

только диффузией. В связи с тем, что сырье не участвовало в реакции в полном объеме, возникла необходимость в дополнительном перемешивании и повторном фторировании, что в значительной степени увеличило время эксперимента. Чтобы исключить необходимость повторной обработки мы пересмотрели конструкцию реактора.

Для увеличения площади реакции и скорости обработки была разработана установка с вертикальным расположением тигля, в который помещается обрабатываемый продукт. Внутренний диаметр графитового тигля 20 мм, высота 180 мм. Объем засыпаемого порошка составляет до 55 см³. В нижней части тигля имеется отверстие, через которое реакционный газ может проходить сквозь слой оксида церия. Для предотвращения просыпания порошка отверстие в тигле прикрывается пористым фильтром из графитового полотна. Гидравлическое сопротивление насыпного слоя невелико и составляло

2–3 мм.рт.ст. По всей длине реакционной зоны установлен нагревательный элемент из нихрома, температура в печи регулируется при помощи ПИД-регулятора «Буанит». Как и в предыдущих опытах, исследовалось влияние температуры в диапазоне от 650 до 950 °С на содержание остаточного кислорода. Длительность процесса фторирования определялась продолжительностью рабочей смены и составляла от 6 до 8 часов. Содержание кислорода определяли на приборе LECO-836.

В ходе проведения данной работы приобретены практические навыки, позволяющие производить очистку фторидов РЗМ. При переработке фторида церия в установке с вертикальным реактором удалось получить продукт с содержанием кислорода менее 50 ppm. Полученные результаты опытов послужат основой для проектирования установки, позволяющей фторировать оксид церия в непрерывном режиме.

Список литературы

1. *Максаков Б.И. Исследования в области выращивания оптических кристаллов фтористых соединений // Известия академии наук СССР, 1967.– Т.XXXI.– №5.– С.864–865.*
2. *Раков Э.Г. Химия и технология неорганических фторидов.– М.: МХТИ, 1990.– 162 с.*
3. *Рудых И.И., Ворошилов Ф.А. Получение особо чистых фторидов редкоземельных элементов // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 2019.– С.63.*

ПОЛУЧЕНИЕ МЕДНОЙ ФОЛЬГИ

С.А. Свиридов

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ф.А. Ворошилов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, serega098565@gmail.com.*

Медь применяется людьми с древности. В природе медь встречается в виде самородков, что обеспечивает легкую добычу. Медь занимает ведущее место среди цветных металлов за счет своих свойств, таких как высокая электропроводность, теплопроводность, пластичность, высокая химическая стойкость и возможность получения ряда ценных сплавов с другими металлами [1].

Применение медной фольги можно заметить в разнообразных отраслях таких как приборостроение, пищевая промышленность, химическая промышленность. Из медной фольги изготавливают схемы, нагревательные пленки транспорта, кабели, антенны и многое другое.

В современной промышленности для производства медной фольги используют ванны специальной конструкции. Катодом в таких ваннах является вращающийся барабан из титана, аноды могут быть изготовлены из свинца или меди. Из-за ряда недостатков чаще применяют нерастворимые аноды, что позволяет повысить качество фольги улучшая структуру и снижая содержание примесей [2].

Исходя из этого, целью данной работы является изучение влияния различных параметров электролиза на структуру и качество получаемой медной фольги.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Собрать электролизер необходимой конструкции для проведения процесса получения медной фольги;
- Изучить основные свойства получаемой фольги;
- Учесть недостатки и улучшить технологию.

Конструкция собранного электролизера представляет собой ванну, стенки которой изготовлены из ПВХ. Катодом является вращающийся барабан из нержавеющей стали. Диаметр барабана 95 мм, ширина катода 25 мм. Анодами являются свинцовые пластины.

Получения равномерного слоя меди на катоде обеспечивается за счет поддержания концентрации меди в электролизере на постоянном уровне. Циркуляция обеспечивает постоянную концентрацию меди у поверхности катода. Для этого используется емкость с раствором электролита и перистальтического насоса. В стенки электролизера установлены два штуцера для заполнения емкости ванны электролизера электролитом и слива электролита.

Раствор электролита готовится из медного купороса и серной кислоты. Содержание меди в растворе составляет 30 г/л. Возможно для оптимизации процесса концентрация меди в электролите будет увеличена до 45–60 г/л. Перед применением электролит фильтруется для отделения механических примесей.

Перед проведением процесса получения медной фольги электролизом, электролизер подготавливается к работе. Поверхность катода вы-

равнивается шлифовкой для дальнейшего упрощения процесса снятия фольги с катода. Зазор между катодом и щечками барабана покрывается смесью парафина и полиэтилена для защиты торцевых поверхностей от осаждения на них меди. Проверяются и меняются уплотнительные кольца, так как процесс ведется в агрессивной среде, а утечка электролита является нежелательной.

Процесс электролиза проводят при плотности тока 200 А/м² и комнатной температуре электролита. Скорость вращения барабана составляет 1 оборот/час. При таких параметрах толщина получаемой фольги составляет 40 мкм. Для достижения толщины товарной фольги более 50 мкм [3], необходимо увеличение плотности тока или уменьшение скорости вращения барабана за счет изменения передаточного числа редуктора. После получения фольгу просушивают.

При снятии фольги с барабана вручную, с помощью канцелярского ножа, фольга может рваться из-за неравномерности снятия. Получаемая фольга имеет гладкую поверхность с одной стороны и шероховатую с другой.

Дальнейшая работа направлена на определение оптимальных параметров электролиза таких как плотность тока, скорость вращения катода, температуру электролита, а также усовершенствование конструкции электролизера для автоматизации процесса снятия фольги с катода и скручивания ее в рулон.

Список литературы

1. Худяков И.Ф., Тихонов А.И., и другие. *Металлургия меди, никеля и кобальта.* – М.: *Металлургия*, 1977. – 292 с.
2. Бледнов Б.П. *Рафинирование меди.* – Красноярск: *ИПК СФУ*, 2009. – 84 с.
3. *ГОСТ 5638 – 2018. Фольга медная. Рулонная для технических целей.* – Взамен *ГОСТ 5638-75*; введ. 01.03.2019. – Москва: *Стандартинформ*, 2019. – 10 с.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА ИЗ ПРОДУКТИВНОГО РАСТВОРА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СУЛЬФАТА МАГНИЯ

С.А. Синчинов, Ю.В. Передерин, И.О. Усольцева
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.В.Передерин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, sinchinov98@mail.ru*

В настоящее время оксид магния применяется в строительной промышленности («каустический магnezит»), изготовлении огнеупорных изделий, медицине, очистке нефтепродуктов

и как наполнитель в ТЭНах [1]. Оксид магния применяется в высокочистой форме, где его содержание превышает 99%. Исходное сырьё, из которого получают оксид магния содержит в