

СПОРУДИ І ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Природну воду очищають тоді, коли її якість із природних джерел не задовольняє вимоги споживача. Хімічний склад, цільове призначення води та вимоги споживача до її якості (фізичні, хімічні й бактеріологічні показники) визначають вибір процесів підготовки води. При цьому враховують якість води джерела водопостачання у різні пори року, ступінь і можливість забруднення його побутовими й промисловими стічними водами.

Процеси підготовки води поділяють на такі основні групи: поліпшення органолептичних властивостей води (прояснення і знебарвлення, дезодорація та ін.); забезпечення епідеміологічної безпеки (хлорування, озонування, ультрафіолетове, радіаційне та інші способи знезараження); кондиціонування мінерального складу (фторування, знефторення, знезалізнення, деманганація, зм'якшення, знесолення та ін.).

Основними процесами поліпшення якості води для *господарсько-питних потреб* є **прояснення, знебарвлення та знезараження.**

Прояснення води. З метою видалення з води завислих домішок проводять її прояснення. Залежно від потрібного кінцевого вмісту завислих речовин у воді прояснення здійснюють відстоюванням води у відстійниках, у гідроциклонах, центрифугуванням, флотацією, фільтруванням, пропусканням через шар раніше утвореного завислого осаду в прояснювачах та інших апаратах.

Знебарвлення води – процес видалення з неї забарвлених колоїдів або розчинених домішок, які зумовлюють кольоровість води. Вона знебарвлюється під час коагулювання або флотації із застосуванням окисників або сорбентів. Для цього застосовують хлорування, фільтрування крізь гранульоване активоване вугілля та напірну флотацію з обов'язковим попереднім коагулюванням домішок.

Знезалізнення води – процес зменшення вмісту солей феруму до вимог державного стандарту на питну воду [1] або технічних умов споживача. Залежно від форм сполук феруму, наявних у воді, застосовують безреагентні або реагентні способи видалення сполук феруму. Широко застосовують аерування води з наступним її фільтруванням на швидких фільтрах.

Фторування води зазвичай здійснюють уведенням до її складу сполук фтору для запобігання захворюванню зубів на карієс. Розчин фторвмісного реагенту добавляють у воду до або після фільтрування на швидких фільтрах.

Знезараження води здійснюють для знищення в ній патогенних бактерій та вірусів, проводячи хлорування, озонування або вводячи перманганат калію.

Вибір технологічної схеми водопідготовки залежно від якості природної води в джерелі, вимог споживача та кількості води для споживання. Орієнтовний вибір технологічної схеми для прояснення і знебарвлення води до рівня нормативів питної кондиції можна здійснити згідно з рекомендаціями Державних будівельних норм .

ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЇ ВОДИ

Поліпшення органолептичних показників

- аерація
- знебарвлення
- обезжорювання

Забезпечення епідеміологічної безпеки

- хлорування
- озонування
- ультрафільтрація

Кондиціонування мінерального складу

- змішування
- фільтрування
- енхімування

Рекомендації до вибору технологічної схеми очистки води

Основні споруди	Швидкість злискування				Продуктивність, станції, м ³ /добу
	Кваліфікація води, НСЖ (мг/дм ³ м ³ /добу)		Забарвленість, град		
	Вихідна вода	очищена вода	Вихідна вода	очищена вода	
(Варіанти води із застосуванням коагулянтів і флокулянтів)					
1. Швидкі відстійники - відстійники	не більше 52 (10) та більше 16 (20)	не більше 2,6 (15) та більше 2,6 (15)	не більше 50 та більше 50	не більше 20 та більше 20	до 30000 осіб та вище
2. Ультратрибунаційні установки	138 (80)	0,7 (10)	120	4	---
3. Вертикальні відстійники-швидкі фільтри	2586 (1500)	2,6 (15)	120	20	до 5000 осіб
4. Горизонтальні відстійники-швидкі фільтри	2586 (1500)	2,6 (15)	120	20	понад 30000
5. Контактні префільтри- швидкі фільтри	57 (300)	2,6 (15)	120	20	відь-мнч
6. (Системами з задіяним осадом - швидкі фільтри до 2586 (1500) включно)	не більше 86 (50)	2,6 (15)	120	20	понад 50000
7. Два ступені відстійників швидкі фільтри	понад 2586 (1500)	2,6 (15)	120	20	відь-мнч
8. Контактні прояснювачі	не більше 207 (120)	2,6 (15)	120	20	---
9. Горизонтальні відстійники та осадотримачі з задіяним осадом (часткове освітлення)	2586 (1500)	від 14 (8) до 26 (15)	120	40	---
10. Крутизерні фільтри (часткове освітлення)	138 (80)	не більше 77 (10)	120	30	---
11. Радіальні відстійники (повторне освітлення)	понад 2586 (1500)	4,31 (250)	120	20	---
(Варіанти води без застосування коагулянтів і флокулянтів)					
12. Ультратрибунаційні установки	не більше 52 (10)	не більше 1,72 (10)	не більше 50	не більше 2	відь-мнч
13. Крутизерні фільтри (часткове освітлення)	259 (150)	30-50% відьні сировини	120	120	відь-мнч
14. Радіальні відстійники (часткове освітлення)	понад 2586(1500)	30-50% відьні сировини	120	120	відь-мнч
15. (Відьні фільтри з незначним або відсутнім рівнем жорсткості води)	не більше 2586 (1500)	2,6 (15)	50	не більше 20	відь-мнч

Умовні позначення

1- вихідна камера	5- резервуар чистої води
2- бар'яжувальна сітка	6- швидкі фільтри
3- змішувачі	7- камера пластицидування
4- контактні прояснювачі	8- горизонтальні відстійники
	9- вертикальні з широким задіяним осадом

