

*П. А. Грабовский, Г. М. Ларкина,
В. И. Прогульный, В. С. Тельпис*

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРИСТЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Приведен краткий обзор основных направлений интенсификации станций очистки воды, в том числе фильтровальных сооружений. Дан сравнительный анализ конструкций безгравийных дренажей, показана целесообразность использования полимербетонных дренажей и пористых трубчатых отводных систем.

Интенсификация сейчас является основным направлением развития очистных сооружений водопроводно-канализационного хозяйства Украины и других стран СНГ. Для сооружений первой ступени очистки природной воды используют следующие основные способы интенсификации: коагулирование — новые коагулянты и флокулянты /1,2/, магнитная активация растворов этих реагентов/3/; смесители — распределители растворов по сечению потока, барботаж воды /4/, механическое перемешивание; камеры хлопьеобразования — плавающая загрузка, механические камеры; осветлители со взвешенным осадком — тонкослойные модули и рециркуляторы осадка/4,5,6/; горизонтальные отстойники — тонкослойные модули/4,5/.

Перечисленные способы позволяют значительно улучшить качество воды, увеличить плотность сбрасываемого осадка и, следова-

тельно, уменьшить его объем. При необходимости можно в 2–3 раза увеличить нагрузку на сооружения 1-й ступени. Хуже обстоит дело с сооружениями 2-й ступени (фильтровальными сооружениями), которые стали “узким местом” водопроводных очистных сооружений. Наиболее распространенными способами интенсификации фильтровальных сооружений являются:

1. Использование материалов с лучшими фильтрующими свойствами (керамзит, шунгизит, горелые породы и т.д.)/7,8/, а также обладающие и сорбционными свойствами по отношению к некоторым соединениям тяжелых металлов/9/.

2. Применение реагентов (коагулянтов и флокулянтов), вводимых перед фильтровальными сооружениями. Способ этот известен уже давно/10/, однако в связи с появлением новых высокоэффективных марок эти технологии по-прежнему весьма перспективны. Необходимо отметить недостаточную изученность этих реагентов, особенно когда речь идет об импортных флокулянтах, что вызывает обоснованную настороженность органов СЭС.

3. Интенсивные методы регенерации загрузки — водовоздушная, пульсирующая и чередующаяся промывки /11,12,13 /.

4. Усовершенствование конструктивных элементов фильтровальных сооружений путем применения пористых конструкций для дренажно-распределительных систем и отвода промывной воды.

Последней группе способов и посвящена настоящая статья.

Дренажи являются одним из наиболее важных конструктивных элементов водоочистных фильтров, сильно влияющих на эффективность очистки и себестоимость воды. Плохо работающий дренаж сводит на нет все преимущества эффективных реагентов и загрузок. Основные требования, предъявляемые к дренажам/14/: равномерный по площади сбор фильтрата и обеспечение заданного поля скоростей промывной воды; достаточная механическая прочность и долговечность; предотвращение проникновения зерен загрузки через дренаж; отсутствие прогрессирующей кольматации взвесью и загрузкой; надежность; простота монтажа и низкая металлоемкость конструкции; низкие энергозатраты и трудоемкость эксплуатации; экономичность. Самый распространенный до недавнего времени в СНГ перфорированный трубчатый дренаж с поддерживающими слоями гравия большинству этих требований не удовлетворяет.

К наиболее распространенным конструкциям безгравийных относятся колпачковые и пористые дренажи. Существуют модификации

колпачков для водяной и водовоздушной промывок. Изготавливают колпачки из некорродирующих материалов: ударопрочного полистирола, капрона и других синтетических материалов, а также из нержавеющей стали (“Тэко-фильтр”). К преимуществам колпачкового дренажа относится низкая металлоемкость (за исключением варианта металлических колпачков), простота монтажа.

