

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

На правах рукописи

КАРПОВ Илья Павлович



ПОРИСТЫЕ ДРЕНАЖИ ДЛЯ ФИЛЬТРОВ
ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Специальность 05.23.04 - водоснабжение, канализация

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1996

АВ 34.935

Диссертацией является рукопись.

Работа выполнена в Одесской государственной академии строительства и архитектуры.

Научный руководитель : доктор технических наук,
профессор ГРАБОВСКИЙ П.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор ХОРУШИЙ П.Д.
кандидат технических наук,
доцент САВЧЕНЮ Г.Д.

Ведущая организация : АП "Одессакомунпроект"

Защита состоится "18" июня 1996 г. на заседании специализированного ученого Совета К 05.09.01 в Одесской государственной академии строительства и архитектуры, 270029, г.Одесса-29, ул. Дидрихсона, 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесской государственной академии строительства и архитектуры, 270029, г.Одесса-29, ул. Дидрихсона, 4.

Автореферат разослан "16" мая 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного ученого
Совета, канд. техн. наук, доцент *Реброва* Реброва В.В.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЛНБ України ім. В. Стефаніка
00754675 (Y)



1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1. Актуальность и степень исследования темы. Для строительства систем водоснабжения небольших населенных пунктов, а также при подготовке воды для промышленных нужд наиболее приемлемыми являются водопроводные очистные сооружения (ВОС), комплектуемые компактными, поставляемыми с заводов-изготовителей в готовом виде, установками для очистки или подготовки воды (например, типа «Струя», «Влага», УПОВ и другие). Стоимость таких комплексов ниже, чем типовых ВОС в железобетонном исполнении, а сроки их строительства сокращаются в десятки раз. Фильтрами заводского изготовления комплектуются и установки для доочистки воды, используемой для питьевых нужд населением крупных городов, получающих воду из централизованных водопроводов.

Во всех рассмотренных установках наиболее важным и дорогим элементом являются фильтры с зернистой загрузкой, надежность и эффективность работы которых в значительной степени зависит от конструкции дренажно-распределительной системы (ДРС), которая должна обеспечивать равномерный по площади сбор фильтрата и отвод его за пределы фильтра, распределение промывной воды и других регенерирующих агентов с заданной интенсивностью и степенью неравномерности. Конструкция ДРС должна исключать возможность проникновения зерен фильтрующей или ионообменной загрузки в очищенную воду. Водоприемная поверхность ДРС не должна колматироваться наиболее мелкой фракцией фильтрующей загрузки. Конструкции ДРС должны быть простыми, а материалы, из которых выполняют дренажи, должны обладать достаточной прочностью при длительном пребывании в воде, не ухудшать качества обработанной воды, обладать низкой стоимостью и легко обрабатываться.

Наиболее распространенные конструкции ДРС большинству перечисленных требований не удовлетворяют. Они сложны и трудоемки

в изготовлении и монтаже, обладают высокой стоимостью, при эксплуатации их гидравлические характеристики постоянно ухудшаются.

При эксплуатации открытых фильтров станций водоочистки был накоплен положительный опыт использования ДРС из пористого полимербетона (ППБ). Однако применение этих конструкций ДРС в фильтрах заводского изготовления было невозможно из-за существенно меньших их размеров и разных материалов, используемых для изготовления: в открытых фильтрах это бетон или железобетон, а в заводских - металл, резе - пластмасса.

Таким образом, проблема создания и широкого использования надежных, эффективно работающих, достаточно простых в изготовлении и недорогих ДРС фильтров заводского изготовления является актуальной.

Цель работы - повышение эффективности работы фильтров заводского изготовления путем разработки и внедрения усовершенствованных конструкций дренажно-распределительных систем с использованием пористых материалов.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: проведен анализ отечественной и зарубежной информации по конструкциям ДРС; разработаны новые конструкции ДРС с использованием пористых материалов; теоретически и экспериментально исследованы закономерности распределения промывной воды в различных конструкциях пористых ДРС; изучено влияние различных факторов, обусловленных погрешностями изготовления, на сопротивление дренажа и равномерность распределения воды по площади фильтра; разработаны методики гидравлических расчетов ДРС различных типов; разработаны и апробированы в производственных условиях технологии изготовления и монтажа конструкций ДРС из различных пористых материалов; исследованы гидравлические и механи-

ческие характеристики пористого полистирола, в том числе при его работе в агрессивных средах.

