

**ПОЛУЧЕНИЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ В ПЛАЗМЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА
ПОСТОЯННОГО ТОКА**

О.А. Болотникова

Научный руководитель: к.т.н., А.Я. Пак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: bolotnikovaoa@gmail.com

Карбид кремния благодаря ряду физико-механических, физико-химических и электрофизических свойств привлекает внимание множества исследователей во всем мире. Помимо известных ранее свойств, таких как высокая твердость, высокая теплопроводность, коррозионная и радиационная стойкость, обнаружены и интересные оптические и биологические характеристики [1, 2]. Одним из перспективных направлений применения карбида кремния является создание композитных высокотемпературных материалов для аэрокосмической отрасли [3], в частности материал на основе углеродных волокон и карбида кремния (SiC/C) может быть основой теплового барьера корпуса перспективных космических аппаратов многократного использования [4]. С одной стороны, покрытие из карбида кремния повышает стойкость к окислению углеродных волокон [6]; с другой стороны, углеродные волокна могут применяться в качестве армирующей добавки при создании SiC-керамики с повышенной трещиностойкостью [7].

С целью реализации процесса электродугового синтеза был собран лабораторный экспериментальный плазмохимический реактор постоянного тока (рис. 2.). В качестве источника электропитания использовался выпрямительно-инверторный сварочный трансформатор марки Condor Colt 200 с диапазоном рабочих токов от 20 А до 200 А, с возможностью плавного регулирования. При помощи силовых линий связи к источнику питания подключались графитовые электроды, формирующие разрядный промежуток. Дуговой разряд инициировался кратковременным соприкосновением электродов; рабочие ток и напряжение фиксировались в процессе рабочего цикла при помощи вольтметра и амперметра. Разряд генерировался в герметичном графитовом реакторе объемом не более 250 мл; реактор был заполнен атмосферным воздухом при давлении 0.5. атм. Непосредственно перед рабочим циклом системы в зону формирования дугового разряда закладывалась смесь углеродных волокон и кремния (Si/Свол) в массовом соотношении Si:Свол =2:1. Углеродные волокна со средней длиной 100-150 мкм и толщиной около 10-15 мкм предварительно прогревались в вакуумной печи при температуре 1600 °С в течение 30 минут. Кремний в виде порошка смешивался с углеродными волокнами в шаровой мельнице (при помощи емкости и шаров из нитрида кремния) в течение 5 минут.

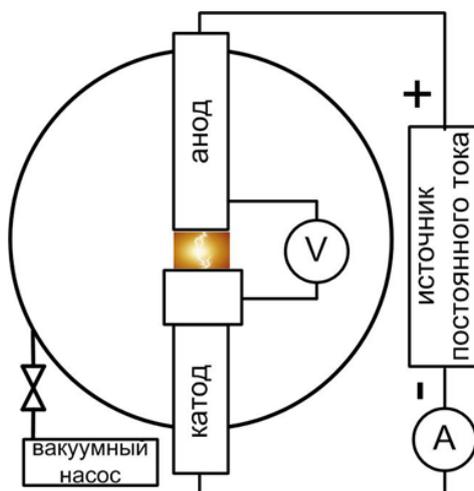


Рис. 1. Схема установки

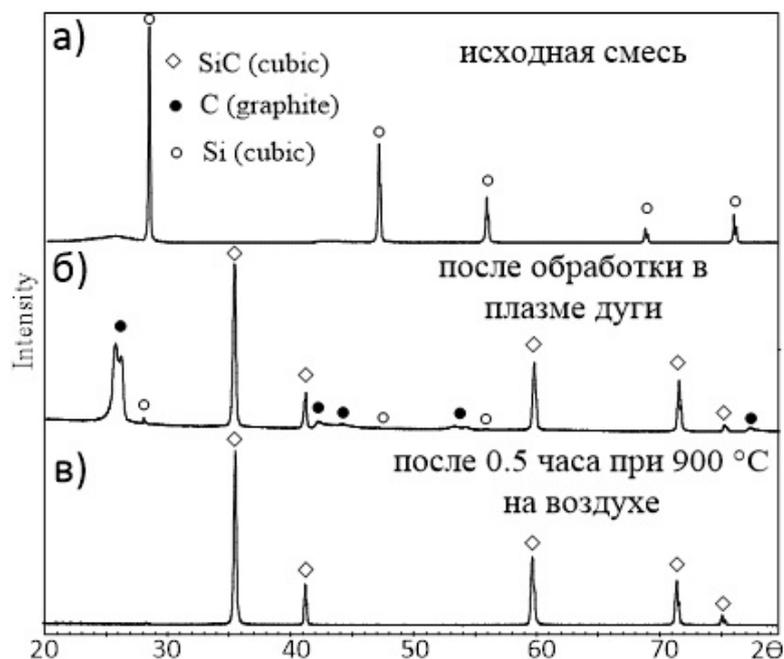


Рис. 2. Картины рентгеновской дифракции ($\lambda=1,54060 \text{ \AA}$):

а) исходной смеси кремния и углеродных волокон; б) продукта, полученного в плазме электрической дуги постоянного тока; в) очищенного от углеродных примесей при температуре 900 °C карбида кремния

На рисунке 2 представлены картины рентгеновской дифракции исходной смеси углеродных волокон и кремния (рис. 2а), а также полученных в процессе проведения серии экспериментов продуктов (рис. 2б, в).

По совокупности представленных данных можно сделать вывод о возможности получения композитного дисперсного материала на основе углеродных волокон и кубической фазы карбида кремния в плазме дугового разряда постоянного тока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриевский Р.А.. Микро- и наноразмерный карбид бора: синтез, структура и свойства. Успехи химии №78.2009.
2. Wu R., Zhou K., Yue CY, Wei J, Pan Y. Recent progress in synthesis, properties and potential applications of SiC nanomaterials. *Progr. Mater.Sci.* V 72. 2015. P. 1-110.
3. Leleu F., Ph. Watillon, Moulin J., Lacombe A., Ph. Soyris. The thermos-mechanical architecture and TPS configuration of the pre-X vehicle. *Acta Astronautica.* V 56. 2005. P. 453 – 464
4. Pichon T., Barreateau R., Soyris P., Foucault A., Parenteau J.M., Prel Y. CMC thermal protection system for future reusable launch vehicles: Generic shingle technological maturation and tests. *Acta Astronautica.* 2009. V. 65. P.165 –176
5. Jiménez C., Mergia K., Lagos M., Yialouris P., Agote I., Liedtke V., Messolaras S., Panayiotatos Y., Padovano E., Badini C., Wilhelmi C., Barcena J. Joining of ceramic matrix composites to high temperature ceramics for thermal protection systems. *Journal of the European Ceramic Society.* 2016. V. 36. P.443-449
6. Prakash J., Dasgupta K., Kumar B., Ghosh S., Chakravarty J.K. Role of SiC nanowire coating on oxidation behavior of carbon fibers: Kinetic and thermodynamic study. *Surface & Coatings Technology.* 2014. V. 259. P. 637–646
7. Agarwal S., Sarkar S., Das M., Dixit A. Tribo-mechanical characterization of spark plasma sintered chopped carbon fibre reinforced silicon carbide composites. *Ceramics International.* 2016. V 42. P.18283-18288
8. Lee Y.-J. Formation of silicon carbide on carbon fibers by carbothermal reduction of silica. *Diamond and Related Materials.* 2004.V. 13. P.383–388