобетонний резервуар (рис. 5.2).



**Рис. 5.2. Схема горизонтального відстійника:**

1 – подавання води; 2 – передня розподільна перегородка; 3 – зона прояснення; 4 – зона накопичення і ущільнення осаду; 5 – задня розподільна стінка; 6 – трубопровід відведення відстояної води; 7 – трубопровід для виведення осаду; 8 – отвори в розподільній перегородці; 9 – лоток відведення води; 10 – лоток подачі води



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 6 відводиться з відстійника. Осад періодично виводять трубопроводом 7 із відключенням подачі води та повному випорожненні відстійника.

Нині використовують також відстійники з безперервним виведенням осаду. Така система являє собою систему перфорованих труб або лотків по всій довжині відстійника. Дно відстійника виконується плоским або призматичним із кутом нахилу граней до труб 45 град. Осад видаляють такою системою упродовж 20...30хв без виключення з роботи та тривалості роботи відстійника між чистками не менше 12год. Така система ускладнює роботу відстійника, але зменшує об'єм води, який скидається разом з осадом. В окремих випадках проектуються відстійники з механічним видаленням осаду спеціальними скребковими механізмами. Умови роботи відстійників такі, що практично з самого початку впуску води у верхній частині з'являється зона чистої води, тому для її збору можна передбачити систему розсердженого збору води. Система розташовується на дві третини довжини відстійника -  $L$ , рахуючи від задньої стінки. Система має горизонтально розміщені дірчасті труби або жолоби із затопленими отворами або трикутними водозливами. Діаметр отворів приймається не менше 25мм, відстань між осями жолобів або труб повинна бути не більше 3м.

З метою більш компактного розміщення відстійників їх можуть передбачати двоповерховими прямокутними або з поворотом



поток, одноповерховими з поворотом потоку. Довжину горизонтального відстійника, м, визначають за формулою

$$L_{г.в.} = \frac{H_{cp} \cdot v_{cp}}{v_o}, \quad (5.5)$$

де  $H_{cp}$  – середня висота зони прояснення (3,0...3,5м);  $v_{cp}$  – розрахункова швидкість горизонтальної течії води;  $v_o$  – гідравлічна крупність зависі.

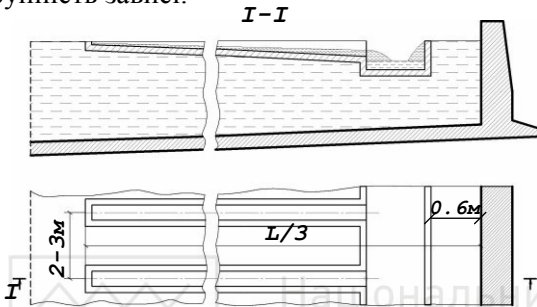


Рис. 5.3. Система розсередженого збору проясненої води горизонтального відстійника

Швидкість горизонтальної течії приймається: для малокаламутних вод 6...8мм/с, для вод середньої каламутності 7...10 мм/с, для каламутних вод 9...12 мм/с.

Швидкість випадання зависі, мм/с залежить від якості вихідної води: 1) малокаламутні, кольорові води, оброблені коагулянтom - 0,35...0,45; 2) середньої каламутності, оброблені коагулянтom - 0,45...0,50; 3) каламутні вод, оброблені коагулянтom - 0,5...0,6; 4) каламутні води, оброблені флокулянтom - 0,2...0,3; 5) каламутні води, не оброблені коагулянтom - 0,08...0,15.

Ширина одного відстійника має бути не більшою ніж 6м.

Загальна площа відстійників визначається за формулою:

$$F = \frac{\alpha \cdot q_{p.o.c.}}{3,6 \cdot v_o}, \quad (5.6)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт об'ємного використання відстійників, що приймається 1,3.

При затриманні зависі відстоюванням розглядають осадження окремої частинки, швидкість руху й осадження якої



$$V = \sqrt{\frac{\pi}{6} \cdot \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} g \cdot \frac{d}{\psi}}. \quad (5.7)$$

Вираз (5.6) справджується при розмірах мінеральних частинок не більше 0,12 мм, а пухких пластівців не більше 1,2 мм. При великих значеннях числа Рейнольдса коефіцієнт опору  $\psi$  має нелінійну залежність і його визначають експериментально. Таким чином, у відстійниках краще й швидше затримуватимуться частинки більші й важчі, при теплішій воді і меншій в'язкості її.

При моделюванні відстійників вважається, що для стійкої зависі

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{h_2}{t_2} \quad \text{і} \quad \frac{t_2}{t_1} = \frac{h_2}{h_1}, \quad (5.8)$$

а для нестійкої коагульованої зависі

$$\frac{t_2}{t_1} = \left( \frac{h_2}{h_1} \right)^n, \quad (5.9)$$

де  $n$  – показник ступеня, який відображає вплив агломерації пластівців в процесі осадження і приймається 0,2...0,5.

Тобто із зменшенням висоти відстоювання зменшується тривалість відстоювання, а, відповідно, і довжина відстійника.

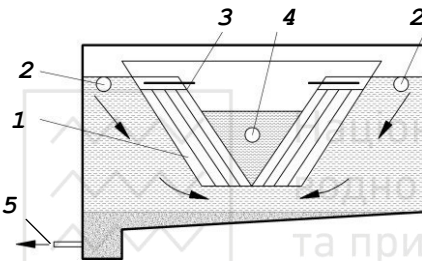
Нині з метою зменшення довжини відстійників застосовують тонкошарові відстійники, в яких поличкові елементи встановлені в місткість під кутом 50...60° до горизонту. Відстань між полицями становить 50...100 мм, довжина їх залежно від розрахунку становить 1,0... 1,5 м. Полиці виготовляють із скла, пластмас, оцинкованого заліза. Одночасно із зменшенням розмірів при використанні таких відстійників зростає якість очищення. Проте експлуатувати тонкошарові відстійники складніше, складніші вони й за конструкцією. До цих самих відстійників належать також трубчасті зі складених разом, одна біля одної, сталевих трубок діаметром 50...80 мм.

В прояснювачах із шаром завислого осаду, в вертикальних відстійниках в зоні проясненої води можлива установка тонкошарових модулів, що складаються з великої кількості похилих каналів, і це підвищує в два і більше разів продуктивність споруд. Модулі виготовляються з полівінілхлоридної плівки завтовшки 0,4.. .0,6мм, котру



закріплюють в металевій обоймі з нахиленими під кутом  $60^\circ$  V-подібних каналів глибиною кожного 50...70мм, шириною 100мм, завдовжки 600...1200мм. Розроблені конструкції і технологія виготовлення тонкошарових сотових блоків з синтетичних полімерних плівок - поліетиленової плівки товщиною 0,2мм, вініпластової каландрірованої плівки завтовшки 0,5 мм.

В горизонтальних відстійниках можна встановлювати тонкошарові пакети із скла завтовшки 4мм (рис. 5.4). Вихідна вода вводиться перфорованими трубами 2, проходить через паралельно працюючі тонкошарові пакети 1 і відводиться з середини всієї довжини відстійника відвідним колектором 4.



**Рис. 5.4. Встановлення тонкошарового модуля в горизонтальний відстійник:**

- 1 - пакет нахилених пластин; 2 - перфорований впускний колектор;
- 3 - труби відводу проясненої води;
- 4 - відвідний колектор; 5 - мулопровід

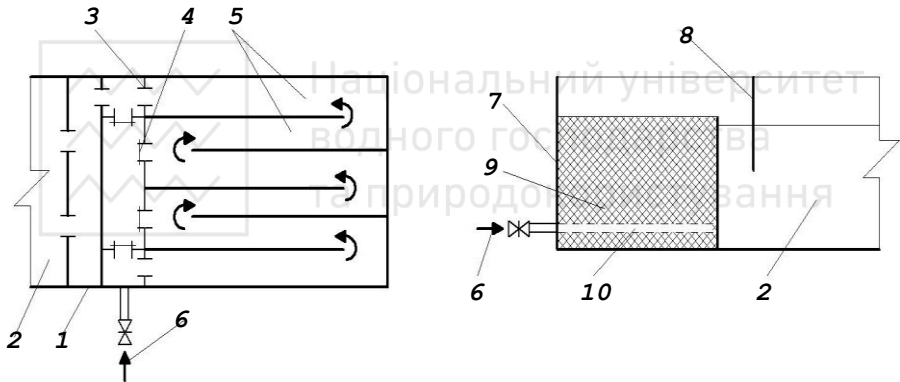
Робота тонкошарових відстійників багато в чому залежить від рівномірного впускання і випуску води, що забезпечує ламінарний режим руху в трубах або між полицями і максимальне відділення рідкої фази від твердої. Досягають цього влаштуванням перфорованих труб з отворами діаметром 8...10мм, що розташовують знизу труби. Для гасіння турбулентного потоку, що витікає з отвору, над ним встановлюється півсфера із розрізаної наполовину труби. Відстань від низу труби до щитка-гасника приймається, м  $L = D / (2 \operatorname{tg} 14^\circ)$ , де  $D$  - діаметр труби, м. Перед подачею води на тонкошарові відстійники з неї ретельно віддаляється повітря. Видаляти осад можна періодично й безперервно. Відводять його під гідравлічним тиском із влаштуванням конічної осадкової частини з нахилом конічної поверхні  $45...60^\circ$ , зливний патрубок знаходиться в нижній частині або за допомогою плоскої системи дренажних труб. Невчасне видалення осаду з відстійника відразу ж знижує ефект очищення.





Перед горизонтальними відстійниками обов'язково мають бути камери утворення пластівців. Існують камери перегородкового, вихрового, із шаром завислого осаду та контактного типів.

Перегородкові камери - це прямокутний резервуар, в якому вода тече коридорами. Коридори утворюються перегородками вертикального чи горизонтального типів. Камера горизонтального типу зображена на рис. 5.5. Ширина коридорів має бути не менш як 0,7м, а швидкість течії 0,2...0,3м/с на початку і 0,05...0,1м/с – наприкінці. Тривалість перебування води в камері приймається: для каламутних вод - 20хв, для кольорових - 30хв. Кількість поворотів води повинно бути 8...10. При теплій воді, коли процес утворення пластівців проходить швидко, час перебування в камері зменшують шляхом відкривання вікон 4 по довжині камери.



**Рис. 5.5. Схеми перегородкових та із шаром завислого осаду камер утворення пластівців:**

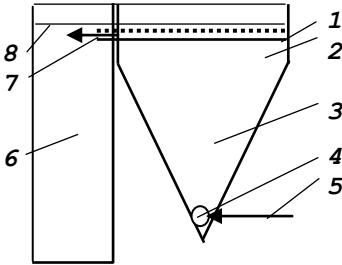
1 - перегородкова камера; 2 - відстійник; 3 - відкриті вікна; 4 - вікна перекриті шиберами; 5 - коридори; 6 - подача води; 7 - камера із шаром завислого осаду; 8 - перегородка, яка відгороджує відстійник; 9 - шар завислого осаду; 10 - розподільна система

Камери утворення пластівців із шаром завислого осаду використовують при проясненні каламутної або середньої каламутності води. У прямокутній камері вода розподіляється по площині розподільною системою дірчастих труб і піднімається вгору через шар завислого осаду. Висхідну швидкість для вод середньої каламутності беруть 0,65...1,6мм/с, для каламутних - 0,8...2,2мм/с. Розподіл води по площі камери проводиться



перфорованими трубами, відстань між якими приймається не більше 2м.

Вихрові камери (рис. 5.6) дещо подібні до вихрових змішувачів, але довші, по всій ширині фронту відстійників.



**Рис. 5.6. Вихрова камера утворення пластівців:**

1 – збірний лоток із затопленими отворами; 2 - прямокутна частина; 3 - пірамідальна частина; 4 - розподільний трубопровід; 5 - подавальний трубопровід; 6 – горизонтальний відстійник; 7 - вихід води в відстійник; 8 - рівень води

Кут між похилими стінками їх становить 50...70°. Швидкість течії на вході в камеру призначають 0,7...1,2м/с, на виході - 4...5мм/с. Тривалість перебування води приймається бхв для каламутних вод та 12хв для кольорових вод.

*Радіальні відстійники* слід передбачати для прояснення висококаламутних вод, коли передбачається двоступеневе відстоювання. В першій ступені передбачаються радіальні відстійники, які являють собою круглий в плані резервуар. Вихідна вода вводиться центральним, круглим у плані, розподільчим пристроєм діаметром 1.5...2.5м. Вода рухається від центра до периферії, де збирається жолобами з круглими отворами або трикутними водозливами.

### Контрольні запитання

1. Опишіть схему вертикального відстійника.
2. В чому суть розрахунку вертикального відстійника?
3. Опишіть схему горизонтального відстійника.
4. В чому суть розрахунку горизонтального відстійника?
5. Що являє собою тонкошаровий відстійник?
6. Які особливості радіального відстійника?
7. Які існують камери утворення пластівців?
8. Опишіть схему перегородкової камери утворення пластівців.

9. Опишіть схему камери утворення пластівців із шаром завислого осаду.

10. Опишіть схему вихрової камери утворення пластівців.

### Тема 6. Прояснювачі із шаром завислого осаду

В 1930...1931 роках на очисних спорудах Ростова – на - Дону проф. Азерсьєр С.Х. спостерігав, що в зашламлених відстійниках ефект очищення збільшується. Тобто, при пропуску води через шар осаду покращується ступінь очищення. Взагалі при пропуску води з певною швидкістю через сипучий або зернистий матеріал знизу вверх можна виділити такі характерні процеси, які пов'язані із швидкістю:

- від нуля до значення  $V_{\phi}$  – фільтрація, коли вода проходить через щільний шар;
- від значення  $V_{\phi}$  до  $\theta$  – зважування часток, тобто шар поступово розширюється, відстань між частками та пористість збільшуються, але частки не виносяться і знаходяться в завислому стані;
- більша за  $\theta$ , коли частки повністю виносяться із споруди.

Швидкість (максимальна)  $\theta$  називається швидкістю стисненого осадження, яка залежить від багатьох факторів і, в першу чергу, від діаметра часток, коефіцієнта форми зерна, їх щільності, густини води, числа Архімеда, пористості тощо. Достатньо повно швидкість стисненого осадження можна виразити

$$\theta = U_0 \cdot m^{\delta}, \quad (6.1)$$

де  $U_0$  - швидкість вільного осадження часток;  $m$  - пористість середовища;  $\delta$  - коефіцієнт ступеня, який залежить від вказаних вище факторів і приймається 2,25...4,45.

Тобто, швидкість стисненого осадження залежить від технології обробки води та фізико-хімічних показників домішок у воді. Таким чином виникли прояснювачі із шаром завислого осаду, в яких вода проходить через шар раніше затриманих часток і які в свою чергу затримують із води нові порції зависі.

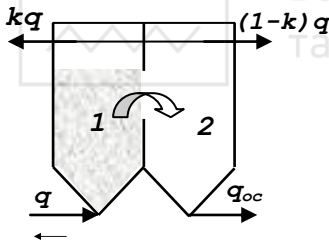
*Прояснювачі із завислим осадом*, звичайно, поліпшують якість очищення води завдяки пропусканню води відразу ж після змішувача через наявний шар осаду, в якому відбувається контактна

коагуляція та стиснене осадження. При стисненому осадженні окремі частинки осаду знаходяться в постійному русі через гідродинамічні сили або швидкість потоку. Зменшення швидкості потоку викликає зменшення висоти підняття частинок осаду, робить осад більш щільним і, навпаки, при збільшенні швидкості потоку частинки підіймаються вище і шар осаду стає менш щільним. Граничну швидкість потоку, при якій шар осаду не розмивається, можна вважати швидкістю стисненого осадження.

При цьому шар осаду поступово збільшується, а тому осад слід або частково постійно виводити невеликими порціями або повністю чи достатньо повністю скидати із споруди.

Прояснювачі із завислим осадом можуть бути з вертикальним осадоущільнювачем; з піддонним осадоущільнювачем; без осадоущільнювача; з природнім відбором осаду; з примусовим відсмоктуванням осаду.

Загальна схема прояснювача із шаром завислого осаду і осадоущільнювачем наведена на рис. 6.1.



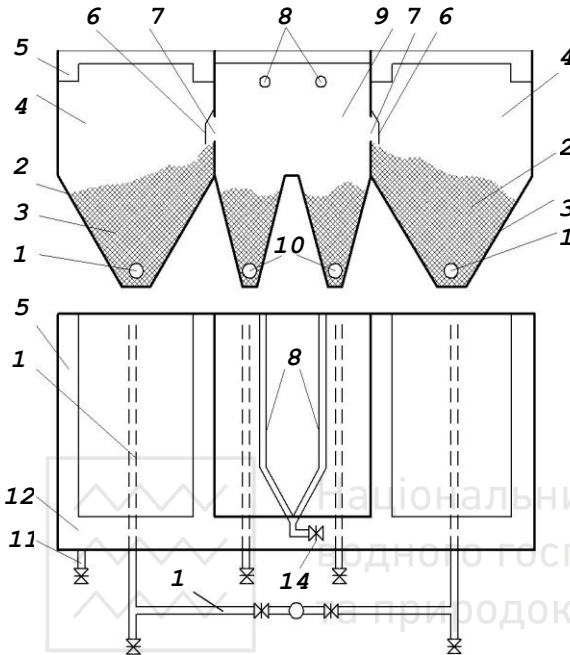
**Рис. 6.1. Загальна схема подачі і відведення води від прояснювача:**

$q$  - загальні витрати води, які подаються;  
 $kq$  - витрати води, які відводяться із зони прояснення;  $(1-k)q$  - витрати води, які відводяться із осадоущільнювача;  $q_{oc}$  - витрати осаду, які скидаються періодично;  
 1 - робочий коридор; 2 - осадоущільнювач

Прояснювачі з осадоущільнювачем забезпечують більш надійний і стабільний процес очищення води. В них всі витрати води проходять через осад але частина її забирається з робочої зони над осадом, а частина з осадоущільнювача. Пропорції частин води визначаються коефіцієнтом розподілу і саме це забезпечує відсмоктування осаду в зону ущільнення.



На водоочисних станціях питної води найчастіше використовують прояснювачі коридорного типу (рис. 6.2).



**Рис.6.2. 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 – осадощільнювач;
- 10 – перфоровані труби відведення осаду;
- 11 – відведення проясненої води;
- 12 – боковий канал;
- 13 – трубопровід подачі вихідної води;
- 14 – засівка регулювання відбору проясненої води із осадощільнювача

Такий прояснювач має два робочі коридори, між якими розташовано осадощільнювач. Вихідна вода поступає зі змішувача розподільними трубами в робочі коридори, вздовж яких прокладені дірчасті труби. Для більш рівномірного розподілу по площині нижні частини повздовжніх стінок зроблено похилими.

В нижній частині цих коридорів постійно є шар завислого осаду завтовшки 2,0...2,5 м. Вода прояснюється в шарі завислого осаду, потім проходить крізь зону проясненої води і збирається лотками. Шар осаду постійно збільшується. Частину осаду разом із водою перепускають вікном 7 в осадощільнювач, де осад накопичується, прояснену воду із нього забирають трубами 8. Періодично ущільнений осад випускають трубою 10.

Загальну площу робочих коридорів прояснювача, м<sup>2</sup>, визначають

$$F_{np} = \frac{q_p \cdot k_p}{3,6 \cdot v_{np}}, \quad (6.2)$$



де  $q_p$  - розрахункова продуктивність очисної станції, м<sup>3</sup>/год;  $k_p$  - коефіцієнт розподілу між робочими коридорами та осадощільнювачем,  $v_{np}$  - швидкість висхідного потоку в зоні проясненої води, мм/с (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Швидкість висхідного потоку й коефіцієнт розподілу для прояснювачів із завислим осадом**

Каламутність вихідної води, мг/дм <sup>3</sup>	Швидкість висхідного потоку, мм/с, у періоди		Коефіцієнт розподілу $K_p$
	Зимовий	Літній	
50...100	0,5	0,7	0,7...0,8
100...400	0,6	0,8	0,8...0,7
400...1000	0,8	1,0	0,7...0,65
1000.1500	1,0	1,1	0,64...0,6

Площа осадощільнювача, м<sup>2</sup>, дорівнює

$$F_{oc} = \frac{q_p (1 - k_p)}{3,6 \cdot v_{np}} \quad (6.3)$$

Висоту зони проясненої води приймають 2,0...2,5 м, кут між похилими стінками зони із завислим осадом дорівнює 60...70°. Об'єм зони накопичення осаду визначають з умови його накопичення протягом 6 і більше годин. Осад випускається на протязі 15...20хв. Збирається він одною або двома дірчастими трубами, які розташовані в пірамідальному днищі. Прояснена вода збирається лотками в робочих коридорах і дірчастими трубами в осадощільнювачі та перетікає в боковий канал. Дірчасті труби на виході мають засувку, за допомогою якої регулюється кількість води і, відповідно, кількість осаду, що перепускається в осадощільнювач.

Нині існує багато різних конструкцій прояснювачів із завислим осадом круглих або квадратних в плані, із виносним осадощільнювачем або без нього, із піддонним осадощільнювачем і таке інше. Прояснювачі із завислим осадом добре працюють при каламутній воді. При каламутності вихідної води менше 50 мг/дм<sup>3</sup> практично не утворюється завислий осад і не забезпечується необхідна ступінь прояснення води. Велику шкоду для роботи цих споруд дає прогрівання сонячними променями



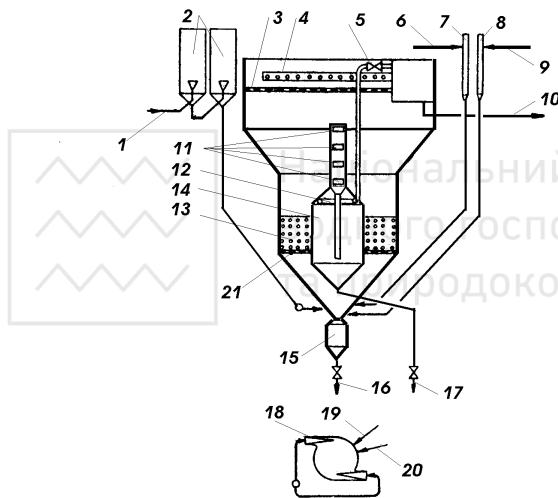
одного боку споруди в результаті чого з'являються конвективні токи води, які зменшують щільність осаду та виносять частину пластівців у лотки.

В теплоенергетиці при вапнуванні води використовують прояснювачі із завислим осадом, які розроблені ЦНДІ МПС на продуктивність від 30 до 1000 м<sup>3</sup>/год і являють собою металеві відкриті зверху місткості (рис. 6.3). Вихідна вода подається в повітрявідділювачі, де видаляються бульбашки повітря, а далі через сопло тангенціально впускається в нижню частину прояснювача. Туди ж так само уводяться реагенти. Вихоревий обертальний рух води в нижній частині забезпечує швидке змішування її з реагентами. Далі вода решіткою та гасником рівномірно розподіляється по площі і отримує рівномірний висхідний рух води, яка проходить через шар завислого осаду та прояснюється. В верхній частині прояснена вода збирається збірним трубопроводом та трубопроводом 10 відводиться на прояснювальні фільтри. Для того щоб осад менше захоплювався проясненою водою, у верхній частині прояснювач розширюється. Для підтримки постійної висоти завислого шару та оновлення його, осад (шлам) постійно відсмоктується через вікна в шламовідділювач. Це забезпечується відкриттям засувки 5, яка забезпечує витік певних витрат проясненої води з верхньої частини шламовідділювача через

колектор 12 та відповідного підсмоктування осаду через вікна 11 в осадоушільнювач. Зі шламівідділювача осад (шлам) безперервно видаляється трубопроводом 17. При продувці (випуск певної кількості осаду) випускається 1,5...3% води від продуктивності прояснювача.

Крім того, в нижній частині прояснювача можуть з'являтися важкі частини осаду, які збираються у брудозбірнику та періодично виводяться трубопроводом 16.

За кордоном широко використовуються прояснювачі із шаром завислого осаду та механічним перемішуванням. При цьому існують преципітатори та акселератори.



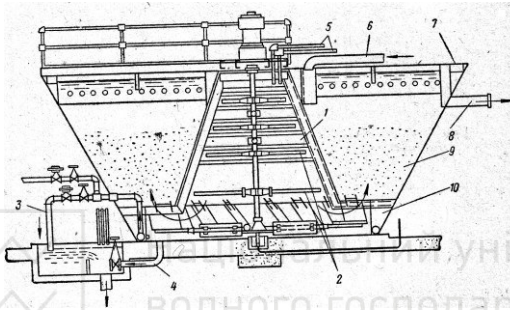
**Рис. 6.3. Схема прояснювача із завислим осадом ЦНДІ:**

1 – подача вихідної води; 2 – повітрявідділювачі; 3 – решітка; 4 – водозбірний жолоб; 5 – засувка повертання води із шламівідділювача; 6, 9 – підведення коагулянту та вапна; 7, 8 – повітрявідділювачі реагентів; 10 – відведення очищеної води; 11 – шламоприймальні вікна; 12 – колектор проясненої води; 13 – гасник турбулентного потоку; 14 – шламівідділювач; 15 – брудозбірник; 16 – періодична продувка; 17 – безперервна продувка; 18 – сопло для вводу вихідної води; 19, 20 – введенняреагентів; 21 - решітка





За кордоном існують преципітатори та акселератори, в яких передбачаються пристрої для механічного перемішування води або рециркуляції осаду, але це все в значній мірі ускладнює роботу споруди. В преципітаторі (рис.6.4) вихідна вода змішується з реагентами в механічній камері утворення пластівців 2, з якої потрапляє в шар завислого осаду, а далі принцип роботи подібний до принципу роботи наших прояснювачів із шаром завислого осаду. В акселераторі додатково ще забезпечується механічна рециркуляція осаду з камери прояснення в камеру змішування.



**Рис.6.4. Преципітатор:**

1- механічна камера утворення пластівців; 2- мішалка; 3- автоматичне видалення осаду; 4- дрени; 5- трубки для подачі реагентів; 6- трубопровід вихідної води; 7- відвідний жолоб; 8- відвідний трубопровід; 9- шар завислого осаду; 10- осадощільнювач

Вертикальні відстійники та прояснювачі із шаром завислого осаду, звичайно, розміщують у будівлях, а горизонтальні відстійники — на вулиці, де їх обваловують землею і перекривають зверху залізобетонними плитами. Інколи окремі типи прояснювачів із завислим осадом розташовують на відкритому повітрі, але обов'язково слід робити над ними покрівлю. При загальній кількості споруд менше 6 передбачають одну резервну.

### **Контрольні запитання**

1. Що таке швидкість стисненого осадження?
2. Поясніть схему прояснювача із завислим осадом та осадощільнювачем.
3. Які існують типи прояснювачів із завислим осадом?
4. Опишіть прояснювач із завислим осадом коридорного типу.
5. Як розраховуються прояснювачі із завислим осадом?



6. Опишіть прояснювачі із завислим осадом ЦНДІ?
7. Опишіть преципітатор.

### Тема 7. Фільтрування води

Практично в усіх технологічних схемах водопідготовки використовуються споруди для **фільтрування води**. Фільтрування дозволяє затримувати найменші завислі й колоїдні частинки з води на поверхні поруватого елемента (плівкове фільтрування) та в товщі (об'ємне фільтрування). Характерними гідравлічними показниками в цьому процесі є швидкість фільтрування, м/год; інтенсивність промивки, л/с·м<sup>2</sup>. Фільтри поділяються на: 1) *зернисті* з кварцевим піском, керамзитом, антрацитом, пінополістиролом, активованим вугіллям, катіонітом, аніонітом; 2) *сітчасті* та *тканеві* із сіток різного типу плетення і різним вічком та бавовняних, лляних, суконних, капронових тканин; 3) *намивні* з шаром деревісної муки, діатоміту, азбестової муки попередньо намитих на каркас із пористої кераміки, сітки, тканевого полотна; 4) *картриджні* з синтетичними поруватими елементами з дуже маленькими порами або специфічними засипками; 5) *волокнисті* з пучків довгих елементів (путанок).

Зернисті фільтри можна поділити на *адгезійні* для зняття каламутності й кольоровості, *сорбційні* для зняття присмаків і запахів, *катіоно-* та *аніонообмінні* для обміну катіонів і аніонів.

В господарсько - питному водопостачанні найбільш поширені адгезійні зернисті фільтри. Вони у свою чергу поділяються на:

1. в залежності від швидкості фільтрування, м/год – повільні (0,1...0,2), швидкі (5,5...15), надшвидкі (більше 25);
2. в залежності від крупності засипки – дрібнозернисті (0,3мм), середньозернисті(0,5...0,8мм), крупнозернисті (1...2мм);
3. за кількістю фільтруючих шарів – одношарові, багатшарові;
4. за кількістю потоків – однопотоківі, двопотоківі;
5. за напором у них – напірні, безнапірні;
6. за напрямком фільтрувального потоку – з вертикальним висхідним або низхідним, горизонтальним, у тому числі радіальним;
7. за вагою засипки – важкі, такі що тонуть у воді, та плаваючі.

Характеристикою засипки може бути *брудомісткість*, яка показує кількість забруднень у кг затриманих м<sup>3</sup> засипки або м<sup>2</sup>

площі фільтра. Брудомісткість звичайно, збільшується при збільшенні в певних, незначних межах крупності і товщини засипки, при фільтруванні води в напрямку зменшення крупності зерен. Тип фільтруючої засипки, крупність її зерен та висота шару обумовлює найгірші якісні показники поданої вихідної води, ефект очищення, розмір фільтра або його продуктивність. При збільшенні у певних межах крупності зерен повинні збільшуватись висота шару та можливі швидкості фільтрування. Фільтруючі засипки можна поділити на різні за матеріалом і, відповідно, властивостям; однорідні або неоднорідні; за розмірами зерен, що зменшуються або збільшуються за ходом фільтрованої води. Основними характеристиками зернистої засипки є мінімальні, максимальні, еквівалентний діаметри, коефіцієнт неоднорідності, товщина, коефіцієнт форми зерна. Еквівалентний діаметр визначається

$$D_e = 100 / \sum (P_i / d_k), \quad (7.1)$$

де  $P_i$  - відсоток зерен, що залишилися після просіювання засипки на ситі калібром  $d_k$ .

Коефіцієнт неоднорідності, звичайно, знаходиться в межах 1,5...2,0 і визначається також за результатами просіювання засипки

$$K_n = d_{80} / d_{10}, \quad (7.2)$$

де  $d_{80}$  і  $d_{10}$  відповідно, вісімдесятипроцентний і десятипроцентний діаметри зерен.

До 50х років основними фільтруючими зернистими засипками для очищення води були кварцеві піски, що важчі за воду і тонули в ній. Ці їхні властивості визначали типи та умови роботи фільтрів. Останнім часом на додаток до традиційних матеріалів - кварцевого піску додалося багато нових матеріалів: керамзит, аглопорит, шлакова пемза, погорілі породи, вулканічні шлаки, базальтові та мармурові піски тощо. Різноманітні природні властивості нових фільтруючих засипок фільтрів впливають на ефективність їхньої роботи, розміри споруд, продуктивність тощо.

Усі фільтруючі матеріали проходять паспортизацію, у якій відображають наступні питання: 1) оцінка запасів і обсягів виробництва матеріалів; 2) оцінка фізичних властивостей, хімічної стійкості і механічної міцності; 3) гідравлічна характеристика — коефіцієнт форми зерен, гідравлічний опір, розширення при промивці; 4) технологічна

характеристика з техніко-економічною оцінкою, напіввиробничими і виробничими випробуваннями; 5) санітарно-гігієнічна оцінка і дозвіл на масове застосування органами санітарного нагляду (особливо при заміні).

Для кожного типу фільтруючої засипки необхідно визначати:

- структурні показники - щільність, пористість, питому поверхню, коефіцієнт форми зерна;
- механічну міцність - умовна механічна міцність 1%, подрібненість не більш 4%, стирасмість не більш 0,5%;
- хімічну стійкість – сухий залишок не вище 20мг/л, окислюваність за  $O_2$ - не вище 10 мг/л, кремнійкислоти – 10 мг/л; окислів тривалентних металів – 2 мг/л;
- санітарно - гігієнічні показники – радіоактивність, спектральний аналіз матеріалу і водної витяжки (кількість шкідливих домішок, зміст токсичних мікроелементів і можливий перехід їх у воду).

