



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28425 (13) U
(51) МПК (2006)
B23K 9/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ПОКРИТТЯ НА ПОВЕРХНІ ВИРОБУ

1

2

(21) u200708386

(22) 20.07.2007

(24) 10.12.2007

(72) ПАТОН БОРИС ЄВГЕНОВИЧ, UA, ЖАДКЕВИЧ
МИХАЙЛО ЛЬВОВИЧ, UA, ЗЕЛЕНІН ВІТАЛІЙ
ІВАНОВИЧ, UA, ТРЕТЯК МИКОЛА ГРИГОРОВИЧ,
UA, КАВУНЕНКО ПЕТРО МИХАЙЛОВИЧ, UA,
ЗЕЛЕНІН ЄГОР ВІТАЛІЙОВИЧ, UA

(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є.О.
ПАТОНА НАН УКРАЇНИ, UA

(56)

(57) 1. Спосіб формування покриття на поверхні виробу з нанесенням на його поверхню щонайменше одного металевого шару, із застосуванням щонайменше одного обертового інструмента, за допомогою якого в матеріалі покриття і приповерхневій зоні виробу наводять локальну зону надпластичності, який **відрізняється** тим, що на поверхню виробу накладають пластину з матеріалу покриття, яку попередньо піддають механічній та термічній

обробці, на початку першого проходу обертовий інструмент встановлюють перпендикулярно поверхні пластини і, у міру утворення зони надпластичності, занурюють в неї обертовий інструмент під тиском на встановлену глибину, після чого відхиляють обертовий інструмент на кут 1-5° в бік, протилежний напрямку наплавлення, і послідовно здійснюють ряд проходів, при цьому в кінці кожного проходу обертовий інструмент випрямляють перпендикулярно поверхні пластини, зміщують його на крок, величина якого становить 0,9-1,0 ширини ядра проплавлення, після чого відхиляють обертовий інструмент на кут 1-5° в бік, протилежний напрямку наплавлення, і здійснюють черговий прохід.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що сусідні обертові інструменти обертають в протилежних напрямках.

3. Спосіб за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що сусідні обертові інструменти направляють уступом.

Корисна модель відноситься до наплавлення металевих покриттів на поверхні виробів і використовується при виготовленні та відновленні зношених деталей та вузлів у машинобудуванні.

Відновлення виробів, які в процесі експлуатації поступово втрачають свої розміри та форму через спрацювання робочої поверхні, є однією з актуальних проблем в ремонтній галузі - адже часом відновлена деталь може бути набагато дешевшою, ніж нова, а ресурс її роботи не поступається роботоспроможності нової деталі. На сьогоднішній день основним методом вирішення цієї проблеми є наплавлення, тобто нанесення на зношені поверхні шару металу. Наплавлення може бути здійснене багатьма способами, і від того, наскільки правильно буде вибрана технологія відновлення і умови проведення процесу, залежатиме якість деталі. Найбільш високий технічний і економічний ефект при наплавленні досягається в результаті створення виробів з оптимальним поєднанням властивостей наплавленого і основного металів. Потрібні властивості наплавленого шару зазвичай

одержують легуванням, тобто введенням до його складу легуючих домішок. Ефективність легування (або точність заданого хімічного складу наплавленого металу та однорідність його складу по всьому об'єму наплавленого шару) залежить як від вибору способу наплавлення, так і від рівномірності розподілення легуючих елементів в самому матеріалі, з якого власне формують наплавлений шар. Вибір того чи іншого способу наплавлення залежить і від виду (форми) поверхні, яка підлягає наплавленню.

Особливої уваги потребують деталі, що мають плоску поверхню і потребують наплавлення якомога більшої площі при найменшій глибині проплавлення основного металу. Для таких деталей застосовуються ряд технологій, як то: наплавлення під флюсом, широкошарове наплавлення, багатоелектродне наплавлення, наплавлення порошковим дротом, електрошлакове наплавлення тощо (Технологія електричної сварки металлов и сплавов плавним. Под ред. акад. Б.Е. Патона, М., "Машиностроение", 1974, с.34-736). Кожен із

(13) U

(11) 28425

(19) UA

перелічених способів має свої певні переваги, але в той же час при їх виконанні завжди має місце протиріччя між можливістю підвищення продуктивності процесу наплавлення і якістю наплавленого шару.

Так, наплавлення під флюсом та широкошарове наплавлення є доволі трудомісткими процесами, які до того ж потребують багато часу на насипання та видалення флюсу.

Багатоелектродне наплавлення обмежене необхідністю формування порівняно вузьких смуг для уникнення стікання рідкого металу з поверхні деталі.

