

## ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕМБРАННОГО МЕТОДА ПРИ ОПРЕСНЕНИИ ВОДЫ

*Л. М. Сатаева*, к.т.н.

Южно-Казахстанский государственный университет  
им. М. Ауэзова

Ауыз су сапасындай су алу мақсатында жер бетіндегі суларды тұзсыздандыру технологиясында мембраналық әдісті қолдану ұсынылған. Мембраналық қондырғының тиімді конструкциясы ұсынылған. Шардара су қоймасының суларын тазарту бойынша тәжірибе-өндірістік зерттеу мәліметтері көрсетіліп және процестің тазарту эффектісіне әсер ететін оптималды параметрлері анықталған.

**Түйінді сөздер:** тұзсыздандыру, ауыз су, мембраналық қондырғы, тазарту, жер бетіндегі сулар, экологиялық бағалау, технология.

In order to get drinking water offered technology of demineralization of surface water. The effective design of membrane device is offered. Introduced data on industrial trial test of a membrane on cleaning water in Shardarinsky water basin and defined optimum parameters of process which influence efficiency of cleaning.

**Key words:** demineralization, drinking water, membrane device, clearing, surface water, ecological estimation, technology.

Природные условия Казахстана таковы, что большая часть объема поверхностных вод формируется за пределами республики или протекает транзитом. Южно-Казахстанская область – один из крупных регионов республики, в котором основными поверхностными источниками служат Шардаринское водохранилище, реки Сырдарья, Келес, Бадам, Арысь, Бугунь, Сайрамсу. Основными загрязняющими веществами Шардаринского водохранилища являются сульфаты, нитриты, медь и магний. Содержание сульфатов составляет 548 мг/л (ПДК равна 5,5 мг/л), нитритов - 0,028 мг/л (при ПДК 1,4 мг/л), меди -

0,003 мг/л (ПДК 3,0 мг/л) и магния – 71,5 мг/л (ПДК 1,8 мг/л). Индекс загрязнения воды составляет 1,97.

Одним из наиболее перспективных способов очистки и глубокого опреснения воды с различной минерализацией следует назвать мембранную технологию. Применение мембран позволяет создать компактные и экономичные энергосберегающие системы подготовки особо чистой воды, способные заменить традиционно применяющиеся для этих целей технологии ионного обмена и дистилляции. В широком диапазоне соледержания (0, 15-50 г/л) опреснительные мембранные установки по экономическим показателям выгодно отличаются от существующих технологий.

Для повышения эффективности опреснения соленых вод, получения оптимального качества питьевой воды с оптимальным соледержанием (250 мг/л) и минимальным содержанием нежелательных загрязнений, обеспечения максимально долгой и стабильной работы мембран (5 лет), обеспечения наилучших экономических показателей разработаны способ и мембранное устройство опреснения воды (заявка о выдаче инновационного патента РК № 3086/02 от 02.03.2009). Мембранный аппарат для очистки жидкостей, сочетает высокую интенсивность массопередачи и большую производительность. Использование данной конструкции мембранного аппарата позволяет снизить износ мембраны и повысить эффективность очистки поверхности мембраны на 25 %. Увеличение поверхности мембраны и снижение концентрационной поляризации способствуют повышению производительности аппарата. В результате исключается преждевременное забивание пор мембран и выход их из строя. Кроме того, достигается высокая степень деминерализации и снижается общее соледержание воды.

Установлено влияние осадкообразования и загрязнения на эффективность мембранной деминерализации вод. Определено образование осадка карбоната кальция от кратности концентрирования исходной воды в мембранном устройстве. Предотвращение образования осадков идет в сочетании с регенерацией эластичными элементами и промывками мембран, удаляющими осадки с их поверхности.

