

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

## **ИЗВЛЕЧЕНИЕ КИСЛОТЫ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ МЕТОДОМ ДИАЛИЗА**

В наши дни особенно актуальным является вопрос экологической безопасности окружающей среды. Развитие промышленного сектора экономики, вемое растущими потребностями человечества, приводит к загрязнению биосферы Земли. Отрицательному воздействию подвержена флора и фауна всех трёх уровней: литосферы, гидросферы и атмосферы.

Литосфера страдает от использования азотсодержащих удобрений, инсектицидов, а также от сливов промышленных отходов, загрязнённых ионами тяжелых металлов [1].

Загрязнение атмосферы обусловлено огромным количеством технологических выбросов предприятий, выбросами отработанных газов всех видов транспорта. Наличие в воздухе высокой концентрации таких соединений, как NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и др. является причиной такого явления как кислотный дождь, из-за которого под угрозой разрушения оказываются памятники архитектуры [2].

В свою очередь гидросфера страдает от сброса в водоёмы промышленных стоков, являющихся токсичными и канцерогенными, не прошедших процедуру очистки. Главным источником сточных вод, содержащих ионы тяжёлых металлов являются металлодобывающие и металлоперерабатывающие предприятия, а также предприятия гальванического производства. Для решения данной проблемы в настоящее время повсеместно применяется метод химического осаждения. Он основан на добавлении раствора гашеной извести (Ca(OH)<sub>2</sub>) для образования осадков соединений металлов. Простота и дешевизна процесса нивелируются следующими негативными явлениями: растворение полученного осадка, приводящее к загрязнению, бесперспективность полученного шлама, не находящего дальнейшего применения. Наиболее современными и перспективными являются методы очистки с использованием мембранных технологий. К таким методам относятся электродиализ и диализ. Диализ успешно применяют для разделения растворов и избирательного извлечения отдельных компонентов [3-4].

В данной работе была оценена эффективность использования метода диализа для удаления серной кислоты из модельной смеси, содержащей сульфат никеля и серную кислоту. Данный состав смеси

был выбран для моделирования реального раствора сточных вод гальванического цеха.

Эксперимент проводился на диализном аппарате, принципиальная схема которого изображена на рисунке 1.



Рисунок 1 Схема диализной установки

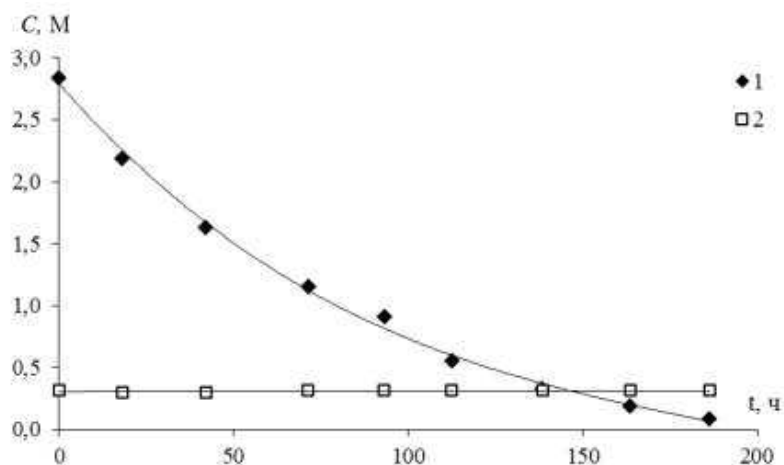
Диализная установка представляет собой ячейку, состоящую из двух камер, содержащих исходный раствор и буферный раствор. Между собой камеры разделены анионообменной мембраной МА-41, произведённой на ООО «Инновационное Предприятие «Щекиноазот», Россия.

Модельный раствор являлся смесью 2,5 М раствора серной кислоты и 0,3 М раствора сульфата никеля. Разделение проводили непрерывным перекачиванием растворов в обеих камерах в течение всего опыта. Буферным раствором являлась дистиллированная вода, смена которой производилась по мере её загрязнения.

На рисунке 2 представлен график зависимости концентрации компонентов в исходной смеси от времени.

Анализ рис. 2 показывает, что метод диализа подходит для удаления серной кислоты из промышленного стока. Концентрация  $\text{H}_2\text{SO}_4$  за время опыта снижается практически до нуля. Анионообменная мембрана задерживает ионы  $\text{Ni}^{2+}$ , что позволяет практически без потерь по сульфату никеля переносить серную кислоту. Перенос кислоты обусловлен градиентом химического потенциала, возникающего по обе стороны от мембраны. Сульфат-анион проникает через мембрану вместе с ионами  $\text{H}^+$ , что объясняется аномально высокой подвижностью иона водорода и его эстафетным механизмом переноса.

Эффективность разделения можно оценить, вычислив отношения концентраций серной кислоты и сульфата никеля. Так, в исходном растворе это отношение равно 8,3, в то время как по окончании эксперимента оно становится равным 58, т. е. наблюдается рост величины разделения практически на порядок.



1 – серная кислота, 2 – сульфат никеля  
 Рисунок 2 Зависимость концентрации компонентов раствора от времени эксперимента

Таким образом, была показана перспективность применения диализа для извлечения кислоты из промышленных стоков, содержащих соли тяжелых металлов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ проект FZEN-2020-0022.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Jingyao Peng, Ecological risk and early warning of soil compound pollutants (HMs, PAHs, PCBs and OCPs) in an industrial city, Changchun, China / Jingyao Peng, Yanan Chenc, Qing Xia, Guangzhi Rong, Jiquan Zhang. Environmental Pollution, 2020.

2 Jingjing Du, Simulated sulfuric and nitric acid rain inhibits leaf breakdown in streams: A microcosm study with artificial reconstituted fresh water / Jingjing Du, Mingxiang Qv, Yuyan Zhang, Minghui Cui, Hongzhong Zhang. Ecotoxicology and Environmental Safety, Volume 196, 15, 2020.

3 J. López, Acid recovery from copper metallurgical process streams polluted with arsenic by diffusion dialysis / J. López, R. R. de Oliveira, M. Reig, X. Vecino, O. Gibert, A. de Juan, J. L. Cortina. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2020.

4 Vikrant Yadav, Polysulfone/graphene quantum dots composite anion exchange membrane for acid recovery by diffusion dialysis / Vikrant Yadav, Savan K. Raj, Nehal H. Rathod, Vaibhav Kulshrestha. Journal of Membrane Science, Volume 611, 1 2020.