Кварцевий пісок є найбільш розповсюдженим фільтруючим матеріалом. Він буває окатаним річковим або морським, гострокутним кар'єрним. Пористість пісків коливається від 34 до 42 відсотків, а коефіцієнт форми зерна від 1,17 до 1,87. В фільтрах пісок повинний мати визначений фракційний склад і не мати глинистих домішок. Мінеральний склад пісків може бути полі - або мономінеральним. Звичайно, піски складаються з кварцу з домішками польових шпатів, слюди, глинистих, вапняних, залізистих часток. Колір пісків може бути жовтий, червоний, зелений, сірий. Саме останній - сірий у найбільшій мері відповідає вимогам до фільтруючих матеріалів.

На Україні найбільш відомі піски каолінових комбінатів: Глуховецького Вінницької обл., Славутського домобудівного комбінату Хмельницької обл. (с. Галявини). Проте ці піски необхідно додатково класифікувати на водоочисних станціях, а це додаткові витрати на перевезення зайвого піску, наявність великої кількості відсіву, підвищена собівартість. Управління „Донбасводремонт” ГПП „Укрпромводчермет” на базі родовищ станції Просяної Запорізької області готує пісок кварцевий фракціонований „Кварц - 1”. Виготовлення піску ґрунтується на основі стандарту підприємства СТП 14.352.00.08.022-00 шляхом

гідрокласифікації вихідної сировини на гідрокласифікаторі ГКД – 2 – 100/ 400 та відстійнику для зневоднення піску. Пісок „Кварц -1” має сертифікат відповідності, який виданий ОС”ДонбасСЕПРОбуд” рішенням № 139 / 15 від 20.04.2001, і має найменший діаметр 0,63мм, найбільший діаметр 1,6мм, еквівалентний діаметр 0,8...1мм, коефіцієнт неоднорідності 2,4, вартість – 162,34гр.

Антрацит не використовується як самостійна засипка. Частіше він використовується як верхній шар у двошарових фільтрах. Антрацит - це сировина металургійної і хімічної промисловості з щільністю 1,6...1,7 г/см<sup>3</sup>. Вартість його вище, ніж піску. При подрібнюванні варто одержувати частки кубічної форми. Грудковий антрацит невисокої якості може давати частки лускатої форми, що не може використовуватися для засипки. Коефіцієнт форми зерна коливається в межах 1,64...2,51. Регенерація антрацитової засипки може бути незадовільною, а тому використання неї обмежено.

Керамзит , у тому числі і шунгизит, одержують шляхом випалу разом зі спучуванням глин, глинистих сланців, шунгизитовміщуючих, кремнеземистих опалових порід та інших в обертовій печі або в печі з «киплячим» шаром. Керамзит найбільш досліджений навіть у виробничих умовах і рекомендований до використання діючими нормами на проектування водоочисних споруд. Одержують його у виді гравію або піску, гравій можна подрібнити на більш дрібні фракції. Найбільш повно досліджені горілі породи, вулканічні шлаки, керамзит, що випускається Безимянським заводом (м. Самара), домобудівним комбінатом №2 (м.С-Петербург). Найбільш широко застосовують як засипку фільтрів подрібнений керамзит. Його одержують при подрібненні гранульованого керамзиту і наступного розсіювання його по фракціях. Гранульований керамзит випускається керамзитовими заводами у вигляді гранул крупністю 40мм. Багато заводів роблять розсів керамзиту по фракціях: 0...5, 5...10, 10...20, 20...40 мм.

Аглопорит являє собою сипучий пористий матеріал гравієподібної форми. Його одержують шляхом контактного спікання на ґратах агломераційних машин гранул піщано - глинистих порід, трепелів, різних алюмосилікатних матеріалів, глинистих вуглевмісних порід (відходи від збагачення вугіль, золи ТЭЦ).



Шлакову пемзу одержують поризацією розплаву шлаку металургійних і хімічних виробництв. Являє собою грудковий матеріал щєбнеподібної або округлої форми.

Вулканічні шлаки відносяться до природних матеріалів. Вони являють собою комірчасту гірську породу вулканічного походження червоного, червоно-коричневого, коричневого, чорного кольорів. Залягають вони роздільно у виді щебеню і піску без великих домішок. Як фільтруючі засипки дозволені вулканічні шлаки Кармрашен-Мастаринського, Шенуайрського, Караундинського (Вірменія) родовищ. У Закарпатті (Сокирниця, Водиця), Закавказзі, Середній Азії відомі великі поклади природних цеолітів – туфу світло-сіруватого кольору.

Велика увага зараз приділяється відходам вуглевидобутку і вуглезбагачення (погорілі породи), відходам гірської промисловості, шлакам металургійної промисловості, відходам промисловості будівельних матеріалів, шлакам паливно-енергетичної промисловості. У залежності від умов утворень усіх цих відходів вони мають усілякий хімічний склад, міцність, щільність, а коефіцієнт форми зерна може бути набагато вище, ніж у піску. Більшість з них не може підходити, особливо за хімічним складом, як засипка фільтрів і використовувати їх можна після самих ретельних досліджень. Найбільш досліджені погорілі породи.

В якості засипки можна використовувати гранодіорит, гранітний щебінь, магнетитові кварцити, мінерал глауконіт, кліноптилоліт, цеоліт закарпатського походження, багато інших гірських порід. Застосування щебеню з гранодіориту збільшує фільтроцикл. У глауконіті і кліноптилоліті можна використовувати їх іонообмінні властивості, але обмінна ємність їх дуже низька. Для підвищення лужності води, яка сприяє збільшенню ефекту знезалізнення і зниженню корозійної активності води, застосовуються активні матеріали: доломіт, мармурова крихта, брусит.

Найбільш крупне родовище природних цеолітів розташоване в с. Сокирниця Хустовського району Закарпатської області. Цеолітовий туф цього родовища має світло-сіруватий, іноді зеленкуватий, колір і складається на 60...75% з кліноптилоліту, 10% кварцу, 5...10% польового шпату і монтморилоніту, 3% карбонату, 1...3% слюди. За хімічним складом в ньому в основному є  $SiO_2 - 71.5\%$ ,  $Al_2O_3 - 13.1\%$ ,

$Fe_2O_3$ - 0.9%,  $Na_2O$  плюс  $K_2O$  – 5.03%,  $CaO$  – 2.1%,  $MgO$  –1.07%.

Цеоліт має в середньому подрібнення 0,45...1.7%. стирання 0,24...0,46%, пористість 34%, питому вагу 2,37 кг / дм<sup>3</sup>.

На станціях водопідготовки використовують принцип фільтрування через багат шарові фільтруючі засипки зі зменшуваними за ходом руху води еквівалентними діаметрами зерен засипки кожного шару. Найбільше застосування знайшли двошарові фільтри, на які досить просто переобладнаються звичайні швидкі фільтри з кварцевим завантаженням. В якості засипки двошарових фільтрів використовують кварцевий пісок і антрацитову крихту. Оптимальне співвідношення фракцій антрациту і піску можна прийняти рівним 2,9. При цьому, щоб уникнути перемішування шарів, повинне приблизно витримуватись співвідношення

$$d_{a. макс} = K d_{n.min} \sqrt{\frac{\gamma_n - 1}{\gamma_a - 1}} \quad (7.3)$$

де  $d_{a макс}$  — максимальний діаметр зерен антрациту, мм;  $d_{n.min}$  - мінімальний діаметр зерен піску, мм;  $\gamma_n$  - насипна щільність піску, т/м<sup>3</sup>;  $\gamma_a$  - насипна щільність антрациту, т/м<sup>3</sup>;  $K$  — коефіцієнт, прийнятий у залежності від крупності піску 1,8., 2,2.

Звичайно у фільтрах використовують антрацит із зернами, близькими за формою до куба або кулі, але в окремих випадках на станції водопідготовки надходить антрацит, що дробиться на пластинки, і при класифікації на фракції багато його йде у відсівання. Тому останнім часом як верхній шар двошарового завантаження використовують активоване вугілля АГ-3, що не вимагає попереднього розсіву і відмивання, проведених у фільтрі після завантаження під час пробних промивань. Товщина верхнього шару з антрациту або активованого вугілля приймається 0,4...0,5 м, але якщо в реконструйованому фільтрі висота до крайки жолоба недостатня, можливо деяке зменшення цієї товщини.

Пінополістирол є принципово новою засипкою, що плаває у воді, у фільтрі утримується в притопленому стані. Перший патент на полімеризацію полістиролу був отриманий у Німеччині в 1911 році, а в 1920 році почалося його промислове виробництво. У колишньому Союзі виробництво полістиролу почалося в



післявоєнні роки. Пінополістирол використовується практично у всіх областях народного господарства, як звуко- і теплоізоляційний матеріал, а полістирол - як матеріал, що замінює метал, картон тощо. Використання пінополістиролу в практиці водопідготовки почалося практично після видачі В. Г. Ільїну, С. І. Морозу, І. А. Гетьману авторського посвідчення 192756/1043439 від 15 грудня 1965 року на "Фільтр для очищення води". У фільтрі пропонувалося використовувати засипку, що плаває, із суспендованого полістиролу для спучування марок ПСВ (ПСБ), ПСВ-с (ПСБ-с) діаметром від 0,2 до 3,0мм. Цей полістирол випускається Горловським ВО "Стирол".

Гранульований пінополістирол отримують з товарного продукту полістиролу обробкою гарячою водою або паром. Товарний полістирол марок, що спінюється, Псв-с, Псв-б, ПСВ випускається промисловістю у виді сферичних часток, безбарвних або світлобілих. При домовленості із замовником його можуть поставлять розсіяним на фракції: 1 - більше 2,5мм, 2 - від 1,4 до 2,5мм, 3 - від 0,9 до 1,4мм, 4 - від 0,4 до 0,9мм, 5 - менш 0,4мм. Товарний полістирол тоне у воді, але після обробки паром або гарячою водою стає плаваючим із щільністю 0,02...0,1т/м<sup>3</sup>. На використання полістиролу як фільтруючої засипки фільтрів для очищення води є дозвіл Міністерства охорони здоров'я. При цьому, фільтр перед подачею води споживачеві повинний бути промитий водою упродовж 10 годин. В наслідок першої промивки з достатньою інтенсивністю відбувається гідравлічне сортування гранул із розташуванням більш дрібних гранул нижче по висоті фільтра. Великі фракції полістиролу до спучування можуть бути подрібнені, а потім спінені. Такі гранули називаються подрібненим пінополістиролом. Пінополістирольна засипка може бути одношаровою або двошаровою.

### Контрольні запитання

1. Наведіть основні поняття про фільтрування води.
2. Дайте класифікацію фільтрів.
3. Опишіть основні вимоги до фільтруючих засипок.
4. Які ви знаєте типи фільтруючих засипок?
5. Як підбираються дво- та багатошарові засипки?
6. Охарактеризуйте пінополістирольну засипку.

### Тема 8. Швидкі та повільні фільтри



Швидкі фільтри - це місткості (рис. 8.1), в які засипають важку засипку: кварцевий пісок, антрацит, подрібнений або неподрібнений керамзит, аглопорит, вулканічні та попалені породи тощо. Фільтр працює наступним чином. Упродовж 1...3 діб у фільтрі постійно чергуються режими фільтрування і промивки. В режимі фільтрування завись затримується засипкою, в режимі промивки забруднення вимиваються зворотним потоком чистої води і скидаються в каналізацію. На початку роботи в режимі фільтрування засувки на трубопроводах 8, 9 закриті, а на 7, 10 — відкриті. Воду подають у боковий канал, потім вона рівномірно розподіляється по площі жолобами, профільтровується через фільтруючу засипку, підтримувальні шари, збирається найчастіше розподільною трубчастою системою великого опору і відводиться трубопроводом 10 у резервуар чистої води.

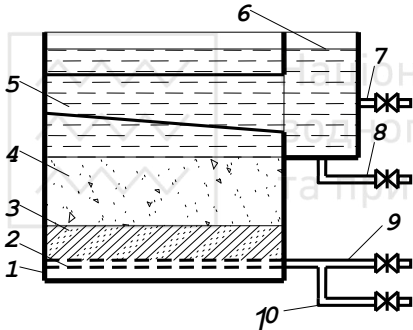


Рис. 8.1. Схема швидкого фільтра:

- 1 — місткість; 2 — розподільна система; 3 — підтримувальні шари; 4 — фільтруюча засипка; 5 — жолоб; 6 — боковий канал; 7 — подача вихідної води; 8 — відведення промивної води; 9 — подача промивної води; 10 — відведення фільтрату

В міру фільтрування затримана завись кольматує фільтруючу засипку, опір її зростає. Коли він досягне свого граничного значення (3,0...3,5 м), фільтр можуть переводити у режим промивки. Час, упродовж якого з початку фільтрування працював фільтр до досягнення цих граничних значень втрат напору, називають *часом досягнення граничних втрат напору* -  $t_n$ . У процесі фільтрування може погіршитись і якість фільтрату. Час, упродовж якого фільтр працював до погіршення фільтрату, називають *часом захисної дії фільтра* -  $t_z$ .

Фільтр у режим промивки переводять закриттям засувок на трубопроводах 7, 10 і відкриттям засувок на трубопроводах 8, 9. Чисту воду з резервуара чистої води насосом або із водонапірної башти подають у трубопровід 9, де вона розподіляється по площі

фільтра розподільною системою, проходить підтримувальні шари, фільтрувальну засипку, яку розширює. Під час розширення зерна засипки відмиваються від забруднень. Забруднену промивну воду збирають жолобами, відводять у канал, а потім трубопроводом 8 у каналізацію. Через кілька хвилин промивна вода прояснюється, і фільтр знову переводять у режим фільтрування.

Режим фільтрування, в якому працюють всі фільтри, називають *нормальним*. Під час ремонту одного чи декількох фільтрів навантаження на фільтри, що працюють, зростає, збільшується і швидкість фільтрування. Цю швидкість називають *форсованою*. Фільтри не повинні працювати із швидкістю більшою за форсовану, а склад засипки безпосередньо пов'язаний із швидкістю фільтрування та інтенсивністю промивки.

Потрібна площа фільтрів,  $m^2$  визначається з виразу

$$F_{\phi} = \frac{Q}{TV_{\phi}^n - n_{np}q_{num} - n_{np}\tau V_{\phi}^n}, \quad (8.1)$$

де  $Q$  - корисна продуктивність станції,  $m^3/доб$ ;  $T$  - тривалість роботи станції протягом доби, год.;  $V_{\phi}^n$  - розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі роботи,  $m/год$ , яка залежить від типу засипки;  $n_{np} = 2...3$  - кількість промивок за добу;  $\tau$  - час простою фільтра, у зв'язку з промивкою, год (для фільтрів, які промиваються тільки водою,  $\tau = 0,33$  год);  $q_{num}$  - питомі витрати води на промивку,  $m^3/m^2$ ,  $q_{num} = 0,06\omega t$ ;  $\omega$  - інтенсивність промивки,  $л/(с \cdot m^2)$ ;  $t$  - тривалість промивки, хв.

Фільтрів повинно бути не менше чотирьох або кількість їх визначається за формулою

$$n_{\phi} = 0,5\sqrt{F_{\phi}}. \quad (8.2)$$

На станціях з кількістю фільтрів до 20 слід передбачати можливість відключення на ремонт одного фільтра. При цьому повинна виконуватися умова

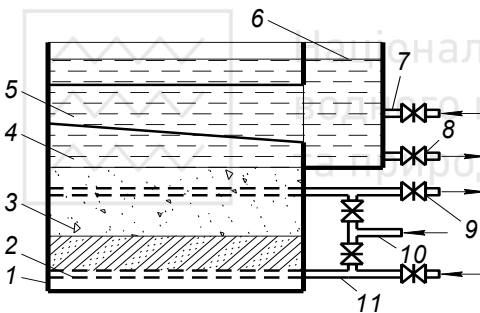
$$V_{\phi}^{\phi} = V_{\phi}^n \frac{n_{\phi}}{n_{\phi} - 1}. \quad (8.3)$$

Граничні втрати напору у відкритих фільтрах приймаються 3,0...3,5м; висота шару води над засипкою – не менше 2 м; перевищення верхньої крайки фільтра над рівнем води — 0,5 м.



*Двопотоккові фільтри* дають можливість в найбільшій мірі використовувати всю товщу засипки. В такому фільтрі є додаткова дренажна система 4 в товщі засипки. Вихідна вода на 70% проходить засипку знизу вгору та на 30% зверху вниз, чиста вода збирається додатковою дренажною системою. Промивається фільтр так само як швидкий фільтр. Недоліком двопоткового фільтру є складність експлуатації і недостатня надійність додаткового дренажу.

*Попередні фільтри* використовуються як попередня ступінь очищення перед повільними фільтрами або для часткового прояснення води. Принцип роботи та конструктивні особливості їх такі самі як у швидких фільтрів. Крупність зерен засипки приймається 1...2мм при товщині 1,5...2м, швидкість фільтрування може бути 10...12м/год.



**Рис. 8.2. Схема дво-поткового фільтра:**

1 – корпус; 2 - нижня розподільча система; 3 - засипка; 4- середня дренажна система; 5 - жолоби; 6 - боковий канал; 7- подача вихідної води у верхню частину; 8 - відведення промивної води; 9 - відведення профільтрованої води; 10 - подача промивної води; 11 - подача вихідної води в нижню частину

*Повільні фільтри* являють собою резервуари, які завантажені дрібнозернистим піском крупністю 0,3...1мм з товщиною шару 0,5м та передбачається плівкове фільтрування. Вихідну воду подають в надфільтровий простір і профільтровують послідовно через дрібнозернисті та крупнозернисті шари піску, гравію, збирають дренажем та перші порції профільтрованої води скидаються в каналізацію. Поступово на поверхні піску з'являється плівка. Ця плівка через 0,5...2 доби починає очищати воду від зависі, а потім - від бактерій і вірусів (бактерицидна дія плівки досягає 95%). Тому зараз рекомендується використовувати фільтри з гідравлічною регенерацією піщаної засипки. Дренаж фільтрів влаштовують із

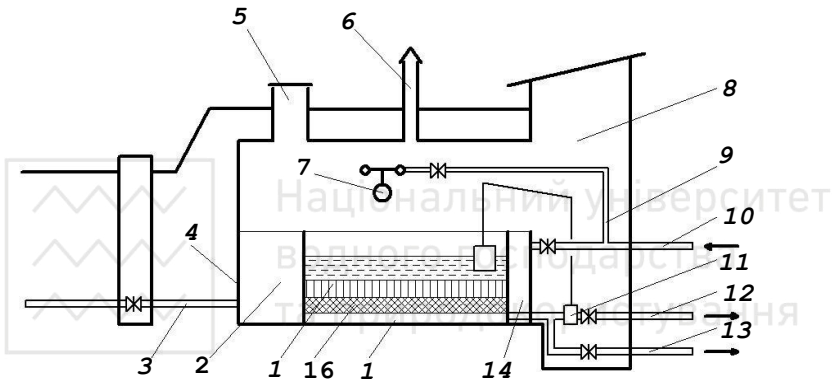
перфорованих труб, цегли або бетонних плиток, укладених із просвітами, пористого бетону. Над поверхнею засипки має бути шар води 1,5 м. Якщо є перекриття над фільтрами, то відстань від поверхні засипки до перекриття має бути достатньою для забезпечення регенерації, заміни й відмивання завантаження.

Необхідна площа фільтрів,  $m^2$  дорівнює

$$F = q / V_{\phi} \quad (8.4)$$

де  $q$  - розрахункова продуктивність очисної станції,  $m^3/год$ ;

$V_{\phi} = 0,1$  м/год розрахункова швидкість фільтрування (під час регенерації засипки допускається збільшення до 0,2 м/год).



**Рис. 8.3. Схема повільного фільтра з гідравлічною регенерацією:**

1 — фільтрувальна засипка; 2 — відсік промивної води; 3 — відведення промивної води; 4 — корпус повільного фільтра; 5 — лаз; 6 — вентиляційна труба; 7 — гідророзпушувач; 8 — камера керування; 9 — подавання промивної води; 10 — трубопровід подавання води на фільтрування; 11 — регулятор швидкості фільтрування; 12 — відведення фільтрованої води; 13 — відведення першого фільтрату; 14 — відсік води, що подається на фільтрування; 15 — дренаж; 16 — підтримувальний шар

Тривалість фільтроциклу, год

$$T_{\phi} = t_{осв} + t_{он} + t_{к}, \quad (8.5)$$

де  $t_{осв} = 12 \dots 48$  год - тривалість дозрівання фільтруючої засипки;  $t_{он} = 1 \dots 2$  год. - тривалість всіх операцій, пов'язаних з очищенням фільтра;  $t_{к\phi}$  - тривалість корисного фільтрування, год.

Кількість фільтрів повинна бути не менше трьох, ширина фільтра приймається не більше 6м, а довжина - не більше 60м.

Вода на гідророзпушувач подається насосом (рис. 8.3). Витрати на один змив забруднень з  $1 \text{ м}^2$  дорівнюють  $9...10 \text{ л/с}$ , з них  $4 \text{ л/с}$  йдуть на відмивку засипки, а  $6 \text{ л/с}$  - для створення промивного потоку. Розпушувач рухається на візку зі швидкістю  $0,03 \text{ м/с}$ , тривалість змиву забруднень на кожні  $10 \text{ м}$  довжини фільтра становить  $3 \text{ хв}$ .

Порядок проведення регенерації такий. Закривається засувка на подавальному трубопроводі, упродовж  $1...2 \text{ год}$  спрацьовується запас води над піском. Потім закривається засувка на трубопроводі фільтрованої води, включаються промивний насос і привідний механізм гідророзпушувача, відкривається засувка на стічному трубопроводі. Гідророзпушувач починає здійснювати зворотньо-поступальний рух із змивом забруднень спочатку з поверхні; а потім з глибини до  $0,3 \text{ м}$ ). Відкривається засувка на трубопроводі подачі вихідної води для створення горизонтального потоку промивної води. Після закінчення регенерації виключаються гідралічний розпушувач і промивний насос, закривається засувка на стічному трубопроводі та прикривається засувка на подавальному трубопроводі і відкривається засувка на трубопроводі першого фільтрату. Фільтр промивається, як правило, один раз на два-три місяці, але в процесі експлуатації цей період може змінюватись. Закінчення корисного фільтрування визначається за часом досягнення граничного значення втрат напору, коли при повністю відкритій засувці фільтрованої води витрати води знижуються.

*Напірні фільтри* використовуються в виробничому водопостачанні частіше для часткового прояснення води та в невеликих системах водопостачання, коли можна відмовитись від насосних станцій другого підйому. Такі фільтри являють собою закриті циліндричні місткості, які можуть витримувати значний тиск. Вони можуть бути вертикальними і горизонтальними. Основні елементи напірних фільтрів такі самі як в швидких фільтрах. Вихідна вода, звичайно, подається під таким напором, щоб після фільтра вона могла безпосередньо потрапляти в водопровідну мережу. Коли втрати напору в фільтрі досягають  $6...8 \text{ м}$ , він виводиться на промивку. Промивка рекомендується водоповітряна. Спочатку продувається засипка повітрям упродовж  $3...4 \text{ хв}$  з інтенсивністю  $15...20 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ , потім ще додається вода з



інтенсивністю  $3...5 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$  упродовж  $3...4 \text{ хв}$  і закінчується промивкою тільки водою упродовж  $1...2 \text{ хв}$  з інтенсивністю  $10...12 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ .

Фільтрування води при водопідготовці є складним гідродинамічним процесом, що представляє собою рух двофазної системи (суспензії) через порувату фільтруючу перегородку (фільтруючу засипку), яка повинна затримати тверду фазу. В залежності від характеристики засипки, в ній утворюються порові канали, стінками яких є зерна засипки. При фільтруванні через щільні засипки канали можна вважати досить стаціонарними і практично з постійним початковим перетином. Часточки суспензії, що підходять до засипки разом з водою можуть мати розмір менше і більше перетину каналу. Великі часточки не можуть пройти в поровий канал, заклинюються на вході в канал. Затримка відбувається, по суті, чисто механічна. Нові порції часточок заклинюються на раніше затриманих окремими шарами. Фільтрування називається поверхневим або плівковим. Більш дрібні часточки можуть пройти усередину каналу. Однак, при розмірі часточок у  $4...6$  разів менших ніж діаметр каналу, вони можуть утворювати місток над входом у каналі, надалі, цей місток буде затримувати нові порції часточок. Процес поліпшується при наявності полідисперсних часточок – великих і дрібних. У цьому випадку також, по – суті, відбувається проста механічна затримка часточок і усе залежить тільки від розміру часточок. Порушення гідравлічного режиму, у першу чергу збільшення швидкості, може зруйнувати місток і часточки будуть проскакувати усередину каналу та проходити через засипку. При стабілізації потоку місток знову утвориться, але занадто велика швидкість потоку не дасть можливості утворитися містку. Описані процеси більш характерні для безреагентного способу прояснення води або при знезалізненні в умовах використання дуже дрібної засипки і потраплянні сформованих пластівців гідроксиду заліза, коли розміри часточок порівняні з розмірами пор. При цьому дуже дрібні часточки можуть проскакувати через пори. Набагато більш складний процес буде при наявності дуже дрібних часточок - розмір їх значно менше розмірів порового каналу. У загальному випадку порові канали розташовані довільно, мають неправильну форму і перемінний переріз, мають велику кількість поворотів, можуть з'єднуватися і розділятися.

Внаслідок неоднорідності засипки і гідравлічного сортування зерен у процесі промивки поровий канал за ходом фільтраційного потоку може розширюватися чи звужуватися. Більш однорідна засипка має поровий канал з меншим ступенем розширення чи звуження. При коефіцієнті неоднорідності засипки до 1,2 канал можна вважати постійного перетину, а розмір буде залежати від розміру зерен засипки.

У важких засипках дрібні зерна накопичуються зверху і чим глибше входить в засипку, тим крупніші будуть зерна засипки. У плаваючих засипках усе навпаки: більш дрібні зерна (гранули) знизу, а великі зверху. Поровий канал звужується донизу. У процесі фільтрування затримувані найбільш великі часточки можуть також затримуватися на поверхні зернистої засипки, утворюючи при цьому зводи над кожною порою, і ці зводи, надалі, також забезпечують затримку нових порцій часточок і необхідний ступінь очищення. Однак, цей процес не слід вважати характерним для затримки дуже дрібних часток і навіть можна вважати небажаним. Часточки повинні надходити в пори, затримуватися на їхній поверхні (зернах засипки) і поступово забивати пори. Тобто фільтрування є об'ємним. При цьому поровий канал поступово забивається забрудненнями і стає меншого перетину. Полідисперсність часточок може приводити до переходу від одного випадку затримки до іншого або до участі двох випадків. Крім того, важливим елементом є форма порового каналу. При звуженому поровому каналі більш великі часточки можуть затримуватись в більшому перетині каналу, а більш дрібні – у меншому перетині. Таке співвідношення можливо виконується тільки на початку фільтроцикла, а по мірі накопичення забруднень це положення може зміщуватись в той чи інший бік. Це сприяє більш повному наповненню засипки забрудненнями і, в окремих випадках, до більш високого ступеня очищення води.

Тому фільтрування в напрямку звуження каналу варто вважати більш ефективним за технологічними показниками. При використанні важких засипок краще фільтрувати за цією ознакою знизу вгору, а що плавають – зверху до низу. Фільтрування в напрямку розширення каналу призводить до того, що забруднення накопичуються тільки на початку каналу і не вся товщина засипки



бере участь в очищенні води. В цілому процес затримання часток зернами засипки має фізико - хімічну основу. Під час фільтрування води проходить постійне накопичення осаду в порах і втрати напору збільшуються, якість фільтрату на початку фільтроциклу (звичайно 10...15хв) невисокої якості але поступово покращується і досягає певного стабільного значення (рис.8.4).

Висока якість фільтрату підтримується до досягнення граничної брудомісткості засипки і потім починається погіршення його якості.

В зображених на рис 8.4. графіках погіршення якості фільтрату доягається раніше, ніж витрачається напір ( $t_1$  менше  $t_2$ ), тобто засипка має недостатню товщину і потребує збільшення.

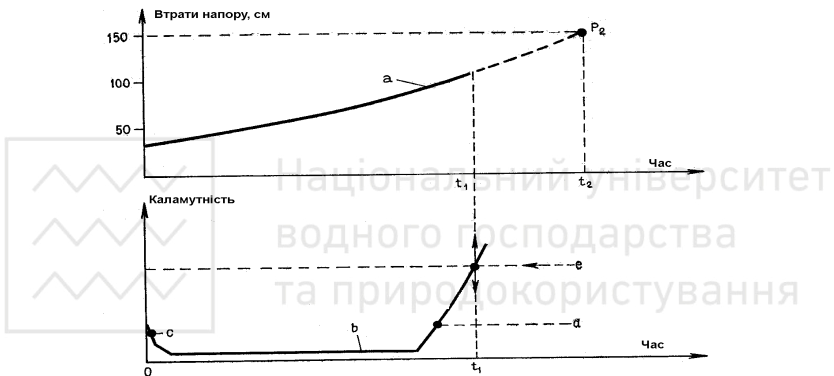


Рис. 8.4. Графіки залежності зміни втрат напору та якості фільтрату

Проте крива втрат напору на рис. 8.4. може бути і більш крутою, звичайно, при більш брудній воді в окремі періоди року. Тоді не можливо спостерігати погіршення якості фільтрату наприкінці фільтроциклу так як раніше використовується весь напір.

### Контрольні запитання

1. Опишіть конструкцію швидкого фільтра.
2. Які основні процеси характерні для роботи швидкого фільтра?
3. Опишіть конструкцію двопотокового фільтра.
4. Опишіть конструкцію повільного фільтра.





5. В чому особливість напірних фільтрів?
6. Як розраховуються швидкі фільтри?
7. Опишіть весь гідродинамічний процес для процесу фільтрування.

### Тема 9. Промивка швидких фільтрів

У процесі промивки відбувається розширення засипки, тертя її зерен одне об одне і відрив налиплих забруднень, винос їх промивним потоком у каналізацію. При цьому можуть з'являтися такі небажані явища як погане розширення фільтруючих шарів, неякісна їх відмивка, поступове зростання залишкових забруднень, поява брудових грудок, при фільтруванні відбуваються їх транспортування усередину засипки, струменевий характер руху промивного потоку, особливо на початку промивки, що викликає зсув підтримуючих шарів.

Для відриву часток необхідна швидкість потоку більша за

$$V_{\text{відр}} = \sqrt{\frac{8 \cdot \mu_T \cdot F_y}{\pi \cdot C_x \cdot \rho \cdot d^2}}, \quad (9.1)$$

де  $\rho$  - густина води,  $d$  - діаметр часток,  $\mu_T$  - коефіцієнт тертя,  $C_x$  - коефіцієнт опору часток потоку,  $F_y$  - сила, що утримує частку на поверхні.

З рівняння виходить, що фільтруючі засипки, що краще затримують завись і мають більше  $F_y$  та  $\mu_m$  потребують більшу швидкість для відриву часток. Тобто, при більших коефіцієнті форми зерна і висоти виступів потрібна більша швидкість, місце розташування часток (у виїмці чи на виступі) також впливає на швидкість. Так як вода має найбільшу густину при 4 градусах, то ця швидкість буде найменшою саме при такій температурі і буде збільшуватись при підвищенні температури. Пухкі і великі частки будуть відриватися при меншій швидкості. Ймовірно, що на коефіцієнт опору буде впливати і розмір зерен засипки – при менших діаметрах спостерігається більший опір і менша потрібна швидкість.

В той же час, в середньому швидкість потоку вздовж зерен

$$V_{\text{відр}} = \frac{\omega}{10^{-3}} m, \quad (9.2)$$

де  $V_{\text{відр}}$  – швидкість, м/с;  $\omega$  – інтенсивність промивки, л / с · м<sup>2</sup>;  $m$  – пористість в частках.

При більшій пористості засипки при тій самій інтенсивності буде більша швидкість, а достатня чи ні для відриву забруднень буде вже залежати від сили, що утримує забруднення, та коефіцієнта шорсткості. Проте при інтенсивності більшій за зважувальну швидкість засипка буде розширюватись, при більш легкій засипці потрібна менша зважувальна швидкість (буде впливати щільність зерен) і відповідно буде більше відносне розширення при тій самій інтенсивності

$$e = \frac{L - L_0}{100} L_0, \quad (9.3)$$

де  $L$  - висота засипки, що розширилася,  $L_0$  - висота засипки в щільному стані.

