

СХЕМА АВТОМАТИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ СИНТЕЗА КАРБИДА КРЕМНИЯ

О.А. Болотникова

Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПП, группа 5А4Д

Карбид кремния (SiC) является важным неоксидным керамическим материалом, который имеет различные промышленные применения. Он обладает спектром уникальных свойств, такими как: высокая твердость и прочность при повышенных температурах, стойкость к окислению, высокое сопротивление эрозии, уникальными полупроводниковыми характеристиками и т.д. Благодаря этим свойствам SiC имеет широкий спектр применений: в аэрокосмической и химической промышленности где преобладают повышенные температуры и агрессивные среды, в микроэлектронике, в абразивах и режущих инструментах [1].

Традиционно, для получения SiC используют метод Ачесона, который все еще используется для производства поликристаллического SiC, который применяется в качестве шлифовальных и отрезных инструментов. Применяемые в настоящее время методы получения карбида кремния имеют свои недостатки:

- сильное загрязнение получаемого продукта, малый выход SiC;
- неконтролируемое структуро- и формообразование кристаллов;
- выброс в атмосферу огромного количества моно- и диоксида углерода;
- неоднородность гранулометрического состава;
- плохая спекаемость получаемого порошкообразного продукта;
- ручная разбраковка продуктов реакции осуществляется в условиях высокой запыленности рабочего пространства;
- быстрый износ элементов электропечи (например, подовая теплоизоляция);
- печи быстро насыщаются продуктами восстановления, теряет свои теплоизолирующие свойства и требует частой замены);
- затруднено получение продукта наноразмерной дисперсности;
- высокая продолжительность процесса (30 – 40 часов).

В связи с этим был предложен метод получения SiC в плазме дугового разряда постоянного тока. Данный метод решает такие вопросы, как сильное загрязнение продукта, значительная длительность синтеза, отсутствие необходимости в проведении необходимых манипуляций в инертных газах [2].

С целью реализации процесса электродугового синтеза был собран лабораторный экспериментальный плазмохимический реактор постоянного тока (рис. 1).

В качестве источника электропитания использовался выпрямительно-инверторный сварочный трансформатор марки Condor Colt 200 с диапазоном рабочих токов от 20А до 200А, 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 цифрового осциллографа.

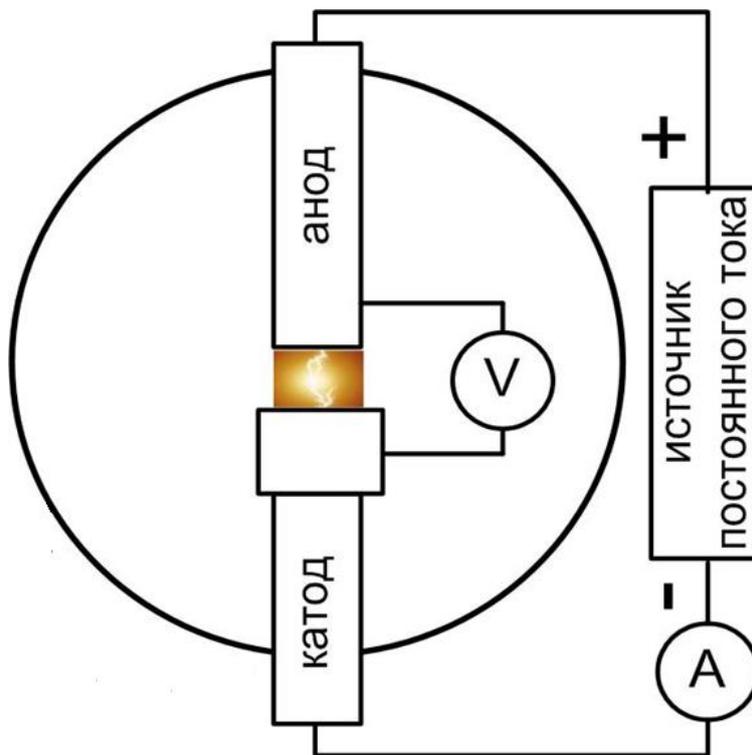


Рис. 1. Схема лабораторной установки

Для обеспечения повторяемости экспериментов и исключения «человеческого фактора» в настоящей работе предлагается схема управления электропитанием системы. Рассмотрим подробнее схему автоматики данной установки.