Безгравийные трубчатые дренажи выпускаются фирмами “Экотон”/15/, “Экополимер”/16/, “Полисток”/17/. Дренаж фирмы “Экотон” состоит из перфорированной полиэтиленовой трубы, на которую нанесен слой пористого полиэтилена. Более сложен конструктивно дренаж фирмы “Экополимер”: он состоит из полиэтиленовой трубы, наружная поверхность которой выполнена в виде чередующихся ребер, образующих продольные каналы, в основаниях которых просверлены отверстия. На эту трубу навита фибрированная нить, на которую нанесена пористая оболочка из полиэтилена высокого давления. Продольные каналы позволяют выровнять давления перед пористой оболочкой, что способствует повышению равномерности распределения промывной воды. Однако, поскольку дренаж монтируется из отдельных труб длиной от 1 до 2 м, компенсировать влияние транзитного потока на коэффициенты расхода воды из отверстий по всей дренажной трубе, по-видимому, невозможно.

Дренаж фирмы “Полисток” изготавливается из стеклопластиковой перфорированной трубы, на которую надеты два каркаса, а между ними имеется полимерная сетка. Как отмечают разработчики /17/, эта сетка менее подвержена забиванию, чем объемный слой из вспененных полимеров. Кроме того, коэффициент линейного расширения стеклопластика значительно меньший, чем у полиэтилена, а сами дренажи легче.

В Одесской государственной академии строительства и архитектуры (ОГАСА) разработано несколько конструкций дренажей на основе пористого полимербетона (рис. 1). Главным элементом всех конструкций является пористый полимербетон — это беспесчаный бетон с эпоксидным связующим. Отличительными особенностями этого материала являются: стойкость к агрессивному воздействию воды, обработанной реагентами, низкое гидравлическое сопротивление, отсутствие суффозии зерен загрузки. Полимербетон из-за больших, чем в других материалах, размеров пор значительно меньше подвержен кольматации взвесью. Технология изготовления элементов дренажей позволяет организовать их производство не только в заводс-

ких условиях, но и на очистной станции. Лотковая конструкция (рис. 1А) состоит из бетонных опор, на которых монтируются полимербетонные плиты, на входе в каждый лоток имеются патрубки, сопротивление которых обеспечивает необходимую равномерность распределения расходов между каналами. Дырчатый дренаж (рис. 1Б) состоит из железобетонных плит с отверстиями, заполненными полимербетоном. Этот же материал покрывает плиту сверху, обеспечивая лучшее распределение промывной воды и сбор фильтрата. В конструкции "сэндвич" (рис. 1В) металлическая дырчатая плита покрыта сверху слоем полимербетона, играющим роль экрана, защищающего дренаж от суффозии загрузки. Последняя конструкция используется для напорных фильтров. Существуют модификации полимербетонных дренажей, предназначенных не только для водяной, но и для водовоздушной и чередующейся промывок. Важным преимуществом полимербетонных конструкций по сравнению с трубчатыми дренажами являются значительно меньшие скорости в начале распределителя, что повышает степень равномерности промывки. Кроме того, поскольку основной напор в этих дренажах теряется в поровом пространстве, транзитный поток практически не оказывает влияния на раздачу расхода.

