

Тема Моніторинг стану очисних інженерних об'єктів, головні напрямки удосконалення їх функціонування

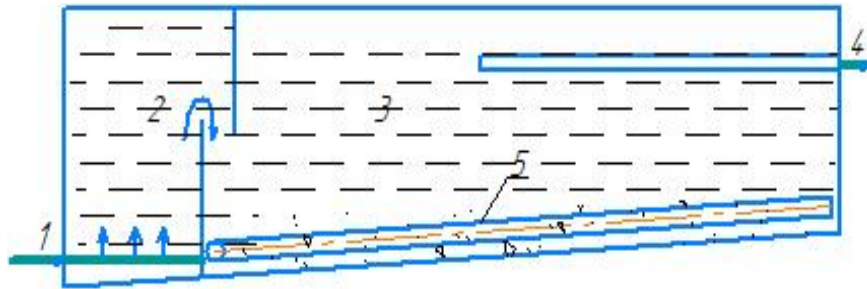
Мета вивчення теми: надати студентам інформативний матеріал стосовно особливостей удосконалення споруд першої ступені очистки та фільтрації води.

План

1. Способи інтенсифікації роботи споруд першої ступені очистки води.
2. Інтенсифікація фільтрування.

Ключові терміни: відстійник, фільтрування, прояснювач, модулі, швидкість, завантаження.

На очисних водопровідних станціях достатньо часто, внаслідок відносної простоти експлуатації та можливості пропуску великих витрат рідини, застосовуються горизонтальні відстійники, які представляють собою прямокутні резервуари, зазвичай виготовлені із залізобетону. Їх обладнують пристроями для водозабору та водорозподілу, а також для видалення осаду.



- 1 – подача води, 2 – камера пластівцеутворення, 3 – камера відстійника, 4 – відведення освітленої води, 5 – зона видалення осаду

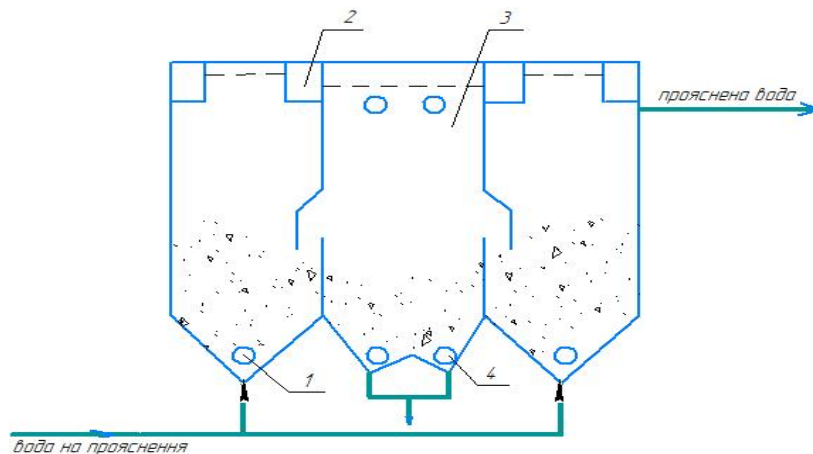
Рисунок 1.15 – Схема горизонтального відстійника

В деяких публікаціях доводиться, що ефективність осадження завислих речовин у відстійниках залежить від ряду факторів:

- хімічної підготовки води,
- виду та характеру пластівців коагулянту (чим крупніші за розмірами пластівці, тим ліпше і інтенсивніше буде випадати осад);
- рівномірності розподілу потоку води по всій площі осадження, та також розосередженого збору освітленої води та видалення осаду, режиму руху води (чим повільніше рухається вода, тим більший ефект її очистки).

До основних переваг в роботі цих споруд слід віднести: простоту експлуатації і надійність роботи в різні сезони року; незалежність їх роботи від коливань витрат води, яка потрапляє на очистку та зміни концентрації забруднень.

Найбільш досконалими в роботі вважаються освітлювачі коридорного типу.