Найдены зависимость адсорбировавшегося на мембране организмов от времени, а также зависимость расхода воды от температуры и срока службы мембраны. Определены оптимальные параметры

процесса, влияющие на эффективность очистки, проницаемость и селективность мембранного разделения: рабочее давление находится в пределах 3 МПа, диапазон температуры 5-35 °С, величина pH раствора для заданной смеси расположена в диапазоне 2-12. Повышение концентрации в солевом растворе приводит к ухудшению проницаемости и селективности мембран. Определены значения SDI (Silt Density Index – индекса плотности взвешенных частиц в единице объема воды) – индекса для обессоливания воды Шардаринского водохранилища – 20 и предельно допустимое значение индекса LSI (Langelier Saturation Index) индекса насыщения Ланжелье – 0,4. Величина концентрационной поляризации в мембранном контуре не превышает 1,13.

Проведена экологическая оценка минерализации водных источников питьевого водоснабжения и рассчитаны показатели экологического благополучия. Установлен класс качества воды в зависимости от значения индекса загрязнения воды (ИЗВ). Значение ИЗВ равно 3,5, т. е. вода загрязненная, класс качества воды IV. Дана экологическая оценка состояния вод Шардаринского водохранилища после мембранной очистки, классификация которой по ГОСТ 17.1.1.02-77 относится к чистым водам, класс сапробности – ксеносапробность. Определена оценка Шардаринского водохранилища по комплексной экологической классификации по О. П. Оксикюк и В. Н. Жукинскому, и по эколого-санитарным (трофо-сапробиологическим) показателям после мембранной очистки: класс качества воды – 2 чистая; разряд качества воды - очень чистая. Предложен метод прогнозирования, дающий возможность оценивать степень солёности и опасности загрязнения питьевой воды, а также чрезвычайную экологическую ситуацию. Определен физико-химический и санитарно-бактериологический состав Шардаринского водохранилища. Установлены показатели качества исходной и обессоленной воды. Проведен анализ заболеваемости и ухудшения показателей здоровья населения и неблагоприятное воздействие на организм соленых вод и природных минеральных включений.

Предложенная система гарантирует удаление до 99,5 % органики, 100 %-ное удаление бактерий и вирусов.

Для проверки возможности распространения полученных экспериментальных результатов на реальный технологический процесс, поставлена серия экспериментов на РГП «Югводхоз» филиал «По эксплуатации Шардаринского водохранилища» и ТОО «Водные ресурсы -

маркетинг». Результаты опытно-промышленных испытаний показали эффективность и перспективность разработанного способа мембранного опреснения вод и возможность его широкого применения в водоочистных сооружениях (таблица).

**Оценка качества воды Шардаринского водохранилища  
до и после мембранной очистки**

| Показатель  | Параметры                           |  |
|---|-------------------------------------|--|
|   | до очистки                          | после очистки                            |
|   | чрезвычайная экологическая ситуация | относительно удовлетворительная ситуация |
| Запах, привкус в баллах   | 4                                   | 0  |
| Реакция среды, pH   | 7                                   | 7  |
| Химическое потребление кислорода (антропогенная составляющая к фону), мгО <sub>2</sub> /л | 15                                  | 20                                       |
| Растворенный кислород, % насыщения  | 30                                  | 80                                       |
| нитриты (NO <sub>2</sub> ), доли ПДК  | 3,1                                 | 0,5                                      |
| нитраты (NO <sub>3</sub> ), доли ПДК  | 0,1                                 | 0,085                                    |
| сульфаты (SO <sub>4</sub> ), доли ПДК   | 5,6                                 | 0,9                                      |
| Минерализация (превышение уровня)   | 1,06                                | 0,05                                     |

Результаты научно-исследовательских работ по разработке мембранного устройства для опреснения воды, а также методика расчета мембранного устройства и рекомендаций по рациональному выбору конструктивных и режимных параметров устройства, рекомендации по проектированию промышленных образцов, техническая документация опреснения воды и движения жидкости в мембранном аппарате приняты для внедрения в РГП «Югводхоз» в филиале «По эксплуатации Шардаринского водохранилища» и будут использованы при создании нового и модернизации существующего оборудования для глубокой очистки воды.