

Таким образом, лигносульфонаты могут найти применение в процессах очистки сточных вод от полиэлектролитов, а образующиеся на их основе полиэлектролитные комплексы с участием поли-N, N-диметил-N, N-диаллиламмонийхлорида обладают ионообменными свойствами и могут использоваться для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Перспективным является применение лигносульфонатов в составе ПЭК для создания пылезащитных покрытий земной поверхности и материалов для дозированного внесения микроэлементов в почву.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марцуль В. Н., Шибек Л. А. Интерполимерные реакции между поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлоридом и гетерофункциональным полиэлектролитом – лигносульфонатами натрия // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. – 2002. – № 3. – С. 34–38.
2. Шибек Л. А., Марцуль В. Н. Коллоидно-химические свойства полиэлектролитного комплекса поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорид – лигносульфонаты натрия // Весці НАН Б. Сер. хім. навук. – 2003. – № 2. – С. 19–23.
3. Марцуль В. Н., Шибек Л. А. Использование интерполимерных реакций для выделения полиэлектролитов из отработанных растворов и сточных вод // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов : материалы Междун. науч.-технич. конф., Минск, 26–28 ноября 2003 г. / БГТУ. – Минск, 2003. – С. 496–500.

УДК 541.135

И. Л. Юрениа, инж., Н. Л. Смоляг, доц., И. М. Жарский, проф.
(БГТУ, г. Минск)

УТИЛИЗАЦИЯ НИКЕЛЯ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА ИЗ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ

Никель относится к числу дефицитных металлов и это требует разработки эффективных мероприятий по сокращению его непроизводительного расхода при нанесении гальванических покрытий. Основным источником потерь никеля являются промывные воды и заповые сбросы концентрированных отработанных растворов, в частности, растворы контактного осаждения никеля перед нанесением покрытий на поверхности изделий из алюминия и сплавов на его основе.

С точки зрения используемых технологических принципов существует ряд методов обработки никельсодержащих электролитов, каждый из которых имеет достоинства и недостатки. Если переработке

подвергаются концентрированные по ионам никеля растворы, то электрохимический метод является незаменимым, т. к. никель может быть получен в виде компактного металлического осадка, практически пригодного для повторного использования в качестве растворимого анода. Вместе с тем, при извлечении никеля электролизом из хлорсодержащих растворов возникает проблема стойкости анодного материала и снижения выделения газообразного хлора в окружающую среду.

Целью данной работы является изучение возможности извлечения никеля из отработанных электролитов контактного осаждения никеля на алюминий и его сплавы. Вследствие значительного накопления ионов алюминия в растворе никелирования, электролит выходит из строя и подлежит утилизации. Изучены основные закономерности электроэкстракции никеля в зависимости от варьирования технологических параметров: плотности тока, температуры, pH, концентрации ионов никеля и общего состава раствора. Проведена оценка стабильности работы анодных материалов и изучено их электрохимическое поведение в условиях электролиза.

В ходе исследований использовались растворы, содержащие в своем составе, г/л: $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 100-200 г/л, H_2BO_3 – 30-35; ПАВ (НВХ)-ингибитор реакции выделения хлора – 50-120 г/л, pH растворов поддерживался на уровне 3,5–4,0 единицы. Предварительно из раствора должны быть удалены F^- ионы в виде CaF_2 . В качестве анодов применялись нерастворимые аноды, стойкие в условиях анодной поляризации при электролизе хлорсодержащих сред: платина, диоксид марганца на титановой основе, окиснокобальтовый электрод, ОРТА, графит. Электрохимическая активность анодных материалов оценивалась по стабильности потенциалов в течение электролиза. Качественное и количественное определение содержания в выделяющемся на аноде газе хлора проводилось с помощью газоанализатора УГ – 2 в комплекте с индикаторными трубками, на основании полученных данных определялся выход по току хлора, кислорода и степень разложения добавки-ингибитора. Для качественного выяснения характера протекающих при электролизе процессов на используемых электродных материалах были получены потенциодинамические кривые со скоростью развертки потенциала 2–10 мВ/с.

