

УДК 681.5

Е.А. Борисова, доцент,

Ю.З. Шнейдер,

В.Е. Шнейдер

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина 99053,

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАТНОГО ОСМОСА ДЛЯ ДООЧИСТКИ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В СЕВАСТОПОЛЕ

Обсуждаются вопросы доочистки водопроводной воды с применением систем на основе обратного осмоса и внедрение их в г. Севастополе.

На сегодняшний день одним из наиболее перспективных научных направлений изучения и внедрения в практику способов очистки воды, предназначенной для потребителей, является направление на основе нанотехнологии с применением полупроницаемых мембран, диаметр пор которых составляет 0,0001 микрона.

Молекулы воды благодаря своему строению, обладают замечательными свойствами, изучение которых требует внимания для решения проблем сохранения чистой воды. Наличие водородных связей и поляризация молекулы воды делают ее уникальным природным растворителем, что широко используется в практике и научных исследованиях. Именно поэтому вода, предназначенная и для питьевых нужд, несет в себе все вещества, которые встречаются на ее пути. Далеко не все эти вещества являются необходимыми для человека, а многие из них ухудшают качество воды.

Так, в Крыму подстилающая поверхность в основном состоит из известняка, повышающего жесткость воды. В результате антропогенной деятельности в воду попадают и растворяются в ней соединения тяжелых металлов, продукты сельскохозяйственной деятельности (инсектициды, гербициды и т.д.), органические вещества природного и искусственного происхождения и т.п. Все это приводит к необходимости очистки воды, которая осуществляется на муниципальных станциях с применением различных методов очистки.

Однако вода, поступающая в водопроводные сети, нередко подвергается вторичному загрязнению из-за масштабного износа коммунальных систем водоснабжения, ржавления и накопления в них различных канцерогенных веществ.

Хлорирование воды с целью ее обеззараживания нередко приводит к образованию опасных химических соединений хлора с органическими веществами, если таковые присутствуют в воде. Например, при соединении хлора с фенолами образуются еще более опасные для здоровья человека хлорфенольные соединения.

Целью статьи является обоснование необходимости дополнительной доочистки воды, поступающей из водопроводных сетей с помощью современных нанотехнологий, а именно с использованием систем на основе обратного осмоса.

Такие локальные системы просты и удобны в эксплуатации, могут устанавливаться в квартирах, детских садах, в больничных комплексах и различных учреждениях. Принцип осмоса лежит в основе обмена веществ всех живых организмов. Благодаря ему, в каждую живую клетку поступают питательные вещества и, наоборот, выводятся шлаки.

Явление осмоса наблюдается, когда два соляных раствора с разными концентрациями разделены полупроницаемой мембраной. Мембрана пропускает молекулы и ионы определенного размера. Таким образом, молекулы воды способны проникать через мембрану, а молекулы растворенных в воде солей – нет. Если по разные стороны полупроницаемой мембраны находятся соледержащие растворы с разной концентрацией, молекулы воды будут перемещаться через мембрану из слабо концентрированного раствора в более концентрированный, как показано на рисунке 1, вызывая в последнем повышение уровня жидкости. Разница в высоте уровней двух растворов разной концентрации пропорциональна силе, под действием которой вода проходит через мембрану. Эта сила называется "осмотическим давлением".

Когда на раствор с большей концентрацией воздействует внешнее давление, превышающее осмотическое, молекулы воды начинают двигаться через полупроницаемую мембрану в обратном направлении, как показано на рисунке 2. Этот процесс называется "обратным осмосом".

По этому принципу и работают все мембраны обратного осмоса. Вода и растворенные в ней вещества разделяются на молекулярном уровне, при этом с одной стороны мембраны накапливается практически идеально чистая вода, а все загрязнения остаются по другую ее сторону.

