

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЛАЗМО - ДЕТОНАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ МАТЕРІАЛІВ

Винахід відноситься до плазмового обладнання, призначеного для обробки матеріалів, переважно поверхонь різних сталевих виробів з метою їх гартування, оплавлення, легірування, аморфізації і т. і., а також для напилення покриттів, сфероїзації, роздроблення матеріалів і т. і.

Є відомим пристрій для плазмової обробки поверхнів деталей (див. кн. Лещинский Л.К, Самотугин С.С., Пирс ИИ., Комар В.И Плазменное поверхностное упрочнение. - Киев: Техника, 1990.-106 с.) Пристрій містить генератор плазмової струї (плазмотрон), джерело постачання електричного струму та систему газопостачання. Недоліками цього пристрою є його ускладненість, недостатня надійність, технологічні труднощі нагрівання локальних ділянок поверхонь. Також відомим є пристрій для обробки матеріалів, в тому числі поверхонь сталевих виробів, створений у вигляді імпульсного підкорювача плазми (див. книги: Шоршоров М.Х., Манохин АИ. Теория неравновесной кристаллизации плоского слитка -М.: Наука, 1992.-103 с; Лебедев АД, Урюков. Импульсные ускорители плазмы высокого давления. Б.А.-АИ СССР. Сибирское отделение. Институт теплотехники. Новосибирск, 1990.-291 с). Цей пристрій має зовнішній та внутрішній електроди, які під'єднані до накопичувача з електричної енергії (за звичаєм, це переважно конденсаторна батарея) та розрядник одного з відомих типів - повітряний атмосферного тиску, вакуумний іскровий, газонатискний, ігнітронний тиристорного типу, електронний або інший. Недоліком цього пристрою є низька надійність розрядника, а також відносно високі витрати електричної енергії на технологічні цілі при обробці матеріалів. Крім того, розрядник має малий термін надійної роботи і великі витрати енергії, які досягають 40% енергії розряду.

Є відомим пристрій для плазмо-детонаційної обробки, що прийнятий як прототип цього винаходу і який описано в статті: Ющенко К.А, Тюрин Ю.Н., Астахов Е.А., Борисов Ю.С. Упрочнение деталей с применением плазменно-детонационной технологии. Современные достижения в области техники и применения газотермических и вакуумных покрытий: Сб. Научн. Трудов.-Киев: ИЭС им. Е.О. Пагона, 1991.-С.132-139.

Цей пристрій складається з реакційної камери, яка виконує роль зовнішнього кільцевого електроду, аксіального електроду, ізолятора, детонаційної камери запалювання, свічки запалювання, індуктора, блока електричного живлення, а також системи постачання пального (суміші газів). Цей пристрій, прийнятий як прототип, у порівнянні з раніше описаними аналогами, відрізняється простотою конструкції, невеликими розмірами, більш високим коефіцієнтом використання енергії, а також зниженням затрат на обробку у зв'язку з відносним уменшенням витрат електроенергії та частковим використанням більш дешевої енергії горіння горючих газів (природного, метану, пропан-бутану і т.і.).

Недоліком цього пристрою є низька стійкість ізолятора між електродами через безпосередній вплив на нього імпульсної плазми, що виникає в реакційній камері.

В основу поданого винаходу покладено задану підвищення стійкості ізолятора, роз'єднуючого внутрішній та зовнішній електроди пристрою, шляхом усунення безпосереднього впливу на нього імпульсної плазми, що виникає в реакційній камері. Через те матеріал ізолятору не піддається термічній, електротермічній та електрохімічній діям плазми і час його надійної роботи збільшується.

Для вирішення цієї проблеми в пристрої для плазмо-детонаційної обробки матеріалів, що містить внутрішній аксіальний та зовнішній кільцевий електроди, ізолятор, роз'єднуючий ці електроди, детонаційну камеру горіння, підпалювач газової суміші, реакційну камеру, що створена зовнішнім кільцевим електродом, блок електричного живлення, накопичувач електричної енергії та систему подання пального (газової сумішки), згідно винаходу, детонаційну камеру горіння зроблено у внутрішньому аксіальному електроді з вихідним отвором до реакційної камери, а ізолятор розташовано так, що між ним та вихідним отвором детонаційної камери горіння є напівзамкнена кільцева порожнина. Внутрішній електрод може бути створеним у вигляді коаксіально розташованих стержня та трубки, а кільцева напівзамкнена порожнина між ними створює детонаційну камеру горіння. Інше конструктивне рішення полягає в тому, що внутрішній електрод зроблено у вигляді порожнистого циліндру, утворюючого порожнисту камеру горіння, що в місці вихідного отвору переходить в безперервний стержень.