- 1 – підвід води; 2 – відвід освітленої води;
 3 – осадощільнювач; 4 – скид осаду.

Рисунок 1.16 – Схема прояснювача коридорного типу

Експлуатація прояснювачів з завислим шаром осаду значно складніша чим відстійників. Тому дослідження роботи освітлювачів з завислим осадом для конкретних вод, осадів і схем потрібні, щоб розрахунки елементів освітлювачів були більш досконалими. Для цього використовуються методи і досліди на моделях.

Основні способи інтенсифікації роботи споруд першої ступені очищення води наступні:

1. Поліпшення рівномірності розподілу води за перетином споруди.
2. Використання контактного завантаження
3. Установка тонкошарових модулів.
4. Рециркуляція осаду.
5. Спільне використання рециркуляторів.
6. Вдосконалення систем видалення осаду.
7. Реконструкція відстійників (освітлювачів) у флотатори.

Поліпшення рівномірності розподілу подачі та збору води ефект освітлення у відстійниках і освітлювачах із шаром завислого осаду істотно залежить від рівномірності роботи систем розподілу і збору води. Оцінка роботи останніх здійснюється за коефіцієнтом об'ємного використання або шляхом відбору проб води в різних точках за площею або висотою споруди і визначення в них, наприклад, лужності (при коагулюванні води лужність змінюється пропорційно введень дозі коагулянту, тому при рівномірному розподілі потоку лужність приблизно однакова). Існує кілька способів поліпшення рівномірності розподілу води.

Використання *контактного завантаження* не тільки сприяє рівномірному розподілу потоку, але й поліпшує процес формування пластівців.

Спочатку в якості контактної середовища використовували гравій, завантаживши його на розподільну систему камери реакції із шаром завислого осаду. При цьому істотно поліпшувався ефект відстоювання.

Однак із часом було відзначено погіршення мікробіологічних показників якості води. Передбачалось, що пластівці будуть утворюватись на поверхні гравію і змиватись висхідним потоком. Але виявилось, що повного змиву не відбувається. Для промивання довелося зупинити відстійник і вручну промивати гравійне завантаження. Тому пізніше в якості контактної середовища стали використовувати плаваюче грубозернисте завантаження. Контактне завантаження розташовують у зоні розподілу в робочих коридорах прояснювачів із шаром завислого осаду (рис.1.17), у камерах утворення пластівців. Промивання такого завантаження здійснюється шляхом скидання води з прояснювача, під час якого завантаження розширюється вниз.

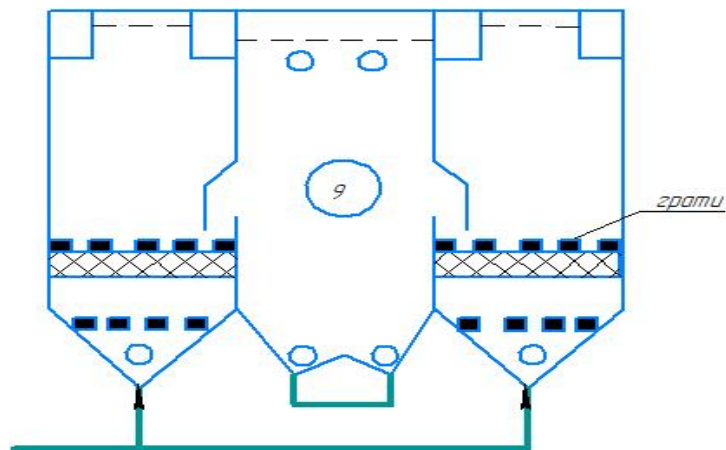


Рисунок 1.17 – Схема прояснювача з контактним завантаженням

Одним з перспективних напрямків є застосування сучасних *багатошарових тонкошарових відстійників*, в яких зона відстоювання розподіляється на декілька шарів і відбувається значно швидше. В тонкошарових відстійниках спостерігається більш сприятливі умови осадження, завдяки ліпшим гідродинамічним показникам, так як структура потоку в тонкому шарі наближається до ламінарного режиму.