Методика исследований. Использованы методы математического и физического моделирования. Эксперименты проводились в лабораторных условиях и на действующих сооружениях очистки и водоподготовки. При обработке результатов использовались численные методы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- предложено несколько конструкций ДРС на основе пористых материалов для фильтров заводского изготовления различного назначения, часть которых защищена авторскими свидетельствами на изобретения;
- получено математическое описание работы дренажей;
- разработаны методики гидравлического расчета пористых ДРС;
- разработана методика учета влияния погрешностей изготовления на неравномерность сопоставления элементов ДРС.

Практическая ценность реализации результатов. Применение пористых конструкций ДРС в фильтрах установок заводского изготовления позволяет значительно повысить надежность и эффективность их работы, улучшить эксплуатационные характеристики при минимальных капиталовложениях. Все разработанные типы пористых дренажей позволяют реализовать интенсивные методы регенерации загрузки - жидководоздушную, с чередующейся по площади интенсивностью промывки, пульсирующую.

Разработаны варианты конструкций ДРС из пористых материалов на полимерных заполнителях, которые могут использоваться как в фильтрах водоочистки и водоподготовки, так и в химической промышленности для работы с агрессивными средами (кислоты, щелочи и т.д.).

Конструкции дренажей внедрены на станциях водоочистки и в цехах водоподготовки (46 фильтров заводского изготовления на 15 предприятиях) во многих городах и населенных пунктах (Одесса, Санкт-Петербург, Килия, Белаявка, Ильичевск и др.), а также при серийном производстве установок типа «Струя», «Струя-М», «Влага», УЮВ-5, «Геоблок», КВУ, ЛВУ.

Рекомендации и методические указания по применению пористых полимербетонных дренажей в скорых фильтрах водоочистных станций и установках заводского изготовления изданы ОИСИ (ОГАСА) и АНХ им.К.Д.Памфилова в 1989 году. Они используются проектными организациями и в учебном процессе (курсовое и дипломное проектирование) в Одесской государственной академии строительства и архитектуры.

Апробация работы. Основные положения и отдельные разделы работы были доложены и обсуждены на республиканской научно-технической конференции «Малоотходные технологические процессы и сокращение промышленных выбросов в металлургической промышленности» (Запорожье, 1989 г), Всесоюзной научно-практической конференции «Технология очистки воды и создание водооборотных систем» (Одесса, 1989 г), межреспубликанской научно-технической конференции «Интенсификация процессов обработки питьевой, сточных вод и осадка» (Волгоград, 1990 г), на научно-технической конференции «Пути улучшения качества питьевой воды» (Одесса, 1992 г), международном семинаре «Анализ и оптимизация грубогетерогенных композиционных материалов» (Одесса, 1993 г), международной научно-технической конференции «Питьевая вода-94» (Одесса, 1994 г), а также на научных конференциях профессорско-преподавательского состава ОГАСА в 1986-1996 г.г.

Публикации. Основные результаты разработок по теме

диссертации опубликованы в 7 печатных работах, отражены в отчетах по научно-исследовательским работам, получено два авторских свидетельства СССР на изобретения.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 187 страницах, включая 7 таблиц, 56 рисунков и приложения. Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов и списка литературы из 144 наименований.

Работа выполнена на кафедре водоснабжения Одесской государственной академии строительства и архитектуры при личном участии автора на всех ее этапах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведены классификация, основные требования и анализ наиболее распространенных конструкций дренажно-распределительных систем фильтров заводского изготовления. Чаще всего в фильтрах заводского изготовления используются дренажно-распределительные системы колпачкового типа со целевой водоприемной поверхностью. Неоднократные попытки улучшить гидравлические и эксплуатационные характеристики целевых колпачков не увенчались успехом: конструкции колпачков усложнялись, а трудоемкость сооружения таких ДРС значительно возрастала, не давая при этом ощутимых результатов.

