



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62427 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
C22C 28/00ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОБРОБКИ СТАЛІ

1

2

(21) u201101953

(22) 18.02.2011

(24) 25.08.2011

(46) 25.08.2011, Бюл.№ 16, 2011 р.

(72) ДУРЯГІНА ЗОЯ АНТОНІВНА, ЩЕРБОВСЬКИХ  
НАТАЛІА ВАЛЕНТИНІВНА(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА  
ПОЛІТЕХНІКА"

(57) Спосіб обробки сталі, що включає нанесення обмазки на поверхню та лазерне легування, який відрізняється тим, що обмазка, яка містить 40-50 % Nb; 8-15 % В; 10-20 % Ні на основі графіту, наносять на поверхню шаром товщиною 10-20 мкм, а лазерне легування проводять при швидкості сканування променя за поверхнею зразка 1690 мм/хв.

Корисна модель відноситься до металургії, а саме - до області підвищення мікромеханічних властивостей (зносотривкості, мікротвердості, границі міцності) сталі ферито - мартенситного класу і може бути використана для підвищення мікромеханічних властивостей сталі 12Х17Т, з якої виготовляють деталі газосепараторів, що використовуються для завершальної очистки природного і попутного газів від краплинної рідини і механічних домішок.

Відомий спосіб обробки сталі, що включає нанесення обмазки на поверхню та лазерне легування [В.В.Широков, Х.Б.Васлів, З.А.Дурягіна, Г.В.Лазько, Рацька Н.Б. Вплив лазерного мікролегування ніобієм на зносотривкість нержавіючих сталей // Фізико - хімічна механіка матеріалів - 2009.-№4.-с.12-17].

Згідно цього способу, зносотривкість підвищується у 5-6 разів за контактного тиску 0,29МПа і у 2 рази за контактного тиску 0,42МПа. Крім того, товщина легованого шару складає понад 350 мкм, і представляє собою високолегований  $\alpha$  - твердого розчину із вкрапленнями рівномірно розташованих вторинних фаз, ідентифікованих як карбіди  $\text{Cr}_7\text{C}_3$ , NbC,  $\text{NbC}_{0,5}$  та нітриди  $\text{SiN}_4$ , NbN,  $\text{Cr}_2\text{N}$  та оксінітриди  $\text{Cr}(\text{ON})$ . Це не забезпечує достатнього підвищення мікромеханічних властивостей поверхневих шарів для тривалої експлуатації без ремонтів газосепараторів, що використовуються для завершальної очистки природного і попутного газів від краплинної рідини і механічних домішок. Це пов'язано з тим, що внаслідок високих значень мікротвердості відбувається окрихчення поверхневих шарів та зносотривкість підвищується незначно, а товщина легованого шару є занадто високою для газосепараторів, оскільки не має потреби у формуванні шарів такої глибини з огляду на недостат-

не підвищення експлуатаційних властивостей та умови експлуатації.

В основу корисної моделі поставлене завдання створити спосіб обробки сталі, який би за рахунок нових дій та складу обмазки дозволив би підвищити мікромеханічні властивості сталі ферито-мартенситного класу та, тим самим, продовжити строк роботи деталей газосепараторів, що використовуються для завершальної очистки природного і попутного газів від краплинної рідини і механічних домішок.

Поставлене завдання досягається тим, що в способі обробки сталі, що включає нанесення обмазки на поверхню та лазерне легування, згідно корисної моделі, обмазка, яка містить 40-50% Nb; 8-15% В; 10-20% Ні на основі графіту, наносять на поверхню шаром товщиною 10-20мкм, а лазерне легування проводять при швидкості сканування променя за поверхнею зразка 1690мм/хв.

Внаслідок застосування швидкості сканування променя за поверхнею зразка 1690мм/хв та зміни складу обмазки відбувається утворення поверхневого шару субмікродисперсної структури гетерогенної будови товщиною 112-120мкм. Поверхневий шар складається з високолегованого  $\text{Fe}_a$  (C, Cr, Ni, N) твердого розчину та вторинних фаз:  $\text{NbC}_{0,5}$ ,  $\text{B}_4\text{C}$ , BN,  $\text{Fe}_4\text{N}$ ,  $\text{TiB}_2$ ,  $\text{FeB}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{N}$ , що в поєднанні підвищують мікромеханічні властивості. В результаті оптимального співвідношення розміру та складу структурних складових відбувається підвищення мікротвердості у 2,1 р., границі міцності - у 3,7 р., зносотривкості - в середньому у 9,5р., порівняно із вихідним станом. Це дозволить продовжити строк роботи газосепараторів без ремонту, оскільки не буде потреби відновлювати чи замінювати на нові деталі, виготовлені із сталі

(19) UA (11) 62427 (13) U

12Х17Т з лазерно легованими поверхневими шарами.

