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

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

Применение таких дренажей в фильтрах с плавающей загрузкой 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

$$\Delta h = C \cdot V^{n} \cdot \nu^{2-n} \cdot b \qquad (1)$$

где Δh – потери напора в слое полимербетона, см; C – коэффициент гидравлического сопротивления пористого полимербетона; V – скорость движения воды через полимербетон, см/с; ν – кинематическая вязкость воды, см^2/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_o), 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:

$$C = \frac{\Delta h}{V^n \cdot \nu^{2-n} \cdot b}. \qquad (2)$$

Экспериментальные исследования были условно разделены на два основных этапа:

- На первом этапе изучались гидравлические характеристики пористого полимербетона на чистой воде без загрузки.
- На втором этапе была исследована динамика кольматации полимербетона зернами плавающей загрузки.

Эксперименты проводились на лабораторной установке, представленной на рис. 1.

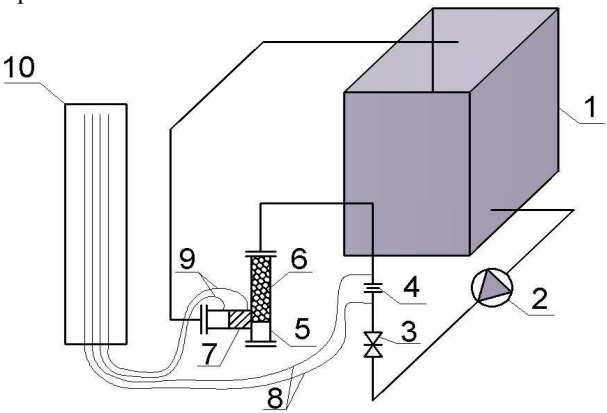

Рис. 1. Лабораторная установка для исследования динамики кольматации
1 – бак; 2 – циркуляционный насос; 3 – вентиль;
4 – расходомерная шайба; 5 – установка; 6 – плавающая загрузка;
7 – полимербетонный образец; 8 – пьезометры от шайбы;
9 – пьезометры от образца; 10 – пьезометрический щит

Установка включала в себя: бак 1, циркуляционный насос 2, расходомерную шайбу 4, установку 5, состоящую из трубы диаметром 50 мм со смотровым окном в которую монтировались образцы из полимербетона 7.

Образцы изготавливались с гранитного щебня в металлических обоймах диаметром 40 мм, высотой 50 мм. Крупность образцов варьировалась в пределах 3-5, 3-7, 3-10 мм.

При изучении гидравлических характеристик полимербетона на чистой воде без плавающей загрузки, воду подавали из бака 1, циркуляционным насосом 2, в установку 5, вода проходила через полимер-

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 таблице 1.

Таблица 1

Начальные коэффициенты гидравлического сопротивления

Крупность заполнителя образца	Начальный коэффициент гидравлического сопротивления C_o
3–5	1,074
3–7	0,875
3–10	0,595

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

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 растет, 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.

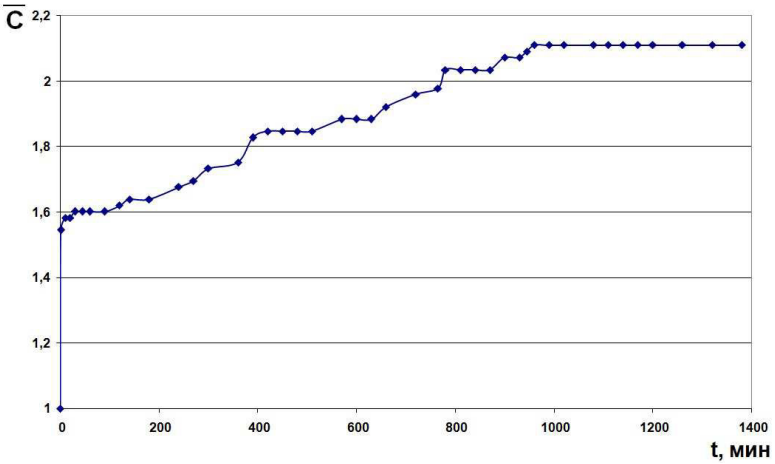

Рис. 2. Динамика кольматации
полимербетонного образца крупностью 3-5 мм

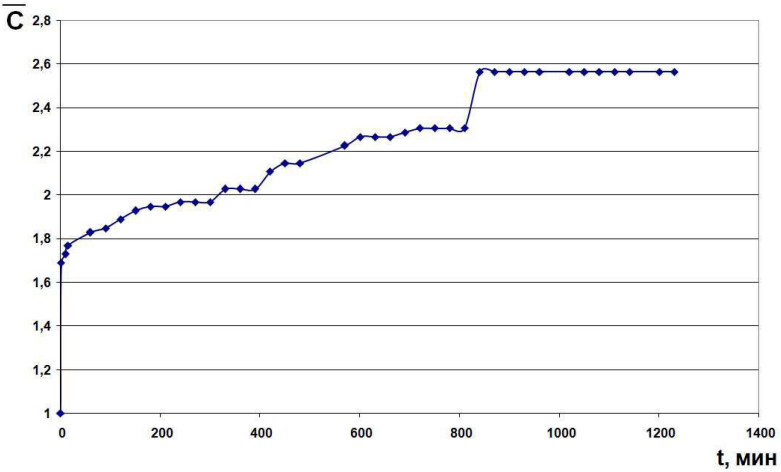

Рис. 3. Динамика кольматации
полимербетонного образца крупностью 3-7 мм

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-волокнистой загрузкой // Водоснабжение и санитарная техника. – 1996. – № 9. – С. 16–19. **2.** Орлов В. О., Борисов Б.М. Эксплуатация контактных пенополистирольных фильтров на существующих станциях водоподготовки // Водоснабжение и санитарная техника, 1983. – № 2. – С. 29–30. **3.** Николадзе Г. И., Минц Д. М., Кастальский А. А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. – М. : Высш. шк., 1984. – 368 с. **4.** Прогульный В. И., Рябков М. В. Усовершенствование конструкции дренажей фильтров с плавающей загрузкой // Комунальне господарство міст, ХНУМГ. – Харків, 2014. – Вип. 114. – С. 136–138 **5.** Грабовский П. А., Ларкина Г. М., Прогульный В. И. Промывка водоочистных фильтров. – 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 – 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 ПІНОПОЛІСТИРОЛОМ

Наведено результати експериментальних досліджень динаміки кольматації пористого полімербетону зернами дрібнозернистого пінополістиролу.
***Ключові слова*: пінополістирол, полімербетон, кольматація.**