

## ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

УДК 628.16

**Прогульный В. И., д.т.н., профессор, Рябков М. В.** (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

### ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЬМАТАЦИИ ПОРИСТОГО ПОЛИМЕРБЕТОНА ПЕНОПОЛИСТИРОЛОМ

**Приведены результаты экспериментальных исследований динамики кольматации пористого полимербетона зернами мелкозернистого пенополистирола.**

**Ключевые слова:** пенополистирол, полимербетон, кольматация.

Для обеспечения необходимого качества воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, технологические схемы очистки природных вод включают в себя скорые водоочистные фильтры.

Одним из перспективных направлений в технике фильтрования воды является использование фильтров с плавающей загрузкой. Исследования М.Г. Журбы и В.О. Орлова [1, 2] показали, что замена тяжелой загрузки на плавающую загрузку позволяет интенсифицировать процесс фильтрования.

Применение плавающей фильтрующей загрузки позволяет увеличить фильтроцикл, скорость фильтрования и допустимую концентрацию загрязняющих веществ в исходной воде. При этом упрощается промывка загрузки, снижается расход промывной воды и, как правило, отпадает необходимость в применении специальных промывных насосов.

Важным конструктивным элементом фильтров, обеспечивающим их нормальную работу, является дренажно-распределительная система (ДРС), к которой предъявляется ряд требований [3]: равномерный по площади сбор фильтрата и обеспечение заданного поля скоростей промывной воды; достаточная механическая прочность и долговечность; предотвращение проникновения зерен загрузки в дренаж; отсутствие прогрессирующей кольматации взвесью и загрузкой; простота монтажа и низкая металлоемкость конструкции; надежность.

Существующие конструкции дренажей скорых фильтров с плавающей загрузкой (металлические решетки, сетки и др.) не всегда обеспечивают выполнение этих требований.

В работе [4] предложено ДРС для таких фильтров выполнять из по-

ристого полимербетона – материала, состоящего из гранитного щебня и полимерного связующего – эпоксидной смолы марки ЭД-16 (20) и отвердителя полиэтиленполиамиона (ПЭПА).

Пористые полимербетонные дренажи в скорых фильтрах с тяжелыми нагрузками показали надежную и эффективную работу на протяжении длительного времени [5].

Применение таких дренажей в фильтрах с плавающей нагрузкой позволит: исключить вынос фильтрующего материала при фильтровании или промывки; снизить металлоемкость конструкций; уменьшить высоту подзагрузочного пространства, и, соответственно, строительную высоту фильтров; повысить надежность работы фильтров.

В процессе эксплуатации пенополистирольных фильтров с дренажной системой из пористого полимербетона может происходить их кольматация взвесью и зернами фильтрующей загрузки. Как показано в работе [6] кольматация зернами загрузки значительнее.

Изучение динамики и степени кольматации пористого полимербетона пенополистирольной загрузкой проводилось в лаборатории кафедры водоснабжение ОГАСА.

Гидравлические параметры пористого полимербетона оценивались одночленной степенной зависимостью

$$\Delta h = C \cdot V^n \cdot v^{2-n} \cdot b, \quad (1)$$

где  $\Delta h$  – потери напора в слое полимербетона, см;  $C$  – коэффициент гидравлического сопротивления пористого полимербетона;  $V$  – скорость движения воды через полимербетон, см/с;  $v$  – кинематическая вязкость воды, см<sup>2</sup>/с;  $b$  – толщина пористого слоя, см;  $n$  – показатель степени, который определяется эмпирически.

Оценку степени кольматации полимербетона частичками фильтрующей загрузки производили сравнением коэффициента гидравлического сопротивления ( $C$ ) с его начальным значением ( $C_0$ ), полученным на чистой воде. Коэффициент  $C$  не зависит от скорости потока и температуры воды, а определяется гранулометрическим составом, степенью укладки зерен заполнителя, а также его пористостью. В связи с этим при изменении размеров пор из-за кольматации пористого полимербетона будет, происходить и изменение коэффициента  $C$ .

Коэффициент гидравлического сопротивления  $C$  определялся для случая напорного движения воды через пористый полимербетон по формуле:

$$C = \frac{\Delta h}{V^n \cdot v^{2-n} \cdot b} \quad (2)$$

Експериментальні дослідження були умовно розділені на два основних етапи:

- На першому етапі вивчалися гідрравлическі характеристики пористого полімербетона на чистій воді без завантаження.
- На другому етапі була досліджена динаміка кольматации полімербетона зернами плаваючої завантаження.

Експерименти проводилися на лабораторній установці, представленій на рис. 1.

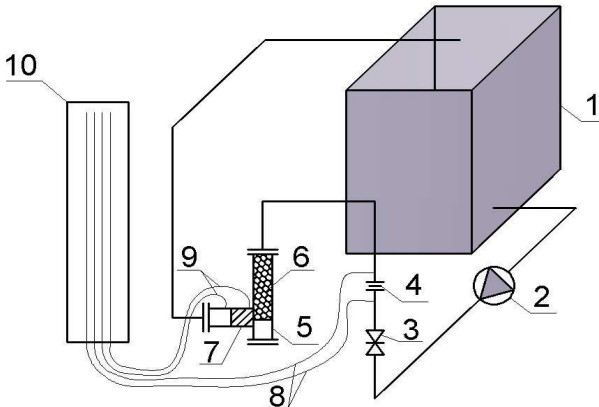


Рис. 1. Лабораторна установка для дослідження динаміки кольматации:

- 1 – бак; 2 – циркуляційний насос; 3 – вентиль;  
4 – расходомерна шайба; 5 – установка; 6 – плаваюча завантаження;  
7 – полімербетонний зразок; 8 – пьезометри від шайби;  
9 – пьезометри від зразка; 10 – пьезометричний щит

Установка включала в себе: бак 1, циркуляційний насос 2, расходомерну шайбу 4, установку 5, що складається з труби діаметром 50 мм зі смотровим вікном в яку монтувалися зразки з полімербетона 7.

Зразки виготовлялися з гранітного щебня в металевих обоймах діаметром 40 мм, висотою 50 мм. Крупність зразків варіювалася в межах 3–5, 3–7, 3–10 мм.

При вивченні гідрравлических характеристик полімербетона на чистій воді без плаваючої завантаження, воду подавали з бака 1, циркуляційним насосом 2, в установку 5, вода проходила через полімер-

бетонный образец 7 и отводилась обратно в бак. Скорость движения воды через полимербетонные образцы варьировали от 10 до 22 см/с.

При изучении динамики кольматации полимербетона плавающей загрузкой, установку 5 загружали пенополистиролом крупностью 0,63–3 мм. Воду подавали с одной скоростью, при которой плавающая загрузка взвешивалась, и полимербетонный образец работал в толще расширенной загрузки. В случае проскока пенополистирола через образцы, он всплывал в баке 1.

Результаты по первому этапу сведены в табл. 1.

Таблица 1

Начальные коэффициенты гидравлического сопротивления	
Крупность заполнителя образца	Начальный коэффициент гидравлического сопротивления $C_0$
3–5	1,074
3–7	0,875
3–10	0,595

Результаты по второму этапу представлены на графиках зависимости  $C(t)$ , где  $\bar{C} = C/C_0$ .

На графике (рис. 2) представлена динамика кольматации полимербетонного образца крупностью заполнителя 3–5 мм зернами пенополистирола. Анализ графика показывает, что относительный коэффициент гидравлического сопротивления вначале растёт, а затем, начиная с 900 минуты стабилизируется и дальнейшего роста не наблюдается. При этом относительный коэффициент гидравлического сопротивления увеличился примерно в 2,1 раза.

На рис. 3 представлен график динамики кольматации полимербетонного образца крупностью 3–7 мм. Характер графика аналогичен графику, представленному на предыдущем рисунке. Однако стабилизация здесь достигается с 800 минуты, а относительный коэффициент гидравлического сопротивления увеличивается в 2,6 раза.

При исследовании образца крупностью 3–10 мм, происходил проскок зерен фильтрующей загрузки.