Для того, щоб підвищити мікромеханічні властивості сталі ферито-артенситного обмазку, яка містить 40-50% Nb; 8-15% В; 10-20% Ni на основі графіту наносять на поверхню шаром товщиною 10-20мкм, а лазерне легування проводять лазером при швидкості сканування променя за поверхнею зразка 1690мм/хв, що забезпечує утворення

поверхневого шару субмікродисперсної структури гетерогенної будови, що складається з  $Fe_\alpha$  (С, Cr, Ni, N) твердого розчину та вторинних фаз:  $NbC_{0,5}$ ,  $B_4C$ , BN,  $Fe_4N$ ,  $TiB_2$ ,  $FeB_2$ ,  $Cr_2N$  з оптимальним поєднанням мікротвердості, границі міцності та зносотривкості.

Розрахунковим та експериментальним шляхами встановлено, що склад обмазки для забезпечення високих мікромеханічних властивостей (зносотривкості, мікротвердості, границі міцності) сталі ферито-мартенситного класу вибраний такого складу 40-50% Nb; 8-15% В; 10-20% Ni на основі

графіту. Приготовану обмазку пропонованого складу наносять на поверхню шаром товщиною 10-20мкм. Легування проводять лазером потужністю 6,5кВт при швидкості сканування променя за поверхнею зразка 1690мм/хв. Такий технологічний режим забезпечує утворення поверхневого шару субмікродисперсної структури гетерогенної будови товщиною 112-120мкм, що складається з високолегованого з  $Fe_\alpha$  (С, Cr, Ni, N) твердого розчину та вторинних фаз:  $NbC_{0,5}$ ,  $B_4C$ , BN,  $Fe_4N$ ,  $TiB_2$ ,  $FeB_2$ ,  $Cr_2N$ . Інтегральна мікротвердість при цьому становить 4,04 ГПа, а границя міцності 0,95 ГПа.

Наприклад, на поверхню зразка із сталі 12Х17Т пензликом наносять шаром товщиною 10-15мкм попередньо приготовану обмазку пропонованого складу та проводять лазерне легування при 100% продувці азотом на лазері неперервної дії фірми «TRUMPF» потужністю 6,5кВт при довжині хвилі випромінювання 10,6мкм та швидкості сканування променя за поверхнею зразка 1690мм/хв.

Таблиця 1

Результати вимірювання зносотривкості поверхневих шарів сталі 12Х17Т після лазерного легування (при навантаженні 0,52МПа)

Час, год	Вихідний стан	Контртіло	Після лазерного легування	Контртіло
0.5	0.026	0.16	0.002	0.216
1	0.031	0.192	0.0032	0.222
1.5	0.037	0.244	0.0041	0.249
2	0.047	0.3	0.0052	0.271
2.5	0.049	0.317	0.0078	0.293
3	0.055	0.337	0.0081	0.311
3.5			0.0084	0.352
4			0.0085	0.365

Таблиця 2

Результати вимірювання зносотривкості поверхневих шарів сталі 12Х17Т після лазерного легування (при навантаженні 0,68МПа)

Час, год	Вихідний стан	Контртіло	Після лазерного легування	Контртіло
0.5	0.038	0.22	0.0025	0.24
1	0.042	0.256	0.0075	0.279
1.5	0.048	0.323	0.0095	0.283
2	0.062	0.391	0.01	0.324
2.5	0.0651	0.42	0.013	0.337
3	0.0721	0.482	0.015	0.338
3.5	-		0.017	0.375
4	-		0.019	0.381

Таблиця 3

Результати вимірювання мікротвердості сталі 12Х17Т після лазерного легування

Мікротвердість, ГПа	4.04	3.89	3.65	3.31	2.75	2.25	1.95	1.9	1.83	1.7
Глибина, мкм	26	34	38	72	112	120	136	204	212	248

Таблиця 4

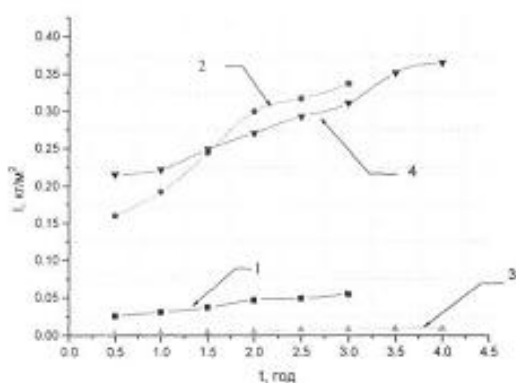
Розрахункові дані, одержані за методом  
мікроідентування для побудови кривої «напруження - деформація»