ФБЦ/І М1.1706.15.007

Відомості про розробку: Сторінка: 1

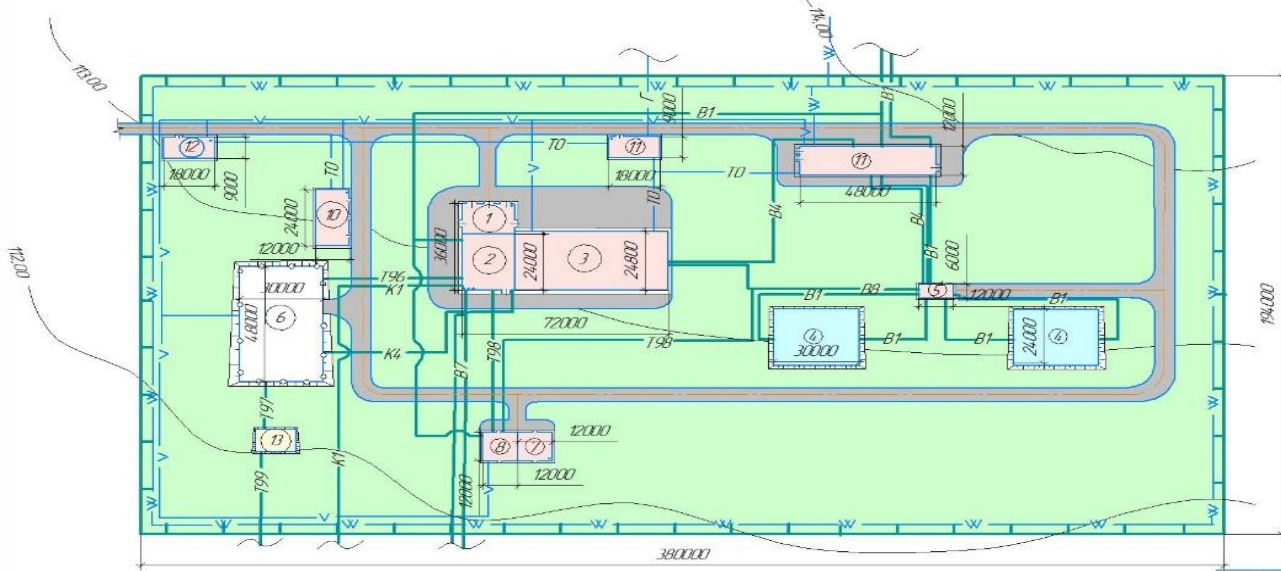
Відомості про виконавця: Лист: 1

Відомості про замовника: З/М, Б/М - 17-3/У

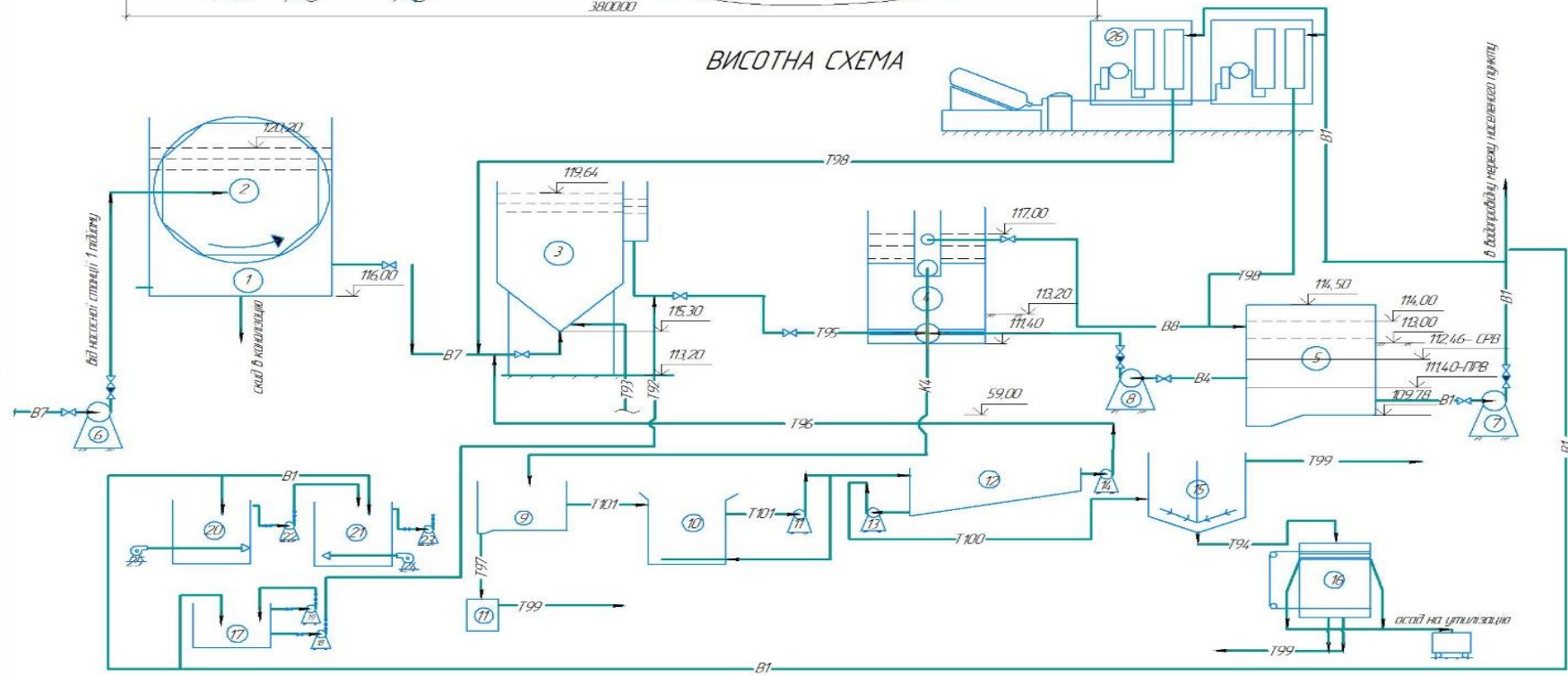
Технологічна схема очистки води Формат: А1

- **Технологічні схеми**, які використовують у практиці підготовки води можна класифікувати за такими основними ознаками:
 - **участь реагентів** – *реагентні чи безреагентні*;
 - **ефект прояснення** – *глибоке і неповне*;
 - **кількість технологічних процесів** – *одно-, дво- і багатопроцесні, чи ступенів кожного з них*;
 - **напірні чи безнапірні**.
- *Реагентні й безреагентні* технологічні схеми застосовують під час підготовки води для господарсько-питних потреб та потреб промисловості. Вони різняться як за складом процесів, так і за розмірами водоочисних споруд й умовами їх експлуатації. Безреагентні схеми як правило, застосовують для водозабезпечення невеликих споживачів за кольоровості вихідної природної води до 50 град. Їх застосовують під час неглибокого прояснення води для водозабезпечення промислових об'єктів.
- У безреагентних технологічних схемах інколи використовують одне відстоювання або фільтрування на грубозернистих фільтрах або мікрофільтрах. Порівняно з реагентними вони в експлуатації простіші.
- *За ефектом прояснення* розрізняють технологічні схеми повного (глибокого) і неповного прояснення. Після глибокого прояснення очищена вода відповідає вимогам якості питної води, тоді як після грубого прояснення вміст завислих речовин в очищеній воді набагато. Технологічні схеми з глибоким проясненням води застосовують для підготовки питної води та води, яку використовують у харчовій, фармацевтичній промисловості й багатьох інших виробництвах, де до якості технічної води ставлять високі вимоги.
- *За характером руху оброблюваної води* технологічні схеми водопідготовки поділяють на самоплинні (безнапірні) і напірні. На міських і великих промислових водоочисних спорудах рух вихідної води в технологічному процесі здійснюється самоплинно. При цьому рівень води в кожній наступній споруді знаходиться нижче рівня, ніж у попередній. Різниця рівнів визначає напір, потрібний для подолання гідравлічного опору в очисних спорудах та в комунікаціях від однієї споруди до іншої.

ГЕНПЛАН ОЧИСНОЇ СТАНЦІЇ М 1 1000



ВИСОТНА СХЕМА



ЕКСПЛІКАЦІЯ до генплану

Позиція	Найменування	Кільк	Примітка
1	Будівля реєгентного господарства	1	
2	Будівля вхідних камер та вертикальних злищівачів	1	
3	Зал контактних освітлювачів	1	
4	Резервуар чистого води	2	
5	Камери перемикачів, резервуар чистого води	1	
6	Майданчик вузла обробки зашумованої промислової води	1	
7	Склад хлору	1	
8	Хлораторна	1	
9	Насосна станція другого під'яму	1	
10	Майстерня	1	
11	Котельня	1	
12	Фойєрник	1	
13	Майданчик для піску після очистки промислової води	1	

СПЕЦИФІКАЦІЯ

Позначення	Найменування	Примітка
-B1-	Трубопровід питної води	
-B4-	Трубопровід подачі промислової води до контактних освітлювачів	
-B7-	Трубопровід подачі річкової води на очистку	
-B8-	Трубопровід освітленої річкової води	
-K1-	Підготовка стічна вода	
-K4-	Трубопровід відводу зашумованої промислової води від контактних освітлювачів	
-T92-	Трубопровід подачі розчинну коагулянту до злищівачів	
-T93-	Трубопровід подачі розчинну коагулянту до злищівачів	
-T94-	Трубопровід відводу зсушеного осаду в уніт обробки промислових вод	
-T95-	Трубопровід річкової води змиваної з коагулянту та ватним наляком	
-T96-	Трубопровід подачі освітленої промислової води до основного циклу очистки	
-T97-	Трубопровід відводу піскової пульси до піскових майданчиків	
-T98-	Трубопровід подачі електрокоагулянтного реагенту (виробничі води)	
-T99-	Трубопровід відводу фільтрату	
-T100-	Трубопровід подачі осаду промислових вод до зсушувачів	
-T101-	Трубопровід відводу води після пісколовки	