Основним елементом споруди є пластини, які об'єднуються в модулі.



а-загальний вигляд; б-в складеному вигляді при транспортуванні;

Рисунок 1.18 – Тонкошаровий блок

Тонкошарові відстійники класифікують за конструкцією, матеріалами виготовлення тонкошарових елементів, за напрямком руху води і осаду.

За напрямком руху води в тонкошарових елементах розрізняють відстійники рис. 1.19 з горизонтальним рухом води 1, з висхідним 2-3, комбіновані.

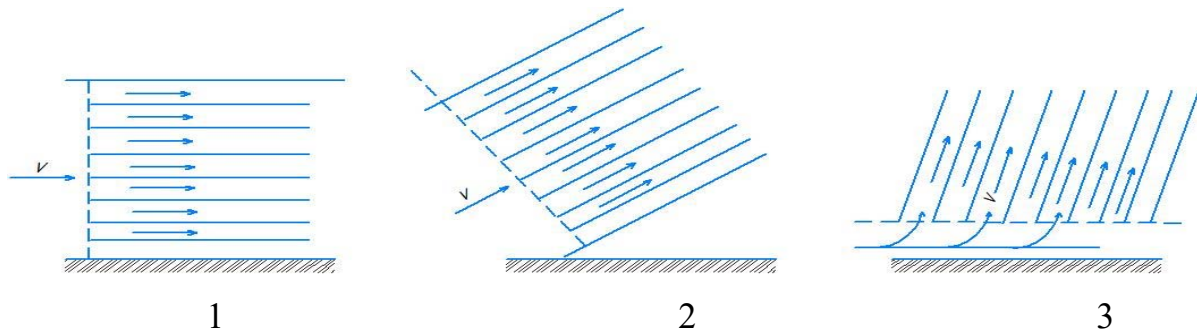


Рисунок 1.19 – Схеми тонкошарових елементів

Для виготовлення модулів використовуються два види матеріалів: із гнучких матеріалів - тканинні, полімерні плівки та з жорстких матеріалів – метали, пластмаси, скло.

За класифікацією за напрямком руху розрізняють відстійники з перехресною схемою: осад рухається перпендикулярно руху потоку; протиточною схемою: рух осаду протилежний руху робочого потоку та прямоочною: осад і водний потік рухаються в одному напрямку.