Достаточно широкое применение в практике водоочистки и водоподготовки нашли щелевые дренажи. Однако, несмотря на множество конструктивных решений, предлагаемых различными авторами, эти дренажи очень трудоемки и сложны в изготовлении и недостаточно надежны в эксплуатации.

После того, как кафедрой водоснабжения ОГАСА был получен пористый полимербетон, устойчивый к воздействию воды, обработанный различными реагентами, появилась возможность широкого применения пористых дренажей в фильтрах водоочистки

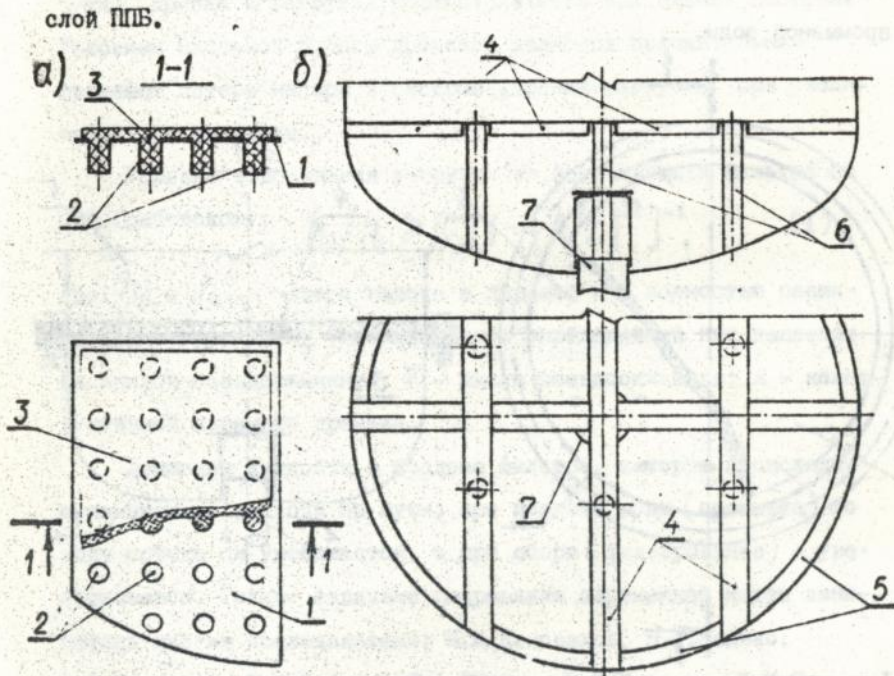
и водоподготовки. Опыт изготовления и эксплуатации показал, что такие дренажи обладают рядом преимуществ перед всеми остальными конструкциями ДРС и, безусловно, имеет смысл заниматься разработкой пористых ДРС для фильтров заводского изготовления.

Во второй главе описаны разработанные конструкции дренажно-распределительных систем на основе пористых материалов для фильтров заводского изготовления различного назначения: 1) пористая плита; 2) патрубковый дренаж; 3) дырчатый дренаж.

ДРС типа «пористая плита» представляет собой плиту из пористого материала (ППБ, пористый полистирол и т.д.), располагаемую внутри фильтра на опорной конструкции. В этой конструкции пористая плита выполняет одновременно несколько функций: 1) обеспечивает гидравлическое сопротивление, необходимое для равномерного распределения промывной воды по площади фильтра; 2) играет роль несущей конструкции, прочность которой достаточна для восприятия действующих знакопеременных нагрузок; 3) является экраном, не допускающим проникновения загрузки в фильтрат.

Для выполнения первых двух функций, пористая плита должна быть достаточной толщины, что приводит к перерасходу наиболее дорогого компонента дренажа — пористого полимербетона, поэтому в последующих конструкциях эти функции несут металлические или пластмассовые плиты, на которых формируют тонкий слой ППБ, выполняющего роль экрана для загрузки. Одновременно этот слой способствует более равномерному по площади сбору фильтрата и позволяет избежать «мертвых» зон при промывке.

