УДК 621.002.56 https://doi.org/10.15407/itm2019.04.137

**О. Д. ГРИШКЕВИЧ, С. І. ГРИНЮК**

# РОЗРОБКА Й ДОСЛІДЖЕННЯ МАКЕТА НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ПОТУЖНОСТРУМОВОГО ІМПУЛЬСНОГО МАГНЕТРОННОГО РОЗРЯДУ

*Інститут технічної механіки*
*Національної академії наук України і Державного космічного агентства України,*
*вул. Лєшко-Попеля, 15, 49005, Дніпро, Україна; e-mail: Gryshkevych.O.D@nas.gov.ua*

В роботі вирішувалася задача створення імпульсного джерела живлення розряду, сумісного з технологічними плазмовими пристроями магнетронного типу, що мають незбалансовану магнітну систему. Метою роботи було розроблення схеми модуляції розрядного струму магнетрона, що заснована на недорогих, доступних електронних компонентах. Розглядаються можливості реалізації комплексної технології поверхневої обробки, що базуються на використанні імпульсного потоку енергетичної газометалевої плазми, що генерується аномальним тліючим розрядом із замкнутим дрейфом електронів.

Досліджувалась застосовність двох схем модуляції розрядної напруги на основі індукційно-ємнісного накопичувача енергії. Вибрано резонансну схему модуляції іонного струму з подвоєнням зарядної напруги, що забезпечує отримання розрядних імпульсів тривалістю до 10 мс потужністю до 20 – 30 кВт з частотою проходження імпульсів до 100 Гц. Для комутації розрядної напруги використано тиристори типу Т161-160-16. Відпрацювання параметрів схем модуляції, що досліджують, проводилось спільно з макетом інтегрованого магнетронного плазмового пристрою, що включає планарний і циліндричний магнетронні розпилювачі незбалансованого і збалансованого типу відповідно.

Визначено діапазон робочих параметрів джерела розрядної напруги потужнострумового імпульсного магнетронного розряду. Досліджено параметри плазми в області обробки поверхні. Визначено частку металевих іонів в плазмі, що генерується. Отримано зразки покриттів з характеристиками, що перевищують характеристики покриття, отримані в режимі стаціонарного магнетронного розряду. Досліджений плазмовий технологічний пристрій забезпечує виконання всіх технологічних переходів іонно-плазмової обробки в єдиному вакуумному циклі.

Робиться висновок про те, що розроблена схема імпульсного розрядного джерела задовольняє вимогам технології формування функціональних наноструктурних покриттів з металевих матеріалів і придатна для проведення високоінтенсивної низькоенергетичної іонної імплантації іонів азоту.

***Ключові слова:*** *іонно-плазмова технологія, високоінтенсивна низькоенергетична іонна імплантація, потужнострумовий імпульсний магнетронний розряд, планарна магнетронна розпилююча система, циліндрична магнетронна розпилююча система, імпульсне джерело живлення розряду.*

1. *Степанова Т. Ю.* Технологии поверхностного упрочнения деталей машин. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2009. 64 с.
2. *Сулима В. А., Шулов В. А., Ягодкин Ю. Д.* Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин. М.: Машиностроение. 1988. 240 с.
3. *Панин В. Е., Сергеев В. П., Панин А. В.* Наноструктурирование поверхностных слоев конструкционных материалов и нанесение наноструктурных покритий. Томский политехнический университет. Томск : Изд-во Томского политехнического университета. 2010. 254 с.
4. *Свадковский И. В.* Направления развития магнетронных распылительных систем. Доклады БГУИР. 2007. № 2(18). С. 112–121.
5. *Грановский В. Л.* Электрический ток в газе. Установившийся ток. М.: Наука. 1971. 543 с.
6. *Мозгрин Д. В., Фетисов И. К., Ходаченко Г. В.* Экспериментальное исследование сильноточных форм квазистационарного разряда низкого давления в магнитном поле. Физика плазмы. 1995. Том 21, №5. С. 422–433.
7. *Аксенов И. И., Андреев А. А., Белоус В. А. и др.* Вакуумная дуга: источники плазмы, осаждение покрытий, поверхностное модифицирование. Киев.: Наукова думка, 2012. 727 с.
8. *Кадыржанов К. К.* Ионно-лучевая и ионно-плазменная модификация материалов. М.: изд. МГУ, 2005. 640 с.
9. *Сочугов Н. С., Оскирко В. О., Спирин Р. Е.* Источник питания для магнетронных распылительных систем. ПТЭ. 2013, № 2. С. 62–68. https://doi.org/10.1134/S0020441213010302
10. *Кузьмичев А. И.* Импульсные магнетронные распылительные системы. Сб. трудов Харьковско научной ассамблеи ISTFE-14. Харьков: ННЦ ХФТИ. 2014, С. 221–244.
11. *Белостоцкий Б. Р., Любавский Ю. В., Овчинников Ю. В.* Основы лазерной техники. Твердотельные ОКГ. М.: Советское радио. 1972. 408 с.
12. *Вакуленко В. М.* Некоторые особенности колебательного заряда емкостного накопителя энергии. Журнал прикладной спектроскопии. 1969. Т. XI, вып 3. С. 456–464.

Отримано 29.10.2019,
в остаточному варіанті 24.11.2019