В цьому винаході ізолятор, що роз'єднує зовнішній та внутрішній електроди, розташовано за межами реакційної камери, де створюється плазма. Причому, між

зоною існування плазми та ізолятором знаходиться інертне газове середовище, яке заповнює напівзамкнену порожнину, що включає безпосередній контакт плазми та ізолятора. При витіканні продуктів детонації із детонаційної камери горіння в реакційну камеру високошвидкісний струмінь продуктів детонації буде інжектувати газ із напівзамкненої кільцевої порожнини між зовнішнім електродом та детонаційною камерою горіння. Розріджування, яке створюється при цьому в напівзамкненій кільцевій порожнині, є додатковим фактором, що ускладнює можливість електричного розряду між детонаційною камерою горіння та зовнішнім електродом.

Радіальний зазор в кільцевій напівзамкненій порожнині між стінками детонаційної камери горіння та зовнішнього електроду має бути зроблено за розміром, не меншим ніж розмір радіального зазору між електродами в реакційній камері. При виконанні цієї умови величина пробивної напруги в кільцевій напівзамкненій порожнині, заповненій електронейтральним газом, буде більшою, ніж величина пробивної напруги в реакційній камері, що заповнюється високотемпературними іонізованими продуктами детонації пального.

Кільцева напівзамкнена порожнина між стінками детонаційної камери горіння та зовнішнім електродом може бути створена конічною, що звужується в напрямку вихідного отвору. В цьому випадку величина напруги пробою в кільцевій напівзамкненій порожнині в міру наближення до ізолятору буде підвищуватись, що покращує технологічну надійність роботи пристрою.

Зовнішня поверхня стінки детонаційної камери горіння, що розташована у середині напівзамкненої кільцевої порожнини, може бути виготовлена з електроізоляційним покриттям, наприклад, із оксиду алюмінію. Причому ці електроізоляційні покриття можуть бути нанесені в межах всієї площі цих поверхонь, або тільки на частці у вигляді кільцевих ділянок, що прилягають до виходу із детонаційної камери горіння в реакційну камеру на довжині, не менш ніж розмір радіального зазору між стінками напівзамкненої порожнини. Наявність електроізоляційних покриттів сприяє зростанню пробивної напруги, чим підвищує технологічну надійність роботи пристрою. Вибір довжини кільцевих ділянок з електроізоляційним покриттям не менш і ніж величина радіального зазору забезпечує додатковий захист від пробою радіального зазору при можливому натіканні високотемпературних продуктів детонації в кільцеву напівзамкнену порожнину.

Сутність наданого винаходу пояснюється двома кресленнями. Так, на Фіг.1 представлено схематичне зображення пристрою для плазмо-детонаційної обробки поверхонь матеріалів, в якому внутрішній електрод зроблено у вигляді коаксіально розташованих стержня та трубки; на Фіг.2 - схематичне зображення пристрою з внутрішнім електродом у вигляді порожнього циліндру, що переходить в безперервний стержень, а напівзамкнену кільцеву порожнину зроблено конічною.

Пристрій для плазмо-детонаційної обробки матеріалів, зображений на Мал. 1, містить центральний стержень 1 та коаксіально поєднану з ним більш коротку трубку 2, що в сукупності утворюють внутрішній аксіальний електрод, зовнішнього кільцевого електроду 3, який зроблено східчастим; ізолятора 4, що роз'єднує внутрішній та зовнішній електроди; камери запалювання 5; системи газопостачання 7 (СТО), під'єднаної до камери запалювання; блока електричного живлення (БЕЖ) 8, з'єднаного з накопичувачем електричної енергії (НЕЕ); блока управління (БУ) 10, пов'язаного з підпалювачем пального 6 та системою газопостачання 7. Звужена вихідна частка зовнішнього електроду 3 охоплює конічну ділянку стержня 1, кільцевий зазор між якими створює реакційну камеру 11. Розширена частина зовнішнього електроду 3 охоплює вихідну частину трубки 2 та створює між ними кільцеву напівзамкнену порожнину 12, що відділена від навколишнього середовища ізолятором 4. Кільцева порожнина між внутрішніми стінками трубки 2 та стержнем 1 є детонаційною камерою горіння 13. Накопичувач електричної енергії 9 шиною 14 під'єднано також до вихідної (звуженої) частини зовнішнього електроду 3. Зовнішня поверхня трубки 2 біля вихідного отвору має високотемпературне електроізоляційне покриття 16. Таке ж саме покриття має внутрішня поверхня зовнішнього електроду 3 в місці переходу від поширеного перерізу до вузького.

