

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА УСТАНОВКЕ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ В СИСТЕМЕ АЛЮМИНИЙ-КИСЛОРОД

А.И. Циммерман, Ю.Л. Шаненкова, М.И. Гуков
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Сивков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, alextsimmer@yandex.ru

Оксид алюминия – широкозонный диэлектрик с высокими радиационной и механической стойкостями, применяемый в различных областях техники [1]. В основном соединения Al–O используют в лазерной технике, для получения покрытий различного назначения и для решения разнообразных технологических задач [2]. Применение в таких областях объясняется наличием у материала таких свойств, как: высокая механическая прочность, огнеупорность, износостойкость, высокие электросопротивление и удельная теплоемкость [3].

Получение объемных материалов из нанодисперсного продукта является непростой задачей. В настоящее время существует несколько эффективных методов: горячее прессование, горячее изостатическое прессование и искровое плазменное спекание (ИПС). Основным преимуществом метода ИПС является его быстрое действие консолидации порошков [4].

В работе рассматривается возможность компактирования порошкообразного продукта методом плазгодинамического синтеза системы Al–O, полученного с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя [5]. Компактирование образца методом ИПС производилось в вакууме в графитовой пресс-форме под давлением 60 МПа и при максимальной температуре спекания $T = 1700^\circ\text{C}$.

На рисунке 1 представлена рентгеновская дифрактограмма объемного образца с указанием идентифицированных фаз: альфа-модификация оксида алюминия $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (№ 75-1862; модификация: *rhomboidal*; пространственная группа: R-3c, no. 167; параметры решетки: $a=b=4,7640 \text{ \AA}$, $c=13,0091 \text{ \AA}$) и шпинель MgAl_2O_4 (№ 73-1959; модификация: *rhomboidal*; пространственная группа: Fd-3m, no. 227;

параметры решетки: $a=8,0500$). Присутствие шпинели обусловлено наличием Mg в составе алюминиевого ствола [5] и положительно влияет на создание керамических образцов на основе оксида алюминия [2], так что его наличие не является недостатком.

На рисунке 2 приведены SEM-снимки шлифа объемного образца. На снимках отчетливо различимы неравномерные распределения областей плотно упакованных зерен и визуальных рыхлых областей. Такая особенность микроструктуры обусловлена неравномерной по всему объему образца интенсивностью выделения энергии. Плотность образца составила $3,612 \text{ г/см}^3$, что составляет 93 % от теоретической.

В работе показана возможность получения наноструктурных керамических образцов системы Al–O методом искрового плазменного спекания плотностью $3,612 \text{ г/см}^3$.

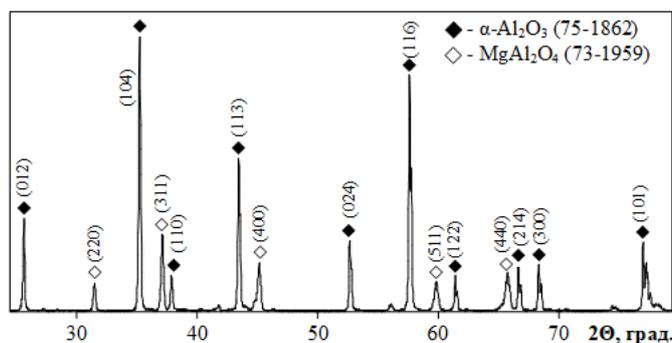


Рис. 1. XRD-картина объемного образца

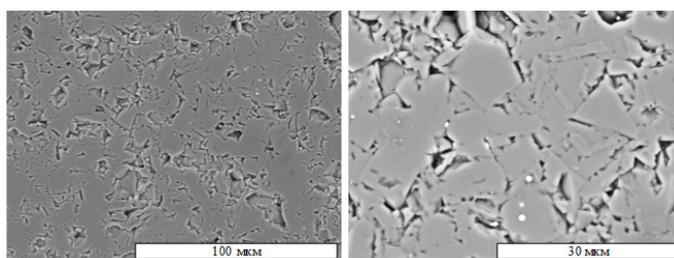


Рис. 2. SEM-снимки шлифа объемного образца

Список литературы

1. Vorozhtsov A.B. et al. Oxidation of nano-sized aluminum powders // *Thermochimica Acta*, 2016.– Vol.636.– P.48–56.
2. Ma B. et al. // *Ceramics International*, 2015.– Vol.41.– №2.– P.3237–3244.
3. Nastic A. // *Journal of Materials Science & Technology*, 2015.– Vol.31.– №8.– P.773–783.
4. Sivkov A. et al. Plasma dynamic synthesis of composite ZnO–Bi₂O₃ material with a core-shell structure for varistor ceramics // *Ceramics International*, 2018.– Vol.44.– №18.– P.22808–22815.
5. Sivkov A.A. et al. Study of the Phase Composition and Structure of the Nanodispersed Al–O Powder Produced by a Plasmodynamic Method // *Nanotechnologies in Russia*, 2018.– Vol.13.– №1–2.– P.76–83.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО И ДИКЛОФЕНАКА В ПЛАЗМЕ СВЧ-РАЗРЯДА

А.А. Цхе

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Л.Н. Шиян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, anny0393@mail.ru

В настоящее время наиболее универсальным и широко применяемым методом очистки сточных вод является биологическая очистка. Но в результате стремительного развития химической индустрии синтезированы тысячи органических соединений, среди которых особое место занимают фармацевтические препараты, попадающие в сточные воды. Синтетическая органика пагубно влияет на жизнедеятельность активного ила, вследствие этого биотехнологии снижают свою эффективность.

Одним из способов подготовки воды для биологической очистки могут служить процессы деструкции синтетической органики при действии СВЧ-разряда.

Высокая энергетическая эффективность плазмохимических реакций, протекающих в результате колебательного возбуждения молекул вещества в неравновесной плазме, обуславливает применение плазмы СВЧ-разряда.

Целью настоящей работы явилось исследование деструкции водных растворов метиленового голубого и диклофенака в плазме СВЧ-разряда в среде воздуха, углекислого газа и аргона при атмосферном давлении.

СВЧ-плазмотрон сконструирован в лаборатории «Радиационные и плазменные технологии» НИ ТПУ (Жерлицын А.Г., Шиян В.П.) и работает в непрерывном режиме с рабочей частотой 2,45 ГГц и с выходной регулируемой мощностью до 2 кВт.

Физико-химические процессы, протекающие при воздействии плазмы СВЧ-разряда на исследуемые модельные растворы, зависят от продуктов плазмообразующего газа. Поэтому первым этапом работы явилось определение состава плазмообразующего газа, в качестве которого были выбраны воздух, аргон и углекислый газ.

Изменение состава газа в процессе воздействия плазмы СВЧ-разряда оценивали 2 методами:

1. Косвенным методом по изменению состава водной среды. Показано, что при использовании воздуха в качестве плазмообразующего газа происходит снижение рН раствора вследствие образования азотсодержащих соединений. В случае применения аргона в качестве плазмообразующего газа заметных изменений состава водной среды не наблюдается. При использовании углекислого газа установлено образование щавелевой и угольной кислот.

2. Прямым определением с помощью газового хроматографа «Хроматэк Кристалл 5000.2». Показано, что при использовании углекислого газа, состав газа меняется незначительно, однако наблюдается образование оксида углерода (II) с выходом 1,22 %.

Продукты газа-носителя, образующиеся после воздействия плазмы СВЧ-разряда, могут участвовать в окислительно-восстановительных реакциях с модельными растворами.