

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗОМ

Каримов Т.Х.¹, Байгазы кызы Н.² Email: Karimov1157@scientifictext.ru

¹Каримов Ташмухамед Халмухамедович - кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой;

²Байгазы кызы Назира – доцент,
кафедра водоснабжения, водоотведения и гидротехнического строительства,
Институт строительства и технологий

Кыргызский государственный университет строительства транспорта и архитектуры им. Н. Исанова,
г. Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация: в данной статье рассматриваются электродиализные методы опреснения воды, в которых используются мембранные процессы. Приводятся технологии обессоливания воды и их совершенствования. Описаны преимущества электродиализного оборудования, малая энергоёмкость возможность автоматизации процесса в эксплуатации, высокая экологичность, при высоком выходе пресной воды (до 99%), способствуют дальнейшему развитию метода. Проанализированы экономическая эффективность процесса опреснения воды на электродиализе, ее основные показатели себестоимости опресненной воды. Дается краткое содержание в определении технологии, реализуемой при минимальных приведенных затратах и уменьшении их энергоёмкости.

Ключевые слова: слабоминерализованные, коллекторно-дренажные воды, обессоливание, высококонцентрированные рассолы, солей жесткости, подкисление, умягчение, осадкообразование, электропроводность, мембрана, энергозатраты.

ECONOMIC EFFICIENCY OF WATER DECOMPOSITION BY ELECTRO DIALYSIS

Каримов Т.Х.¹, Baigazy kyzy N.²

¹Karimov Tashmukhamed Halmukhamedovich - Candidate of technical sciences, Professor, Head of the Department;

²Baigazy kyzy Nazira - Assistant Professor,
DEPARTMENT WATER SUPPLY, SEWERAGE AND HYDRAULIC ENGINEERING,
INSTITUTE OF CONSTRUCTION AND TECHNOLOGY
KYRGYZ STATE UNIVERSITY OF TRANSPORT AND ARCHITECTURE N. ISANOV,
BISHKEK, REPUBLIC OF KYRGYZSTAN

Abstract: this article discusses the electro dialysis methods of desalination, which use membrane processes. The technology of water desalination and their improvement is given. Advantages of electro dialysis equipment are described, low energy consumption, possibility of automation of the process in operation, high environmental friendliness, with high output of fresh water (up to 99%), contribute to the further development of the method. Analyzed the economic efficiency of the process of desalination of water on electro dialysis, its main indicators of the cost of desalinated water. A brief summary is given in the definition of a technology that is implemented with minimal reduced costs and a reduction in their energy intensity.

Keywords: low-mineralized, collector-drainage water, desalting, highly concentrated brines, hardness salts, acidification, softening, sedimentation, electrical conductivity, membrane, energy consumption.

УДК.628.165

Метод электродиализа играет значительную роль в водоопреснительной индустрии. На его долю приходится около 10% общего количества производимой в мире пресной воды [1]. В СССР электродиализная технология деминерализации воды по распространенности занимала второе место после дистилляции. Малая энерго- и материалоемкость электродиализного оборудования, возможность автоматизации процесса, высокая экологичность при высоком выходе по пресной воде (до 99%) способствуют дальнейшему развитию метода. Основной конструктивной частью электродиализного аппарата является ионитовые мембраны, в связи с чем разработкам, направленным на улучшение их качества, расширение ассортимента, уделяется большое внимание [1, 4, 9].

По разработке кафедры «ВВиГТС» было заказано в Алматинском электрохимическом заводе лабораторная электродиализная установка малой производительности, для опреснения слабоминерализованных подземных и коллекторно-дренажных вод, для очистки промышленных стоков вредных производств, сбросных вод в сельском хозяйстве и деминерализации подземных вод для питьевого водоснабжения [1-3, 5, 7]. Эксплуатация электродиализного аппарата на объектах сельскохозяйственного водоснабжения свидетельствует об его высокой эффективности, обусловленной минимальными затратами времени и средств на ввод в эксплуатацию, возможность работы ее как в

ручном, так и в автоматизированном режимах, возможностью многоступенчатого изменения напряжения на электродах электродиализных аппаратов, простой технического обслуживания [1-3,5-7]. Созданная электродиализная опреснительная установка малой производительности (200 л/сут), позволяющая опреснять минерализованную воду с общим солесодержанием до 3 г/л. [3, 5, 7]. Испытания проводилась указанной установки в автоматическом режиме работы в течение 6-ти месяцев показала высокую надежность в эксплуатации. Созданная принципиальная новая конструкция электродиализного аппарата позволяет одновременно с обессоливанием получать высококонцентрированные рассолы с выходом воды 98-99%. Аппарат предназначен для обессоливания и одновременного концентрирования минерализованных растворов с любой исходным солесодержанием [1-3, 5, 7].