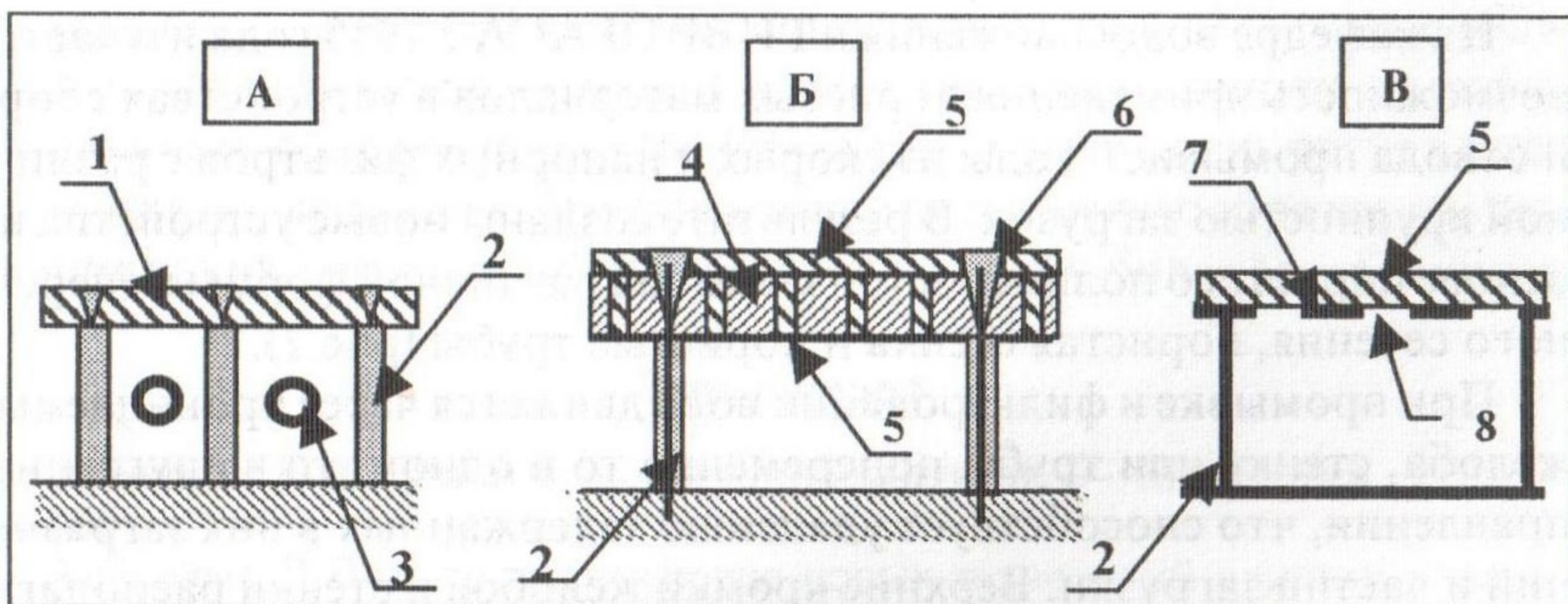


Рис. 1. Схемы полимербетонных дренажей конструкции ОГАСА: А — лотковый, Б — дырчатый, В — "сэндвич": 1 — полимербетонные плиты; 2 — опора, 3 — патрубки, 4 — железобетонная дырчатая плита, 5 — полимербетон, 6 — стык, 7 — металлический дырчатый лист, 8 — отверстия

Данные по стоимости дренажей, полученные на выставках "ЭКВАТЭК" (г. Москва), "ЭТЭВК" (г. Ялта) и "Вода — 1998 — 2000" (г. Одесса), приведены ниже.

Фирма-изготовитель	Стоимость 1 м ² , долларов США			Относительная стоимость монтажа, %
	Материалы	Монтаж	Всего	
Тэко-фильтр	—	—	600	—
Экополимер	100-120	40-48	140-168	28,5
Полисток	114	34	148	22,3
Экотон	100	40	140	28,5
ОГАСА	65-70	30	95-100	31,6

Как видно из этой таблицы, самые дорогие дренажи — колпачковые из нержавеющей стали, самые экономичные дренажи — из пористого полимербетона.

Наиболее распространенная конструкция для отвода промывной воды из фильтров — открытые желоба. Недостатки таких желобов: из-за негоризонтальности верхних кромок желобов ухудшается равномерность сбора загрязненной воды, происходит унос фильтрующей загрузки при промывке фильтров. По окончании промывки в загрузке и в слое над ней остается часть невымытых загрязнений, которые на начальной стадии фильтрования ухудшают качество фильтрата. Приходится сбрасывать первый фильтрат либо увеличивать продолжительность промывки, что связано с перерасходом промывной воды.