Чим більше інтенсивність промивки, тим більше розширюється засипка та більше відносне її розширення. Для кожної крупності зерен засипки існує оптимальна інтенсивність промивки і відносне розширення засипки, при яких буде найкращий ступінь її відмивання. Звичайні інтенсивності промивки, що приймаються на практиці, вище ніж гідродинамічна стійкість фільтруючої засипки (у перерахунку на інтенсивність 3...4л/с·м<sup>2</sup>). В той же час, на початку промивки в результаті кольматації пористість зменшується, а тому із формули (9.2) розрахункова швидкість потоку буде значно меншою, ніж при чистій засипці. Чим більше буде закольматована засипка, тим менша пористість і тим більша потрібна швидкість потоку, менша можливість відриву забруднень. Таким чином, може відбутись розрив суцільного шару засипки, можуть з'являтися струмені в деяких місцях засипки, які, в першу чергу, будуть руйнувати щільний шар засипки і забруднень, зможуть виносити зерна в одних місцях, а в інших місцях не зможуть руйнувати щільні скупчення (засипка – забруднення) і будуть утворюватись брудові грудки. Занадто довгі фільтроцикли також, як і більш повне насичення порового простору при фільтруванні в напрямку зменшення крупності зерен, зменшують пористість засипки, значно ущільнюють пластівці осаду, підвищують ймовірність утворення брудових грудок в початковий період промивки, і, особливо, це негативно при дрібнозернистій засипці. Із рівняння (9.2) виходить, що для забезпечення необхідної для відриву забруднень швидкості на початку промивки в період зменшеної пористості слід забезпечувати більш високу інтенсивність промивки. Так само, як





$$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = h_1'' + h_2'' + h_3'' + h_4'' + h_5'', \quad (9.4)$$

В реальних спорудах такого співвідношення практично не буває. Вважається, що рівномірність розподілу по площі в 95% за витратами або напорами є нормальною для фільтра. Тобто, обов'язково буде порушуватись рівність і будуть ділянки з недостатньою інтенсивністю струменів. Втрати напору, звичайно, вважаються однаковими на будь-якому шляху в підтримуючих шарах, у засипці й отворах. Проте, це тільки теоретично, практично відхилення є. Про умови утворення потоків в засипці вже сказано, підтримуючі шари знаходяться під впливом з одного боку потоків в засипці, а з другого – потоків, що виходять із отворів розподільної системи. З обох боків можуть бути відхилення в інтенсивності і, в результаті, можливі зсуви окремих шарів, перемішування дрібних і більш великих зерен, подальше поглиблення цих процесів і швидке нарощування нерівномірності промивки. І все ж найбільш важливе значення для розподілу потоків і забезпечення рівномірності промивки має розподільна система. Для забезпечення зазначених рівнянням (9.4) вимог існують системи малого і великого опору. У системах малого опору необхідно зробити дуже малі втрати напору по довжині. Досягається це влаштуванням піддона складної конфігурації. Проте такі системи не дістали поширення. У системах великого опору влаштовуються великі опори в отворах, у порівнянні з якими втрати напору по довжині будуть дуже незначними. В цілому, втрати напору в системі не повинні перевищувати 7м.

При промивці завислий шар засипки знаходиться в стані динамічної рівноваги під дією сили ваги засипки та гідродинамічної сили промивного потоку і на основі експериментальних даних слід встановлювати взаємозв'язок коефіцієнту опору та числа Рейнольда. У режимі промивки важких зернистих засіпок за даними Г. И. Ніколадзе при  $\rho_1 = 1$  швидкість висхідного потоку для відносного розширення засипки -  $e$  дорівнює

$$V = \left( \frac{g}{A \cdot 6^{1.7}} \right)^{0.77} \frac{(\rho_3 - 1)^{0.77} d^{1.31}}{\alpha^{1.31} \mu^{0.54}} \cdot \frac{(e + m_0)^{2.31}}{(e + 1)^{1.77} (1 - m_0)^{0.54}} \quad (9.5)$$

де  $A$  - постійна величина для визначеного інтервалу значень  $Re$ , що не залежить від форми зерна;  $e$  - відносне розширення засипки.

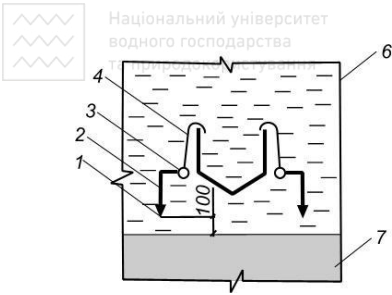


Таким чином, для досягнення того самого відносного розширення засипки інтенсивність промивки (швидкість потоку) необхідна більша для більш важкої засипки, більш високої температури промивної води, меншого коефіцієнта форми зерна.

Покращення відмивки важкої засипки досягається такими способами: 1) водяною з додатковою, поверхневою; 2) заглибними струменями; 3) водоповітряної; 4) водоповітряною без розширення засипки; 5) пульсуючої; 6) з інтенсивністю, що чергується по площі фільтра.

Додаткова поверхнева промивка з інтенсивністю  $3...4 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$  при напорі від 30 до 40м проводиться через спеціальну розподільну систему з труб діаметром до 50 мм (рис. 9.2), що підвішується до існуючих жолобів.





**Рис. 9.2. Стационарна система для верхньої промивки:**

1 - ковпачок; 2- ніпель; 3- розподільча труба; 4 – підвіски до жолобів 5- жолоб; 6- стінка фільтру; 7 – фільтруюча засипка

Така промивка зменшує можливість зсуву гравійних шарів і підвищує ефективність відмивки за рахунок руйнування брудових скупчень і інтенсивного відмивання засипки у верхніх, найбільш забруднених шарах. Промивна вода виходить з ковпачків на поверхню засипки струменями, спрямованими під кутом  $30\ldots 90^\circ$  до поверхні засипки. Тривалість верхньої промивки  $2\ldots 3$  хв. Потім додатково включається звичайна нижня з невеликою інтенсивністю, що забезпечує розширення засипки на  $10\ldots 15\%$ . Через  $2\ldots 3$  хв інтенсивність нижньої промивки збільшують до звичайної, через  $1\ldots 2$  хв верхню припиняють, через  $0,5$  хв закінчують нижню промивку. При цьому витрати промивної води в цілому без змін.

Промивка заглибними струменями забезпечує послідовну поступову промивку вроздріб усієї площі фільтра спеціальним пересувним пристроєм, що подає під великим напором у товщу засипки струмінь промивної води. У зоні її дії забруднення відмиваються від зерен, над поверхнею засипки створюється горизонтальний потік, що несе промивну воду і забруднення. Такий спосіб промивки дозволяє при необхідності змінювати тривалість промивки окремих ділянок фільтра, використовувати нефільтровану воду, зменшувати гідравлічне сортування зерен.

Водоповітряна промивка дозволяє підвищити її ефективність і трохи знизити витрати промивної води. При цьому потрібна установка повітродувок. Водоповітряна промивка, звичайно, застосовується, якщо водяна не забезпечує належної якості відмивання засипки. Підвищений ефект відмивання пояснюється тим, що швидкість пухирців повітря в засипці набагато вище швидкості потоку промивної води і це забезпечує більш інтенсивне відтирання зерен, крім того, пухирці повітря створюють місцеве збільшення швидкості потоку промивної води. Роздільна промивка



- спочатку продувка засипки повітрям, а потім водою, дозволяє використовувати ту саме дренажно-розподільну систему але ефект отримують менший, чим при спільній. Спільна промивка вимагає спеціальної розподільної системи для повітря або реконструкції існуючої дренажної системи. При цьому можливий винос зерен засипки. Інтенсивність і тривалість подачі води і повітря коливаються в широких межах. Їх встановлюють індивідуально для конкретних умов на підставі експериментальних даних. Найбільш часто використовується триступенева промивка, яка полягає в продувці повітрям з інтенсивністю  $15...20 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$  упродовж  $1...2 \text{ хв}$ , потім спільна подача повітря тієї ж інтенсивності і води з інтенсивністю  $2,5...3,0 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$  упродовж  $4...5 \text{ хв}$ , а потім промивка тільки водою з інтенсивністю  $5...6 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$  упродовж  $4...5 \text{ хв}$ . В окремих випадках більш доцільна двоступенева промивка, коли на першому етапі подається повітря і вода, а на другому — тільки вода з інтенсивністю  $5...6 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ . При цьому під час спільної подачі води і повітря інтенсивність подачі води може бути  $5...6 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$  або  $2,5...3,0$ . Важливо, щоб наприкінці промивки з засипки було повністю вилучене повітря. У протилежному випадку може скоротитися тривалість фільтроциклу, зменшитися швидкість фільтрування.

До водоповітряної промивки відносять промивку водою засипки, що попередньо наповнена повітрям. Сутність такої промивки полягає в тому, що після закінчення фільтроциклу з фільтра випускається вода, унаслідок чого оголюється верхній шар засипки приблизно на половину її висоти. При наступній подачі промивної води повітря, що наповнило засипку, інтенсивно відриває забруднення від зерен. Тривалість промивки можна скоротити в  $1,9...2,8$  рази. Особливо ефективний метод при видаленні пухкої структури пластівців, які характерні при обробці води тільки сірчано-кислим алюмінієм.

При водяній промивці з водонапірного бака можлива пульсуюча промивка, що полягає в чергуванні періодів промивки (до  $1 \text{ хв}$ ) і періодів практично повного її припинення на  $0,5 \text{ хв}$ . У результаті скорочується об'єм промивної води, збільшується винос забруднень, зменшуються залишкові забруднення, збільшується брудомісткість засипки, подовжується фільтроцикл і підвищується якість фільтрату. Для створення пульсацій необхідно на трубопроводі подачі промивної води встановлювати спеціальний

пульсатор, що являє собою корпус, усередині якого електродвигуном обертається з постійною швидкістю затвор, що періодично перекриває потік промивної води. Кілька пульсацій промивного потоку можна створити закриттям і відкриттям засувки на трубопроводі, що подає промивну воду. Однак постійно такий спосіб використовувати не слід через можливий вихід з ладу засувки.

Найбільш важливим елементом при промивці є розподільна система, яка повинна забезпечити рівномірний розподіл по площі фільтра промивної води. У вітчизняній практиці широко застосовують трубчастий дренаж, у якому розподільні труби або відгалуження обладнаються отворами діаметром 10...12 мм, зверненими під кутом  $45^\circ$  до дна, з відстанню між отворами 200...300, а між осями відгалужень — 250...350 мм. Відгалуження звичайно виконуються з чавунних або сталевих труб. Такий дренаж досить добре працює у перші роки але потім розвивається крапкова корозія труб і отворів. Вона викликає нерівномірну промивку засипки, появу застійних зон, зсув підтримуючих шарів. Заміна матеріалу труб відгалужень на нержавіючу сталь значно поліпшує роботу дренажу і подовжує термін його дії. Однак висока вартість не дозволяють широко них використовувати. На роботу трубчастого дренажу великого опору можуть впливати підтримуючі шари гравію, в які він укладається. Підтримуючі шари при промиванні не розширюються і не класифікуються, тому якість їхнього укладання відразу позначається на всьому процесі промивки й імовірності зсуву шарів. За технічними умовами гравій потрібно добре відсортувати, кожен шар повинний бути висотою не менш 50 мм з умовою, що мінімальний розмір часток гравію попереднього шару дорівнює максимальному розмірові часток наступного шару. Треба уникати плоских часток гравію. Відмовитися від підтримуючих шарів можна заміною труб із круглими отворами на труби з щілинами або встановленням ковпачкового дренажу. Щілинні труби можна виготовити з нержавіючої сталі з нарізкою щілин електроіскровим способом або поліетилену високої щільності з нарізкою щілин спеціальною фрезою. Ширина щілин приймається на 0,1 мм менше найменшої фракції зерен засипки з довжиною щілини порядку 1,5...2,0 діаметра труби і загальною площею щілин 1,5...2,0 % площі фільтра. Така заміна збільшить пропускну здатність фільтрів і висоту фільтруючого шару за рахунок





використання висоти підтримуючих шарів, зменшить вартість дренажу. Однак недоліки щільного дренажу полягають у трудомісткості нарізки щілин малої ширини, необхідності після фрезування зачищення їх від заусениць, зменшенні міцності труб з щілинами. Для поліетиленових труб характерний великий коефіцієнт лінійного розширення, що сприяє заклинюванню щілин, зниженню міцності і зростанню втрат напорів. Частково охороняє щілини від заклинювання зернами засипання труб гравієм крупністю 4...8 мм на висоту, що перевищує верх труб на 50 мм.

Порцелянові або полістирольні ковпачки монтуються в плиту дренажу (хибне днище). Такий дренаж особливо доцільний при упродовженні водоповітряної промивки, коли вода і повітря подаються під хибне днище, а шпаруватий ковпачок з довгим хвостовиком забезпечує якісне змішування води з повітрям і рівномірний розподіл цієї суміші по площі фільтра. До недоліків відноситься порівняно мала надійність ковпачків, пов'язана з неякісним їхнім виконанням. В окремих випадках щомісяця, в період пуску фільтра, виходить з ладу до 5...10 ковпачків. Для їхньої заміни роблять перевантаження фільтрів або місцеве вивантаження за допомогою спеціальних коробів. Влаштування ковпачкового дренажу має високу трудомісткість через необхідність установки до 35...70 ковпачків на квадратний метр при суворому дотриманні горизонтальності хибного днища. Перед монтажем ковпачки доцільно випробувати на стенді й у фільтрі до засипання фільтруючого засипки, після чого присипати гравієм крупністю 4...8 мм на висоту 50 мм. Вартість такого дренажу досить висока.

Високу ефективність промивки і поліпшену якість фільтрату забезпечують безгравійні пористі дренажі. Можна рекомендувати кілька видів таких систем. Керамічні плитки розміром 0,3x0,3x0,4 м із шамоту, рідкого скла і кремнефтористого натрію монтуються у виді хибного днища. Його недоліком є досить складні кріплення плит і кольматація пор при недостатньо високій якості фільтрату.

Пористо-бетонні дренажі можуть бути наступних конструкцій:

- з покладеної на повздовжні стінки підтримуючої плити з великими отворами, а на неї — дренажною плитою з пористого бетону з заповнювачем із гравію або щебеню крупністю 3...10 мм;



• з покладеної на подовжні стінки плитою з пористого бетону; пустотілий блок виконаний багатоканальним, нижня частина якого виконана з щільного, а верхня — з пористого бетону.

Такі дренажі забезпечуючи високий ступінь відмивки засипки. Однак при реагентній обробці води пористий бетон через 1...3 доби починає руйнуватися. Більш довговічний пористий полімербетон, у якому як заповнювач застосовується щебінь або гравій із крупністю зерен 3...10 мм; зв'язуючим є епоксидна смола ЕД-20 або ЕД-16 з затверджувачем ПЕПА.

Лотковий дренаж являє собою повздовжні по довжині фільтра канали, які утворені опорними стінками і перекриті зверху неармованими полімербетонними плитами. Опорні стінки товщиною 80...100мм зі збірного або монолітного залізобетону кріпляться до дна фільтра цементним розчином. Відстань в осях між стінками приймається в залежності від ширини плит у межах 250...350мм. Полімербетонні плити виготовляють звичайно безпосередньо на станції розміром 0,30х0,60х0,05 м. Торці плит, що перпендикулярні лоткам, мають фаски під кутом 45...60 градусів. Для рівномірного розподілу води вздовж каналу на вході в кожен лоток встановлюється патрубок великого опору з відбивачем. Для водоповітряної промивки в кожен канал лоткового дренажу укладають дірчасту розподільну систему повітря. Трубопровід, що подає повітря до розподільних труб, повинний розташовуватися вище їх, звичайно, на полімербетонних плитах.

У якості панельного полімербетонного дренажу використовують типові багатопустотні панелі, у верхній частині панелей уздовж каналу влаштовують отвори у формі трапеції, куди вставляють полімербетонні вставки, що виступають на 0,010...0,015 м над поверхнею панелі.

Відведення промивної води на більшості станцій вітчизняних водопроводів здійснюється жолобами п'ятикутної, напівкруглої і навіть прямокутної форми. Висота розташування жолобів над засипкою запобігає виносу її зерен. Промивна вода повинна рівномірно переливатися в жолоби по всій довжині їхніх крайок. Недотримання цієї вимоги викликає струминний рух промивного потоку збільшеної витрати, відбувається винос засипки і недостатня її промивка в зонах з малою інтенсивністю руху промивного

потіку. Звичайно ширина видимого потоку до крайки жолоба складає приблизно 0,2м, а між жолобами поверхня води має застійний вигляд. Тому крайка жолобів повинна підтримуватися суворо горизонтально за допомогою цементної стяжки по крайці, зтесуванням крайки дошки й інших методів. Відведення промивної води можна проводити дірчастими трубами, що забезпечує зменшення витрат води, більшу рівномірність збору води. Труби встановлюються на відстані одна від одної на 0,7...0,8м і під'єднуються на фланцях до патрубків, які виходять в канал або до збірної колектора. Отвори робляться діаметром 20...30мм в двох твірних під кутом 60 градусів до вертикалі. Для випуску повітря на початку і кінці труби робляться такі самі отвори в верхній твірній. Отвори слід роззенкувати. Відстань між отворами збільшується за течією води.

Дірчасті труби для збору промивної води прокладаються горизонтально на відстані, м від поверхні засипки

$$h_n = 0,01h_3 \cdot e + 0,15 + 0,25 d, \quad (9.6)$$

де  $h_3$  – висота засипки, м;  $d$  – зовнішній діаметр труби, м;  $e$  – відносне розширення, %.

На промивку фільтрів можна подавати воду спеціальним насосом із резервуара чистої води або із водонапірної башти, яка знаходиться в безпосередній близькості від будинку, де розміщуються фільтри. При цьому чиста вода накопчується в бак водонапірної башти тривалий час насосом малої потужності.

### Контрольні запитання

1. Яка фізична суть промивки фільтруючої засипки?
2. Опишіть принцип промивки швидкого фільтра.
3. Які існують способи промивки фільтруючої засипки?
4. Які існують розподільні системи фільтрів?
5. Яким чином збирається промивна вода в швидких фільтрах?
6. Які існують способи подачі промивної води?

### Тема 10. Контактні фільтри та прояснювачі

*Контактні прояснювачі та контактні фільтри* повинні очищувати малокаламутну та кольорову воду поверхневих джерел в режимі контактної коагуляції в шарі зернистої засипки. Засипка споруд приймається найбільш брудомістською і такою, щоб



забезпечувати робочий фільтроцикл не менше 8 годин. Найбільша кількість зависі буде затримуватись при фільтруванні в напрямку зменшення крупності зерен.

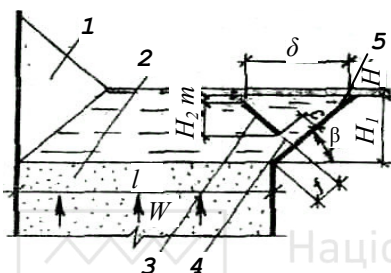
*Контактні прояснювачі* конструктивно відрізняються від швидких фільтрів тим, що мають більші загальну висоту і висоту фільтрувальної засипки. До них також інакше підключають трубопроводи. Вихідну воду подають трубопроводом 10 (рис. 8.1), вона проходить розподільну систему, підтримувальні шари, фільтрувальну засипку, збирається жолобами, відводиться в канал і далі трубопроводом 7 відводиться в резервуар чистої води. Контактні прояснювачі, як і фільтри, періодично переводять у режим промивки. Для цього засувки на трубопроводах 7 і 10 закривають, а на 8 і 9 відкривають. Чиста промивна вода з трубопроводу 9 йде тим самим шляхом, що й фільтрована з трубопроводу 10. Проте швидкість промивної води значно більша, тому вона ще й розширює та відмиває засипку і брудною відводиться в каналізацію трубопроводом 8. Після закінчення промивки засувку на трубопроводі 9 закривають. Контактний прояснювач переходить у режим фільтрування. Проте якість фільтрованої води дуже низька, тому перші її порції скидають у каналізацію трубопроводом 8. Коли якість води підвищиться, засувку на трубопроводі 8 закривають, а на трубопроводі 7 відкривають.

Швидкість фільтрування має бути до 5,5м/год у нормальному режимі, 6м/год - у форсованому, інтенсивність промивки приймається 15...18 л/с·м<sup>2</sup>, тривалість промивки - 7...8хв. Висота фільтрувальної засипки призначається 2,3...2,7 м, крупність зерен - 0,7...5 мм (еквівалентний діаметр 1,0...1,3 мм), підтримувальні шари - такі самі, як в швидких фільтрах. Площу контактних прояснювачів визначають за формулою 8.1, але з урахуванням випускання першого фільтрату упродовж 10...12 хв.

На станціях підготовки води з контактними прояснювачами обов'язково встановлюють *барабанні сітки* (вічко сітки 500 х 500мкм) або *мікрофільтри* (вічко сітки від 20 до 60мкм). Барабанні сітки вилучають з води дрібні плаваючі частинки, сміття, а мікрофільтри ще зоо - та фітопланктон. На станції повинно бути один - два робочі мікрофільтри та один резервний. Контактна

камера забезпечує окислення органічних речовин за рахунок контакту з введеним хлором.

Можна використовувати контактні прояснювачі без підтримуючих шарів, з трубчастою, комірчастою розподільною системою та горизонтальним відведенням промивної води. При низькому, горизонтальному відведенні води, промивний потік, що виходить із засипки, змінює свій напрямок з вертикального на горизонтальний і малим шаром (товщиною 0,15...0,25 м) рухається до переливної крайки (рис. 10.1).



**Рис. 10.1. Схема горизонтального відведення води:**

1 — струмененапрямний виступ або труба для створення транспортуючих швидкостей на початку потоку; 2- фільтруюча засипка; 3 — відбійна стінка; 4 - щілина для повернення піску; 5 - переливна стінка піскоуловлюючого жолоба

Швидкість на початку потоку повинна бути не меншою за 0,005м/с, що досягається пристроєм похилої стінки, що збільшує на початку потоку швидкість. Виносу піску разом с промивною водою запобігає піскоуловлюючий жолоб.

Висота переливної стінки піскоуловлюючого жолобу  $H_1$ , м:

$$H_1 = 0,5 b + f \cdot \sin \beta + 0,5 m, \quad (10.1)$$

де  $f$  — умовна відстань від засипки до жолоба, приймається 30...40мм;  $\beta$  - кут нахилу стінок жолоба до горизонталі, приймається 40...50°;  $m$  - різниця відміток між верхніми крайками відбійної і переливної стінок,  $m$  більш 0,17H, м;  $b$  - ширина піскоуловлюючого жолобу, м,  $b = 1.18 Wl/\omega$ ;  $W$ - інтенсивність подачі промивної води, л/(с·м<sup>2</sup>);  $l$  - довжина горизонтального потоку води, м;  $\omega$  - гідравлічна крупність заданої фракції піску, мм/с.

Різниця відміток верхніх і нижніх крайок стінок 2-го жолобу, м

$$H_2 = 0,5 b - c \cdot \sin \beta - 0,5 m, \quad (10.2)$$

де  $c$  — ширина щілини, приймається 10...20мм.

Напір на водозливі, м



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

$$H = 0,465 (W \cdot l)^{2/3}. \quad (10.3)$$

При цьому приймається наступний режим промивки: продувка засипки повітрям із інтенсивністю 2,3...2,7 л/(с·м<sup>2</sup>) упродовж 2хв; спільна водоповітряна промивка при подачі води с інтенсивністю 2,3...2,7 л/(с·м<sup>2</sup>) упродовж 6хв; промивка тільки водою з інтенсивністю 5,5...6,0 л/(с·м<sup>2</sup>) упродовж 5...6хв.

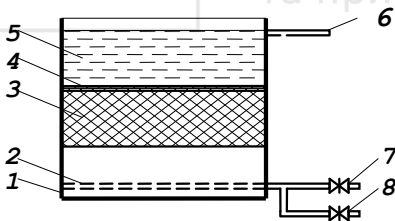


Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



**Контактні фільтри** використовуються при вихідній воді з меншою, як для контактних прояснювачів, каламутністю та кольоровістю. Принцип роботи та конструкція їх такі самі, як у швидких фільтрів, але вихідна вода подається зразу після вводу коагулянту. Для підвищення брудомісткості використовують однорідну, крупнозернисту засипку (пісок діаметром 0,9...1,8мм, товщиною 2м), двошарову засипку (антрацитова крихта діаметром 0,8...1,8мм, висотою 0,7м, пісок діаметром 0,5...1,2мм, товщиною 0,8м), тришарову засипку (кожний шар по 0,5м, крупність керамзиту 3...5мм, аглопориту 2...3мм, піску 0,5...1мм).

**Пінополістирольні фільтри** являють собою місткість, в якій утримуючою решіткою в притопленому стані тримається плаваюча засипка (рис. 10.2). Плаваюча пінополістирольна засипка готується безпосередньо на водоочисній станції шляхом спінення товарного продукту полістиролу в гарячій воді або паром. Фільтр працює наступним чином. Вихідна вода трубопроводом 9 подається в нижню розподільну систему 6,7, рівномірно розподіляється по площі, проходить через плаваючу пінополістирольну засипку 2 і очищеною збирається в надфільтровому просторі 4.



**Рис. 10.2. Схема пінополістирольного фільтра з висхідним фільтраційним потоком:**

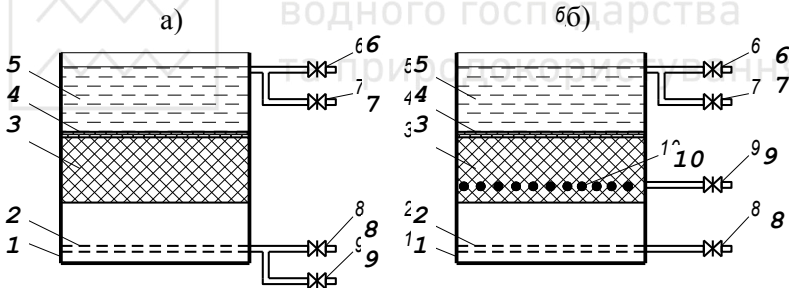
- 1 - корпус;
- 2 - розподільна система;
- 3 - пінополістирольна засипка;
- 4 - утримуюча решітка;
- 5 - надфільтровий простір;
- 6 - відвід чистої води;
- 7 - подача вихідної води;
- 8 - відвід промивної води

По мірі фільтрування засипка колюматується, закінчується фільтроцикл досягненням  $t_3$  або  $t_n$ , фільтр переводиться в режим промивки шляхом закриття засувки на трубопроводі 9 та відкриття засувки на трубопроводі 8. Чиста вода з надфільтрового простору йде до низу, розширює та відмиває фільтруючу засипку, збирається розподільною системою і відводиться в каналізацію. Рівень води в надфільтровому просторі знижується і при досягненні рівня на 10см вищого за решітку, промивка припиняється шляхом закриття засувки на трубопроводі 8. Фільтр знову переводиться в режим

фільтрування. Для зменшення висоти надфільтрового простору він робиться взаємопов'язаним або спільним для декількох фільтрів. Пінополістирольна засипка може бути одношаровою або двошаровою. Фільтрування води на фільтрах з двошаровою плаваючою засипкою виконується знизу до гори, а тому а) діаметр гранул нижнього шару  $d_2$  повинен бути більше діаметру гранул верхнього шару  $d_1$ ; б) питома вага гранул нижнього шару  $\gamma_2$  повинна бути більше питомої ваги гранул верхнього шару  $\gamma_1$ . Неперемішування шарів двошарової плаваючої засипки забезпечується при певних співвідношеннях  $\gamma_1$  і  $\gamma_2$  або густин  $\rho_1$  та  $\rho_2$ .

Пінополістирольні фільтри з висхідним фільтраційним потоком можуть працювати в одноступеневій схемі (контактні фільтри), коли вода поступає на фільтр після вертикального змішувача, а також у двоступеневій, коли вода поступає на фільтри після відстійника або прояснювача із завислим осадом.

В практиці водопідготовки можна використовувати пінополістирольні фільтри з низхідним фільтраційним потоком (рис.10.3).



**Рис. 10.3. Схеми пінополістирольних фільтрів з низхідним фільтраційним потоком:**

1 - корпус; 2 - нижня розподільна система; 3 - пінополістирольна засипка; 4 - утримуюча решітка; 5 - надфільтровий простір; 6 - трубопровід подачі вихідної води; 7 - трубопровід подачі промивної води; 8 - трубопровід відведення промивної води; 9 - трубопровід відведення очищеної води; 10 - середня дренажна система

Вихідна вода в них подається в надфільтровий простір та профільтровується через неоднорідну пінополістирольну засипку зверху вниз, збирається розподільною системою і очищеною відводиться споживачу. Промивку фільтра проводять після заробки





засипки чистою вихідною водою, яку окремим трубопроводом 7 подають в надфільтровий простір, а далі процес промивки йде як і в фільтрах з висхідним потоком. Конструкція і експлуатація фільтра значно ускладнюється. Проте в деяких випадках можна промивати фільтр вихідною водою і відмовитись від трубопроводу подачі чистої промивної води 7. Слабким місцем в конструкції є утримуюча решітка, яка може пропускати в надфільтровий простір гранули пінополістиролу. Брудомісткість засипки такого фільтра значно більша, але через розширення засипки при швидкості фільтрування більше 5м/год спостерігається погіршення якості фільтрату. Збільшити швидкість фільтрування дозволяє додаткова дренажна система, яка розташовується в товщі засипки і забирає фільтрат. Промивна вода так само забирається нижньою розподільною системою. Брудомісткість засипки трохи зменшується.

Пінополістирольні фільтри з висхідним фільтраційним потоком можуть працювати в одноступеневій реагентній схемі прояснення і знебарвлення води (контактні фільтри), коли вода поступає на фільтр після вертикального змішувача, а також у двоступеневій, коли вода поступає на фільтри після відстійника або прояснювача із завислим осадом. Кількість фільтрів визначається за формулою (8.3). Розміри фільтрів, виходячи з компонування, приймаються 3x3; 4,5x4,5; 3x6; 6x6 м. Надфільтровий простір повинен бути спільним або взаємопов'язаним для 3 - 4 фільтрів.

Взаємопов'язаність може виконуватись отворами розмірами 0,05 x 0,25м в спільних стінках.

Нижня розподільна система, проектується, трубчастою з сталевих, пластмасових або азбестоцементних труб. В нижній твірній під кутом  $45^{\circ}$  до вертикалі в шаховому порядку утворюють отвори діаметром не менше 20 мм.

Сумарна площа отворів,  $\text{мм}^2$  дорівнює

$$\Sigma f_0 = \frac{q_{np}}{\mu \sqrt{2g \cdot H_{np}}}, \quad (10.4)$$

де  $q_{np}$  - витрати промивної води,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\mu = 0,62$  - коефіцієнт витрат;  
 $H_{np}$  - витрачений на промивку напір, м,



$$H_{np} = \left(0,5 + \frac{e}{100}\right) H_3 + 0,3, \quad (10.5)$$

$e$  - відносне розширення засипки, %.

Утримуюча решітка встановлюється над дном на висоті, м

$$H_{реш} = \frac{100+e}{100} H_3 + 0,3 + D_{кол}, \quad (10.6)$$

де  $D_{кол}$  - діаметр колектора, м.

Висота надфільтрового простору повинна бути не менша 0,5м, верхня крайка фільтра повинна перевищувати максимальний рівень води в фільтрі на 0,5 м.

### Контрольні запитання

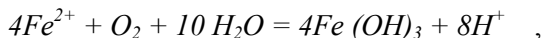
1. Опишіть принцип роботи контактного прояснювача.
2. В чому особливість контактних фільтрів?
3. Опишіть систему горизонтального відводу промивної води.
4. Які існують типи пінополістирольних фільтрів?
5. Опишіть принцип роботи пінополістирольного фільтра з висхідним фільтраційним потоком.
6. Опишіть принцип роботи пінополістирольного фільтра з низхідним фільтраційним потоком.
7. Яка є особливість в розрахунку пінополістирольних фільтрів?

