

КОНСТРУКЦІЯ ЛАЗЕРНО-ІНТЕГРОВАНОГО ПЛАЗМОТРОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі запропоновано модернезування конструкції лазерно-дугового плазмотрона непрямої дії, для забезпечення нанесення тонких покриттів, або модифікацію поверхні

Ключові слова: інтегровані процеси, плазмово-дуговий плазмотрон, комбінований розряд, катод, міжелетродна вставка.

Annotation

The paper presents the upgrade constructions laser-arc torch indirect action to ensure the application of thin coatings or surface modification

Keywords: integrated processes, plasma-arc plasma torch, combined discharge cathode mizheletrodna insert.

Вступ

Інтегровані процеси нанесення покриттів, модифікації поверхні та реалізації плазмохімічних процесів можуть бути використані у різних галузях техніки для нанесення зносостійких, корозійностійких, теплозахисних, декоративних та інших видів покриттів, модифікації поверхні та плазмохімічного синтезу матеріалів.

Сфокусований плазмовий потік лазерним струменем створює можливості концентрувати потік енергії та забезпечувати траєкторію його руху за технологічними умовами.

Відомий пристрій для лазерно-плазмового порошкового наплавлення при спільному використанні плазмової дуги і лазерного випромінювання. У даному плазмотроні прямої дії дуга постійного струму горить у аксіальному потоці плазмоутворюючого газу (аргону) між тугоплавким (вольфрамовим) трубчатим катодом та виробом, що наплавляється (анодом). Через отвір катода у розряд вводиться сфокусований оптичною системою пучок випромінювання CO₂-лазера безперервної дії, що розповсюджується вздовж осі плазмотрона. [1]

Метою роботи є модернізація конструкції лазерно-дугового плазмотрона непрямої дії, що забезпечує нанесення покриттів, проведення газофазних процесів (CVD) з осадженням тонких покриттів або модифікацію поверхні [2].

Результати дослідження

Інтегрований лазерно-дуговий плазмотрон [2] забезпечує проведення газофазних процесів (CVD) з нанесенням тонких покриттів або модифікацією поверхні шляхом подачі реакційних газів або парів. У випадку реалізації CVD-процесу, реакційні гази або пари вводяться у склад газу-завихрювача.

Конструкція плазмотрона забезпечує горіння електричних дуг паралельно від двох катодів до сопла-анода та можливість подачі напилюваного порошку в сформований безструмовий плазмовий струмінь, довжина якого забезпечує нагрів до стадії плавлення часток порошку, які напилюються в період руху до виробу, а розфокусування лазерного пучка на поверхні виробу в комплексі з поглинанням частки лазерного випромінювання при взаємодії сфокусованого випромінювання CO₂-лазера з плазмою стовпа дуги дозволяє забезпечити розподілений термічний вплив на поверхню виробу.

Недоліком відомого плазмотрона є те, що застосована схема забезпечує горіння дуги постійного струму між вольфрамовим трубчатим катодом і виробом, що наплавляється (анодом), а лазерний пучок, проходячи по каналу плазмотрона, фокусується у міждуговому проміжку біля поверхні виробу, в результаті значного тепловкладення у виріб, що обробляється від дуги прямої дії і лазерного випромінювання має місце інтенсивний нагрів виробу, а коротка дистанція між плазмотроном та виробом обмежує можливий час нагріву напилюваного порошку в дузі, що не

дозволить часткам порошку перейти у розплавлений або пластичний стан, що необхідно для формування на поверхні виробу шару покриття.

Поставлена мета вирішується тим, що інтегрований лазерно-дуговий плазмотрон відповідно до корисної моделі, додатково містить металеву міжелектродну вставку (МЕВ), завихрювач, сопло-анод і вузол подачі порошку, причому в анодному вузлі плазмотрона виготовлений спеціальний канал – завихрювач видовженої рефленої форми для подачі газу-завихрювача, реакційних газів або парів. Така конструкція плазмотрона забезпечує горіння електричних дуг паралельно від двох катодів до сопла-анода та можливість подачі напилюваного порошку в сформований безструмовий плазмовий струмінь, довжина якого забезпечує нагрів до стадії плавлення часток порошку, які напилюються в період руху до виробу, а розфокусування лазерного пучка на поверхні виробу в комплексі з поглинанням частки лазерного випромінювання при взаємодії сфокусованого випромінювання CO₂-лазера з плазмою стовпа дуги дозволяє забезпечити розподілений термічний вплив на поверхню виробу.