ЕКСПЛІКАЦІЯ до висотної схеми

1	Вхідна камера	5	4роб./без
2	Мікрофільтри	5	4роб./без
3	Вертикальні злищівачі	2	
4	Контактні освітлювач КО-1	12	
5	Резервуар чистого води	2	
6	Насоси насосної станції першого під'яму Д11000-4.0	3	
7	Насоси насосної станції другого під'яму Д1600-90	4	
8	Насоси для приливу зливищених контактних освітлювач Д2500-17	2	
9	Пісколовки	2	
10	Резервуари для прийому промислової води	2	
11	Насоси для подачі води до горизонтальних відстійників	3	2 роб./без
12	Відстійник промислової води	2	
13	Насос для осаду з відстійників СД160-10	2	вод./без
14	Насос для перекачування освітленої промислової води Д1200-36	2	вод./без
15	Зсушувач	1	
16	Фільтр-прес ФІЛТРАМ-104	4	3роб./без
17	Гидравлічна мийка МГР-2	2	вод./без
18	Насос-дозатор ЗНД63/16	3	2роб./без
19	Насос для перекачування ватного наляку АХ100-65-35а	2	вод./без
20	Розчинний бак коагулянту	3	
21	Витратний бак коагулянту	2	
22	Насоси для перекачування розчинну коагулянту Х50-32-125	2	вод./без
23	Насос-дозатор коагулянту ЗНДР300/10	3	2роб./без
24	Підтродючки EL-15/1P	2	вод./без
25	Підтродючки EL-65/3P	4	3роб./без
26	Хлораторна		

ФБВР Д2.101954.006

Проект системи водопостачання населеного пункту (генплан 1761)

Генплан очисної станції, висотна схема

Лист 8 з 11

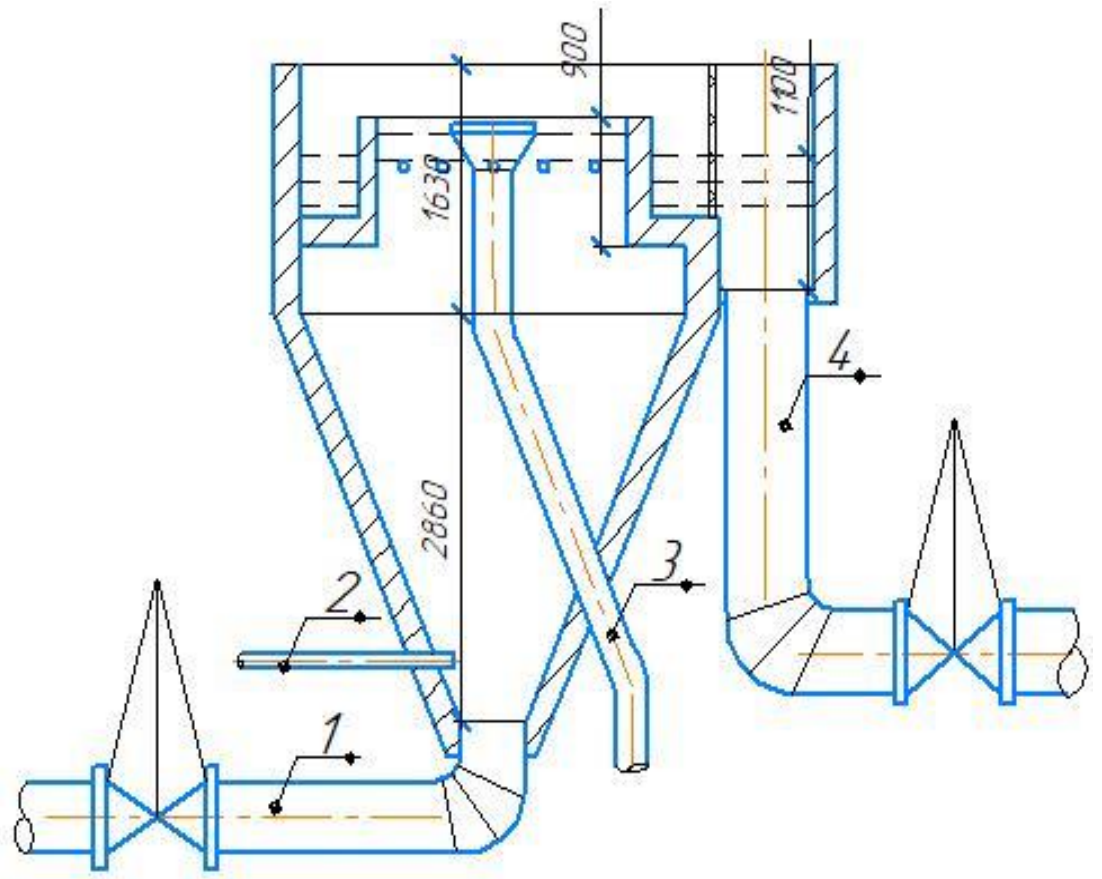
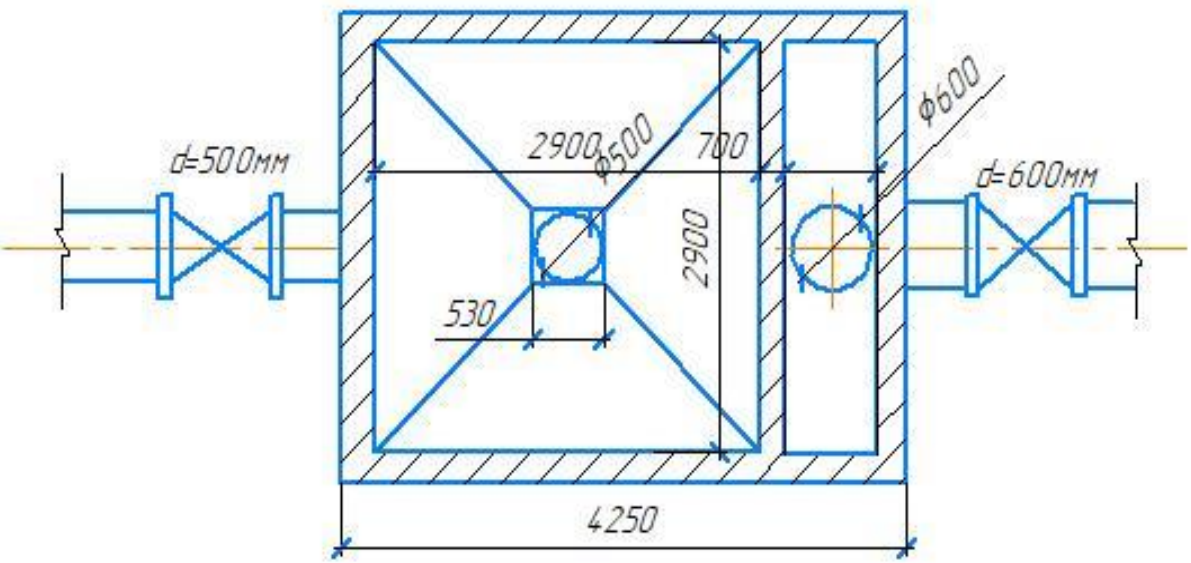
ЗДА ВВ-10-1с 3

Формат А1

- **Контрольні питання**

- 1. Які основні методи застосовують для очищення природних вод?
- 2. Які фактори визначають вибір технології підготовки води?
- 3. На які основні групи поділяють процеси підготовки?
- 4. Як здійснюють прояснення води?
- 5. Як здійснюють знебарвлення води?
- 6. Для чого і як здійснюють знезараження води?
- 7. Основні умови розміщення технологічних процесів і споруд у певній послідовності.
- 8. Охарактеризуйте основні технологічні схеми підготовки питної води з поверхневих джерел.
- 9. Класифікації основних технологічних схем підготовки питної води.
- 10. Порівняйте реагентні й безреагентні технологічні схеми підготовки питної води. 11. Як розділяють схеми підготовки води за кількістю технологічних процесів і числом ступенів кожного з них?
- 12. Які технологічні схеми розрізняють за ефектом прояснення?
- 13. Які технологічні схеми розрізняють за характером руху оброблюваної води?
- 14. Принципи компонування технологічної схеми для очищення вод.
- 15. Охарактеризуйте рекомендації для попереднього вибору споруд для освітлення та знебарвлення води.