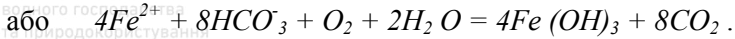
### Тема 11. Знезалізнення та знезаражування води

Залізо в природних водах буває в залежності від  $pH$  та вмісту кисню в іонній формі, комплексних сполуках двох або тривалентного заліза та тонко дисперсної зависі гідроксиду заліза. В питній воді заліза повинно бути не більше  $0,3 \text{ мг/дм}^3$ . 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 окисненням із наступним його осадженням або затриманням у товщі фільтрувальної засипки. Видаляти двовалентні іони заліза можна:

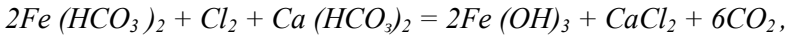
а) киснем:





Під час окислення 1 мг гідрокарбонату заліза утворюється 1,6 мг вільної вугільної кислоти, а загальна лужність води знижується на 0,043 мг-екв/дм<sup>3</sup>, зменшується *pH*, сповільнюються процеси окислення й гідролізу заліза;

б) хлором:

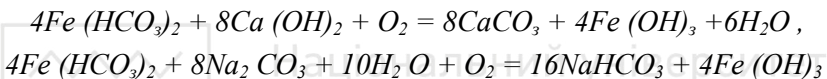


На окислення 1 мг двовалентного заліза витрачається 0,64 мг  $\text{Cl}_2$ , а лужність знижується на 0,018 мг-екв/дм<sup>3</sup> на кожен 1 мг/дм<sup>3</sup> видаленого заліза. Окислення інтенсивно відбувається при *pH* > 5;

в) перманганатом калію:



г) вапном або содоу



Метод катіонного обміну застосовують одночасно з з'якшенням води. Він полягає в обміні катіонів заліза, кальцію та магнію на катіони натрію та водню завдяки спеціальним засипкам фільтра.

Метод знезалізнення вибирають залежно від хімічного складу води, ступеня знезалізнення, продуктивності станції, технологічних випробувань. Найчастіше для знезалізнення 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 знезалізнення безреагентним методом відбувається погано, то вдаються до реагентного методу. При цьому у вихідну воду вводять окислювачі: хлор, перманганат калію, вапно, соду. Знезалізнення поверхневих вод, звичайно, проводиться реагентним способом одночасно з проясненням та знебарвленням. Розглянемо детальніше безреагентний метод. Аерацію можна проводити в спеціальних пристроях або використовувати спрощену. Спрощену аерацію використовують, якщо вміст заліза становить до 10 мг/дм<sup>3</sup>, у тому числі

двовалентного не менше як 70%,  $pH$  не менше ніж 6,8, лужність понад  $(1 + Fe^{2+}/28)$  мг/дм<sup>3</sup>.

Якщо продуктивність станції до 3200 м<sup>3</sup>/доб та вміст заліза до 5мг/дм<sup>3</sup>, то застосовують установки за напірною схемою. Потрібне для окислення заліза повітря подає компресор. На станціях більшої продуктивності використовуються звичайні швидкі фільтри з кварцевою засипкою крупністю 0,8...1,8мм, коефіцієнтом неоднорідності 1,5...2, товщиною 1м, розрахунковою швидкістю фільтрування 5...7м/год або крупністю 1...2мм, товщиною 1,2м та швидкістю фільтрування 7...10м/год. Зараз навіть використовуються фільтри з щебінчастою засипкою крупністю 5...10мм, товщиною засипки 2,1м, швидкістю фільтрування – до 20м/год. Особливістю всіх цих фільтрів є те, що вихідна вода виливається суцільним струменем в боковий канал з висоти не менше 0,5м.

Для видалення заліза з концентрацією до 25мг/л і вище безреагентним методом розроблено установки, які складаються з вакуумно-ежекційного аератора та пінополістирольного фільтра. Воду подають у вакуумно-ежекційний аератор, звідки вона надходить у регулятор швидкості фільтрування, а далі на пінополістирольний фільтр з шаром завислого осаду або без нього. Якщо вміст заліза до 10мг/л, то можна використовувати не вакуумно-ежекційний аератор, а спрощену аерацію, розбризкуючи воду з висоти 0,5м на водну поверхню в регуляторі швидкості фільтрування. Шар завислого гідроксиду заліза (III) в підфільтровому просторі фільтра не потрібен. В якості засипки у фільтрах застосовують пінополістирол крупністю 0,5...1,0мм шаром завтовшки 0,5...0,7м. Швидкість фільтрування встановлюють до 4м/год при наявності шару завислого гідроксиду заліза і до 7м/год без нього. Для сільської місцевості розроблені установки із спрощеною аерацією та пінополістирольним фільтром, які вмонтовані у водонапірні башти.

В установках з глибокою аерацією для аерації використовуються контактні та вентиляторні градирні. Контактна градирня - це споруда з жалюзійними стінками, всередині якої розташовуються ящики з дірчастим дном. В ящики завантажуються шматки коксу, пемзи, щебеню. Вода у верхній частині розбризкується по площі і профільтровується через декілька таких ящиків, в результаті чого



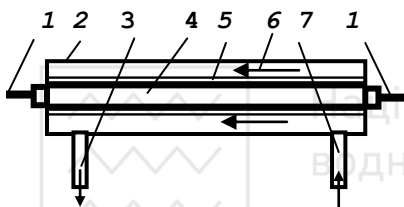
насичується киснем. Про вентиляторні градирні буде сказано пізніше.

*Марганець*, також як залізо, в підземних водах при відсутності кисню зустрічається у формі двовалентних солей, а в поверхневих - в формі органічних комплексних з'єднань, колоїдів та тонкодисперсної зависі. В питній воді марганцю повинно бути не більше  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ . Деманганізація води передбачає видалення марганцю безреагентним або реагентним методами. При цьому слід перевести двовалентний марганець у три- або чотирьохвалентний марганець, які утворюють малорозчинні гідроксиди або двооксид марганцю. Безреагентний метод може бути використаний, звичайно, при достатньо високих значеннях  $pH$  і може досягатись: 1) глибокою аерацією з наступним відстоюванням і фільтруванням; 2) вакуумно-ежекційним аеруванням із наступним фільтруванням; 3) використанням методу "Віредокс" одночасно зі знезалізнення; 4) сорбцією на свіжеутвореному гідроксиді заліза; 5) біохімічному окисленні в зернистій засипці. Реагентний метод передбачає окислення марганцю перманганатом калію, озоном, хлором із наступним фільтруванням через зернисті засипки для отримання продуктів окислення. Метод глибокої аерації з наступним відстоюванням і фільтруванням використовується в умовах, коли після видалення вільної вуглекислоти вода має  $pH$  не менше 8,5. При вакуумно-ежекційному методі над поверхнею швидкого фільтра розташовують вакуумно-ежекційні апарати, які розбризкують вихідну воду у вигляді краплин. Біохімічний метод передбачає заселення в зерна засипки фільтрів марганцеспоживаючих бактерій – *Metallogenium personatum*, *Bacteria manganicus*.

Воду, звичайно, **зnezаражують на заключному етапі** очищення 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* - ґрунтуються на введенні сильних окислювачів (хлор, озон, перманганат калію, хлорне вапно) та іонів срібла. Метод вибирають залежно від кількості та якості вихідної води, методів її попереднього очищення, вимог до надійності знезаражування (дезинфекції), з

урахуванням техніко-економічних показників, умов постачання реагентів, наявності транспорту, можливості автоматизації процесів тощо.

До знезаражування ультрафіолетовим випромінюванням за допомогою бактерицидних ламп удаються тільки для вод підземних водних джерел, які мають колі-індекс не більш як  $1000 \text{ од. на } \text{дм}^3$ , вміст заліза — не більш як  $0,3 \text{ мг/дм}^3$ . Довжина хвилі променів повинна бути  $200 \dots 295 \text{ нм}$  (оптимальна  $260$ ). Бактерицидні установки встановлюють на всмоктувальних і напірних лініях насосів II підняття в окремих будівлях або приміщеннях. Робочих установок має бути не більше п'яти, резервних - одна. В склад установок входять проточні камери з бактерицидними ртутними лампи низького тиску в кварцевих оболонках (рис. 11.1, а).



**Рис. 11.1 а. Принципова схема напірної бактерицидної установки:**

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

Вода проходить вздовж лампи і одночасно опромінюється ультрафіолетовим випромінюванням. Установки - компактні, можуть працювати в напірному та безнапірному режимах. Очистка внутрішньої поверхні камер знезаражування проводиться слабким розчином шавлевої або лимонної кислот, очистка кварцевих чохолів проводиться механічним очисним пристроєм. Перевагою методу можна рахувати відсутність небажаних явищ, немає потреби в спеціальних засобах безпеки, невисокі експлуатаційні затрати, відсутність спеціального обслуговуючого персоналу, не має потреби в запасах реагентів та місткостях для контакту води.

*Хлор* найбільш часто використовується на станціях водоочищення для знезараження. При цьому може використовуватись рідкий хлор, хлорне вапно, гіпохлорит натрію. Дозу хлору для знезаражування підземних вод призначають  $0,7 \dots 1,0 \text{ мг/л}$  активного хлору, для поверхневих вод  $2 \dots 3 \text{ мг/л}$ . Тривалість контакту хлору і гіпохлориту натрію з водою має бути  $30 \dots 60 \text{ хв}$ . Для знезаражування води гіпохлорит натрію готують із розчину кухонної солі електролітичним способом. Установки поділяються

на проточні (рис.11.16) та порційні.

В промисловості гіпохлорит натрію ( $\text{NaOCl}$ ) отримують методом хлорування каустичної або кальцинованої соди. Постачають його замовнику в поліетиленових місткостях у вигляді розчинів. Найбільшим постачальником гіпохлориту натрію є Дніпродзержинське ВО "Азот". У вихідну воду гіпохлорит натрію вводять за допомогою ежектора або насосом-дозатором.

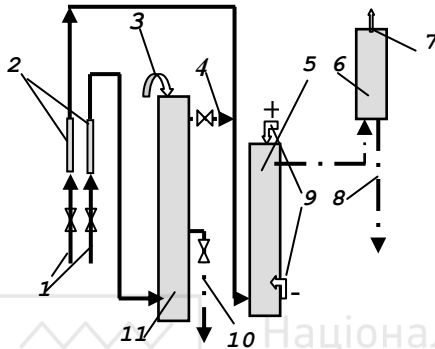


Рис. 11.1 б. Схема установки  
Пламя – 2:

1 - подача води; 2 - витратоміри; 3 - завантаження соли; 4 - відведення концентрованого розчину соли; 5 - електролізер; 6 - газовіддільник; 7 - відведення газів; 8 - подача від дозованого розчину гіпохлориту; 9 - підведення постійного струму; 10 - скид в каналізацію; 11 - бак-

розчинник

Хлорування води рідким хлором здійснюють за допомогою хлораторів, в яких готують розчин. Розчин хлору вводять безпосередньо в трубопровід. Використовуються вакуумні хлоратори АХВ-1000 (раніше ЛОНИИ-100), ЛК-10, ЛК-11, ЛК-12, ХВ-11. Принципову схему хлоратора АХВ-1000 зображено на рис. 11.2.

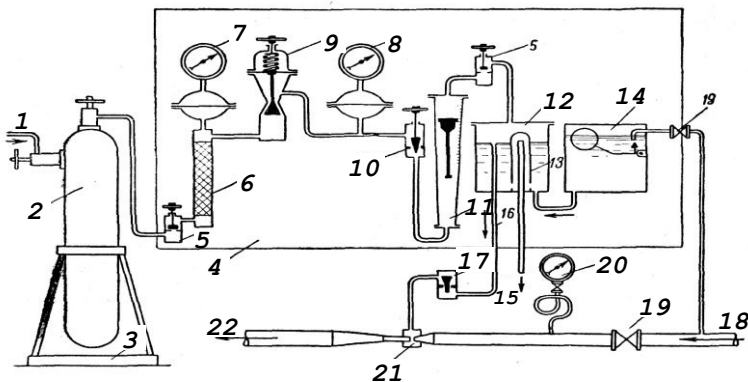


Рис. 11.2. Схема вакуумного хлоратора АХВ-1000 (ЛОНИИ-100):

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 – зворотний клапан; 18 – питна вода; 19 – вентиль; 20 – манометр; 21 – ежектор; 22 – до місяця дозування

На станцію рідкий хлор доставляють у балонах або бочках. При підключенні витратного балона рідкий хлор випаровується і потрапляє в балон 2. Для зменшення кількості витратних балонів передбачаються бочки - випарники, в які здійснюється переливання хлору із балонів. Газоподібний хлор очищується в балоні 2 і фільтрі 6 і після зниження його тиску редуктором 9 до 0,01... 0,02 МПа його змішують із водою у змішувачі 12. Регулювальний вентиль 10 служить для встановлення потрібного дозування хлору, витрата якого вимірюється ротаметром 11. У змішувачі 12 відбувається розчинення хлор - газу у воді, яка поступає в змішувач з бачка постійного рівня 14. Зі змішувача концентрований розчин усмоктується ежектором і подається в трубопровід. Хлоратори АХВ-1000 випускаються на продуктивності по хлору: від 0,5 до 24,0 кг/год (базовий комплект – 1,0-12,8 кг/год), напір становить 1...2м..

На станціях великої продуктивності можна встановлювати хлоратори системи Л.А.Кульського з відповідною продуктивністю по хлору кг/год та витратами води, м<sup>3</sup>/год: ЛК - 10с (1...5,4 та 5); ЛК-10б (2...25 та 30); ЛК-10у (5...100 та 30); Л-11 (0,5...5 та 5); ПК-12 (1,8...24,4 та 30). Хлоратори типу ЛК простіші за конструкцією, менш точніші, можуть подавати хлорну воду на висоту 20...30м.

Хлор доставляють в балонах місткістю  $W = 55; 100$ л або в бочках місткістю  $W = 625; 1250$ л. У хлораторній повинні бути один - два резервних хлоратори. З одного балона знімають 0,5...0,7кг/год хлору, а з 1м<sup>2</sup> поверхні бочки - 3кг/год. Крім робочих хлораторів у хлораторній передбачається один резервний (при 1 - 2 робочих хлораторах) або два резервних (при більшій їх кількості). Хлорне господарство бажано розмішувати в спорудах, які стоять окремо. Віддалення від об'єктів житлового, цивільного та побутового призначення до складів повинно бути не менше 500м при зберіганні в бочках та 150м – в балонах.

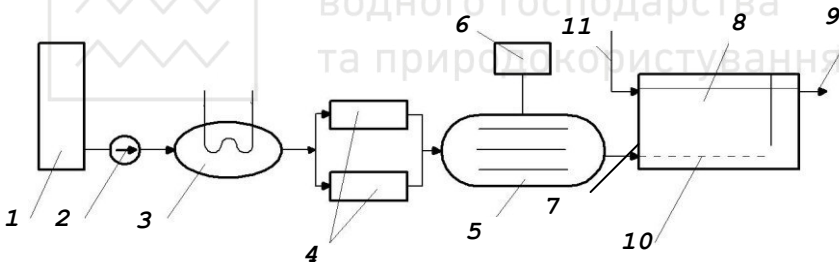
На дуже малих станціях застосовують *хлорне ванно*, яке готують у вигляді розчину в баках, як і коагулянт. В якості баків



використовують дерев'яні бочки. Для знезаражування води в локальних схемах можна застосовувати і *хлорпатрони*, які вставляють у місткість із водою (хлорпатрон — це пористий циліндричний елемент, в який засипають хлорне вапно).

З метою зменшення дози хлору в воду слід уводити аміак у пропорції 1:1. В результаті вводу аміаку у воді утворюються хлораміни, в яких окислювальний потенціал значно нижче, знижується хлорпоглинальність води, більш довгий час обумовлюється фіксація хлору, запобігає появі хлорфенольних запахів та присмаків, хлорамінний хлор менш відчутний. При цьому використовують преамонізацію (введення аміаку за 1..2хв до введення 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 із допомогою вакуумних хлораторів.

*Озон* є сильним окислювачем, який одержують у результаті сильного розряду струму при напрузі 8000...10000в. Принципова схема озонаторної установки зображена на рис.11.3.



**Рис. 11.3. Принципова схема озонаторної установки:**

1 - повітряний фільтр; 2 - компресор; 3 - охолоджувач; 4 - пристрій для осушування; 5 - озонатор; 6 - трансформатор; 7 - подача озону; 8 - контактний резервуар; 9 - відведення озонованої води; 10 - розподільник; 11 - подача вихідної води

Повітря забирається компресором, очищується від пилу, охолоджується, осушується, проходить через озонатор, де утворюється озон і через розподільну систему вдувається у вихідну воду в контактному резервуарі. Для осушування повітря використовуються адсорбери із силікагелем або активним оксидом алюмінію, які регенеруються продувкою гарячим повітрям. Висота

контактного резервуара приймається 4.3...4.6м. Резервуар повинен бути щільно закритий і обладнаний пристроєм для уловлювання вільного озону. Оброблена озоном вода, звичайно, отримує блакитний колір та приємний запах. Витрати електроенергії дорівнюють 13...29 квт-год на один кг озону. При відсутності пристрою для осушування повітря витрати електроенергії збільшуються в 2...3 рази. Тривалість контакту озону з водою повинна бути не меншою ніж 4хв, доза озону приймається 0,75...1 для підземних вод та 1...3мг/дм<sup>3</sup> для поверхневих вод.

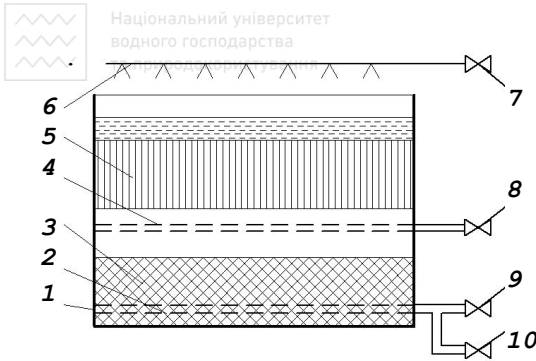
*Знезаражування води іонами срібла* використовувалось ще на початку нашої ери коли воду почали зберігати в срібному посуді. Срібло є ефективним знезаражуючим реагентом. Вода, оброблена сріблом із дозою 0.1 мг/дм<sup>3</sup> зберігає високі санітарно - гігієнічні показники на протязі року. Уводити срібло можна безпосереднім контактом води з розвиненою поверхнею самого металу, розчиненням солей срібла у воді електролітичним способом. Електролітичний спосіб дозволяє швидко розчинити срібло у воді, регулювати процес і забезпечувати достатньо точне дозування. Кульським Л.А розроблені іонатори ЛК-27, ЛК-28, в яких передбачається анодне розчинення срібла електричним постійним током в електролізерах.

### Контрольні запитання

1. Які існують способи знезалізнення води?
2. Опишіть безреагентні способи знезалізнення води.
3. Які існують способи видалення марганцю?
4. Опишіть знезалізнення методом спрощеної аерації і фільтрування.
5. Які існують способи знезаражування води?
6. Опишіть спосіб знезаражування води хлором.
7. Опишіть спосіб знезаражування води гіпохлоритом натрію.
8. Опишіть спосіб знезаражування води озоном.

### Тема 12. Безреагентне очищення води

Для знебарвлення і прояснення малокаламутних та кольорових поверхневих вод можливо використовувати біологічний метод очищення з використанням *біопрояснювального фільтра* (рис 12.1).



**Рис. 12.1. Схема біопрояснювального фільтра:**

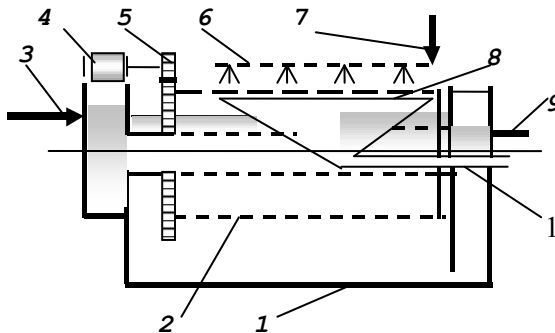
1 – корпус; 2 – розподільна система; 3 – піщана засипка; 4 – система збору промивної води; 5 – біопоглинач; 6 – розбризкуючий пристрій; 7 – подача вихідної води; 8 – відвід промивної води; 9 – відвід фільтрату; 10 – подача промивної води

Фільтр для очищення води містить корпус 1, фільтруючу засипку 3, розподільну систему 2. В надфільтровому просторі закріплений біопоглинач 5. Зверху над фільтром знаходиться розбризкуючий пристрій 6. В якості носія закріпленої мікрофлори (біопоглинач) використовується насадка із капронових текстурованих джгутових ниток (КТДН) діаметром 2...3 мм із щільністю упаковки від 10000 до 90000 шт/м<sup>2</sup> [ТУ 6-06-С116-87, текс 500]. Контактна поверхня КТДН знаходиться в межах відповідно 62,8 та 847,8 м<sup>2</sup> при довжині насадки 1м. В якості фільтруючої засипки фільтра використовується кварцовий пісок з розмірами фракцій 0,5...1 мм. Висота фільтруючого шару приймається в межах 0,7...1,0 м. Фільтр працює наступним чином. Вихідна вода трубопроводом 7 через розбризкуючий пристрій 6 подається у верхню зону біопоглинача 5. Під час зливання води у фільтр з висоти 0,5...0,6 м відбувається її спрощена аерація та насичення киснем. Збагачена киснем вода рухається вздовж волокон біопоглинача. Завдяки розвитку бактерій на поверхні ниток та силі біопоглинання із води вилучається значна кількість колоїдних, завислих та органічних речовин, знижується кольоровість води, а остаточно доочищується вода в піщаному шарі. При зниженні якості фільтрованої води або продуктивності фільтра до встановлених значень, фільтр виводиться на регенерацію. Регенерація фільтруючої засипки заключається в зворотній промивці очищеною водою, яка подається по трубопроводу 10. Під час промивки фільтруючого шару рівень води у фільтрі знижується, тим самим сприяє промивці волокон біопоглинача. Забруднена промивна вода відводиться по трубопроводу 8.



**Мікрофільтри** — це обертові круглі сітки, через які в нижній частині (2/3 діаметра) пропускають воду (рис.12.2). Швидкість фільтрування приймається 40...60 м/год. Стандартні мікрофільтри мають діаметр барабану 1,5...3м при його довжині 1...4,5м. Воду подають у внутрішній простір, а відводять зовні. При забрудненні полотна сітки барабан обертають і зверху на сітчастий барабан подають промивну воду, яка відмиває забруднення і скидається спеціальним жолобом у каналізацію. Середні витрати води на промивку сітки складають 2%. Додаткове встановлення на станціях з двоступеневою очисткою мікрофільтрів підвищує продуктивність станції на 10...20% і збільшує фільтроцикл в два рази.

Барабанні сітки відрізняються від мікрофільтрів більшим вічком сітки і використовуються при відсутності у воді планктону. Вихідна вода подається в верхній та нижній відсіки фільтра і профільтровується крізь сітчасті фільтруючі елементи, на яких затримуються забруднення, збирається між цими елементами та відводиться трубопроводом 4. Одночасно електродвигун обертає порожнистий вал з прикріпленими до нього промивними коробами. Ці коробки по колу обходять фільтруючі елементи, чиста вода із центрального відсіку в місці знаходження коробка проходить у зворотному напрямку фільтруючий елемент, промиває його від затриманих забруднень, збирається коробом, перетікає в порожнистий вал, а потім відводиться трубопроводом 8.



**Рис. 12.2. Схема мікрофільтру:**

1 - камера; 2 - барабан; 3 - подача вихідної води; 4 - електродвигун; 5 - шестерні; 6 - розподільна система промивної води; 7 - подача промивної води; 8 - жолоб; 9 - відведення промивної води; 10 - відведення промивної води



Флотатори використовуються при обробці природних вод, в яких після обробки їх коагулянтами утворюється легкий, погано осідаючий осад. Найчастіше до таких вод відносяться висококольорові (кольоровість вище 120 градусів) води, невисокої каламутності, які вміщують планктон та дрібнодисперсну й колоїдну завись. Принципова схема флотатора показана на рис.12.3.

Вихідна вода, змішана з коагулянтом, подається в камеру утворення пластівців перегородкового, вертикального типу. На виході із камери у воду вводиться повітря-водяна суміш, що забезпечує насичення води бульбашками повітря. Нахилена струмененапрямна перегородка 10 забезпечує вихороподібні потоки та збільшує можливість зіткнення дрібних бульбашок повітря з пластівцями зависі.

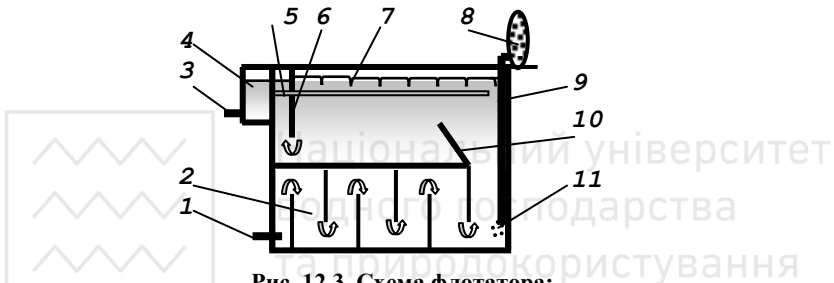


Рис. 12.3. Схема флотатора:

1 - подача вихідної води; 2 - камера утворення пластівців; 3 - відведення проясненої води; 4 - збірний канал; 5 - дірчастий трубопровід проясненої води; 6 - струмененапрямна перегородка; 7 - лотки для збору шламу; 8 - напірний бак; 9 - трубопровід водоповітряної суміші; 10 - нахилена струмененапрямна перегородка; 11 - розподільча дірчаста система

В верхній частині флотатора вода проходить повільним горизонтальним потоком і легкі домішки спливають, згрібаються спеціальними скребковими механізмами в лотки і відводяться за межі флотатора. Видалення шламу проводиться періодично в залежності від накопиченого його шару. При цьому не повинно входити багато води і не повинно бути спінювання шламу в камері. Для досягнення найбільшого ефекту очищення висота шару води над нахиленою струмененапрямною перегородкою повинна бути

$$h = q / (b V), \quad (12.1)$$



де  $q$  – витрати води, які проходять крізь флотаційну камеру,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $b$  – ширина флотаційної камери,  $\text{м}$ ;  $V$  – швидкість потоку, яка приймається в межах  $0.016\dots 0.02$   $\text{м}/\text{с}$ .

Прояснена вода збирається дірчастим трубопроводом 5, відводиться в збірний канал, із якого перетікає в трубопровід 3. Повітря в напірний бак 8 подають ежектором, який встановлений на подавальному, водяному трубопроводі. При проектуванні флотаційних установок слід приймати питома навантаження на  $\text{м}^2$  площі камери  $6\dots 8$   $\text{м}^3/\text{год}$ , тривалість перебування в камері –  $15\dots 25$  хвилин, витрати повітря від загальних витрат вод –  $0.9\dots 1.2\%$ , найбільш сприятлива висота робочої зони  $1.5$   $\text{м}$ , витрати водоповітряного розчину від загальних витрат води –  $8\dots 10\%$ .

*Гідроциклони* мають високу компактність, невеликі капітальні й експлуатаційні затрати, високу питому продуктивність. Розділення вихідної води на тверду й рідку фази в гідроциклоні проходить під дією відцентрових сил. Специфіка роботи гідроциклону не дозволяє видаляти з води легкі та дрібні домішки. Звичайно, гідроциклони використовуються для затримання частинок крупністю не менше  $10\dots 20$   $\mu\text{м}$ , що відповідає гідралічній крупності  $0.1$   $\text{мм}/\text{с}$ . Їх використовують у реагентних схемах для попереднього прояснення води в період повені, а в безреагентних схемах вони замінюють горизонтальні відстійники. Вихідна вода подається у верхню частину гідроциклону тангенціально. В результаті вона отримує оберти і просувається до зливного патрубку в центрі гідроциклону. Завись відкидається до стінок, спускається в конічну частину і безперервно через насадку скидається в каналізацію. Разом із домішками скидається до  $10\dots 15\%$  води, що необхідно враховувати в розрахунках продуктивності гідроциклону по проясненій воді. В гідроциклонах меншого діаметра видаляється разом з домішками більше води. При обертанні об'єма води відцентрова сила має прискорення

$$a = V^2 / R, \quad (12.2)$$

де  $V$  – лінійна швидкість частинки,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $R$  – радіус обертання частинки,  $\text{м}$ .

Таким чином, із збільшенням швидкості входу води в гідроциклон та зменшенням його діаметра буде збільшуватись відцентрова сила і відповідно ефект очищення. Для видалення



високодисперсних завислих частинок використовують гідроциклони малого діаметра. Збільшення вхідної швидкості забезпечується більш потужними насосами й заміною вкладишів у трубопроводі, який впускає воду в гідроциклон. З метою економії електроенергії призначають роботу гідроциклонів в залежності від зміни каламутності води, крупності зависі і складу води. Звичайно, при зниженні каламутності води в джерелі гідроциклони відключають. Якщо в одному сталевому корпусі встановлено ряд гідроциклонів однакового діаметра, то він називається *мультициклоном*. В мультициклоні окремі гідроциклони закріплені в двох горизонтальних перегородках, вихідна вода подається між цими перегородками і потрапляє в кожний гідроциклон, прояснена вода забирається із секції над верхньою перегородкою. Гідроциклони бувають напірні та безнапірні (відкриті). Їх виготовляють самостійно на місці або використовують апарати заводського виготовлення. Заводські апарати бувають нефутеровані й футеровані камінним литтям або шлакоситалом. Футеровані більш довговічні. Діаметр нефутерованих гідроциклонів дорівнює 50...500мм, а футерованих – від 150 до 2000мм. В гідроциклонах швидкість просування домішки значно більша за швидкість вільного осадження, а тому завись видаляється швидше ніж у відстійниках.

*Намивні фільтри* дозволяють забезпечувати глибоке прояснення води в оборотних циклах, у схемах поповнення водою плавальних басейнів, у схемах господарсько-питного водопостачання невеличких населених пунктів при фільтруванні через дрібнодисперсні (розмір 2...80мкм) порошки. В якості фільтруючих порошоків використовують діатоміт, фільтроперліт, целюлозу, тощо. При використанні порошкових іонітів із розміром часток 50...150мкм можна проводити зм'якшення і знесолення води. Найчастіше використовують напірні фільтри. В корпусі такого фільтра розміщуються фільтруючі керамічні патрони (довгі циліндри з поруватими стінками), які верхньою частиною закріплені в опорній плиті. В перші 3...5 хвилин після пуску в робочий цикл разом із вихідною водою подається  $400...1000\text{г/м}^3$  порошку, який налипає тонким шаром по зовнішній поверхні всіх патронів, і в подальшому забезпечує необхідну ступінь очищення.

Кількість порошку залежить від умов очищення і технологічних процесів (прояснення, зм'якшення, знесолення). Утримується порошок завдяки різниці тиску зовні і всередині патронів. В порівнянні з напірним фільтром однакового діаметра площа фільтрування стає більшою в 8...10 раз. Це забезпечує малогабаритність установки. Проте швидкість фільтрування приймається 2...3м/год при проясненні і 3...10м/год при зм'якшенні й знесоленні. Тривалість фільтроциклу, звичайно, коливається в межах 36...60год. Фільтроцикл закінчується досягненням граничних втрат напору (більше 0.15...0.2 МПа), коли фільтр вже не може пропускати розрахункову кількість води. Його промивають на протязі 15 хвилин зворотною течією чистої води. Тривалість промивки досягає 15хв. Витрати води на промивку складають 0.5...0.7%. Для збільшення тривалості фільтроциклу періодично в вихідну воду додають порошок у кількості 3...10мг/дм<sup>3</sup> або змінюють гідравлічний режим фільтра для руйнування щільної плівки на поверхні порошку. Типові установки мають зовнішній діаметр фільтра 1; 1.4 м. На такі установки рекомендується подавати воду поверхневих джерел із каламутністю до 40 мг/дм<sup>3</sup> і кольоровістю до 30 градусів. При фільтруванні одночасно знижується в 2 рази вміст органічних речовин, видаляються залізо, марганець, масла, мікроорганізми.

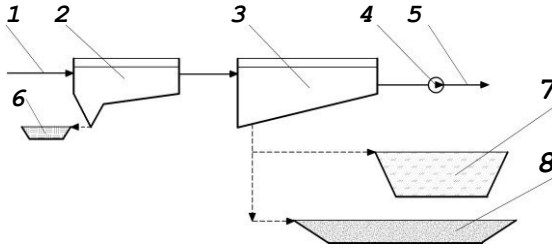
Під час експлуатації станцій прояснення та знебарвлення, знезалізнення води деяку частину її **використовують на власні потреби** споруд. Більша частина цієї води призначається для промивки фільтрів чи контактних прояснювачів, а меншу скидають разом з осадом під час його видалення з відстійників чи прояснювачів із завислим осадом. Раніше всі ці води скидали безпосередньо в природні водойми, що значно забруднювало воду водойм. Зниження витрат води на власні потреби та охорона природних водойм від забруднення промивними водами досягаються влаштуванням споруд обробки промивних вод.

В *одноступеневих* технологічних схемах очищення природної води промивну воду після контактних фільтрів чи прояснювачів подають спочатку на піскоуловлювач, де затримуються вимиті частинки засипки, а потім вона надходить у відстійник промивних вод. Тривалість відстоювання  $T_{\text{від}}$  для станцій безреагентного





зnezалізнення води беруть 4 год. а для інших станцій — 2 год.



