

ричные отстойники, используемые в сооружениях пропускного типа (вертикальные, горизонтальные, радиальные), не могут обеспечить таких благоприятных условий для осаждения ила.

Технология биологической очистки в SBR реакторах однократного замеса используется на молокоперерабатывающих предприятиях в Березе и Верхнедвинске. После биологической очистки избыточный активный ил поступает в иловый резервуар.

Аэротенки и SBR реакторы схожи по своей эффективности и применяются наиболее часто. SBR реакторы требуют меньше затрат на капитальное строительство, однако при этом сложны в управлении. Отмечается нестабильная работа аэротенков и SBR реакторов при понижении температуры (чем ниже температура, тем меньше степень очистки СВ).

Максимально высокую степень очистки обеспечивает мембранный биореактор MBR, представляющий собой комбинацию традиционной биологической очистки и мембранного разделения, реализуемого на ультра- или микрофльтрационных мембранах. Размер пор таких мембран составляет от 0,01 до 0,1 мкм, что обеспечивает практически полное удаление всех взвешенных веществ и микроорганизмов. Нет необходимости в доочистке СВ перед сбросом в поверхностный водный объект. Однако использование MBR реакторов требует большого расхода электроэнергии.

На очистных сооружениях Пружанского молочного комбината применяется технология анаэробного сбраживания, что является новшеством для молокоперерабатывающих предприятий Беларуси.

Анаэробные технологии биологической очистки являются одними из наиболее перспективных при наличии высокой концентрации в СВ органических веществ. Их преимущество перед аэробными методами заключается в резком снижении эксплуатационных расходов (для анаэробных микроорганизмов не требуется дополнительная аэрация воды) и отсутствии проблем, связанных с утилизацией избыточной биомассы. Недостатком является необходимость доочистки СВ для сброса в реку.

#### **Список использованных источников**

1. Штриплинг, Л. О. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов: учеб. пособие / Л. О. Штриплинг, Ф. П. Туренко. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.
2. Прикладная экобиотехнология : учебное пособие : в 2 т. Т. 1 / А. Е. Кузнецов [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 629 с.

УДК 628.196

## **КИСЛОТНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЖЕЛЕЗА И АЛЮМИНИЯ ИЗ ОСАДКОВ КОАГУЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

**Осинин М. С.**

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В зарубежных публикациях достаточно широко представлены исследования по вторичному использованию данных осадков с получением различных целевых материалов, в том числе и регенерированных коагулянтов. Ранее нами достаточно полно были исследованы коагулянты, полученные из отходов отработанных ионообменных смол [1–5]. При коагуляции поверхностных вод с целью использования их для технических нужд образуются осадки, содержащие в своем составе железо и алюминий. Одной из основных стадий получения коагулянтов из рассматриваемых отходов является выщелачивание из них целевых металлов (железо, алюминий).

Целью данной работы является изучение закономерностей процессов сернокис-

лотного выщелачивания железа из осадков коагуляции.

Элементный состав образца железосодержащего осадка коагуляции был исследован с помощью рентгенофлуоресцентного анализа (XRF). Для выщелачивания железа из образца осадка использовались серная кислота с концентрациями 5, 10, 15, 20, 33% и соляная кислота с концентрациями 1,8, 3,5, 5, 7,5 и 12%. Каждая кислота бралась в двукратном избытке от стехиометрического. Время выщелачивания: 5, 10, 20, 30 и 60 мин.

Состав изучаемого осадка (в мас.%): кислород – 26,814, алюминий – 16,736, железо – 7,416, кремний – 4,535, марганец – 2,419, кальций – 2,574 и др.

Результаты кислотного выщелачивания соляной (таблица 1) и серной (таблица 2) кислотами представлены в таблицах ниже.

Таблица 1 – Эффективность кислотного выщелачивания соляной кислотой

Время, мин.	Концентрация кислоты, %				
	1,8	3,5	5	7,5	12
5	38,0	37,1	36,2	35,3	34,4
15	43,2	42,1	41,0	38,3	41,8
30	54,7	52,9	51,0	43,3	46,0
60	61,0	56,4	51,8	52,3	49,4

Таблица 2 – Эффективность кислотного выщелачивания серной кислотой

Время, мин.	Концентрация кислоты, %				
	5	10	15	20	30
5	34,9	51,8	58,3	37,5	35,5
15	44,7	70,6	67,5	58,7	55,9
30	56,2	72,0	74,0	61,9	60,3
60	58,5	81,0	76,8	75,1	61,0

Анализируя представленные в таблицах данные можно сделать заключение, что оптимальными условиями (из исследованных) для выщелачивания железа и алюминия соляной кислотой являются: концентрация кислоты около 2%, время – не менее 60 мин.; при использовании серной кислоты концентрация около 10%, время обработки – не менее 60 мин. При использовании серной кислоты для выщелачивания железа будет происходить образование нерастворимого сульфата кальция, который после высушивания представляет собой кристаллогидрат  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Это будет приводить к некоторому увеличению конечной массы осадка. Из-за низкого содержания кальция в осадке данная реакция практически не будет негативно сказываться на выщелачивании железа и алюминия.