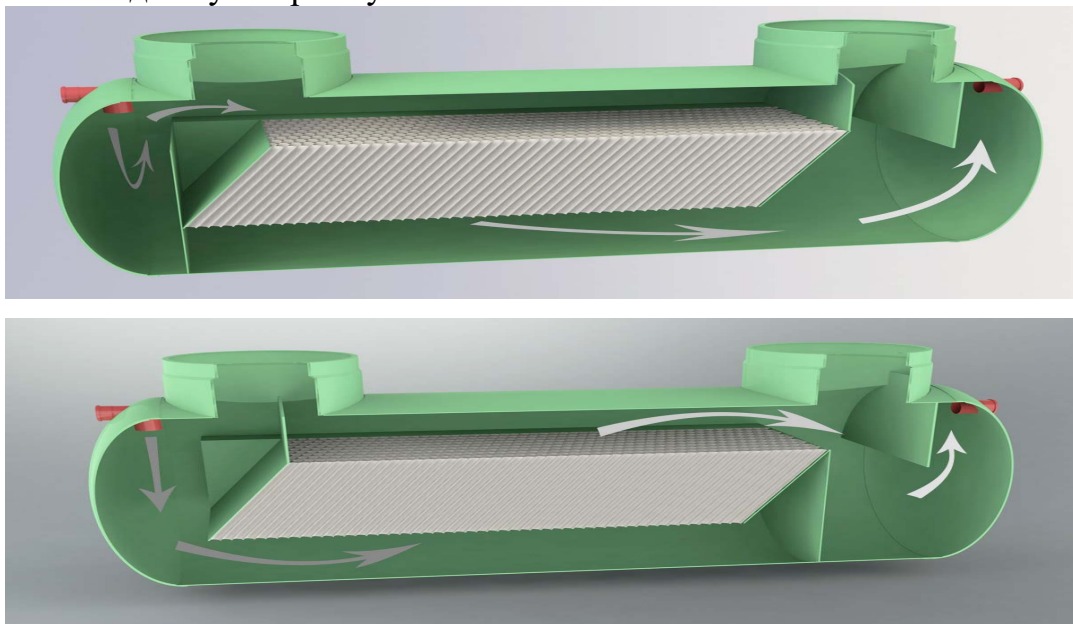


Рисунок 1.20 – Види руху води у відстійниках

Тонкошарові споруди для відстоювання застосовуються як при реконструкції діючих споруд для інтенсифікації очисних процесів, так і на стадії проектування нових. Переобладнання відстійників з установкою в ньому тонкошарових пакетів дозволяє збільшити навантаження на нього більше, в 1,5-2 разів. Якщо навантаження не збільшувати, то буде кращою водопідготовка за рахунок затримання більш малих частинок з огляду на те, що максимальна швидкість потоку в пакетах зменшиться.

Вода рухається горизонтально під блоками, піднімається з низу догори і проходить тонкошарові модулі. Осадження завислих речовин відбувається в нахилених до обрію елементах (поз. 3). Осаджені речовини накопичуються на поверхні, досягають критичної маси і завдяки нахилу модулю сповзають на дно відстійника. В цьому випадкові видалення завислих речовин відбувається значно швидше, аніж у вільному просторі води.



1 – подача води, 2 – камера пластівцеутворення, 3 – тонкошарові модулі,

4 – відведення освітленої води, 5 – зона видалення осаду

Рисунок 1.21 – Горизонтальний відстійник з тонкошаровими елементами

На сьогодні спеціалістами розроблені різні конструкції відстійників, які працюють за принципом тонкошарового осадження і застосовуються в технології підготовки води. На погляд багатьох авторів, що істотне під дією сили тяжіння осадження відбувається значно інтенсивніше в стислому просторі нахилених до обрію елементів (пластин). Однак варто мати на увазі, що ефективність роботи тонкошарових модулів залежить і від таких факторів, як якість підготовки пластівців, що надходять на осадження, рівномірності збору і розподілу води, надійності системи видалення осаду. Тому при реконструкції освітлювачів або відстійників необхідно підвищити ефективність камери утворення пластівців, збільшити коефіцієнт об'ємного використання цих споруд. Накопичення осаду під ТМ може привести до різкого погіршення якості відстоюної води.

Вдосконалення систем видалення осаду. Дірчасті системи для видалення осаду не завжди забезпечують достатню продувку відстійників. У цих випадках рекомендуються донні клапани або напірний гідрозмив. Застосування донних клапанів вимагає реконструкції днища споруди. У дні відстійника влаштовують перекинуті бункери (рис. 1.22), під якими прокладають лоток або трубу для видалення осаду. Управління донними

клапанами виводять на перекриття відстійника, що потребує влаштування коридору для обслуговування.