Вихідний стан		Після лазерного легування	
33.90983	0.465	32.59544	1.284
25.92572	0.46467	24.66415	1.28367
19.28104	0.46433	18.14039	1.28333
13.80945	0.464	12.85315	1.283
9.42906	0.41933	8.73269	1.208
6.01724	0.30833	5.60864	1.03733
3.40614	0.205	3.26725	0.92067
1.54276	0.115	1.68438	0.81167
0.40116	0.03767	0.78495	0.66167
0	0	0	0

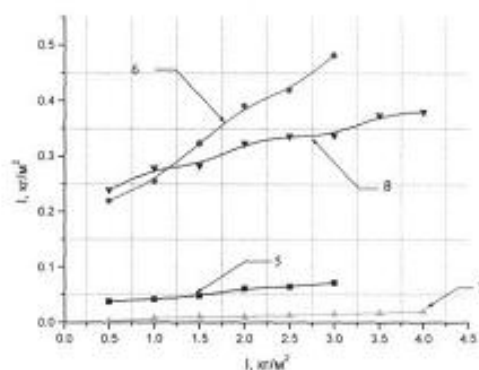
В таблицях 1 та 2 наведені результати вимірювань зносостійкості сталі 12Х17Т при навантаженні 0,52Н та 0,68Н відповідно. Побудовані за цими даними графічні залежності інтенсивності пар тертя «сталь 12Х17Т -контртіло» зображені на Фіг.1. Причому, крива 1 - сталь у вихідному стані; 2 - контртіло; 3 - сталь після лазерного легування; 4 - контртіло при навантаженні 0,52МПа (а); 5 - сталь у вихідному стані; 6 - контртіло; 7 - сталь після лазерного легування; 8 - контртіло при навантаженні 0,68МПа (б). У таблиці 3 наведені результати вимірювання мікротвердості сталі 12Х17Т після лазерного легування. Відповідна графічна залежність характеру зміни мікротвердості сталі 12Х17Т після лазерного легування зображена на Фіг.2. - крива 9. У таблиці 4 наведено розрахункові дані, одержані за методом мікроідентування для побудови кривої «напружен-

ня - деформація». Побудовані за цими даними графічні залежності зображені на Фіг.3. Причому, 10 - крива «напруження - деформація» побудована за методом мікроідентування для сталі 12Х17Т у вихідному стані; 11 - після лазерного легування.

Після лазерного легування сталі 12Х17Т підвищилися: мікротвердість - у 2,1р., границя міцності - у 3,7р., зносостійкість - в середньому у 9,5р., порівняно із вихідним станом. Це пояснюється утворенням під час лазерного легування субмікродисперсного гетерогенного поверхневого шару, у склад якого входять  $\text{NbC}_{0,5}$ ,  $\text{V}_4\text{C}$ ,  $\text{BN}$ ,  $\text{Fe}_4\text{N}$ ,  $\text{TiB}_2$ ,  $\text{FeB}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{N}$ , що забезпечує підвищення мікромеханічних властивостей сталі, і, тим самим, продовжується ресурс експлуатації газосепараторів, що використовуються для завершальної очистки природного і попутного газів від краплинної рідини і механічних домішок.



а



б

Фіг. 1

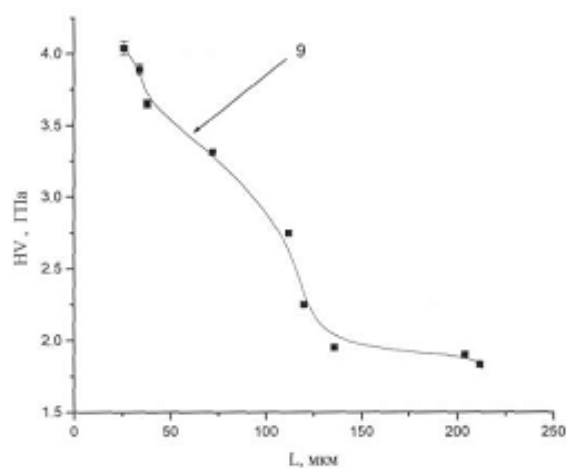


Fig. 2

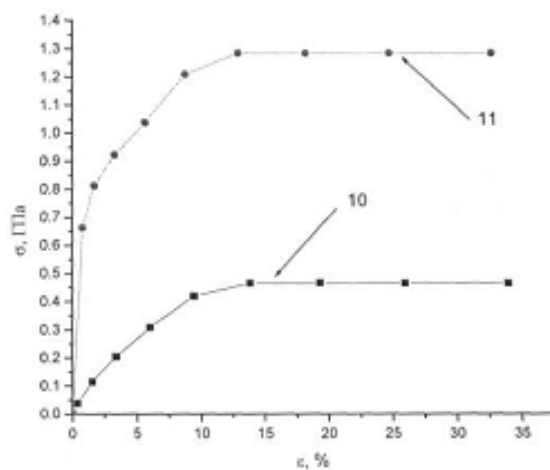


Fig. 3