Електрошлакове наплавлення, хоч і надає можливості відновлювати поверхні у горизонтальному, вертикальному, нижньому та похилому положенні, є суто специфічною технологією, яка придатна для обмеженого кола деталей. Крім того, електрошлаковий процес є трудомістким і потребує складного обладнання. Але головним недоліком вищезгаданих різновидів наплавлення є складність забезпечення точного за хімічним складом та однорідного наплавленого шару.

В техніці нанесення покриттів широко відомі також газотермічні методи, які здійснюються високотемпературним газовим струменем, що містить розплавлені часточки напильючого матеріалу. В залежності від джерела нагріву розрізняють три основні способи напильнення: газополум'яний, плазмовий і дугова металізація (Сварка и свариваемые материалы: т.1. Справ, изд. /Под ред. Э.Л. Макарова - М.: Металлургия, 1991, с.468-471). У порівнянні з розглянутими вище способами дугового наплавлення газотермічні методи надають змогу одержати більш однорідний та точний за хімічним складом напильний шар металу. Але всіх їх об'єднує спільний недолік - низька продуктивність та слабкий зв'язок напильного шару з матеріалом деталі. Крім цього, в процесі проведення напильнення завжди існує ймовірність часткового вигорання легуючих компонентів з напильючого матеріалу, що негативно позначається на експлуатаційних характеристиках оброблених виробів.

За прототип запропонованої корисної моделі прийнятий спосіб формування покриття на поверхні виробу з нанесенням на його поверхню, щонайменше, одного металевго шару, із застосуванням, щонайменше, одного обертового інструменту, за допомогою якого в матеріалі покриття і приповерхневій зоні виробу наводять локальну зону над пластичності (Патент України №69117, МПК⁸: В23К 9/16, опубл. в Бюл. №8, 2004р.).

Можливість локалізації зони термічного впливу та регулювання її розмірів до величин, сумірних з товщиною нанесеного шару покриття, робить цей метод більш прогресивним у порівнянні з усіма вищенаведеними - матеріал напильного шару міцно зв'язаний з матеріалом деталі, а сама деталь має задовільні експлуатаційні показники. Але разом з тим цей метод має ряд суттєвих

недоліків: продуктивність його недостатньо висока, через що він є мало придатним у випадках, коли на поверхні деталі потрібно сформувати досить товсте покриття. Нанесення товстого шару потребує багаторазового напильнення, що не тільки ускладнює технологічний процес, а і не гарантує однорідного та стабільного за хімічним складом сформованого покриття - адже в процесі напильнення кожного наступного шару завжди має місце вигорання легуючих компонентів, і, чим більше шарів у покритті, тим більша вірогідність відхилення його хімічного складу від заданої норми. Можна сказати, що описана у прототипі технологія є ефективною і доцільною для створення порівняно тонких відновлюючих покриттів.

Формування покриття у відомому технічному рішенні - це, по-суті, приварювання металевго шару, напильного одним із газотермічних методів за рахунок тертя обертового інструменту об поверхню деталі. Обертання інструменту забезпечує перемішування напильного шару з приповерхневим шаром оброблюваної деталі. При цьому слід зазначити, що при просуванні обертового інструменту в матеріалі, доведеному до надпластичного стану, відбувається нерівномірне розподілення останнього по обидві сторони інструменту. Для переконливості сказаного можна уявити, що у випадку, коли інструмент рухається поступально вперед, обертаючись по годинниковій стрілці, зона матеріалу, що знаходиться по правій бік інструменту, буде розігріватись і перемішуватись інтенсивніше, ніж та, що знаходиться зліва від нього. І, як наслідок цього - справа буде формуватись більший валик, ніж зліва. Аналогічні явища відбуваються і при просуванні інструменту у зворотному напрямку. В результаті цього на поверхні деталі формується нерівномірний по товщині відновлюючий шар, який потребує подальшої механічної обробки.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення технологічних можливостей способу формування покриття на поверхні виробу шляхом використання в якості плакуючого матеріалу металевго пластини та удосконалення умов проведення процесу, зокрема, здійснення наплавлення "кутом вперед" та оптимізації величини цього кута, що забезпечує можливість формування на поверхні деталі сталого за хімічним складом та однорідного покриття, яке має значну товщину, однаково по всій протяжності.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі формування покриття на поверхні виробу з нанесенням на його поверхню, щонайменше, одного металевго шару, із застосуванням, щонайменше, одного обертового інструменту, за допомогою якого в матеріалі покриття і приповерхневій зоні виробу наводять локальну зону надпластичності, згідно до запропонованої корисної моделі, на поверхню виробу накладають пластину з матеріалу покриття, яку попередньо піддають механічній та термічній обробці, на початку першого проходу обертовий інструмент встановлюють перпендикулярно поверхні