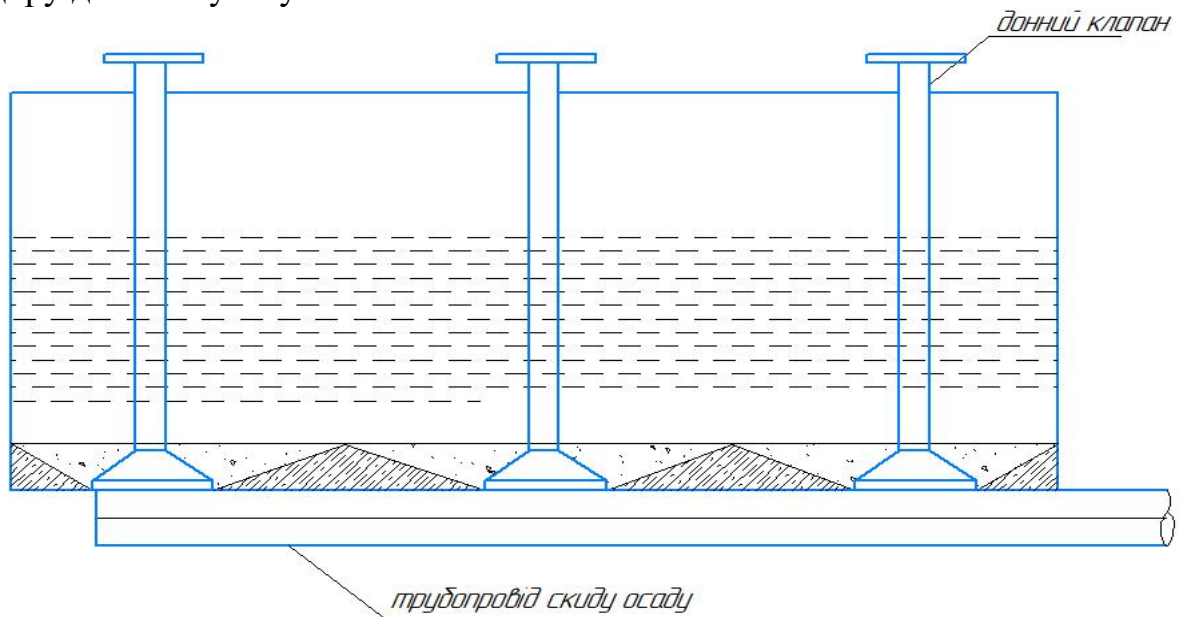


Рисунок 1.22 – Горизонтальний відстійник з донними клапанами
Система гідрозмиву рекомендується при обробці каламутних вод. При ширині відстійника 6 м укладають три труби, в котрих монтують насадки через 1 м, а в кінці (1/4 довжини)- через 1,5 м.