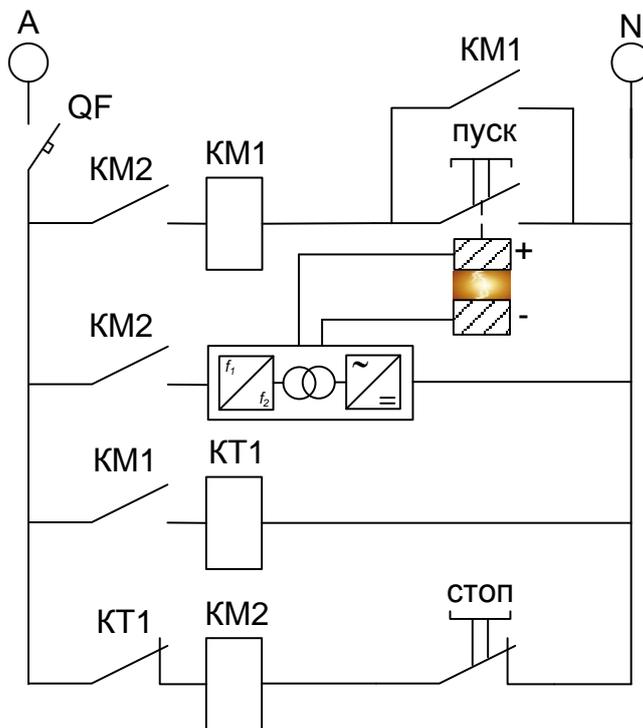


Рис. 2. Принципиальная схема системы управления электропитанием на магнитных пускателях и реле времени

Принцип работы разработанной схемы на магнитных пускателях следующий (рис. 2). Включаем питание автоматическим выключателем QF. Через сработавшие контакты КМ2 подается питание на магнитный пускатель КМ1, приводя его в рабочее положение и на выпрямительно-инверторный модуль. Нажатием кнопки «Пуск», своим нормально разомкнутым контактом замыкаем цепь питания катушки КМ1 - магнитного пускателя, а также приводим в движение электроды электродуговой системы, которые связаны с кнопкой «Пуск». Магнитный пускатель блок-контактом шунтирует кнопку «Пуск» для самоподдержания питания катушки КМ1. Одновременно с срабатыванием магнитного пускателя КМ1 запускается реле времени КТ1, которое по истечении заданного времени размыкает нормально замкнутый контакт КТ1, отключая питание катушки КМ2 и отключая электропитание системы, приводя ее в исходное состояние. Также для отключения системы предусмотрена кнопка «Стоп», включенная нормально замкнутым контактом в цепь питания катушки КМ2.

Автоматизация данного процесса исключает риски травматизма для непосредственного руководителя процессом, а также позволяет повысить производительность.

Использование данной схемы позволит производить управление временем горения дугового разряда постоянного тока, а, следовательно, улучшит повторяемость экспериментов за счет снижения влияния человека на работу системы.

В настоящее время ведется подбор конкретных единиц, входящих в разработанную схему, а также рассматривается возможность ее модернизации за счет введения в систему датчиков тока, освещенности, температуры электродов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андриевский Р.А. Микро- и наноразмерный карбид бора: синтез, структура и свойства // Успехи химии. – 2009. – №78. – С. 889-900.
2. Болотникова О.А., Пак А.Я. Получение ультрадисперсных материалов на основе графита в плазме дуги постоянного тока // Тинчуринские чтения: материалы докладов XII Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 26-28 Апреля 2017. - Казань: КГЭУ, 2017 - Т. 1 - С. 257-258

Научный руководитель: А.Я. Пак, к.т.н., начальник отдела системных исследований ИК ТПУ