Інтегрований лазерно-дуговий плазмотрон функціонує наступним чином: підпал основної дуги виконується на ділянці катод-МЕВ черговою дугою і в подальшому відбувається витягування (перекидання) дуги на ділянку катод-сопло-анод. Регулювання потужності плазмотрона здійснюється за рахунок регулювання величини струму на джерелі живлення.

Принцип роботи плазмотрона показано на рисунку 1.

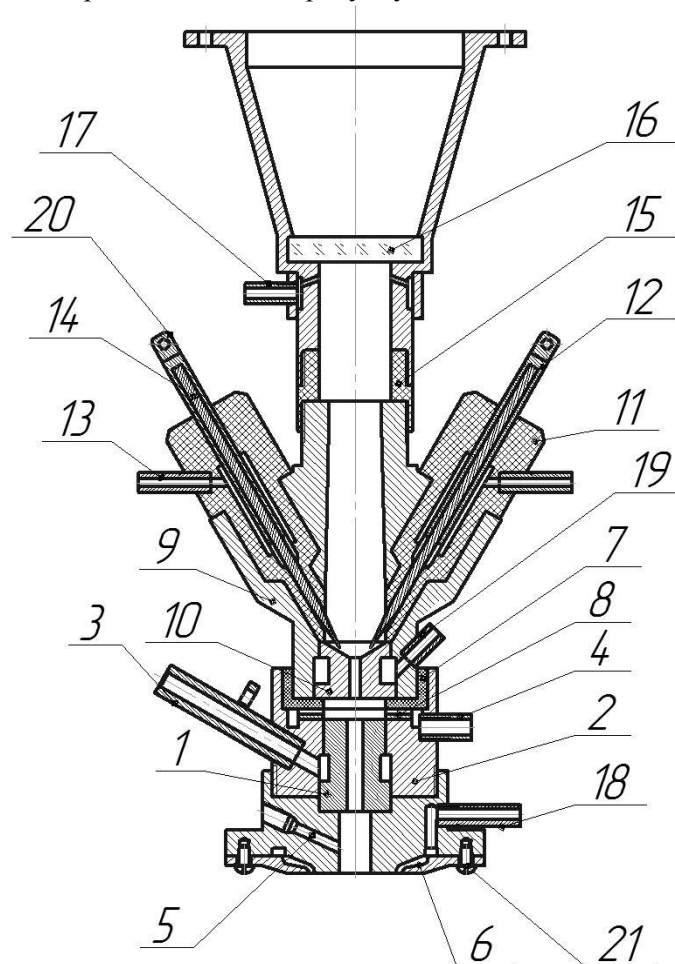


Рис. 1 – Лазерно-дуговий плазмотрон

В анодному вузлі плазмотрона розташовується анод-сопло 1 з уступом для стабілізації дуги. Анод-сопло встановлено в корпус анодного вузла 2. Між стінками анода і корпуса протікає охолоджуюча рідина. Анод має ребра для покращення тепловідводу.

Для входу та виходу охолоджуючої рідини передбачені два штуцери, до одного з яких припаяна клемма струмопідводу 3. Також є штуцер 4 для подачі газу в завихрювач.

До нижньої частини анодного вузла кріпиться вузол подачі порошку (в плазмовий струмінь) і

подачі захисного газу. Подача порошку здійснюється через канал 5, отвір котрого проходить під зріз сопла.

Подача захисного газу здійснюється через штуцер 18, що розташований в анодному вузлі, по каналах анодного вузла до сопла захисного газу 6, яке кріпиться до анодного вузла гвинтами 21.

Анодний вузол у верхній частині приєднаний через втулку-ізолятор 7, завихрювач 8 (видовжене кільце з ріфленими концентричними пазами) та ізолятор, до корпусу 9 з міжелектродною вставкою 10.

Охолодження МЕВ 10 здійснюється рідиною, що протікає між стінками корпусу і зовнішньою поверхнею самої МЕВ. Вставка має ребра для покращення теплопроводу. Вхід і вихід води здійснюється через штуцери 19, що вкручуються в корпус плазмотрона. Струмопідвод до МЕВ здійснюється через клему на корпусі плазмотрону.

Корпус плазмотрону 9 у верхній частині має два отвори, що розташовані по боках для установки катодних вузлів, і один отвір у центрі для кріплення оптичного вузла.

Два катодних вузли мають однакову будову. Катодний вузол складається з ізолятора 11, цанги для закріплення катодів 12, клеми струмопідводу 20.

Подача плазмоутворюючого газу виконується через штуцер 17, що розташований на стінці корпусу оптичного вузла.

Подача аргону для захисту катодів здійснюється паралельно на два вузли через штуцери 13 подачі захисного газу на корпусах катодних вузлів, далі газ подається по каналу в корпусі та цанзі та виходить між катодом 14 та ізолятором. Катоди розташовані симетрично, під кутом відносно осі плазмотрона.

До корпусу плазмотрону через ізолюючу діелектричну гайку 15 приєднано оптичний вузол. Оптичний вузол забезпечений плоскопаралельною пластиною 16 для проходження лазерного пучка та герметизації каналу плазмотрона.

Плазмоутворюючий газ надходить через штуцер 17, що розташований на стінці корпусу оптичного вузла. Газ, проходячи через концентричні отвори, що одночасно здійснюють охолодження лінзи знизу. Далі газ проходить вниз по каналу оптичного вузла і каналу корпусу плазмотрона, попадає у дуговий проміжок катод-МЕВ-анод-сопло, іонізується та утворює плазмовий струмінь.

Витрати газів (плазмоутворюючого газу, газу для захисту катодів, газу-завихрювача і транспортуючого газу для подачі порошку) регулюється окремо.

Лазерний пучок, проходячи на своєму шляху лінзу, вузол юстирування, канал корпусу плазмотрона і МЕВ - фокусується у дуговому проміжку каналу сопла-анода. Введення лазерного пучка у дугову плазму вздовж осі плазмоформуючого каналу дозволяє формувати комбінований лазерно-дуговий розряд, що виникає при взаємодії сфокусованого випромінювання CO₂ - лазера з плазмою стовпа дуги. Виникнення зони комбінованого розряду забезпечує проведення газофазних процесів (CVD) з нанесенням тонких покриттів або модифікацією поверхні шляхом подачі реакційних газів або парів.

Для реалізації процесу напилювання покриттів, матеріал покриття подається транспортуючим газом через канал, отвір якого знаходиться під зрізом сопла.

Для визначення маси пристрою застосували програму Компас. Для цього спроектували 3D – модель розпилювального пристрою (рисунок 2).

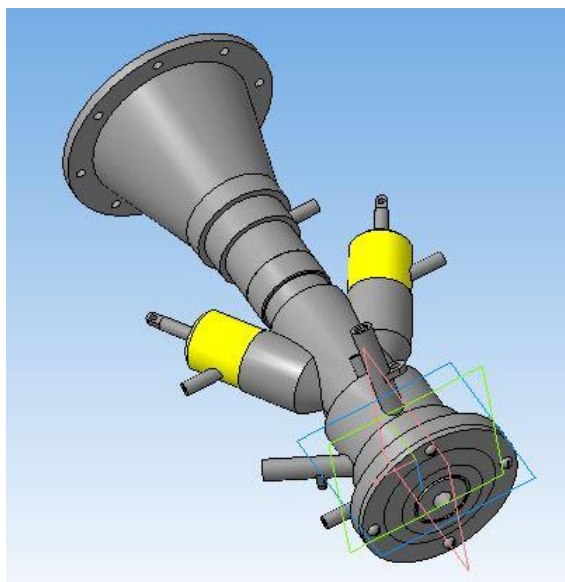


Рис. 2 – 3D – модель лазерно-дугового плазмотрону

Висновки

В результаті модернізації інтегрований лазерно-дуговий плазмотрон відповідно до корисної моделі, додатково містить металеву міжелектродну вставку (МЕВ), завихрювач, сопло-анод і вузол подачі порошку, а в анодному вузлі плазмотрона виготовлений спеціальний канал завихрювач видовженої форми для подачі газу-завихрювача, реакційних газів або парів. У результаті змішання повітряних потоків у порожнині вставки утвориться зона тільки з тангенціальним напрямком руху газу. У цій зоні формується мінімальний тиск газу й саме в цій зоні здійснюється прив'язка дуги. Це забезпечує горіння електричних дуг паралельно від двох катодів до сопла-анода та можливість подачі напилуваного порошку в сформований безструмовий плазмовий струмінь

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сом А. И. Лазер+плазма: поиск новых возможностей в наплавке / Сом А. И., Кривцун И. В. // Автомат, сварка. – 2000. – № 12. – С. 36-41.,
2. Патент на корисну модель № U 2011 11183 «Інтегрований лазерно-дуговий плазмотрон» Публікація відомостей 12.03.2012, Бюл. № 5 про видачу патенту. Автори: Ющенко К. А., Кривцун І. В., Борисов Ю. С, Фомакін О. О., Войнарович С. Г.

Джура Вадим Олександрович – студент групи ЗВ-15м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vadim.dzhura@mail.ru

Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: epshilina.tpz@mail.ru

Dzhura Vadim Oleksandrovitch – student of the ZV-15m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: : vadim.dzhura@mail.ru

Shilina Olena Pavlivna – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@mail.ru