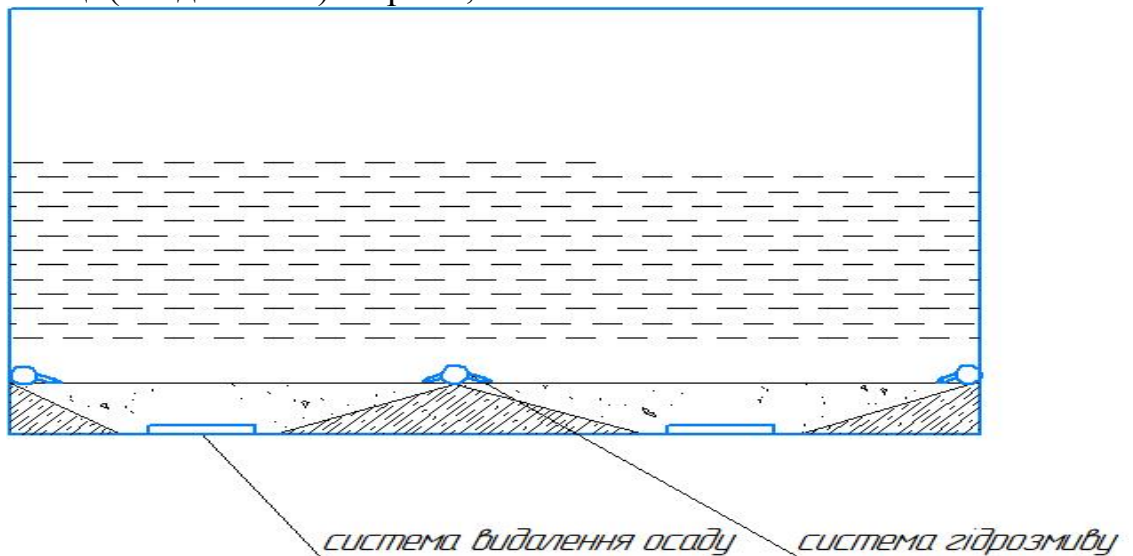


Рисунок 1.23 – Горизонтальний відстійник з гідрозмивом осаду
Флотація. Для малокаламутних кольорових вод, а також при наявності фіто- і зоопланктону можлива реконструкція відстійників у флотатори. Флотація менш чутлива до зміни якості води, краще видаляються мікроорганізми, в 2-3 рази менше втрати води. При флотації можна використовувати озон, досягаючи одночасно й дезодорації. Однак, тут потрібна установка компресорів і можуть виникнути складності з видаленням шламу-піни.

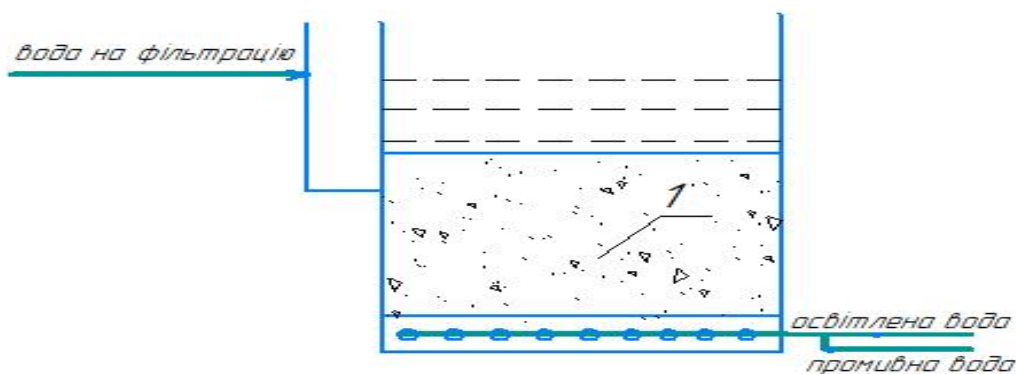
Фільтрування через зернистий шар повсюдно використовується як завершальний спосіб розділення суспензій при підготовці води. На водоочисних станціях фільтри - найбільш дорогі й складні споруди.

Дослідники багатьох країн довгий час вивчають фільтраційний процес і способи його інтенсифікації. Ця проблема актуальна і зараз.

Повне та часткове видалення із води завислих речовин фільтруванням відбувається в відкритих або напірних фільтрах, які складаються із корпусу, фільтруючого шару, дренажної або розподільчої системи, системи подачі води і відводу промивної води. Дренажна система зазвичай служить також для розподілення по площі фільтра промивної води.

Фільтрування води через фільтруючий шар відбувається під дією різниці тисків на вході в фільтр і на виході із нього. В процесі фільтрації фільтруючий шар забруднюється затриманими завислими речовинами і втрати напору збільшуються до деякої величини, яка характеризує опір гранично забрудненого фільтруючого шару.

Найбільшого застосування в комунальному і промисловому водопостачанні отримали зернисті фільтри, завдяки нескладній регенерації фільтруючого шару з зернистих матеріалів, а також завдяки необхідності створення незначного тиску для пропуску води через фільтруюче завантаження. За швидкістю фільтрування їх поділяють на повільні (швидкість фільтрації менше 0,5 м/год), швидкі (2-15м/год) і зверхшвидкі (більше 25 м/год) по крупності зерен фільтруючого шару зернисті фільтри розподіляють на дрібнозернисті (повільні фільтри) з розміром зерен менше 0,4 мм; середньозернисті (0,4-0,8 мм) і крупнозернисті (більше 0,8 мм) [9].



1 – фільтруюче завантаження

Рисунок 1.24 – Схема швидкого фільтру

В повільних та швидких фільтрах вода рухається через фільтруючий шар зверху вниз.

Ефективність роботи споруд для фільтрації води визначається конструктивними особливостями, гідравлічними умовами, фізично-хімічними та структурно – механічними властивостями завислих речовин, які затримуються в порах завантаження. Поліпшення саме цих параметрів – одне із головних завдань підвищення ефективності процесу фільтрації води.

