

В.И. Прогульный, С.В. Гречка, Одесская государственная академия строительства и архитектуры

### УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ДРЕНАЖНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТАКТНЫХ ОСВЕТИТЕЛЕЙ

Предложена конструкция дренажа контактного осветлителя из пористого полимербетона, позволяющая повысить надежность его работы. Экспериментально исследована динамика кольматации пористого полимербетона в условиях контактной коагуляции. Показано, что сопротивление дренажа вначале растет, после чего наступает стабилизация.

Запропоновано конструкцію дренажу контактного освітлювача з пористого полімербетона, що дозволяє підвищити надійність його роботи. Експериментально досліджена динаміка кольмататії пористого полімербетона в умовах контактної коагуляції. Показано, що опір дренажу спочатку зростає, після чого настає стабілізація.

**The construction of drainage contact clarifier of the porous polymer, allowing to increase its reliability. Experimentally investigated the dynamics of the porous polymer colmatation in contact coagulation. It is shown that the resistance initially increases drainage, followed by a stabilization.**

Одной из проблем водоснабжения в Украине и за рубежом является очистка высокоцветных маломутных вод, характерных для определенной категории рек и водохранилищ. Наиболее полно с этой проблемой справляются контактные осветлители (КО), которые представляют собой сооружения для осветления и обесцвечивания воды, совмещающие функции камеры хлопьеобразования и скорого фильтра. Действие контактных осветлителей основано на принципе контактной коагуляции, которая происходит при фильтровании воды через зернистую загрузку [1].

Эффективность очистки воды на КО во многом определяется работой дренажно-распределительной системы, которая, как показывает опыт эксплуатации, часто вызывает проблемы. К дренажам КО предъявляют требования, главными из которых являются обеспечение равномерного распределения промывной воды по площади и недопущение уноса фильтрующей загрузки. Однако существующие конструкции дренажей не всегда обеспечивают выполнение этих требований, что приводит к неравномерной промывке фильтрующей загрузки, снижению ее грязеемкости, росту остаточных загрязнений, сокращению фильтроцикла, увеличению затрат на собственные нужды и снижению надежности работы КО в целом.

Длительное время в конструкциях дренажей КО использовалась трубчатая распределительная система большого сопротивления с поддерживающими слоями гравия аналогичная дренажам скорых фильтров. Существенным недостатком таких дренажей является возможность смещения гравийных слоев при промывке, что приводит к полной остановке КО и необходимости его капитального ремонта.

Известна безгравийная трубчатая распределительная система (БТРС), которая представляет собой систему распределительных труб с отверстиями диаметром 10–12 мм, расположенными в шахматном порядке и направленными вниз под углом  $30^{\circ}$  к вертикальной оси трубы. К трубам по бокам приваривают вертикальные металлические шторки, не достигающие до дна КО. Между шторками размещены поперечные перегородки, достигающие до дна и разделяющие пространство под трубами на ячейки (рис. 1).

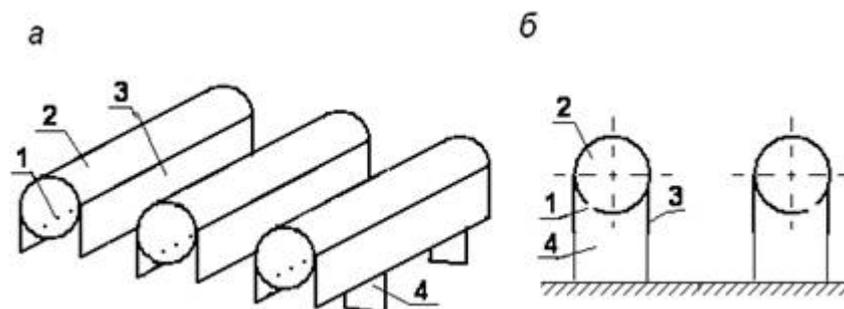


Рис. 1 – Схема устройства безгравийной распределительной системы (БТРС) для КО: а – внешний вид; б – поперечный разрез;  
1 – отверстия в трубах; 2 – водораспределительные трубы; 3 – боковые шторки; 4 – поперечные перегородки.

