

**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
<b>Синтез ультрадисперсного кристаллического карбида кремния в гиперскоростной струе углерод-кремниевой электроразрядной плазмы</b>

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.