



УДК 628.1+725.74

**А.Б. Адельшин** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения

**С.В. Леонтьева** – старший преподаватель

**К.А. Ежова** – аспирант

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)**

## ОЧИСТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОДЫ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАСЕЙНА НА НАМЫВНЫХ ФИЛЬТРАХ

### АННОТАЦИЯ

Предложена технология водоподготовки плавательных бассейнов с использованием намывных фильтров. Создана опытно-промышленная установка. Целью экспериментальных исследований являлось определение параметров фильтрования воды, необходимых для расчета намывных фильтров.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Водоподготовка, плавательный бассейн, намывной фильтр, вспомогательные фильтровальные вещества, качество воды.

**A.B. Adelshin** – doctor of technical sciences, professor, head of Water Supply and Water-Drainage department

**S.V. Leonteva** – senior lecturer

**K.A. Ezhova** – post-graduate student

**Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)**

## PURIFICATION OF SWIMMING POOL PROCESS WATER BY USING PRECOAT FILTERS

### ABSTRACT

The technology of water conditioning for swimming pool by using precoat filters is suggested. The pilot plant is created. The purpose of experimental research is determination of water filtering parameters, required for calculation of precoat filters.

**KEYWORDS:** Water conditioning, swimming pool, precoat filter, additive filtering compounds, quality of water.

Эпидемическая безопасность и высокое качество воды в плавательных бассейнах обеспечивается фильтрованием технологической воды с добавлением тонкодисперсных вспомогательных фильтрующих веществ, обладающих высокой пористостью. Процесс реализуется на намывных фильтрах. При этом снижается цветность, мутность воды, бактериальные загрязнения, содержание железа и марганца, что особенно важно в технологии водоподготовки плавательных бассейнов.

Намывные фильтры отличаются компактностью, высоким эффектом очистки воды, незначительным расходом промывной воды, не более 1 % пропускной способности фильтра [1]. Пропускная способность этих фильтров в 4-6 раза больше, чем у кварцевых скорых напорных фильтров того же диаметра. Применение намывных фильтров позволяет отказаться от использования дефицитного коагулянта. При этом себестоимость обработки воды снижается в среднем в 2 раза.

Применение намывных фильтров для водоподготовки плавательных бассейнов рекомендуется [2]. Однако в справочной и нормативной литературе отсутствуют подробные достаточно обоснованные данные, необходимые для проектирования и эксплуатации плавательных бассейнов с использованием намывных фильтров.

С целью решения этой проблемы предложена технология и установка для очистки циркулирующей воды плавательного бассейна [3, 11]. Технологическая схема установки показана на рис 1.

Установка работает следующим образом: загрязненная вода из бассейна самотеком поступает в префильтр для предочистки, далее вода насосом подается на очистку в намывной фильтр. Очищенная вода (фильтрат) обеззараживается, подогревается и подается в бассейн.

Для приготовления суспензии фильтровального вспомогательного вещества используется вода и порошкообразный активированный уголь. Перед