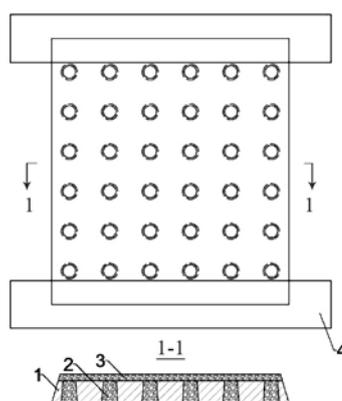


Рис. 2 – Дырчатый дренаж: 1 – железобетонная плита; 2 – отверстия, заполненные полимербетоном;  
3 – слой полимербетона; 4 – опора плиты.

Однако такая конструкция также не обеспечивает выполнение требований к дренажам, кроме того, является достаточно сложной в изготовлении, металлоемкой и в значительной мере подверженной коррозии. На кафедре водоснабжения Одесской государственной академии строительства и архитектуры разработаны несколько вариантов конструкций дренажей скорых фильтров на основе пористого полимербетона.

Наиболее распространенные из них – лотковая и дырчатая [2]. Первая состоит из бетонных опор, на которые монтируют полимербетонные плиты. На входе в каждый лоток устанавливают патрубки, сопротивление которых обеспечивает необходимую равномерность распределения расходов воды между каналами. Вторая конструкция состоит из железобетонной плиты (рис.2) отверстия, которой заполнены пористым полимербетоном. Сверху она также покрыта слоем пористого полимербетона. Плиты монтируют на опорах. Отверстия в плитах для предотвращения отрыва полимербетона от железобетона выполнены сужающимися кверху. Боковые торцы плит скошены для упрощения заделки стыков после монтажа плит.

В этой конструкции, по сравнению с лотковой, за счет железобетонного каркаса дренаж обладает большей несущей способностью и при этом уменьшается расход дорогостоящего полимербетона. Обе конструкции успешно внедрены на скорых фильтрах многих водопроводов Украины и стран СНГ и показали надежную работу в течение длительного срока эксплуатации.

В качестве материала для изготовления пористых конструкций используется пористый полимербетон, изготовленный из гравия или щебня и эпоксидной смолы, марки ЭД – 16 или ЭД – 20 с отвердителем полиэтиленполиамином (ПЭПА), разрешенным Минздравом

Украины в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. Этот материал обладает высокими прочностными характеристиками, повышенной химической стойкостью к агрессивному воздействию воды, обработанной реагентами, отсутствием биообрастания в процессе длительной эксплуатации [3,4].

Несомненно, одним из главных вопросов, возникающих при рассмотрении возможности применения пористых дренажей в конструкциях КО, является возможная кольматация порового пространства взвесью. На кафедре водоснабжения ОГАСА ранее проводились исследования по изучению динамики кольматации пористого полимербетона в конструкциях дренажей и систем отвода промывной воды скорых фильтров [5]. Однако в этих случаях движение воды осуществлялось с реверсированием потока при промывке и фильтровании, что снижало общую степень кольматации полимербетона.

Особенностью КО является то что, движение воды в процессе фильтрования и промывки идет в одном направлении. Кроме того, в отличие от скорых фильтров, в дренаж поступает не фильтрат, а сырая вода с введенным в нее коагулянтом, поэтому существует вероятность необратимой кольматации порового пространства полимербетона взвесью и хлопьями коагулянта. Иными словами, контактная коагуляция может начаться не в фильтрующей загрузке, а в пористом дренаже, что усложнит дальнейшую работу КО.

Поэтому в качестве дренажа КО была рекомендована конструкция, состоящая из дырчатых железобетонных плит, отверстия которых заполнены пористым полимербетоном. По сравнению с лотковой конструкцией скорости движения воды в отверстиях, особенно при промывке, будут в несколько раз выше, что должно способствовать восстановлению его пропускной способности.

Для проверки сделанных предположений были проведены экспериментальные исследования по изучению динамики кольматации пористого полимербетона. Испытываемый образец изготавливали в металлической обойме диаметром 40 мм с двухслойным пористым полимербетоном: первый слой крупностью заполнителя 7-10 мм, толщиной 70 мм, второй слой – 3-5 мм толщиной 20 мм.