- Під час введення реагентів в очищувану воду, особливо коагулянтів і флокулянтів, їх швидко перемішують для забезпечення рівномірно розподілу в усьому об'ємі та максимального контактування забрудників з дрібнодисперсними продуктами гідролізу, що утворилися під час перекінетичної коагуляції. Слід зазначити, що неефективне змішування призводить до перевитрати коагулянту та незадовільного процесу коагуляції. Тому в змішувачах потрібно забезпечити сприятли
- Реагенти змішують з очищуваною водою у **змішувальних пристроях** типу сопла Вентурі, діафрагмах і трубчастих змішувачах тощо. Вони мають упродовж 1–3 хв. забезпечити повне змішування реагентів з очищуваною водою. Для цього використовують гідравлічні й механічні змішувачі. Гідравлічні змішувачі бувають коридорного типу з вертикальним або горизонтальним переміщенням води, з перегородками і розподілом потоку, діркові та вихрові. Вибір типу змішувача визначається їх продуктивністю, способом оброблення води, конструктивними й технологічними вимогами. Найкращого ефекту змішування домішок досягають у високошвидкісних механічних змішувачах турбінного або пропелерного типу, в яких відбувається миттєвий розподіл реагенту в усьому об'ємі води. вий режим перемішування.
- На водоочисних спорудах з прояснювачами застосовують вертикальні (вихрові) змішувачі у вигляді циліндричного або квадратного в плані резервуару (рис. 2.2) з конусною нижньою частиною. Кут нахилу становить 45° . До низу конуса підводиться вода зі швидкістю 1,2–1,5 м/с. З протилежного боку вводять розчини реагентів. Швидкість підняття води в циліндричній частині змішувача, яка має висоту 1–1,5 м, досягає 30–40 мм/с. Вода відводиться із змішувача периферійним лотком із швидкістю 0,6 м/с. На потужних водоочисних комплексах застосовують перегородкові змішувачі коридорного типу (рис. 2.3). Вода в них рухається вертикально або горизонтально зі швидкістю 0,6–0,9 м/с. Тривалість перебування води в них становить 3–5 хв. Число поворотів води на 180° становить 9–10.
- Найкращого ефекту змішування
- домішок досягають у високошвидкісних механічних змішувачах турбінного або пропелерного типу, в яких відбувається миттєвий розподіл реагенту в усьому об'ємі води. В цих змішувачах скорочується тривалість коагуляції, збільшується щільність пластівців та зменшується витрата коагулянту. Механічні змішувачі – це круглі або квадратні у плані резервуари, в яких відношення висоти до ширини (діаметра) становить 2:1 (рис. 2.5). Вони мають плоске або конусне днище. Для перемішування використовують пропелерні, турбінні чи лопатеві мішалки з вертикальною віссю. Число мішалок залежить від глибини камери. Їх швидкість обертання варіює і зазвичай не перевищує 80 хв.⁻¹ для турбінних мішалок з максимальною лінійною швидкістю на кінці лопаті до 5 м/с і до 1750 хв.⁻¹ – для пропелерних.
-



- 1- подача води до змішувача
- 2- подача реагентів
- 3- переливний трубопровід
- 4- трубопровід відводу води змішаної з реагентами

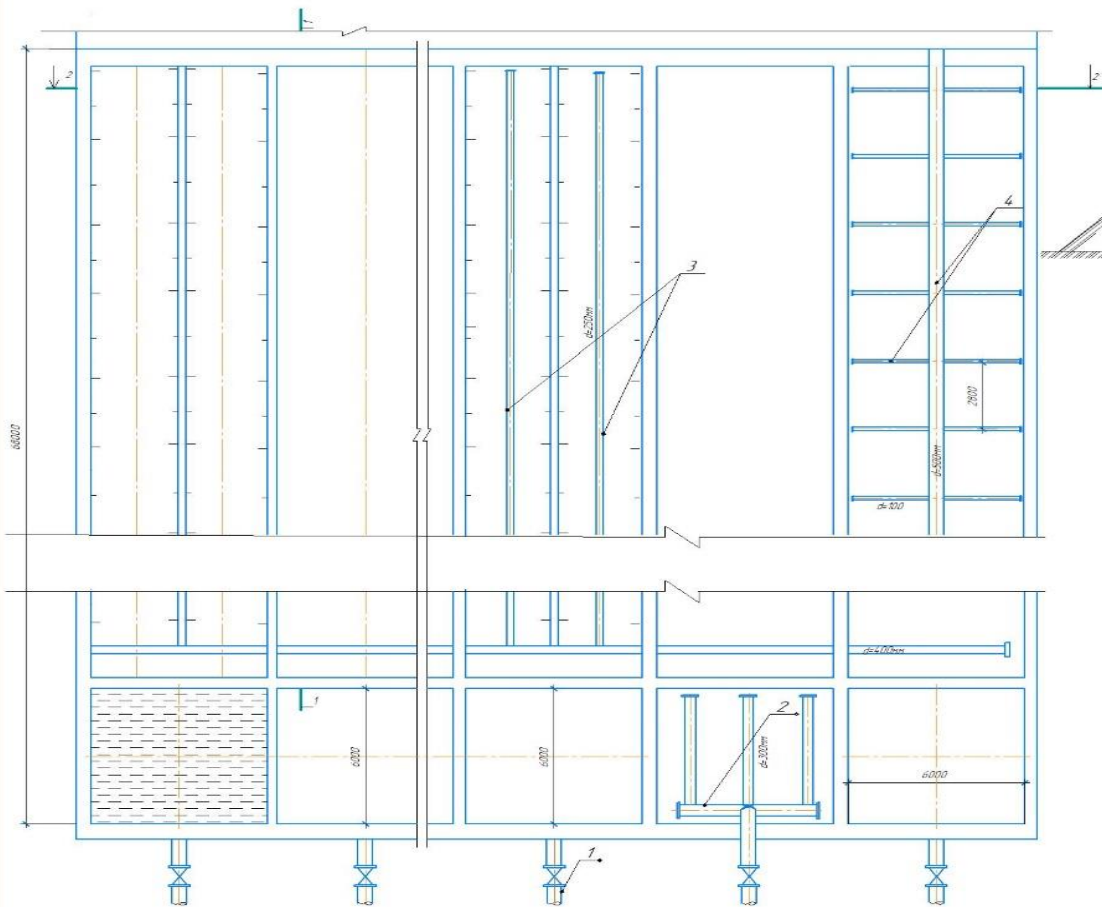
- **Контрольні питання**

- 1. Опишіть загальні принципи технології змішування реагентів з водою.
- 2. Як впливає неефективне змішування на процес очистки води?
- 3. Як забезпечити рівномірне і швидке змішування реагентів з водою?
- 4. Загальний принцип дії гідравлічних змішувачів.
- 5. Опишіть гідравлічний змішувач з перегородками.
- 6. Опишіть дірчастий гідравлічний змішувач.
- 7. Конструкція та принцип дії вертикальних (вихрових) змішувачів.
- 8. Опишіть принцип дії перегородкових змішувачів коридорного типу.
- 9. Конструкція та принцип дії трубчастих змішувачів.
- 10. Назвіть переваги механічних змішувачів.
-
-

- Процес коагуляційного очищення природних вод завершується формуванням пластівців певної структури та їх відокремленням від очищуваної води відстоюванням у відстійниках. Для того, щоб сформовані пластівці швидко осідали під дією сил гравітації, вони мають бути щільними і достатньо великих розмірів. З цією метою застосовують камери утворення пластівців. На розміри пластівців, які утворюються в процесі повільного перемішування очищуваної води, впливають інтенсивність і тривалість перемішування, а також сольовий склад води, природа домішок та величина сил адгезії, за допомогою яких окремі агрегати з'єднуються у великі пластівці. Формування їх триває впродовж 6–30 хв і більше.
- Інтенсивність перемішування води в камерах має бути такою, щоб не відбувалося руйнування сформованих пластівців. За низьких температур очищуваної води, коли коагуляція протікає мляво з утворенням незадовільної структури пластівців, інтенсивність перемішування і його тривалість збільшуються. У разі очищення малокаламутних кольорових вод прискорення процесу утворення пластівців досягають додаванням каламутників (глини або осадів з відстійників) та проведенням коагуляції за допомогою одночасного застосування коагулянтів і флокулянтів. За принципом дії камери утворення пластівців поділяють на гідравлічні та механічні (флокулятори). На практиці із гідравлічних камер найбільше застосовують водоворотні (вихрові) з перегородками та зашламленого типу. Всі типи камер, крім камер з перегородками, встановлюють у відстійниках.

