



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **84917** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
C23G 5/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

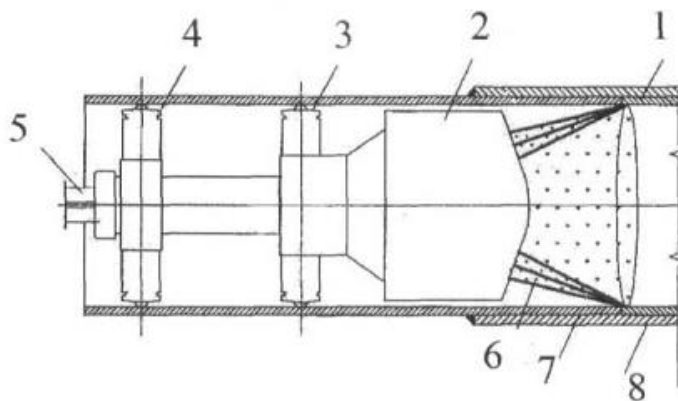
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 03639	(72) Винахідник(и): Тутик Валерій Анатолійович (UA), Масляний Микола Віталійович (UA), Надтока Володимир Миколайович (UA), Литвиненко Олена Гнатівна (UA), Дейнеко Леонід Миколайович (UA), Маслеников Дмитро Валентинович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.03.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.11.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.11.2013, Бюл.№ 21	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ, пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ-5, 49600 (UA)

(54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОГО ОЧИЩЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ТА/АБО ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ТРУБ

(57) Реферат:

Спосіб очищення внутрішньої та/або зовнішньої поверхні труб включає обробку циліндричної поверхні труб та передбачає видалення забруднень та модифікацію поверхні труб висококонцентрованим джерелом енергії, у вакуумі, при подачі робочого інертного газу. Як висококонцентроване джерело енергії використовують електронну газорозрядну гармату з поверхневою питомою потужністю до 10^5 Вт/см², яка інжектуює конічні та кільцевидні суцільні або багатопроменеві електронні пучки.



Фіг. 1

UA 84917 U

Корисна модель належить до способів термічної обробки, зокрема до обробки виробів висококонцентрованими джерелами енергії у вакуумі, та може бути використана для очищення внутрішньої та/або зовнішньої поверхні труб від забруднень та мастила та підготовки поверхні перед нанесенням покриттів.

5 Відомий спосіб очистки поверхні труб від полімерного покриття (патент РФ 2139152, МПК 6 B08B 7/04, опубл. 10.10.1999 р.), за яким очищення включає нагрів поверхні труби, механічний вплив та наступне очищення електродуговими розрядами при атмосферному тиску в середовищі захисного, відновлювального або захисно-відновлювального газу, а потім у вакуумі в режимі зростаючої вольт-амперної характеристики, причому електродугові розряди пересувають по поверхні виробу механічно та/або магнітними полями. Недоліком є складність цього методу, його багатостадійність та недостатній ступінь очищення поверхні, його енерговитратність.

10 Відомі спосіб та пристрій для плазмового коаксіального магнетронного очищення внутрішньої поверхні труб (патент США US 6767 436 B2, МПК 7 C23C 14/34, опубл. 27.07.2004 р.) у вакуумній камері. Цей спосіб передбачає нанесення тонкого шару покриття після очищення. Недоліком цього способу є складність пристрою та коштовність обробки.

15 Відомі спосіб та пристрій для плазмового магнетронного нанесення покриттів очищення внутрішньої поверхні труб (патент США US 8 273 222 B2, C23C 14/00, опубл. 25.09.2012 р.). Але очищення за цим способом є частиною процесу нанесення покриттів, та для очищення поверхні труб без нанесення покриттів його використання недоцільне.

20 Відомий спосіб, який реалізується на пристрої плазмової очистки циліндричних поверхонь за місцем (патент США US 7320331 B1 C23C 14/34, опубл. 22.01.2008 р.), при якому у процесі очищення використовується плазма, що генерується по місцю за допомогою пристрою плазмової очистки циліндричних поверхонь мішені та підшару одночасно або роздільно.

25 Недоліками цього пристрою є використання магнітного поля, дорогого магнетронного обладнання, складність пристрою для очищення, складність регулювання параметрів процесу для досягнення оптимального ступеня очищення, низький КПД, неможливість отримання високої концентрації енергії з-за переходу в електродуговий розряд.

30 Найбільш близьким по результату, що досягається, та технічній суті до заявленого технічного рішення (прототипом), є спосіб плазмово-хімічного осадження з газової фази на внутрішню поверхню пустотілого виробу (патент РФ 2446230, МПК C23C 16/22, опубл. 27.03.2012). Спосіб використовується для нанесення або видалення матеріалу з внутрішньої поверхні пустотілого виробу, в особливості виготовленого з неметалевого матеріалу, що має протягненість у довжину та один отвір. За цим способом у вакуумну камеру встановлюють пустотілий виріб. Герметизація вакуумної камери здійснюється до тиску 0,001-20 Па. У пустотілий виріб вводять газову трубку з кінцевим газовим соплом. У вакуумній камері розташований високочастотний електрод. При створенні високочастотного електричного поля на ВЧ - електроді на кінцівці газової трубки запалюється плазма низького тиску. Одразу ж після подавання робочого інертного газу у камеру при запалюванні плазми утворюється іонізований газ, який містить значну частину вільних носіїв заряду, що швидко рухаються - іонів та електронів. В середовищі плазми низького тиску електрони мають такі високі енергії, що при зіткненні з нього імпульс передається на частини забруднень (субстрат), та його поверхня розпилюється та видалається.