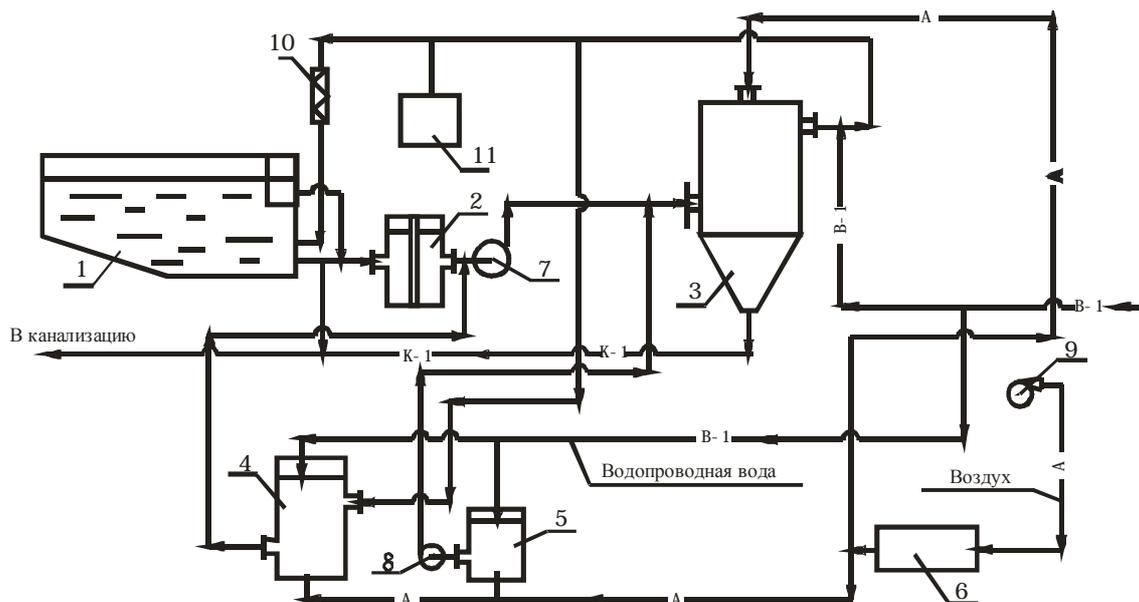


Рис. 1. Технологическая схема установки очистки циркуляционной воды:

- 1 – бассейн; 2 – префильтр; 3 – намывной фильтр; 4 – ёмкость для приготовления первичной суспензии;  
 5 – ёмкость для приготовления добавочной суспензии; 6 – рессивер; 7 – циркуляционный насос; 8 – насос-дозатор;  
 9 – компрессор; 10 – водонагреватель; 11 – обеззараживающая установка; трубопроводы: водопровод В-1,  
 канализация К-1, воздухопровод А

пуском установки в работу производится приготовление указанной суспензии в суспензаторе 4. Для пуска фильтра в работу его заполняют водой и производят намыв слоя фильтровального вспомогательного вещества по замкнутой схеме: суспензатор 4 – насос 7 – фильтр 3 – суспензатор 4 до тех пор, пока все вещество не будет перенесено на фильтрующую перегородку, а в суспензаторе 4 остается чистая вода. После окончания намыва начинают подавать в исходную воду добавочное вспомогательное фильтрующее вещество насосом 8 из суспензатора 5 в напорный трубопровод насоса 7.

Фильтр отключают на промывку при достижении заданного перепада давления на фильтрующем слое или при снижении качества фильтрата. Промывка фильтра производится водопроводной водой с использованием сжатого воздуха, по программе: 1 – продувка воздухом; 2 – водо-воздушная промывка; 3 – водяная промывка. Промывная вода сбрасывается в канализацию.

Обеззараживание воды осуществляется при помощи раствора анолита нейтрального [4-6]. В отличие от раствора хлора, анолит не оказывает раздражающего действия на кожу и слизистые посетителям и благотворно воздействует на структуру воды, делая её мягче. Раствор анолита подается в очищенную воду.

Оборотная система очистки и подготовки воды обеспечивает качество воды, отвечающее современным требованиям санитарных и гигиенических норм [12, 13]. Установка высокоиндустриальна в изготовлении и монтаже, полного заводского изготовления.

Намывной фильтр состоит из вертикального цилиндрического корпуса, внутри которого размещены фильтрующие элементы патронного типа. Патроны представляют собой металлические перфорированные трубы, экипированные рукавом из фильтровальной ткани. В начале рабочего цикла путем предварительной подачи суспензии на поверхности патрона создается первичный намывной слой. При работе фильтра вода бассейна проходит через первичный слой, для увеличения продолжительности фильтрования добавляется вспомогательное вещество, создающее вторичный намывной слой.

На кафедре водоснабжения и водоотведения КазГАСУ создана опытно-промышленная установка для очистки воды плавательных бассейнов с применением намывных фильтров (рис. 2).

Техническая характеристика фильтра: поверхность фильтрования –  $0,38 \text{ м}^2$ ; количество фильтровальных элементов (патронов) – 5; диаметр патрона – 50 мм; объем корпуса –  $0,07 \text{ м}^3$ .

Целью экспериментальных исследований было определение параметров фильтрования воды для получения данных, необходимых при расчёте сооружений водоподготовки плавательных бассейнов.

Эффективность работы намывных фильтров в значительной степени зависит от качества фильтрующих порошков.

Как в нашей стране, так и за рубежом выпускают активированный уголь различных марок, основным свойством которых является размер частиц.