**Рис. 12.4. Схеми обробки промивних вод одноступеневих технологічних схем:**

1 — промивна вода контактних прояснювачів; 2 — піскоуловлювач; 3 — відстійник промивних вод; 4 — насос; 5 — подавання відстоюної води до змішувача; 6 — пісковий майданчик; 7 — накопичувач; 8 — майданчик заморозування або підсушування осаду

*Піскоуловлювач* може бути горизонтального типу, але для більш компактного розміщення споруд використовують піскоуловлювачі вертикального типу. Для вертикального піскоуловлювача довжина шляху проходження води

$$h = u t, \quad (12.3)$$

де  $u$  — висхідна швидкість, при якій відбувається осадження піску (0,02...0,03 м/с);  $t$  — час його осадження (2,5...3,5 хв).

Площа піскоуловлювача,  $m^2$ , у плані дорівнює

$$F = q_{np} / u, \quad (12.4)$$

де  $q_{np}$  — витрати промивної води,  $m^3 / c$ .

Здебільшого піскоуловлювачі бувають квадратні зі стороною 1...6м. Нижню частину їх роблять пірамідальною з нахилом стінок до горизонту  $50^\circ$ . Над рівнем води треба передбачати запас висоти 0,3 м.

*Відстійники промивних вод* розраховують з умов періодичного скидання промивних вод та рівномірного перекачування проясненої води до змішувача. Він являє собою залізобетонний резервуар із комірчастим пірамідальним днищем для збирання осаду. Промивна вода вільно виливається з подавального отвору, відстоюється в статичному стані, а потім прояснену воду збирають дірчастим

трубопроводом і перекачують насосом у змішувач. Осад із комірок також забирають пісковим насосом та подають на згущувачі або споруди обробки осаду. Такими спорудами можуть бути накопичувачі та майданчики заморожування чи підсушування осаду.

Період скидання промивних вод дорівнює

$$T_{np} = 24 / (N n), \quad (12.4)$$

де  $n$  — кількість промивок фільтрів за добу;  $N$  — кількість фільтрів.

Якщо  $T_{np}$  більше  $T_{від}$ , то потрібно два відстійники, якщо  $T_{np}$  менше за  $T_{від}$  на величину до 50 %, то слід передбачати три відстійники, якщо розбіжність ще більша — чотири. Осад з відстійників промивних вод, як і осад із відстійних споруд інших схем, потрапляє на накопичувачі, майданчики заморожування або підсушування осаду. В окремих випадках удаються до методів механічного зневоднення осаду на вакуум-фільтрах або фільтрпресах, регенерації коагулянту з осаду.

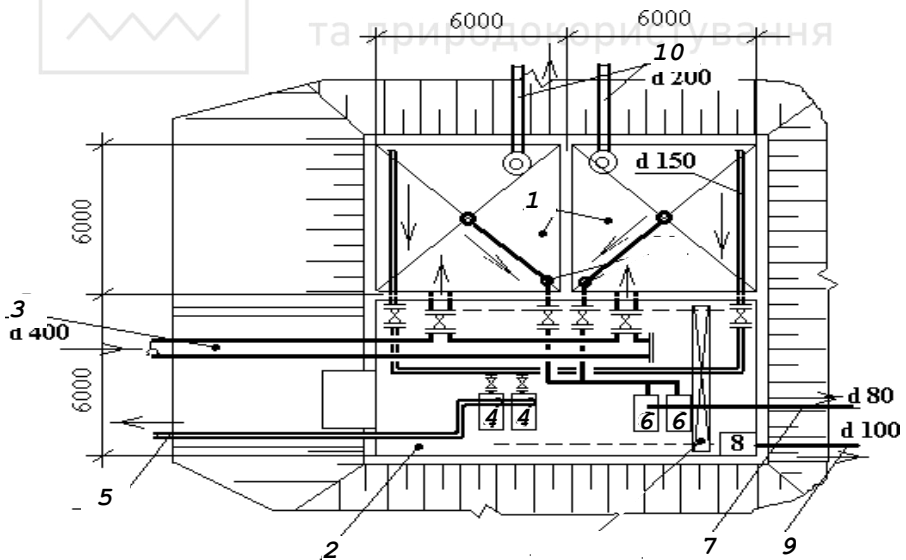


Рис. 12.5. Відстійники промивних вод:

1 - відстійники; 2 - насосна станція; 3 – подача промивної води від фільтрів; 4 - насоси проясненої води; 5 - трубопровід повернення води в змішувач; 6 - шламові насоси; 7 – подача на споруди обробки шламу; 8 - приямок; 9 – скид у каналізацію; 10 - перелив

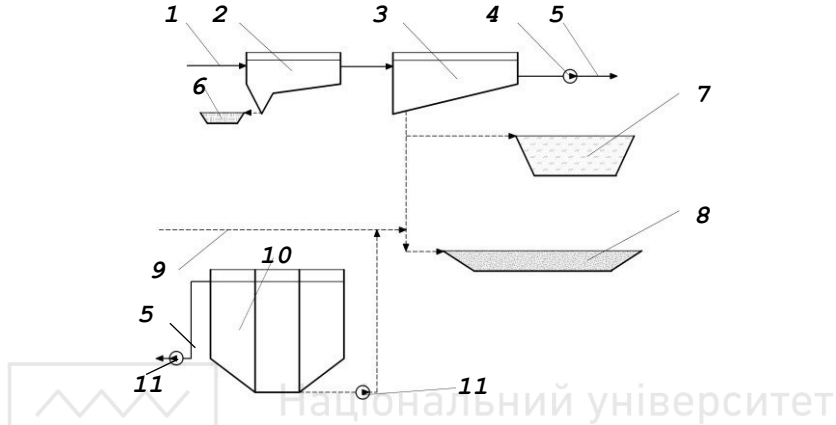
У *двоступеневих* технологічних схемах промивна вода від швидких фільтрів проходить споруду повторного використання промивних вод, а осад від відстійників або прояснювачів із завислим осадом скидається в споруди обробки осаду (рис.12.6).

В споруді повторного використання промивних вод промивна вода від фільтрів потрапляє в нижню частину піскоуловлювача, а потім через вікно в перегородці у *резервуар промивної води*. Воду в резервуарах не відстоюють, а рівномірно забирають та перекачують у змішувач. Осад із приямків забирають гідроелеватором і подають на споруди обробки осаду. Осад від відстійників чи прояснювачів із завислим осадом слід зневоднити, а потім вивезти за межі станції. При каламутності води, що очищується, до  $300 \text{ мг/дм}^3$  осад подають спочатку на згущувач, а потім, як і в інших схемах, на майданчик заморожування (в регіонах з низькими температурами),



накопичувачі (в середній смузі), майданчики підсушування (в регіонах із жарким, сухим кліматом).

Згущувач приймають діаметром до 18 м, середньою глибиною до 3,5 м, з обертальною фермою, що має лопаті трикутного чи



**Рис. 12.6. Схеми обробки промивних вод та осаду двоступеневих технологічних схем:**

1 — подача промивної води фільтрів; 2 — піскоуловлювач; 3 — резервуар; 4 — насос; 5 — подавання промивної води до змішувача; 6 — пісковий майданчик; 7 — накопичувач; 8 — майданчик заморожування або підсушування осаду; 9 — подача осаду від відстійників чи прояснювачів із завислим осадом; 10 — згущувач; 11 — насоси осаду і води

круглого перерізу, швидкість обертання якої 0,015...0,03 м/с. Осад на згущувач потрапляє за графіком скидання його з основних споруд. Тривалість згущення 5...10 год, а тривалість перекачування з нього проясненої води та згущеного осаду — 30...40 хв. Кількість згущувачів призначають з умов періодичного прийняття осаду та його обробки (як правило, не менше, ніж кількість відстійників чи прояснювачів із завислим осадом).

Середня вологість осаду, що виходить із згущувача, залежить від якості вихідної води та технологічної схеми і дорівнює 80,0...98,2%.

Накопичувачами можуть бути яри, старі кар'єри, які відгороджують дамбою, сплановані та обваловані ґрунтом майданчики завглибшки не менш як 2 м. Період накопичування осаду беруть не менш як 5 років. При цьому в накопичувачі

передбачають пристрій для видалення води, що з'являється після пресування осаду. В накопичувачах передбачають не менше двох секцій, які наповнюють осадом поперемінно за роками. Одна секція наповнюється упродовж року, а в другій відбуваються зневоднення та пресування осаду. Пристрої для подавання осаду та відведення води розміщені на протилежних боках накопичувача. Об'єм накопичувача приймають у залежності від середніх значень вологості та густини осаду за роками. Їх беруть відповідно до даних експлуатації накопичувачів в аналогічних умовах або довідкових даних залежно від призначення станції, якості води, що очищується, вибраної технологічної схеми очищення води.

*Майданчики заморожування* являють собою сплановану площину, обмежену валками з ґрунту та обладнану пристроями для напускання осаду й відведення води. Їх можна використовувати в районах із стійкими морозами, що тривають не менш як 2 міс. на рік. Спресований осад вивозять через один — три роки. Корисну площу майданчика для зимового напускання осаду визначають з умов розміщення всього об'єму осаду, що надійшов за цей період. Шар осаду за один напуск беруть 0,07...0,1 м. Кількість секцій залежить від тривалості заморожування та кількості напусків осаду за зимовий період. Напускання осаду роблять лотками, що розташовані з одного боку майданчика, а пристрій випуску проясненої води — з другого. Ширину майданчика беруть не більш як 40 м.

*Майданчики підсушування* осаду використовують у південних районах, де дефіцит вологи становить понад 800 мм. Зневоднення осаду досягають внаслідок підсушування на відкритому повітрі та дії власної маси осаду. Зневоднений осад вивозять через один — три роки після напускання. Загальна корисна площа майданчиків підсушування визначається із врахуванням зимово-весняного та літнього напуску, відповідно підсушування осаду та випаровування води, річної кількості осадів, об'єму осаду та його середньої вологості.

### Контрольні запитання

1. Коли використовуються біопрояснювальні фільтри? Наведіть схему.



2. Коли використовуються мікрофільтри? Наведіть схему.
3. Коли використовуються флотатори? Наведіть схему.
4. Наведіть особливості і умови використання гідроциклонів.
5. Наведіть особливості і умови використання намивних фільтрів.
6. Назвіть схеми обробки промивних вод для одноступеневих реагентних схем прояснення та знебарвлення води.
7. Назвіть схеми обробки промивних вод та обробки осаду для двоступеневих реагентних схем прояснення та знебарвлення води.
8. Наведіть схему відстійника промивних вод.
9. Які існують споруди обробки осаду і коли вони використовуються?





**Брудомісткість** - показує кількість забруднень у кг затриманих м<sup>3</sup> засипки або м<sup>2</sup> площі фільтра.

**Відстійник** – споруда для осадження грубодисперсної зависі та великих пластівців за рахунок сил тяжіння;

**Гідравлічні змішувачі** – споруди, в яких змішування забезпечується турбулентним потоком води.

**Горизонтальний відстійник** — це довгий прямокутний залізобетонний резервуар для осадження грубодисперсної зависі та великих пластівців.

**Дезодорація** – технологічний процес для зменшення інтенсивності запаху та присмаку.

**Дозатори** - це пристрої, які підтримують певну дозу реагенту.

**Залізовмісні коагулянти** - залізо хлорне являє собою темні з металевим блиском кристали, сульфат заліза або залізний купорос прозорі зеленкувато - голубі кристали, сульфат заліза окисний кристалічний продукт.

**Зернисті фільтри** – місткості із зернистою засипкою із кварцевого піску, керамзиту, антрациту, пінополістиролу.

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

**Зм'якшення** - технологічний процес для видалення солей кальцію або магнію, які зумовлюють жорсткість.

**Знебарвлення** – технологічний процес зменшення кольоровості.

**Знезалізнення** — технологічний процес для зменшення концентрації заліза;

**Знезараження** – технологічний процес для знищення бактерій і вірусів, які містяться у воді;

**Знефторення** - технологічний процес для зменшення концентрації фтору;

**Камери утворення пластівців** - перед відстійниками обов'язково мають бути камери водоворотного, перегородкового, вихрового, із шаром завислого осаду та контактного типів.

**Картриджні фільтри** - з синтетичними поруватими елементами з дуже маленькими порами або специфічними засипками.



**Коагуляція** - процес, при якому проходить процес покрупнення завислих та колоїдних частинок за рахунок їх взаємного злипання під дією молекулярних сил.

**Контактні прояснювачі та контактні фільтри** – споруди для очищення малокаламутної та кольорової води поверхневих джерел в режимі контактної коагуляції в шарі зернистої засипки.

**Механічні змішувачі** - в яких змішування забезпечується обертовою лопатевою або пропелерною мішалкою.

**Намивні фільтри**- з шаром дерев'яної муки, діатоміту, азбестової муки попередньо намитих на каркас із пористої кераміки, сітки, тканевого полотна.

**Напірні споруди** - вода тече спорудами закритого типу під тиском, який створює насос.

**Нормальний режим** фільтрування - в якому працюють всі фільтри.

**Опріснення** - технологічний процес для зменшення кількості сухого залишку.

**Осадження** - технологічний процес для розділення фаз під дією сил тяжіння, інерції (у тому числі відцентрових), електростатичних, звукових хвиль.

**Підлугування води** застосовують при низькій лужності вапняним молоком з концентрацією 5...10% або розчином вапна із концентрацією до 1,4 г/л

**Повільні фільтри** – місткості з дрібнозернистим піском, плівковим фільтруванням та швидкістю фільтрування 0,1...0,2м/год.

**Пінополістирольні фільтри** - являють собою місткість, в якій утримуючою решіткою в притопленому стані тримається плаваюча засипка.

**Повторне використання промивних вод** – відстоювання промивних вод з наступним поверненням відстояних вод в голову споруд.

**Полвак**- коагулянт, який є водним розчином гідроксихлориду алюмінію переважно зеленувато-жовта рідина.

**Промивка фільтра** - процес розширення засипки, тертя її зерен одне об одне і відрив налиплих забруднень, винос їх промивним потоком у каналізацію.





**Прояснення** – технологічний процес для зменшення каламутності, видалення колоїдних та завислих часток;

**Прояснювачі із завислим осадом**- споруда для очищення води завдяки пропусканню води після змішувача крізь шар осаду, в якому відбувається контактна коагуляція та стиснене осадження.

**Розподільна система** фільтра - найбільш важливий елемент при промивці, який повинен забезпечити рівномірний розподіл по площі фільтра промивної води.

**Розчинні баки** виготовляють із залізобетону з внутрішнім антикорозійним покриттям для приготування розчину коагулянту.

**Самопливні споруди** - вода тече внаслідок дії сили тяжіння у відкритих спорудах, а рівень води в кожній наступній споруді нижче чим у попередній.

**Сітчасті та тканеві фільтри** – фільтри із сіток різного типу плетення і різним вічком з бавовняних, лляних, суконних, капронових тканин.

**Спрощена аерація** – подача повітря для знезалізнення води, якщо вміст заліза становить до 10 мг/дм<sup>3</sup>.

**Сульфат алюмінію** (глинозем) неочищений коагулянт, який являє собою шматки сірого або зеленкуватого кольору. Виготовляють обробкою сірчаною кислотою бокситів, ніфелінів.

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

**Фільтрування** – технологічний процес для розділення фаз під дією сил тиску, адгезійних сил.

**Флокулянти** - поліакриламід, активна кремній кислота, магнофлок для інтенсифікації процесу утворення пластівців при коагуляції.

**Фторування** - технологічний процес для збільшення концентрації фтору шляхом введення фторвміщуючих реагентів;

**Хлорування води рідким хлором** – для знезаражування води здійснюють за допомогою хлораторів, в яких готують розчин.

**Часом досягнення граничних втрат напору** - час, упродовж якого з початку фільтрування працював фільтр до граничних значень втрат напору.

**Часом захисної дії фільтра** - час, упродовж якого фільтр працював до погіршення фільтрату..



## КОНТРОЛЬНА ТЕСТОВА ПРОГРАМА

№ п/п	Питання	Відповіді
1.	На питну воду ГОСТ	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2874-82</li><li>• 7428-82</li><li>• 5613-94</li><li>• 4478-99</li><li>• 43/44-2.5-5-96</li></ul>
2.	ГОСТ на питну воду зараз замінюється вимогами	<ul style="list-style-type: none"><li>• Строительных норм и правил</li><li>• Відомчих будівельних норм</li><li>• Державних санітарних правил та норм</li><li>• Державних будівельних норм</li><li>• Рекомендацій „Вода питна”</li></ul>
3.	Закон України „Про питну воду та питне водопостачання” прийнятий	<ul style="list-style-type: none"><li>• Кабінетом міністрів 05.03. 2001р.</li><li>• Указом президента 10.02.2002 р.</li><li>• Верховною радою 10.01.2000р.</li><li>• Держводгоспом України 15.04.2003р.</li><li>• Міністерством сільського господарства 03.06.2002р.</li></ul>
4.	Закон України „Про питну воду та питне водопостачання” передбачає пріоритетність	<ul style="list-style-type: none"><li>• Питного водопостачання</li><li>• Виробничого водопостачання</li><li>• Водопостачання атомних станцій</li><li>• Водопостачання ферм</li><li>• Водопостачання шахт</li></ul>
5.	Закон України „Про питну воду та питне водопостачання” передбачає	<ul style="list-style-type: none"><li>• Вільний доступ до інформації про якість питної води</li><li>• Вільний доступ до інформації про стан джерел</li><li>• Вільний доступ до інформації про стан систем питного водопостачання</li><li>• Закриття інформації про якість води і стан джерел</li><li>• Закриття інформації про системи питного водопостачання</li></ul>
6.	Питна вода повинна мати каламутність, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1,5</li><li>• 2,0</li><li>• 1,0</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• 3,0</li><li>• 5,0</li></ul>
7.	Питна вода повинна мати кольоровість, град	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15</li><li>• 20</li><li>• 25</li><li>• 30</li><li>• 55</li></ul>
8.	Вміст заліза у питній воді, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,2</li><li>• 0,3</li><li>• 0,5</li><li>• 0,7</li><li>• 1,5</li></ul>
9.	Запах та присмак питної води, бал	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5</li><li>• 7</li><li>• 2</li><li>• 4</li><li>• 8</li></ul>
10	Вода вважається мінералізованою при сухому залишку, мг/дм <sup>3</sup> , більше	<ul style="list-style-type: none"><li>• 500</li><li>• 700</li><li>• 1000</li><li>• 1200</li><li>• 1500</li></ul>
11.	Державний стандарт на „Питну воду” переглядається один раз на	<ul style="list-style-type: none"><li>• п'ять років</li><li>• один рік</li><li>• два роки</li><li>• десять років</li><li>• двадцять років</li></ul>
12.	Вимоги „ДержСанПіНу” відповідно до ГОСТ на „Питну воду” стали більш жорсткими за	<ul style="list-style-type: none"><li>• каламутністю</li><li>• кольоровістю</li><li>• наявністю сульфатів</li><li>• наявністю хлоридів</li><li>• заліза</li></ul>
13.	Вимоги „ДержСанПіНу” відповідно до ГОСТ на „Питну воду” включають додатково в органоліптичних показниках	<ul style="list-style-type: none"><li>• хлорфеноли</li><li>• водневий показник</li><li>• залізо</li><li>• запах</li><li>• присмак</li></ul>
14.	Вимоги „ДержСанПіНу” відповідно до ГОСТ на „Питну воду” вклю-	<ul style="list-style-type: none"><li>• кількість термостабільних кишкових паличок</li><li>• патогенних мікроорганізмів</li></ul>

	<p>Чають додатково в мікробіологічних показниках</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• загальну кількість бактерій</li> <li>• колі-індекс</li> <li>• колі-титр</li> </ul>
15.	<p>Вимоги „ДержСанПіНу” відповідно до ГОСТ на „Питну воду” включають додатково в токсикологічних показниках</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• органічні компоненти</li> <li>• інтегральні показники</li> <li>• наявність хлороформу</li> <li>• наявність тригалометану</li> <li>• наявність пестицидів</li> </ul>
16.	<p>До органолептичних показників питної води відносяться</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• запах</li> <li>• каламутність</li> <li>• залізо</li> <li>• свинець</li> <li>• нікель</li> </ul>
17.	<p>До органолептичних показників питної води відносяться</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• залізо</li> <li>• каламутність</li> <li>• магній</li> <li>• колі-індекс</li> <li>• кольоровість</li> </ul>
18.	<p>Питна вода повинна мати колі-індекс</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 3</li> <li>• більше 3</li> <li>• менше 1</li> <li>• більше 1</li> <li>• 5</li> </ul>
19.	<p>Питна вода повинна мати загальну кількість бактерій, шт/см<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 100</li> <li>• більше 100</li> <li>• менше 1000</li> <li>• більше 1000</li> <li>• менше 500</li> </ul>
20.	<p>Питна вода повинна мати загальну жорсткість, мг-екв/дм<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 7</li> <li>• більше 7</li> <li>• менше 5</li> <li>• більше 5</li> <li>• більше 10</li> </ul>
21.	<p>Питна вода повинна мати вміст фтору, мг/дм<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,7-1,5</li> <li>• 0,5-1,0</li> <li>• менше 0,3</li> <li>• більше 1,5</li> <li>• менше 0,1</li> </ul>

22.	За токсикологічними показниками питна вода за ДержСанПіН повинна мати алюмінію, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 0,2</li> <li>• менше 0,3</li> <li>• менше 0,5</li> <li>• більше 0,5</li> <li>• 1,0</li> </ul>
23.	Радіаційна безпека питної води за гранично допустимим рівнем $\alpha$ -випромінювачів, Бк/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,1</li> <li>• 0,2</li> <li>• 0,3</li> <li>• 0,4</li> <li>• 1,0</li> </ul>
24.	Радіаційна безпека питної води за гранично допустимим рівнем $\beta$ -випромінювачів, Бк/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,1</li> <li>• 0,2</li> <li>• 0,3</li> <li>• 0,4</li> <li>• 1,0</li> </ul>
25.	Залишковий вільний хлор у воді на виході з РЧВ повинен бути, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,3-0,5</li> <li>• 0,4-0,8</li> <li>• менше 0,3</li> <li>• 0,5-1,0</li> <li>• 0,7-1,5</li> </ul>
26.	Тривалість контакту хлору з водою для знезаражування повинна бути, хв	<ul style="list-style-type: none"> <li>• більше 30</li> <li>• більше 25</li> <li>• більше 20</li> <li>• більше 10</li> <li>• більше 5</li> </ul>
27.	Типи контролю за якістю води	<ul style="list-style-type: none"> <li>• повний</li> <li>• загальний</li> <li>• скорочений</li> <li>• спеціальний епідеміологічної безпеки</li> <li>• спеціальний токсикологічної безпеки</li> </ul>
28.	Прояснення - це	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зменшення каламутності</li> <li>• зменшення кольоровості</li> <li>• зменшення вмісту заліза</li> <li>• зменшення жорсткості</li> <li>• зменшення інтенсивності запаху</li> </ul>
29.	Знебарвлення - це	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зменшення каламутності</li> <li>• зменшення кольоровості</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• зменшення вмісту заліза</li><li>• зменшення жорсткості</li><li>• зменшення інтенсивності запаху</li></ul>
30.	Видалення заліза - це	<ul style="list-style-type: none"><li>• прояснення</li><li>• деферизація</li><li>• дезодорація</li><li>• деманганіація</li><li>• знефторювання</li></ul>
31.	Дезодорація - це	<ul style="list-style-type: none"><li>• зменшення інтенсивності запаху</li><li>• зменшення інтенсивності присмаку</li><li>• видалення заліза</li><li>• видалення марганцю</li><li>• видалення вуглекислоти</li></ul>
32.	Прояснення і знебарвлення поверхневих вод проводиться	<ul style="list-style-type: none"><li>• реагентним методом</li><li>• безреагентним методом</li><li>• катіонного обміну</li><li>• аніонного обміну</li><li>• катіонного та аніонного обміну</li></ul>
33.	Безреагентний метод прояснення і знебарвлення при підготовці питної води передбачає	<ul style="list-style-type: none"><li>• аерацію води</li><li>• відстоювання</li><li>• фільтрування на повільних фільтрах</li><li>• фільтрування на швидких фільтрах</li><li>• електрообробку</li></ul>
34.	При реагентному методі прояснення і знебарвлення води у воду вводять	<ul style="list-style-type: none"><li>• коагулянти</li><li>• коагулянт та вапно</li><li>• окислювач (хлор)</li><li>• флокулянти</li><li>• сірчану кислоту</li></ul>
35.	Первинне хлорування необхідне для	<ul style="list-style-type: none"><li>• обробки гідрофобних зависей</li><li>• обробки гідрофільних зависей</li><li>• окислення заліза</li><li>• окислення марганцю</li><li>• окислення нікелю</li></ul>
36.	Безреагентні схеми з повільними фільтрами рекомендуються при	<ul style="list-style-type: none"><li>• кольоровості більше 50 град</li><li>• кольоровості менше 50 град</li><li>• кольоровості більше 120 град</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• кольоровості менше 120 град</li><li>• кольоровості менше 150 град</li></ul>
37.	Двоступеневі схеми прояснення та знебарвлення води рекомендуються при каламутності, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 1500</li><li>• більше 1500</li><li>• до 1800</li><li>• більше 1800</li><li>• до 5000</li></ul>
38.	Двоступеневі схеми прояснення та знебарвлення води рекомендуються при кольоровості, град	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 120</li><li>• більше 120</li><li>• до 150</li><li>• більше 150</li><li>• до 200</li></ul>
39.	Схема з контактними прояснювачами рекомендується при каламутності, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 100</li><li>• до 120</li><li>• до 150</li><li>• до 500</li><li>• до 200</li></ul>
40.	Схема з контактними прояснювачами рекомендується при кольоровості, град	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 160</li><li>• до 120</li><li>• до 150</li><li>• до 300</li><li>• до 200</li></ul>
41.	Контактні відкриті фільтри з важкою засипкою рекомендуються при каламутності, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 20</li><li>• до 30</li><li>• до 40</li><li>• до 50</li><li>• до 100</li></ul>
42.	Контактні відкриті фільтри з важкою засипкою рекомендуються при кольоровості, град	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 50</li><li>• до 100</li><li>• до 60</li><li>• до 120</li><li>• до 150</li></ul>
43.	Контактні пінополістирольні фільтри рекомендуються при каламутності, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 500</li><li>• до 600</li><li>• до 100</li><li>• до 120</li><li>• до 150</li></ul>
44.	Контактні пінополістирольні фільтри рекомен-	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 100</li><li>• до 120</li></ul>

	дуються при кольоровості, град	<ul style="list-style-type: none"> <li>• до 150</li> <li>• до 160</li> <li>• до 200</li> </ul>
45.	Вертикальні відстійники та швидкі фільтри рекомендуються при продуктивності станції, м <sup>3</sup> /добу	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 5000</li> <li>• більше 5000</li> <li>• будь-яка</li> <li>• більше 10000</li> <li>• більше 30000</li> </ul>
46.	Горизонтальні відстійники та швидкі фільтри рекомендуються при продуктивності станції, м <sup>3</sup> /добу	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 5000</li> <li>• більше 5000</li> <li>• будь-яка</li> <li>• більше 10000</li> <li>• більше 30000</li> </ul>
47.	Прояснювачі із завислим осадком та швидкі фільтри рекомендуються при продуктивності станції, м <sup>3</sup> /добу	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 5000</li> <li>• більше 5000</li> <li>• менше 10000</li> <li>• будь-яка</li> <li>• більше 30000</li> </ul>
48.	Прояснювачі з шаром завислого осаду та швидкі фільтри рекомендуються при каламутності, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50-1500</li> <li>• 100-2000</li> <li>• 20-1000</li> <li>• 10-500</li> <li>• будь-яка</li> </ul>
49.	Контактні прояснювачі рекомендуються при продуктивності станції, м <sup>3</sup> /добу	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 5000</li> <li>• більше 5000</li> <li>• менше 10000</li> <li>• будь-яка</li> <li>• більше 30000</li> </ul>
50.	Контактні пінополістирольні фільтри рекомендуються при продуктивності станції, м <sup>3</sup> /добу	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 5000</li> <li>• більше 5000</li> <li>• менше 10000</li> <li>• будь-яка</li> <li>• більше 30000</li> </ul>
51.	Контактні відкриті фільтри з важкою засипкою рекомендуються при продуктивності станції, м <sup>3</sup> /добу	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менше 5000</li> <li>• більше 5000</li> <li>• менше 50000</li> <li>• будь-яка</li> <li>• більше 30000</li> </ul>
52.	Двоступенева реагентна схема прояснення та	<ul style="list-style-type: none"> <li>• відстійник – швидкий фільтр</li> <li>• прояснювач із завислим осадом –</li> </ul>





	знебарвлення води це	швидкий фільтр <ul style="list-style-type: none"><li>• мікрофільтр - контактний прояснювач</li><li>• змішувач - контактний фільтр</li><li>• змішувач - відстійник</li></ul>
53.	Одноступенева реагентна схема прояснення та знебарвлення води це	<ul style="list-style-type: none"><li>• відстійник – швидкий фільтр</li><li>• прояснювач із завислим осадом – швидкий фільтр</li><li>• мікрофільтр - контактний прояснювач</li><li>• змішувач - контактний фільтр</li><li>• змішувач - відстійник</li></ul>
54.	Камера утворення пластівців встановлюється перед	<ul style="list-style-type: none"><li>• змішувачем</li><li>• відстійником</li><li>• мікрофільтром</li><li>• швидким фільтром</li><li>• повільним фільтром</li></ul>
55.	Первинний хлор вводить перед	<ul style="list-style-type: none"><li>• змішувачем</li><li>• мікрофільтром</li><li>• прояснювачем із завислим осадом</li><li>• відстійником</li><li>• фільтром</li></ul>
56.	Коагулянт вводить перед	<ul style="list-style-type: none"><li>• після первинного хлору</li><li>• після вторинного хлору</li><li>• перед швидким фільтром</li><li>• перед повільним фільтром</li><li>• перед камерою утворення пластівців</li></ul>
57.	Вторинний хлор вводить перед	<ul style="list-style-type: none"><li>• перед швидким фільтром</li><li>• перед резервуаром чистої води</li><li>• безпосередньо після введення коагулянту</li><li>• перед відстійником</li><li>• перед змішувачем</li></ul>
58.	Коагуляція може бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• в об'ємі</li><li>• контактна</li><li>• електрокоагуляція</li><li>• зовнішня</li><li>• підсилена</li></ul>
59.	За принципом течії води	<ul style="list-style-type: none"><li>• безнапірні, самопливні</li></ul>



	по спорудах станції поділяються на	<ul style="list-style-type: none"><li>• напірні</li><li>• комбіновані</li><li>• самовиливні</li><li>• струменеві</li></ul>
60.	Знезараження це	<ul style="list-style-type: none"><li>• знищення бактерій</li><li>• знищення вірусів</li><li>• окислення органічних речовин</li><li>• окислення заліза</li><li>• окислення марганцю</li></ul>
61.	Коагулянт може бути у вигляді	<ul style="list-style-type: none"><li>• плит</li><li>• шматків</li><li>• гранул</li><li>• порошку</li><li>• розчину</li></ul>
62.	Реагенти доставляються на водоочисну станцію	<ul style="list-style-type: none"><li>• автосамоскидами</li><li>• вагонами</li><li>• річковими суднами</li><li>• відрами</li><li>• возами</li></ul>
63.	Вапно - це	<ul style="list-style-type: none"><li>• коагулянт</li><li>• флокулянт</li><li>• окислювач для знезараження</li><li>• реагент</li><li>• промивочний розчин</li></ul>
64.	Сода - це	<ul style="list-style-type: none"><li>• коагулянт</li><li>• флокулянт</li><li>• окислювач для знезараження</li><li>• реагент</li><li>• промивочний розчин</li></ul>
65.	Найчастіше в якості коагулянту на станціях прояснення та знебарвлення води застосовують	<ul style="list-style-type: none"><li>• сульфат алюмінію (глинозем)</li><li>• оксихлорид алюмінію</li><li>• алюмінат натрію</li><li>• хлорне залізо</li><li>• сульфат заліза</li></ul>
66.	Найкращим коагулянтом є	<ul style="list-style-type: none"><li>• сульфат алюмінію (глинозем)</li><li>• оксихлорид алюмінію</li><li>• змішаний коагулянт</li><li>• хлорне залізо</li><li>• сульфат заліза</li></ul>