На кафедре водоснабжения и РИВР ОГАСА с 1985 года изучается возможность применения пористых материалов в устройствах сбора и отвода промывной воды из скорых и напорных фильтров с различной крупностью загрузок. В результате созданы новые устройства на основе пористого полимербетона: желоба различной формы поперечного сечения, пористая стенка и пористые трубы (рис.2).

При промывке и фильтровании вода движется через проницаемые желоба, стенку или трубы попеременно то в одном, то в другом направлении, что способствует удалению задержанных в них загрязнений и частиц загрузки. Верхние кромки желобов и стенки располагаются выше уровня воды при промывке, что позволяет не требовать их строгой горизонтальности, а пористые трубы исключают унос загрузки. Заполнитель пористого полимербетона подбирается таким образом, что в полимербетоне остаются сквозные поры, пропускающие загрязненную воду, но задерживающие частицы фильтрующей загрузки.

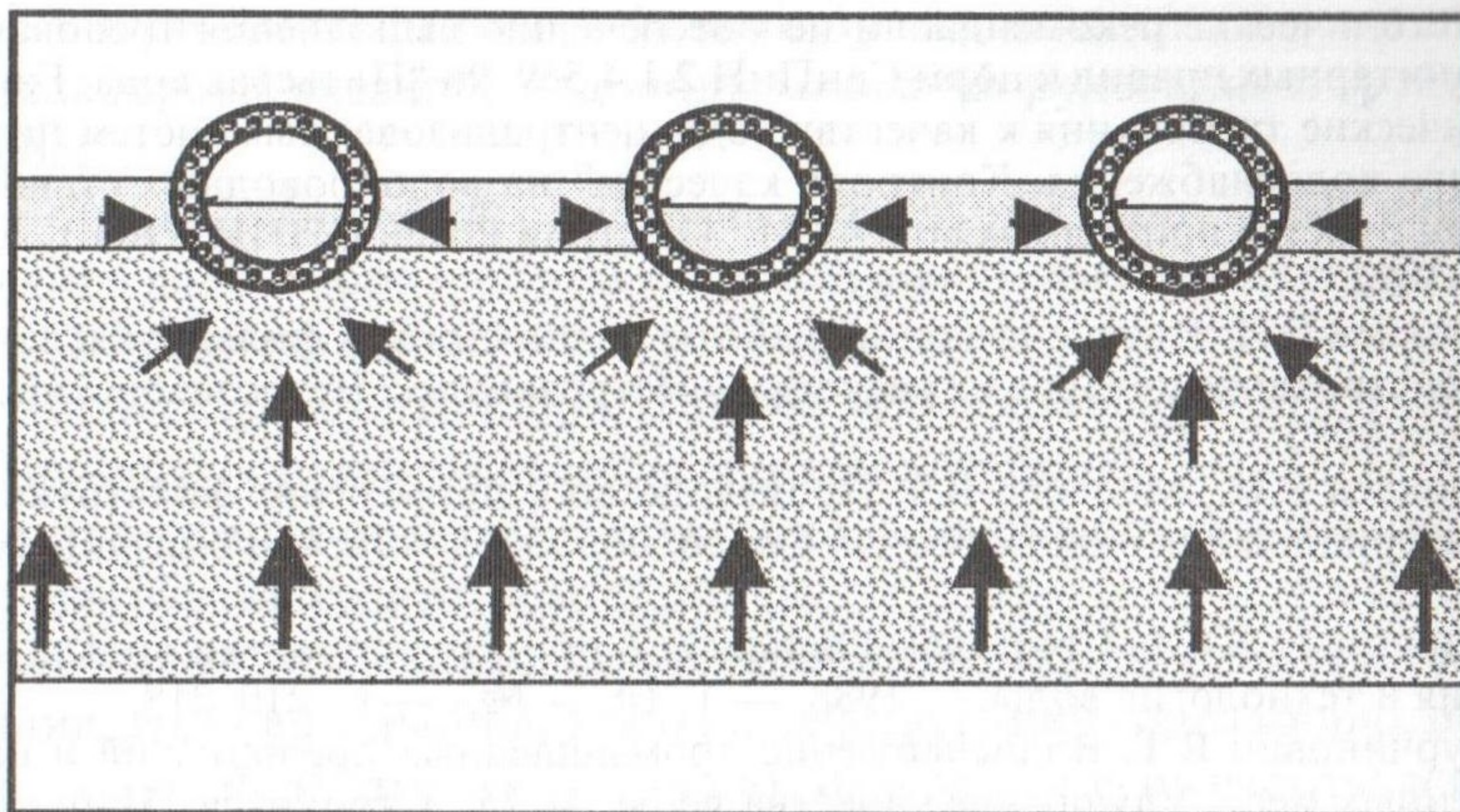


Рис. 2. Отвод воды пористыми трубами

Опыт эксплуатации показал (полимербетонные дренажи — 160 фильтров общей площадью более 11 тыс. м², 52 напорных механических, ионообменных и сорбционных фильтров; пористые отводные системы — 14 фильтров с водовоздушной промывкой площадью 560 м², 12 напорных фильтров), что разработанные конструкции обеспечивают надежную работу фильтровальных сооружений в течение многих лет — первые фильтры эксплуатируются с 1975 г., сокращаются потери загрузки, появляется возможность увеличить производительность сооружений на 10–30%, а также уменьшить расход воды на собственные нужды. Это свидетельствует о целесообразности внедрения таких конструкций и разработки новых, более совершенных.

Литература

1. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. — М.: Наука, 1977. — 356 с.
2. Алексеева Л.П. и др. Применение новых технологий очистки воды на водопроводе г. Ярославля // Водоснабжение и санитарная техника. — 2003. — №4. — С. 28–31.
