



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **45796** (13) **U**
(51) МПК (2009)
B23K 26/00
C21D 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОМБІНОВАНИЙ СКЛАД СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГУВАННЯ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ СТАЛЕЙ

1

(21) u200906184

(22) 15.06.2009

(24) 25.11.2009

(46) 25.11.2009, Бюл.№ 22, 2009 р.

(72) ДУРЯГІНА ЗОЯ АНТОНІВНА, АЛІМОВ ВАЛЕРІЙ ІВАНОВИЧ, ЛАЗЬКО ГАЛИНА ВІКТОРІВНА, ЩЕРБОВСЬКИХ НАТАЛЯ ВАЛЕНТИНІВНА, ГЕОРГІАДУ МАРІЯ ВІКТОРІВНА

(73) ДУРЯГІНА ЗОЯ АНТОНІВНА, АЛІМОВ ВАЛЕРІЙ ІВАНОВИЧ, ЛАЗЬКО ГАЛИНА ВІКТОРІВНА, ЩЕРБОВСЬКИХ НАТАЛЯ ВАЛЕНТИНІВНА, ГЕОРГІАДУ МАРІЯ ВІКТОРІВНА

2

(57) Комбінований склад середовища для лазерного легування корозійностійких сталей, що містить суміш порошків зі зв'язуючими та газоподібний азот, який **відрізняється** тим, що як інгредієнти суміші використовують порошки Ni, B, Si, Fe, а як зв'язуюче - рідке скло за наступним співвідношенням інгредієнтів, % мас:

Ni	35-45
B	25-35
Si	5-15
Fe	15-25
рідке скло	0,2-0,3 від загального об'єму суміші порошків.

Корисна модель відноситься до методів інженерії поверхні, а більш конкретно - до хіміко-термічної обробки та може бути використана для лазерного легування виробів з корозійностійких сталей, переважно аустенітного класу.

Відоме повітряне середовище, при проходженні через яке лазерний промінь від лазера високої потужності формує бар'єрний шар з нітридами елементів, що утворюють метал виробу [Патент № 32389 UA, B 23 K 26/00, C21 D 9/00. Лазерний пристрій для створення бар'єрних шарів на металевих виробках. Дурягіна З.А., Алімов В.І., Щербовських Н.В., Афанасьева М.В. Заявл. 21.01.08. Опубл. 12.05.08 р. Бюл. №9].

Недоліком відомого середовища є недостатня кількість нітридів в бар'єрному легованому шарі внаслідок чого його зносостійкість та корозійна стійкість залишаються недостатніми, що особливо важливо для корозійностійких аустенітних сталей.

Відомий комбінований склад середовища для лазерного легування корозійностійких сталей, що вміщує обмазку з суміші порошків ніобію та графіту і газоподібний азот [Duriagina Z. A. The enhancement of the corrosional and mechanical resistance of stainless steel using a surface treatment // Solidification of Alloys. PAN - Katawice. P1 ISSN 0208 - 9386. - 2000. - V2. №42. - P.155-162].

Цей склад по технічній суті є найбільш близь-

ким до заявленого і тому прийнятий в якості найближчого аналога.

Спільними ознаками для відомого складу та заявленого комбінованого складу середовища для лазерного легування корозійностійких сталей є суміш порошків зі зв'язуючими та газоподібний азот.

Недоліками відомої суміші є те, що вона утворює переважно карбідні фази типу $Cr_{23}C_6$, NbC, Nb₂C, TiC, Cr₇C₃, та в невеликій кількості нітридні фази типу Fe₄N, TiN для сталі типу 12X18H10T; в результаті цього зносостійкість, а особливо корозійна стійкість залишаються недостатніми.

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлена задача такого удосконалення комбінованого складу середовища для лазерного легування корозійностійких сталей, яке б дозволило зменшити якісні та кількісні співвідношення фаз в бар'єрному лазерно легованому шарі, і за рахунок цього, підвищити зносостійкість та корозійну стійкість поверхні виробів з таких сталей.

Поставлена задача вирішується тим, що в комбінованому складі середовища для лазерного легування корозійностійких сталей, що вміщує суміш порошків зі зв'язуючими та газоподібний азот, в якості інгредієнтів суміші використовують порошки Ni, B, Si, Fe, а в якості зв'язуючого рідке скло за наступними співвідношеннями інгредієнтів,

(19) **UA** (11) **45796** (13) **U**

% мас:

Ni	35-45
B	25-35
Si	5-15
Fe	15-25
рідке скло	0,2-0,3

Завдяки новим ознакам змінюються якісні та кількісні ознаки співвідношення фаз в легуваному шарі: збільшується кількість нітридів типу TiN, Fe₄N, B₂N, присутні бориди та силіциди, вміщується менше карбідів типу Cr₇C₃, Cr₂₃C₆ - все це забезпечує підвищення зносостійкості та корозійної стійкості виробів з корозійностійких сталей. Додаток рідкого скла у вказаній кількості забезпечує консистентність обмазки та її якісне утримання на поверхні виробів при дії лазерного променя крізь газоподібний азот.

При вмісті хоча б одного з інгредієнтів нижче межі, що заявляється (% мас: Ni<35, B<25, Si<5, Fe<15) та вище верхньої межі, що заявляється (% мас: Ni>45, B>35, Si>15, Fe>25) порушується оптимальне співвідношення фаз та їх склад, що призводить до зниження зносостійкості та корозійної стійкості виробів зі зносостійких сталей.

При вмісті рідкого скла менше 0,2%мас. консистентність обмазки недостатня і вона осипається з виробу.

