



УДК 628.1+725.74

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

С.В. Леонтьева – старший преподаватель

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАМЫВНЫХ ФИЛЬТРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

АННОТАЦИЯ

Обследование систем водоснабжения плавательных бассейнов и анализ технологических схем позволили предложить технологию водоподготовки с использованием намывных фильтров. Создана опытно-промышленная установка. Целью экспериментальных исследований являлось определение параметров фильтрования воды и выбор вспомогательных фильтрующих веществ, необходимых для расчета фильтров плавательных бассейнов. Полученные данные были использованы в проектировании систем технологического водоснабжения плавательных бассейнов различного объема и назначения.

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

S.V. Leonteva – senior lecturer

Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

THE PROSPECTS OF PRECOAT FILTERS USAGE IN TECHNOLOGICAL WATER SUPPLY OF SWIMMING BATHS

ABSTARCT

The surveying of swimming bath water supply systems and analysis of technological systems allowed offering the technology of water conditioning with application of precoat filters. The pilot plant was created. The purpose of the experimental research was determination of the parameters of water filtering and choice of supplemental filter powder. This research is necessary for calculation of filters for swimming bath. The findings were used in practical systems of technological water supply of swimming baths of various volumes and purposes.

При проектировании городов предусматривается обязательное строительство физкультурно-спортивных сооружений, в том числе плавательных бассейнов. В последние годы увеличилось строительство общественных бассейнов и аквапарков, активно сооружаются частные и ведомственные объекты. Тем актуальнее становится проблема обеспечения этих сооружений современными технологиями водоподготовки, способными обеспечить требуемое качество воды. В ходе исследований было проведено обследование систем технологического водоснабжения и водоотведения плавательных бассейнов РТ и некоторых городов РФ.

Проведено патентное исследование систем водоподготовки и оборудования, применяемого в плавательных бассейнах (в том числе за рубежом), и анализ технологических решений, предложенных в типовых проектах за последние 40 лет.

Большинство действующих бассейнов построено 20-25 лет назад и сейчас нуждается в реконструкции.

При строительстве новых объектов за основу при проектировании берутся типовые проекты 30-35-летней давности. С традиционными установками по хлорированию воды и фильтрованию на скорых напорных фильтрах, даже при закупке зарубежного оборудования. Основной ошибкой проектировщиков при выборе оборудования и технологии водоподготовки является игнорирование качества как исходной (обычно водопроводной) воды, так и требований к качеству воды бассейнов различного назначения (спортивных, оздоровительных, детских).

Являясь объектами коллективного пользования, плавательные бассейны требуют строгого соблюдения санитарно-гигиенических и технологических требований. Нарушение технологии эксплуатации бассейнов может привести к возникновению конъюнктивитов, эпидермофитии, аллергических и других заболеваний (в частности, в результате высоких концентраций в воде хлора, озона и других реагентов) [2]. Приложение 2 [1] приводит список 21 заболевания,



половина из которых имеют высокую и существенную связь с водным фактором. При применении современных методов очистки и обеззараживания воды, четком соблюдении санитарно-гигиенических правил эксплуатации можно полностью исключить заболелания.

Исследования, проводившиеся за рубежом, показали, что каждый посетитель заносит в воду бассейна за 30 минут пребывания в нем до 30 тысяч микроорганизмов [3]. Установлено, что пловец, не прошедший санитарной обработки, вносит в бассейн в 5 раз больше бактерий и в 3 раза больше кишечных палочек, чем прошедший обработку. При этом дети младшего возраста загрязняют воду значительно интенсивнее, чем взрослые [4]. Это необходимо принимать во внимание при установлении пропускной способности бассейна с учетом возраста контингента, режима водообмена, количества добавочной, чистой воды.

Наблюдающееся увеличение процента неудовлетворительных проб в исходной воде и, как следствие, в воде плавательных бассейнов происходит за счет мутности, цветности, содержания железа, общей жесткости, соледержания. В воде плавательных бассейнов наблюдается повышенное содержание хлоридов, остаточного хлора, окисляемости, в детских бассейнах – аммиака.