Распределение размеров частиц является более важной характеристикой сорта вспомогательного

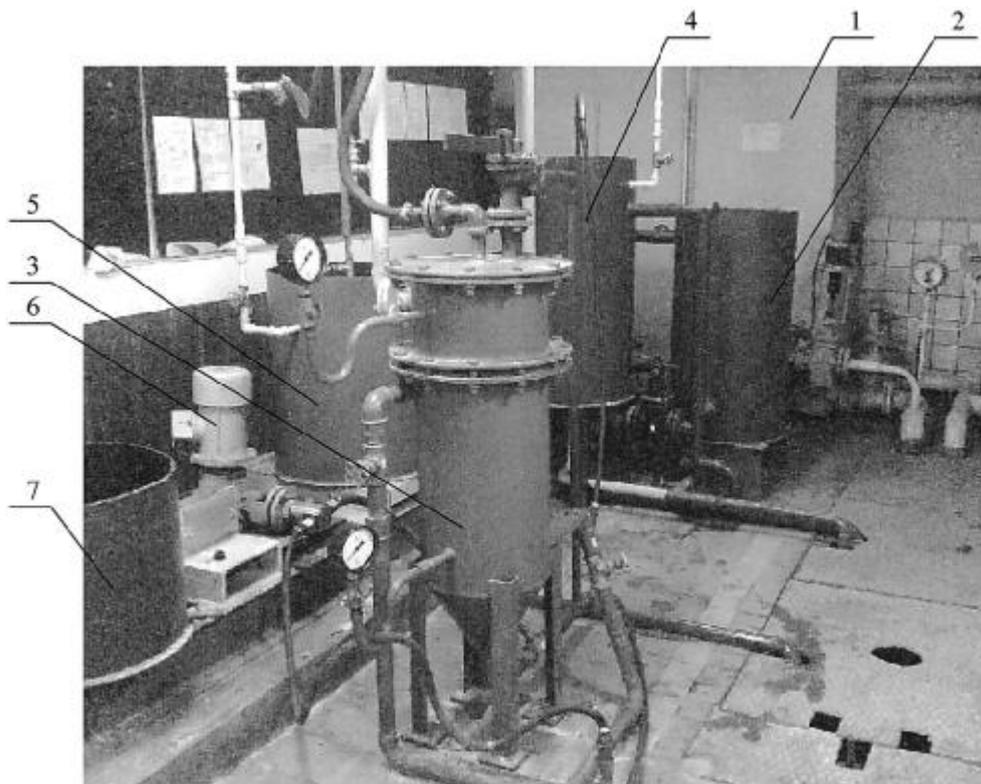


Рис. 2. Опытно-промышленная установка для очистки воды плавательных бассейнов с применением намывных фильтров.

1 – бак исходной воды; 2 – префильтр; 3 – намывной фильтр; 4 – ёмкость для приготовления первичной суспензии; 5 – ёмкость для приготовления добавочной суспензии; 6 – насос-дозатор; 7 – ёмкость для обеззараживающего реагента

вещества, чем средний размер частиц, так как частицы, находящиеся в одном размерном интервале, но обладающие различным распределением размеров внутри этого интервала, способны образовывать осадки с различными свойствами [8].

Порошкообразный активированный уголь для водоподготовки в бассейнах по требованиям немецких стандартов [7] имеет следующие характеристики: йодное число – 900 мг/г; проницаемость – 4 дарси; гранулометрический состав – частицы размером больше 71 мкм должны составлять меньше 25 % массовой доли фильтрующей фракции, а частицы мельче 45 мкм должны составлять больше 50 %.

Значение размера частиц обозначают при помощи  $D_{90}$  или  $D_{50}$ . Значение  $D_{90}$  в размере 70 мкм, показывает, что 90 % всех частиц меньше 70 мкм. Использование угля, имеющего меньшие размеры частиц, является фактором более быстрой адсорбции.

Для намывных фильтров нужен уголь, который имеет большую долю мелких фракций, так как намывной слой должен характеризоваться максимально высокой степенью проницаемости – для обеспечения продолжительности фильтроцикла.

В связи с тем, что выпускаемые порошкообразные активированные угли имеют размер частиц от 4 до 150 мкм, что позволяет использовать их в намывных фильтрах с горизонтально расположенными элементами, в фильтре патронного типа это может

привести к сползанию намывного слоя. Наилучшие результаты показывает уголь с размером частиц менее 50 мкм. Для получения вспомогательного вещества с необходимым размером частиц производили предварительный помол гранулированного активированного угля. Уголь размалывался с различной продолжительностью от 10 до 100 секунд.