Исследования проводились в два этапа: на первом этапе изучали гидравлические характеристики образца на чистой воде, на втором – степень его кольматации взвесью. Целью первого этапа исследований было получение начального коэффициента гидравлического сопротивления  $C$  на чистой воде, который определялся из выражения

$$\Delta h = C \delta_n v^{2-n} V_f^n,$$

где  $\Delta h$  – потеря напора в слое полимербетона, см;  $V$  – скорость фильтрования воды, см/с;  $\nu$  – кинематическая вязкость воды, см<sup>2</sup>/с;  $\delta_n$  – толщина пористого слоя, см;  $n$  – показатель степени, определяемый эмпирически (по результатам исследований  $n=1,73$ ).

На втором этапе через образец фильтровали сырую воду мутностью 50 мг/л, обработанную серноокислым алюминием. Через 8 часов производили промывку образца чистой водой в течение 6 мин. Таким образом, имитировали работу КО при фильтровании и промывке. Скорость при фильтровании составляла 6-8 м/ч, при промывке – 15л/с·м<sup>2</sup>. Динамику изменений коэффициента гидравлического сопротивления пористого полимербетона  $C$  во времени вели построением зависимости  $\bar{C}=C/C_o=f(t)$  где  $C_o$  – начальный коэффициент гидравлического сопротивления. Результаты опытов представлены на графике (рис. 3).

Из графика видно, что коэффициент  $\bar{C}$  вначале растет, а затем, начиная с 50 часов работы (примерно 6 фильтроциклов), стабилизируется и в дальнейшем остается практически неизменным.

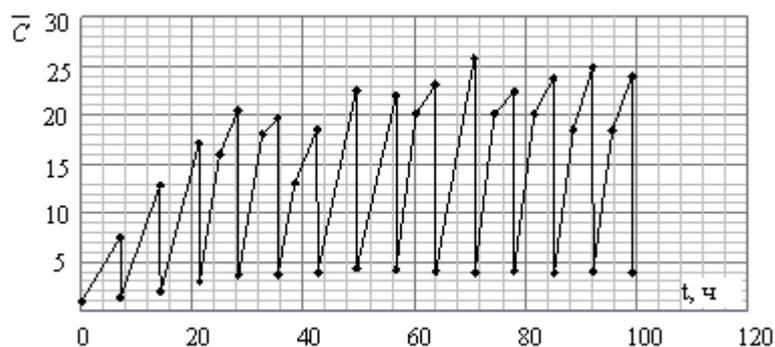


Рис. 3 – Динамика коэффициента гидравлического сопротивления.

При этом максимальные значения составляют примерно 24 при фильтровании и 4, соответственно, при промывке, что свидетельствует о частичном восстановлении пропускной способности образца. Характер полученной кривой соответствует результатам ранее проведенных исследований по изучению кольматации полимербетона на кафедре водоснабжения.

Таким образом, данные экспериментальных исследований могут быть учтены в инженерной методике гидравлического расчета дырчатого полимербетонного дренажа КО. Окончательный вывод о возможности применения пористого дренажа в конструкциях КО можно сделать только после проведения натуральных исследований на действующих сооружениях.

### Выводы

1. Применение пористых дренажей в конструкциях КО позволит улучшить равномерность распределения промывной воды по площади, сократить потери воды на собственные нужды, увеличить фильтроцикл, повысить надежность работы КО. При этом, необратимая кольматация пористого полимербетона не происходит, что подтверждалось ранее проведенными лабораторными исследованиями.

2. Задачей дальнейших исследований является натурные испытания на действующих сооружениях.

### Литература

1. Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастальский А.А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. – М.: Высш. школа, 1984. – 368 с.

2. Грабовский П.А., Ларкина Г.М., Прогульный В.И. Пористые дренажно-распределительные системы скорых водоочистных фильтров. // Тезисы Всесоюзной научно-техн. конф. – Харьков, 1986. – С. 178-181.

3. Пакен А.М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы. – М.: Госхимиздат, 1962. – 964 с.

4. Вывовой В.Н., Довгань И.В., Семенова С.В. Особенности структурообразования и формирования свойств полимерных композиционных материалов. – Одесса: ТЭС, 2004. – 168 с.

5. 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.