При вмісті рідкого скла більше 0,3%мас. обмазка частково стікає з поверхні виробу і ефект лазерного легування знижується.

Комбінований склад середовища для лазерного легування корозійностійких сталей готують та користуються ним наступним способом.

Газоподібний азот готують в балонному варіанті. Порошки інгредієнтів в кількості (% мас.) - Ni: 35-45, B: 25-35, Si: 5-15, Fe: 15-25 змішують, додають рідке скло в кількості 0,2-0,3%мас. від загального об'єму суміші порошків і консистентну обмазку наносять на поверхню виробів з корозійностійкої сталі. Потім на поверхню обмазаного виробу діють лазерним променем в середовищі газоподібного азоту.

Для лазерного легування в обмазці та в умовах продувки азотом використовують CO₂ - лазер потужністю 6,5кВт неперервної дії фірми "TRUMPF" з системою сегментних дзеркал для трансформації форми лазерного променя з круглої в прямокутну, довжиною хвилі випромінювання 10,6мкм, швидкістю сканування променя по поверхні зразка 990-1990мм/хв.

При суміщенні процесів нагріву поверхні лазером до температур, що перевищують температуру ліквідує з одночасним введенням в розплав легувальних елементів, створюється можливість керувати гідродинамічними і теплофізичними процесами, що протікають в розплаві при урахуванні теплофізичних властивостей матеріалу. В процесі лазерного легування ефективно збуджуються дрібно і великомасштабні течії, які викликають більш ефективне перемішування легувальних елементів у розплаві. Крім того, висока густина потужності лазерного випромінювання сприяє утворенню потужної ударної хвилі, яка, поширюючись за ванною

розплаву, розосереджує турбулентні потоки та додатково сприяє диспергуванню структури. Це своєю чергою позитивно впливає на рівень функціональних властивостей поверхневих шарів в результаті оптимізації процесу їх структуроутворення на стадії кристалізації з рідиннометалевого стану.

Приклад. Запропонований комбінований склад лазерного легування виробів з корозійностійких сталей аустенітного класу реалізований наступним чином. На поверхню зразків із нержавіючої сталі аустенітного класу 12X18H10T наносили обмазки на основі рідкого скла, у які додавали дисперсні порошки наступного складу: (Fe, Ni, B, Si) (суміш 1) та 100% Nb (суміш 2 - за найближчим аналогом) - тонким шаром товщиною 15-20мкм. Наявність рідкого скла в обмазці сприяє максимальному використанню енергії випромінювання лазера, оскільки при довжині хвилі 10,6мкм коефіцієнт відбиття традиційної графітової обмазки становить 22,7%, а рідкого скла — 2,8%. Крім того, використання рідкого скла дозволило створювати квазіметалокерамічні покриття, металева матриця яких зміцнена керамічними частинками, що додатково підвищує їх працездатність. Проводили легування CO₂ — лазером потужністю 6,5кВт неперервної дії фірми "TRUMPF" з системою сегментних дзеркал для трансформації форми лазерного променя з круглої в прямокутну, довжиною хвилі випромінювання 10,6мкм, швидкістю сканування променя по поверхні зразка 990-1990мм/хв. 100% продувка азотом при лазерному легуванні дозволила використовувати атоми азоту як додатковий легувальний елемент, який подається з газової фази.

При використанні CO₂ - лазера потужністю 6,5кВт неперервної дії при надшвидкому охолодженні високолегованого аустеніту формуються структурні бар'єри, мікротопологія яких дозволяє оптимізувати рівень властивостей. Спільна ударна дія лазерного променя і термокапілярного ефекту сприяє утворенню в приповерхневих шарах напруження тиску.

Для вивчення структури приповерхневих шарів сталі 12X18H10T провели металографічний аналіз за стандартною методикою на установці "Neofot - 21" з приставкою для вимірювання мікротвердості. Виявили, що сформовані структурні бар'єри складаються з двох шарів: верхній являє собою дифузійну зону, що має зернисту будову коміркового типу, нижній - будову механічної суміші зерен γ - твердого розчину із дисперсними включеннями вторинних фаз (Cr₇C₃, TiC, NbC_{0,5}, Cr₃C₂, Cr₄C, Fe₃C, SiN₄, TiN, BN, Cr₂N, CrN, Fe₄N, Ti₂B, CrB₂). Мікротвердість сформованих шарів на декілька порядків вища, ніж у основного металу та складає порядку 8Гпа, а потім стрибкоподібно знижується до мікротвердості основи.

Переваги запропонованого комбінованого складу середовища для лазерного легування виробів з корозійностійкої сталі аустенітного класу в порівнянні з відомим складом можна побачити з таблиці.

Таблиця

№ складу	Вміст, % мас.					Кількість азоту, %	Відносна зносостійкість	Відносна корозійна стійкість
	Ni	B	Si	Fe	доля рідкого скла			
1	40	30	10	20	0,25	100	2,5	2
2	35	25	15	25	0,27	100	2,2	1,8
3	45	35	5	15	0,24	100	2,4	2,1
4	45	20	10	25	0,25	100	1,6	1,4
5	50	40	5	5	0,26	100	1,7	1,5
6	39	31	11	19	0,15	100	Обмазка осипається	
7	38	32	12	18	0,40	100	Обмазка осипається	
8	По найближчому аналогу; Nb + графіт					100	1	1

Відносна зносостійкість та відносна корозійна стійкість для найближчого аналогу умовно прийняті за одиницю.

З таблиці можна побачити, що найбільший ефект досягається при використанні комбінованого складу в межах, що заявляються.