УДК 628.316:621.03

В.А. ЧИЖ, к.т.н., доцент (БНТУ)
Е.Д. РИМАШЕВСКАЯ, инженер (РУП “БелТЭИ”)
г. Минск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД ТЭС НА БАЗЕ МЕМБРАННЫХ МЕТОДОВ

Как известно, в мире наблюдается острая нехватка технологической воды надлежащего качества, поэтому проблемы водоочистки и водоподготовки играют ведущую и все возрастающую роль. Индустриальная деятельность сопровождается непрерывным сбросом многообразных по своему химическому составу сточных вод, которые, попадая в природные водоемы, создают серьезную угрозу экологической обстановке.

Одной из самых важных и актуальных экологических проблем остается очистка и утилизация сточных вод.

Анализ сточных вод - это особая область аналитической химии. Производственные сточные воды различных отраслей промышленности существенно отличаются как по составу загрязняющих веществ, так и по их концентрации. На качество промышленных сточных вод влияют следующие факторы [1]:

- характер промышленного производства и исходного сырья;
- режимы технологических процессов;
- объем производственных стоков.

Сложный состав сточных вод и трудоемкость определения на практике каждого загрязняющего вещества приводит к необходимости выбора таких показателей, которые характеризовали бы определенные свойства воды без идентификации отдельных веществ [1,2].

Наиболее перспективным решением при очистке сточных вод является применение мембран для решения большей части проблем, возникающих на различных стадиях процессов водоочистки в разнообразных отраслях промышленности [2].

Долгое время считалось, что мембранные технологии очень дороги для массового применения в водоочистке. Однако в результате совершенствования изготовления мембранных материалов, удешевления готовых элементов, повышения их производительности и селективности разделения, снижения энергозатрат и затрат на обслуживание мембранные технологии стали конкурентоспособными по сравнению с традиционными методами водоочистки и начали вытеснить их с рынка очистки воды. Данное обстоятельство вызвано рядом причин, среди которых: высокая

степень очистки, достигаемая уже на первом шаге разделения, малая реагенто- и энергоемкость, компактность оборудования, легкость монтажа, простота в управлении и контролировании процесса очистки, возможность полной автоматизации процессов обработки и контроля качества воды, простота наращивания мощностей ввиду модульной конструкции оборудования. Все перечисленные достоинства ведут к снижению капитальных и эксплуатационных затрат предприятия, что в свою очередь, уменьшает срок окупаемости оборудования [2,3].

Бытует ошибочное мнение, что при помощи мембран можно решить любые задачи разделения и концентрирования. Данные утверждения и предположения доказывают необходимость глубокой научной проработки применимости определенного мембранного метода к конкретному составу сточных вод.

Отметим некоторые аспекты и характеристики системы, которые необходимо учитывать при решении конкретных задач водоочистки [2,3]:

- материал мембраны (заряд поверхности, устойчивость к температурным колебаниям, механическую, химическую и биологическую устойчивость);
- комплексность состава конкретного разделяемого раствора и взаимодействие компонентов в нем: в литературе отображены данные о характеристиках процессов разделения лишь на основе модельных однокомпонентных растворов, в то время как реальные воды многокомпонентны, а многообразие по составу технологических сточных вод бесконечно;
- многогранность аспектов взаимодействия системы “мембрана-раствор”, в том числе и концентрационную поляризацию, наличие и структуру двойного электрического слоя, адгезионные эффекты и др.

Таким образом, применение мембранной технологии в водоочистке нашло свое логическое обоснование. Однако необходимо помнить, что только неразрывное единство науки и технологии позволяет создать новые и существенно интенсифицировать традиционные процессы, успешно применяемые во всех отраслях промышленности.

Мембранные технологии нашли широкое применение и в энергетике.

Большинство электростанций в целях подготовки добавочной воды использует метод химического обессоливания с применением H-катионитовых и OH-анионитовых фильтров после коагуляции с известкованием. Подпиточная вода теплосети готовится путем осветления, коагуляции (с известкованием или без него) и одноступенчатого Na-катионирования. При таком способе подготовке воды общая масса веществ в сбрасываемых сточных водах в несколько раз превышает их количество, поступившее с исходной водой.