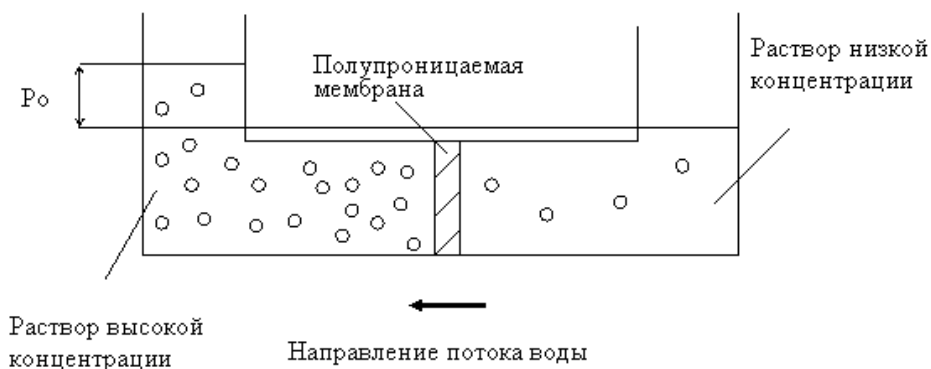


Рисунок 1 – Схема осмоса

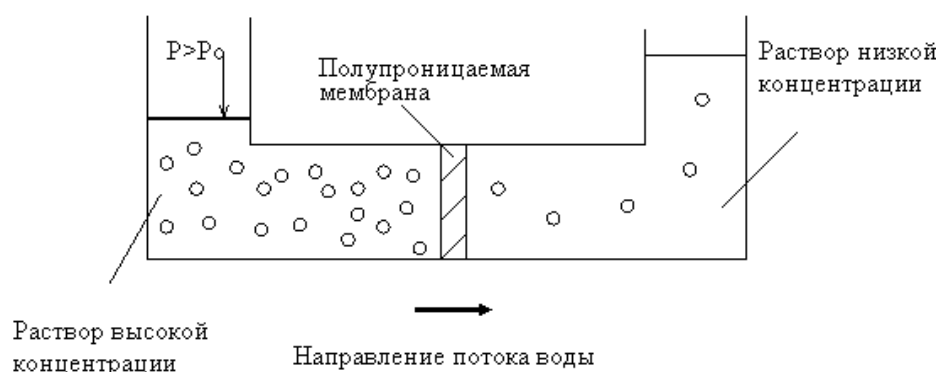


Рисунок 2 – Схема обратного осмоса

В технологии обратного осмоса используется метод перекрестного течения, что позволяет мембране самоочищаться. Во время того, как часть жидкости проходит через мембрану другая часть очищает поверхность мембраны и сливается в канализацию.

На рисунке 3 изображен процесс фильтрации, который протекает в 5 этапов (ступеней).

Первые три этапа – это так называемая предочистка воды. На первом этапе вода проходит через механический полипропиленовый фильтр с размерами пор до 20 мкм, очищаясь от механических примесей, таких как ил, песок, ржавчина, взвеси, осадки и другие механические загрязнения.

На второй ступени вода очищается от хлора, хлорорганики и других органических соединений имеющих размеры до 5 мкм. Очистка осуществляется с помощью угольного фильтра, изготовленного из прессованного кокосового угля, обладающего высокими адсорбционными свойствами. На третьей ступени происходит более тонкая механическая очистка воды от примесей, имеющих размеры 1 мкм, здесь же удаляются и частички угля, предотвращая последующее загрязнение мембраны.

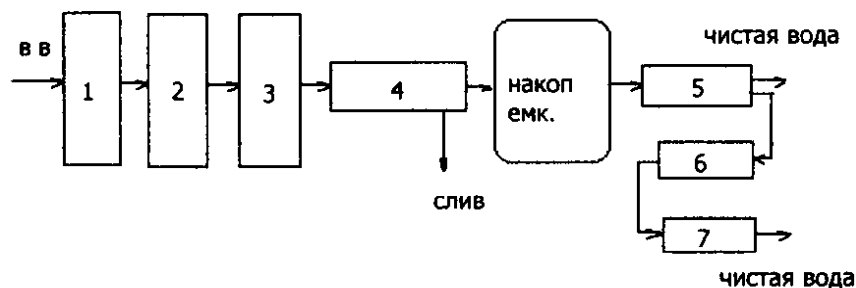


Рисунок 3 – Схема очистки в системах на основе обратного осмоса

На четвертой ступени осуществляется основная очистка воды, которая происходит на полупроницаемой мембране. Обратноосмотическая мембрана представляет собой свернутую в рулон многослойную полиамидную пленку, через которую при определенном давлении проходят только молекулы воды и растворенные в ней газы. Мембраны сочетают в себе высокую производительность, высокий уровень отталкивания частиц и широкий уровень pH, что делает их идеально приемлемыми во всех областях, в том числе и для доочистки питьевой воды.

Так как фильтрация воды протекает очень медленно, вода поступает в специальную накопительную емкость.

Пятая ступень очистки воды служит для удаления из воды растворенных газов и улучшения органолептических свойств. Для этого используют угольные постфильтры.

