

УДК 628.16

Меддур М. М., к.т.н. (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ПРОМИВАННЯ ЗАСИПКИ ПІНОПОЛІСТИРОЛЬНИХ ФІЛЬТРІВ

Розглядаються питання, що стосуються вивчення технології регенерації пінополістирольних фільтрів. Проаналізовано раціональність використання різних видів промивання пінополістирольної засипки.

Ключові слова: промивання, інтенсивність промивного потоку, забруднення, пінополістирольна засипка.

Вступ. В сучасних умовах дефіциту та погіршення якісних характеристик природних вод постає проблема забезпечення населених пунктів високоякісною водою з економним її використанням. Вирішити питання якості води можливо вдосконаленням систем водопостачання шляхом впровадження нових енергоефективних технологій очищення.

Ефект очищення води характеризується двома протилежними процесами – фільтрацією та регенерацією, тобто промиванням. Тому промиванню фільтруючих засипок відводиться велике значення в надійній роботі водоочисних фільтрів [1].

Найбільш повно теорія промивання була описана Д.М. Мінцем та С.О. Шубертом, суть цієї теорії полягала у досягненні критичної швидкості висхідного руху промивної води, при якій фільтруюча засипка розширювалась та переходила в динамічну рівновагу хоча зерна її перебували в безперервному хаотичному русі [2].

Аналіз останніх досліджень показав що, основним завданням науковців Грабовського П.А., Прогульного В.Й., Орлова В.О., Журби М. Г. та Гіроля М. М., які вивчали основи промивання фільтрів, було дослідити оптимальну інтенсивність промивання та зв'язане з нею відносне розширення фільтруючої засипки. Основною задачею при промиванні водоочисних фільтрів є визначення такої швидкості промивного потоку (або інтенсивності промивання), яка була б більша ніж швидкість початку псевдорозрідження і менша, ніж швидкість виносу зерен засипки за межі фільтра.

При невеликій швидкості низхідного промивного потоку шар фільтруючої засипки є нерухомим (рис. 1, а). Із збільшенням швидкості потоку шар засипки починає розширюватись, швидкість води досягає

критичної величини, де опір фільтруючого шару стає рівним його вазі (рис. 1, б). При цьому гранули хаотично рухаються в потоці води, труться одне об одне, завдяки такому інтенсивному перемішуванню забруднення краще відриваються із поверхні гранул.

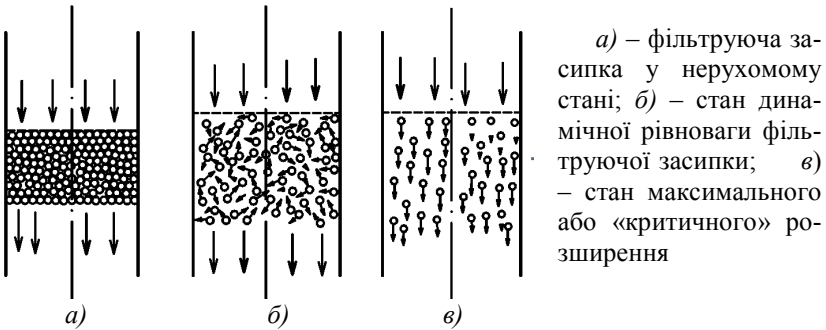


Рис. 1. Фільтруюча засипка при регенерації

Поряд з хаотичним рухом зернистого шару при промиванні спостерігаються зони висхідного і низхідного руху груп гранул, що нагадують турбулентний рух. Під дією сил інерції виникає відрив струминок від поверхні гранул (рис. 2, б), вихрові промивні потоки омиваючи гранули виносять відірвані забруднення за межі фільтруючого шару.

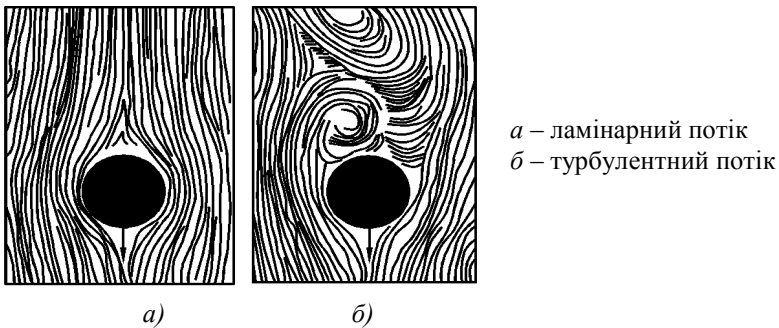


Рис. 2. Гранула в потоці промивної води

Із збільшенням швидкості води до деякої нової критичної величини, коли сила гідравлічного опору частинки стає рівною її вазі, гранули засипки починають виноситись потоком рідини (рис. 1, в).