В контактних освітлювачах - знизу вверху, в яких процес коагуляції відбувається разом с процесом фільтрування. В процесі очистки води завислі речовини затримуються в шарі завантаження і глибина їх проникнення залежить від їх характеру, швидкості фільтрування та крупності зерен завантаження.

Фільтрування в напрямку крупності зерен, що убиває.

Основна перевага цього способу полягає в тому, що забруднення глибше проникають у шар, в результаті чого збільшується ступінь використання брудоемності завантаження, зменшується темп приросту втрат напору. Метод реалізований у конструкціях двох- і багатошарових фільтрів, контактних освітлювачів, двохпоточних і двоступінчастих фільтрів. У двошарових фільтрах довгі роки використовувалося завантаження з антрациту й кварцового піску. Поява нових фільтруючих матеріалів значно розширює можливості застосування таких фільтрів.

Найбільш вдало переваги фільтрування в напрямку крупності, що убиває реалізуються в контактних прояснювачах з висхідним потоком води і завантаженням великої неоднорідності. Контактні прояснювачі, запропоновані в СРСР в 1953 р., широко застосовуються у вітчизняній і закордонній практиці. В контактних прояснювачах реалізовані принципи контактної коагуляції і фільтрування в напрямку зменшення крупності зерен, що дозволяє помітно збільшити брудомісткість споруди. На швидкі фільтри вода подається уже із сформованими пластівцями завислих речовин, а в контактних прояснювачах процес коагуляції відбувається безпосередньо в самому просторі фільтруючого завантаження. Внаслідок чого коагуляція відбувається значно швидше, ніж у вільному просторі.

Застосування двох ступенів контактних освітлювачів із крупно- і дрібнозернистими завантаженнями дозволило очищати висококаламутні води (до 1500 мг/л) без використання коагулянтів: швидкості фільтрування на першій й другій ступенях відповідно 3 і 1,5 м/год, тривалість фільтроциклу - 72-96 год. Для очищення висококольорових, малокаламутних холодних вод (каламутність не більше 250-300, кольоровість не більше 150-200) розроблена схема двохступінчастого фільтрування: перша ступінь – контактні освітлювачі експлуатуються за межами часу захисної дії завантаження, а друга ступінь – швидкі фільтри з низхідним потоком.

Фільтруюче завантаження вважається основним робочим елементом більшості фільтрувальних споруд і значно впливає на ефективність їх роботи.

В якості фільтруючих матеріалів для зернистих фільтрів застосовують кварцовий, річний або кар'єрний пісок, дроблений кварц і антрацит, мармур, магнетит, керамзит, керамічну кришку.

За останні роки набір природних та спеціально виготовлених зернистих матеріалів, які можуть використовуватися в якості фільтруючого завантаження, суттєво поширився: керамзит, аглопорит, туфи, шлаки, полістирол, капрон, кліноптилолит, гранодіорит. Зерна фільтруючого завантаження характеризуються ефективним діаметром (міжзернова пористість p) і коефіцієнтом форми зерна (α_{ϕ}). Саме збільшення значення показника p збільшує брудомісткість фільтру, а збільшення показника α_{ϕ} – здатність затримувати забруднення. Саме ці показники в значній мірі впливають на роботу фільтру і можуть навіть вивести споруду з ладу.

Застосування в якості фільтруючого завантаження більш крупного матеріалу приводить до зниження якості очищеної води. Використання

неоднорідного завантаження приводять до погіршення умов промивки фільтру, оскільки дрібні фракції у висхідному потоці почнуть підніматися раніше за основну масу матеріалу. Необхідність зниження інтенсивності промивки в цьому разі приведе до недостатньої промивки всього шару завантаження і як наслідок, до накопичення залишкових забруднень, погіршуючи нормальну роботу споруди.