Перечисленные выше факторы говорят о необходимости выбора технологии водоподготовки в бассейне с учетом качества исходной (водопроводной) воды, местных особенностей системы водоснабжения, назначения бассейна, возраста и контингента купающихся, пропускной способности. Желательно использовать такую технологическую схему и оборудование, которые позволяют вносить изменения с учетом меняющегося качества воды по сезонам года, количеству и возрасту посетителей, повышенного требования к качеству воды во время соревнований.

Проведенное обследование бассейнов Республики Татарстан позволило выявить основные проблемы при проектировании, строительстве и эксплуатации бассейнов. Проведен комплексный анализ факторов, влияющих на качество воды в плавательном бассейне. Проанализированы способы определения оптимального циркуляционного расхода с учетом различных факторов: показателей качества воды (мутности, цветности, остаточному хлору); гидравлического режима, обеспечивающего смешение поступающей воды с водой бассейна; из условия водного режима; из условия режима эксплуатации с учетом времени, в течение которого качество воды в ванне улучшается до требований стандарта, для бассейнов различного (спортивных, оздоровительных, учебных, детских) назначения и объема. Учитывалось качество исходной воды: водопроводной, из подземного или поверхностного источника. Большая часть плавательных бассейнов находится в городе и снабжается водой питьевого

качества. На примере Казани можно сказать о колебаниях параметров в зависимости от районов города (часть снабжается подземными источниками). Влияние качества воды поверхностного источника колеблется по сезонам года. Наблюдается ухудшение качества воды на определенных участках из-за износа сети.

При выборе технологии водоподготовки необходимо учитывать требования к качеству воды бассейнов различного назначения. Спортивные должны обеспечивать максимальную прозрачность воды для проведения соревнований и фото-, видеосъемок. Бассейны развлекательно-оздоровительных центров (аквапарки, бани, гостиницы) не проводят медицинского обследования посетителей перед купанием, поэтому основным требованием качества воды является бактериальная безопасность объектов, обеспечиваемая не только обеззараживанием воды, но и эффективным фильтрованием. Бассейны детского назначения предъявляют ограничения по жесткости и содержанию железа, вызывающие сухость и раздражение кожи, а также аллергическую реакцию у детей.

При эксплуатации бассейнов необходимо соблюдать следующие основные требования: обеспечение высокой прозрачности (на всю глубину ванны бассейна) и низкой цветности воды, отсутствие резкого запаха, бактериальной безопасности, создание приятного оттенка воды [2].

Вода, подаваемая в ванну бассейна, должна отвечать требованиям к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения [1].

Однако это требование полностью нивелируется или даже отрицается таблицей 3 [1], где приводятся показатели и нормативы качества воды в ванне бассейнов. По табл. 3 [1] мутность должна быть не более 2 мг/л – требования к питьевой воде по [5] – 1,5 мг/л; запах не более 3 балла, тогда как по [5] только 2 балла. Завышенные уровни мутности могут препятствовать процессу обеззараживания и стимулировать рост бактерий, к тому же не позволят получить требуемую прозрачность воды в бассейне. В [2] рекомендуется поддержание мутности 0,2-0,3 мг/л для спортивных бассейнов.

Цветность воды нормируется [1, 5] – 20 град., в то же время в [2] рекомендуется цветность для спортивных бассейнов 2-3 град., а для оздоровительных 3-5 град., в [7] рекомендуется для всех крытых бассейнов 1-2 град., для открытых 4-5 град. В Казани в определенные периоды года цветность водопроводной воды достигает 30 град., что в свою очередь затрудняет (особенно в прямоточных бассейнах) доведение воды до норматива [1], и никогда не соответствует [2, 7]. Цветность питьевой воды может быть обусловлена присутствием окрашенных органических веществ (в первую очередь, гуминовых соединений) и металлов, таких как железо и марганец [8].



Содержание железа, марганца, меди и др. металлов в воде плавательных бассейнов в [1] не нормируется, в [2] рекомендуется концентрация железа 0,3-0,5 мг/л, меди 0,1 мг/л, остаточного алюминия 0,5 мг/л.