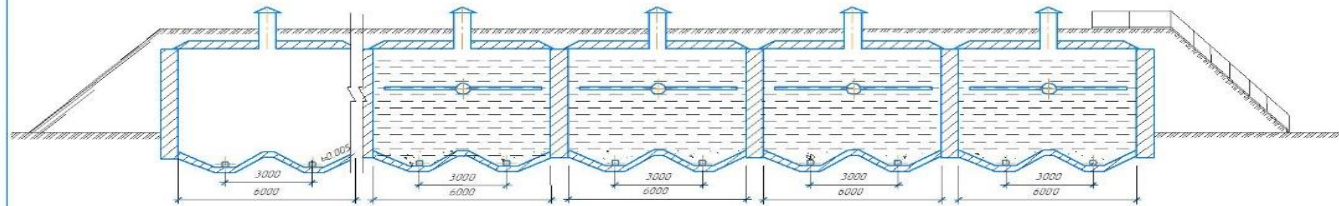
- **Прояснення природних вод** відстоюванням здійснюється внаслідок осадження завислих часточок під дією сили гравітації. Під час відстоювання неоднорідних систем, якими є суспензії природних вод, спостерігається поступове збільшення концентрації дисперсної фази в апараті в напрямі згори вниз.
- Для збільшення швидкості осадження завислих часточок слід прагнути до збільшення їх розміру і густини, а також до зменшення в'язкості та густини дисперсійного середовища (води і водних розчинів). Досягти збільшення розміру завислих часточок та їх густини можна коагуляцією за допомогою коагулянтів, внаслідок чого утворюються пластівці з більшою густиною.
- Вибір типу відстійників у кожному випадку визначають після порівняння кількох варіантів і вибирають найраціональніший із техніко-економічного погляду. Число відстійників має бути не менше ніж два; прагнуть будувати великогабаритні відстійники, оскільки їх вартість менша.
- Горизонтальні відстійники – це прямокутні резервуари, зазвичай виготовлені із залізобетону. Їх обладнують пристроями для водозабору та водорозподілу, а також для видалення осаду. Продуктивність відстійників становить 30–50 тис. м³/добу у разі прояснення води від коагульованих часточок і будь-яку продуктивність у разі видалення некоагульованих завислих часточок.
- Прямокутні відстійники мають переваги перед круглими. Якщо відстійників більше ніж два, вони мають спільну стінку. Слід зазначити, що із них швидше видаляється осад і вони потребують меншу площу земельної ділянки під забудову.

ПЛАН



РОЗРІЗ 1-1

РОЗРІЗ 2-2



№ п/п	Параметри горизонтального відстійника	Значення	Одиниці вимірювання
1	Загальна добова витрата води на відстійники	3293	куб. м/добу
2	Навантаження на один відстійник	4704,2	куб. м/добу
3	Максимальна коагулянтність води	200	мг/л
4	Максимальна коагулянтність на виході	15	мг/л
5	Швидкість випадіння завислих решовин	0,5	мм/с
6	Середня швидкість горизонтального руху води на початку відстійника	8	м/с
7	Кількість горизонтальних відстійників	7	шт.
8	Максимальна коагулянтність води після реагентної обробки	226,25	мг/л

Позиція	Позначення	Колоніювання	кільк.	Веса	Примітка
1	ДЕСТ 10704-91	Відстійник біля в'їзду в будівлю насосної станції			
2	ДЕСТ 10704-91	Решотковий сепаратор каналу насосної станції			
3	ДЕСТ 10704-91	Система відстійників з трьома горизонтальними відстійниками			
4	ДЕСТ 10704-91	Система відстійників для збирання завислих решовин			

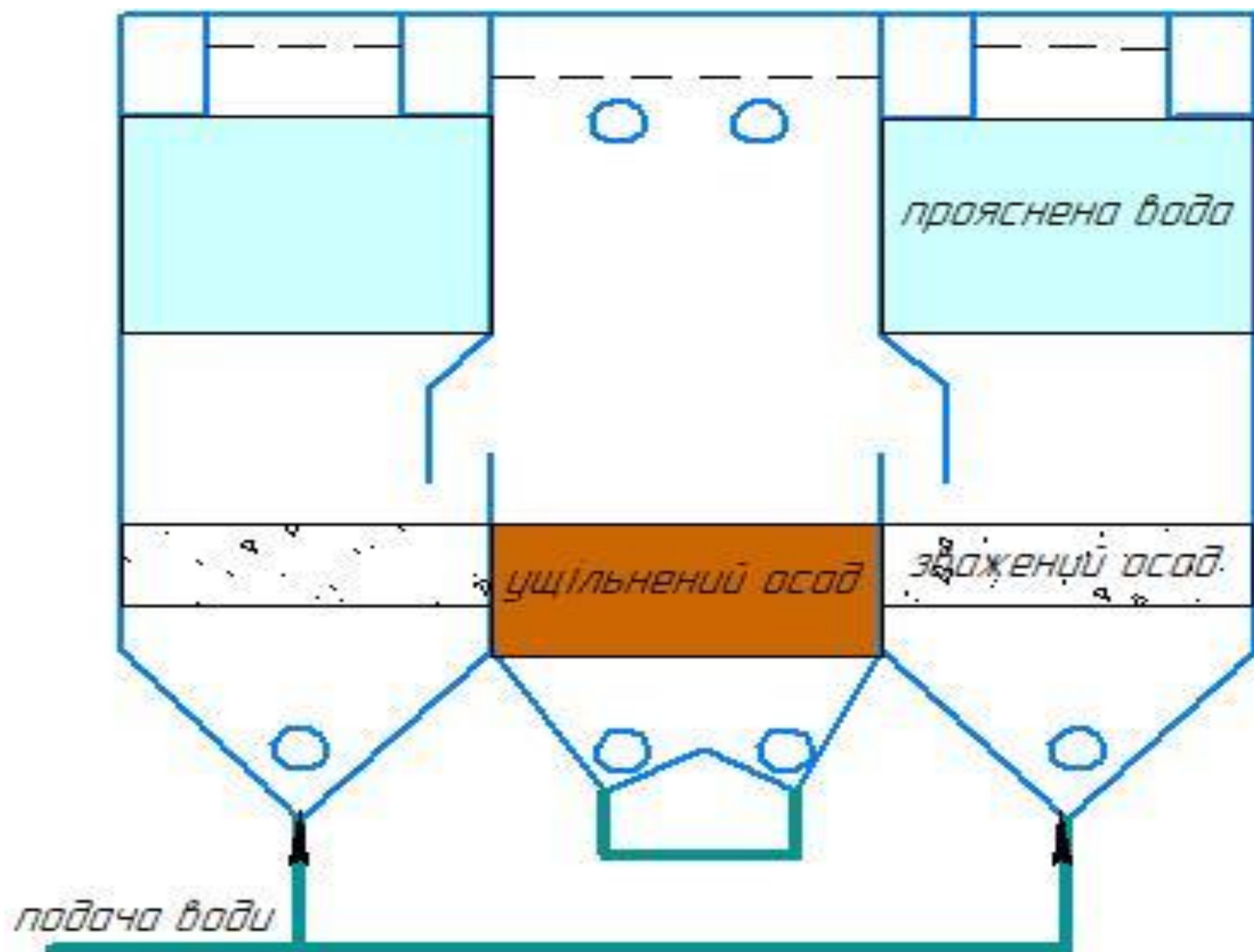
№	Клас	Лист	Місце	Лист	Дата	Відомості	Сторінка	Масштаб	Лист	Знак	Висота
1	Розроб	Результат	Результат	Результат	Результат	Результат	Результат	Результат	Результат	Результат	Результат
2	Корект	Корект	Корект	Корект	Корект	Корект	Корект	Корект	Корект	Корект	Корект
3	Г. констр.	Г. констр.	Г. констр.	Г. констр.	Г. констр.	Г. констр.	Г. констр.	Г. констр.	Г. констр.	Г. констр.	Г. констр.
4	М. констр.	М. констр.	М. констр.	М. констр.	М. констр.	М. констр.	М. констр.	М. констр.	М. констр.	М. констр.	М. констр.
5	Замов.	Замов.	Замов.	Замов.	Замов.	Замов.	Замов.	Замов.	Замов.	Замов.	Замов.

