

Литература

1. Андреева Н.Г. Проблемы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ и возможные пути их решения // Ползуновский вестник. – 2011. – №4-2. – С. 164 – 166.
2. ГОСТ 25818-91. Золо-уноса тепловых электростанций для бетонов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 12 с.
3. Ватин Н.И., Петросов Д.В., Калачев А.И., Лахтинен П. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. – Санкт-Петербург, 2011. – №4. – С. 16 – 21.
4. Фурсов В.В., Балюра М.В. Исследование морозоустойчивости золошлаковых отходов тепловых электростанций для целей строительства // Вестник ТГАСУ. – Томск, 2013. – №1. – С. 243 – 252.

**ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И ПЛОТНОСТИ ТОКА НА СКОРОСТЬ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ КАДМИЯ В РАСТВОРАХ ХЛОРИДА НАТРИЯ**

А.В. Скобелкина, С.Е. Пугачева, А.С. Долинина

Научный руководитель профессор В.В. Коробочкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы большое применение находят высокодисперсным материалам (нанопорошкам), обеспечивающим прогресс в материаловедении. Уникальные свойства наноматериалов зависят как от особенностей отдельных частиц (кристаллитов), так и их взаимодействия между ними. Основной характеристикой нанокристаллических материалов является дисперсность. Структура высокодисперсных материалов зависит от способа получения. Эффективным методом изменения структурных характеристик твердого тела является уменьшение размеров зерен. Разнообразие уникальных свойств нанопорошков связано со специфическим характером состояний атомов и электронов в малых частицах (1-10 нм), являющихся основными морфологическими элементами ультрадисперсных сред, и увеличением доли их поверхностного вклада в общие свойства системы [1]. Известно несколько способов получения высокодисперсных порошков оксидов металлов, такие как плазмохимический синтез, метод осаждения, золь-гель метод, метод восстановления и термического разложения, электрохимический метод.

Целью работы является исследование кинетики разрушения кадмия при его электрохимическом окислении под действием переменного тока в растворах хлорида натрия, определение оптимальных параметров проведения процесса для наибольшего выхода продукта. В результате реакции образуется оксид кадмия, который находит широкое применение во многих отраслях [2]:

- используют при нанесении антикоррозионных покрытий на металлы, применяемые в судостроении, авиации и автомобильной промышленности;
- в гальванотехнике;
- кадмиевые электроды используют в аккумуляторах;
- оксид кадмия является катализатором для реакций гидрогенизации и дегидрогенизации;
- используется как компонент при производстве специальных стекол, антифрикционных, легкоплавких и ювелирных сплавов.

Исследование кинетики электрохимического окисления кадмия с использованием переменного тока промышленной частоты проводилось согласно методике, изложенной в [3]. На скорость процесса образования оксида кадмия наибольшее влияние оказывают следующие факторы: плотность переменного тока, состав и концентрация электролита и температура электролиза. Одним из основных факторов, влияющих на процесс электрохимического окисления металла на переменном токе, является концентрация электролита. Вместе с тем большое влияние на скорость процесса оказывает плотность переменного тока. Были проведены опыты электрохимического окисления кадмия в растворе хлорида натрия при различных концентрациях (3, 5, 10, 15, 20 и 25 % мас.) и плотностях тока 1, 2 и 3 А/см². Температура проведения процесса поддерживалась постоянной и равна 95оС. При проведении исследований в качестве объектов были использованы кадмий марки Кд0 ГОСТ 1467-93 [4] (материал электродов) и натрий хлористый ГОСТ 4233-77 [5] (растворы электролита).

С целью определения зависимости скорости разрушения кадмия под действием переменного тока от концентрации раствора электролита проводились эксперименты, в которых использовались растворы, содержащие от 3 до 25 % мас. хлорида натрия и при постоянной температуре. Верхний концентрационный предел обусловлен пределом растворимости хлорида натрия в воде.

Следует отметить, что при плотности тока 1 А/см² электрохимическое окисление кадмия под действием переменного тока протекает с низкой скоростью, вследствие чего проведение процесса при плотности тока менее 1 А/см² является нецелесообразным. При плотности тока равной 3 А/см² наблюдается быстрый разогрев электролита, особенно при низких концентрациях раствора. Это требует в ряде случаев интенсивного охлаждения системы во избежание повышения ее температуры до температуры кипения раствора.

По результатам эксперимента были построены зависимости скорости окисления кадмия от концентрации, представленные на рисунке ниже.