Однако, в концентрациях около 0,3 мг/л железо окрашивает водопроводную арматуру. Выпадение в осадок избытка железа придает воде нежелательную красновато-коричневую окраску и образует пятна на стенах чаши бассейна. Увеличение концентрации железа в воде может быть вызвано коррозией трубопроводов, природным фактором или загрязненным источником. Для Казани все выше указанные причины актуальны, даже районы, снабжаемые водой Волжского водозабора, в некоторые периоды содержат 0,55 мг/л железа в водопроводной воде. При содержании железа в воде более 0,1 мг/л возможно образование осадка в трубах, а при одновременном присутствии алюминия вода становится грязной на вид [8]. Повышенное содержание железа вызывает раздражающее действие на слизистые и кожу, гемохроматоз и аллергию [9]. Особенно часто жалобы поступают на раздражение кожи и аллергические реакции у детей младшего возраста, купающихся в бассейнах дошкольных учреждений с прямоточной системой водоснабжения.

Выбор технологии процесса очистки и состава водоочистных установок диктуется санитарно-гигиеническими требованиями, предъявляемыми к воде плавательного бассейна, технико-экономическими показателями, площадью насосно-фильтровальной станции, качеством исходной воды, объемом ванны бассейна и другими параметрами. Поэтому существует множество вариантов технологических схем. Наиболее широкое распространение получила система оборотного водоснабжения, взамен менее экономных прямоточных и наливных.

Самой распространенной схемой водоочистки и обеззараживания воды бассейна является схема, включающая в себя коагулирование, фильтрование на скорых напорных фильтрах с кварцевой загрузкой и обеззараживание хлором или его производными. Недостатком рассмотренной технологической схемы являются: большие площади, занятые оборудованием, а также количеством растворных, расходных баков и баков промывной воды.

Опыт эксплуатации бассейнов показывает, что вследствие дороговизны и дефицитности коагулянта коагулирование производится периодически или только добавочной водопроводной воды, это снижает качество воды в бассейне. Рассмотренная технологическая схема получила наибольшее распространение в плавательных бассейнах Республики Татарстан.

Для очистки воды плавательных бассейнов в ряде случаев оказывается целесообразным применение схем с открытыми безнапорными фильтрами [2]. Недостатком данных схем является необходимость больших площадей под водоподготовительное

оборудование, поэтому эти схемы больше подходят для открытых бассейнов, которых в нашей стране значительно меньше, чем крытых, в связи с климатическими условиями.

Напорные намывные фильтры нашли применение при очистке воды в плавательных бассейнах как за рубежом, так и в нашей стране. Рекомендуется [10] применение намывных фильтров с использованием в качестве фильтрующего материала перлита или диатомита.

В технологии очистки мало-мутной и мало-цветной воды распространен метод, основанный на фильтровании с добавлением специальных вспомогательных фильтрующих веществ (диатомит, целлюлоза, бентонит и др.) через слой того же порошка, предварительно нанесенный на фильтрующий элемент. Этот процесс реализуется на намывных фильтрах. При этом снижается цветность, мутность воды, бактериальные загрязнения, содержание железа и марганца, что особенно важно в технологии водоподготовки воды плавательных бассейнов.

На кафедре водоснабжения и водоотведения Казанского государственного архитектурно-строительного университета создана опытно-промышленная установка для очистки воды плавательных бассейнов с применением намывных фильтров.

Целью экспериментальных исследований являлись определение параметров фильтрования воды и выбор вспомогательных фильтрующих веществ, необходимых для расчета фильтров плавательных бассейнов.

Описание установки

Очистка воды происходит на установке (рис.1) состоящей из: бака исходной воды (чаша бассейна) 1; префильтра 2; намывного фильтра 3; емкости приготовления первичной суспензии 4; емкости приготовления вторичной суспензии 5; компрессора 6; ресивера 7; циркуляционного насоса 8; насоса-дозатора 9.

Порядок работы установки

1. Подготовка к работе

Схема установки приведена на рисунке 1. Перед началом работы необходимо наполнить бак исходной воды 1, открыв вентиль 29, бак первичной суспензии 4, открыв вентиль 27, бак добавочной суспензии 5, открыв вентиль 24.

Для приготовления первичной суспензии в заполненный бак первичной суспензии 4 добавляем фильтровальное вспомогательное вещество, а затем, включив компрессор 6, открываем вентиль 26, для подачи сжатого воздуха на перемешивание раствора.