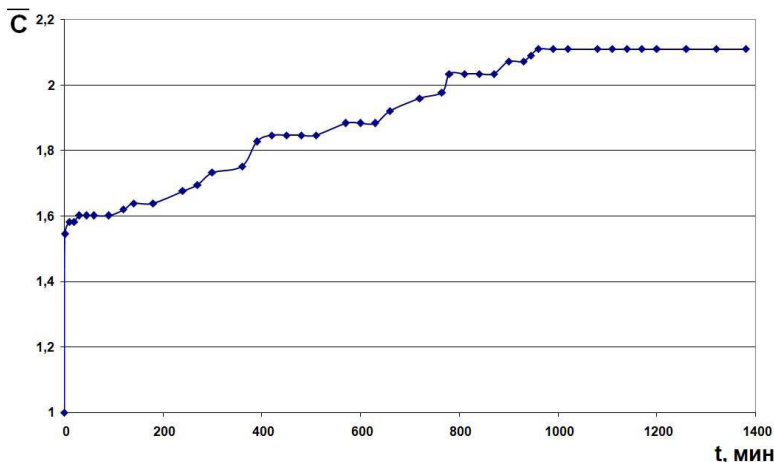


Рис. 2. Динамика кольматации полимербетонного образца крупностью 3–5 мм

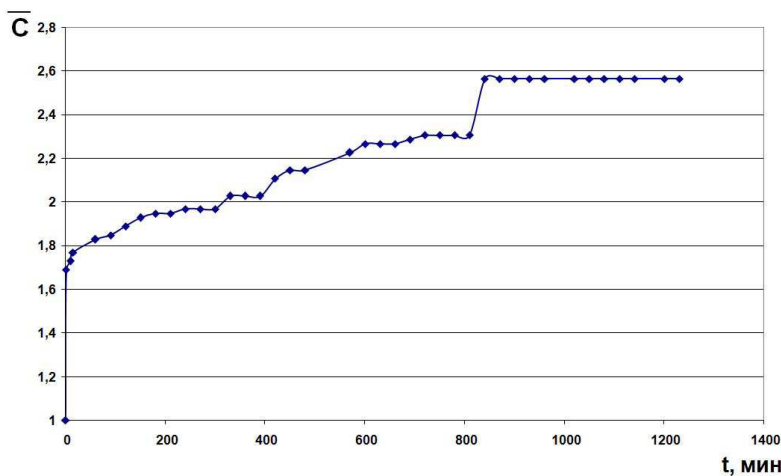


Рис. 3. Динамика кольматации полимербетонного образца крупностью 3–7 мм

**Выводы:**

- Коэффициент гидравлического сопротивления пористого полимербетона вначале растет, а затем стабилизируется, при этом необратимой кольматации не происходит.
- Просыпаемость отсутствовала в опытах с образцами крупностью 3–5; 3–7 мм.

1. Журба М. Г. Водоочистные фильтры с пенопластно-волоконной загрузкой / М. Г. Журба // Водоснабжение и санитарная техника. – 1996. – № 9. – С. 16–19. 2. Орлов В. О. Эксплуатация контактных пенополистирольных фильтров на существующих станциях водоподготовки / В. О. Орлов, Б. М. Борисов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1983. – № 2. – С. 29–30. 3. Николадзе Г. И. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения / Николадзе Г. И., Минц Д. М., Кастальский А. А. – М. : Высш. шк., 1984. – 368 с. 4. Прогульный В. И. Усовершенствование конструкции дренажей фильтров с плавающей загрузкой / Прогульный В. И., Рябков М. В. // Комунальне господарство міст, ХНУМГ. – Харків, 2014. Вип. 114. – С. 136–138. 5. Грабовский П. А. Промывка водоочистных фильтров / Грабовский П. А., Ларкина Г. М., Прогульный В. И. – Одесса : Optimum, 2012. – 240 с. 6. Прогульный В. И. Отвод промывной воды из скорых фильтров с помощью пористых конструкций. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук / Прогульный В. И. – Одесса, 1988. – 20 с.

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

---

**Prohulnyi V. I., Doctor of Engineering, Professor, Riabkov M. V.**  
(Odessa State Academy of Building and Architecture, Odessa)

## **RESEARCH OF COLMATATION FOAMED POLYSTYRENE OF POROUS POLYMER CONCRETE**

**The results of experimental research of dynamics colmatation fine grained foam polystyrene of porous polymer concrete are given.**

**Keywords: foamed polystyrene, polymer concrete, colmatation.**

---

**Прогульний В. І., д.т.н., професор, Рябков М. В.** (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛЬМАТАЦІЇ ПОРИСТОГО ПОЛІМЕРБЕТОНУ ПІНОПЛІСТИРОЛОМ**

**Наведено результати експериментальних досліджень динаміки кольматації пористого полімербетону зернами дрібнозернистого пінополістиролу.**

**Ключові слова: пінополістирол, полімербетон, кольматація.**

---