пластини, і, по мірі утворення зони надпластичності, занурюють в неї обертовий інструмент під тиском на встановлену глибину, після чого відхиляють обертовий інструмент на кут 1-5° в бік, протилежний напрямку наплавлення, і послідовно здійснюють ряд проходів, при цьому в кінці кожного проходу обертовий інструмент випрямляють перпендикулярно поверхні пластини, зміщують його на крок, величина якого становить 0,9-1,0 ширини ядра проплавлення, після чого відхиляють обертовий інструмент на кут 1-5° в бік, протилежний напрямку наплавлення, і здійснюють черговий прохід. У разі задіювання в процесі декількох обертових інструментів, сусідні інструменти обертають в протилежних напрямках, при цьому їх можна направляти уступом.

Застосування металевої пластини в якості матеріалу покриття надає запропонованій технології ряд суттєвих переваг у порівнянні з технологією, описаною в прототипі. Завдяки тому, що для формування покриття завжди можна застосовувати пластину зі заздалегідь визначеним кількісним і якісним складом легуючих компонентів, на поверхню деталі можна нанести відновлюючий шар, який матиме потрібні експлуатаційні характеристики. При цьому відпадає будь-яка вірогідність вигорання легуючих компонентів, тому що на протязі всього технологічного циклу наплавлення пластина не зазнає дії таких високих температур, які мають місце у відомому технічному рішенні на етапі напilenня металевих шарів.

Запропонованою технологією передбачена попередня механічна та термічна обробка пластини. Ці прийоми надають пластині властивостей, вкрай необхідних для використання її в якості покриття. Так, механічна обробка пластини здійснюється для забезпечення її щільного прилягання до поверхні виробу, а термічна надає пластині більшої пластичності, мінімізує її жорсткість та деформуючі напруження, в результаті чого створюються сприятливі умови для утворення зони надпластичності та легкого входження в неї обертового інструменту.

Продуктивність процесу із застосуванням пластини теж є набагато вищою у порівнянні з продуктивністю відомої методики за рахунок того, що відпадає необхідність пошарового нанесення відновлюючого матеріалу - товщина напilenого шару визначається товщиною пластини.

Особливості проведення процесу формування покриття, а саме послідовність проведення операцій по маніпулюванню обертовим інструментом (вертикальне встановлення його на початку кожного проходу, відхилення на кут 1-5° в сторону, протилежну напрямку наплавлення, та зміщення на крок, що становить 0,9-1,0 ширини ядра проплавлення), направлені на створення умов для "м'якого" входження обертового інструменту в товщу зони надпластичності та рівномірного і ефективного перемішування надпластичної субстанції. В разі відхилення обертового інструменту на кут, більший 5°, суттєво зменшується площа контакту обертового інструменту з поверхнею пластини, внаслідок чого

зменшується нагрів і погіршується формування наплавленого шару.

А зменшення цього кута за межі 1° призведе до зростання зусилля, потрібного для переміщення обертового інструменту, внаслідок утворення певної кількості металу пластини перед обертовим інструментом, який не надходить до зони формування проплавленого шару, а просто втрачатиметься.

Відповідно до запропонованого технічного рішення на кінці кожного проходу обертовий інструмент випрямляють перпендикулярно поверхні пластини і зміщують його на крок, величина якого становить 0,9-1,0 ширини ядра проплавлення, після чого продовжують процес згідно послідовності виконання вищеописаних операцій. Величину кроку встановлювали, виходячи із задовільнення умов формування рівномірного проплавлення матеріалу зони надпластичності і утворення однакових валиків по обидві сторони обертового інструменту. Експериментально було встановлено, що при зміщенні обертового інструменту на крок, величина якого становить 0,9-1,0 ширини ядра проплавлення, валики перекривають один одного, забезпечуючи тим самим ефективне перемішування металу та формування суцільного, рівномірного і однакового по товщині наплавленого шару. При встановленні величини кроку, що виходить за встановлені оптимальні межі (тобто, меншого за 0,9 або більшого за 1,0 ширини ядра проплавлення) в зоні надпластичності спостерігаються явища, які призводять до різкого погіршення експлуатаційних характеристик виробу.

В разі застосування декількох обертових інструментів перекриття валиків та перемішування металу забезпечується тим, що інструменти обертають в протилежних напрямках та направляють уступом, тобто один за одним.