Как следует из полученных данных, наиболее стабильным значением электродного потенциала обладают электроды из титана с активным покрытием из MnO_2 . Электроды, сформированные на основе шиннелей закиси-окиси кобальта, кроме высокой электропроводности обладают сравнительно низким перенапряжением в реакции выделения хлора и удовлетворительной коррозионной стойкостью. Однако

такие электроды все же уступают по своим показателям анодам (ОРТА) при выделении хлора, в частности, имеют более высокую скорость растворения электрода (по кобальту). Графитовые электроды без специальной обработки поверхности в условиях конкурирующей реакции выделения хлора и кислорода имеют высокие показатели коррозионного разрушения.

При введении в раствор ИВХ (ингибитор выделения хлора) в изученном диапазоне концентраций анодный процесс протекает с преобладающим выделением кислорода, при этом усиливается растворение активного покрытия, происходит дальнейшее окисление титановой основы и наблюдается соответствующий рост анодного потенциала. При этом скорость растворения активного покрытия из оксидов кобальта вероятно несколько выше, что и приводит к более резкому смещению потенциала анода за время электролиза. Относительно высокие значения потенциала графитового анода и низкая скорость его разрушения позволяют высказать предположение о возможных превращениях веществ, входящих в состав добавки, ингибирующих процесс образования хлора и кислорода в заметных количествах и адсорбирующихся на высокоразвитой поверхности графита в широком диапазоне анодных потенциалов. При изменении плотности тока наблюдается закономерное смещение потенциала в анодную область для всех изученных анодных материалов, однако по мере снижения концентрации ИВХ в растворе до 50 г/л повышается активность электродов ОРТА и наблюдается повышение потенциала для электродов из MnO_2 . При этом следует отметить также снижение потенциала графитового анода на 0,5-0,7В при сопоставимых условиях. Более резкое изменение потенциала анодных материалов наблюдается в области плотностей тока 3,5-4 А/дм².

Снижение потенциала анодных материалов может также свидетельствовать о возможности образования в условиях электролиза гипохлорита натрия ввиду замедленности реакции образования газообразного хлора. В пользу высказанного предположения косвенно может свидетельствовать отсутствие выделения в заметных количествах газообразных продуктов электролиза на аноде. Кроме того, возможной причиной деполяризации анодного процесса может являться также протекание реакций на аноде с участием промежуточных или конечных продуктов окисления вводимой добавки.

От количества ИВХ в растворе зависят также закономерности катодного процесса. В качестве катода использовался титан, т. к. никель, осаждаемый при электролизе на поверхности титанового катода в виде металлической фольги, легко отделяется от поверхности осно-

ны и может быть использован в качестве растворимого анода в процессах нанесения никелевых покрытий практически без дополнительной обработки.

Рост катодного потенциала по мере повышения содержания ИВХ в растворе свидетельствует о широком диапазоне потенциалов адсорбции – десорбции данной добавки и о влиянии на процесс катодного образования водорода, поскольку выход по току никеля остается практически постоянным и зависящим в большей степени от содержания в растворе ионов никеля и рН среды. При увеличении количества вводимой ИВХ наблюдаются более высокие выходы по току никеля, что свидетельствует о повышении перенапряжения побочного процесса – выделения водорода. При содержании ИВХ в количестве 100–120 г/л, средний выход по току никеля составляет 60–65%. Закономерное снижение рН растворов свидетельствует о несбалансированности процессов образования газообразных продуктов на аноде (кислорода, хлора) и катоде (водорода). При введении в электролит никелирования ИВХ в количестве 50 г/л выход по току хлора увеличивается от 12 до 23% при увеличении плотности тока от 1 до 4 А/дм². При увеличении количества ИВХ происходит снижение выхода по току хлора до 5% и его увеличение с ростом плотности тока.

С учетом данных по стойкости анодных материалов и количественных показателей электролиза оптимальная плотность тока должна составлять 2 А/дм² при среднем выходе по току хлора 4–6 %.