Шестая и седьмая ступени очистки воды могут устанавливаться дополнительно для улучшения кондиционных свойств воды. Шестая ступень предназначена для обогащения воды минералами и микроэлементами, необходимыми для нормального функционирования организма человека. Для этого вода подается в минерализатор, содержащий в сбалансированном составе минеральный комплекс катионов и анионов: Ca^{2+} – 34 мг/л; Na^{2+} – 22 мг/л; K^{+} – 8,5 мг/л; Mg^{2+} – 12 мг/л; CO_3^{2-} – 10 мг/л; SO_4^{2-} – 0,3 мг/л; Cl^{-} – 0,8 мг/л; F^{-} – 0,06 мг/л.

Седьмая ступень очистки представляет собой биоактиватор. Биоактиватор заполняется биокерамическим гранулатом, создающим инфракрасное биоэнергетическое излучение с длиной волны от 4 до 1000 мкм, необходимое для полноценного и правильного развития человеческого организма. Действие излучения, прежде всего, заключается в явлении резонанса, что приводит к ионизации воды на ионы OH^{-} и H^{+} . Такой процесс называется активацией воды. Такая вода, попадая в организм, значительно улучшает метаболизм, укрепляет микросистемы циркуляции жидкостей в организме, регулирует кровообращение, активирует кровяные сосуды, укрепляет процесс регенерации клеток. Кроме того, это излучение оказывает бактерицидное и болеутоляющее воздействие.

Применение нанотехнологий позволяет обеспечить тонкую очистку воды, подаваемой потребителям, что особенно важно для использования ее в лечебных и дошкольных учреждениях, для научных исследований и в других сферах.

Использование полупроницаемых мембран в системах на основе обратного осмоса позволяет обеспечить высокую степень очистки воды. Эффективность очистки воды представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Эффект очистки воды в системах на основе обратного осмоса

Наименование показателя	Эффект очистки, %	Наименование показателя	Эффект очистки, %
Механические частицы/мутность	> 99	Свинец	96...98
Алюминий	88...99	Пестициды	99...100
Аммиак	86...92	Бактерии	99...100
Хром	96...98	Железо	98...99
Цинк	94...97	Серебро	86...98
Кадмий	98...99	Стронций	87...93
Марганец	96... 98	Ртуть	93...98

Ни один из других методов очистки водопроводной воды не обеспечивает подобное качество. Бесспорным преимуществом технологии обратного осмоса является ее уникальность и доступность по цене. Уже на первом году после внедрения системы обратного осмоса, затраты на ее эксплуатацию станут меньше затрат при покупке бутилированной воды такого же качества. Сегодня проблема получения кондиционной питьевой воды является актуальной, а использование нанотехнологий делает применение метода очистки воды на основе обратного осмоса современным и привлекательным.

Необходимо наиболее широко применять вышеописанный метод для доочистки водопроводной воды, что особенно важно для таких регионов, как Крым и город Севастополь, в частности, так как здесь имеет место дефицит пресной воды, с одной стороны и ряд факторов, связанных с экологическими проблемами – с другой.

По данным Госкомисанэпидемнадзора половина жителей страны, а в отдельных районах до 70 %, вынуждены пользоваться некондиционной питьевой водой. Анализ состояния здоровья населения позволил установить, что в ряде районов наблюдается, к сожалению, заметное возрастание числа заболеваний, связанных с неблагоприятным качеством питьевой воды.

Для выхода из создавшегося положения необходимо: более тщательно выбирать и использовать источники централизованного водоснабжения; охранять водоемы от загрязнения; привести зоны санитарной охраны в состояние соответствующее нормативным требованиям; снизить потери питьевой воды за счет утечки и внедрения на предприятиях замкнутых систем водообеспечения; очищать и защищать от обрастания и коррозии водопроводные трубы, с тем, чтобы исключить вторичное загрязнение воды.

Химический анализ воды, очищенной с применением технологии обратного осмоса, показал перспективность данного метода. Совершенствование процессов кондиционирования с использованием современных нанотехнологий локальной доочистки связано с вопросами, касающимися степени минерализации получаемой воды, и является задачей дальнейших научных исследований в этом направлении.

Библиографический список

1. Кульский Л. А. Проблемы чистой воды / Л.А. Кульский. — К.: Наук. думка, 2001. — 229 с.
2. Борисова Е.А. Основы экологического анализа в экологии / Е.А. Борисова. — Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2001. — 140 с.
3. Алексеев Л.С. Контроль качества воды / Л.С. Алексеев. — М.: ИНФРА, 2007. — 154 с.
4. Ивчатов А.Л. Химия воды и микробиология / А.Л. Ивчатов, В.И. Малов — М.: ИНФРА, 2006. — 218 с.

Поступила в редакцию 14.06.2007 г.