

НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ В ПЛАЗМЕ ИМПУЛЬСНОГО ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

В связи с развитием микро- и нано- электроники, развитию приборостроения и производства нового оборудования и инструментов, повышаются требования к материалам, используемым в ходе производства, что приводит к разработке новых методов обработки материалов. Одним из важных направлений в обработке материалов, являются плазменные методы обработки материалов, позволяющие достигать заданных параметров обрабатываемых материалов и снизить затраты на производство различного оборудования для конкретного типа обработки.

Особенностью плазменной модификации является универсальность относительно обрабатываемого материала и улучшением свойств материала, такие как прочность, стойкость коррозии и т.д.

Под модификацией поверхности понимается изменение химического состава и структуры поверхностных слоёв материала или сформированных ранее тонких пленок на поверхности материала, делается это с целью повысить долговечность и надежность обрабатываемых изделий, создание поверхностных слоёв с новыми функциональными параметрами, изменение потребительских характеристик. Изменение характеристик материала определяется комбинациями параметров технологического процесса. Это в первую очередь степень вакуума, электрические параметры плазмы и состав среды, в котором зажигается плазма. Одним из методов, является метод плазменной модификации в плазме тлеющего разряда. Этот метод позволяет повысить производительность модификации и качество обрабатываемых поверхностей.

В первую очередь данный метод в сравнении со стандартным термическим методом плазменной модификации имеет следующие преимущества:

- возможность получения слоёв заданного фазового состава и строения;

- возможность проведения управляемых процессов;
- значительно меньшее время на обработку в связи с отсутствием промежуточных технологических операций по активации поверхности обрабатываемых изделий, уменьшенного времени на нагрев и охлаждение изделий;
- процесс экономичен за счёт меньшего расхода газа и электроэнергии;
- процесс не токсичен;

Для проведения процесса требуется специально оборудование. Оборудование должно содержать следующие функциональные системы: электродную (катод и анод), электропитание, системы напуска и откачки газа, система контроля и измерения температуры и давления, и устройства генерации азота и водорода.

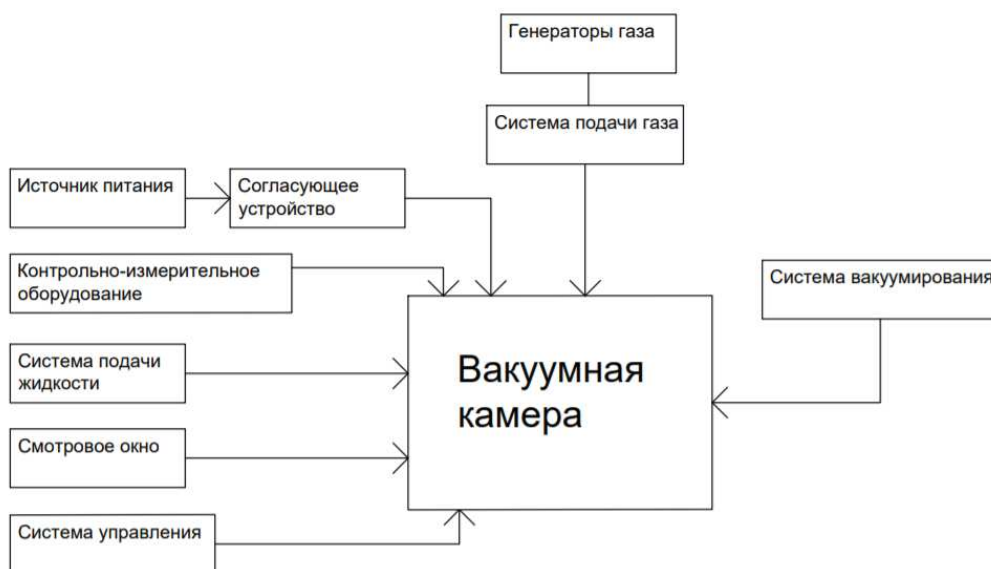


Рисунок 1 – Структурная схема оборудования

Для процесса модификации был разработан генератор с программным управлением, импульсной нагрузкой в 2 А и выходным напряжением от 600 В до 1200 В. В ходе экспериментов было установлено что для процесса не требуется частоты выше 20 кГц, в связи с чем генератор разрабатывался низкочастотным.

НЧ генератор – источник импульсного типа, имеющий высокий КПД, небольшие размеры и защиту от короткого замыкания. Генератор имеет программное управление, которое позволяет, как удобно управлять процессом, так и автоматизировать его. Программное управление реализовано на микроконтроллере

семейства STM32. Мостовая схема НЧ генератора выполнена на IGBT транзисторах. Управление драйвером оптопар осуществляется микросхемой IR2113. Управление токами и напряжением осуществляется с помощью Pис контроллеров. ШИМ контроллер реализован микросхемой TL494. Данный генератор позволяет выдерживать требуемые электрические характеристики тлеющего разряда и легко регулировать их. Так как основное влияние на процесс модификации осуществляют именно электрические характеристики, управление данными характеристиками позволит получить модифицированные материалы высокого качества.

Проведенные испытания разработанной конструкции генератора показали на возможность его длительной работы (применительно к задачам плазменного модифицирования поверхности токопроводящих материалов) и воспроизводимость режимов плазменной обработки от цикла к циклу технологической операции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуумная ионно-плазменная обработка: учебное пособие / А.А. Ильин, В.В. Плихунов – М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2018. – 160 с.
2. Плазменные упрочняющие технологии / Ю.Н. Тюрин, М.Л. Жадкевич – К.: “Науковая думка”, 2008. – 320 с.
3. Интенсификация процессов формирования твердотельных структур сконцентрированными потоками энергии: монография / А. П. Достанко [и др.] под общ ред. А.П. Достанко и Н.К. Толочко – Минск 2005 – 862 с.