В последнее десятилетие на мини-ТЭЦ Республики Беларусь для подготовки добавочной воды котлов низкого давления используются и

баромембранные технологии. Однако, несмотря на снижение солесодержания стоков, образующихся в процессе работы таких водоподготовительных установок (ВПУ), концентрат баромембранных установок не подвергается очистке и утилизации. Таким образом, очистка и утилизация сточных вод ТЭС остается одной из самых важных и актуальных экологических проблем [4,5].

В условиях ужесточения требований к качеству сточных вод остро встает необходимость инновационных, научно-обоснованных подходов в водоочистке.

Технически возможно создание бессточной ВПУ, на которой из сточных вод выделяют ценные товарные продукты в твердом виде посредством обработки стоков на многоступенчатых испарительных установках [5]. Однако такой способ утилизации стоков ВПУ оказался экономически нецелесообразным.

Щелочесодержащие сточные воды, образующиеся при эксплуатации ионообменных и баромембранных ВПУ, относятся к наиболее опасным по степени воздействия на окружающую среду[4].

Одним из мембранных методов, применяемых в водоподготовке и очистке сточных вод, является ультрафильтрация (УФ). Однако для интенсификации процесса УФ необходима предварительная обработка очищаемой воды коагулянтами, которые либо нарушают агрегативную устойчивость системы, либо образуют коллоиды, сорбирующие примеси из воды [2,3].

Широкое применение в схемах очистки сточных вод нашли такие баромембранные методы, как обратный осмос (ОО) и нанофильтрация (НФ). Однако, в результате анализа результатов исследований взаимного влияния компонентов раствора на основные параметры процессов разделения, было установлено, что применение ОО для очистки сильнокислых сточных вод нецелесообразно [1,2].

Освоение выпуска биполярных ионитных мембран позволило разработать электродиализные аппараты (ЭДА) для обессоливания солевых растворов и одновременной обработки извлекаемых солей на эквивалентное количество кислот и щелочей.

Принцип работы ЭДА основан на методе электродиализа и заключается в направленном переносе диссоциированных ионов под влиянием электрического поля через селективно проницаемые гетерогенные ионообменные мембраны.

Область применения ЭДА ограничивается солесодержанием растворов 0,5-10 г/л, поскольку при меньших концентрациях падает проводимость раствора, а при больших процесс становится экономически невыгоден из-за роста энергозатрат [6].

Переработка сточных вод на ЭДА производится в два последовательных этапа: сначала из стоков выделяется чистая щелочь и

кислота, которые затем подвергаются концентрированию. При этом щелочные и кислые стоки разделяются по разным трактам. ЭДА целевого назначения, установленные на стоках, создают возможность замкнуть весь регенеративный цикл ионообменных и баромембранных ВПУ и довести расходы кислоты и щелочи, потребляемые на восстановление ионообменной емкости фильтров Н-катионирования и ОН-анионирования на ионообменных ВПУ до предельного минимума, а также использовать полученные кислоты и щелочи в технологическом процессе [4,5]. Это является принципиальным решением не только экономической, но и экологической задачи. Применение ЭДА также позволяет значительно сократить годовой объем сбросных вод ВПУ и концентрацию ионов в стоках.

Таким образом, мембранные технологии находят все более широкое применение в процессах водоподготовки, очистки и нейтрализации сточных вод. Инновационные научно-обоснованные подходы позволят повысить эффективность традиционных процессов, а также разработать принципиально новые решения во всех отраслях промышленности.

Список литературы:

1. Якушева Л.В., Постернак Е.Г., Труханова Л. Современные подходы и оптимальные приемы работы при контроле качества сточных вод. “Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение”,№ 8, 2009, с. 18-24.
2. Каграманов Г.Г., Волчек К.А., Фарносова Е.Н. Инновационные технологии в водоподготовке и очистке сточных вод. “Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение”,№ 12, 2009, с. 36-47.
3. Пантелеев А.А., Рябчиков Б.Е., Хоружий О.В., Громов С.Л., Сидоров А.Р. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке. М.: ДеЛи плюс, 2012.-429 с.
4. Электромембранное оборудование для выделения щелочи из сточных вод: http://www.belarus-export.ru/releases/639/index5.html.
5. Экологически безопасные ТЭС: http://www.energyland.info/project-show-45737.
6. Гавриленко С.С. Исследование и разработка подходов к проектированию водоподготовительных установок для парогазовых ТЭС. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, МЭИ, 2014 г.