

ДИАЛИЗНАЯ ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ

С развитием промышленности люди столкнулись с негативной стороной технического прогресса – отходами, опасными для живых организмов [1]. Под отходами понимают побочные продукты химических реакций, составляющих основу большинства технологических процессов. Их появление практически невозможно устранить без кардинального изменения существующих технологий. Поэтому актуальной проблемой, которая стоит перед учёными, является очистка получаемых загрязняющих продуктов, а также их дальнейшая переработка [2]. Инженеры достигли высокого уровня в разработке систем очистки, однако переработка получаемых отходов оставляет желать лучшего.

Особое внимание хочется уделить проблеме загрязнения водоёмов растворами, содержащими кислоты и растворённые в них ионы тяжёлых металлов. Основными «поставщиками» таких отходов являются металлургические предприятия, в частности предприятия, занимающиеся гальванической обработкой металлических изделий [3]. Особенности технологического процесса подразумевают под собой погружение изделий в раствор электролита для очистки от химических соединений, образующихся на предыдущих стадиях. Так, при омеднении железной проволоки одной из стадий является её пропускание через раствор, содержащий ионы меди (II) в серной кислоте. После контакта с проволокой такой раствор загрязняется ионами железа. Постепенно такой раствор всё больше обогащается ионами железа и становится непригодным для дальнейшего использования. Очевидно, что от такого стока невозможно избавиться сбросом в водоём. Наиболее дешёвым и простым в исполнении способом утилизации раствора такого состава является химическое осаждение. Такой метод подразумевает обработку отходов гашёной известью, которая нейтрализует кислоту и высаждает ионы тяжёлых металлов в виде нерастворимых гидроксидов. Закономерным следствием такого метода является образование шлама, состоящего как раз из осадков оснований металлов. Такой шлам не подлежит дальнейшей переработке, а также при хранении на полигонах подмывается осадками и является причиной загрязнения почвы.

Поэтому нами предложен высокотехнологичный способ обработки таких жидких отходов – диализное разделение. Данный

способ позволяет не только предотвратить загрязнение воды, но и делает возможным рекуперацию компонентов стока обратно в производство. Диализ через ионообменные мембраны достаточно успешно применяется для решения схожих задач [4, 5].

Нами было проведено диализное разделение компонентов раствора, содержащего серную кислоту и ионы Ni^{2+} , через гетерогенные анионообменные мембраны. Были использованы такие мембраны как Ralex АМН РР – Чехия и МА-41 – Россия. В качестве рабочего раствора нами был использован реальный раствор гальванического цеха АО «Новгородский металлургический завод». Эксперимент проводился на лабораторной диализной ячейке, состоящей из мембраны, перистальтического насоса и ёмкостей с рабочим раствором и дистиллированной водой.

Суть процесса диализа заключается в избирательном переносе компонентов через ионообменную мембрану под действием градиента концентрации по обе стороны от мембраны, как движущей силы. Именно для установления градиента концентрации нами была использована дистиллированная вода, в которой концентрация разделяемых компонентов равна нулю. Контроль изменения концентрации в камере с исходным раствором производился с помощью кислотно-основного и комплексонометрического титрования. В камере с дистиллированной водой, ввиду низкой концентрации, контроль вёлся путём измерения рН раствора.

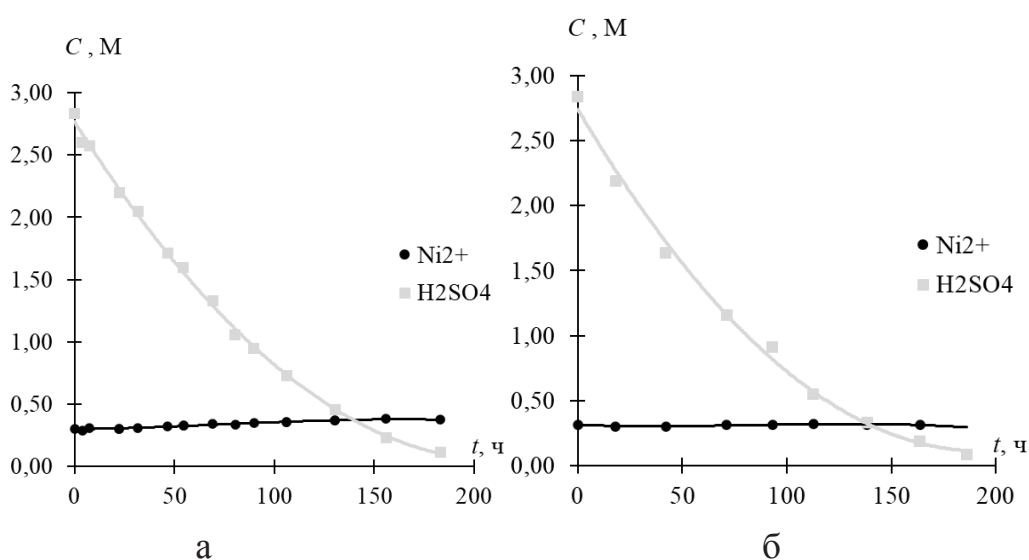


Рисунок 1 Концентрационные зависимости в камере с исходными растворами (а – Ralex АМН РР, б – МА-41)

В результате проведения эксперимента мы наблюдали снижение концентрации серной кислоты в исходном растворе и практически полное отсутствие изменения концентрации Ni^{2+} , что позволяет нам говорить об успешном разделении.

Также нами было проведено сравнение отечественной и чешской мембран. Как видно из графиков выше, скорость процесса практически идентична. Также была рассчитана степень разделения компонентов. За степень разделения принималось отношение потоков серной кислоты и ионов Ni^{2+} . Для мембраны Ralex АМН РР, как и для мембраны МА-41 были получены высокие и достаточно сопоставимые величины разделения.

ЛИТЕРАТУРА

1 D. Prabakar, S.K. Suvetha, V.T. Manimudi, T. Mathimani, G. Kumar, E.R. Rene, A. Pugazhendhi, Pretreatment technologies for industrial effluents: Critical review on bioenergy production and environmental concerns, *J. Environ. Manage.* 218 (2018) 165–180.

2 Jan, H.S., Wang, W.C., 2020. Waste-water purification through a countercurrent system driven by supercritical carbon dioxide (SC-CO₂). Part I: experimental investigation and process evaluation. *Separ. Purif. Technol.* 242, 11678.

3 J. Ge, Y. Xiao, J. Kuang, X. Liu, Research progress of chlorination roasting of heavy metals in solid waste, *Surfaces and Interfaces*, Vol. 29, 2022, 101744.

4 X. Zhang, F. Zhang, M. Liu, Y. Wang, Z. Xu, N. Li, Quaternized poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide)s with zwitterion groups as diffusion dialysis membranes for acid recovery, *Sep. Purif. Technol.* 250 (2020) 117267.

5 X. Du, Z. Wang, H. Zhang, Y. Yuan, H. Wang, Z. Zhang, Prepared poly(arylpiperidinium) anion exchange membranes for acid recovery to improve dialysis coefficients and selectivity, *J. Membr. Sci.* 619 (2021), 118805.