

### Список литературы

1. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ : учеб. пособие для вузов. М. : Высш. шк., 1989. 367 с.
2. Статистические методы для ЭВМ / под ред. К. Экслейна, Э. Рэлстона, Г. С. Уилфа ; пер. с англ. М. : Наука ; Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 464 с.
3. Идентификация движений и напряженно-деформированного состояния самоорганизующихся геодинамических систем по комплексным геодезическим и геофизическим наблюдениям : монография / В. А. Середович, В. К. Панкрушин, Ю. И. Кузнецов, Б. Т. Мазуров, В. Ф. Ловягин ; под общ. ред. В. К. Панкрушина. Новосибирск : СГГА, 2004. 356 с.
4. Мазуров Б. Т. Структурная идентификация движений мобильных блоков с помощью последовательной кластер-процедуры // Математическая обработка результатов геодезических наблюдений : межвуз. сб. науч.тр. Новосибирск : НИИГАиК, 1993. С. 75–81.
5. Кобзева Т. Н. Обработка региональной статистической информации и ее преобразование в геопространственную модель // Перспективы развития строительного комплекса. 2014.

УДК 628.194

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВОДОПОДГОТОВКИ И ВОДООЧИСТКИ

*Т. С. Смирнова, М. Ш. Капилевич*

*Астраханский инженерно-строительный институт (Россия)*

*Астраханский государственный университет (Россия)*

*Колледж строительства и экономики АИСИ (Россия)*

Сегодня время диктует необходимость усовершенствования либо замены существующих технологических схем подготовки воды и дальнейшей ее очистки для промышленных предприятий. В данной статье изложены основные проблемы технологических схем химической водоочистки и водоподготовки. Более подробно рассмотрены современные процессы очистки воды, которые наиболее перспективны в промышленности. Описаны основные стадии технологической цепочки данного процесса, включающего предварительную подготовку воды, предварительное и финишное обессоливание, накопление и хранение пермеата и финишную фильтрацию.

**Ключевые слова:** водоочистка, водоподготовка, технологические схемы очистки, химическая очистка воды, качество воды, фильтры, обратный осмос, электродеионизация, пермеат.

Today time dictates necessity of improvement or replacement of existing technological schemes of water preparation and its further clearing for the industrial enterprises. This article considers the basic problems of technological schemes of chemical water purification and water reclamation are stated. Modern processes of water treating which are most perspective in the industry are considered in more details. The basic stages of a technological chain of the given process including preliminary preparation of water, preliminary and finishing desalting, accumulation and storage permeate and a finishing filtration are described.

**Keywords:** water purification, water preparation, technological schemes of purification, chemical water treating, quality of water, filters, reversed osmose, electrodeionization, permeate.

Одним из приоритетных направлений социально-экономического развития России является повышение качества жизни населения, создание благоприятной и доступной для проживания среды. В данном контексте первостепенное значение приобретает обеспечение населения качественной водой.

Несмотря на то, что проблеме подготовки воды, ее очистке уделяется самое пристальное внимание, о чем свидетельствуют ряд принятых за последние годы законодательных актов («Водная стратегия Российской Федерации до 2020 года» [2]; Федеральный закон № 416 «О водоснабжении и водоотведении» [1]), ситуации с качеством воды не теряет своей актуальности. Только по официальным данным Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 2014 г. санитарное неблагополучие было выявлено в 84 % источников поверхностного и 75 % источников подземного водоснабжения. Лишь в некоторых регионах России качество питьевой воды получило удовлетворительную оценку (Москва, Санкт-Петербург, Адыгея, Краснодарский край), наиболее сложная ситуация с обеспечением населения качественной водой отмечается в Калмыкии, Якутии, Смоленской области [4].

Недостаточно высокое качество питьевой воды не только создает риск и несет угрозы здоровью населения, но и негативно отражается на эксплуатации технологического оборудования, повышая затраты, что в современных экономических условиях является крайне нежелательным. Некачественная вода требует повышенного расхода различных химических реагентов; сточные воды в результате химической обработки оборудования и трубопроводов требуют затрат на утилизацию.

Необходимость решения проблемы водоочистки наряду с уже отмеченными положениями обусловлена еще и тем, что длительное время используемые методы очистки требуют модернизации, поиска новейших технологий, позволяющих не только удалять мутность, влиять на цветность и производить дезинфекцию [3], но и учитывать все возрастающую нагрузку человеческого фактора, в первую очередь, нефтепродуктов. Новые промышленные предприятия, свидетельствующие о поступательном развитии экономики страны, увеличивающийся поток автотранспорта, застройка новых территорий нередко приводит к изменению состава воды в источниках водоснабжения, требуя все более совершенных и малозатратных технологий водоочистки.

