

Коржов А.Н., Лоза С.А., Романюк Н.А., Герасименко М.А.
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (г. Краснодар, Россия)
e-mail: shtrih_ooo@mail.ru

ЭЛЕКТРОМЕМБРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

В теплоэнергетике в настоящее время до сих пор применяют метод ионного обмена для водоподготовки. Несмотря на относительную простоту и дешевизну метода при регенерации ионообменных колонн образуется большое количество высокоминерализованных сточных вод. Общее количество минеральных примесей, попадающее в сточные воды в 2-3 раза превышает количество извлеченных [1-2]. Применение метода биполярного электролиза для переработки таких стоков позволит рекуперировать кислоту и щелочь, необходимые для регенерации ионообменных колонн и коррекции рН, а также значительно уменьшить количество стоков [5].

Коррекция рН, снижение общего содержания, , снижение содержания разных форм углекислоты в воде – декарбонизация – являются одними из наиболее важных и актуальных задач предподготовки и очистки воды для теплоэнергетики.

Гидрокарбонаты при определенных условиях могут переходить в карбонаты, образуя отложения в трубопроводах и поверхностях нагревательных элементов, а также – в угольную кислоту, которая ускоряет коррозию стали. Согласно нормам и ГОСТам для питательных и подпиточных вод на ТЭС один из пунктов – отсутствие свободной углекислоты [1]. Обычно химический процесс декарбонизации питательной воды производится на ТЭС путем известкования в осветлителях – снижение углекислоты до $0,5 \div 1,0$ мг-экв/дм³. Далее карбонаты переводят в углекислоту с последующим выделением свободной СО₂.

В физических методах декарбонизации питательной воды используются декарбонизаторы различных типов и конструкций (термические, вакуумные, атмосферные, высокого давления и др.) [4].

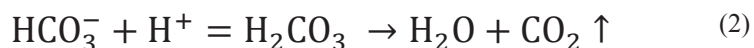
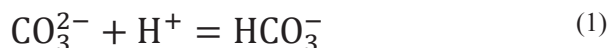
Целью работы являлось создание бессточной технологии очистки воды для нужд теплоэнергетики.

Питательная вода для котлов должна содержать как можно меньше растворенных солей, иметь рН в диапазоне 8.5-9.5 и не содержать растворенных гидрокарбонатов и карбонатов.

В традиционных системах очистки воды методом ионного обмена требуются значительные количества кислот и щелочей для регенерации ионообменных фильтров, в результате чего образуется большое количество высокоминерализованных стоков. В предлагаемой схеме использование электродиализа с биполярными мембранами (БПМ) позволяет рекуперировать солевые стоки в кислоту и щелочь, необходимые для регенерации ионообменных фильтров [5].

Исследования проводили на электродиализаторе-синтезаторе с биполярными мембранами) с 3-х камерной элементарной ячейкой. Мембранный пакет состоит из чередующихся монополярных анионообменных, катионообменных мембран (производства ООО «ИП ЩекиноАзот») и модифицированных биполярных МБ-М2, с рабочим размером 100 см².

Исходная вода после механического фильтра подаётся в катионообменный фильтр, где происходит её Н⁺-катионирование. При снижении рН растворенные формы углерода переходят в угольную кислоту:



Полученная подкисленная вода подается в блок декарбонизации, где из воды удаляется растворенная угольная кислота. Затем вода поступает на ОН⁻-анионирование для удаления анионов. После исчерпания ресурса ионообменных фильтров происходит их регенерация кислотой и щелочью соответственно, которые синтезируются электрохимически электродиализаторе с БПМ. Далее солевой раствор поступает в ЭДС для конверсии в кислоту и щелочь, которые используются для регенерации ионообменных фильтров. Часть щелочи смешивается с очищенной водой для корректировки рН до требуемых значений. Деминерализованный солевой раствор после ЭДС возвращается в голову процесса очистки.

В работе разработана технологическая схема очистки воды для объектов теплоэнергетики, включающая в себя стадии ионного обмена и электродиализа с биполярными мембранами. Применение биполярного электродиализа с рекуперацией кислоты и щелочи из стоков регенерации ионообменных колонн позволяет организовать бессточную технологию водоподготовки для теплоэнергетики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. 352 с.
2. ПБ 10-574-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. 2008.
3. Предварительная очистка воды в схемах водоподготовки: учеб. пособие / А.В. Богловский, А.С. Копылов, В.Ф. Очков [и др.]. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. 79 с.
4. Безреагентный электромембранный процесс декарбонизации природных вод/ В.И. Заболоцкий, А.Н. Коржов, А.Ю. Бут, С.С. Мельников // Мембраны и мембранные технологии. 2019. том 9. № 6. С. 1–7.
5. Zabolotskii V., Sheldeshov N., Melnikov S. Heterogeneous bipolar membranes and their application in electrodialysis // Desalination. 342. 2014. P. 183–203.