«Патрубковая» ДРС (рис. 1) представляет собой металлические плиты (оболочки), к которым присоединены патрубки, заполненные ППБ. Со стороны расположения загрузки на них формируется



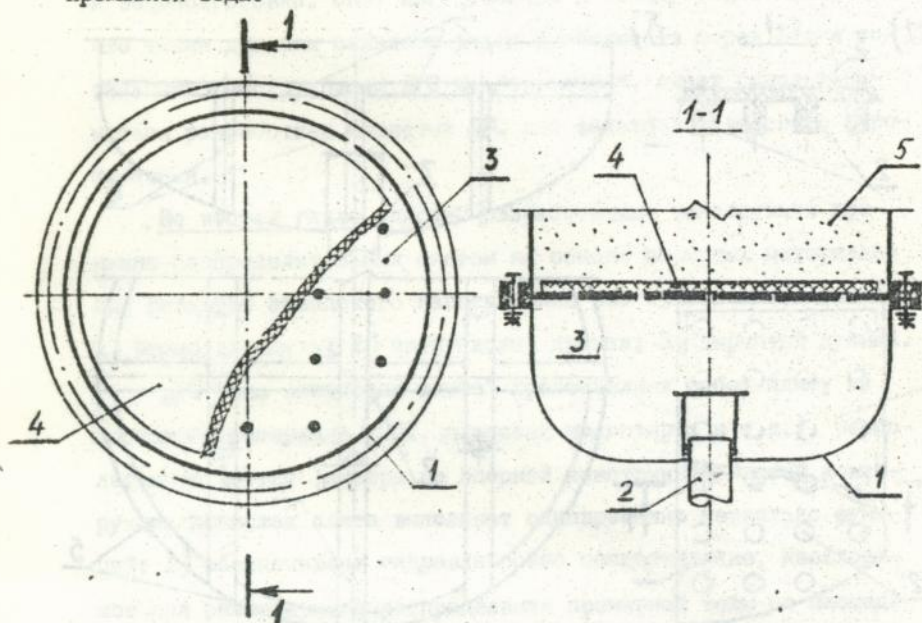
а - дренажная плита; б - опорная конструкция; 1 перфорированная плита; 2 - патрубки; 3 - пористый полимербетон; 4 - горизонтальные опоры; 5 - периферийные опоры; 6 - опоры-стойки; 7 - центральный патрубок.

Рисунок 1 - Схема конструкции «патрубкового дренажа»

«Дырчатый» дренаж (рис.2) представляет собой металлическую или пластмассовую пластину, в которой выполнены отверстия. Со стороны фильтрующей загрузки на поверхности перфорированной пластины формируют дренирующий слой из пористого материала.

Для интенсификации работы фильтров в рассмотренных типах дренажей могут быть использованы различные методы: применение водовоздушной, пульсирующей промывки, промывки с чередующейся по площади интенсивностью, когда при регенерации

загрузки в соседние зоны фильтра подаются различные расходы промывной воды.



1 - корпус фильтра; 2 - подающий патрубок с отражателем;
3 - перфорированный диск; 4 - дренирующий слой; 5 - зернистая загрузка.

Рисунок 2 - Схема конструкции "дырчатого" дренажа

В третьей главе приведен теоретический анализ работы пористых дренажей напорных фильтров. Он произведен в следующей последовательности: вначале рассматриваются условия надежной работы дренажей /для регенерации должна взвешиваться загрузка по всей площади фильтра/, затем описываются различные режимы движения воды в поддоне случай раздачи - режим регенерации и случай сбора - режим фильтрования, после этого рассматривается движение воды сквозь элементы пористого дренажа. Полученные уравнения решаются совместно с уравнением движения жидкости через зернистый слой фильтрующей за-

рузки. Дренаж и загрузка рассматриваются как единая система. Условием надежной работы дренажей является положительный градиент потерь напора в системе «дренаж-загрузка» при увеличении расхода воды.