Внаслідок гідравлічного сортування завантаження при промивці у верхній частині фільтруючого шару накопичуються зерна малого розміру. Малі отвори пор дрібнозернистого завантаження погіршують проникнення завислих речовин в завантаження. Цей шар швидко замулюється і створює значні гідравлічні опори, що призводить до скорочення фільтроциклу а також до явища, коли значна частина фільтруючого шару в затримці забруднень практично не приймає участі.

Для прояснення води важливим показником є міжзернова пористість завантаження, оскільки вона впливає брудомісткість шару. Найбільшу пористість мають фільтруючі завантаження неправильною формою зерен, які отримуються подрібненням щільного або пористого кускового матеріалу. Щільність матеріалу також впливає на умови промивки. Мінімальна інтенсивність промивки при використанні реагентної обробки повинна складати не менше $12-14 \text{ л} \cdot \text{с} / \text{м}^2$. Для двох та багат шарових фільтрів потрібні матеріали різної щільності, щоб при промивці не відбувалося перемішування шарів завантаження. Що стосується контактних прояснювачів щільність повинна бути значною (більше $2,5 \text{ г} / \text{см}$).

Водоповітряне промивання.

Більш складне в конструктивному оформленні та в експлуатації, має значно більшу ефективність, ніж водяне. Існують роздільна і спільна водоповітряні промивання – при роздільному промиванні в завантаження подають спочатку тільки повітря, а потім воду. При спільному промиванні повітря й воду подають одночасно. Рекомендується трьохетапне промивання з інтенсивністю продувки $15-20 \text{ л} / (\text{с} \cdot \text{м}^2)$ і зміною інтенсивності подачі води з $3-4$ до $6 \text{ л} / (\text{с} \cdot \text{м}^2)$ на останніх двох етапах. Дослідження показали можливість зниження інтенсивності продувки до $10 \text{ л} / (\text{с} \cdot \text{м}^2)$ і проведення двохетапного промивання з постійною інтенсивністю подачі води, величина якої повинна бути не менше критичної для великих (d_{80}) зерен завантаження, що забезпечує повне витиснення повітря із завантаження.

Пульсуюче промивання.

Відмивання забруднень обумовлене дотичними напруженнями на поверхні зерен завантаження і їх зіткнень. Отже, щонайкраще промивання відбувалось би у завислому шарі при високих швидкостях і низькій пористості.

Однак, ці дві вимоги суперечливі, тому що зі збільшенням витрати промивної води підвищується пористість завислого шару. На початку промивання інтенсивність подачі води досягає максимуму, після чого залишається майже постійною до кінця промивання. Завантаження ж, розширюючись, рухається повільніше промивної води до досягнення стану

рівноваги. Пористість шару при цьому вище пористості нерухомого шару, але менше, ніж у повністю розширеному стані. Поки завантаження не досягло повного розширення, інтенсивність її відмивання вище, ніж після завершення цього процесу.

Таким чином, при періодичній зміні інтенсивності промивання, завантаження більшу частину часу не буде повністю розширене. Це свідчить про можливість інтенсифікації промивання за рахунок пульсації потоку промивної води. Короткочасна подача підвищеної витрати води забезпечує її рух крізь малорозширений шар завантаження і, як наслідок, високі «дійсні» швидкості води в поровому об'ємі, інтенсивна взаємодія зерен. На етапі подачі малої витрати води завантаження осідає, пористість шару знижується, зерна й вода рухаються протитоком, відносні швидкості через це ростуть.

Контрольні питання:

1. Перелічте основні способи інтенсифікації освітлювачів із шаром завислого осаду, відстійників.
2. Як поліпшити рівномірність розподілу й збору води в горизонтальному відстійнику?
3. Які основні принципи освітлення води в тонкому шарі?
4. Поясніть схему установки тонкошарових модулів у відстійниках і освітлювачах.
5. Які способи поліпшення скидання осаду з горизонтального відстійника існують?
6. Які переваги системи донних клапанів перед гідравлічним способом видалення осаду з відстійників?