

УДК 541.13: 621.357

КАТОДНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ МЕДИ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ СЕРНОКИСЛЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

И. И. КУРИЛО, А. А. ЧЕРНИК, И. М. ЖАРСКИЙ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В промышленных сточных водах ежегодно теряется более 460 тонн меди, десятки тысяч тонн кислот и щелочей. Помимо указанных потерь соединения меди, выносимые сточными водами из очистных сооружений, оказывают весьма вредное влияние на экосистему.

Применение для переработки металлсодержащих отходов и отработанных электролитов электрохимических методов позволяет не только утилизировать отходы, но и извлекать цветные металлы в пригодном для повторного использования виде, предотвратить образование побочных агрессивных продуктов, многократно использовать рабочие растворы, селективно извлекать металлические составляющие сплавов, автоматизировать процесс переработки. Это является веским аргументом для обоснования актуальности и целесообразности разработки и внедрения в Республике Беларусь эффективных электрохимических технологий извлечения цветных металлов из промышленных технологических отходов.

Целью работы явилось изучение процессов катодного восстановления меди из отработанных сернокислых электролитов.

Проведенные хроновольтамперметрические исследования катодных процессов, протекающих при растворении меди в сернокислых растворах, показали, что в области потенциалов от $-0,23$ В до $+0,35$ В на потенциодинамических кривых наблюдается пик катодного тока, соответствующий процессу восстановления меди. Дополнительное введение сульфат-ионов в сернокислый электролит смещает потенциал начала осаждения металла в область положительных значений и увеличивает предельный ток и, соответственно, скорость осаждения меди, что отчасти объясняется увеличением электропроводности и ионной силы раствора.

Введение в сернокислый электролит хлорид-ионов в количестве $0,01 \dots 0,14$ моль/л приводит к увеличению скорости осаждения меди в $1,5 \text{--} 2,5$ раза и снижению энергозатрат при осаждении меди на $20 \dots 30$ %. Это объясняется увеличением концентрации соединений Cu(I) в результате образования комплексных ионов CuCl_2^- и CuCl_3^{2-} .

Установлено, что с увеличением концентрации ионов металла от $0,04$ до $0,50$ моль/л максимальная скорость осаждения меди увеличивается более чем в 10 раз. При более высоком содержании меди в растворе инициируется солевая пассивация анода, поэтому использование более концентрированных по ионам меди электролитов для переработки промышленного лома нецелесообразно. При совместном присутствии в сернокислом электролите ионов меди и олова их совместное катодное осаждение возможно при

введении в электролит комплексообразователей или поверхностно-активных веществ. При отсутствии добавок в сернокислом сульфатном электролите бронзирования наблюдается процесс селективного восстановления металлов.

Повышение температуры с 20 до 30 °С во всех исследуемых электролитах приводит к увеличению предельных токов осаждения меди почти на 30 %, однако, катодный выход по току меди при этом уменьшается. Перемешивание электролита способствует устранению диффузионных ограничений, выравниванию концентраций ионов металла в приэлектродных областях и в объеме электролита. Наблюдаемое при этом некоторое ухудшению структуры катодного осадка может быть связано как с уменьшением поляризации, так и взмучиванием находящегося в электролите анодного шлама. Кроме того, при интенсивном гидродинамическом режиме наблюдается значительное увеличение предельных токов осаждения, особенно в условиях повышенных температур. В сернокислом электролите бронзирования использование интенсивного гидродинамического режима приводит к увеличению предельных токов осаждения меди на 30 % при температуре 20 °С и на 50 % при температуре 35 °С. Негативное влияние перемешивания на структуру катодного осадка компенсируется повышением плотности тока.

Для оптимизации технологических параметров процесса катодного извлечения меди из сернокислых растворов была проведена серия опытов. Установлена зависимость катодного выхода по току от состава ионного электролита и параметров электролиза.

В результате проведенных исследований установлено, что процесс катодного восстановления меди из отработанных сернокислых электролитов целесообразно проводить при температуре 18...20 °С, катодной плотности тока 0,005...0,025 А/см². Использование более высоких температур нецелесообразно, так как на катоде не протекает процесс выделения водорода, и выход по току меди составляет, примерно, 100 %. Кроме того, повышение температуры приводит к ухудшению качества катодного осадка и интенсификации химических процессов в прикатодной области. Введение в электролит депассиваторов (0,14...0,28 моль/л СГ), комплексообразователей (0,6 моль/л NH₃, Трилона Б) не только позволяет увеличить скорость анодного растворения и анодный выход по току меди, но и существенно интенсифицировать катодный процесс с получением более компактных осадков меди.

В качестве катода целесообразно использовать титан с гладкой поверхностью, который обеспечивает легкость съема катодного осадка, обладает высокой коррозионной стойкостью и длительным ресурсом работы.