Для определения распределения размеров частиц вспомогательного вещества проведены эксперименты на лазерном микроанализаторе частиц «Analysette 22» – это устройство универсального применения для определения распределения по размерам частиц твердого вещества или аэрозолей в жидкости или газах (суспензии, эмульсии или аэрозоли). Также на этой установке была определена плотность и удельная поверхность. Плотность активированного угля –  $1 \text{ г/см}^3$ , удельная поверхность опытных образцов –  $1,03\text{-}1,48 \text{ м}^2/\text{г}$ . Экспериментальное распределение размеров частиц активированного угля представлено в табл. и рис. 3. В каждом случае был получен требуемый результат. Активированный уголь с любой продолжительностью помола показал высокий результат при фильтровании воды.

От распределения размеров частиц вспомогательных веществ зависит скорость фильтрования, качество получаемого фильтрата и режим ведения процесса фильтрования. Необходимая толщина предварительного слоя и концентрация

## Экспериментальное значение размеров частиц активированного угля

Распределение размеров частиц, мкм	Количество частиц, находящихся в данном размерном интервале, при продолжительности помола, %				
	10 с	20 с	30 с	50 с	100 с
> 40	1,50	9,50	11,50	5,60	7,00
20-40	28,50	19,30	14,65	13,4	15,42
10-20	27,90	24,90	16,83	23,16	21,76
6-10	13,60	17,50	13,02	19,84	17,82
2-6	21,40	21,70	32,00	28,00	28,00
< 2	7,10	7,10	12,00	10,00	10,00

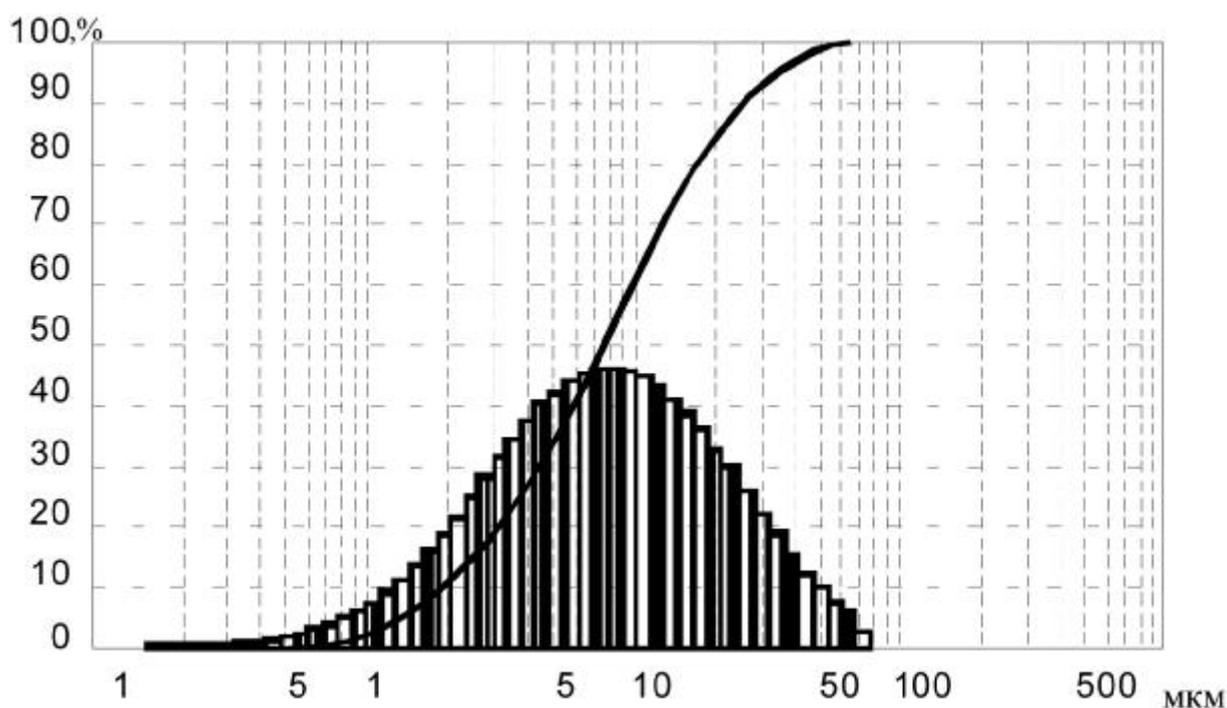


Рис. 3. Экспериментальное распределение размеров частиц активированного угля

вспомогательного вещества в разделяемой суспензии существенно зависят от распределения размеров частиц применяемого сорта фильтровспомогателя [8].

