

М. В. Порціна

ВПЛИВ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГУВАННЯ Nb, В, N ТА Ni НА ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛІ 12X17T

У статті описано вплив лазерного легування на підвищення властивостей сталі 12X17T після легування складними сумішами. Зокрема, показано, що після лазерного легування на CO₂-лазері потужністю 6,3 кВт у 4 рази підвищується мікротвердість; у 9,5 разів — зносостійкість та корозійна стійкість сформованих поверхневих шарів.

Ключові слова: легування лазерне, сталь, зносостійкість.

1. Вступ

Більшість деталей машин хімічної промисловості під час експлуатації, а саме теплообмінників виходять з ладу внаслідок корозійних ушкоджень та дії мікроабразивних часточок, що спричиняють утворення пітингів. З огляду на це, для підвищення працездатності на деталях, що піддаються найбільшому ушкодженню (трубні решітки, фланці, шпильки) важливо сформувати поверхневий шар з підвищеною корозійною стійкістю та зносостійкістю.

2. Постановка проблеми

З літературних джерел та напрацювань наукового керівника відомо, що найбільш ефективним методом формування поверхневих захисних шарів є іонна імплантація азотом та лазерне легування. З огляду на поставлені перед нами задачі для досягнення поставленої мети було обрано лазерне легування, оскільки саме за допомогою цього методу можна формувати захисні шари заданої товщини та фазового складу, керуючи на мікрорівні розмірами їх структурних складових. Відмінністю нашої роботи від попередніх є те, що для формування поверхневих шарів використовувався лазер фірми «TRUMPF», потужністю 6,3 кВт, довжиною хвилі випромінювання 10,6 мкм, швидкістю сканування променю по поверхні $V = 1690$ мм/хв, системою сферичних дзеркал, яка перетворює сферичний пучок у прямокутний розміром $l \times b = 20 \times 1$ мм, який оснащений маніпулятором з 6 степенями вільності, а це в свою чергу дає можливість обробляти поверхні складної конфігурації. Склад обмазки (49 % b, 11 % В, 15 % Ni, 25 % графіту) підбрано з огляду на необхідність забезпечення підвищеної мікротвердості, зносостійкості, корозійної стійкості. При цьому використанням термодинамічної то прогнозованої імовірності утворення вторинних фаз, аналізу відповідних діаграм стану та хімічної спорідненості між елементами.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел за темою дослідження. У праці [1] запропоновано підхід для керування властивостями матеріалів та регулюванням структури, фазового та енергетичного стану їх поверхневих шарів. Висвітлена роль поверхневих явищ, зокрема абсорбції, поверхневої сегрегації та самоорганізації поверхні.

Автори праці [2–4, 9] проаналізували особливості структуроутворення в поверхневих шарах сталі 12X18H10T після лазерного легування з обмазок на основі рідкого скла з додаванням сумішей дисперсних порошків Nb, Al₂O₃, Al, Fe, Ni, В, Si. Показано, що коректно підібрані компоненти обмазок у поєднанні з оптимальними режимами лазерного легування дозволили формувати поверхневі шари означеної структури та фазового складу.

Автори праці [5] досліджували електронні властивості сталі 12X17T шляхом моделювання та аналізу систем методом функціоналу електронної густини.

У роботах [6–7] досліджено гібридну іонно-плазмову розрядну систему, що дає можливість формувати ізоляційні шари.

Автори праці [8] дослідили стійкість до електрохімічної корозії поверхневих шарів сталі феритомартенситного класу 12X17T у вихідному стані та після лазерного легування ніобієм. Встановили, що після лазерного легування ніобієм корозійна стійкість підвищується до 4,5–7 разів.

3.2. Результати досліджень. Мікроструктуру поверхневого шару досліджували на оптичному мікроскопі «Neofot 21». Встановлено, що товщина сформованого шару складає 112–120 мкм, причому його будова є тришаровою. Зовнішній шар (товщиною 25–30 мкм) характеризується високим рівнем дисперсності структурних складових. Це пояснюється впливом азоту, що розчиняючись у твердому розчині подрібнює зерна. У середньому шарі чітко виражена дендритна будова (рис. 1).

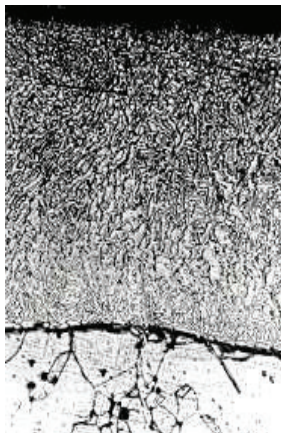


Рис. 1. Мікроструктура поверхневого шару після лазерного легування сталі 12X17T, $\times 650$

Мікрорентгеноспектральним аналізом було досліджено, що після лазерного легування він складається з високолегованого Fe_α (Cr, C) твердого розчину та вторинних фаз $NbC_{0,5}$, V_4C , BN, Fe_4N , TiB_2 .