Постановка завдання. Теорія відносного розширення фільтруючої засипки з досягненням оптимальної інтенсивності промивного потоку є необґрунтованою. Тому метою даної статті є дослідити та обґрунту-

вати найбільш ефективний спосіб промивання при аналізі різних технологій регенерації пінополістирольних фільтрів.

Дослідження, які проводились в лабораторії кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи НУВГП, були направленні на інтенсифікацію процесу промивання пінополістирольних фільтрів при незалізненні підземних вод.

Результати досліджень. Промивання пінополістирольної засипки проводилось наступними способами [1]:

- водяне безперервне з постійною інтенсивністю промивного потоку;
- водяне безперервне зі змінною інтенсивністю промивного потоку;
- імпульсне промивання;
- ступінчасто-зубчасте промивання.

Кінетика виносу забруднень з промивною водою при різних способах промивання в залежності від тривалості промивання наведена на рис. 3 - 6.

Промивання безперервне з постійною інтенсивністю промивного потоку полягало у частковому або повному відкритті засувки на трубопроводі відведення промивної води в результаті чого очищена вода із постійним рівнем в надфільтровому просторі, рухалась до низу фільтру розширюючи пінополістирольну засипку відмивала її від забруднень.

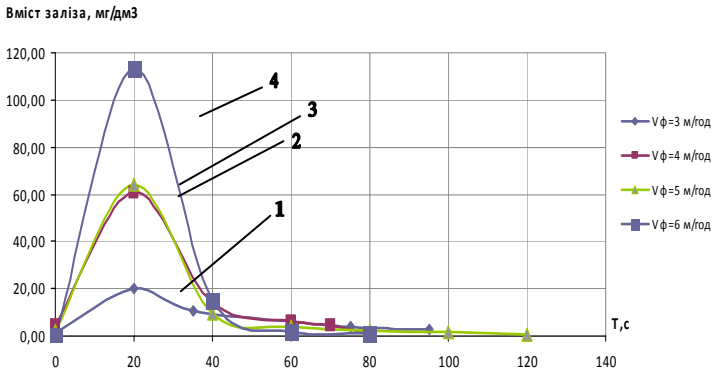


Рис. 3. Кінетика виносу забруднень при безперервному промиванні із постійною інтенсивністю промивного потоку для різних швидкостей фільтрування
 1 – $I_{сеп}=10$ л/(с·м²), $V_{\phi}=3$ м/год; 2 – $I_{сеп}=13$ л/(с·м²), $V_{\phi}=4$ м/год;
 3 – $I_{сеп}=15$ л/(с·м²), $V_{\phi}=5$ м/год; 4 – $I_{сеп}=16$ л/(с·м²), $V_{\phi}=4$ м/год

Промивання безперервне із змінною інтенсивністю промивного по-

току досягалося за рахунок змінного рівня чистої води в надфільтровому просторі. При відкритті промивної засувки рівень чистої води поступово зменшувався тим самим зумовлював змінну інтенсивності промивного потоку, яка може призвести до виникнення другого піку виносу забруднень (рис. 4). Інтенсивність промивання можна змінювати і в ручному режимі, коли починає падати напір в надфільтровому просторі промивну засувку ще більше відкривають для досягнення рівномірного вимиву забруднень.

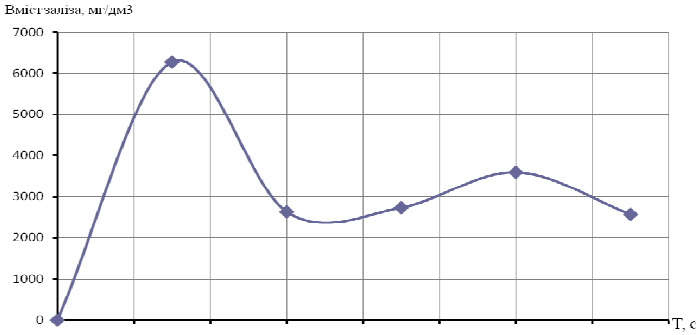


Рис. 4. Кінетика виносу забруднень при безперервному промиванні із різною інтенсивністю промивного потоку $I_{сер} = 17 - 11$ л/(с·м²) при швидкості фільтрування $V_{ф} = 6$ м/год

На основі аналізу літературних джерел розроблені та запатентовані нові способи регенерації пінополістирольної засипки – імпульсне та ступінчасто-зубчасте промивання.

Імпульсне промивання водоочисного фільтра виконувалося наступним чином на трубопроводі відводу промивної води періодично відкривалася та закривалася засувка з певним інтервалом під час промивання (рис. 5). Дане промивання є більш ефективним у тому плані, що забезпечується більша ймовірність співпадання оптимального відносного розширення засипки із оптимальною інтенсивністю промивного потоку за рахунок регулювання відкриття промивної засувки. Під час такого співпадання вимивається найбільш максимальна частина забруднень.