Схема процесу наплавлення при використанні декількох обертових інструментів приведена на кресленні, яке має позначення:

- поз. 1 - пластина;
- поз. 2 - деталь;
- поз. 3 - обертовий інструмент;
- поз. 4 - ядро проплавлення;
- A - крок зміщення обертового інструменту;
- B - зона перекриття валиків;
- C - ширина ядра проплавлення.

Згідно запропонованої технології, в кінці кожного проходу обертовий інструмент зміщують на крок A, величина якого становить 0,9-1,0C (ширини ядра проплавлення). Процес проплавлення відбувається з перекриттям валиків на величину B.

Здійснення способу:

Наплавлення включає наступні операції: підготування робочої поверхні пластини механічною та термічною обробкою, накладання її на поверхню виробу, доведення матеріалу пластини (плакуючого матеріалу) та приповерхневого шару деталі до надпластичного стану. Пластина приварюється до поверхні деталі обертовим інструментом за рахунок тепла, яке

виділяється під впливом сил тертя та переміщення цього інструменту, з доведенням плакуючого шару до температури, не меншої 0,8 температури плавлення, але без утворення рідкої фази, та перемішування при цьому плакуючого матеріалу з приповерхневим шаром деталі в стані надпластичності. При цьому отримують монолітний плакуючий шар, який має когерентний металічний зв'язок з поверхнею деталі.

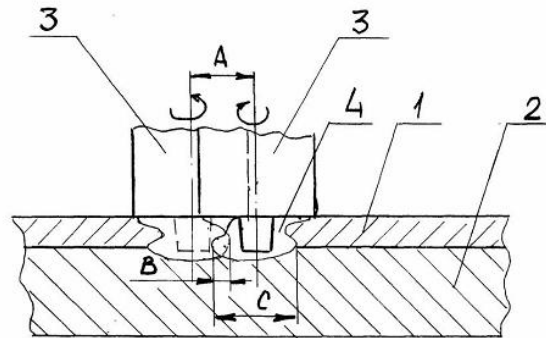
Обертовий інструмент, який використовують для нанесення плакуючого шару, виготовлений з матеріалу, що має температуру плавлення не меншу, ніж 1,5 величини температури плавлення металу виробу.

На початку процесу наплавлення та в кінці кожного проходу обертовий інструмент випрямляють перпендикулярно поверхні пластини, зміщують його на крок (А), величина якого становить 0,9-1,0 ширини ядра (С) проплавлення, після чого торцеву поверхню інструменту, яка контактує з плакуючим матеріалом та поверхнею деталі, орієнтують таким чином, щоб в місці їх контакту утворився кут 1-5 градусів, і здійснюють черговий прохід. За рахунок цього при поступальному переміщенні обертового інструменту розігрітий плакуючий матеріал втискається (вдавлюється) в приповерхневий шар оброблюваної деталі. Приклади конкретного виконання способу:

Наплавлення здійснювалось з використанням обладнання на базі фрезерного верстата, який має каретку, яка переміщується відносно ходу верстата, а також вгору та донизу, а пристрій приварювання був встановлений на каретці і складався зі шпинделю та розташованого перпендикулярно столу верстата, на якому були прикріплені ролики для фіксації деталі, яка наплавлялась.

Були проведені експерименти по нанесенню покриття з мідної пластини на поверхню мідної плити кристалізатора безперервного розливання сталі. В якості покриття використовувалась пластина товщиною 10мм. Використовувалась також обертовий інструмент з діаметром стрижня 10мм. Інструмент обертався зі швидкістю 2000об/хв та поступально переміщувався зі швидкістю 10мм/хв. Експерименти проводились при змінюванні кута нахилу обертового інструменту відносно площини наплавленої деталі та змінюванні відстані (кроку), на яку зміщувався обертовий інструмент в кінці кожного проходу. Результати дослідів зведені в таблицю.

			в зоні надпластичності між основним матеріалом та покриттям нестабільний.
3	1	0,9С	Валики рівномірні металічний зв'язок з матеріалом покриття
4	5	1,0С	Валики майже не перемішуються між основним матеріалом та покриттям задовільний.
5	2	0,95 С	Формуються рівномірні зони на зв'язок між основним матеріалом та покриттям стабільний по товщині.
6	4	0.98С	Формуються рівномірні зони на зв'язок між основним матеріалом та покриттям стабільний по товщині.



Фіг.

Таблиця

№ п. п	Кут відхилення обертового інструменту, град	Величина кроку (А) при ширині ядра проплавлення (С), мм	Результати експериментів
1	0,5	0,8С	В зоні наплавлення має місце перегрівання металу, температура металу близька до температури його плавлення. Валики різко відрізняються один від одного, перемішування металу нерівномірне.
2	6	1.2С	Ядра проплавлення майже не перекриваються, валики