Для приготовления добавочной суспензии в заполненный бак добавочной суспензии 5 засыпаем

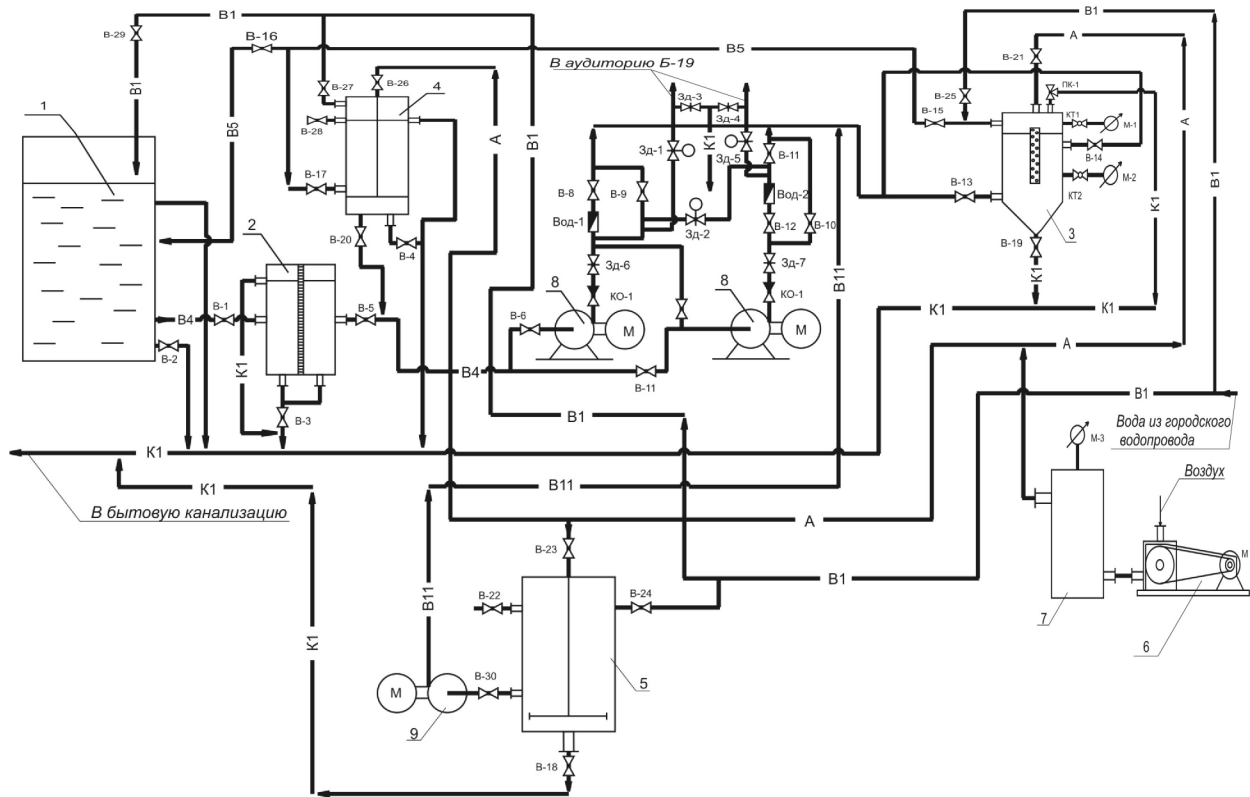


Рис.1. Схема экспериментальной установки с намывным фильтром.

- 1 – бак исходной воды (чаша бассейна); 2 – префильтр; 3 – фильтр намывной патронный;
4 – емкость для приготовления первичной суспензии; 5 – емкость для приготовления добавочной суспензии;
6 – компрессор; 7 – ресивер; 8 – циркуляционный насос; 9 – насос дозатор.
Трубопроводы: В1 – хозяйственно-питьевой водопровод; В4 – подача воды на очистку; В5 – возврат воды в чашу бассейна; В11 – добавление суспензии; К1 – хозяйственно-бытовая канализация; А – сжатый воздух

порцию порошка добавки, а затем, включив компрессор 6, открываем вентиль 23, для подачи сжатого воздуха на перемешивание раствора.

Открыв вентиль 1, наполняем префильтр исходной водой и заливаем насосы.