Электродиализ, как и дистилляция, представляет специфические требования к воде, подлежащей опреснению. На основе опыта эксплуатации для обеспечения надежной и стабильной работы электродиализных опреснительных установок рекомендуется поддерживать следующий состав обрабатываемого раствора: окисляемость – не более 3-5 мг O_2 /дм³, содержание взвешенных веществ – не более 1-2 мг/дм³, содержание железа и марганца (суммарное) – не более 0,05 мг/дм³ [7, 10]. В случае несоответствия качества исходной воды указанным требованиям она подвергается предварительной очистке. Подготовка воды перед электродиализным опреснением включает коагуляцию с последующим отстаиванием и фильтрацией через разнообразные фильтры, а также тонкую очистку с использованием патронных или волокнистых фильтров [7, 10].

Для тонкой очистки воды перед подачей ее в электродиализные аппараты, разработаны и изготовлены патронные фильтры производительностью 50-100 м³/ч [10]. Основным элементом является фильтровальные патроны, представляющие собой изготовленные из волокнистого базальта в смеси со связующим опрессованные толстостенные цилиндры различной пористости и грязеемкости. Фильтры обеспечивают степень очистки воды от взвешенных частиц размером более 5 мкм, равную 95-97%, от соединений железа -35-55%. Для тонкой очистки воды разработаны также волокнистые фильтры производительностью 75-100 м³/ч. По эффективности очистки воды они не уступают патронным [10].

С целью исключения осадкообразования в камерах электродиализного аппарата при высокой концентрации солей жесткости в опресняемой воде на стадии предварительной очистки требуется умягчение ее одним из известных методов. Так, в процессе предварительной обработки воды перед электромембранным опреснением предусматривается Na^+ - катионирование ее по одно-или двухступенчатой схемам.

Кроме предварительного удаления из исходного раствора ионов жесткости, основными методами борьбы с осадкообразованием при электродиализе являются: подкисление раствора в камере концентрирования, реверсирование полярности электродов электродиализатора с одновременным изменением функций его рабочих камер, применение импульсного тока [2, 7]. Особенно перспективно для опреснения и одновременного концентрирования вод, не подвергающихся предварительно умягчению, использование мембран, избирательно проницаемых для однозарядных ионов (зарядселективных мембран).

Электродиализные опреснительные установки нашли широкое применение для обработки солоноватых подземных и поверхностных, коллекторно-дренажных, морских, сточных вод с целью их использования в коммунальном и сельском хозяйстве, в энергетике и других отраслях промышленности [1-5, 7, 11].

При выборе метода опреснения решающее значение имеет экономическая эффективность процесса и ее основной показатель – себестоимости опресненной воды. Структурными компонентами себестоимости опресненной воды является капитальные вложения в установку и эксплуатационные затраты на содержание и обслуживание основных фондов. В свою очередь, эксплуатационные расходы складываются из затрат на основную и дополнительную заработную плату обслуживающего персонала, электроэнергию, реагенты, амортизационные отчисления, ремонт оборудования [1-3,5, 7, 10].

Капитальные затраты на создание установки зависят от ее мощности, степени подготовки исходной воды, состава, температуры и других параметров. Для различных методов опреснения воды они составляют от 30 до 48 % общих затрат на опреснение. С повышением производительности установок и уменьшением солесодержания исходной воды капитальные вложения снижаются.

Одной из составных частей эксплуатационных расходов, играющей значительную роль в себестоимости воды, является энергозатраты [12].

Совершенствование методов опреснения воды в последние десятилетия привело к значительному уменьшению их энергоемкости [8].

Дальнейшее снижение расхода энергии на опреснение воды возможно при ступенчатом проведении процесса [8]. А также применении гибридных (представляющих собой комбинацию опреснителей различных типов) установок.

Повышение эффективности электродиализного опреснения воды и снижение энергозатрат на его осуществление возможны при использовании аппаратов с уменьшенной диалізатной камерой и тонкими

мембранами, при повышении температуры процесса до 70⁰ С. В последнем случае себестоимость опреснения воды мембранными методами связано также с улучшением свойств мембран: повышением их селективности, электропроводности (в случае ионообменных). Однако привести к значительному снижению себестоимости опресненной воды это не может, поскольку, например, в процессе электродиализа затраты электроэнергии на электромиграционный перенос составляют лишь около 15% общих затрат на опреснение.