Скорость фильтрования на намывных фильтрах, большинством авторов [1, 9, 10] рекомендуется от 1-4 м/ч, расход фильтровального вспомогательного вещества – 300-600 г на 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности, расход добавочного вещества – 3-10 г/м<sup>3</sup>.

Эксперименты показали, что скорость фильтрования при применении активированного угля составляет 0,95-2,85 м/ч в зависимости от концентрации вспомогательного вещества. Установлено, что лучшим из исследованных фильтровальных веществ является

активированный уголь (применяли диатомит сырой и различных фирм производителей) с оптимальным первичным расходом порошка 500 г на м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности.

В ходе проведения экспериментальных исследований было подтверждено преимущество намывных фильтров по высокому эффекту очистки фильтруемой воды [11]. Мутность очищенной воды составила 0,1-0,2 мг/л, что значительно превышает требования [12] к качеству воды питьевой – 1,5 мг/л и воды плавательных бассейнов – 2 мг/л по требованиям [13].

Предложенная технология позволяет менять количество вспомогательного вещества в зависимости



от назначения бассейна (повышенные требования к качеству воды в период проведения спортивных соревнований); возраста, контингента купающихся и увеличения пропускной способности. В отличие от существующих технологий, предложенная нами позволяет вносить изменения с учетом качества исходной водопроводной воды, меняющегося по сезонам года (ухудшение в период паводка, аварии), путем изменения количества вспомогательного фильтрующего вещества для первичного и добавочного слоя.

Данный метод подготовки воды рекомендуется для общественных и демонстрационно-спортивных бассейнов.

### Литература

1. Кедров В.С., Рудзский Г.Г. Водоснабжение и водоотведение плавательных бассейнов. 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1991. – 160 с.
2. Справочное пособие к СНиП. Проектирование бассейнов / Центр. науч.-исслед. и проект. институт типового и экспериментального проектирования комплексов и зданий культуры, спорта и упр. им. Б.С. Мезенцева. – М.: Стройиздат, 1991, – 64 с.: ил.
3. Адельшин А.Б., Бусарев А.В., Леонтьева С.В., Селюгин А.С. Установка «Оздоровительный мини-бассейн с оборотной системой водоснабжения» // Информ. Листок, 2002, №1. – Казань: Тат. ЦНТИ, 2002. – 3 с.
4. Методические указания по использованию анолита, вырабатываемого в установке СТЭЛ-60 и СТЭЛ-80 для дезинфекции воды в плавательных бассейнах, утвержденные Главным Государственным санитарным врачом городского центра Госсанэпиднадзора г. Санкт-Петербурга Курчановым В.И. 21 июля 1995 г., № 1305. – 8 с.
5. Бахир В.М. Медико-технические системы и технологии для синтеза электрохимически активированных растворов. Учебно-методическое пособие. – М.: ВНИИИМТ, 1998. – 66 с.
6. Бахир В.М. Современные технические системы для обеззараживания, очистки и активирования воды. – М.: ВНИИИМТ, 1999. – 84 с.; ил.
7. DIN 19 643 «Подготовка воды для плавательных и купальных бассейнов», стандарт Германии, 1997.
8. Лейчикс И.М. Фильтрация с применением вспомогательных веществ. – «Техніка», 1975. – 192 с.
9. Малиновская Т.А., Кобринский И.А., Кирсанов О.С., Рейнфарт В.В. Разделение суспензий в химической промышленности. – М.: Химия, 1983. – 264 с.
10. Жужиков В.А. Фильтрация. Теория и практика разделения суспензий. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1980. – 400 с.
11. Адельшин А.Б., Леонтьева С.В. Перспективы использования намывных фильтров в техническом водоснабжении плавательных бассейнов // Известия КазГАСУ, 2008, № 1 (9). – С. 145-151.
12. СанПиН 2.1.4.1074-01. Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 2001. – 117 с.
13. СанПиН 2.1.2.1188-03. Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. – 27 с.