Дослідження на зносостійкість проводили на пальчиковій машині тертя в умовах зворотно-поступального руху «диск – колодка» з не жорстко закріпленим абразивом. За еталон зносостійкості приймали сталь У8 (HRC 60). Випробування показало, що після обробки зносостійкість підвищується у 9,5 разів, а при дії абразивних часточок – у 4,6 разів порівняно з необробленою поверхнею. При цьому збільшення контактного тиску незначно впливає на характер зношування сталі 12X17T у вихідному стані протягом перших 2 год. Після лазерного легування доріжки зношування на поверхні практично відсутні. Такий ефект пояснюється мікрогетерогенністю сформованої структури.

Методом вольтамперометрії встановлено, що опір поляризації поверхні зразка підвищується у 8 разів, струм корозії вихідного зразка – у 9,4 рази, а швидкість корозії у 9 разів. Це пов'язано з наявністю дрібнодисперсних захисних нітридних фаз (BN, Fe_4N), що володіють високою корозійною стійкістю та оптимальним співвідношенням розмірів зерен пластичної матриці до конгломератів вторинних фаз наноструктурованих розмірів на глибині 30–40 мкм, що становить 3,8.

Література

1. Дурягіна З. А. Фізика і хімія поверхні [Текст] : монографія / З. А. Дурягіна. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 208 с.
2. Дурягіна З. А. Структура та властивості сталі 12X18H10T після комплексного лазерного легування [Текст] / З. А. Дурягіна, Г. В. Лазько // Фізика і хімія твердого тіла. – 2009. – № 3. – С. 681–685.
3. Дурягіна З. А. Вплив лазерного легування з порошкових сумішей на структуру та мікромеханічні властивості сталі 12X18H10T [Текст] / З. А. Дурягіна, С. А. Беспалов, Н. В. Щербовських // Металлофізика і новітні технології. – 2011. – Т. 33, № 7. – С. 969–975.
4. Широков В. В. Вплив лазерного мікролегування ніобієм на зносотривкість нержавіючих сталей [Текст] / В. В. Широков, Х. Б. Василів, З. А. Дурягіна, Г. В. Лазько, Н. Б. Рацька // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2009. – № 4. – С. 12–18.
5. Дурягіна З. А. Моделювання електронної будови мікрористалічних поверхневих шарів, одержаних лазерним модифікуванням [Текст] / З. А. Дурягіна, Н. І. Павленко, Н. В. Щербовських // Фізична інженерія поверхні. – Харків. – 2008. – Т. 6. – № 3–4. – С. 160–163.
6. Дурягіна З. А. Використання іонно-плазмового азотування для підвищення корозійно-механічної тривкості деталей машин [Текст] / З. А. Дурягіна, А. В. Нестеров, Н. В. Щербовських // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – Харків. – 2010. – № 6. – С. 8–11.
7. Дурягіна З. А. Дослідження діелектричних шарів на конструкційних матеріалах сформованих гібридною іонно-плазмовою розрядною системою [Текст] / З. А. Дурягіна, С. А. Беспалов, В. Я. Підкова, Д. Полоцький // Фізико-хімічна механіка матеріалів (подано до друку, жовтень, 2011).
8. Дурягіна З. А. Вплив лазерного легування на корозійну тривкість поверхневих шарів сталі 12X17 в модельних середовищах [Текст] / З. А. Дурягіна, Б. П. Бахматюк, Н. В. Щербовських // Металознавство та обробка металів. – 2009. – № 4. – С. 8–11.
9. Дурягіна З. А. Вплив режимів лазерного легування на параметри зносотривкості сталі 12X17T [Текст] / З. А. Дурягіна, О. А. Кузін, М. О. Кузін, Н. В. Щербовських // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2011. – Т. 47, № 3. – С. 53–58.

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ Nb, V, N ТА Ni НА ПОВЫШЕНИЕ СВОЙСТВ СТАЛИ 12X17T

М. В. Порцина

В статье описано влияние лазерного легирования на повышение свойств стали 12X17T после легирования сложными смесями. В частности, показано, что после лазерного легирования на CO_2 -лазере мощностью 6,3 кВт в 4 раза повышается микротвердость; и в 9,5 раз — износостойкость и коррозионная стойкость сформированных поверхностных слоев.

Ключевые слова: легирование лазерное, сталь, износостойкость.

Марія Вікторівна Порцина, магістр кафедри інженерного матеріалознавства і фундаментальних наук Національного університету «Львівська політехніка», тел.: (063) 189-67-84, e-mail: marichka_pozytyv@mail.ru.

EFFECT OF LASER DOPING OF Nb, V, N, Ni ON IMPROVING PROPERTIES

M. Portsina

The article describes the influence of laser doping to improve the properties of steel after alloying 12H17T complex mixtures. In particular, we show that after laser doping on CO_2 -laser power of 6,3 kW 4-fold increased microhardness, a 9,5-fold resistance to wear and corrosion resistance of the surface layers formed.

Keywords: laser alloying, steel, wear resistance.

Maria Portsina, master of Materials Science and Engineering Department of Basic Sciences of the National Lviv Polytechnic University, tel.: (063) 189-67-84, e-mail: marichka_pozytyv@mail.ru.