Условие взвешивания загрузки на всей площади фильтра по П.А.Грабовскому:

$$h_d/h_c \geq K_3 [1 - (A/Z)^n]^{-1}, \quad (1)$$

где h_d и h_c - потери напора в дренаже и в полностью расширенной загрузке; K_3 - коэффициент, определяющий пик давления на кривой псевдооживления; Z - число псевдооживления; A - конструктивный параметр дренажа.

Движение жидкости в поддоне фильтра, которое происходит с изменением расхода по пути: при раздаче воды (промывка) по ходу потока он уменьшается, а при сборе (фильтрование) - увеличивается. Такими задачами гидравлики переменной массы занимались многие исследователи: И.М.Коновалов, Я.Т.Ненько, И.Е.Идельчик, В.Н.Талиев, Г.А.Петров, В.В.Дильман, А.И.Егоров, Ю.М.Константинов, В.В.Смыслов, А.А.Василенко и другие.

В результате анализа движения жидкости в поддоне круглого фильтра радиусом R , перекрытого сверху проницаемым пористым дренажом, было получено дифференциальное уравнение

$$\frac{d\bar{H}}{d\bar{r}} + \frac{d\bar{V}^2}{d\bar{r}} + \frac{\bar{V}^2}{\bar{r}} = 0, \quad (2)$$

где $\bar{r} = r/l_0$; $\bar{V} = V/V_{or}$; $\bar{H} = Hg/\alpha_0 V_{or}^2$; $V_{or} = Q_0/2\pi r_0 b$;

r_0 - радиус центрального патрубка; V, V_{or} - скорость горизонтального движения воды в поддоне в произвольной точке и в начальном сечении; R - радиус фильтра; Q_0 - обгчий расход через центральный патрубок; H - напор в произвольной точке потока на расстоянии r от его начала; b - высота поддона; α_0 - коэффициент Буссинеска.

Это уравнение решается с краевыми условиями $\bar{V}(I) = I$, $\bar{V}(R) = 0$. Если к этому уравнению присоединить уравнения, связывающие напор и скорость фильтрации в зернистой среде, то получим замкнутую систему двух дифференциальных уравнений, являющихся математической моделью работы дренажа совместно с загрузкой. Однако такая система сложна. ее решение можно получить только численное, что ограничивает возможность ее использования в инженерных расчетах. Поэтому использован упрощенный подход, заключающийся в том, что для описания уравнения пьезометрической линии в поддоне предполагается постоянный приток (раздача) на единицу площади. В результате получены приближенные аналитические уравнения, характеризующие закономерности движения воды в поддоне круглого в плане фильтра. В частности, получена приближенная формула для расчета разности давлений в крайних точках дренажа

$$\Delta H \approx \frac{\alpha_0 V_{gr}^2}{2g} \left(1 + \frac{4}{\bar{R}^2} \ln \bar{R} \right). \quad (3)$$

При рассмотрении совместной работы загрузки и дренажа сопротивление загрузки описано уравнением Дарси

$$h_3 = L_c V_\phi / K_\phi, \quad (4)$$

а сопротивление дренажа - степенной формулой:

$$h_d = S V_\phi^n, \quad (5)$$

где h_3 , h_d - потери напора в загрузке и дренаже; L_c - высота загрузки; V_ϕ - скорость фильтрования (промывки);

K_ϕ - коэффициент фильтрации; S - сопротивление дренажа.

Рассмотрение двух зон фильтра (1 и 2), отличающихся скоростями и сопротивлениями, позволило получить уравнение

$$L_c V_1 / K_\phi + S_1 V_1^n = L_c V_2 / K_\phi + S_2 V_2^n + \Delta H. \quad (6)$$

Введя неравномерность скоростей фильтрования (промывки)

$$\beta = (V_1 - V_2) / V_2 \quad \text{и} \quad \text{неравномерность сопротивлений } K_S = S_1 / S_2,$$

получили после ряда упрощений обобщенную формулу:

$$\beta = \frac{1 - K_s + \Delta H / h_0}{n K_s + \delta h_3 / h_0} \quad (7)$$

где h_0 - расчетная потеря напора в дренаже; δ - ступенчатая функция, принимающая два значения: $\delta = 1$ при фильтровании, $\delta = 0$ - при промывке.

