

УДК 621.357.7

## КОМБИНИРОВАННЫЕ ЛОКАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ, УТИЛИЗАЦИИ, РЕГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГАЛЬВАНО- И ХИМНИКЕЛИРОВАНИЯ

В.Б. Дроздович, Р.И. Карпович, И.И. Курило, И.М. Жарский

(БГТУ, г. Минск)

~~Одновременно с усиливающимся загрязнением водных объектов~~ при сбросе промышленных сточных вод (СВ) происходит безвозвратная потеря больших количеств ценных компонентов, которые могут использоваться в повторных циклах. Это касается прежде всего гальванических производств (ГП) и производства печатных плат, где интенсивность водопотребления стоит на одном из первых мест, а токсичность сбросов, содержащих тяжелые металлы и другие не менее агрессивные компоненты, по шкале стресс-факторов стоит на первом месте (135 баллов).

Наиболее перспективный с экономической и социально-экологической точек зрения процесс водопользования должен рассматриваться как замкнутый водоресурсный цикл с минимальным забором свежей воды путем создания локальных систем переработки различных потоков сточных вод.

Одно из приоритетных направлений в ГП является разработка ресурсосберегающих технологий никелирования. Кроме гальванического никелирования, весьма распространен в самых различных отраслях процесс химического никелирования, для которого характерен сравнительно малый ресурс работы растворов и, следовательно, частые сбросы.

Настоящие исследования посвящены разработке комбинированных технологий регенерации, утилизации, очистки наиболее распространенных в производственной практике сульфатно-хлоридных электролитов (ГОСТ 9.305-84) и стоков.

Прямой электролиз исходных электролитов проводился, начиная с максимальных концентраций, в гальваностатическом режиме с фиксацией следующих параметров: электродных потенциалов, напряжения на электролизере, рН, состава электролита, качества катодного осадка, состояния электродных материалов, катодного выхода по току. Параллельно проводились хроновольтамперо-метрические, потенциометрические, температурно-кинетические исследования.

Одним из наиболее важных условий катодного извлечения никеля является необходимость постоянного поддержания рН на уровне исходного рабочего раствора. Последнее условие реализуется за счет использования анолита определенного состава. С целью минимизации энергозатрат необходимо осуществлять ступенчатое изменение токовой нагрузки. Максимальная степень извлечения никеля из концентрированных стоков путем прямого электролиза составляет 93-95%, чистота катодного осадка достигает 99.5%, расход электроэнергии при извлечении никеля до остаточного содержания 0.5-1.0 г/л составляет 5-10 кВт\*ч/кг, никель, осажденный на катоде, снимается в виде фольги по окончании технологического цикла.

Оптимальный технологический цикл извлечения никеля и очистки сточных вод заключается в следующем. Отработанный электролит никелирования и раствор из ванны сборника периодически подаются в электролизер мембранного типа с плоскопараллельным расположением электродов. Электролиз проводится до остаточного содержания никеля 0.5-1.0 г/л. После электролиза обедненный раствор поступает на

катионообменную колонну, где происходит извлечение никеля до остаточных концентраций 5-8 мг/л. Из катионообменной колонны элюат поступает на стадию нейтрализации.

Промывные воды из ванны промывки непрерывно должны поступать на фильтр с активированным углем или углеродными волокнами (в случае содержания органических примесей) и далее на гиперфильтратор, на выходе которого должны получить нормативно-очищенную воду и обратноосмотический никелевый концентрат с содержанием сульфата никеля 100-500 мг/л. Элюаты, полученные при регенерации катионообменной смолы, отправляют в электролизер для извлечения никеля. Никель, осажденный на титановом катоде, может быть использован в качестве растворимого анода.

Таким образом, используя комбинированную технологию, включающую электролиз, гиперфильтрацию, катионирование, т.е. три основных функциональных модуля, можно получить металлический никель и нормативно-очищенную воду. В этом случае потеря никеля составит не более 1%. Стадия электролитического извлечения никеля прошла многократную промышленную опробацию.

Процесс электроэкстракции никеля может быть существенно интенсифицирован путем использования объемнопроточных профилированных титановых катодов. При использовании таких катодов объемная плотность тока увеличивается в 3-5 раз, остаточная концентрация - 30-40 мг/л.

Разработано несколько модификаций промышленных электролизеров с различными функциональными элементами.