

А. В. Солдатенко (БГУИР, Минск)

Науч. рук. **С. В. Бордусов** д-р. техн. наук, профессор

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

В связи с развитием микро- и нанoeлектроники, развитии 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 [1].

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 [2-3]. Изменение характеристик материала определяется комбинациями параметров технологического процесса. Это 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;

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, структурная схема оборудования отображена на рисунке 1.



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, а оптимальной являются частоты в районе от 5 до 15 кГц, в связи с чем генератор разрабатывался низкочастотным, на рисунке 2 изображен один канал источника.

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 PwM 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.

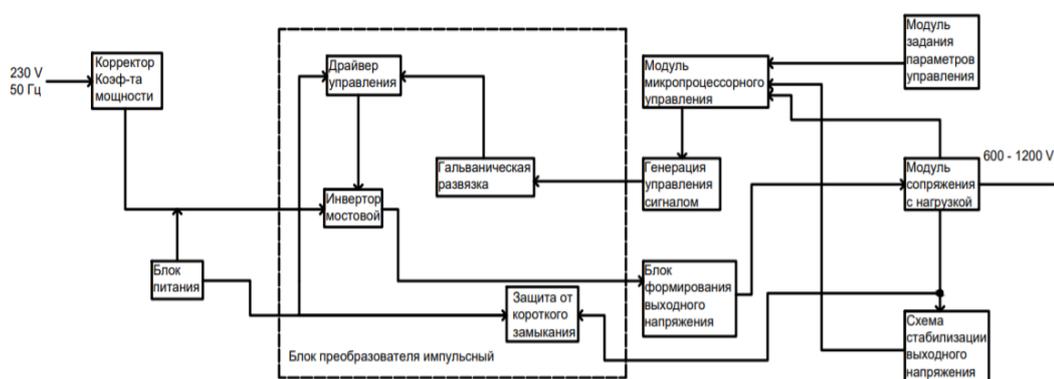


Рисунок 2 – Структурная схема одного канала источника.

Проведенные испытания разработанной конструкции генератора показали на возможность его длительной работы и удобным управлением параметрами источника, что на прямую влияет на качество процесса.

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.