Пристрій для плазмо-детонаційної обробки поверхонь матеріалів працює так: по команді з блока управління 10 система газопостачання 7 подає до камери запалювання 5 горючу газову суміш - наприклад, пропан-бутан + кисень. Газова суміш з камери запалювання 5 подається в детонаційну камеру горіння 13, далі в реакційну камеру 11 та наповнює її, витискає залишкові гази через відкритий кінець реакційної камери до атмосфери. В цей же час блок електричного живлення 8 заряджає накопичувач електричної енергії (конденсаторну батарею) 9. Після наповнення детонаційної камери горіння 13 та реакційної камери 11 сумішкою газів та завершення заряджування накопичувача електричної енергії 9 блок управління

подає команду до підпалювача 6, який Ініціює горіння суміші в камері 5. Вихід продуктів горіння суміш в детонаційну камеру 13 ініціює в ній детонацію. Фронт детонаційного горіння пального рухається зі швидкістю понад 2...3 км/с до вихідного отвору. В цьому ж напрямку тече високотемпературний потік продуктів газової детонації. При переході детонації до реакційної камери 11 кільцевий зазор між електродами заповнюється високотемпературним іонізованим газовим середовищем, що веде до пробоя проміжка між електродами і в системі виникає струм, що тече по внутрішньому та зовнішньому електродах. Струмова петля, яка складається із електродів та плазмового проміжку, поширюється, що сприяє перетиску детонаційної хвилі та підвищенню її швидкості до 5...8 км/с. При протіканні плазми електричного струму виділяється джоулева теплота, що сприяє підвищенню температури плазми. Імпульсний плазмовий потік, витікаючи із реакційної камери, взаємодіє з поверхнею обробляемого матеріалу, що веде до формування на поверхні матеріалу шару ударно-стисненої плазми. Внаслідок дії цього шару повернена ділянка обробляемого матеріалу за дуже малий термін - менш ніж за 1 мс, нагрівається до високої температури. Величину цієї температур можна регулювати, змінюючи об'єм пального, ємність та напругу заряду конденсаторів як до понадплавильних значень, так і до оплавлення. Слідуюче надзвичайно швидке охолодження ділянки поверхні обробляемого матеріалу веде до фіксації високотемпературного стану поверхні. В залежності від режиму роботи пристрою та складу плазми можуть виконуватись операції поверхневого гартування, відпекання, відпуску, легірування і т.і.

Пристрій для плазмово-детонаційної обробки матеріалів, який зображено на Мал.2, складається з центрального стержня 1 та соосно під'єднаної до нього глухої трубки 2, що разом створюють внутрішній аксіальний електрод; зовнішнього кільцевого електроду 3, зробленого східчастим; ізолятора 4, електрично роз'єднуючого внутрішній та зовнішній електроди; камери підпалювання 5, під'єднаної до трубки 2 біля вхідного отвору; підпалювача пального 6, який вмонтовано в камеру підпалювання 5, системи газопостачання 7, під'єднаної до камери підпалювання 5; блока електричного живлення (БЕЖ) 8, що під'єднано до накопичувача електричної енергії (НЕЕ), наприклад, конденсаторної батареї 9; блока управління (БУ) 10, пов'язаного з підпалювачем газової суміші 6 та системою газопостачання 7. Вихідна звужена частина зовнішнього електроду 3 охоплює стержень 1, кільцевий зазор між якими створює реакційну камеру 11.

