

5. Гвоздиков А.Н. К вопросу повышения энергетической эффективности систем кондиционирования воздуха и вентиляции на основе регулирования режимов обработки воздуха в контактных аппаратах/ А.Н. Гвоздиков, О.Ю. Сулова// Интернет-Вестник ВолгГАСУ, 2014. – №3. – С. 1-7.

Научный руководитель: д.т.н. А.А.Шилин, профессор ОЭЭ ИШЭ ТПУ.

СИНТЕЗ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ МЕТОДОМ

Д.Е. Стовец

Томский политехнический университет
ИЯТШ, ОЯТЦ, группа 0А15

Ввиду динамичного развития многих отраслей промышленности и технологий, увеличивается спрос на материалы. Материалы, обладающие уникальными физическими и химическими свойствами, особенно ценятся, поэтому наличие таких свойств как высокая твёрдость при относительно невысокой плотности, радиационная стойкость и коррозионная стойкость, а также высокие тепло- и электропроводность у карбида кремния (SiC) определяет огромный спрос на него [1]. Настолько обширный набор свойств находит спрос во многих отраслях промышленности. Например, радиационная стойкость SiC может быть использована для создания ёмкостей для хранения ядерных отходов. Твёрдость карбида кремния можно применять для создания бронезилетов. Некоторые свойства позволяют использовать SiC для создания микропроцессоров и полупроводников. На этом сферы использования карбида кремния не заканчиваются, SiC также используется в аэрокосмической промышленности, оптике и т. д.

Существует несколько наиболее распространённых способов синтеза карбида кремния: карботермическое восстановление, метод горячего прессования, метод синтеза в низкотемпературной плазме в условиях вакуума и др. [2]. Главный недостаток синтеза SiC данными способами это необходимость в создании условий вакуума, либо в использовании инертного газа в процессе синтеза, что требует вложения большого количества средств и усилий. В данной работе рассмотрен метод синтеза карбида кремния в атмосферной плазме дугового разряда постоянного тока. Основным преимуществом данного способа синтеза относительно вышеперечисленных является возможность его реализации в открытой воздушной среде.

Серия экспериментов по синтезу карбида кремния оригинальным электродуговым методом проводилась на лабораторном электродуговом реакторе постоянного тока. Перед началом каждого эксперимента серии в графитовый тигель, который в процессе эксперимента будет являться катодом, помещалась смесь порошков Si и C в эквимолярном соотношении. Смесь порошков, необходимая для синтеза, была получена с помощью перемалывания порошков кремния и углерода с помощью вибрационной мельницы “MM500 nano”. Время смешивания исходных порошков составляло 20 мин при частоте 20 Гц.

Рабочий цикл реализовывался в ходе горения дугового разряда постоянного тока в полости графитового катода (тигля) в присутствии кремния и углерода. Разряд инициировался путём перемещения анода вдоль оси тигля в его полости. Сила тока и время синтеза изменялись по ходу серии: от 50 до 150 А и от 30 до 90 с, соответственно. Затем синтезированный продукт собирался со дна и стенок тигля. Идентификация фазового состава синтезированного продукта проводилась посредством рентгеновской дифрактометрии на рентгеновском дифрактометре Shimadzu XRD 7000s.

Картина рентгеновской дифракции продукта синтеза, полученного в результате одного из экспериментов серии, представлена на рисунке 1. По результатам проведённой дифрактометрии можно идентифицировать наличие трёх кристаллических фаз: графита, кремния и кубической фазы карбида кремния, получение которой и являлось целью серии. Фазе карбида

кремния на данной картине соответствуют 5 явно выраженных дифракционных максимумов, помеченных на рисунке. Содержание карбида кремния в полученном продукте синтеза составляет 93 %, содержание кремния – 6,6 %.

Для удаления графита и кремния, присутствующих в продукте синтеза, была проведена очистка синтезированного вещества в атмосферной печи.

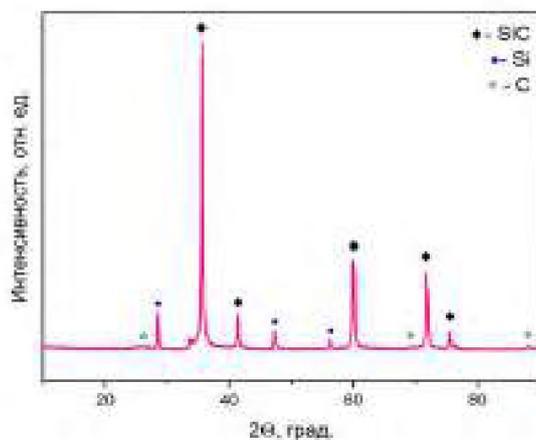


Рис. 1. Картина рентгеновской дифракции продукта синтеза

В работе представлены результаты экспериментальных исследований, определяющих возможность получения кубической фазы карбида кремния оригинальным электродуговым методом в открытой воздушной среде, для идентификации фазового состава полученного в результате синтеза карбида кремния была проведена рентгеновская дифрактометрия. При этом в продукте синтеза помимо карбида кремния присутствуют графит и исходный кремний, для очищения конечного продукта была проведена очистка в атмосферной печи. Повышение выхода искомой фазы карбида кремния и поиск наиболее актуальных параметров синтеза являются предметами последующих исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. The mechanical, thermophysical and electromagnetic properties of UD SiCf/SiC composites in different directions / N. Li, Y. Wei, F. Ye, L. Cheng, J. Zhou, S. Yang, Q. Zhang, L. Zhang // Journal of the European Ceramic Society.
2. Microstructure and mechanical properties of hot-pressed SiC nanofiber reinforced SiC composites / J. Yang, R. Ma, M. Zhu, Y. Xiong, J. Shi, X. Li, H. Li, J. Chen // Ceramics International.
3. Cubic SiC nanowire synthesis by DC arc discharge under ambient air conditions / A. Pak, A. Ivashutenko, A. Zakharova, Y. Vassilyeva // Surface and Coatings Technology.
4. Recent progress in synthesis, properties and potential applications of SiC nanomaterials / R. Wu, K. Zhou, C.Y. Yue, J. Wei, Y. Pan // Progress in Materials Science.
5. Etching of SiC–SiC-composites by a laser-induced plasma in a reactive gas / K. Zimmer, M. Ehrhardt, P. Lorenz, X. Wang, P. Wang, S. Sun // International Journal of Applied Ceramic Technology.

Научный руководитель: к.т.н. А.Я. Пак, доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ.