

ринку. Впровадження цифрових технологій, автоматизації та інтелектуальних систем управління дозволить суттєво скоротити витрати, покращити якість продукції та створити передумови для сталого розвитку промисловості.

## Література

1. Бондаренко С. М. Система "Бережливе виробництво плюс шість сигм" як інструмент підвищення якості бізнеспроцесів та сталого розвитку підприємства / Бондаренко С. М. Науково-практичний журнал «Інвестиції: практика та досвід». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили : ТОВ «ДКС Центр». 2022. Вип. 17. – С. 62-67.

2. Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков, А.В. Фесенко – Харків: НТУ «ХП», 2022. – 421с.

3. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»; 133 «Галузеве машинобудування» / Ю.М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 6,68 Мбайт). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 201 с.

**УДК 621.791.927.7**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАЗМОТРОНА ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ, ФРИКЦІЙНИХ ТА ІНШИХ СПЕЦІАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ**

**Бучко Ігор Олександрович**, викладач

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

e-mail: mc120.buchko@gmail.com

**Добранський Сергій Станіславович**, викладач

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

e-mail: 1988dobran.105@ukr.net, ORCID: 0000-0003-2746-1336

Стрімкий прогрес у сфері електроплазмових технологій висуває підвищені вимоги до конструкції плазмотронів. Для кожного конкретного технологічного процесу необхідна спеціально розроблена модель плазмотрона, яка забезпечує оптимальний техніко-економічний результат.

Сучасні плазмотрони мають як переваги, так і недоліки. Основною проблемою є зношування плазмоутворювального сопла через порушення процесу наплавлення, коротке замикання на оброблювану деталь, а також значна ерозія або підгоряння вольфрамового електрода. Перспективним рішенням є плазмотрони з розподіленою дугою, які значно подовжують термін служби анодного сопла, дозволяють збільшити потужність плазмового

струменя при помірних значеннях струму та забезпечують стабільну довжину дуги завдяки міжелектродним вставкам.

Розроблений плазмотрон призначений для нанесення зносостійких, фрикційних та інших спеціалізованих покриттів шляхом наплавлення порошкових матеріалів. Конструкція плазмотрона (рис. 1) складається з двох ізольованих блоків: верхнього катодного (4) та нижнього анодного (12), які закріплені в рукоятці (3).

Дуговий канал формується вольфрамовим катодом (2) з вставкою (1), поміщеним у формувальне сопло (6), міжелектродними вставками (7) та мідним анодом (11). Струм підводиться через дроти (13) до міжелектродних вставок (7) і вхідного сопла (6), а до вихідного сопла (10) — через водопідвідну трубку (14).

Ізоляція між корпусами забезпечується текстолітовою пластиною, яка має канал для водопостачання та підтримує анодний вузол за допомогою трьох шпильок (12). Катодний вузол включає корпус-катод (2), газоформувач (5) та електрод (1). Герметичність водяної системи досягається завдяки спеціальним роз'ємам і ущільненням, а корпуси з'єднуються чотирма сталевими гвинтами.

Катодний вузол (4) містить водоохолоджувальний корпус із закріпленим вольфрамовим електродом (1) із лантанованою вставкою, що забезпечує високі емісійні характеристики та визначає довговічність плазмотрона разом із анодом. Корпус катода виготовлений із міді з отворами для подачі робочого газу.

Газоформувач (5) забезпечує рівномірний аксіальний потік газу, сприяючи стабілізації розряду в приелектродній зоні. Він виконаний із тугоплавкого та теплопровідного матеріалу, що гарантує надійну роботу.

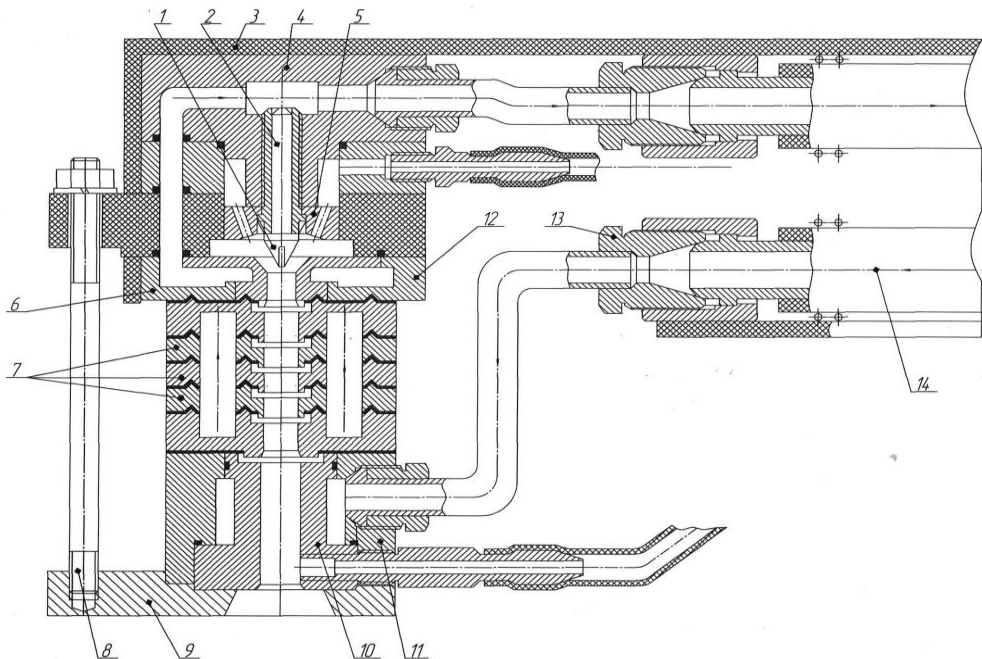


Рисунок 1 – Схема розробленого плазмотрона.

1 - вольфрамовий електрод; 2 - катод; 3 - рукоятка; 4 - катодний вузол; 5 - газоформувач; 6 - вхідне сопло; 7 - міжелектродна вставка; 8 - шпилька; 9 -

пластина; 10 - сопло вихідне; 11 - мідний анод; 12 - анодний вузол; 13 - струмопровід; 14 - водяна трубка.

Вихідне сопло 10, подібно до вхідного 6, є деталлю з високим тепловим навантаженням і призначене для формування плазмового струменя. У соплі передбачено спеціальний отвір для встановлення штуцера, який забезпечує подачу порошків на його зріз. Секція міжелектродних вставок, виготовлена з міді, сприяє стабілізації дуги в плазмотроні та формуванню потоку.

Стабілізація довжини дуги значно знижує коливання потоку, частота яких співставна з часом перебування частинок у зоні нагрівання. Це покращує якість нанесення покриттів. Крім того, подовження дуги підвищує температуру та швидкість плазмового струменя, що сприяє збільшенню ефективності процесу.

У плазмотронах із міжелектродними вставками застосовується багатоступенева система ініціації дугового розряду (див. рис. 2). Вона включає запалювальний пристрій (осцилятор) і механізм послідовного вмикання та вимикання секцій міжелектродних вставок. Спочатку дуга виникає між катодом і вхідним соплом, а потім активуються перша та наступні секції вставок. Після ініціації основної дуги між електродом і соплом, вона стабілізується під тиском робочого газу, що подається в камеру. Анодна пляма дуги рухається вздовж осі анодного вузла, забезпечуючи балансування та фіксацію стовпа дуги [1].