ФБЦІ М1170615.002

Відомості про виконання роботи
 водопровідної очисної станції
 План Розріз 1-1
 Розріз 2-2

Лист 2 з 2
 Висота 8
 ЗША, БУД-17-3м3

- Освітлювачі із завислим осадом, застосовувані як споруди першого ступеня водопідготовки, можуть успішно працювати тільки за умови попередньої обробки домішок води коагулянтном або флокулянтном. Освітлювачі забезпечують більш високий ефект освітлення води і мають більш високу продуктивність, ніж відстійники. Втім, конструкція освітлювачів із завислим осадом та їх експлуатація складніші. Принцип роботи освітлювачів із завислим осадом такий. Оброблювана вода, змішана з реагентами, вводиться в освітлювач знизу і рівномірно розподіляється площею робочих коридорів. Далі вода рухається знизу вгору і проходить через шар раніше сформованого завислого осаду, що складається з маси завислих у висхідному потоці пластівців, які безперервно хаотично рухаються, але весь шар в цілому нерухомий.
- Проходячи через шар завислого осаду, вода освітлюється в результаті контактної коагуляції. Величина пластівців завислого осаду постійно змінюється внаслідок злипання завислих часток, що витягають із води, і руйнування утворених агрегатів під впливом гідродинамічного впливу потоку.
- При пропуску води через завислий шар витягнуті з неї домішки залишаються в ньому, при цьому об'єм шару повинен безперервно збільшуватися, але цього не відбувається, так як передбачається безперервне видалення надлишкового осаду із завислого шару в осадощільнювач, де він ущільнюється і скидається у водостік. Освітлена вода, що пройшла через шар завислого осаду, збирається за допомогою збірних жолобів або труб і відводиться для подальшої обробки на фільтри.



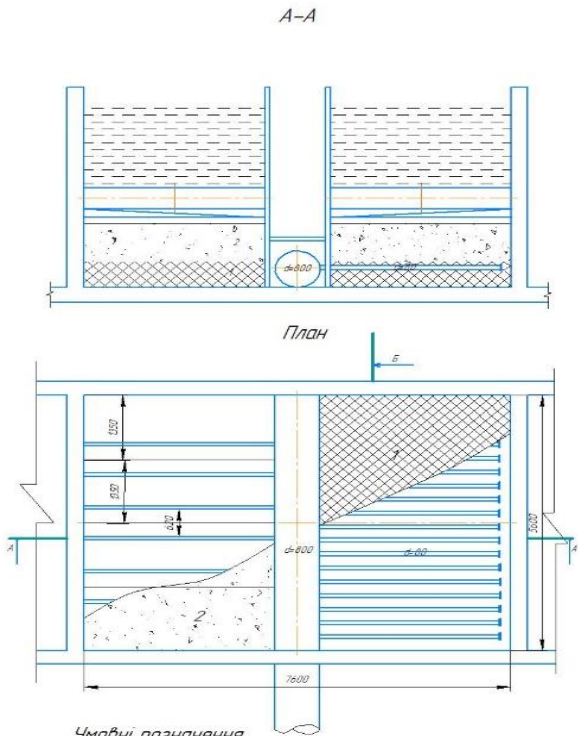
- **Контрольні питання**

- 1. Поясніть сутність процесу утворення пластівців.
- 2. Які фактори впливають на властивості пластівців та процес їх утворення?
- 3. Яка тривалість формування пластівців?
- 4. Яка повинна бути інтенсивність перемішування води в камерах утворення пластівців?
- 5. Назвіть типи камер утворення пластівців.
- 6. Основи процесу осадження домішок.
- 7. Охарактеризуйте схему процесу відстоювання.
- 8. Конструкція та принцип дії горизонтальних відстійників.
- 9. Основи процесу прояснення води в шарі завислого осаду.
- 10. Переваги та недоліки освітлювачів із завислим осадом.
- 11. Опишіть принцип роботи освітлювачів із завислим осадом.

- Фільтруванням називають процес розділення неоднорідних систем (суспензій) за допомогою пористих перегородок, які затримують одну (тверду) фазу цих систем і пропускають іншу (рідку). На практиці під час очищення стічних вод доводиться мати справу із розділенням суспензій на рідку фазу і вологий осад. Апарат, в якому здійснюється цей процес, називають фільтром. У найпростішому вигляді фільтр – це посудина, розділена фільтрувальною перегородкою. По різні боки перегородки створюють різницю тисків, під дією якої здійснюється транспортування рідини крізь перегородку і затримування на ній осаду. Цей процес розділення суспензії називають фільтруванням із затриманням осаду. Якщо тверді часточки проникають у пори фільтрувальної перегородки, затримуються у них і не утворюють осаду, процес називають фільтруванням із закупорюванням пор.
- Залежно від фільтрувального шару розрізняють фільтри: із зернистим завантаженням (фільтрувальний шар – кварцовий пісок, керамзит, мармур, аглопорит, мелений антрацит, шунгізит, магномаса, пінополістирол та ін.); сітчасті (фільтрування крізь сітку з розміром комірок 40 мкм); тканинні (фільтрування крізь бавовняні, сукняні, льняні, скляні або капронові тканини); намивні (фільтрувальний шар – деревне борошно, азбестове кришиво, діатоміт тощо).
- Зернисті фільтри застосовують для відокремлення грубодисперсних часточок, тканинні – тонко-дисперсних, намивні – для очищення тонкодисперсних часточок малокаламутних вод. Залежно від швидкості фільтрування зернисті фільтри поділяють на: повільні (0,1–0,2 м/год); швидкі (5,5–15); надшвидкі (понад 25 м/год). За величиною зерен фільтрувального завантаження розрізняють фільтри: дрібнозернисті (повільні фільтри з розміром зерен верхнього шару піску 0,3–1 мм); середньозернисті (швидкі фільтри з розміром зерен верхнього шару піску 0,5–0,8 мм); великозернисті (попередні фільтри з розміром зерен верхнього шару піску 1–2 мм). Фільтри, завантажені однорідним шаром фільтрувального завантаження, називають одношаровими, а фільтри, завантажені неоднорідним за щільністю і розміром зерен завантаженням, – багат шаровими.
- Під час фільтрування зернисте завантаження поступово забруднюється, що призводить до зростання втрати напору. Фільтрувальну здатність фільтра відновлюють промиванням. Проміжок часу між двома промиваннями називають фільтроциклом, який залежить від кількості та властивостей часточок, що забруднюють воду, розміру зерен та пористості фільтрувального завантаження, а також швидкості фільтрування. Кількість забруднень, затриманих упродовж фільтроциклу, називають грязеємністю фільтра.

- Попередні фільтри використовують для прояснення води каламутністю понад 50 мг/ дм³ перед подаванням на повільні фільтри. Швидкість фільтрування 3–5 м/год. За каламутності води 100 мг/дм³ швидкість фільтрування приймають такою, що дорівнює 5 м/год. Крупність зерен завантаження попередніх фільтрів становить від 1–2 мм при висоті шару 700 мм до 20–40 мм при висоті шару 150 мм. Шар води над поверхнею фільтрувального завантаження приймають 1,5 м. Завантаження промивають потоком води, спрямованим знизу вгору. Інтенсивність промивання становить 12–14 л/(с·м²) упродовж 6–7 хв. Відведення води здійснюють за допомогою навісних жолобів, верхній край яких розміщений на 40–50 см вище фільтрувального шару. Великозернисті фільтри завантажують кварцовим піском або іншими матеріалами. За розміру зерен піску 1–2 мм висота шару завантаження знаходиться в межах 1,5–2 м і швидкість фільтрування досягає 10–12 м/год, а за 1,6–2,5 мм – відповідно 2,5–3 м і 13–15 м/год. У разі збільшення швидкості фільтрування від 5 до 50 м/год тривалість фільтроциклу зменшується від 15–20 год до 45–60 хв. Швидкі фільтри використовують для прояснення води каламутністю 8–12 мг/дм³. Вони мають швидкість фільтрування 5,5–15 м/год. Їх поділяють на безнапірні та напірні, що працюють під тиском, якій створює насос. Висоту шару завантаження встановлюють залежно від діаметра його зерен. За розмірів зерен завантаження 0,50–1,25 мм висота шару становить 700 мм; за 0,7–1,6 мм – 1200–1300 мм; за 0,8–2,0 – 1800–2000 мм. Швидкість води у відповідних трубопроводах і каналах досягає 0,8–1,2 м/с. Висота шару завантаження має становити не менше ніж 2 м. Залежно від способу створення напору, потрібного для подолання опору фільтрувального шару, розрізняють відкриті самопливні фільтри (безнапірні), в яких перепад тиску створюється за рахунок різниці рівнів води у фільтрі та в резервуарі чистої води, і напірні, які працюють під тиском, створюваним насосом. За напрямом руху води їх поділяють на одно- та двопотокові. В однопотокових фільтрах воду фільтрують зверху вниз, а в двопотокових – одночасно зверху вниз і знизу вгору.