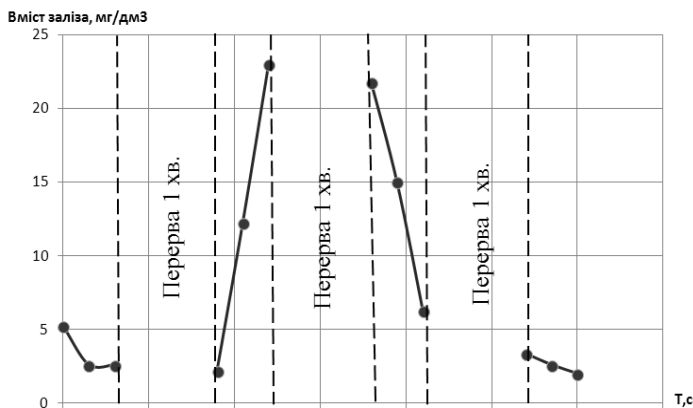


Рис. 5. Кінетика вимивання забруднень при імпульсному промиванні $I_{сер} = 19 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ після фільтроциклу зі швидкістю фільтрування $V_{\phi} = 7 \text{ м/год}$

Ступінчато-зубчасте промивання. Дана регенерація відрізнялася від попередньої тим, що після вимиву основної маси забруднень з перервою у часі, наступний цикл промивання проводився без перерв зі змінною інтенсивністю промивного потоку при дуже повільному прикриванні засувки на промивному трубопроводі (рис. 6) [3].

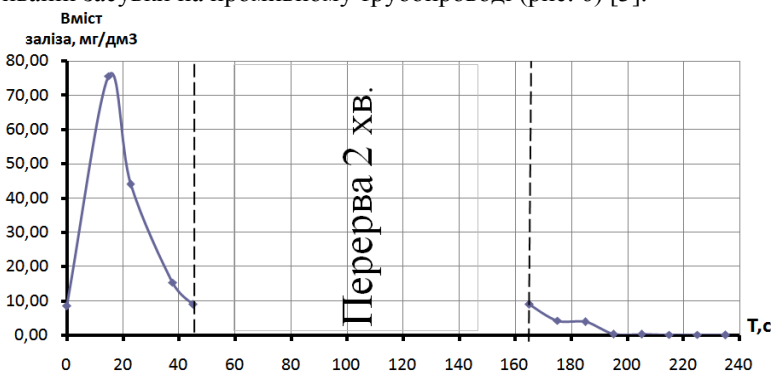


Рис. 6. Кінетика вимивання при ступінчато-зубчастому промиванні пінополістирольної засипки зі $V_{\phi} = 5,0 \text{ м/год}$, $I = 12 \dots 7 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$

Промивання фільтруючих споруд проводиться тільки чистою водою. На власні потреби водоочисних станцій зазвичай витрачається біля 10-20% її корисної продуктивності, а це означає, що значна частина очищеної води безвозвратно втрачається. Результати досліджень показали, що ступінчато-зубчасте промивання дозволить зекономити до

15% чистої води (рис. 7). Але при такому промиванні концентрація забруднень у промивній воді буде більшою в результаті чого на водоочисних станціях у відстійника будуть утворюватися об'єми промивних вод із значним осадом особливого складу, які потребують спеціальних методів обробки.

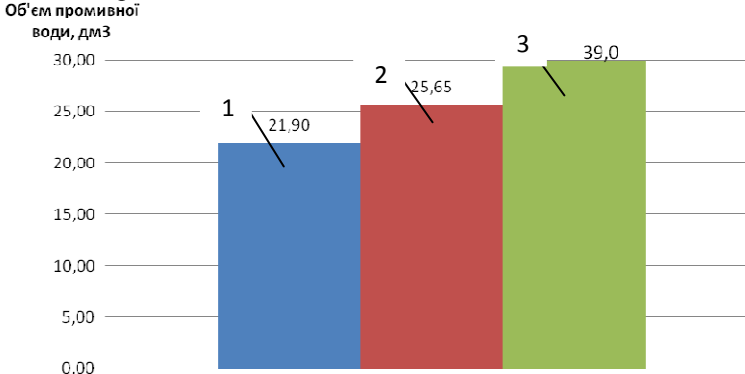


Рис. 7. Об'єм чистої води, який втрачається на промивання фільтру:
1 – ступінчасто-зубчасте промивання, $V_{\phi} = 5,0$ м/год, $I = 12 \dots 7$ л/(с·м²), $t_{кор. пром.} = 115$ с;
2 – безперервне промивання, $V_{\phi} = 5$ м/год, $I_{сер} = 15$ л/(с·м²), $t_{кор. пром.} = 120$ с;
3 – імпульсне промивання, $V_{\phi} = 5$ м/год, $I_{сер} = 13$ л/(с·м²), $t_{кор. пром.} = 180$ с