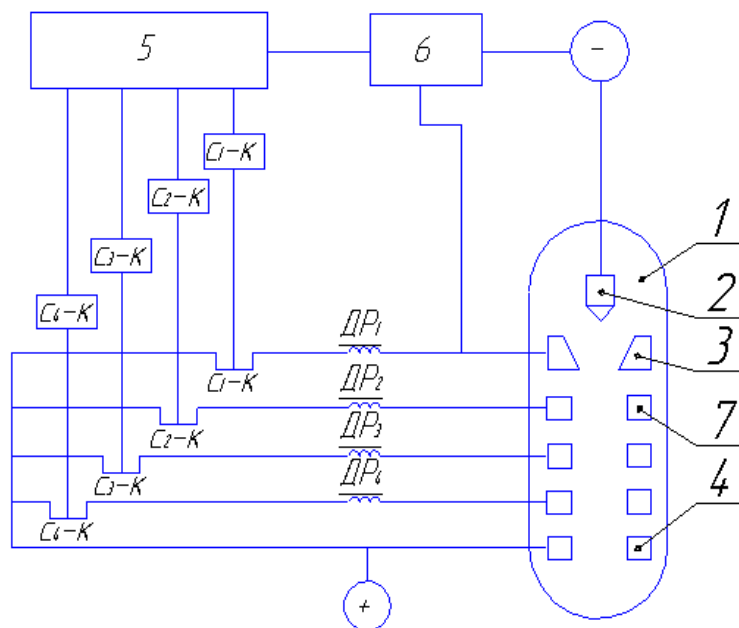


Рисунок 2 – Схема запалювання дуги.

1 - плазмотрон; 2 - катод; 3 - вхідне сопло; 4 - вихідне сопло; 5 - блок керування; 6 - осцилятор; 7 - секція МЕВ; ДР-дросель; С-К – контактори

Цей плазмотрон вирізняється високою ефективністю перетворення електричної енергії на теплову, забезпечуючи оптимальний коефіцієнт корисної дії технологічного процесу.

Розробка плазмотрона дозволить збільшити асортимент деталей, які можна відновлювати, та максимально задіяти потенціал плазмової установки.

## Література

1. Бучко І. О., Добранський С. С. Розробка плазмотрона для наплавлення зносостійких, фрикційних та інших спеціальних покриттів // Крамаровські читання : зб. тез доп. XI Міжнар. наук.-техн. конф., присвяч. 117-й річниці від дня народж. д-ра техн. наук, проф., віцепрезидента УАСГН Крамарова В. С. (1906–1987), (Київ, 2024 р.) / НУБіП України. – Київ, 2024. – С. 41.

УДК 621.74

### КОМБІНОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПОРШНИХ КІЛЕЦЬ ІЗ СТАЛІ 18X2H4MA

**Чернета Олег Георгійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортно-логістичних систем, Дніпровський державний технічний університет, e-mail: [OCherneta@gmail.com](mailto:OCherneta@gmail.com), ORCID: 0000-0002-3871-6923

**Бондюк Деніс Миколайович**, аспірант кафедри автомобілів та транспортно-логістичних систем, Дніпровський державний технічний університет, e-mail: [dbondyuk@gmail.com](mailto:dbondyuk@gmail.com).

**Скороход Максим Вікторович** - аспірант кафедри автомобілів та транспортно-логістичних систем, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, e-mail: [maxsymckrhd@gmail.com](mailto:maxsymckrhd@gmail.com)

**Кучер Євген Геннадійович** – здобувач вищої освіти 2- (магістерського) рівня кафедри АТЛС, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, e-mail: [joker2208276@gmail.com](mailto:joker2208276@gmail.com)

При виробництві деталей двигуна, а саме циліндро-поршневої групи з метою покращення зносостійкості та експлуатаційній надійності поршневих кілець виникає потреба пошуку альтернативних матеріалу. Перспективним рішенням є використання легованих сталей марок 18X2H4MA, 38X2H4MA, 50XФА на зміну 15X2ГН2ТРА, 20X2H4A. При хіміко-термічній обробці поверхневого шару деталей матеріали набувають підвищені властивості з зносостійкості, корозійної стійкості. До найбільш привабливих технологій зміцнення можна віднести комбіновані способи обробки поверхневого шару — азотування, борування з наступною лазерною обробкою поверхні.

Азотування дозволяє на сталях 18X2H4MA, 38X2H4MA, 50XФА отримати щільний азотований шар товщиною до 160 мкм. Лазерна обробка азотованої поверхні приводить до утворення складних твердих фаз з комбінованими мікроструктурами і особливими властивостями поверхневого шару. Значна твердість, зносостійкість обумовлена наявністю в поверхневому шарі складних карбідів, нітридів заліза та окремих компонентів легованих елементів, що входять до хімічного складу сталей [1-4]. Основною проблемою при обробці