45 Проте цей спосіб має недоліки. Спосіб видалення забруднень за прототипом має дуже низький ККД (для процесу генерації плазми) ~ 5-10 %. Він призначений здебільшого для неметалевих виробів. Перед видаленням забруднень пустотілий виріб необхідно закрити з однієї сторони кришкою, для утримання плазми всередині. Крім цього, оскільки плазму можна запалювати і утримувати тільки всередині закритого пустотілого виробу, за цим способом неможливо обробляти зовнішню поверхню пустотілого виробу.

50 Технічним результатом корисної моделі, що пропонується, є очищення внутрішньої та/або зовнішньої циліндричної поверхні при використанні енергії електронного пучка для подальшого нанесення покриттів та підвищення якості очищення робочої поверхні труби.

55 Вказаний технічний результат досягається тим, що як очищаючу субстанцію використовують потік електронів, генерований газорозрядною електронною гарматою на основі ВТР. Велика швидкість нагрівання потоком електронів з керованою питомою потужністю та швидкого відводу тепла сприяє якісному та швидкому очищенню за рахунок випаровування забруднень внутрішньої та/або зовнішньої поверхні труби.

60 Застосування способу, що пропонується, дозволяє підвищити ККД процесу очищення до 80 % та більше, обробляти як внутрішню та і зовнішню поверхню труби, забезпечити плавне регулювання параметрів очищення, досягнути економії енерговитрат, при низькій вартості

обладнання і екологічній чистоті процесу. Перевагами способу очищення, що пропонується, є високий коефіцієнт корисної дії процесу ($K_{КД} \geq 80\%$), висока поверхнева питома потужність, високі швидкості видалення забруднень в зоні дії електронного пучка, можливість точного дозування енергії в просторі і часі, пристосованість параметрів обробки до конкретного виробу порівняно з плазмовою обробкою, яка не піддається точному керуванню та має дуже низький ККД.

Суть пропонованої корисної моделі способу очищення внутрішньої та/або зовнішньої поверхні труби полягає в спрямованому впливі високоенергетичного потоку електронів газорозрядної електронної гармати, яка має вузол переміщення та центрування, регулюванні потужності випромінювання для оптимального очищення та/або оплавлення поверхні труби. Очищення здійснюють шляхом дії електронного пучка у формі конуса або кільця; скануванням електронного пучка по поверхні труби, у ході поступального руху пристрою або труби, в результаті чого оброблюється вся внутрішня або зовнішня поверхня труби. При обробці електронним струменем, що формується газорозрядною гарматою, поверхневий шар металу та забруднень випаровується та видалається відкачуваною системою за рахунок подачі потоку газу. В результаті досягається вирівнювання неоднорідностей поверхні, та відбувається також оплавлення та обезгажування поверхневого шару виробу.

Спосіб реалізується за допомогою пристрою, що складається з вузла очищення, в який входить електронна газорозрядна гармата, що створює електронний конусний та кільцевий пучок суцільний або багатопроменевий, система переміщення та центрування та блок електропостачання гармати. Спосіб дозволяє модифікувати або знімати шар з поверхні, очищення ведеться у вакуумі з $K_{КД} \geq 80\%$. Газорозрядна електронна гармата на основі високовольтного тліючого розряду (ВТР) може працювати умовах низького вакууму $P < 10^{-13}, 3$ Па нейтрального газу і створювати електронні пучки (ЕП) різного профілю.

Проектування електронної гармати виконано таким чином, щоб гармата задовольняла наступним параметрам:

Прискорюючі напруга	$U < 10$ кВ;
Потужність	$N < 20$ кВт;
Максимальний діаметр гармати	$d_{\text{гармати max}} \approx d_{\text{зовн. труби}} + 8$ мм
Кут конуса при вершині	$\beta > 60^\circ$
Діапазон робочого тиску	$P < 13,3$ Па
Робочий газ	аргон, гелій, водень

Діаметр гармати вибирається за умовами:

для обробки внутрішньої поверхні труби $d_{\text{гармати 1}} \approx d_{\text{вн. труби}} - 8$ мм;

для обробки зовнішньої поверхні труби $d_{\text{гармати 2}} \approx d_{\text{зовн. труби}} + 8$ мм.

Суть пропонованої корисної моделі способу електронно-променевого очищення внутрішньої поверхні труб показана на фіг. 1 - схема очищення внутрішньої поверхні труби та на фіг. 2 - схема очищення зовнішньої поверхні труби електронною газорозрядною гарматою.

