

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 13.06.01 Электро- и теплотехника, Техника высоких напряжений

Инженерная школа энергетики

Отделение электроэнергетики и электротехники

**Научный доклад об основных результатах подготовленной  
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Синтез ультрадисперсного кристаллического карбида кремния в гиперскоростной струе углерод-кремниевой электроразрядной плазмы

УДК 661.681.621.091.3:533.9

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А4-45	Никитин Дмитрий Сергеевич		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОМ ИШНПТ	Юдин А.С.	к.т.н.		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОЭЭ ИШЭ	Дементьев Ю.Н.	к.т.н.		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОЭЭ ИШЭ	Сивков А.А.	д.т.н., с.н.с.		

Карбид кремния является единственное известное вещество в системе «кремний-углерод», которое известно около ста лет с момента осуществления первого синтеза в 1896 г. Э. Ачесоном. Этот материал обладает сочетанием различных уникальных характеристик, таких как сверхтвердость, высокая вязкость разрушения, низкая плотность, стойкость к тепловому, химическому и радиационному воздействию. SiC керамика занимает важнейшее место среди неоксидных керамических материалов, что делает ее привлекательной для широкого спектра промышленных применений. Также SiC – полупроводник с широкой запрещенной зоной, который применяется для создания электронных устройств, способных функционировать в жестких средах. Известно, что наноматериалы демонстрируют свойства, отличные от обычных крупнозернистых материалов. Различные наноструктуры карбида кремния широко используются для армирования материалов, для создания керамики с наноразмерными зёрнами, построения устройств микроэлектромеханических систем.

Основным способом производства карбида кремния является карботермическое восстановление диоксида кремния коксом при 2200-2500 °С (метод Ачесона). Однако этот метод имеет очевидные недостатки: грубая дисперсность и загрязнение получаемого продукта, длительное время процесса. Иные способы синтеза, посредством которых возможно получение ультрадисперсного продукта, имеют недостатки, не позволяющие использовать их в качестве промышленных методик.

Плазмодинамический метод синтеза ультрадисперсного SiC основан на соединении кремния и углерода в гиперзвуковой струе плазмы, в головном скачке которой возникают подходящие условия с точки зрения фазовой диаграммы Si-C. Коаксиальный магнитоплазменный ускоритель (КМПУ) является генератором струи плазмы. Экспериментальная установка для синтеза ультрадисперсного карбида кремния включает в себя, помимо КМПУ, емкостной накопитель энергии и совокупность разнообразных

устройств, которые позволяют в широком диапазоне изменять экспериментальные параметры. При использовании углеродных электродов, а также смеси Si+C в качестве исходного материала был проведен цикл экспериментальных исследований по синтезу ультрадисперсного SiC, определено влияние различных факторов на продукт.

В результате работы показана возможность синтеза посредством плазмодинамического метода ультрадисперсного карбида кремния с высоким содержанием искомой фазы (до 97 %). Кроме того, показано, что возможно управлять фазовым и гранулометрическим составом продукта.

С использованием установки SPS показана возможность компактирования продукта. Полученные образцы из ультрадисперсного продукта показали высокие физико-механические свойства, близкие к теоретическим значениям и превышающие характеристики керамики на основе крупнозернистого материала.