Формула (7) применима и для учета избыточного давления, возникающего в «пятне» - проекции набегающей входной струи на плоскость дренажа. Получены соотношения для определения ΔH - избыточного давления, обусловленного входной струей, в зависимости от направления и размеров патрубка и поддона.

Для оценки неравномерности сопротивлений элементов дренажа использован вероятностный подход, в результате чего для дырчатого дренажа получена формула, учитывающая шаг отверстий и погрешность их выполнения.

В четвертой главе приведена методика исследований и дано описание 5 лабораторных установок.

Для исследования элементов дырчатого дренажа и нахождения оптимального варианта конструкции, была запроектирована и изготовлена лабораторная установка №1. Главным элементом этой установки является дренажная плита, конструкция которой предусматривала возможность варьирования шага и диаметра отверстий. Для контроля размеров «мертвых» зон, т.е. зон, в которых загрузка не взвешивается, была разработана конструкция, состоящая из штанги и мерного устройства, закрепленных на опорном каркасе из металлических прутьев. В нижней части штанги приварена плата, а в верхней прикреплен поплавок для того, чтобы штанга имела плавучесть, близкую к нулю. Исследовались фильтрующие загрузки различной плотности (кварцевый песок и катионит КУ-2-8) и гранулометрического состава. В ходе опы-

тов варьировались интенсивность подачи промывной воды, диаметр и шаг отверстий.

Лабораторная установка №2, предназначенная для изучения влияния скорости входа промывной воды и места ее ввода в поддон на равномерность распределения по площади фильтра, представляет собой модель поддона фильтра D_y 500 мм в натуральную величину, накрытую перфорированным диском со слоем ПШБ и четырьмя патрубками разного диаметра для подачи промывной воды.

Исследования гидравлических характеристик элементов пористых дренажей, изготовленных из различных полимерных материалов по различным технологиям производились на компактной установке, в которой фиксировался образец, а сверху размещалась фильтрующая загрузка. Это позволяло определять гидравлические характеристики полученных пористых материалов и фиксировать их кольматацию или суффозию загрузки.

Исследование характеристик образцов, работающих в агрессивных средах, проводилось на установке, состоящей из ванны, в которую попеременно заливались агрессивная жидкость или вода, и системы рычагов, опор и грузов, с помощью которых испытываемые образцы подвергались деформациям, соответствующим максимально возможным при эксплуатации нагрузкам.

В пятой главе приведены результаты экспериментов и изложены разработанные методики расчета различных типов пористых дренажей.

В результате лабораторных исследований получены зависимости размеров «мертвых» зон от параметров «дырчатого» дренажа и фильтрующей загрузки. По экспериментальным данным были построены графики зависимостей высоты «мертвых» зон (L_{M3}) от числа псевдооживления (Z) и относительного шага отверстий в

различных координатах равномерных, логарифмических и полупологарифмических. Обработка методом наименьших квадратов с помощью ЭВМ дала наилучшие результаты при использовании зависимости

$$L_{мз} = cP^Z, \quad (8)$$

где c и P - эмпирические коэффициенты; Z - число псевдооживления исследуемой загрузки.

Получены также зависимости потерь напора в дренаже и в отверстиях дренажного диска от скорости движения промывной воды при различном относительном шаге отверстий.

Анализ полученных зависимостей позволил получить рекомендации по шагу отверстий и их диаметру.

На лабораторной установке №2 были проведены опыты по определению влияния условий ввода промывной воды в поддон. Было установлено, что в пределах изучаемого диапазона интенсивностей место врезки бокового патрубка, его диаметр, а, следовательно, и скорость ввода промывной воды при соотношении диаметра фильтра и подводящего патрубка больше 10 не оказывают заметного влияния на равномерность ее распределения по площади, которая диктуется, в основном точностью сверления отверстий.