По мнению исследователей, действующие в России системы очистки воды (в основном механические фильтры насыпного типа с кварцевым песком) в необходимом объеме не способны справляться с избыточным количеством ионов тяжелых токсичных металлов, а в особенности с превышающей концентрацией железа, нефтепродуктов. Накопление токсических веществ в воде нарушает режим функционирования механических и ионообменных фильтров. Последнее вызвано увеличением нагрузки на катиониты

и образованием на поверхности их зерен железосодержащего геля, что снижает обменную емкость работы фильтров [9]. В результате восстановление свойств ионообменных смол требует значительного количества реагентов, что является отрицательным фактором, свидетельствующим о необходимости поиска новых технологических схем для химической подготовки и очистки воды.

В настоящее время отечественная наука предлагает ряд новых технологических процессов водоподготовки. Ознакомимся с наиболее доступными, эффективными для применения методами, характерными для каждой стадии очистки воды (см. рис. 1).



*Рис. 1. Технологическая цепочка очистки воды*

Первая стадия: предварительная подготовка воды. Процессы, происходящие на первой стадии, являются наиболее важными и определяющими для всей последующей технологической схемы очистки воды. Это объясняется наличием ряда показателей качества воды, непосредственным образом влияющих на массообменные процессы, которые определяют режим функционирования материалов и их срок службы. Эффективность используемых методов на первом этапе (подготовка воды к обессоливанию) выступает залогом длительного срока эксплуатации материалов, снижением затрат на расходные материалы, которые могут использоваться для восстановления их свойств, принимающих участие в массообменных процессах.

Длительное время на предварительной стадии подготовки воды использовались зарубежные методы и аппараты (DensaDeg® и др. [12]), в

настоящее время получают распространение отечественные разработки. В частности, предварительная очистка проводится с помощью системы «Активфло». Установка позволяет оптимизировать условия смешения коагулянтов и флокулянтов с применением механических перемешивающих устройств. Ввод в эксплуатацию установки системы «Активфло» на предприятии ЗАО «Сибурхимпром» (производительность 320 м<sup>3</sup>/ч) полностью подтвердил ее высокую эффективность [7].

Вторая стадия: предварительное обессоливание воды. Данный процесс осуществляется при помощи полупроницаемых ассиметричных мембран (процесс обратного осмоса). На этом этапе очистки важно учитывать, что любая обратноосмотическая установка разрабатывается строго индивидуально для определенного источника снабжения водой. Степень насыщения пермеата ингредиентами, которые присутствуют в исходной воде, во многом зависит от типа мембранного обратноосмотического элемента, а также от материала самой мембраны [5]. Особое внимание при использовании методов очистки следует уделять содержанию активного хлора, который удаляется еще на стадии предварительной подготовки воды. Объясняется это тем, что активный хлор отрицательно влияет на обратноосмотические мембраны, нередко вызывая их деструкцию. В связи с этим следует учитывать, что если в процессе предварительной очистки применяют хлорсодержащие агенты, то на второй стадии необходимо обязательно вводить адсорбционную очистку воды активированным углем. В последнее время в отечественной практике наряду с активированным углем применяют более современный метод – дозированный раствор бисульфита натрия в поток воды после многослойного фильтра, что позволяет повысить технологический результат путем снижения капитальных и эксплуатационных затрат [10].

Третья стадия – это финишное обессоливание воды. На данном этапе используются различные методы, но современным и перспективным является метод электродеионизация [11]. Данный метод имеет множество преимуществ, выделим основные: он не требует химических реагентов и, соответственно, отпадает необходимость в организации складов химических реагентов, их транспортировке; оборудование, применяемое в ходе электродеионизации компактное, что позволяет экономить производственные площади; при использовании метода образуется не более 5–7 % концентрата, который целесообразно применять в установке обратного осмоса; метод позволяет получить воду вплоть до 16 МОм без применения фильтров смешанного действия. Среди недостатков описанного метода электродеионизация является его дороговизна. Научные изыскания в этой области позволяют надеяться, что в ближайшее время стоимость этого метода значительно снизится, и он будет более широко использоваться.

Третья стадия: финишное накопление и хранения пермеата. Как правило, важной задачей в процессе очистки воды становится не только ее получение чистой воды, но и сохранение необходимых ее физико-химических

характеристик. Решение задачи во многом кроется в правильном и грамотном подборе материала, из которого изготавливается емкость для хранения пермеата, ее конструкционного исполнения, а также процесса организации рециркуляции очищенной воды. Конструкция таких емкостей должна обеспечивать отсутствие застойных зон, вихревых потоков и прямого взаимодействия окружающей среды. Последнее достигается путем полной герметизации емкостей, а также установки фильтров стерилизующей очистки на крышках емкостей, через которые производится обмен воздуха при изменении уровня в ходе накопления [6].