3. Душкин С.С. Физические методы водоподготовки. — К.: Вища шк., 1989. — 151с.
4. Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02-84) / НИИ КВОВ. — М.: ЦИТП, 1989. — 126с.
5. Передовой опыт водоканалов России. Энерго-, ресурсосберегающие технологии // Сб. Новые технологии и оборудование в водоснабжении и водоотведении. — М.: Госстрой России, НИИ КВОВ, Водкоммунтех, 2000. — С. 304.

6. Методические рекомендации по обеспечению выполнения требований санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.559–96 “Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества” на водопроводных станциях при очистке природных вод. — М.: Госстрой России, НИИ КВОВ, 2000. — 92 с.
7. Аюкаев Р.И. Интенсификация работы водоочистных фильтров и совершенствование методов их расчета. — Петрозаводск: Петрозаводский гос. ун-т, 1985. — 89 с.
8. Аюкаев Р.И., Мельцер В.З. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды: Справ. пособие. — Л.: Стройиздат, 1985. — 120 с.
9. Тарасевич Ю.И. Природные цеолиты в процессах очистки воды // Химия и технология воды. — 1988. — Т. 10. — №3. — С. 210–218.
10. Турчинович В.Т. Водоснабжение промышленных предприятий и населенных мест. Улучшение качества воды. — М.: Стройиздат Наркомстроя, 1940. — 348 с.
11. Грабовский П.А. и др. Промывка скорых фильтров. ОИ №7. — М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1981. — 70 с.
12. Волков В.З. и др. Новые методы подготовки питьевой воды на Рублевской водопроводной станции // Водоснабжение и санитарная техника. — 2003. — №5. — С. 9–15.
13. Грабовский П.А. Механизм промывки скорых фильтров и способы ее интенсификации // Химия и технология воды. — Т.6. — №3. — С. 232–236.
14. Грабовский П.А. и др. Конструкции дренажно-распределительных систем скорых водоочистных фильтров. ОИ №12. — М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР // 1983. — 48 с.
15. Проспект научно-производственной фирмы “Экотон”.
16. Проспект научно-производственной фирмы “Экополимер”.
17. Проспект научно-производственной фирмы “Полисток”.