Швидкий фільтр з одношаровим забантаженням



Умовні позначення

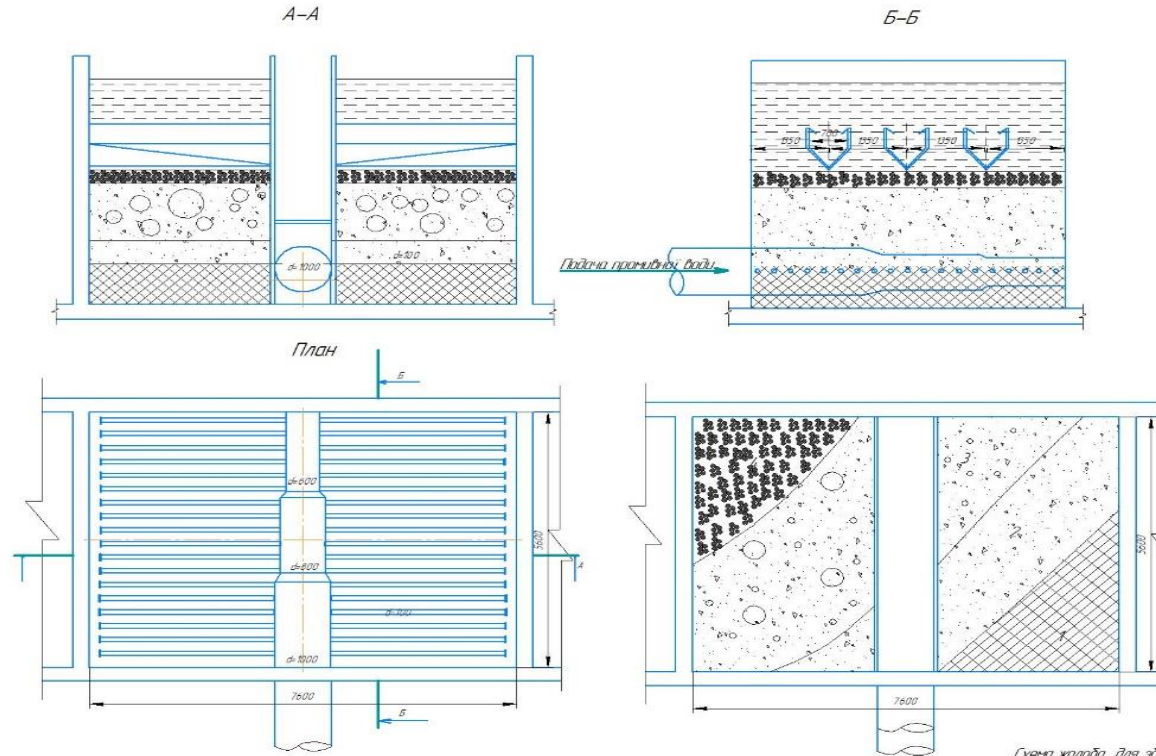
1 – підтримуючий ґравійний шар висотою 600 мм

Фільтруюче забантаження

2 – шар кварцового піску крупністю 700–800 мм висотою 0,8 м, крупність зерен 0,5–1,2 мм еквівалентний діаметр зерен 0,7 мм коефіцієнт неоднорідності 1,8–2,0

№ п/п	Параметри швидкого фільтра з одношаровим забантаженням	Значення	Одиниці вимірювання
1	Загальна площа фільтрації	5784	кв. м
2	Кількість промивок фільтру за добу	2	
3	Вид промивки фільтруючого забантаження	водна	
4	Швидкість фільтрування при нормальній режимі роботи	6	м/с
5	Час простою фільтру в зв'язку з промивкою	0,33	год
6	Інтенсивність промивки	12	л/с*мкв
7	Кількість фільтрів	12	
8	Витрата промивної води	578	л/с
9	Тривалість фільтраційного циклу	1157	год
10	Відсоток води на промивку фільтру від загальної витрати на фізичну станцію	6,82	%
11	Каламутність води до фільтрації	8–15	мг/л
12	Каламутність води після фільтрації	15	мг/л

Швидкий фільтр з тришаровим забантаженням



Умовні позначення

1 – підтримуючий ґравійний шар із зернами

- діаметром 2–5 мм висотою 0,2 м
- діаметром 5–10 мм висотою 0,2 м
- діаметром 10–20 мм висотою 0,15 м
- діаметром 20–40 мм висотою 0,15 м

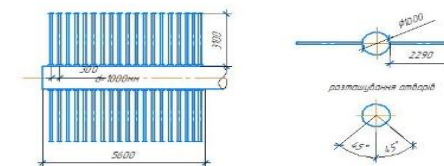
Фільтруюче забантаження

- 2 – шар кварцового піску Кварцит Т висотою 0,5 м з крупністю зерен 0,8–1,2 мм коефіцієнт неоднорідності K=15
- 3 – шар антрацити висотою 1,25 м з крупністю зерен 1,25–3,15 мм коефіцієнт неоднорідності K=15
- 4 – шар гранульованого активізованого вугля марки Фільтросорб П1,830 з крупністю зерен 3,0–5,0 мм коефіцієнт неоднорідності K=15

Схема жолоба для збору промивної води швидкого фільтра



Схема розподільчої системи фільтра

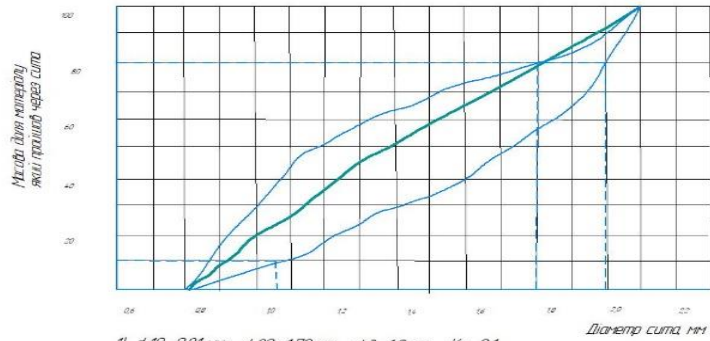


№ п/п	Параметри швидкого фільтра з тришаровим забантаженням	Значення	Одиниці вимірювання
1	Загальна площа фільтрації	358,89	кв. м
2	Кількість промивок фільтру за добу	2	
3	Вид промивки фільтруючого забантаження	водопітряна	
4	Швидкість фільтрування при нормальній режимі роботи	10	м/с
5	Час простою фільтру в зв'язку з промивкою	0,5	год
6	Інтенсивність промивки	19	л/с*мкв
7	Кількість фільтрів	9	
8	Витрата промивної води	808,64	л/с
9	Тривалість фільтраційного циклу	11,25	год
10	Відсоток води на промивку фільтру від загальної витрати на фізичну станцію	9,72	%
11	Каламутність води до фільтрації	8–10	мг/л
12	Каламутність води після фільтрації	15	мг/л

ФБЦП М1170615008						Станов	Листа	Масштаб
Ім'я	Клас	Лист	Місяць	Різдво	Дата	Відшкодування роботи очисної водопровідної станції		
Адреса	Назва	Світло	№	№	№	Лист	№	Листів
Г. м.к.	№	№	№	№	№	ЗДА БУД-17-3м		
Замов	№	№	№	№	№	Фабрика А1		