Поширена конічна частина зовнішнього електроду 3 охоплює вихідну частину трубки 2, створюючи між ними кільцеву напівзамкнену порожнину 12, що заглушена з одного боку ізолятором 4. Внутрішня порожнина трубки 2 створює детонаційну камеру горіння 13. Накопичувач електричної енергії 9 шиною 14 під'єднано також до вихідної (звуженої) частини зовнішнього електроду 3. Поверхні обертання кільцевої порожнини 12 зроблено з електроізоляційним покриттям: 15 - на трубці 2, 16 - на конічній частині зовнішнього електроду 3. Вихідний кінець трубки 2, до якого під'єднано стержень 1, має наскрізні отвори 18, через які детонаційна камера горіння 14 поєднана з реакційною камерою 12.

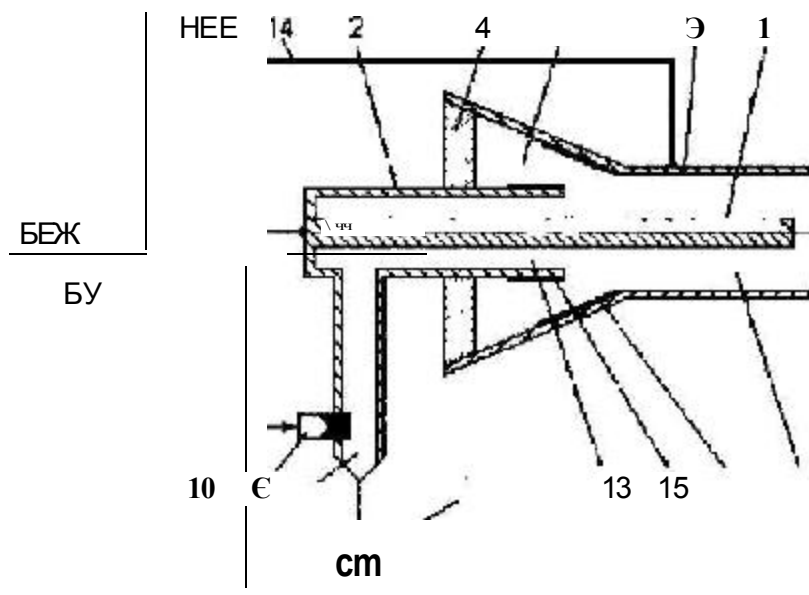
Пристрій для плазово-детонаційної обробки матеріалів, що зображено на мал. 2, працює як і пристрій, зображений на мал. 1.

Цироректор з НДР

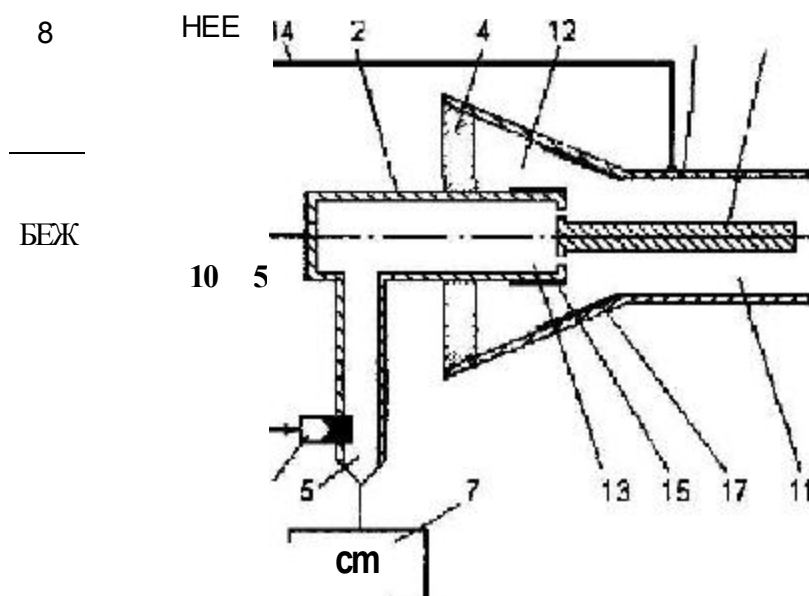


Голубничий ІЛЛ

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЛАЗМО - ДЕТОНАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ МАТЕРІАЛІВ



Фиг. 1



3 1

Фиг. 2

Автори: Харламов Юрій Олександрович
Папетов Євгеній Геннад'євич
Холод Костянтин Іванович