Более весомого результата в снижении себестоимости опресненной воды можно добиться путем увеличения периода эксплуатации мембран за счет повышения их устойчивости в агрессивных средах, к отравлению органическими и неорганическими веществами. Увеличение срока службы мембран значительно уменьшает амортизационные затраты и эксплуатационные затраты на обслуживание установки. Прогрессивная технология изготовления мембран и их повышенное качество способствуют также снижению расхода кислоты на их регенерацию [2].

Значительная расходы на опреснение связаны с предварительной подготовкой воды, кондиционированием диализата, концентрированием и утилизацией рассолов. Применение систем дополнительного кондиционирования опресненной воды увеличивает затраты на получение питьевой воды в среднем на 5-20%.

В последнее время представления зарубежных исследователей о наиболее экономичных областях применения электродиализа, обратного осмоса и дистилляции претерпели существенные изменения [6]. Считается, например, что только при исходной минерализации раствора ниже 1,4 г/дм³ себестоимость опресненной на электродиализных установках воды меньше, чем при опреснении обратным осмосом. В случае смешения фильтрата с исходной водой опреснение обратным осмосом дешевле электродиализного во всем диапазоне концентраций обрабатываемого раствора.

По экспертным оценкам СНГ, себестоимость опресненных электродиализом и обратным осмосом соленоватых вод примерно одинакова [8].

Проведенные зарубежными учеными технико-экономические исследования не могут быть в полной мере учтены при проектировании опреснительных установок в нашей стране, так как мембраны, используемые за рубежом, отличаются по характеристикам от отечественных. Кроме того, в сметы стоимости зарубежных установок заложены иные, чем в нашей стране, аппараты и материалы [6].

Список литературы / References

1. *Байгазы кызы Н.* Опреснение коллекторно-дренажных вод Кыргызской Республики // East European Scientific, 2019. № 3 (43). Part 4. С. 8-10.
2. *Байгазы кызы Н.* Технология опреснения коллекторно-дренажных вод в условиях Кыргызской Республики // Евразийский Союз Ученых, 2019. № 3 (60). С. 11-14.
3. *Байгазы кызы Н.* Технология обессоливание воды с использованием электродиализа // Вестник КГУСТА, 2011. № 1 (31). С. 135-140.
4. *Исманбаев А.И., Каримов Т.Х., Байгазы кызы Н.* Исследование ионообменных мембран для очистке соленоватых вод // Вестник КГУСТА, 2004. № 3 (6). С. 53-57.
5. *Исманбаев А.И., Каримов Т.Х., Байгазы кызы Н.* Обессоливание и использование коллекторно-дренажных вод в Кыргызской Республике // Научный и информационный журнал Материаловедение: межд.конф. (Бишкек, 23-24 октября № 3 (10) 2015). Бишкек: Изд-во Maxprint, 2015. С. 88-91.
6. *Карелин Ф.Н.* Обессоливание воды обратным осмосом М.: Стройиздат, 1988. 208 с.
7. *Каримов Т.Х., Байгазы кызы Н.* Деминерализация коллекторно-дренажных вод и подземных вод Кыргызской Республики // Наука и новые технологии: материалы I съезда инженеров КР. (Бишкек, 22-23 ноября 2001) Бишкек: Изд-во Кыргызпатента, 2002. С. 276-279.
8. *Колодин М.В.* Технические и экономические возможности определения воды в больших масштабах // Водные ресурсы. 1986. №1 С. 151-158.
9. *Кульский Л.А., Гребенюк В.Д., Савлук О.С.* Электрохимия в процессах очистки воды. Киев: Тэхника, 1987. 221 с.
10. *Смагин В.Н.* Обработка воды методом электродиализа. М.: Стройиздат, 1986. 172 с.
11. *Степанов В.Г., Беглай В.И., Зайцев А.В.* Эксплуатация опреснительных станций ЭКОС-100 с электродиализными аппаратами Э-400.01 // Проблемы опреснения минерализованных вод для сельскохозяйственного водоснабжения: Сб. тр. Союзводопроект, 1988. С. 62-67.
12. *Darwish M.A., Al-Najem N.M.* Потребление и стоимость энергии для различных систем опреснения // Desalination, 1987. Т. 64. № 1. С. 83-96.