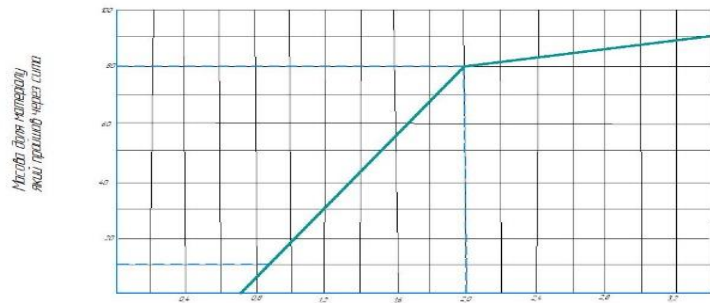
- Контактне коагулювання домішок води полягає в тому, що на поверхні зерен завантаження фільтра під час руху води, обробленої коагулянтном, відбувається сорбція колоїдно-дисперсних часточок. Контактні прояснювачі є різновидом швидких безнапірних фільтрів, які працюють за принципом проходження оброблюваної води з додаванням коагулянту крізь шар зернистого завантаження знизу вгору. В такому самому напрямі зменшується крупність зерен у шарі. Відстійників перед контактними прояснювачами не встановлюють. Контактні прояснювачі доцільно використовувати в одноступеневих схемах очищення малокаламутних кольорових вод, якщо вміст завислих речовин не перевищує 150 мг/л за максимальної забарвленості 120 град. При цьому в 4–5 разів зменшується об'єм очисних споруд порівняно з двоступеневою схемою очищення води та на 15–20 % і зменшується витрата коагулянтів. Коагулянт подають в очищену воду безпосередньо перед її надходженням у завантаження прояснювачів. За невеликий проміжок часу від початку введення коагулянту до початку фільтрування у воді утворюються лише мікроагрегати з коагульованих часточок. Подальша коагуляція домішок відбувається на зернах завантаження контактних прояснювачів. Часточки забруднень сорбуються на поверхні зерен разом з аквагідроксокомплексами коагулянту й утворюють характерні для гелю сітчасті структури. Таким чином, відбувається контактна коагуляція. Із практики використання контактних прояснювачів відомо, що контактна коагуляція відбувається повніше і в багато разів швидше, ніж звичайна коагуляція в об'ємі очищуваної води. За контактного коагулювання на процес прояснення майже не впливають температура оброблюваної води, її аніонний склад, наявність грубодисперсних домішок та лужність. Відпадає потреба у перемішуванні води для забезпечення проведення ортокінетичної фази коагулювання. Проте має велике значення швидкість змішування і рівномірність розподілу коагулянту в очищуваній воді. На водоочисних станціях з контактними прояснювачами застосовують барабанні фільтри та вхідну камеру для повітровідокремлення й змішування реагентів з водою. Об'єм камери розраховують на п'ятихвилинне перебування в ній воді. Зазвичай камери складаються з двох секцій. Швидкість руху води в камерах становить 5 мм/с. Мікрофільтри або барабанні сита переважно встановлюють над вхідною камерою.

Графік сітвого аналізу фільтруючого забантаження



- 1) $d_{10} = 0,81$ мм $d_{80} = 1,72$ мм $d_3 = 12$ мм $K_{10} = 2,1$
- 2) $d_{10} = 0,76$ мм $d_{80} = 1,69$ мм $d_3 = 0,92$ мм $K_{10} = 2,2$
- 3) $d_{10} = 0,96$ мм $d_{80} = 1,91$ мм $d_3 = 1,38$ мм $K_{10} = 1,99$

Гранулометрична характеристика забантаження контактних прояснювачів

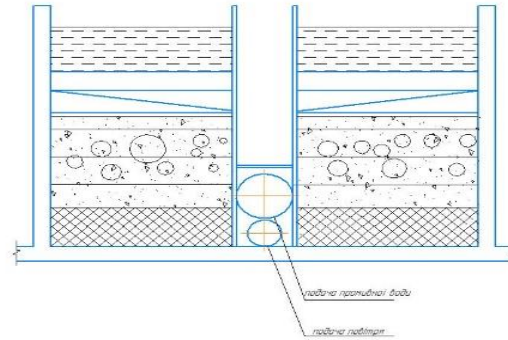


- 1) $d_{10} = 0,87$ мм $d_{80} = 2,2$ мм $K_{10} = 2,5$

Властивості найбільш розповсюджених фільтруючих матеріалів

Матеріал	Щільність, г/см ³	Щільність шару зерен діаметром 0,7-1,8 мм, г/см ³	Пористість шару, %	Коефіцієнт фритви зерен	Автори дослідження
1. Карбодовий пісок	2,4-2,6	1,5-1,7	32-42	107-117	
2. Антрацит подрібнений	1,6-1,7	0,9	37-45	17-15	БМ Барисов
3. Керамзит неподрібнений	1,7-1,8	0,8-1,7	42-47	129	ВМ Марленск, Р.І. Акаєв
4. Керамзит подрібнений	1,2-1,5	0,35-0,5	49-74	2,35	Е.Г. Петров
5. Горілі пародити	2,4-2,5	1,5-1,8	52-60	2,1	АМ Фанук, Н.Д. Арменко
6. Вулканичні шлаки	2,6	1,1-2,6	58-64	2-2,67	А.Т. Гуляев
7. Догнені шлаки	2,6	1,2-1,5	42,44		ВБ Лавітський, МГ Навіков
8. Паркетельнівка крошки	2,17	1,3-1,4	35-42		
9. Габбро-діабаз	3,1	1,58	4,8	175	ВП Станков, Р.І. Акаєв
10. Піноалюстрол	0,1-0,2	0,1-0,2	47-43	105-1,1	М.Г. Жирба
11. Капрон	1,17	0,63	4,6,8	1,11	
12. Гранодарит подрібнений	2,65-2,69	1,35-1,45	48-52	1,7	ВВ Савицький, Г.Л. Чайковський

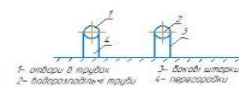
Схема контактної прояснювача з водоповітряним промиванням



Забантаження контактних прояснювачів

Показник	Висота шару забантаження, м	
	без підтримувачів шару	з підтримувачів шару
Кількість зерен шару і кубового міку, мм		
4,0-20	-	0,2-0,25
2,0-10	-	0,1-0,15
1,0-5	-	0,15-0,2
5-2	0,5-0,6	0,3-0,4
2-1,2	1,0-1,2	1,2-1,3
1,2-0,7	0,8-1,0	0,8-1,0

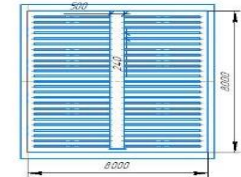
Схема беззатримної розподільчої системи



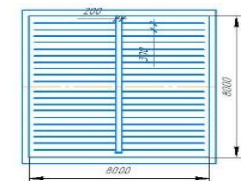
- 1- отвори в трубах
- 2- водорозподільчі труби
- 3- валики шпирки
- 4- перегородки



Розподільча система



Система подачі повітря

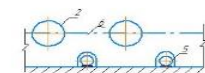


Регламент водоповітряної промивки

- 1- вихідний забантаження 1-2 хв з інтенсивністю подачі повітря 18-20 л/с*мкб
- 2- водоповітряне промивання 7-8 хв з інтенсивністю подачі води 3-3,5 л/с*мкб та подачі повітря 18-20 л/с*мкб
- 3- відмивання 5-7 хв з інтенсивністю подачі води 6-7 л/с*мкб

Схема розподільчої системи для води та повітря

для води та повітря



- 1- отвори в трубах
- 2- водорозподільчі труби
- 3- валики шпирки
- 4- перегородки підтримувачі шару
- 5- водорозподільчі труби
- 5- мікструбі перегородки



- **Контрольні питання**

- 1. Охарактеризуйте процес фільтрування води.
- 2. Які типи фільтрів виділяють залежно від фільтрувального шару?
- 3. Які типи фільтрів виділяють залежно від швидкості фільтрування?
- 4. Які типи фільтрів виділяють залежно від величини зерен фільтрувального завантаження?
- 5. Що таке «фільтроцикл»? Від чого залежить його тривалість?
- 6. Що таке «грязеємність» фільтру?
- 7. Назвіть типи фільтрів та область їх застосування.
- 8. Конструкція та принцип дії повільних фільтрів.
- 9. Застосування попередніх фільтрів.
- 10. Застосування великозернистих фільтрів.
- 11. Конструкція та принцип дії швидких фільтрів.
- 12. Контактне коагулювання домішок води.
- 13. Принцип роботи контактних прояснювачів.
- 14. Промивання контактних прояснювачів.
- 15. Принцип роботи контактних фільтрів.
- 16. Назвіть принципи і способи підвищення грязеємності зернистого завантаження.