67.	Алюмінієвими коагулянтами є	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сульфат алюмінію (глинозем)</li> <li>• оксихлорид алюмінію</li> <li>• алюмінат натрію</li> <li>• хлорне залізо</li> <li>• сульфат заліза</li> </ul>
68.	Залізними коагулянтами є	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сульфат алюмінію (глинозем)</li> <li>• оксихлорид алюмінію</li> <li>• алюмінат натрію</li> <li>• хлорне залізо</li> <li>• сульфат заліза</li> </ul>
69.	Залізні коагулянти забезпечують утворення	<ul style="list-style-type: none"> <li>• важких пластівців</li> <li>• щільних пластівців</li> <li>• пухких пластівців</li> <li>• дрібних пластівців</li> <li>• тільки великих пластівців</li> </ul>
70.	Доза коагулянту призначається в залежності від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• каламутності води</li> <li>• кольоровості води</li> <li>• лужності води</li> <li>• вмісту заліза</li> <li>• дози хлору</li> </ul>
71.	При збільшенні каламутності доза коагулянту	<ul style="list-style-type: none"> <li>• збільшується</li> <li>• зменшується</li> <li>• залишається без змін</li> <li>• залежить від лужності води</li> <li>• залежить від продуктивності станції</li> </ul>
72.	Підлогування води використовується при	<ul style="list-style-type: none"> <li>• недостатній лужності</li> <li>• великій продуктивності</li> <li>• великій кольоровості</li> <li>• великій каламутності</li> <li>• наявності кисню</li> </ul>
73.	При використанні контактних прояснювачів та фільтрів доза коагулянту відповідно методики	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зменшується на 10-15%</li> <li>• збільшується на 10-15%</li> <li>• залишається без змін</li> <li>• зменшується на 20-25%</li> <li>• збільшується на 20-25%</li> </ul>
74.	Для інтенсифікації утворення пластівців в воду після коагулянту	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-3хв</li> <li>• 4хв</li> <li>• 4-5хв</li> </ul>

	вводиться флокулянт через	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-6хв</li> <li>• більше 6хв</li> </ul>
75.	Флокулянтами є	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сода</li> <li>• вапно</li> <li>• поліакриламід</li> <li>• активна кремнекислота</li> <li>• хлор</li> </ul>
76.	Для первинного хлорування рекомендується доза хлору, мг/дм <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-2</li> <li>• 3-4</li> <li>• 3-10</li> <li>• 10-15</li> <li>• будь-яка</li> </ul>
77.	Найчастіше реагенти дозують у вигляді	<ul style="list-style-type: none"> <li>• порошку</li> <li>• розчину</li> <li>• суспензії</li> <li>• розчину і суспензії</li> <li>• газу</li> </ul>
78.	При сухому зберіганні коагулянт зберігається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• в закритому складі без обігріву</li> <li>• в закритому складі з обігрівом</li> <li>• майданчику під відкритим небом</li> <li>• на горищі</li> <li>• в ямі на вулиці</li> </ul>
79.	При сухому зберіганні коагулянт транспортується в розчинний бак	<ul style="list-style-type: none"> <li>• грейфером</li> <li>• ношами</li> <li>• відрами</li> <li>• лопатами</li> <li>• транспортером</li> </ul>
80.	Коагулянт зберігають наступними способами	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сухий</li> <li>• мокрий</li> <li>• мокрий із зберіганням в розчинних баках</li> <li>• мокрий із зберіганням у витратних баках</li> <li>• сухе зберігання в розчинних баках</li> </ul>
81.	Розчин коагулянту з розчинного баку подається у витратний бак	<ul style="list-style-type: none"> <li>• відцентровим насосом</li> <li>• поршневим насосом</li> <li>• насосом-дозатором</li> <li>• самопливом</li> <li>• відрами</li> </ul>

82.	Коагулянт в розчинний бак висипається на	<ul style="list-style-type: none"> <li>• колосникову решітку (обрешітка)</li> <li>• хибне днище з ковпачками</li> <li>• днище з прямим похилом</li> <li>• днище з зворотним похилом</li> <li>• горизонтальне днище</li> </ul>
83.	Перемішування розчину коагулянту в розчинному баці забезпечується	<ul style="list-style-type: none"> <li>• повітрям</li> <li>• імпульсною мішалкою</li> <li>• лопатою</li> <li>• колом</li> <li>• насосом (гідравлічна мішалка)</li> </ul>
84.	Повітря для перемішування реагенту подається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• розподільною дірчастою системою</li> <li>• трубою</li> <li>• шлангом</li> <li>• лотком</li> <li>• підсмоктуванням повітря водою</li> </ul>
85.	Концентрація розчину в розчинних баках рекомендується	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-3%</li> <li>• 4-5%</li> <li>• 5-10%</li> <li>• 10-15%</li> <li>• 17-20%</li> </ul>
86.	Об'єм розчинних баків при зберіганні коагулянту приймається, м <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,5</li> <li>• 2,0</li> <li>• 1,5</li> <li>• 1,0</li> <li>• 0,5</li> </ul>
87.	Місткість розчинних баків залежить від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• витрат води, які подаються на очистку</li> <li>• дози коагулянту</li> <li>• дози вапна</li> <li>• тривалості циклу приготування</li> <li>• концентрації густини розчину</li> </ul>
88.	Витратні баки використовуються для	<ul style="list-style-type: none"> <li>• відстоювання розчину</li> <li>• зменшення концентрації розчину</li> <li>• збільшення концентрації розчину</li> <li>• для змішування з вапном</li> <li>• для накопичення певного об'єму</li> </ul>
89.	Концентрація розчину у витратних баках рекомендується не більше, %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12</li> <li>• 13</li> <li>• 14</li> <li>• 15</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16</li> </ul>
90.	Витратні баки відрізняються від розчинних відсутністю	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обрешітки</li> <li>• зони накопичення осаду</li> <li>• наявністю зони накопичення осаду</li> <li>• трубопроводу подачі води</li> <li>• кришкою</li> </ul>
91.	Суміщені розчинно-витратні баки це	<ul style="list-style-type: none"> <li>• у витратному баці розташований розчинний</li> <li>• в розчинному – витратний</li> <li>• витратний поруч з розчинним</li> <li>• витратний над розчинним</li> <li>• витратний під розчинним</li> </ul>
92.	Місткість витратних баків залежить від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• об'єму розчинних баків</li> <li>• концентрації розчину у витратних</li> <li>• концентрації розчину в розчинних</li> <li>• конструкції бака</li> <li>• місцевого розташування</li> </ul>
93.	Суміщено-розчинні баки використовуються на станціях	<ul style="list-style-type: none"> <li>• малої продуктивності</li> <li>• великої продуктивності</li> <li>• середньої продуктивності</li> <li>• в гірській місцевості</li> <li>• в південних регіонах</li> </ul>
94.	Сухе зберігання реагенту використовується на станціях	<ul style="list-style-type: none"> <li>• малої продуктивності</li> <li>• великої продуктивності</li> <li>• середньої продуктивності</li> <li>• в гірській місцевості</li> <li>• в південних регіонах</li> </ul>
95.	Мокре зберігання реагенту використовується на станціях	<ul style="list-style-type: none"> <li>• малої продуктивності</li> <li>• великої продуктивності</li> <li>• середньої продуктивності</li> <li>• в гірській місцевості</li> <li>• в південних регіонах</li> </ul>
96.	Для дозування коагулянтів використовуються	<ul style="list-style-type: none"> <li>• насоси-дозатори</li> <li>• дозатори Хованського</li> <li>• автоматичні дозатори</li> <li>• дозатори ДІМБА</li> <li>• гідравлічні мішалки</li> </ul>
97.	Для дозування вапна використовуються	<ul style="list-style-type: none"> <li>• насоси-дозатори</li> <li>• дозатори Хованського</li> <li>• автоматичні дозатори</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• дозатори ДІМБА</li><li>• гідравлічні мішалки</li></ul>
98.	Гідравлічні мішалки використовуються для зберігання та дозування	<ul style="list-style-type: none"><li>• коагулянту</li><li>• флокулянту</li><li>• вапна</li><li>• соди</li><li>• флокулянту та коагулянту</li></ul>
99.	Підтримка суспензії у зваженому стані в гідравлічній мішалці підтримується	<ul style="list-style-type: none"><li>• постійним перемішуванням відцентровим насосом</li><li>• забором відцентровим насосом</li><li>• імпульсною мішалкою</li><li>• випуском в розчинний бак</li><li>• постійним наповненням водою</li></ul>
100.	Розчин поліакриламід у готується в баку при	<ul style="list-style-type: none"><li>• затворінні його теплою водою</li><li>• перемішуванні лопатевою мішалкою</li><li>• перемішуванні повітрям</li><li>• перемішуванні циркулюючим потоком води</li><li>• скиді частини розчину у каналізацію</li></ul>
101.	В змішувачі змішування реагентів проходить за	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1-2хв</li><li>• 2-3хв</li><li>• 3-4хв</li><li>• 4-5хв</li><li>• 5-6хв</li></ul>
102.	За принципом дії змішувачі поділяються на	<ul style="list-style-type: none"><li>• гідравлічні</li><li>• механічні</li><li>• ударні</li><li>• плунжерні</li><li>• вібраційні</li></ul>
103.	Змішування в гідравлічних змішувачах забезпечується	<ul style="list-style-type: none"><li>• турбулентним потоком</li><li>• ламінарним потоком</li><li>• пропелерною мішалкою</li><li>• лопатевою мішалкою</li><li>• повітрям</li></ul>
104.	Змішування в механічних змішувачах забезпечується	<ul style="list-style-type: none"><li>• турбулентним потоком</li><li>• ламінарним потоком</li><li>• пропелерною мішалкою</li><li>• лопатевою мішалкою</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• повітрям</li> </ul>
105	До гідравлічних змішувачів відносяться	<ul style="list-style-type: none"> <li>• вертикальні</li> <li>• перегородчасті</li> <li>• дірчасті</li> <li>• шайбові</li> <li>• з пропелерною мішалкою</li> </ul>
106	До механічних змішувачів відносяться	<ul style="list-style-type: none"> <li>• вертикальні</li> <li>• перегородчасті</li> <li>• дірчасті</li> <li>• шайбові</li> <li>• з пропелерною мішалкою</li> </ul>
107	У вертикальному змішувачі змішування виконується в	<ul style="list-style-type: none"> <li>• нижній частині</li> <li>• верхній частині</li> <li>• середині</li> <li>• на 0,5 м верхньої крайки</li> <li>• в боковому кармані</li> </ul>
108	Вертикальний змішувач має конічну частину	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знизу</li> <li>• зверху</li> <li>• збоку</li> <li>• окремо від змішувача</li> <li>• в середині циліндричної частини</li> </ul>
109	Вихідна вода у вертикальний змішувач подається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знизу</li> <li>• зверху</li> <li>• збоку</li> <li>• в карман</li> <li>• в середину</li> </ul>
110	Переливний трубопровід вертикального змішувача забирає	<ul style="list-style-type: none"> <li>• надлишки води</li> <li>• вихідну воду</li> <li>• надлишки вапна</li> <li>• надлишки коагулянту</li> <li>• вихідну і розчин коагулянту</li> </ul>
111	У вертикальному змішувачі вода забирається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лотком з горизонтальною крайкою</li> <li>• лотком з трикутними вирізами</li> <li>• лотком з круглими отворами</li> <li>• переливною трубою</li> <li>• дірчастою трубою</li> </ul>
112	Висота верхньої циліндричної частини вертикального змішувача	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-1,5м</li> <li>• 1,5-2,0м</li> <li>• 2,0-2,5м</li> </ul>





	приймається	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2,5-3,0м</li><li>• 0,5-1,0м</li></ul>
113	Центральний кут між похилими стінками вертикального змішувача приймається, градусів	<ul style="list-style-type: none"><li>• 30-45</li><li>• 20-30</li><li>• 45-50</li><li>• 50-55</li><li>• будь-який</li></ul>
114	Перед виходом води в боковий карман вертикального змішувача встановлюється	<ul style="list-style-type: none"><li>• решітка</li><li>• сітка</li><li>• зернистий фільтр</li><li>• гідроциклон</li><li>• відстійник</li></ul>
115	Перегородчастий змішувач це	<ul style="list-style-type: none"><li>• лоток</li><li>• кругла місткість</li><li>• конусна місткість</li><li>• закрита циліндрична місткість</li><li>• паралелепіпед</li></ul>
116	Для змішування у перегородчастому змішувачі є перегородки	<ul style="list-style-type: none"><li>• одна</li><li>• дві</li><li>• три</li><li>• чотири</li><li>• п'ять</li></ul>
117	Перегородок з центральним отвором в перегородчастому змішувачі є	<ul style="list-style-type: none"><li>• одна</li><li>• дві</li><li>• три</li><li>• чотири</li><li>• п'ять</li></ul>
118	Перегородок з двома боковими отворами в перегородчастому змішувачі є	<ul style="list-style-type: none"><li>• одна</li><li>• дві</li><li>• три</li><li>• чотири</li><li>• п'ять</li></ul>
119	Перегородчасті та дірчасті змішувачі не рекомендується використовувати при	<ul style="list-style-type: none"><li>• вводити вапна</li><li>• вводити соди</li><li>• вводити сірчаноокислого алюмінію</li><li>• вводити хлорного заліза</li><li>• вводити активованої кремнієвої кислоти</li></ul>
120	Переливний трубопро-	<ul style="list-style-type: none"><li>• надлишки води</li></ul>



	від перегородчастого змішувача забирає	<ul style="list-style-type: none"><li>• вихідну воду</li><li>• надлишки вапна</li><li>• надлишки коагулянту</li><li>• вихідну і розчин коагулянту</li></ul>
121	У перегородчастому змішувачі реагент вводиться в	<ul style="list-style-type: none"><li>• потік вихідної води</li><li>• перед першою перегородкою</li><li>• після першої перегородки</li><li>• перед другою перегородкою</li><li>• перед третьою перегородкою</li></ul>
122	Для змішування у дірчастому змішувачі є перегородки	<ul style="list-style-type: none"><li>• одна</li><li>• дві</li><li>• три</li><li>• чотири</li><li>• п'ять</li></ul>
123	Отвори у перегородках дірчастого змішувача влаштовуються	<ul style="list-style-type: none"><li>• один великий в нижній частині</li><li>• два менших розмірів – під стінкою</li><li>• круглі діаметром до 20мм</li><li>• круглі діаметром більше 20мм</li><li>• круглі діаметром 20-100мм</li></ul>
124	В перегородчастих та дірчастих змішувачах змішування забезпечується завдяки	<ul style="list-style-type: none"><li>• виливу вихідної води</li><li>• звуженню потоків перед отворами</li><li>• розширенню потоків після отвору</li><li>• турбулізації потоку між перегородками</li><li>• перетіканню води у переливну трубу</li></ul>
125	Шайбовий змішувач являє собою	<ul style="list-style-type: none"><li>• труба Вентурі</li><li>• діафрагма (шайба з отвором)</li><li>• напірний трубопровід</li><li>• безнапірний трубопровід</li><li>• шайка (бачок)</li></ul>
126	Механічні змішувачі в експлуатації у порівнянні з гідравлічними	<ul style="list-style-type: none"><li>• простіші</li><li>• складніші</li><li>• аналогічні</li><li>• витрачають електроенергію</li><li>• потребують змащувальні матеріали</li></ul>
127	Шайбові змішувачі найчастіше встановлюються на станціях	<ul style="list-style-type: none"><li>• малої</li><li>• більше 50000м<sup>3</sup>/добу</li><li>• менше 50000 м<sup>3</sup>/добу</li></ul>



	продуктивністю	<ul style="list-style-type: none"><li>• менше 100000 м<sup>3</sup>/добу</li><li>• більше 100000 м<sup>3</sup>/добу</li></ul>
128	У шайбовому змішувачі реагент вводиться	<ul style="list-style-type: none"><li>• трубою перед діафрагмою</li><li>• трубою після діафрагми</li><li>• трубою, яка входить до середини труби</li><li>• трубою, яка входить в верхню частину труби</li><li>• трубою, яка зрізана під кутом 45 градусів</li></ul>
129	Механічний змішувач дозволяє	<ul style="list-style-type: none"><li>• регулювати тривалість змішування</li><li>• не регулювати тривалість змішування</li><li>• робити циклічною тривалість змішування</li><li>• нарощувати тривалість змішування з початку до кінця</li><li>• зменшувати тривалість змішування від початку до кінця</li></ul>
130	Камери утворення пластівців встановлюються перед	<ul style="list-style-type: none"><li>• вертикальними відстійниками</li><li>• горизонтальними відстійниками</li><li>• контактними прояснювачами</li><li>• швидкими фільтрами</li><li>• прояснювачами із шаром завислого осаду</li></ul>
131	На виході із камер утворення пластівців повинні бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• великі пластівці</li><li>• щільні пластівці</li><li>• дрібні пластівці</li><li>• окремо завись і пластівці коагулянту</li><li>• окремо завись і пластівці флокулянту</li></ul>
132	Існують наступні типи камер утворення пластівців	<ul style="list-style-type: none"><li>• водоворотного типу</li><li>• коридорного типу</li><li>• з шаром завислого осаду</li><li>• вихрові</li><li>• контактні</li></ul>
133	Тип камери утворення пластівців вибирають в залежності від	<ul style="list-style-type: none"><li>• типу наступної споруди</li><li>• продуктивності</li><li>• якості води</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• розмірів відстійника</li><li>• гідравлічної крупності зависі</li></ul>
134	У водоворотних камерах вода рухається	<ul style="list-style-type: none"><li>• ламінарними низхідними потоками</li><li>• ламінарними висхідними потоками</li><li>• горизонтальними потоками</li><li>• низхідним обертальним рухом</li><li>• визхідним обертальним рухом</li></ul>
135	В кінці водоворотної камери встановлюється	<ul style="list-style-type: none"><li>• погашувач</li><li>• сітка</li><li>• мікрофільтр</li><li>• барабанный фільтр</li><li>• гідроциклон</li></ul>
136	Впуск води у водоворотну камеру утворення пластівців проводиться	<ul style="list-style-type: none"><li>• колесом Сегнера</li><li>• дірчастою трубою</li><li>• лотком</li><li>• вільним виливом з труби</li><li>• подається насосом</li></ul>
137	В камері утворення пластівців перегородчастого типу вода рухається	<ul style="list-style-type: none"><li>• вздовж перегородок</li><li>• проходить через дірчасті перегородки</li><li>• проходить через три перегородки з великими отворами</li><li>• проходить через дві перегородки з двома отворами</li><li>• проходить через шар завислого осаду</li></ul>
138	Ширина коридорів у перегородчастих камерах приймається	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 0,7м</li><li>• більше 0,7м</li><li>• будь-яка</li><li>• більше 3,0м</li><li>• більше 5,0м</li></ul>
139	Тривалість перебування каламутних вод у перегородкових камерах	<ul style="list-style-type: none"><li>• 20хв</li><li>• 30хв</li><li>• 40хв</li><li>• 50хв</li><li>• 60хв</li></ul>
140	Тривалість перебування кольорових вод у перегородкових камерах	<ul style="list-style-type: none"><li>• 20хв</li><li>• 30хв</li><li>• 40хв</li><li>• 50хв</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60хв</li> </ul>
141	Кількість поворотів у перегородкових камерах утворення пластівців	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-3</li> <li>• 5-6</li> <li>• 8-10</li> <li>• 11-12</li> <li>• 12-15</li> </ul>
142	У вихрових камерах перебування каламутних вод приймається, хв	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4</li> <li>• 6</li> <li>• 8</li> <li>• 10</li> <li>• 12</li> </ul>
143	У вихрових камерах перебування кольорових вод приймається, хв	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4</li> <li>• 6</li> <li>• 8</li> <li>• 10</li> <li>• 12</li> </ul>
144	В камерах утворення пластівців вода повинна просуватись	<ul style="list-style-type: none"> <li>• повільно</li> <li>• без утворення різких поворотів</li> <li>• швидко</li> <li>• стояти</li> <li>• вільно вилитись в об'єм</li> </ul>
145	У вихрових камерах повільне змішування забезпечується	<ul style="list-style-type: none"> <li>• конічною нижньою частиною</li> <li>• конічною верхньою частиною</li> <li>• виливом в лоток</li> <li>• повільним протіканням по лотку</li> <li>• встановленням вставки Вентурі</li> </ul>
146	Камери утворення пластівців із шаром завислого осаду використовуються для вод	<ul style="list-style-type: none"> <li>• каламутних</li> <li>• середньої каламутності</li> <li>• малокаламутних</li> <li>• кольорових</li> <li>• середньої кольоровості</li> </ul>
147	В камері утворення пластівців із шаром завислого осаду вода рухається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знизу вгору</li> <li>• зверху донизу</li> <li>• зліва направо</li> <li>• з права наліво</li> <li>• під кутом 60градусів</li> </ul>
148	В камерах утворення пластівців із шаром завислого осаду висхідна швидкість приймається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• каламутності води</li> <li>• кольоровості води</li> <li>• продуктивності станції</li> <li>• кількості камер</li> </ul>

	в залежності від	<ul style="list-style-type: none"> <li>розмірів камер</li> </ul>
149	Камери утворення пластівців знаходяться	<ul style="list-style-type: none"> <li>вбудовані у відстійник</li> <li>прибудовані до відстійника</li> <li>знаходяться над відстійником</li> <li>знаходяться під відстійником</li> <li>знаходяться на водозаборі</li> </ul>
150	Вертикальний відстійник має	<ul style="list-style-type: none"> <li>верхню конічну частину, нижню циліндричну</li> <li>нижню конічну частину, верхню циліндричну</li> <li>тільки циліндричну частину</li> <li>тільки конічну частину</li> <li>герметичну частину</li> </ul>
151	Камери утворення пластівців повинні знаходитись	<ul style="list-style-type: none"> <li>в приміщенні з мінусовою температурою</li> <li>в приміщенні з плюсовою температурою</li> <li>на відкритому повітрі</li> <li>мати над собою навіс</li> <li>в приміщенні з температурою вище 20 градусів</li> </ul>
152	В плані вертикальний відстійник може бути	<ul style="list-style-type: none"> <li>круглим</li> <li>квадратним</li> <li>прямокутним</li> <li>овальним</li> <li>ромбоїдним</li> </ul>
153	В вертикальному відстійнику вода рухається	<ul style="list-style-type: none"> <li>з низу в гору</li> <li>з верху в низ</li> <li>горизонтально</li> <li>по спіралі з низу в гору</li> <li>по спіралі з верху в низ</li> </ul>
154	Швидкість руху води в вертикальному відстійнику повинна бути	<ul style="list-style-type: none"> <li>більшою за гідравлічну крупність</li> <li>меншою за гідравлічну крупність</li> <li>будь-якою</li> <li>1-2м/с</li> <li>2-3м/с</li> </ul>
155	Осад виводиться з вертикального відстійника	<ul style="list-style-type: none"> <li>періодично</li> <li>постійно</li> <li>зупиняється відстійник і повністю спорожняється</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• в пульсуючому режимі</li><li>• тільки вночі</li></ul>
156	Прояснена вода у вертикальному відстійнику збирається	<ul style="list-style-type: none"><li>• периферійними лотками</li><li>• радіальними лотками</li><li>• периферійними і радіальними лотками</li><li>• дірчастими трубами</li><li>• жолобами, які перетинають всередині відстійник</li></ul>
157	Період між скидами осаду з вертикального відстійника розраховується із врахуванням	<ul style="list-style-type: none"><li>• геометричного об'єму зони накопичення і ущільнення осаду</li><li>• продуктивності відстійника</li><li>• середньої концентрації осаду</li><li>• концентрації завислих речовин у вихідній воді і очищеній воді</li><li>• об'єму змішувача</li></ul>
158	Лотки проясненої води в вертикальному відстійнику повинні мати	<ul style="list-style-type: none"><li>• суворо горизонтальну крайку</li><li>• трикутні вирізи по крайці</li><li>• отвори в боковій стінці</li><li>• отвори в дні</li><li>• крайка має нахил 0.01</li></ul>
159	Площа вертикального відстійника залежить від	<ul style="list-style-type: none"><li>• продуктивності станції</li><li>• швидкості потоку</li><li>• кількості відстійників</li><li>• коефіцієнта використання об'єму</li><li>• способу подачі води</li></ul>
160	Концентрація завислих речовин у воді, яка поступає на очистку на відстійники залежить від	<ul style="list-style-type: none"><li>• каламутності</li><li>• кольоровості</li><li>• дози коагулянту</li><li>• дози хлору</li><li>• дози вапна</li></ul>
161	Середня концентрація осаду у вертикальному відстійнику залежить від	<ul style="list-style-type: none"><li>• каламутності води</li><li>• введених реагентів</li><li>• періоду між скидами осаду</li><li>• продуктивності станції</li><li>• кількості відстійників</li></ul>
162	Об'єм зони накопичення і ущільнення осаду у вертикальному відстійнику залежить	<ul style="list-style-type: none"><li>• висоти конічної частини</li><li>• висоти циліндричної частини</li><li>• площі циліндричної частини</li></ul>



	Від	<ul style="list-style-type: none"><li>• площі нижньої частини конуса</li><li>• площі камери утворення пластівців</li></ul>
163	Каламутність води на виході із відстійника повинна бути, мг/л	<ul style="list-style-type: none"><li>• 8-15</li><li>• 5-8</li><li>• 2-5</li><li>• 15-20</li><li>• 20-25</li></ul>
164	Період між скидами осаду з відстійника може бути, год	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2</li><li>• 3</li><li>• 6</li><li>• 12</li><li>• 24 і більше</li></ul>
165	Горизонтальний відстійник це	<ul style="list-style-type: none"><li>• довга глибока місткість</li><li>• широка і коротка місткість</li><li>• квадратна, в плані, місткість</li><li>• конічна місткість</li><li>• циліндрична місткість</li></ul>
166	Довжина горизонтального відстійника залежить від	<ul style="list-style-type: none"><li>• розрахункової швидкості горизонтального потоку</li><li>• гідравлічної крупності зависі</li><li>• середньої висоти зони прояснення</li><li>• середньої висоти зони накопичення та ущільнення осаду</li><li>• періодами між чистками відстійника</li></ul>
167	У горизонтальному відстійнику є	<ul style="list-style-type: none"><li>• зона прояснення</li><li>• зона накопичення та ущільнення осаду</li><li>• зона фільтрації</li><li>• зона відведення осаду</li><li>• зона знебарвлення води</li></ul>
168	У горизонтальному відстійнику вода повинна рухатись	<ul style="list-style-type: none"><li>• горизонтальними ламінарними потоками</li><li>• горизонтальними турбулентними потоками</li><li>• горизонтальними потоками з постійною зміною напрямку</li><li>• радіальними потоками</li><li>• низхідними потоками</li></ul>



169	Для рівномірного розподілу потоків по поперечному перерізу горизонтального відстійника передбачаються	<ul style="list-style-type: none"> <li>• переливні лотки</li> <li>• дірчасті перегородки з отворами в зоні прояснення</li> <li>• дірчасті перегородки по всій висоті відстійника</li> <li>• дірчасті перегородки в зоні накопичення й ущільнення осаду</li> <li>• перфоровані труби на рівні зони накопичення та ущільнення осаду</li> </ul>
170	Осад з горизонтального відстійника відводиться	<ul style="list-style-type: none"> <li>• безперервно протягом роботи</li> <li>• періодично протягом роботи без відключення відстійника</li> <li>• періодично із відключенням відстійника і повним спорожненням його</li> <li>• 20-30хв, потім не випускається декілька годин, без зупинки подачі вихідної води</li> <li>• 20-30хв, потім не випускається декілька годин, з зупинкою подачі вихідної води</li> </ul>
171	Прояснена вода збирається в горизонтальному відстійнику	<ul style="list-style-type: none"> <li>• в кінці відстійника лотком</li> <li>• системою розосередженого збору, що розташована по всій довжині</li> <li>• системою розосередженого збору, що розташована на 2/3 довжини на початку</li> <li>• системою розосередженого збору, що розташована в кінці на 2/3 довжини</li> <li>• лотком, на відстані 2/3 довжини від кінця</li> </ul>
172	Система розосередженого збору води в горизонтальному відстійнику розташовується	<ul style="list-style-type: none"> <li>• в верхній частині зони прояснення</li> <li>• в середній частині зони прояснення</li> <li>• на 2/3 висоті зони прояснення</li> <li>• в верхній частині зони накопичення осаду</li> <li>• на 2/3 висоті зони накопичення осаду</li> </ul>
173	Система	<ul style="list-style-type: none"> <li>• горизонтальні дірчасті труби</li> </ul>

	розосередженого збору води горизонтального відстійника являє собою	<ul style="list-style-type: none"> <li>• жолоби із затопленими отворами</li> <li>• жолоби з трикутними вирізами</li> <li>• суцільні труби з торцевим забором води</li> <li>• плаваючий гумовий шланг на поплавку</li> </ul>
174	Ширина горизонтального відстійника може бути більше ніж, м	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6</li> <li>• 9</li> <li>• 12</li> <li>• 15</li> <li>• 18</li> </ul>
175	Загальна площа горизонтальних відстійників залежить від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• продуктивності станції</li> <li>• гідравлічної крупності зависі</li> <li>• коефіцієнту об'ємного використання відстійника</li> <li>• висоти зони прояснення</li> <li>• тривалості випуску осаду</li> </ul>
176	Швидкість горизонтальної течії у горизонтальному відстійнику залежить від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• каламутності вихідної води</li> <li>• кольоровості вихідної води</li> <li>• інтенсивності запаху та присмаку</li> <li>• дози коагулянту</li> <li>• дози хлору</li> </ul>
177	Гідравлічна крупність зависі залежить від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• каламутності</li> <li>• кольоровості</li> <li>• обробки вод коагулянтами</li> <li>• обробки флокулянтами</li> <li>• обробки хлором</li> </ul>
178	Зона прояснення води в горизонтальному відстійнику знаходиться	<ul style="list-style-type: none"> <li>• вище зони накопичення і ущільнення осаду</li> <li>• нижче зони накопичення і ущільнення осаду</li> <li>• перед за зоною накопичення і ущільнення осаду</li> <li>• з боку зони накопичення і ущільнення осаду</li> <li>• за зоною накопичення і ущільнення осаду</li> </ul>
179	Тонкошаровий відстійник являє собою	<ul style="list-style-type: none"> <li>• окремі полки</li> <li>• окремі труби</li> <li>• окремі лотки</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• окремі отвори</li><li>• тонкий шар зависі</li></ul>
180	Відстань між полками в тонкошаровому відстійнику приймається, мм	<ul style="list-style-type: none"><li>• 25-50</li><li>• 50-100</li><li>• 100-125</li><li>• 125-150</li><li>• 150-175</li></ul>
181	Полки в тонкошаровому відстійнику нахилені до горизонту під кутом, град	<ul style="list-style-type: none"><li>• 30-40</li><li>• 40-50</li><li>• 50-60</li><li>• 60-70</li><li>• 70-80</li></ul>
182	Полиці в тонкошаровому відстійнику виготовляються з	<ul style="list-style-type: none"><li>• скла</li><li>• пластмас</li><li>• поліетилену</li><li>• оцинкованого заліза</li><li>• шорсткого лінолеуму</li></ul>
183	Тонкошарові модулі можуть встановлюватись	<ul style="list-style-type: none"><li>• в зоні проясненої води горизонтального відстійника</li><li>• в зоні проясненої води вертикального відстійника</li><li>• в зоні проясненої води контактного прояснювача</li><li>• в зоні проясненої води прояснювача із шаром завислого осаду</li><li>• в зоні проясненої води гідроциклону</li></ul>
184	Прояснювач із завислим осадом передбачає прояснення	<ul style="list-style-type: none"><li>• в щільному шарі осаду</li><li>• в завислому шарі осаду</li><li>• в шарі осаду, який постійно виходить з проясненою водою</li><li>• шар осаду, що плаває по поверхні</li><li>• завислого шару пінополістиролу</li></ul>
185	Максимальна швидкість потоку в шарі завислого осаду прояснювача із завислим осадом	<ul style="list-style-type: none"><li>• більше швидкості стисненого осадження</li><li>• менше стисненого осадження</li><li>• більше швидкості вільного</li></ul>