С помощью компактной установки были определены гидравлические характеристики образцов патрубкового дренажа, а затем рассчитано относительное среднеквадратичное отклонение для оценки разброса значений гидравлического сопротивления и коэффициента неравномерности сопротивлений, обусловленный погрешностями изготовления. На этой же установке были получены гидравлические характеристики пористых полимеров, выполненных по различным технологиям. Затем для наиболее перспективного - пористого полистирола, были проведены исследования по кольматации и проницаемости зерен катионита различной крупности.

Прочностные характеристики пористого полистирола, полученные в результате лабораторных исследований различных образцов также подтвердили возможность использования этого материала для изготовления пористых дренажей.

Гидравлический расчет патрубкового дренажа заключается в определении числа патрубков, их размеров, которые должны обеспечить взвешивание загрузки по всей площади фильтра и заданное соотношение интенсивностей при чередующейся промывке. Расчет потери напора в дренаже, обеспечивающий взвешивание загрузки по всей площади фильтра, производится по формуле (I). Затем определяют потери напора в дренаже, обеспечивающие допустимую неравномерность промывки, после чего для расчета потерь напора в патрубках берут большее из полученных значений.

Гидравлический расчет дырчатых дренажей заключается в определении диаметра и шага отверстий, обеспечивающих выполнение тех же условий, как и для патрубкового дренажа. Единственное отличие заключается в том, что потери напора в отверстиях определяют по формуле Вейсбаха, в которой коэффициент сопротивления принимают равным $\xi \approx 1,6$.

Прочностные расчеты патрубкового и дырчатого дренажей сводятся к определению допустимого прогиба пористого слоя из ПШБ и нахождения соответствующей толщины несущего листа.

В шестой главе рассмотрены вопросы технологии изготовления и монтажа пористых дренажей для фильтров установок заводского изготовления.

Разработанные конструкции пористых дренажей были внедрены на 46 осветительных, сорбционных и ионообменных фильтрах диаметром от 300 до 2000 мм на 15 действующих объектах, а также при проектировании, изготовлении и внедрении фильтров заводского изготовления типов «Струя», «Струя-М», «Влага».

„Моноблок“, УПОВ-Б, ЛВУ и др.

Опыт эксплуатации пористых дренажей на всех внедренных фильтрах с 1978 по 1996 г. подтвердил их высокие эксплуатационные характеристики: существенно повышается надежность эксплуатации, снижается сопротивление, затраты электроэнергии и воды при регенерации. Оценка стоимости внедрения полимербетонных дренажей в фильтрах заводского изготовления показала, что экономия капиталовложений по сравнению с колпачковыми конструкциями фирмы „Wabag“ составляет ориентировочно 200–260 долларов США на 1 м² площади.

Даны рекомендации по выбору конструкции дренажей в зависимости от размеров фильтров и других условий. Разработанные конструкции дренажей включены в технические условия на установки по доочистке воды типов КВУ и ЛВУ.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Приведена классификация и сформулированы основные требования к конструкциям ДРС фильтров заводского изготовления; проведен анализ наиболее распространенных конструкций, выявлены их основные недостатки. Показана перспективность пористых конструкций.
2. Разработаны новые конструкции дренажей с использованием пористых материалов для фильтров заводского изготовления.
3. Произведен теоретический анализ работы пористых дренажей, в результате которого получены соотношения для расчета перепада давлений в поддоне дренажа, неравномерности промывки фильтрования, с учетом неравномерности сопротивлений элементов дренажей. Полученные соотношения являются основой методик гидравлических расчетов дренажей.
4. Разработана методика экспериментов и лабораторные установки для изучения и контроля основных параметров пористых дренажей.