Технологічна схема очищення внутрішньої циліндричної поверхні є наступною (фіг. 1). Усередині оброблюваної труби 1 створюється вакуум і в електронну гармату подається робочий газ, який створює середовище для запалення ВТР. Створюється робочий тиск та подається охолоджувальна рідина катода. Електронна гармата з корпусом анода 2 розміщується усередині труби. Переміщення та центрування гармати забезпечує система центрування 3-5. Подається висока напруга на катод та інжектується конічний електронний пучок 6 на аноді з отворами відповідно профілю ЕП. Гармата закріплюється направляючою трубою 7 та фіксує трубою 8. При досягненні поверхні труби електронний пучок взаємодіє з поверхнею оброблюваної труби 1 й завдяки високій поверхневій густині енергії обробляє її.

Обробка зовнішньої поверхні труби 1 на фіг. 2 здійснюється при розташуванні корпусу аноду 2 гармати зовні труби, з системою центрування та переміщення 3-5. При подаванні напруги інжектується кільцевидний пучок 6. Гармата закріплюється направляючою трубою 7 та фіксує трубою 8. Очищення здійснюють шляхом дії електронного пучка у формі кільця; скануванням ЕП по поверхні труби, у ході поступального руху труби або гармати, в результаті чого оброблюється вся зовнішня поверхня труби. Високоенергетичні електрони бомбардують поверхню труби, розпорошуючи та випаровуючи бруд та мастила. При обробці параметри роботи електронної гармати вибирають такими, щоб очищення було оптимальним. Видалені частки забруднення виводяться відкачуваною системою за рахунок подачі потоку робочого газу.

Проведено експеримент з очищення двох зразків труб зі сталі X18H10T, на поверхні яких були наявні іржа, окалина та залишки мастила. Очищення внутрішньої поверхні проводили при прискорюючій напрузі 6 кВ та поверхневої питомої потужності $\sim 10^5$ Вт/см². При обробці поверхні труби електронними пучками газорозрядної електронної гармати поверхня труби оплавилась,

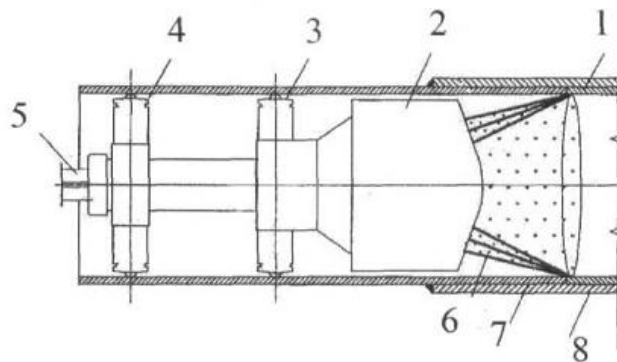
забруднення випарились. На поверхні труби зі сталі X18H10T спостерігався модифікований шар товщиною 0,001-0,004 мм.

Результати макроскопічного, мікроскопічного та хімічного аналізу внутрішньої та зовнішньої поверхні показали відсутність мастила, забруднень, задрів та пошкоджень. Таким чином, електронно-променеве очищення поверхні труб за допомогою заявленого способу дозволяє ефективно видаляти забруднення та отримати чисту поверхню металу труб перед нанесенням покриттів.

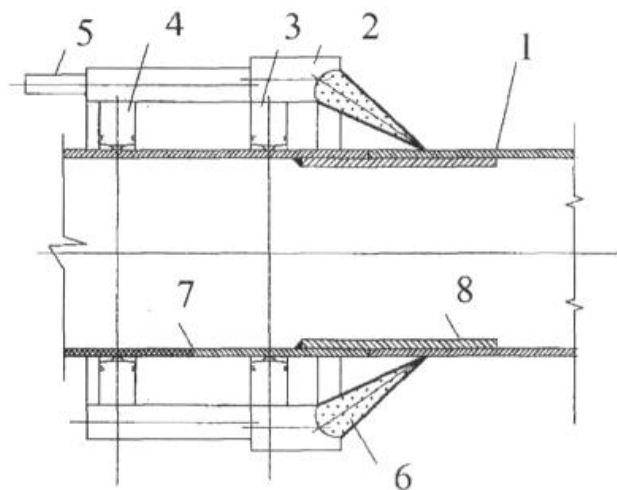
Заявлена корисна модель підтверджена експериментами по очищенню поверхні спеціальних сталевих труб за допомогою газорозрядних електронних гармат на основі ВТР і може бути багаторазово реалізованою в електронно-променевих технологічних процесах. Тому корисна модель відповідає критерію "промислова застосовність".

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15 Спосіб очищення внутрішньої та/або зовнішньої поверхні труб, який включає обробку циліндричної поверхні труб, що передбачає видалення забруднень та модифікацію поверхні труб висококонцентрованим джерелом енергії, у вакуумі, при подачі робочого інертного газу, який **відрізняється** тим, що як висококонцентроване джерело енергії використовують електронну газорозрядну гармату з поверхневою питомою потужністю до 10^5 Вт/см², яка інжектує конічні та кільцевидні суцільні або багатопроменеві електронні пучки.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601