		осадження менше швидкості вільного осадження
		<ul style="list-style-type: none"><li>• більше 1м/с</li></ul>
186	Прояснювачі із завислим осадом можуть бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• з вертикальним осадоущільнювачем</li><li>• з піддонним осадоущільнювачем</li><li>• без осадоущільнювача</li><li>• з природнім відбором осаду</li><li>• з примусовим відбором осаду</li></ul>
187	Прототипом прояснювача із завислим осадом є	<ul style="list-style-type: none"><li>• горизонтальний відстійник</li><li>• радіальний відстійник</li><li>• тонкошаровий відстійник</li><li>• вертикальний, в робочому стані</li><li>• вертикальний, зашламлений</li></ul>
188	Прояснювач із завислим осадом коридорного типу має	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 робочих коридори</li><li>• 1 робочий коридор</li><li>• 1 осадоущільнювач</li><li>• 2 осадоущільнювача</li><li>• 3 робочих коридори</li></ul>
189	Для рівномірності розподілу води в коридорному прояснювачі із завислим осадом влаштовуються	<ul style="list-style-type: none"><li>• конічне днище</li><li>• дірчасті труби по довжині коридору</li><li>• дірчасті труби поперек коридору</li><li>• лотки</li><li>• плоске днище</li></ul>
190	Рівномірність збору та відводу осаду з осадоущільнювача прояснювача забезпечується	<ul style="list-style-type: none"><li>• конічне днище</li><li>• дірчасті труби по довжині коридору</li><li>• дірчасті труби поперек коридору</li><li>• лотки</li><li>• плоске днище</li></ul>
191	Осад в осадоущільнювач прояснювача коридорного типу перепускається	<ul style="list-style-type: none"><li>• рядом вікон</li><li>• одним суцільним вікном</li><li>• дірчастими трубами</li><li>• переливною стінкою</li><li>• невеликим вікном в кінці коридора</li></ul>
192	Забір проясненої води із осадоущільнювача прояснювача коридорного типу забезпечується	<ul style="list-style-type: none"><li>• взагалі не проводиться</li><li>• дірчастими трубами, під'єднаними до колектора</li><li>• дірчастими трубами, які виходять</li></ul>



	ся	<p>в боковий карман</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• дірчастими трубами, які об'єднуються і закінчуються засувкою</li><li>• лотками, які виходять в боковий карман</li></ul>
193	Швидкість висхідного потоку в прояснювачі коридорного типу залежить від	<ul style="list-style-type: none"><li>• каламутності вихідної води</li><li>• кольоровості вихідної води</li><li>• періоду року (зима, літо)</li><li>• періоду року (весна, осінь)</li><li>• дози коагулянту</li></ul>
194	Загальна площа робочих коридорів прояснювача коридорного типу залежить від	<ul style="list-style-type: none"><li>• продуктивності станції</li><li>• коефіцієнту розподілу</li><li>• швидкості висхідного потоку</li><li>• періоду року</li><li>• витрат коагулянту</li></ul>
195	Висота шару завислого осаду прояснювача коридорного типу повинна бути, м	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1,0-1,5</li><li>• 2,0-2,5</li><li>• 2,5-3,0</li><li>• 3,0-3,5</li><li>• менше 1,0</li></ul>
196	Коефіцієнт розподілу для прояснювача з шаром завислого осаду відображає відношення	<ul style="list-style-type: none"><li>• між витратами проясненої води, що пройшли через робочі коридори</li><li>• між витратами проясненої води, що пройшли через робочі коридори та осадоушільнювач</li><li>• між витратами проясненої води та осадом</li><li>• висоти шару проясненої води до висоти шару завислого осаду</li><li>• між витратами вихідної та проясненої води</li></ul>
197	Максимальна швидкість висхідного потоку в прояснювачі з завислим осадом для господарсько-питних водопроводів, мм/с	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1,1</li><li>• 1,2</li><li>• 1,3</li><li>• 1,4</li><li>• 1,5</li></ul>
198	Площа осадоушільнювача	<ul style="list-style-type: none"><li>• продуктивності станції</li><li>• швидкості висхідного потоку</li></ul>



	прояснювача залежить від	<ul style="list-style-type: none"><li>• коефіцієнту розподілу <math>K_p</math></li><li>• коефіцієнту <math>(1-K_p)</math></li><li>• кількості коридорів</li></ul>
199	Об'єм зони накопичення осаду в осадощільнювачі прояснювача з завислим осадом визначається з умов його накопичення упродовж, год	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1</li><li>• 3</li><li>• 6</li><li>• 12</li><li>• 24 і більше</li></ul>
200	Висота зони проясненої води у прояснювачі з завислим осадом приймається	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1,0-1,5</li><li>• 2,0-2,5</li><li>• 2,5-3,0</li><li>• 3,5-4,0</li><li>• 4,5-5,0</li></ul>
201	Фільтри можуть бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• зернисті</li><li>• сітчасті</li><li>• тканеві</li><li>• наливні</li><li>• пластинчасті</li></ul>
202	При фільтруванні витрачається	<ul style="list-style-type: none"><li>• велика кількість енергії</li><li>• велика кількість води</li><li>• велика кількість коагулянту</li><li>• велика кількість хлору</li><li>• велика кількість вапна</li></ul>
203	Фільтрування може бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• плівкове</li><li>• об'ємне</li><li>• кубічне</li><li>• бактеріальне</li><li>• сферичне</li></ul>
204	Швидкість фільтрування має розмірність	<ul style="list-style-type: none"><li>• м/с</li><li>• л/с</li><li>• м/год</li><li>• м/добу</li><li>• л/с * м<sup>2</sup></li></ul>
205	Швидкість фільтрування це	<ul style="list-style-type: none"><li>• витрати води м<sup>3</sup>/год через 1м<sup>2</sup> площі</li><li>• об'єм води м<sup>3</sup>/год через 1м<sup>2</sup> площі</li><li>• об'єм води л/год через 1м<sup>2</sup> площі</li><li>• витрати води л/год через 1м<sup>2</sup></li></ul>



		<p>площі</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• витрати води л/с через 1м<sup>2</sup>площі</li></ul>
206	Інтенсивність промивки це	<ul style="list-style-type: none"><li>• витрати води м<sup>3</sup>/год через 1м<sup>2</sup> площі</li><li>• об'єм води м<sup>3</sup>/год через 1м<sup>2</sup> площі</li><li>• об'єм води л/год через 1м<sup>2</sup> площі</li><li>• витрати води л/год через 1м<sup>2</sup> площі</li><li>• витрати води л/с через 1м<sup>2</sup>площі</li></ul>
207	Інтенсивність промивки має розмірність	<ul style="list-style-type: none"><li>• м/с</li><li>• л/с</li><li>• м/год</li><li>• м/добу</li><li>• л/с • м<sup>2</sup></li></ul>
208	Брудомісткість це	<ul style="list-style-type: none"><li>• кількість забруднень в кг на м<sup>2</sup> засипки</li><li>• кількість забруднень на м<sup>3</sup> засипки</li><li>• кількість забруднень в м<sup>3</sup> на кг засипки</li><li>• кількість засипки в кг на м<sup>2</sup> площі</li><li>• кількість засипки на м<sup>3</sup> об'єму</li></ul>
209	Основним робочим елементом зернистих фільтрів є	<ul style="list-style-type: none"><li>• сипучі зернисті матеріали</li><li>• каміння</li><li>• бавовняна, лляна, суконна тканина</li><li>• шар дрібнодисперсного порошку</li><li>• сітка з різним вічком</li></ul>
210	Основним елементом сітчастих фільтрів є	<ul style="list-style-type: none"><li>• сипучі зернисті матеріали</li><li>• каміння</li><li>• бавовняна, лляна, суконна тканина</li><li>• шар дрібнодисперсного порошку</li><li>• сітка з різним вічком</li></ul>
211	Основним елементом наливних фільтрів є	<ul style="list-style-type: none"><li>• сипучі зернисті матеріали</li><li>• каміння</li><li>• бавовняна, лляна, суконна тканина</li><li>• шар дрібнодисперсного порошку</li><li>• сітка з різним вічком</li></ul>
212	Основним елементом тканевих фільтрів є	<ul style="list-style-type: none"><li>• сипучі зернисті матеріали</li><li>• каміння</li><li>• бавовняна, лляна, суконна тканина</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• шар дрібнодисперсного порошку</li><li>• сітка з різним вічком</li></ul>
213	Повільними фільтрами є фільтри зі швидкістю фільтрування, м/год	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,1-0,2</li><li>• 1,0-2,0</li><li>• 5,5-15,0</li><li>• більше 25</li><li>• 15,0-25,0</li></ul>
214	Швидкими фільтрами є фільтри зі швидкістю фільтрування, м/год	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,1-0,2</li><li>• 1,0-2,0</li><li>• 5,5-15,0</li><li>• більше 25</li><li>• 15,0-25,0</li></ul>
215	Надшвидкими фільтрами є фільтри зі швидкістю фільтрування, м/год	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,1-0,2</li><li>• 1,0-2,0</li><li>• 5,5-15,0</li><li>• більше 25</li><li>• 15,0-25,0</li></ul>
216	В залежності від крупності засипки фільтри можуть бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• дрібнозернисті</li><li>• середньозернисті</li><li>• крупнозернисті</li><li>• еквівалентнозернисті</li><li>• не поділяються</li></ul>
217	Засипка фільтрів підбирається за такими діаметрами зерен	<ul style="list-style-type: none"><li>• мінімальний</li><li>• максимальний</li><li>• еквівалентний</li><li>• середній</li><li>• середньозважений</li></ul>
218	Основними характеристиками засипки фільтрів є	<ul style="list-style-type: none"><li>• мінімальний діаметр</li><li>• максимальний діаметр</li><li>• еквівалентний діаметр</li><li>• коефіцієнт неоднорідності</li><li>• товщина шару</li></ul>
219	За характеристикою потоків фільтри поділяються на	<ul style="list-style-type: none"><li>• однопотокові</li><li>• двопотокові</li><li>• висхідним потоком</li><li>• низхідним потоком</li><li>• чотирьох потокові</li></ul>
220	При незначному збільшенні крупності і	<ul style="list-style-type: none"><li>• збільшувати швидкість фільтрування</li></ul>





	товщини засипки фільтрів можна	<ul style="list-style-type: none"><li>• зменшувати швидкість фільтрування</li><li>• подавати більш каламутну воду</li><li>• подавати менш каламутну воду</li><li>• не впливає на роботу споруди</li></ul>
221	В залежності від густини зерен засипки швидкі фільтри можуть бути з	<ul style="list-style-type: none"><li>• важкою</li><li>• плаваючою</li><li>• нейтральною</li><li>• пластичною</li><li>• в'язкою</li></ul>
222	Швидкі фільтри мають наступні робочі цикли	<ul style="list-style-type: none"><li>• фільтрування</li><li>• промивки</li><li>• випуску осаду</li><li>• напуску вихідної води</li><li>• завантаження зернистим матеріалом</li></ul>
223	На швидкі фільтри вода подається	<ul style="list-style-type: none"><li>• зверху</li><li>• знизу</li><li>• збоку</li><li>• в середину засипки</li><li>• на 0,5м під засипку</li></ul>
224	Забруднення у швидких фільтрах затримується	<ul style="list-style-type: none"><li>• в верхніх шарах засипки</li><li>• в середині засипки</li><li>• по всій висоті засипки</li><li>• в нижній частині засипки</li><li>• у підтримуючих шарах</li></ul>
225	В якості засипки швидких фільтрів може бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• кварцевий пісок</li><li>• антрацит</li><li>• керамзит</li><li>• аглопорит</li><li>• попалені породи</li></ul>
226	Швидкі фільтри можуть мати швидкість фільтрування	<ul style="list-style-type: none"><li>• нормальну</li><li>• форсовану</li><li>• повільну</li><li>• надшвидку</li><li>• постійну</li></ul>
227	Підтримуючі шари швидких фільтрів вкладаються на	<ul style="list-style-type: none"><li>• розподільну систему</li><li>• фільтруючу засипку</li><li>• жолоби</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• в боковий карман</li><li>• центральний карман</li></ul>
228	Розподільна система може бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• великого опору</li><li>• малого опору</li><li>• середнього опору</li><li>• трубчастою</li><li>• без підтримуючих шарів</li></ul>
229	Промивна вода для промивки засипки подається в швидких фільтрах у	<ul style="list-style-type: none"><li>• жолоби</li><li>• в розподільну систему</li><li>• в боковий карман</li><li>• вільно виливається на поверхню засипки</li><li>• середня дренажна система</li></ul>
230	Брудна промивна вода в швидких фільтрах збирається	<ul style="list-style-type: none"><li>• жолобами</li><li>• дірчастими трубами</li><li>• розподільною системою</li><li>• середньою дренажною системою</li><li>• переливною воронкою</li></ul>
231	Розподільна система великого опору швидких фільтрів може бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• трубчастою з круглими отворами</li><li>• трубчастою з щілинними отворами</li><li>• трубчастою з трикутними отворами</li><li>• ковпачковою</li><li>• з поруватого полімер бетону</li></ul>
232	Діаметр отворів в розподільній системі з круглими отворами, швидких фільтрів приймається, мм	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5-6</li><li>• 8-10</li><li>• 10-12</li><li>• 12-15</li><li>• 5. 15-20</li></ul>
233	Для промивки швидких фільтрів використовується промивка	<ul style="list-style-type: none"><li>• водяна</li><li>• повітряна</li><li>• водо- повітряна</li><li>• водяна з додатковою поверхневою</li><li>• ручний збір забруднень</li></ul>
234	В результаті промивки швидких фільтрів проходить сортування зерен важкої засипки із розташуванням	<ul style="list-style-type: none"><li>• дрібних зверху</li><li>• дрібних з низу</li><li>• дрібних в середині</li><li>• великих з низу</li><li>• великих зверху</li></ul>

235	Отвори в розподільній системі швидких фільтрів розташовуються в відгалуження	<ul style="list-style-type: none"> <li>• в верхній твірній</li> <li>• в нижній твірній</li> <li>• з низу під кутом 45 градусів</li> <li>• з верху під кутом 45 градусів</li> <li>• в шаговому порядку</li> </ul>
236	В двопотокових фільтрах фільтрат збирається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• середньою дренажною системою</li> <li>• нижньою розподільною системою</li> <li>• жолобами</li> <li>• дірчастими трубами над засипкою</li> <li>• переливною лійкою</li> </ul>
237	В двошарових фільтрах з важкою засипкою фільтрат збирається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• середньою дренажною системою</li> <li>• нижньою розподільною системою</li> <li>• жолобами</li> <li>• дірчастими трубами над засипкою</li> <li>• переливною воронкою</li> </ul>
238	В двошарових фільтрах з важкою засипкою верхній шар виконується із	<ul style="list-style-type: none"> <li>• більш крупних зерен ніж нижній</li> <li>• більш дрібних зерен ніж нижній</li> <li>• більш легких зерен ніж нижній</li> <li>• більш важких зерен ніж нижній</li> <li>• з пінополістиролу</li> </ul>
239	Інтенсивність промивки засипки в швидких фільтрах при збільшенні крупності засипки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• збільшується</li> <li>• зменшується</li> <li>• остається без змін</li> <li>• може змінюватись як завгодно</li> <li>• спочатку стає меншою, а потім більшою</li> </ul>
240	Відносне розширення засипки в швидких фільтрах	<ul style="list-style-type: none"> <li>• збільшується при збільшенні інтенсивності</li> <li>• зменшується при збільшенні інтенсивності</li> <li>• збільшується при збільшенні крупності засипки</li> <li>• зменшується при зменшенні крупності засипки</li> <li>• не залежить ні від чого</li> </ul>
241	Найменший діаметр зерен засипки швидких фільтрів може бути, мм	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,5</li> <li>• 1,0</li> <li>• 1,2</li> <li>• 1,5</li> </ul>

	водного господарства та природокористування	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,7</li> </ul>
242	Однорідною засипкою вважається засипка з коефіцієнтом неоднорідності	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,1-1,2</li> <li>• 1,5-1,7</li> <li>• 1,8-2,0</li> <li>• 2,0-2,5</li> <li>• 1,6-1,8</li> </ul>
243	Мінімальна розрахункова швидкість фільтрування на швидких фільтрах може бути, м/год	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5,0</li> <li>• 6,0</li> <li>• 7,0</li> <li>• 8,0</li> <li>• 9,0</li> </ul>
244	Мінімальна розрахункова інтенсивність промивки фільтрів з важкою засипкою приймається, л/с•м <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12</li> <li>• 13</li> <li>• 14</li> <li>• 15</li> <li>• 16</li> </ul>
245	Мінімальна тривалість промивки фільтрів з важкою засипкою	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5хв</li> <li>• 5с</li> <li>• 5год</li> <li>• 10хв</li> <li>• 10год</li> </ul>
246	Мінімальна тривалість фільтроциклу на швидких фільтрах приймається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8год</li> <li>• 8діб</li> <li>• 8міс</li> <li>• 72год</li> <li>• 48год</li> </ul>
247	На водоочисній станції повинно бути швидких фільтрів, не менше	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2</li> <li>• 4</li> <li>• 6</li> <li>• 8</li> <li>• 10</li> </ul>
248	Потрібна площа швидких фільтрів залежить від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• корисної продуктивності станції</li> <li>• повної продуктивності станції</li> <li>• витрат води на власні потреби</li> <li>• витрат води на приготування коагулянтів</li> <li>• витрат води на протипожежні цілі</li> </ul>
249	Потрібна площа швидких фільтрів залежить від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• швидкості фільтрування в нормальному режимі</li> <li>• швидкості фільтрування в</li> </ul>



		<p>форсованому режимі</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• кількості промивок в нормальному режимі</li><li>• кількості промивок в аварійній ситуації</li><li>• тривалості промивки</li></ul>
250	Потрібна площа швидких фільтрів залежить від	<ul style="list-style-type: none"><li>• інтенсивності промивки</li><li>• тривалості промивки</li><li>• швидкості фільтрування в нормальному режимі</li><li>• тривалості простою фільтра в зв'язку із промивкою</li><li>• тривалості роботи станції упродовж доби</li></ul>
251	Потрібна площа швидких фільтрів не залежить від	<ul style="list-style-type: none"><li>• повної продуктивності станції</li><li>• корисної продуктивності станції</li><li>• витрат розчину коагулянту</li><li>• інтенсивності промивки</li><li>• швидкості фільтрування в нормальному режимі</li></ul>
252	В швидких фільтрах з важкою засипкою над засипкою повинен бути шар води, м	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,5</li><li>• 1,0</li><li>• 1,5</li><li>• 2,0</li><li>• 2,5</li></ul>
253	В двопотокових фільтрах вихідна вода подається в	<ul style="list-style-type: none"><li>• жолоби</li><li>• середню дренажну систему</li><li>• нижню розподільну систему</li><li>• в жолоби і нижню розподільну систему</li><li>• в середню дренажну і нижню розподільну системи</li></ul>
254	Двопотокові фільтри у порівнянні із швидкими фільтрами дозволяють	<ul style="list-style-type: none"><li>• збільшити брудомісткість засипки</li><li>• збільшити швидкість фільтрування</li><li>• збільшити тривалість фільтроциклу</li><li>• зменшити тривалість фільтроциклу</li><li>• зменшити швидкість фільтрування</li></ul>
255	На двопоточні фільтри на очистку подається вода	<ul style="list-style-type: none"><li>• із поверхневого джерела без реагентів</li><li>• після мікрофільтра</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• після барабанної сітки</li><li>• після першого ступеня очистки</li><li>• після гідроциклону</li></ul>
256	На попередні фільтри вода подається	<ul style="list-style-type: none"><li>• із поверхневого джерела без реагентів</li><li>• після мікрофільтра</li><li>• після барабанної сітки</li><li>• після першого ступеня очистки</li><li>• після гідроциклону</li></ul>
257	Швидкі фільтри виводяться на промивку	<ul style="list-style-type: none"><li>• при досягненні граничних втрат напору</li><li>• при погіршенні якості фільтрату</li><li>• при погіршенні якості вихідної води</li><li>• при зменшенні продуктивності станції</li><li>• при зменшенні швидкості фільтрування</li></ul>
258	Напірні фільтри це	<ul style="list-style-type: none"><li>• закриті циліндричні місткості</li><li>• відкриті резервуари</li><li>• фільтри, розташовані в трубі</li><li>• конічні закриті резервуари</li><li>• конічні резервуари, в які вода вводиться по дотичній</li></ul>
259	Напірні фільтри виводяться на промивку коли	<ul style="list-style-type: none"><li>• втрати напору досягають 6-8м</li><li>• погіршується якість фільтрату</li><li>• зменшується подача води</li><li>• втрати напору досягають 3,0-3,5м</li><li>• втрати напору досягають 2м</li></ul>
260	На контактні фільтри вода подається з	<ul style="list-style-type: none"><li>• з вертикального відстійника</li><li>• з контактного прояснювача</li><li>• безпосередньо із змішувача</li><li>• спеціальної розподільної системи над засипкою</li><li>• з мікрофільтра</li></ul>
261	В контактних фільтрах використовується засипка	<ul style="list-style-type: none"><li>• крупнозерниста з підвищеною товщиною</li><li>• більш однорідна крупнозерниста</li><li>• двошарова</li><li>• тришарова</li><li>• дрібнозерниста</li></ul>

262	В контактних прояснювачах, у порівнянні зі швидкими фільтрами використовується засипка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• більшої висоти</li> <li>• меншої висоти</li> <li>• такої ж самої висоти</li> <li>• двошарова</li> <li>• тришарова</li> </ul>
263	На контактні прояснювачі вихідна вода подається через	<ul style="list-style-type: none"> <li>• нижню розподільну систему</li> <li>• жолоби</li> <li>• середню дренажну систему</li> <li>• переливну воронку</li> <li>• нижню розподільну систему та жолоби</li> </ul>
264	В контактних прояснювачах розрахункова швидкість фільтрування обмежена	<ul style="list-style-type: none"> <li>• початком розширення засипки</li> <li>• крупністю засипки</li> <li>• інтенсивністю промивки</li> <li>• погіршенням якості фільтрату</li> <li>• величиною граничних втрат напору</li> </ul>
265	Площа контактних прояснювачів залежить від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• тривалості скидання першого фільтрату</li> <li>• корисної продуктивності станції</li> <li>• інтенсивності промивки</li> <li>• швидкості фільтрування у форсованому режимі</li> <li>• тривалості промивки</li> </ul>
266	У порівнянні із швидкими фільтрами для контактних прояснювачів інтенсивність промивки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• більше</li> <li>• менше</li> <li>• така сама</li> <li>• збільшується в кінці промивки</li> <li>• зменшується в кінці промивки</li> </ul>
267	В контактних прояснювачах забруднення затримується	<ul style="list-style-type: none"> <li>• верхніми шарами</li> <li>• нижніми шарами</li> <li>• всією засипкою</li> <li>• утворюють плівку на поверхні засипки</li> <li>• утворюють плівку на поверхні підтримуючих шарів</li> </ul>
268	З контактних прояснювачів воду можна відводити	<ul style="list-style-type: none"> <li>• системою горизонтального відводу води</li> <li>• системою вертикального відводу води</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• жолобами</li><li>• дірчастими трубами</li><li>• зливною лійкою</li></ul>
269	Пінополістирольні фільтри це	<ul style="list-style-type: none"><li>• лоток, в якому плаває пінополістирол</li><li>• місткість, в якому зверху плаває пінополістирол</li><li>• місткість, в якому в притопленому стані є пінополістирол</li><li>• місткість з полістиролом</li><li>• лоток з полістиролом</li></ul>
270	Пінополістирол готується	<ul style="list-style-type: none"><li>• на комбінатах</li><li>• на заводах</li><li>• безпосередньо на очисній станції</li><li>• на фабриках</li><li>• в зерносховищах</li></ul>
271	В фільтрі пінополістирол утримується в притопленому стані	<ul style="list-style-type: none"><li>• утримуючою решіткою</li><li>• трубчастою дренажною системою</li><li>• суцільним листом</li><li>• сіткою</li><li>• гофрованим листом</li></ul>
272	В пінополістирольних фільтрах з висхідним фільтраційним потоком чиста вода збирається	<ul style="list-style-type: none"><li>• в надфільтровому просторі</li><li>• в підфільтровому просторі</li><li>• піддренажному просторі</li><li>• підрешітковому просторі</li><li>• в центральному каналі</li></ul>
273	В пінополістирольних фільтрах з висхідним фільтраційним потоком чиста вода з надфільтрового простору відводиться з	<ul style="list-style-type: none"><li>• з верхнього рівня</li><li>• з рівня над решіткою</li><li>• з рівня на 0.1м вище решітки</li><li>• з рівня на 0.2м вище решітки</li><li>• з рівня на 0.3м вище решітки</li></ul>
274	В пінополістирольних фільтрах з фільтраційним висхідним потоком для зменшення висоти надфільтрового простору його роблять	<ul style="list-style-type: none"><li>• спільним для декількох фільтрів</li><li>• взаємопов'язаним для декількох фільтрів</li><li>• герметичним для кожного фільтра</li><li>• відокремленим для кожного фільтра</li><li>• розширеним для кожного фільтра</li></ul>



275	В пінополістирольних фільтрах з висхідним фільтраційним потоком вихідна вода подається в	<ul style="list-style-type: none"> <li>• нижню розподільну систему</li> <li>• верхню розподільну систему</li> <li>• середню дренажну систему</li> <li>• жолоби</li> <li>• боковий карман</li> </ul>
276	Перевагою пінополістирольних фільтрів з висхідним фільтраційним потоком є	<ul style="list-style-type: none"> <li>• простота конструкції</li> <li>• простота експлуатації</li> <li>• відсутність промивних насосів</li> <li>• менша кількість засувок</li> <li>• фільтрування в напрямку збільшення крупності гранул</li> </ul>
277	Недоліком пінополістирольних фільтрів з висхідним фільтраційним потоком є	<ul style="list-style-type: none"> <li>• простота конструкції</li> <li>• простота експлуатації</li> <li>• відсутність промивних насосів</li> <li>• менша кількість засувок</li> <li>• фільтрування в напрямку збільшення крупності гранул</li> </ul>
278	В пінополістирольних фільтрах з висхідним фільтраційним потоком надфільтровий простір потрібен для	<ul style="list-style-type: none"> <li>• накопичення води для промивки</li> <li>• підводу води до нижньої розподільної системи</li> <li>• аварійного запасу води</li> <li>• забезпечення рівномірного тиску на засипку по всій площі</li> <li>• забезпечення раціональних умов для підводу вихідної води</li> </ul>
279	В пінополістирольних фільтрах з низхідним фільтраційним потоком вихідна вода подається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• в над фільтровий простір</li> <li>• в під фільтровий простір</li> <li>• в нижню розподільну систему</li> <li>• в середню дренажну систему</li> <li>• в середню і нижню дренажні системи</li> </ul>
280	В пінополістирольних фільтрах з низхідним фільтраційним потоком очищена вода забирається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• з над фільтрового простору</li> <li>• нижньою розподільною системою</li> <li>• середньою дренажною системою</li> <li>• верхньою розподільною системою</li> <li>• жолобами</li> </ul>
281	В пінополістирольних фільтрах з низхідним фільтраційним потоком над фільтровий простір	<ul style="list-style-type: none"> <li>• спільним для декількох фільтрів</li> <li>• взаємопов'язаним для декількох фільтрів</li> <li>• герметичним для кожного фільтра</li> </ul>



	робиться	<ul style="list-style-type: none"><li>• відокремленим для кожного фільтра</li><li>• розширеним для кожного фільтра</li></ul>
282	Перевагою пінополістирольних фільтрів з низхідним фільтраційним потоком є	<ul style="list-style-type: none"><li>• можливість очистки більш брудної води</li><li>• простота експлуатації</li><li>• необхідність подачі промивної води насосів</li><li>• менша кількість засувок</li><li>• фільтрування в напрямку зменшення крупності гранул</li></ul>
283	Недоліком пінополістирольних фільтрів з низхідним фільтраційним потоком є	<ul style="list-style-type: none"><li>• можливість розширення засипки при заборі чистої води нижньою розподільною системою</li><li>• складність середнього дренажу</li><li>• необхідність подачі промивної води насосів</li><li>• менша кількість засувок</li><li>• фільтрування в напрямку зменшення крупності гранул</li></ul>
284	При промивці пінополістирольних фільтрів з низхідним фільтраційним потоком	<ul style="list-style-type: none"><li>• у над фільтровий простір слід подавати чисту промивну воду</li><li>• в окремих випадках у над фільтровий простір можна не подавати чисту промивну воду</li><li>• заблоковані фільтри поповнюють над фільтровий простір чистою водою</li><li>• промивна вода відводиться нижньою дренажною системою</li><li>• промивна вода відводиться середньою дренажною системою</li></ul>
285	Пінополістирольні фільтри можна встановлювати після	<ul style="list-style-type: none"><li>• відстійників</li><li>• прояснювачів із завислим осадом</li><li>• контактних прояснювачів</li><li>• змішувачів</li><li>• швидких фільтрів із важкою засипкою</li></ul>

286	Пінополістирольні фільтри запропоновані	<ul style="list-style-type: none"> <li>• на кафедрі водопостачання та бурової справи НУВГП</li> <li>• на кафедрі водовідведення, тепло і газопостачання НУВГП</li> <li>• фізики НУВГП</li> <li>• ВОДГЕО м. Москва</li> <li>• КНУБіА м. Київ</li> </ul>
287	Пінополістирол для фільтрів готується	<ul style="list-style-type: none"> <li>• шляхом спучування гарячою водою товарного полістиролу</li> <li>• шляхом спучування паром товарного полістиролу</li> <li>• шляхом спучування холодною водою товарного полістиролу</li> <li>• добувається в кар'єрах</li> <li>• завозиться готовим з ВО „Стирол”</li> </ul>
288	Для дезодорації води в надфільтровий простір пінополістирольних фільтрів з висхідним фільтраційним потоком засипається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• активоване вугілля</li> <li>• керамзит</li> <li>• кварцовий пісок</li> <li>• аглопорит</li> <li>• шунгизит</li> </ul>
289	Пінополістирольно – вугільні фільтри використовуються для	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дезодорації води</li> <li>• прояснення води</li> <li>• знебарвлення води</li> <li>• знефторення води</li> <li>• зм'якшення води</li> </ul>
290	Висота надфільтрового простору в пінополістирольних фільтрах з висхідним фільтраційним потоком не менше	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.5м</li> <li>• 1м</li> <li>• 1.5м</li> <li>• 2м</li> <li>• 2.5м</li> </ul>
291	Найменший діаметр гранул в пінополістирольних фільтрах в реагентних схемах очистки може бути	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.5мм</li> <li>• 0.3мм</li> <li>• 2мм</li> <li>• 2.5мм</li> <li>• 3мм</li> </ul>
292	В повільних фільтрах використовується	<ul style="list-style-type: none"> <li>• плівкове фільтрування</li> <li>• об'ємне фільтрування</li> <li>• горизонтальне фільтрування</li> <li>• над швидке фільтрування</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• фільтрування із змінною швидкістю</li></ul>
293	Плівка в повільних фільтрах видаляється	<ul style="list-style-type: none"><li>• вручну</li><li>• гідрозмивом</li><li>• зворотною водяною промивкою</li><li>• зворотною повітряно-водяною промивкою</li><li>• здувом повітрям</li></ul>
294	Швидкість фільтрування, м/год на повільних фільтрах призначається	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,1-0,2</li><li>• 0,5-1</li><li>• 1-2</li><li>• 2-3</li><li>• 3-5</li></ul>
295	Найменший діаметр зерен піску в повільних фільтрах, мм	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,1</li><li>• 0,2</li><li>• 0,3</li><li>• 0,4</li><li>• 0,5</li></ul>
296	На повільних фільтрах затримується	<ul style="list-style-type: none"><li>• завись в плівці</li><li>• бактерії в плівці</li><li>• завись в верхніх шарах засипки</li><li>• бактерії в верхніх шарах засипки</li><li>• завись в усій товщі засипки</li></ul>
297	Необхідна площа повільного фільтра залежить	<ul style="list-style-type: none"><li>• від продуктивності станції</li><li>• розрахункової швидкості фільтрування</li><li>• кількості промивок на добу</li><li>• інтенсивності промивки</li><li>• тривалості промивки</li></ul>
298	Вихідну воду на повільний фільтр подають	<ul style="list-style-type: none"><li>• зверху</li><li>• знизу</li><li>• в середню дренажну систему</li><li>• в дренажний колодезь</li><li>• під плівку на поверхні засипки</li></ul>
299	Тривалість фільтроциклу на повільних фільтрах вимірюється	<ul style="list-style-type: none"><li>• хвилинами</li><li>• годинами</li><li>• тижнями</li><li>• місяцями</li><li>• кварталами</li></ul>
300	Перед повільними	<ul style="list-style-type: none"><li>• горизонтальні відстійники</li></ul>