2. Намыв фильтровального слоя

Для запуска насосов для намыва фильтровального слоя закрываем вентиль 16, открываем задвижки 13, 14, 15 и задвижку возврата суспензии в бак первичной суспензии 17.

Включаем насосы и поддерживаем давление 0,6 МПа. Намыв слоя продолжается 15-20 минут и контролируется визуально, то есть по осветлению воды в баке первичной суспензии.

3. Фильтрация

Закрываем вентили 17, 20 и открываем вентили 5, 16. Уровень воды в префильтре следует регулировать задвижкой 1.

Во время фильтрации, для увеличения величины фильтроцикла, необходимо поступление добавочной суспензии, для этого открывают вентили 30, 31 и включают насос-дозатор.

4. Промывка

Для проведения промывки фильтра необходимо отключить все насосы в порядке, обратном включению. Закрывать вентили 13, 14, 15, 30, 31. Для водной промывки необходимо открыть вентиль 25 и при достижении максимального давления открыть вентиль 19. Для водо-воздушной промывки необходимо наполнить фильтр водой, затем, включив компрессор 6 и открыв вентиль 21, поднять давление в фильтре до 0,55 МПа. Открыв вентиль 19, промываем фильтр. Повторять до полной очистки. Степень очистки определяют визуально.

Обзор литературных и других информационных источников показал, что широкое применение в отечественной и зарубежной практике получили следующие вещества: диатомит, перлит, активированный уголь. Все эти вещества удовлетворяют требованиям, предъявляемым к фильтровальным веществам.

Цель экспериментальной работы – определение параметров фильтрации воды для получения данных, необходимых при расчёте фильтров.

Для намыва первичного фильтрующего слоя готовится суспензия, для чего используется вода и



порошкообразный фильтрующий материал (диатомит, активированный уголь). Намыв продолжается до полного осветления воды, возвращаемой из фильтра в бак приготовления первичной суспензии.

Первоначальный расход порошка на создание фильтрующего слоя толщиной 1-2 мм составлял 400-600 г на 1 м² фильтрующей поверхности. Продолжительность намыва, по литературным данным, составляет от 3-5 мин. [11] до 45 мин., по экспериментальным данным она составила 15-25 мин. в зависимости от вида порошка и концентрации суспензии. Затем начинается подача воды на фильтрацию. При этом в воду небольшими порциями добавляют приготовленную в другом баке добавочную суспензию порошка, это позволяет уменьшить скорость роста гидравлического сопротивления фильтрующего слоя и увеличивает продолжительность фильтроцикла.

Для увеличения продолжительности фильтроцикла в очищаемую воду непрерывно дозируют фильтрующий порошок в количестве 3-10 г/м³.

В ходе экспериментов были определены основные технологические параметры:

Скорость фильтрования на намывных фильтрах, по литературным данным, составляет 1-50 м/ч [11], хотя большинство авторов рекомендуют скорость до 5 м/ч [2], а в [12, 13] рекомендуется 1-2 м/ч. Эксперименты показали, что скорость фильтрования при применении диатомита составляет 1-1,9 м/ч, активированного угля 0,95-2,85 м/ч, в зависимости от концентрации вспомогательного вещества.

Во время работы фильтра контролируют перепад давления на фильтрующем слое и качество исходной воды и фильтрата.

В ходе фильтрования на установке с намывным фильтром проводился химический анализ исходной и профильтрованной воды. Качество фильтрата определялось фотометрическим методом прибором фотоэлектроколориметром типа КФК. В ходе опытов через равные промежутки времени отбирают пробы воды (исходной и профильтрованной) и в каждой пробе определяют мутность.

Опыт считался завершенным при достижении заданного перепада давления или при ухудшении качества фильтрата.

Мутность исходной воды колебалась 2-8 мг/л, очищенной воды с помощью диатомита 0,4-0,6 мг/л, с активированным углем 0,1-0,2 мг/л, что значительно превышает требования к качеству воды питьевой – 1,5 мг/л или воды плавательных бассейнов 2 мг/л.

