

Н.А. Романюк, А.Н. Коржов, Н.О. Ковальчук,
Ю.С. Лоза, Н.А. Смышляев, С.А. Лоза
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар

ИЗВЛЕЧЕНИЕ КИСЛОТЫ ИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСТВОРА ВАНН ОМЕДНЕНИЯ

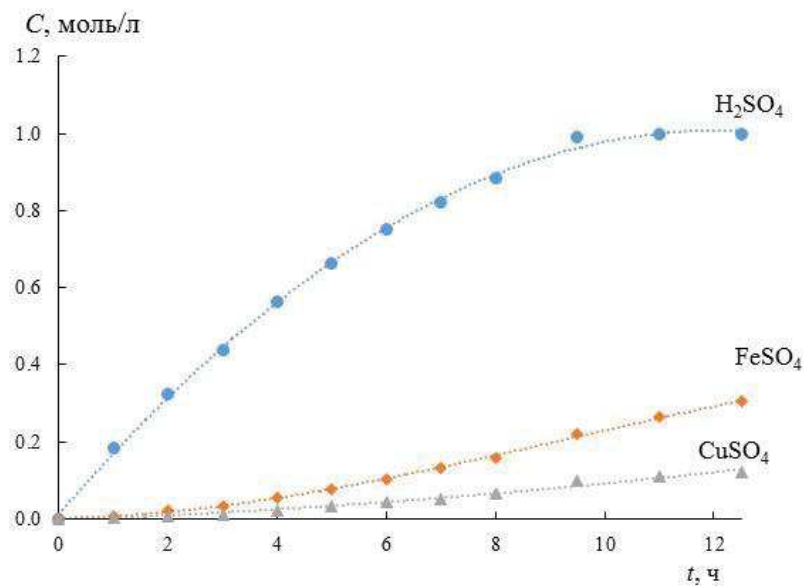
В настоящее время предприятия стремятся организовать технологический процесс таким образом, чтобы он соответствовал концепции нулевого сброса (ZLD) [1]. Технология ZLD реализуется на многих предприятиях различных отраслей промышленности: электроэнергетика, нефтехимическая переработка, добыча полезных ископаемых, производство продуктов питания и т.д. Наиболее важна тема создания бессточных технологий для гальванических и металлургических предприятий. Так как состав сточных вод таких предприятий представлен в основном смесью кислот и солей тяжёлых металлов. Как известно кислоты оказывают поражающее действие, а ионы тяжелых металлов выступают как токсиканты и экотоксиканты. Например, медь взаимодействует с белками, приводит к повреждению ДНК. Соединения меди действуют на капилляры, вызывают гемолиз, поражение печени и почек [2]. Поэтому особо важно не допустить попадание таких стоков в окружающую среду.

Переработка растворов, содержащих кислоты и ионы тяжёлых металлов может не только решить экологические проблемы, но и вернуть ценные компоненты обратно в производственный цикл, что приносит существенный экономический эффект. Авторы работы [3] считают, что сточные воды в будущем станут одним из основных источников тяжёлых металлов.

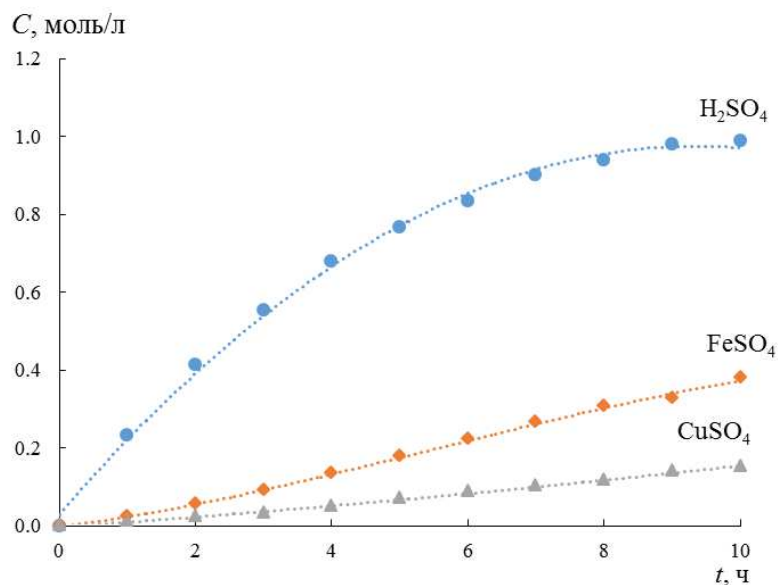
Мембранные технологии давно хорошо зарекомендовали себя при организации технологий с нулевым сбросом [1, 4]. Поэтому целью данной работы является оценка эффективности применения электродиализа для извлечения кислоты из стоков ванн омеднения.

Исследование проводилось на электродиализаторе состоящем из чередующихся 6 анионообменных и 5 катионообменных мембран марки Ralex. Площадь рабочей области мембран составляла 1 дм². Перерабатываемый раствор, содержащий серную кислоту, сульфат меди и сульфат железа подавался в камеру обессоливания. В камере концентрирования изначально находился дистиллят.

На рисунке 1 представлены кинетические кривые изменения концентрации серной кислоты, сульфата железа и меди.



а



б

Рис. 1. Кинетические кривые изменения концентрации компонентов перерабатываемого раствора при плотности тока: а - 1 А/дм² и б - 2 А/дм²

Анализ данных показывает, что концентрация кислоты увеличивается с течением времени, при этом скорость извлечения кислоты составляет 0,13 моль/(л·ч) не зависимо от плотности приложенного тока. Затем рост концентрации кислоты в районе 6 ч (для 1 А/дм²) и 4 ч (для 2 А/дм²) замедляется и выходит на плато. При этом концентрация полученной кислоты составляет около 1 моль/л.

Этот эффект скорее всего связан с обратной диффузией серной кислоты в камеру обессоливания, а также с электромиграцией катионов водорода через анионообменную мембрану.

Вместе с тем с кислотой в электромассопереносе принимают участие ионы солей (FeSO_4 и CuSO_4). Анализ данных показывает, что с ростом плотности тока перенос солей увеличивается.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что электродиализную переработку наиболее эффективно проводить при низкой плотности тока. При этом время электродиализного разделения не должно превышать 6-8 ч, когда суммарная концентрация металлов в концентрате достаточно мала (около 0,24 моль/л), а содержание кислоты в концентрате (около 0,85 моль/л) достаточно для его возврата обратно в производственный цикл.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда и ООО «Абинский ЭлектроМеталлургический завод» в рамках научного проекта № МФИ-П-20.1/15.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tong, T. The global rise of zero liquid discharge for wastewater management: drivers, technologies, and future directions / T. Tong, M. Elimelech // Environ. Sci. Technol. – 2016. – Vol. 50, № 13. – P. 6846-6855.
2. Briffa, J. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans / J. Briffa, E. Sinagra, R. Blundell // Heliyon. – 2020. – Vol. 6. – № e04691.
3. Protonation of rhodanine polymers for enhancing the capture and recovery of Ag^+ from highly acidic wastewater / X. Yin, P. Shao, L. Ding [et al.] // Environ. Sci. Nano. – 2019. – Vol. 6, № 11. – P. 3307-3315.
4. Xu, T. Ion exchange membranes: State of their development and perspective / T. Xu // J. Memb. Sci. – 2005. – Vol. 263, № 1-2. – P. 1-29.