Элементный состав сухого остатка полученного коагулянта и твердого остатка сернокислотного выщелачивания анализировали на электронном сканирующем микроскопе методом EDX. Образцы сухого остатка полученного коагулянта из отходов после выщелачивания серной кислотой содержат преимущественно (в мас.%): кислород –  $47,27 \pm 1,06\%$ , сера –  $23,99 \pm 0,35\%$ , железо –  $4,80 \pm 0,42$ , алюминий –  $18,03 \pm 0,81$ , а также примеси кальция, марганца и кремния менее 3% каждого. Соотношение алюминия к железу в нем составляет 3,76, что больше, чем в исходном отходе, – 2,26. Отсюда следует, что из осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания преимущественно выщелачивается алюминий в сравнении с железом.

Полученные результаты исследований можно использовать при разработке технологий по вторичному использованию осадков коагуляции природных вод. Например, получения коагулянтов при выщелачивании серной кислотой. Образующийся остаток после сернокислотного выщелачивания содержит в своем составе преимущественно

оксид кремния и остаточное содержание железа и алюминия.

#### **Список использованных источников**

1. Романовский, В.И. Поверхностные свойства агрегатов, полученных из отходов отработанных ионообменных смол / В.И. Романовский, В.Л. Грузинова // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2013. – №2. – С. 103–106.
2. Романовский, В.И. Водоудерживающие свойства агрегатов, полученных из отходов отработанных ионообменных смол / В.И. Романовский, В.Л. Грузинова // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2013. – №2. – С. 101–103.
3. Романовский, В.И. Очистка промывных вод станций обезжелезивания / В.И. Романовский, Н.А. Андреева // Труды БГТУ. Химия и технология неорганич. в-в. – 2012. – № 3 (150). – С. 66–69.
4. Романовский, В.И. Термохимическая и механохимическая переработка отходов сетчатых полимеров: дис. ... канд. тех. наук: 25.00.36 – Геоэкология; 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов / В.И. Романовский; БГТУ. – Минск, 2008. – 178 с.
5. Романовский, В. И. Термохимическая и механохимическая переработка отработанных синтетических ионитов с получением ценных химических веществ и сорбционных материалов // Перспективы науки. – 2011. – №. 4. – С. 132–138.

УДК 628.32.54

## **ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАН В ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНЫХ УСТАНОВКАХ В ПРОЦЕССАХ ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ**

**Левчук Н. В., Новосельцева А. Г.**

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

Переход предприятий на ресурсосберегающие и экологически чистые методы производства и переработки отходов в химической, биологической, топливно-энергетической промышленности и электронике, а также других отраслях народного хозяйства, формирует одно из направлений межотраслевого характера, связанного с использованием мембран и мембранных технологий.

Кроме того, с целью решения задач, касающихся вопросов охраны окружающей среды, совершенствования технологических процессов утилизации и обезвреживания отходов производства, в том числе и сточных вод, широкое применение находят мембранные методы разделения смесей жидкостей и газов, обессоливания, очистки и обезвреживания воды и водных растворов, концентрирования продуктов.

Природные и сточные воды, а также техническая вода химической, нефтехимической, газовой, микробиологической, пищевой, целлюлозно-бумажной, медицинской промышленности состоят из сложной смеси веществ, содержащих электролиты и неэлектропроводные жидкости как неорганического, так и органического происхождения.

Для концентрирования или очистки водных растворов широко используется мембранные процессы, осуществляемые под действием перепада давления, или баромембранные процессы. Различные баромембранные процессы можно классифицировать по размерам разделяемых частиц растворенного вещества и, следовательно, по структуре используемых мембран. К таким процессам относятся микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация и обратный осмос.

Мембраны, используемые в различных мембранных процессах, можно классифицировать по разным признакам. Разделение мембран в соответствии с их структурой тесно связано с механизмом функционирования мембран и их применением [1].

По структуре различают следующие типы ионообменных мембран: гомогенные, состоящие из ионообменных полимеров; гетерогенные, содержащие смеси ионооб-