Регенерація фільтруючої засипки може суттєво вплинути на нормальний режим роботи фільтрів. Це було підтверджено дослідженнями неповної регенерації. В перших фільтроциклах з неповним промиванням ефект очищення води був кращим за ефект при повному промиванні (рис. 8, крива 3), але є ряд недоліків одним із яких – утворення зцементованих комочків, які майже не вимивалися із засипки. Залишкові забруднення поступово зросталися і транспортувалися у середину засипки. Утворення таких комочків погіршувало якісну характеристику фільтруючої засипки її пористість та однорідність. Після трьох фільтроциклів з неповним промиванням якість очищення води різко погіршувалась (рис. 8, крива 1).

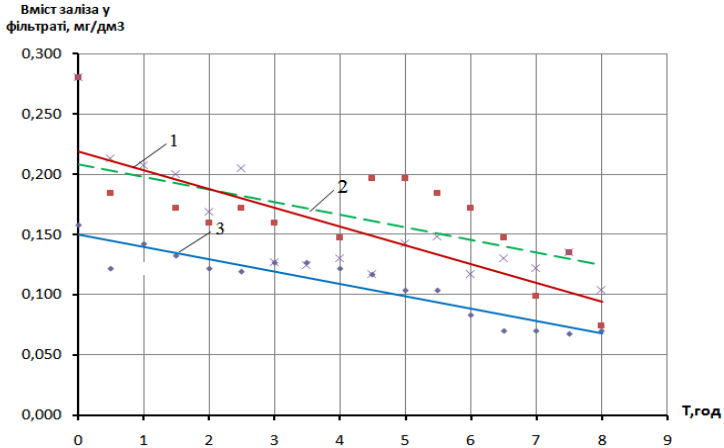


Рис. 8. Вплив неповної регенерації при $V_{\phi} = 6$ м/год та концентрації заліза у вихідній воді $1,5$ мг/дм³:

- 1 – фільтроцикл після трьох днів фільтрування з неповним промиванням фільтруючої засипки;
- 2 – фільтроцикл з повним промиванням фільтруючої засипки;
- 3 – перший фільтроцикл після неповного промивання фільтруючої засипки

Отже, ефективність промивання суттєво впливає на роботу водоочисних фільтрів, крім того, може ускладнюватись сама конструкція фільтру, коли з'являється необхідність громіздкої дренажної системи. Якісне відмивання засипки від забруднень можна досягти за рахунок використання ефективних методів промивання, а це свідчить про важливість процесу регенерації та необхідність його інтенсифікації.

1. Очищення природної води на пінополістирольних фільтрах [монографія] / В. О. Орлов, С. Ю. Мартинов, А. М. Орлова, В. О. Зошук, Н. Л. Мінаєва, С. О. Куницький, М. М. Меддур, М. М. Трохимчик. – Рівне : НУВГП, 2012. – 172 с. 2. Минц Д. М. Подготовка воды для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения / Д. М. Минц, Г. И. Николадзе, А. А. Каталский. – М. : Высш. шк., 1984. – 368 с. 3. Орлов В. О. Дослідження кінетики виносу гідроксиду заліза із засипки піно полістирольних фільтрів / В. О. Орлов, С. Ю. Мартинов, С. О. Куницький, М. М. Меддур // Вода і водоочисні технології. – № 1 (7) 2012. – С. 14-20. 3. Промивання пінополістирольної засипки / В. О. Орлов, А. М. Орлова, С. Ю. Мартинов, Н. Л. Мінаєва, М. М. Меддур // XXXVI научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства. Часть 1-я: Строительство, архитектура, экология, общественные науки. – Харьков, ХНАМГ, 2012. – С. 113-115.

Рецензент: д.т.н., професор Орлов В. О. (НУБГП)

Meddour M. M., Candidate of Engineering (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

FLUSHING FILLING OF FOAMPOLYSTYRENE FILTERS

The questions relating to the study of regeneration technology of foampolystyrene filters. Analyzes the rationality of different types of flushing filling of foampolystyrene.

Keywords: flushing, the intensity of flushing flow, pollution, filling of foampolystyrene.

Меддур М. М., к.т.н. (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ПРОМЫВКА ЗАГРУЗКИ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ

Рассматриваются вопросы, касающиеся изучения технологии регенерации пенополистирольных фильтров. Проанализированы рациональность использования различных видов промывки пенополистирольной засыпки.

Ключевые слова: промывание, интенсивность промывного потока, загрязнение, пенополистирольная засыпка.