Следующим ключевым фактором поддержания полученного в ходе очистки физико-химического состояния воды является «петля рециркуляции», расчет которой является гидродинамическим, учитывающим не только сопротивление пост-фильтров, входящих в «петлю», но и гидравлическое сопротивление трубопровода, фасонных изделий, входящих в его состав. На данном этапе первостепенное значение приобретают материалы применяемых трубопроводов, фасонных изделий, запорной арматуры, которые должны обеспечивать минимальное внесение загрязнений за счет процесса их экстракции.

Четвертая стадия – финишная очистка воды. Данная стадия также относится к наиболее значимым, позволяющим поддерживать качество полученной в ходе очистки воды, она включает обеспечение ее микробиологического состава, предотвращения попадания различных микрочастиц на точки потребления воды. Среди современных методов, используемых на данной стадии водоочистки, являются патронные фильтры, совершенствование метода видится в повышении качества и снижения стоимости фильтродержателей. Основное требование, предъявляемое к патронным фильтрам – это исключение возможности экстракции любых веществ при контакте со сверхчистой водой. Для этого в технологической цепочке нередко используют ультрафиолетовую стерилизацию, адсорбционную очистку [8]. Выбор метода зависит от дальнейшего назначения и сферы использования воды.

#### Список литературы

1. О водоснабжении и водоотведении : Федеральный закон от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ (в ред. 29 декабря 2014 г. № 485-ФЗ). URL: <http://base.consultant.ru/> (дата обращения: 10.09.2015).
2. Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. № 1235-р (в ред. 17 апреля 2012 г.). URL: <http://base.consultant.ru/> (дата обращения: 10.09.2015).
3. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: санитарные правила и нормы (СанПиН 2.1.5.980-00). М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 г. : Государственный доклад. М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. 206 с.

5. Очков В. Ф., Гавриленко С. С. Сетевой, открытый, интерактивный расчет «классической» схемы обессоливания // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2010. № 8. С. 44–47.
6. Очков В. Ф., Чудова Ю. В. Анализ качества питьевой воды и корректировка производительности для обратноосмотических и нанофильтрационных установок // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2010. № 2. С. 44–48.
7. Пантелеев А. А., Рябчиков Б. Е. и др. Оборудование для осадительных методов очистки воды. URL: [http://www.mediana-filter.ru/st\\_p2.html](http://www.mediana-filter.ru/st_p2.html) (дата обращения: 12.09.2015).
8. Пантелеев А. А., Рябчиков Б. Е., Жадан А. В. Проектные решения водоподготовительных установок на основе мембранных технологий // Теплоэнергетика. 2012. № 7. С. 30–36.
9. Первов А. Г., Андрианов А. П., Юрчевский Е. Б. Совершенствование систем очистки поверхностной воды // Аква-Терм. 2008. № 4. С. 3–7.
10. Федоренко В. И., Кирякин И. Е. Получение чистой воды с применением двухступенчатого обратного осмоса. URL: <http://www.chem.msu.su/> (дата обращения: 13.09.2015).
11. Черкасов С. Электроионизация воды: теория и практика применения // Энергослужба предприятия. 2005. № 4. С. 21–26.
12. Baudin I. Advanced Training in Drinking Water. Treatment Processes. EuroAqua Course. 2009. January 19<sup>th</sup>. URL: <http://portail.unice> (дата обращения: 11.09.2015).

УДК 378.02:372.8

## МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ СВЯЗЬ ФИЗИКИ С ДИСЦИПЛИНАМИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОДЕЗИЯ»

*С. С. Тюлюпова, С. В. Устюгов*

*Астраханский инженерно-строительный институт (Россия)*

В статье выделена связь физики с дисциплинами профессионального цикла обучения студентов специальности «Прикладная геодезия», формирующими профессиональные компетенции.

*Ключевые слова:* профессиональная подготовка, практико-ориентированный подход, междисциплинарная связь, прикладная геодезия.

The article describes the connection of physics with disciplines, forming professional competence of a professional cycle for students, studying the specialty "Applied geodesy".

*Keywords:* professional training, practical and oriental approach, interdisciplinary connection, applied geodesy.

В настоящее время в системе инженерного образования остается актуальной проблема подготовки квалифицированных специалистов, отвечающим запросам современного производства. Несмотря на то, что вузы выпускают большое количество специалистов, многим компаниям и на многих предприятиях требуются квалифицированные специалисты.