ЛНБ им. В. Стефаника

АН УССР

5. Экспериментально изучены влияние диаметра и шага отверстий на размеры "мертвых" зон, потери напора в отверстиях и в пористом слое, равномерность распределения промывной воды по площади фильтра, влияние места ввода потока промывной воды. Изучена динамика изменения прочностных характеристик пористых материалов на полимерных гранулах при работе в агрессивных средах.
6. Разработаны и апробированы технологии изготовления и монтажа пористых ДРС различных типов из различных конструктивных материалов.
7. Разработаны методики гидравлического расчета пористых ДРС различных конструкций, а также сформулированы принципы прочностных расчетов.
8. Производственная апробация всех разработанных конструкций подтвердила их высокие эксплуатационные параметры. Показана также и заметная экономия капиталовложений при использовании пористых дренажей.

ПУБЛИКАЦИИ

1. Рекомендации по применению пористых полимербетонных дренажей в скорых фильтрах водоочистных станций и установках заводского изготовления /П.А.Грабовский, И.П.Карпов, И.Л.Прожегурин, Д.С.Чучмай, В.Л.Драгинский, В.М.Корабельников. - М., 1989. - 48 с.
2. А.С. 1713615 А1 СССР В ОI D 24/40. Дренажное основание для фильтров с зернистой загрузкой /П.А.Грабовский, И.П.Карпов, В.М.Корабельников и И.Г.Ионов. - 2с.:ил.
3. А.С. 1725974 А1 СССР В ОI D 39/14, 39/16. Способ изготовления фильтрующего элемента из гранулированного полимерного материала /В.Н.Выровой, П.А.Грабовский, В.В.Дьяченко, И.П.Карпов. - 2с.
4. Грабовский П.А., Карпов И.П. Пористый дренажи напорных фильтров //Респ. научн.-техн. конф. "Малоотходные технологические процессы и сокращение промышленных выбросов в металлургической

промышленности". -Тез.докл.27-29 сентября 1989г. - Запорожье, 1989. - с.148-149.

5. Карпов И.П., Прогульный В.И.,Триль А.А. Усовершенствование конструкций дренажа и системы отвода промывной воды напорных фильтров водоподготовки//Научн.-техн.конф. «Пути улучшения качества питьевой воды»-Тез.докл.29 апреля 1992г. -Одесса, 1992. - с.18-19.

6. Грабовский П.А., Карпов И.П. Пористый полимербетон в конструкциях дренажно-распределительных систем водоочистных фильтров//Международный семинар «Анализ и оптимизация грубогетерогенных композиционных материалов». -Тез.докл. 21-23 декабря 1993 г. - Киев, 1993. - с.11.

7. Грабовский П.А., Карпов И.П., Пористые дренажи для установки доочистки воды//Международн.научн.-техн.конф. «Питьевая вода-94» - Тез.докл. 16-18 мая 1994 года. - Одесса, 1994. - с.27.

I.P.Karpov.The porous underdrains of prefabricated filters. Candidate of Technical Science Dissertation.Speciality 05.23.04 Water Supply,Sewerage.Odessa State Academy of Building and Architecture. Odessa, 1996.

We have developed a few structures of the porous underdrains of prefabricated filters.These units have been studied theoretically and the pilot test have been made and the calculation methods was proposed.

Developed structures work successfully on 15 watertreatment plants and have proved cutting of production and manufacturing costs of these underdrains systems.

Карпов И.П. Пористые дренажи для фильтров заводского изготовления. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 - водоснабжение, канализация. Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, 1996.

Разработано несколько конструкций пористых ДРС для фильтров заводского изготовления. Проведены теоретические и лабораторные исследования этих конструкций и созданы методики их расчетов.

Внедрение на 15 промышленных объектах подтвердило высокую эффективность предложенных пористых дренажей, как по техническим, так и по экономическим показателям.

Ключові слова: Водопідготовка, фільтр, пористий дренаж, піддон

Подп. к печати 15.05.96г. Формат 60x84 1/16.
Объем I, Оп. л. 0, Уч. изд. л. Заказ № 198/3. Тираж 100 экз.
Гортипография Одесского управления по печати, цех №3
Ришельевская 47.

44807

AB 34.935

AB 34.935