

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАЗМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИСКРЕ, ПОМЕЩЕННОЙ В МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Еремеев^{1,2} Р.С., Сосновский³ С.А., Роздольский¹ В.Г.

Научный руководитель: Мышкин В.Ф., д.ф.-м.н., профессор

¹НИ Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

²ФЯО «Горно-химический комбинат», Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, 53

³Сибирский физико-технический институт ТГУ, г. Томск, пр. Ленина, 36

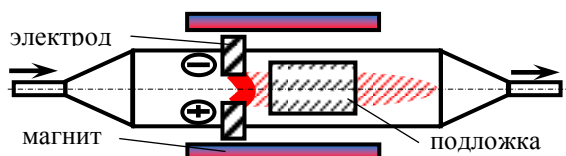
E-mail: gos100@tpu.ru

Плазменные процессы широко используются в различных технологиях: разделение изотопов, получение или переработка порошков, утилизация органических отходов, травление поверхности полупроводников, нанесение покрытий, генерация видимого излучения. Неравновесное состояние низкотемпературной плазмы при целенаправленном возбуждении заданных степеней свободы химически реагирующих систем приводит к увеличению скорости протекания целевого процесса. При этом также увеличивается эффективность использования подводимой электрической энергии. Магнитное поле позволяет дополнительно увеличить степень неравновесности низкотемпературной плазмы. Это обуславливает актуальность дальнейшего изучения различных плазменных процессов во внешнем постоянном магнитном поле.

Высоковольтная искра характеризуется малой длительностью существования, что обеспечивает высокую скорость закалки продуктов и сильную неравновесность плазменной системы. Эти особенности искрового разряда обуславливают его высокую эффективность при проведении плазмохимических процессов. Генерируемое искрой ультрафиолетовое излучение позволяет переводить в радикалы молекулярные компоненты плазмообразующей смеси. Это также способствует повышению эффективности проводимых плазмохимических процессов.

Для проведения исследований собрана экспериментальная установка, выполненная в виде герметичного цилиндра из кварцевого стекла (камера), в котором установлены два медных электрода. При диаметре цилиндра 5 см, расстояние между электродами составляло 1 см. Электроды подключались к высоковольтному накопительному конденсатору. Постоянные зарядной и разрядной цепей конденсатора подобраны так, что частота искровых разрядов составляет несколько килогерц. Энергия накопительного конденсатора в момент пробоя не превышала 0,3 Дж.

Для формирования магнитного поля использовались два постоянных магнита с остаточной намагниченностью 1,05 Тл, устанавливаемых за пределами камеры. Величину магнитного поля задавали путём изменения расстояния между магнитами. Магнитное поле способствовало формированию искры по кратчайшей прямой между электродами.



Через камеру продували смесь аргона и кислорода. В цилиндр, на заданном расстоянии от электродов, устанавливается кварцевая подложка для улавливания дисперсных частиц. Для этого коническая часть со стороны выхода газов выполнена съемной. Перпендикулярно цилиндру, в области искрового промежутка, предусмотрен штуцер, на конце которого через тefлоновое уплотнение установлена собирающая короткофокусная линза. Линза позволяет собирать и передавать на малогабаритный спектрограф, синхронизируемый во времени с электрической искрой, поток излучения плазменного канала.

Для диагностики параметров протекающих процессов использовались оптическая спектроскопия, масс-спектрометрия и электронная микроскопия. Получаемые результаты показывают следующее: не обнаружены существенные изменения спектра свечения искры при увеличении величины магнитного поля. В магнитном поле ускоряются процессы окисления паров меди в газовой фазе, при этом на подложке улавливается больше дисперсных частиц, имеющих меньший размер. С увеличением величины магнитного поля размер дисперсных частиц несколько уменьшается. Авторы предполагают, что магнитное поле обуславливает увеличение частоты образования ядер конденсации атомарных паров материала электродов. В докладе приводятся результаты численного моделирования и количественный анализ протекающих процессов.

Исследования финансировались в рамках гранта РФФИ №16-08-00246.