Из рисунка следует, что с уменьшением концентрации раствора хлорида натрия, скорость разрушения кадмия возрастает. Максимальная скорость разрушения кадмия наблюдается при концентрации хлорида натрия 3 %. При высоких концентрациях раствора хлорида натрия скорость окисления кадмия мала. При разных плотностях тока наибольшее значение скорости окисления достигается при минимальной концентрации – 3 % мас. Увеличение плотности тока также приводит росту скорости окисления. Так максимальное значение

скорости окисления кадмия достигается при концентрации хлорида натрия равной 3 % мас. и плотности тока 3 А/см^2 и равно $0,2 \text{ г/см}^2 \cdot \text{ч}$. Минимальное значение скорости окисления наблюдается при наибольшей концентрации электролита – 25 % мас. и наименьшей плотности тока – 1 А/см^2 и равно $0,02 \text{ г/см}^2 \cdot \text{ч}$. Подобные зависимости скорости разрушения электродов от плотности тока и концентрации электролита наблюдаются при электрохимическом окислении кадмия и меди в растворах хлорида аммония и хлорида натрия [6, 7], меди в растворах хлорида калия [8], а также для олова в растворах хлоридов калия, натрия, аммония и ацетата натрия [9].

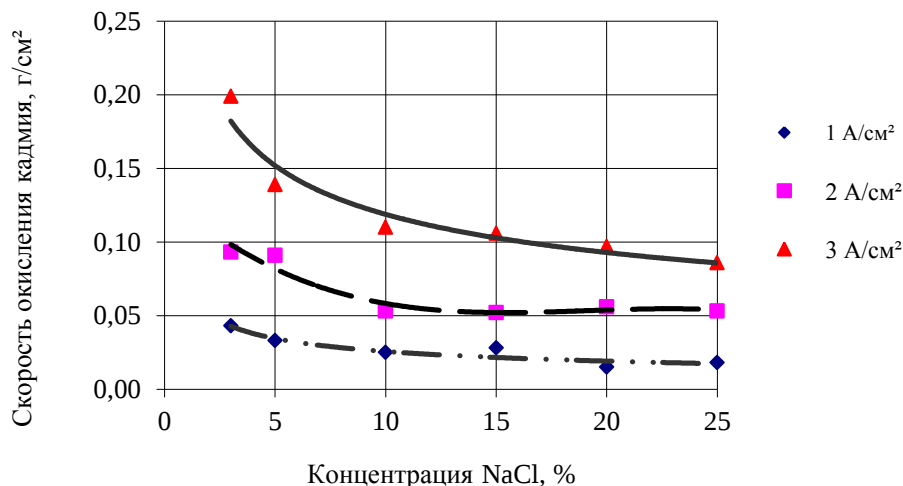


Рисунок. Зависимость скорости окисления кадмия от концентрации раствора хлорида натрия

В ходе работы было изучено влияние концентрации электролита и плотности переменного тока на скорость разрушения кадмиевых электродов. Получены зависимости скорости разрушения кадмия от условий проведения электрохимического окисления, из которых следует, что увеличение концентрации раствора электролита от 3 до 25 % мас. приводит к уменьшению скорости разрушения кадмия. В то же время увеличение плотности тока и температуры приводит к однозначному повышению скорости.

Литература

1. Коробочкин В.В. Процессы получения нанодисперсных оксидов с использованием электрохимического окисления металлов при действии переменного тока: Дис. ... докт. техн. наук. – Томск, 2004. – 273 с.
2. Оксид кадмия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.roshim.ru/products/catalog1/cadmium-oxide.html>.
3. Коробочкин В.В., Ханова Е.А. Определение количества окисленных титана, кадмия и меди при электролизе на переменном токе // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – Москва, 2005. – Т. 71. – № 6. – С. 20 – 23.
4. Кадмий, Технические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://standartgost.ru/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%201467-93#page-1>.
5. ГОСТ 4233-77. Реактивы. Натрий хлористый. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 2002.
6. Долинина А.С., Балмашнов М.А., Усольцева Н.В. Исследование кинетических закономерностей процесса электрохимического окисления кадмия и меди в растворах хлорида аммония // Химия и химическая технология в XXI веке: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых с международным участием. – Томск, 2013. – Т. 1. – С. 24 – 26.
7. Долинина А.С. Исследования кинетики электрохимического окисления кадмия и меди в растворах NH_4Cl , NaCl // Современные техника и технологии: Сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2013. – Т. 3. – С. 419 – 420.
8. Лежнина М.И. Влияние концентрации хлорида калия и плотности тока на электрохимическое окисление меди под действием переменного тока // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 150-летию со дня рождения академика В.А. Обручева и 130-летию академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы. – Томск, 2013. – Т. 2. – С. 177 – 178.
9. Горлушко Д.А., Балмашнов М.А., Усольцева Н.В., Коробочкин В.В. Влияние природы и концентрации электролита на электрохимическое окисление олова под действием переменного тока // II Международная Казахстанско-Российская конференция по химии и химической технологии, посвященная 40-летию КарГУ имени академика Е.А. Букетова: Материалы. – Караганда, 2012. – Т. 1. – С. 92 – 93.