	фільтрами можуть встановлюватися	<ul style="list-style-type: none"> <li>• попередні фільтри</li> <li>• швидкі фільтри</li> <li>• контактні прояснювачі</li> <li>• прояснювачі із завислим осадом</li> </ul>
301	Флотатори використовуються при утворенні у воді після коагуляції	<ul style="list-style-type: none"> <li>• легкого осаду</li> <li>• важкого осаду</li> <li>• погано осідаючого осаду</li> <li>• щільного осаду</li> <li>• брудових грудок</li> </ul>
302	Флотатори використовуються при підготовці	<ul style="list-style-type: none"> <li>• каламутних вод</li> <li>• високо каламутних вод</li> <li>• високо кольорових вод</li> <li>• вод, які вміщують планктон</li> <li>• вод з дрібнозернистою і колоїдною завислю</li> </ul>
303	В флотаторах для сприяння спливання шламу вводяться	<ul style="list-style-type: none"> <li>• бульбашки повітря</li> <li>• грудки вапна</li> <li>• дрібнозернистий пісок</li> <li>• пінополістирол</li> <li>• осад, який сплив раніше</li> </ul>
304	Осад в флотаторах	<ul style="list-style-type: none"> <li>• спливає на поверхню води</li> <li>• осідає на дно</li> <li>• утримується в середній частині</li> <li>• знаходиться у завислому стані</li> <li>• спеціальним скребком згрібається в лоток</li> </ul>
305	В флотаторі вода проходить	<ul style="list-style-type: none"> <li>• горизонтальним турбулентним потоком</li> <li>• горизонтальним ламінарним потоком</li> <li>• вертикальним висхідним потоком</li> <li>• вертикальним низхідним потоком</li> <li>• пульсуючим потоком</li> </ul>
306	В гідроциклоні видаляються	<ul style="list-style-type: none"> <li>• легкі частки</li> <li>• дрібні домішки</li> <li>• крупні частки</li> <li>• пластівці коагулянту і зависі</li> <li>• щільні частки</li> </ul>
307	Затримання зависі в напірному гідроциклоні проходить під дією	<ul style="list-style-type: none"> <li>• відцентрової сили</li> <li>• сил тяжіння</li> <li>• гідродинамічних сил</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• броунівських сил</li><li>• молекулярних сил</li></ul>
308	В напірному гідроциклоні вихідна вода вводиться	<ul style="list-style-type: none"><li>• по дотичній, тангенціально</li><li>• суворо перпендикулярно корпусу в верхній частині</li><li>• в нижню частину корпусу</li><li>• зверху</li><li>• у середину корпусу</li></ul>
309	В напірному гідроциклоні очищена вода забирається	<ul style="list-style-type: none"><li>• із центральної частини</li><li>• з нижньої конічної частини</li><li>• з патрубку, розташованого тангенціально до корпусу</li><li>• із перефрійного лотка</li><li>• з патрубка, розташованого на 2/3 вище випуску осаду з конічної частини</li></ul>
310	Ефект очистки в гідроциклоні збільшується	<ul style="list-style-type: none"><li>• із збільшенням швидкості входу</li><li>• із зменшенням швидкості входу</li><li>• із зменшенням радіусу гідроциклону</li><li>• із збільшенням радіусу гідроциклону</li><li>• підвищенням тиску на вході</li></ul>
311	Мультициклон це	<ul style="list-style-type: none"><li>• дуже маленький гідроциклон</li><li>• дуже великий гідроциклон</li><li>• декілька гідроциклонів однакового діаметру</li><li>• гідроциклони, закріплені в двох горизонтальних перегородках</li><li>• „перевернутий” гідроциклон (зверху конічна частина)</li></ul>
312	Сітчасті установки використовуються для видалення	<ul style="list-style-type: none"><li>• грубо дисперсних домішок</li><li>• пластівців коагулянту та зависі</li><li>• планктону</li><li>• флокул</li><li>• органічних домішок, що обумовлюють кольоровість</li></ul>
313	Мікрофільтр це	<ul style="list-style-type: none"><li>• плоскі сітки з великим вічком</li><li>• плоскі сітки з малим вічком</li><li>• обертові круглі сітки</li><li>• не обертові круглі сітки</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• фільтр з дуже дрібною дрібнозернистою засипкою</li></ul>
314	Вихідна вода у мікрофільтри подається	<ul style="list-style-type: none"><li>• в середину барабану</li><li>• в нижню частину камери під барабан</li><li>• розбризкується над барабаном</li><li>• подається в промивний жолоб</li><li>• вільно виливається на поверхню сіток</li></ul>
315	В мікрофільтрах сітка регенерується наступним чином	<ul style="list-style-type: none"><li>• барабан повертається так, щоб забруднені сітки були на повітрі</li><li>• забруднення змивається промивною водою</li><li>• окремі ланки сітки виймаються й замінюються на нові</li><li>• завдяки зміні рівня води в середині барабану</li><li>• заміною всього барабану</li></ul>
316	В мікрофільтрі барабан занурений	<ul style="list-style-type: none"><li>• повністю у воду</li><li>• нижня частина на 2/3 діаметра</li><li>• нижня частина на 1/2 діаметра</li><li>• нижня частина на 1/3 діаметра</li><li>• барабан не занурений у воду</li></ul>
317	Намивні фільтри використовуються для	<ul style="list-style-type: none"><li>• глибокого прояснення води</li><li>• для очистки каламутних вод</li><li>• очистки високо каламутних вод</li><li>• очистки високо кольорових вод</li><li>• очистки середньо каламутних вод</li></ul>
318	Намивні фільтри використовуються для	<ul style="list-style-type: none"><li>• поповнення водою плавальних басейнів</li><li>• питного водопостачання невеликих населених пунктів</li><li>• питного водопостачання великих населених пунктів</li><li>• прояснення води в оборотних циклах</li><li>• попередньої підготовки води перед швидкими фільтрами</li></ul>
319	Намивний фільтр являє собою	<ul style="list-style-type: none"><li>• пористий елемент з намитим на нього порошком</li><li>• дрібнозерниста засипка і утворена на ній плівка</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• порошок, що засипається у крупнозернисту засипку</li><li>• порошок, що засипається в середньозернисту засипку</li><li>• порошок, намитий на сітку мікрофільтра</li></ul>
320	Для знезараження води використовуються наступні методи	<ul style="list-style-type: none"><li>• безреагентні</li><li>• реагентні</li><li>• катіонного обміну</li><li>• аніонного обміну</li><li>• ударні</li></ul>
321	До безреагентних методів знезаражування відносяться	<ul style="list-style-type: none"><li>• термічна обробка</li><li>• ультрафіолетове опромінення</li><li>• обробка ультразвуком</li><li>• введення іонів срібла</li><li>• озонування</li></ul>
322	Реагентні методи знезаражування ґрунтуються на введенні	<ul style="list-style-type: none"><li>• хлору</li><li>• озону</li><li>• перманганату калію</li><li>• хлорного вапна</li><li>• гіпохлориду натрію</li></ul>
323	Ультрафіолетове опромінення використовується для обробки	<ul style="list-style-type: none"><li>• вод з каламутністю до 2 мг/л</li><li>• із вмістом заліза до 0,3мг/л</li><li>• колі-індексі більше 1000</li><li>• колі-індексі менше 1000</li><li>• кольоровості менше 20 град</li></ul>
324	Ультрафіолетове опромінення забезпечується	<ul style="list-style-type: none"><li>• бактерицидними лампами</li><li>• лампами накаливання</li><li>• електромагнітними хвилями</li><li>• повітря, що пройшло озонатор</li><li>• променями сонця</li></ul>
325	Ультрафіолетове опромінення використовується найчастіше для	<ul style="list-style-type: none"><li>• обробки підземних вод</li><li>• обробки поверхневих вод</li><li>• на великих станціях</li><li>• на невеликих станціях</li><li>• підготовки води для власних потреб станції</li></ul>
326	Установка для ультрафіолетового опромінення являє	<ul style="list-style-type: none"><li>• корпус, в середині якого розташована лампа</li><li>• непроточна місткість, над якою є</li></ul>





	собою	лампи <ul style="list-style-type: none"><li>• проточний лоток, над яким розташовані лампи</li><li>• корпус, в якому вздовж лампи протікає вода</li><li>• корпус, в якому впоперек лампи протікає вода</li></ul>
327	Доза хлору, мг/л для знезараження підземних вод призначається	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0.5-0.7</li><li>• 0.7-1</li><li>• 1-2</li><li>• 2-3</li><li>• 3-4</li></ul>
328	Доза хлору, мг/л для знезараження поверхневих вод призначається	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0.5-0.7</li><li>• 0.7-1</li><li>• 1-2</li><li>• 2-3</li><li>• 3-4</li></ul>
329	Гіпохлорит натрію готується з	<ul style="list-style-type: none"><li>• кухонної солі</li><li>• сірчаноокислого заліза</li><li>• сірчаноокислого алюмінію</li><li>• хлорного заліза</li><li>• вапна</li></ul>
330	Гіпохлорит натрію готується	<ul style="list-style-type: none"><li>• електролітичним способом</li><li>• безпосередньо на станції</li><li>• в проточних установках</li><li>• порційних установках</li><li>• термічним способом</li></ul>
331	В склад установки для приготування гіпохлориту натрію входять	<ul style="list-style-type: none"><li>• бак постійного рівня</li><li>• бачок –дозатор</li><li>• електролізер</li><li>• бак – накопичувач</li><li>• нагрівальний елемент</li></ul>
332	Гіпхлорит натрію це	<ul style="list-style-type: none"><li>• газ</li><li>• розчин</li><li>• суспензія</li><li>• шматки</li><li>• гранули</li></ul>
333	Для знезараження води хлор у воду вводять у	<ul style="list-style-type: none"><li>• газу</li><li>• розчину</li></ul>



	вигляді	<ul style="list-style-type: none"><li>• суспензії</li><li>• гранул</li><li>• скрапленого газу</li></ul>
334	Хлор на станцію доставляють	<ul style="list-style-type: none"><li>• балонах</li><li>• бочках</li><li>• мішках</li><li>• бутлях</li><li>• флягах</li></ul>
335	Розчин хлору готують в	<ul style="list-style-type: none"><li>• гідравлічних змішувачах</li><li>• механічних змішувачах</li><li>• центрифугах</li><li>• вакуумних хлораторах</li><li>• сатураторах</li></ul>
336	В склад вакуумного хлоратора ЛОНИИ-100(АХВ – 1000)	<ul style="list-style-type: none"><li>• фільтр із скловатою</li><li>• зернистий фільтр</li><li>• повільний фільтр</li><li>• сітчастий фільтр</li><li>• ткане вий фільтр</li></ul>
337	Витрати хлору вимірюються в хлораторах	<ul style="list-style-type: none"><li>• ротаметром</li><li>• манометром</li><li>• вакуумметром</li><li>• вставкою Вен турі</li><li>• крильчастим витратоміром</li></ul>
338	Із змішувача вакуумного хлоратора розчин хлору забирається	<ul style="list-style-type: none"><li>• ежектором</li><li>• відцентровим насосом</li><li>• плунжерним насосом</li><li>• вільно витікає</li><li>• виштовхується нагнітаємим повітрям</li></ul>
339	Хлор газ	<ul style="list-style-type: none"><li>• отруйний газ</li><li>• газ – веселун</li><li>• зеленкувато- жовтого кольору</li><li>• важчий за повітря</li><li>• легший за повітря</li></ul>
340	В порівнянні з хлораторами ЛОНИЯМИ хлоратори ЛК	<ul style="list-style-type: none"><li>• простіші за конструкцією</li><li>• складніші за конструкцією</li><li>• використовуються на станціях великої продуктивності</li><li>• використовуються на станціях</li></ul>



		малої продуктивності <ul style="list-style-type: none"><li>• можуть підіймати розчин на висоту більшу за 20м</li></ul>
341	При використанні для хлорування ЛОНИИ-100 використовується	<ul style="list-style-type: none"><li>• проміжний балон</li><li>• випарний балон</li><li>• редуційний клапан</li><li>• насос-дозатор</li><li>• регулювальний вентиль</li></ul>
342	Хлоратори розташовують	<ul style="list-style-type: none"><li>• в залі фільтрів</li><li>• в будівлях, які стоять окремо</li><li>• в будівлях в понижених місцях місцевості станції</li><li>• в приміщеннях, які відокремлені від споруд глухою стіною</li><li>• біля насосів в насосній станції другого підйому</li></ul>
343	Для збільшення виходу хлору використовують	<ul style="list-style-type: none"><li>• вентиляцію</li><li>• підігрів</li><li>• спеціальні випарувачи</li><li>• гіпохлорит натрію</li><li>• сульфід натрію</li></ul>
344	Аміак вводять у воду	<ul style="list-style-type: none"><li>• для зменшення дози хлору</li><li>• запобіганню утворенню хлорфенольних запахів</li><li>• збільшення часу фіксації хлору</li><li>• збільшення дози хлору</li><li>• зменшення дози озону</li></ul>
345	Озон утворюється в результаті	<ul style="list-style-type: none"><li>• сильного розряду електричного струму</li><li>• електричному розряді при 220в</li><li>• електричному розряді при 36в</li><li>• електролізу солі</li><li>• випаровування із скрапленого газу</li></ul>
346	Озон вводять у воду у вигляді	<ul style="list-style-type: none"><li>• розчину з концентрацією до 20%</li><li>• повітря- озонової суміші</li><li>• суспензії</li><li>• водо- озонової суміші</li><li>• розчину з концентрацією до 12%</li></ul>
347	Повітря- озонову суміш для знезаражування вводять в	<ul style="list-style-type: none"><li>• контактний резервуар</li><li>• змішувач</li><li>• резервуар чистої води</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• відстійник</li><li>• перед швидким фільтром</li></ul>
348	Перед подачею повітря в озонатор його	<ul style="list-style-type: none"><li>• очищують від пилу</li><li>• насичують пилом</li><li>• охолоджують</li><li>• нагрівають</li><li>• осушують</li></ul>
349	Озон отримують в	<ul style="list-style-type: none"><li>• озонаторах</li><li>• вентиляторах</li><li>• бактерицидних лампах</li><li>• вакуумних хлоратора</li><li>• установках подібних до вакуумних хлораторів</li></ul>
350	Оброблена озоном вода має	<ul style="list-style-type: none"><li>• блакитний колір</li><li>• приємний запах</li><li>• жовтувато-зеленуватий колір</li><li>• фенольний запах</li><li>• немає ні запаху ні кольору</li></ul>
351	Контактний резервуар, в який вводять озон повинен бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• герметичним</li><li>• відкритим</li><li>• обладнаний пристроєм для уловлювання озону</li><li>• мати витяжну вентиляцію</li><li>• мати приточну вентиляцію</li></ul>
352	Тривалість контакту озону з водою, хв.	<ul style="list-style-type: none"><li>• більше 4</li><li>• більше 10</li><li>• більше 20</li><li>• більше 30</li><li>• більше 40</li></ul>
353	Дезодорація забезпечується	<ul style="list-style-type: none"><li>• окисленням</li><li>• аерацією</li><li>• сорбцією</li><li>• окисленням і сорбцією</li><li>• введенням коагулянту</li></ul>
354	Для дезодорації окисленням можна використовувати	<ul style="list-style-type: none"><li>• хлор</li><li>• перманганат калію</li><li>• озон</li><li>• вапно</li><li>• сірчаноокислий алюміній</li></ul>

355	Окислення для дезодорації використовують	<ul style="list-style-type: none"> <li>• при незначних значеннях інтенсивності запаху</li> <li>• при значних значеннях інтенсивності запаху</li> <li>• при запахах, які з'являються періодично</li> <li>• при постійних значних запахах</li> <li>• на виробничих водопроводах</li> </ul>
356	Для сорбційної дезодорації використовують	<ul style="list-style-type: none"> <li>• порошкове активоване вугілля</li> <li>• гранульоване активоване вугілля</li> <li>• цеоліт</li> <li>• кварцовий пісок</li> <li>• фторид натрію</li> </ul>
357	Порошкове активоване вугілля для дезодорації вводять	<ul style="list-style-type: none"> <li>• перед першою ступінню очистки</li> <li>• перед другою ступінню очистки</li> <li>• перед змішувачем</li> <li>• у вигляді порошку (сухе дозування)</li> <li>• у вигляді пульпи (мокре дозування)</li> </ul>
358	Гранульоване вугілля	<ul style="list-style-type: none"> <li>• вводится в потік води</li> <li>• вводится у відстійник</li> <li>• знаходиться в сорбційних фільтрах</li> <li>• є фільтруючим шаром одношарових швидких фільтрів</li> <li>• є другим шаром в двошарових швидких фільтрах</li> </ul>
359	В сорбційних фільтрах гранульоване вугілля працює	<ul style="list-style-type: none"> <li>• постійно, не вимагає регенерації</li> <li>• промивається водою для регенерації</li> <li>• періодично регенерується</li> <li>• вручну періодично знімається плівка з нього</li> <li>• періодично продувається повітрям для регенерації</li> </ul>
360	Регенерація активованого вугілля сорбційних фільтрів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• термічна</li> <li>• хімічна</li> <li>• механічна (зняття плівки)</li> </ul>



	може бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• гідравлічна (промивка водою)</li><li>• не регенерується, а замінюється на нове</li></ul>
361	Висота вугільної засипки в сорбційних фільтрах залежить	<ul style="list-style-type: none"><li>• від швидкості фільтрування</li><li>• тривалості контакту</li><li>• продуктивності станції</li><li>• кількості фільтрів</li><li>• тривалості зупинок на розпушування</li></ul>
362	Час проходження води в шарі вугілля сорбційних фільтрів, хв	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10-15</li><li>• 5-10</li><li>• 15-20</li><li>• 20-25</li><li>• 25-30</li></ul>
363	Швидкість фільтрування, м/год на сорбційних фільтрах	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5-10</li><li>• 10-15</li><li>• 15-20</li><li>• 20-25</li><li>• 1-5</li></ul>
364	Залізо в природних водах може бути в	<ul style="list-style-type: none"><li>• іонній формі</li><li>• комплексні сполуки двовалентного заліза</li><li>• комплексні сполуки тривалентного заліза</li><li>• тонкодисперсної зависі гідроксиду заліза</li><li>• пластівців коагулянту і солей заліза</li></ul>
365	Для видалення заліза використовуються наступні методи	<ul style="list-style-type: none"><li>• реагентний</li><li>• безреагентний</li><li>• катіонообмінний</li><li>• аніонообмінний</li><li>• термічний</li></ul>
366	При безреагентному методі двовалентні іони заліза окислюються	<ul style="list-style-type: none"><li>• киснем</li><li>• хлором</li><li>• перманганатом калію</li><li>• вапном</li><li>• содою</li></ul>
367	Найчастіше використовуються для	<ul style="list-style-type: none"><li>• реагентний</li><li>• безреагентний</li></ul>

	зnezалізнення води	<ul style="list-style-type: none"> <li>• катіонообмінний</li> <li>• аніонообмінний</li> <li>• термічний</li> </ul>
368	При безреагентному методі зnezалізнення аерація може бути	<ul style="list-style-type: none"> <li>• спрощена</li> <li>• глибока</li> <li>• фізична</li> <li>• хімічна</li> <li>• бактеріологічна</li> </ul>
369	Спрощена аерація для зnezалізнення використовується при	<ul style="list-style-type: none"> <li>• концентрації заліза до 10 мг/л</li> <li>• концентрації заліза більше 10 мг/л</li> <li>• водневому показнику менше 6,8</li> <li>• водневому показнику більше 6,8</li> <li>• концентрації заліза більше 15 мг/л</li> </ul>
370	При зnezалізненні із спрощеною аерацією передбачається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• аерація і фільтрування</li> <li>• аерація і відстоювання</li> <li>• аерація-відстоювання-фільтрування</li> <li>• відстоювання та фільтрування</li> <li>• аерація в градирнях і фільтрування</li> </ul>
371	Глибока аерація при зnezалізненні води забезпечується в	<ul style="list-style-type: none"> <li>• вентиляторній градирні</li> <li>• відкритій градирні</li> <li>• вільним виливом з висоти 0,5м</li> <li>• вакуумно-ежекційним аератором</li> <li>• подачею повітря в напірний трубопровід від повітрязбірника</li> </ul>
372	Спрощена аерація при зnezалізненні води забезпечується в	<ul style="list-style-type: none"> <li>• вентиляторній градирні</li> <li>• відкритій градирні</li> <li>• вільним виливом з висоти 0,5м</li> <li>• вакуумно-ежекційним аератором</li> <li>• подачею повітря в напірний трубопровід від повітрязбірника</li> </ul>
373	Для затримання гідроксиду заліза застосовуються фільтри з	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пінополістирольною засипкою</li> <li>• з кварцовою засипкою</li> <li>• з сорбційною засипкою</li> <li>• катіонообмінною засипкою</li> <li>• керамзитовою засипкою</li> </ul>
374	Зnezалізнення поверхневих вод передбачається	<ul style="list-style-type: none"> <li>• на спеціальних спорудах</li> <li>• одночасно з проясненням і знебарвленням води</li> <li>• методом спрощеної аерації води і</li> </ul>



		<p>фільтрування</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• методом глибокої аерації і фільтрування</li><li>• катіонообмінним способом</li></ul>
375	Пінополістирольні фільтри із зростаючим шаром осаду для знезалізнення води використовуються при концентрації заліза, мг/л	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 5</li><li>• до 10</li><li>• до 15</li><li>• до 25</li><li>• більше 25</li></ul>
376	В гідроавтоматичних установках знезалізнення води відведення промивної води забезпечується	<ul style="list-style-type: none"><li>• промивним сифоном</li><li>• жолобами</li><li>• самопливними системами</li><li>• напірними трубопроводами</li><li>• насосами</li></ul>
377	Гідроавтоматичні установки знезалізнення води переводяться в режим промивки при	<ul style="list-style-type: none"><li>• досягненні граничних втрат напору</li><li>• концентрації заліза у фільтрованій воді більше 0,3 мг/л</li><li>• концентрації заліза у фільтрованій воді більше 0,5 мг/л</li><li>• концентрації заліза у фільтрованій воді більше 1,0 мг/л</li><li>• концентрації заліза у фільтрованій воді більше 1,5 мг/л</li></ul>
378	Для зниження витрат води на власні потреби водоочисних станцій необхідно	<ul style="list-style-type: none"><li>• скидати промивні води від фільтрів у водойми</li><li>• скидати осад від відстійників у водойми</li><li>• передбачати споруди обробки промивних вод</li><li>• повернення вод від споруд обробки промивних вод</li><li>• подавати воду на мулові майданчики</li></ul>
379	В склад споруд обробки промивних вод входять	<ul style="list-style-type: none"><li>• піскоуловлювач</li><li>• відстійник промивних вод</li><li>• резервуар промивних вод</li><li>• фільтр</li><li>• гідроциклон</li></ul>



380	Схему споруд обробки промивних вод приймають в залежності від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• технологічних схем прояснення води</li> <li>• технологічних схем знебарвлення води</li> <li>• обладнання для знезараження води</li> <li>• типу фільтрів</li> <li>• продуктивності станції</li> </ul>
381	При одноступеневих схемах прояснення в склад споруд обробки промивних вод входять	<ul style="list-style-type: none"> <li>• відстійник промивних вод</li> <li>• резервуар промивних вод</li> <li>• піскоуловлювач</li> <li>• згущувач</li> <li>• фільтр</li> </ul>
382	При двоступеневих схемах прояснення в склад споруд обробки промивних вод входять	<ul style="list-style-type: none"> <li>• відстійник промивних вод</li> <li>• резервуар промивних вод</li> <li>• піскоуловлювач</li> <li>• згущувач</li> <li>• фільтр</li> </ul>
383	Осад від відстійників промивних вод може подаватись на	<ul style="list-style-type: none"> <li>• накопичувачі</li> <li>• майданчики заморожування осаду</li> <li>• майданчики підсушування осаду</li> <li>• згущувач</li> <li>• пісковий майданчик</li> </ul>
384	Осад з піскоуловлювача споруд обробки промивних вод подається на	<ul style="list-style-type: none"> <li>• накопичувачі</li> <li>• майданчики заморожування осаду</li> <li>• майданчики підсушування осаду</li> <li>• згущувач</li> <li>• пісковий майданчик</li> </ul>
385	Осад від горизонтальних відстійників прояснення та знебарвлення води в схемах обробки промивних вод подається на	<ul style="list-style-type: none"> <li>• накопичувач</li> <li>• майданчик заморожування</li> <li>• майданчик підсушування</li> <li>• згущувач</li> <li>• резервуар промивних вод</li> </ul>
386	Осад від прояснювачів із завислим осадом в схемах обробки промивних вод подається на	<ul style="list-style-type: none"> <li>• накопичувач</li> <li>• майданчик заморожування</li> <li>• майданчик підсушування</li> <li>• згущувач</li> <li>• резервуар промивних вод</li> </ul>
387	Промивні води від	<ul style="list-style-type: none"> <li>• накопичувач</li> </ul>

	швидких фільтрів в схемі обробки промивних вод подаються на	<ul style="list-style-type: none"> <li>• майданчик заморожування</li> <li>• майданчик підсушування</li> <li>• згущувач</li> <li>• резервуар промивних вод</li> </ul>
388	Накопичувачами осаду в схемах обробки промивних вод можуть бути	<ul style="list-style-type: none"> <li>• старі яри</li> <li>• старі кар'єри</li> <li>• сплановані майданчики глибиною не менше 2м</li> <li>• горизонтальні відстійники в схемі прояснення води</li> <li>• резервні швидкі фільтри</li> </ul>
389	Майданчики заморожування та підсушування осаду в схемах обробки промивних вод являють собою	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сплановану площину</li> <li>• площину, обмежену валками ґрунту</li> <li>• яри</li> <li>• майданчики з пристроями для напуску осаду</li> <li>• майданчики для випуску осаду</li> </ul>
390	Майданчики для підсушування осаду в схемах обробки промивних вод використовуються	<ul style="list-style-type: none"> <li>• на півдні</li> <li>• на півночі</li> <li>• в регіонах з дефіцитом вологи</li> <li>• в регіонах з надлишком вологи</li> <li>• в Африці</li> </ul>

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 „Станція прояснення та знебарвлення води” виконується на двох аркушах формату А-1 та на 25...35 сторінках розрахунково-пояснювальної записки. На курсовий проект студент отримує від керівника вихідні дані, зміст проекту, календарний план виконання. На основі вихідних даних про якість води джерела, розрахункову продуктивність станції, кількість пожеж студент визначає технологічну схему очисної станції для підготовки питної води, розраховує та конструює

основні споруди. В пояснювальній записці студент наводить розрахунок всіх основних споруд із всіма потрібними графічними вкладками, список використаних літературних джерел. Приблизний склад графічної частини проекту наступний. На першому листі наводяться 1) генеральний план станції з нанесенням всіх технологічних та підсобних будівель та споруд, 2) огорожі, трубопроводи вихідної та очищеної води, трубопроводи подачі та відведення промивної води, побутової та промислової каналізації, господарсько-протипожежний водопровід, тепломережі, під'їзні шляхи, електромережі, наносяться розміри із взаємною прив'язкою; 3) безмасштабна технологічна схема споруд станції; 4) експлікація споруд та умовні позначення до генплану та висотної схеми; 5) роза вітрів. На другому листі розміщуються 1) плани поверхів станції-реагентне господарство, відстійники або прояснювачі із шаром завислого осаду, фільтри тощо; 2) два – три розрізи по спорудах станції або приміщеннях з розташуванням основних споруд; 3) експлікація приміщень, споруд, трубопроводів; 4) специфікація основного обладнання.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Абрамов Н. Н.** Водоснабжение.—М. : Стройиздат, 1982.—440 с.
2. Водоснабжение /**А.Я.Найманов, С.Б.Никиша, Н.Г.Насонкина, Н.П.Омельченко, В.Н.Маслак, Н.И.Зотов, А.А.Найманова.** – Донецк: Норд-Пресс, 2004.- 649с.
3. **ВБН 46/33—2.5—5—96.** Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. — К., 1996. — 152 с.
4. **Державні санітарні норми і правила** “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання”—К.,1996.—8с.
5. **Душкин С.С., Дегтярева Л И .** Водоподготовка и процессы микробиологии: Учебное пособие. —К.: Вища школа, 1996.-164с.
6. **Запольський А.К.** Водопостачання, водовідведення та якість води.-К.: Вища школа,2005.- 671с.
7. **Кульский Л.А., Строкач П.П.** Технология очистки природных вод. – К.: Вища школа, 1986. – 352с.

8. **Николадзе Г. И., Мицц Д.М., Кастальский А.А.** Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения.— М. : Высшая школа , 1984. —368с.
9. **Орлов В. О.** Водочисні фільтри із зернистою засипкою.— Рівне: НУВГП, 2005.—163с.
10. **Орлов В.О.** Сільськогосподарське водопостачання . –К.: Вища шк., 1998.- 182с.
11. **Орлов В.О., Зошук А.М.** та ін. Збірник тестів з фахових дисциплін з курсу «Водопостачання». – Рівне: НУВГП, 2007. – 178с.
12. **Орлов В.О., Зошук А.М., Мартинов С.Ю.** Пінополістирольні фільтри в технологічних схемах водопідготовки. – Рівне: РДТУ, 1999.- 144с.
13. **Орлов В. О., Зошук А. М.** Проектування систем сільськогосподарського водопостачання. .— Рівне: НУВГП, 2005.— 252 с.
14. **Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Зошук А.** Проектування станцій прояснення та знебарвлення води. – Рівне: НУВГП, 2007. – 252с.
15. **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.
16. **СанПиН 4630—88.** Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. - М.: Минздрав СРСР, 1988. - 174 с.
17. **СНиП 2.04.02-84.** Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: Стройиздат, 1985. - 136с.
18. **Справочник монтажника: Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / Под ред. А. К. Перешивкина.** - М.: Стройиздат, 1978. - 576с.
19. 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.
20. **Тугай А.М.** Водоснабжение. Водозаборные сооружения. - К.: Вища шк., 1984. - 200с.
21. **Тугай А.М., Орлов В.О.** Водопостачання. Підручник для вузів. – К.: Знання, 2009. – 735с.

22. **Тугай А.М., Орлов В.О., Шадура В.О.** Бурова справа в водопостачанні. – Рівне: НУВГП, 2004. - 268с.
23. **Тугай А. М., Прокопчук И. Т.** Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения. - К.: Будивельник, 1988.— 176 с
24. **Тугай А. М., Терновцев В. Е.** Водоснабжение: Курсовое проектирование. - К. : Вища шк., Головное изд-во, 1980. - 206 с.
25. **Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А.** Розрахунок і проектування систем водопостачання: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2001. – 254с.
26. **Хоружий П.Д., Орлов В.О** та ін. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації. – К.: Урожай, 1992. - 294с.

### 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	6
	1.5. Теми практичних занять	9
	1.7. Самостійна робота	10
	1.8. Індивідуальне навчально-дослідне завдання	11
	1.9. Методи навчання	11
	1.10. Методи оцінювання	11
	1.11. Організація поточного контролю знань студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр денної форми навчання	12
	1.12. Організація поточного контролю знань студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр заочної форми навчання	13
	1.13. Підсумкове оцінювання знань за результатами поточного модульного контролю та тестування	14
	1.14. Розподіл балів, що присвоюються студентам	14
	1.15. Методичне забезпечення	15
	1.16. Рекомендована література	16



2	1.17. Інформаційні ресурси МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ОКРЕМИХ МОДУЛІВ ТА ТЕМ	16
	Тема 1. Вступна лекція.	17
	Тема 2. Технологічні схеми підготовки води	27
	Тема 3. Реагентне господарство	34
	Тема 4. Обладнання для приготування реагентів	41
	Тема 5. Відстійники	49
	Тема 6. Прояснювачі із шаром завислого осаду	57
	Тема 7. Фільтрування води	64
	Тема 8. Швидкі та повільні фільтри	70
	Тема 9. Промивка швидких фільтрів	78
	Тема 10. Контактні фільтри та прояснювачі	88
	Тема 11. Знезалізнення та знезаражування води	94
	Тема 12. Безреагентне очищення води	102
3	ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК	114
4	КОНТРОЛЬНА ТЕСТОВА ПРОГРАМА	117
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	173



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Навчальне видання

*Орлов Валерій Олегович  
Орлова Алла Миколаївна  
Зошук Віталій Олегович*

# ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ

Навчальний посібник

*Друкується в авторській редакції*



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Підписано до друку р. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Папір друкарський № 1. Гарнітура Times. Друк різнографічний.  
Ум.-друк. Арк.6,6. Обл.-вид. арк. 6,8.  
Тираж 100 прим. Зам. №

*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 26.04.2005 р*