Необходимо точно определить начало ухудшения качества воды для отключения фильтра на промывку. Фильтр отключают на промывку при достижении заданного перепада давления на фильтрующем слое или при снижении качества воды. Промывка фильтра производилась «шоковой» регенерацией, которая обеспечивает наименьший расход промывной воды и составляет 0,5-0,7% производительности фильтра. Для этого из фильтра сливается вода до уровня ниже трубной доски, после чего подается в фильтр сжатый воздух до достижения давления 0,55 МПа. Затем давление воздуха резко сбрасывают. Эту операцию повторяют 5-6 раз, после чего промывают фильтрующую поверхность водой. После чего фильтр снова готов к работе.

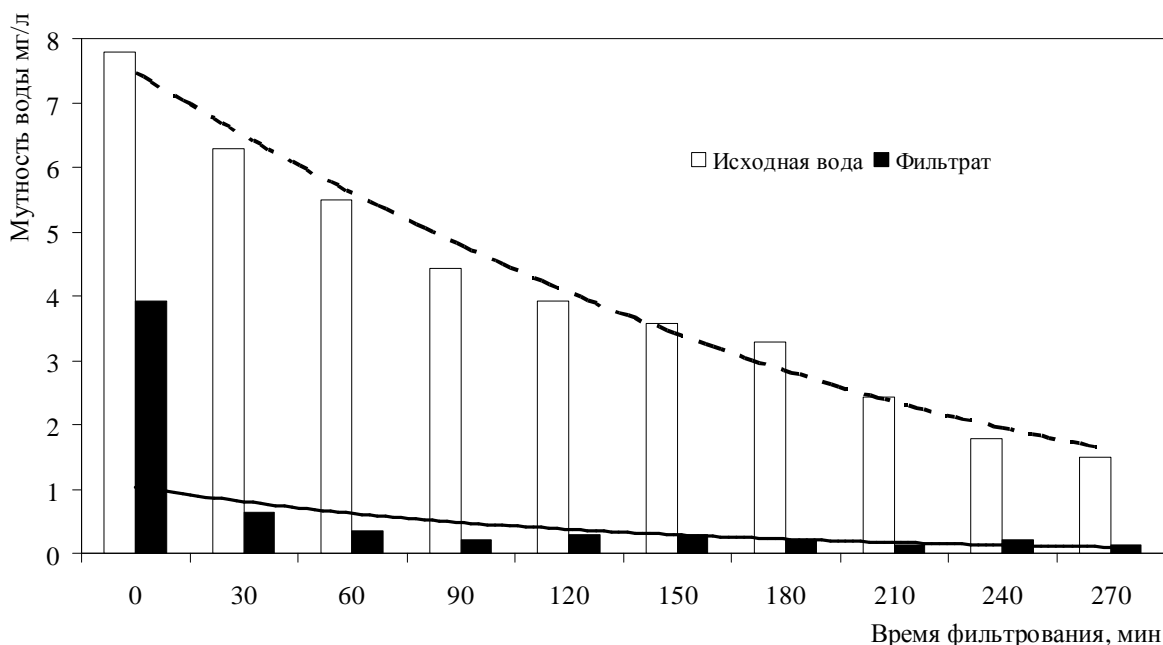


Рис.2. Изменение мутности исходной и фильтрованной воды при применении активированного угля



На основании экспериментальных данных можно сделать вывод, что лучшим из исследованных фильтровальных веществ является активированный уголь с первоначальным расходом порошка 500 г на м² фильтрующей поверхности (рис. 2).

В ходе проведения экспериментальных исследований было подтверждено безусловное преимущество намывных фильтров по высокому эффекту очистки фильтруемой воды и незначительному расходу промывной воды менее 1% пропускной способности фильтров [2].

Намывные фильтры малогабаритны и имеют в 4-6 раз большую пропускную способность, чем обычные, кварцевые, скорые напорные фильтры того же диаметра [2], что позволяет сократить площади, используемые под технологическое оборудование. В реконструируемых плавательных бассейнах уменьшается площадь насосно-фильтровальной станции, что позволит разместить на освободившейся территории объекты дополнительных услуг посетителям (салон красоты, массажные и др.), что позволит получить прибыль.

Эффективность работы намывных фильтров в значительной степени зависит от качества фильтрующих порошков. Предложенная технология позволяет менять вид и 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 позволяет вносить изменения с учетом качества исходной водопроводной воды, меняющейся по сезонам года (ухудшение в период паводка).

