

рабатывается почти 4 млн. кубических метров древесины. По прогнозам к 2020 году объемы потребляемой древесины превысят 8 млн. кубических метров. В связи с большим вкладом деревообрабатывающей промышленности вопросы очистки промышленного воздуха от токсикантов остаются по-прежнему актуальными. Опыт применения абсорбционно-биохимических установок на предприятиях данного профиля показывает эффективность и перспективность биотехнологических методов очистки загрязненного вентвоздуха.

УДК 621.35.:504

А.А. Черник, доц.; Е.О. Черник, зав. сектором ИВОНД;  
И.М. Жарский, проф. (БГТУ, г. Минск)

С.С. Кругликов, проф. (РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва)

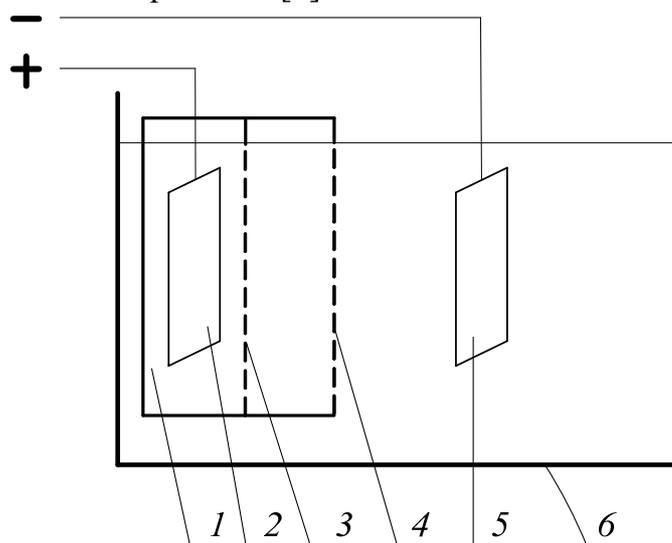
### **ПРИМЕНЕНИЕ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ**

Развитие современных технологий обработки поверхности и нанесения гальванических покрытий не всегда соответствует развитию технологий утилизации и регенерации рабочих растворов. В настоящее время основным способом утилизации отработанных электролитов является реагентный метод, который требует значительных затрат на расходные материалы, воду, приводит к образованию большого количества гальванических шламов. С другой стороны, отработанные электролиты можно перерабатывать для извлечения металлов. Наиболее эффективным методом восстановления цветных и тяжелых металлов из отработанных растворов как по реализации в гальваническом производстве, так и в аппаратном исполнении является селективный электролиз[1]. Переработка отработанных электролитов промышленных предприятий электрохимическим методом позволит снизить нагрузку на очистные сооружения, вернуть в производство ценные продукты (извлеченные в виде компактного осадка металлы могут быть использованы повторно, например, в качестве материала анодов), в некоторой степени решив проблемы ресурсосбережения и импортозамещения.

В РХТУ им. Д.И.Менделеева на кафедре технологии электрохимических производств был разработан принцип модульных электролизеров

– погружных электрохимических модулей, позволяющих извлекать металлы из отработанных электролитов и ванн улавливания [2].

Данные модули могут применяться для разнообразных процессов гальванотехники, в том числе и для обработки отработанных электролитов химического никелирования [3].



1 – погружной двухкамерный модуль, анод, внутренняя мембрана, внешняя мембрана, катод

**Рисунок 1 - Схема погружного электролизера для извлечения никеля из отработанных электролитов химического никелирования**

Схема модуля для обработки растворов химического никелирования представлена на рисунке 1. Модуль состоит из двух камер наполненных серной кислотой. Данные камеры отделены друг от друга катионообменной мембраной. Внешняя камера модуля отделяется от обрабатываемого электролита внешней катионообменной мембраной. В качестве анода служит свинцовая пластина, а в качестве катода – полированная нержавеющая сталь. Наличие двух камер необходимо для предотвращения проникновения анионов хлора и анионов органических кислот в анодную камеру что чревато разрушением материала анода. Данные анионы из-за неидеальной селективности мембраны в небольшом количестве переходят из утилизируемого раствора в промежуточную камеру. Там в сернокислой среде органические анионы образуют недиссоциированные молекулы и благодаря этому их дальнейшая миграция в направлении второй мембраны и через нее - в анолит прекращается, а миграция хлорид-анионов замедляется. Тем не менее, раствор серной кислоты в

камерах модуля требует периодической замены вследствие накопления хлорид анионов и органических соединений приводящих к разрушению анода.

Промышленная реализация модуля для обработки отработанных растворов химического никелирования реализована на НПООО «Система» при непосредственном участии кафедры Х,ТЭХПиМЭТ БГТУ и успешно эксплуатируется уже более 7 лет.

На предприятии используется электролит химического никелирования следующего состава, г/дм<sup>3</sup>: никель серноокислый -25, натрий фосфорноватистокислый-20, кислота молочная (80%) -25 мл/л, кислота борная - 15, тиомочевина-1, аммиак водный до рН 4,75. При направлении на переработку электролит содержит до 10 г/дм<sup>3</sup> ионов никеля. При обработке отработанного раствора объемом 100 дм<sup>3</sup> применяется 2 модуля. рН в процессе электролиза поддерживается на уровне 4,5-5 посредством добавления раствора NaOH. При непрерывном электролизе с токовой нагрузкой 20 А процесс утилизации отработанного раствора заканчивался через 8 суток, при этом концентрация ионов никеля снижалась с 7 г/л до 0.3 г/л. Следует отметить, что целью оптимизации энергетических затрат происходило ступенчатое снижение силы тока в соответствии со снижением концентрации ионов никеля в утилизируемом растворе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мороз Е.М., Черник А.А., Жарский И.М. Извлечение ионов цинка из отработанного электролита цинкования методом мембранного электролиза. Известия СПГТИ(ТУ), СПб. – №19(45), 2013. – С. – 19-21
2. Кругликов С.С, Основные направления использования погружных электрохимических модулей (ПЭМ). Гальванотехника и обработка поверхности, №2, том XV, 2007 г., С.62-65.
3. Кругликов С.С., Черник А.А. Опыт применения погружных электрохимических модулей для утилизации отработанных растворов химического никелирования. Гальванотехника и обработка поверхности, том XVIII, №1, 2010. С.35-36.