На основе полученных данных был разработан проект реконструкции систем технологического водоснабжения и водоотведения плавательных бассейнов различного назначения (спортивного, оздоровительного, учебного и т.д.) с объемом ванны 15 – 5000 м³, с применением различных вариантов фильтровального оборудования (скорые, сверхскоростные, намывные фильтры) и современных методов обеззараживания.

Например, для оздоровительного комплекса с группой бассейнов с общим объемом ванн 188 м³, пропускной способностью 48 чел/ч и общим циркуляционным расходом 63 м³/ч, применение намывных фильтров и установки электрохимической активации СТЭЛ, вместо скорых фильтров и электролизной установки, позволило сократить общую сметную стоимость в 1,8 раза, нормативную трудоемкость в 1,8 раза, сметную заработную плату в 2,55 раза.

А для учебно-оздоровительного бассейна с объемом ванны 875 м³ и пропускной способностью 58 чел./час, циркуляционным расходом 145,83 м³/ч замена скорых фильтров с кварцевой загрузкой на

намывные при одинаковом методе обеззараживания позволила сократить сметную стоимость в 1,46 раза, нормативную трудоемкость в 1,41 раза, сметную заработную плату в 1,45 раза.

Созданная установка с намывным фильтром позволяет сократить себестоимость водоподготовки в 1,8-2, что совпадает с данными [2].

Технология водоподготовки в плавательном бассейне с применением намывного фильтра отличается компактностью, экономичностью и экологичностью применяемых вспомогательных фильтрующих веществ. Использование намывных фильтров позволяет вносить изменения в технологию в ходе эксплуатации бассейна с учетом меняющегося качества исходной воды и требований к качеству воды бассейна во время проведения соревнований, изменения пропускной способности и возраста купающихся.

Литература

1. 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.
2. Кедров В.С., Рудзский Г.Г. Водоснабжение и водоотведение плавательных бассейнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 160с.: ил..
3. Кортес А.Р. Бассейны и пруды. – М.: Аделант, 1999. – 192 с.
4. Полиевский С.А. Гигиенические аспекты современных спортивных сооружений. – М.: Медицина, 1981. – 144 с.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 2001. – 111 с.
6. Адельшин А.Б., Иванов А.В., Леонтьева С.В. /К вопросу о СанПиНе «Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды плавательных бассейнов» // Отведение и очистка сточных вод. Научные чтения, посвященные 100 летию со дня рождения С.М. Шифрина. Сборник докладов. – СПб, 1999.
7. Черников И.А. Банно-купальные сооружения. – М.: Литер. по строительству, 1968. – 192 с.
8. Руководство по контролю качества питьевой воды. Рекомендации. Т.1, ВОЗ. – Женева, 1994. – 126 с.
9. Методические указания по внедрению и применению СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». – М.: Информационно издательский центр Минздрава России, 1998. – 71 с.



10. Проектирование бассейнов. / Центр науч.-исслед. и проект. ин-т типового и эксперим. проектирования комплексов и зданий культуры, спорта и упр. им. Б.С. Мезенцева. – М.: Стройиздат, 1991. – 64 с.: ил. – (справ. пособие и СНиП).
11. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.
12. Водоотводящие системы промышленных предприятий: Учеб. для вузов / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов; Под ред. С.В. Яковлева. – М.: Стройиздат, 1990. – 511 с.
13. Малиновская Т.А., Кобринский И.А., Кирсанов О.С., Рейнфарт В.В. Разделение суспензий в химической промышленности. – М.: Химия, 1983. – 264 с.
14. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 680 с.
15. Жужиков В.А. Фильтрация. Теория и практика разделения суспензий. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1980. – 400 с.
16. Лейчикс И.М. Фильтрация с применением вспомогательных веществ. – «Техніка», 1975. – 192 с.
17. Бараке К., Бебен Ж., Бернар Ж. и др. Технические записи по проблемам воды – “Дегремон”: Пер. с англ. В 2-х т. т 2. / Под ред. Т.А. Карюхиной, И.Н. Чурбановой. – М.: Стройиздат, 1983. – С. 609-1064, ил.
18. Рекомендации по подготовке воды в плавательных бассейнах. / Комитет по физической культуре и спорту при Совете Министров СССР, Главное управление капитального строительства. – М., 1982. – 11 с.