

В. Я. Підкова

МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ СТАЛІ 12X18H10T ІОННОЮ ІМПЛАНТАЦІЄЮ АЗОТОМ

Досліджено вплив іонної імплантації азоту на структуру та корозійно-ерозійні властивості сталі 12X18H10T. Запропоновано оптимальний режим обробки поверхні.

Ключові слова: модифікування поверхні, корозійна тривкість, іонна імплантація.

1. Вступ

Тертя за підвищених температур та одночасної дії корозійно-ерозійного середовища досить часто зумовлює передчасний вихід з ладу багатьох деталей машин та вузлів металоконструкцій. Оскільки під час експлуатації поверхня деталі першою зазнає пошкодження, то є сенс у визначенні методів, що здатні підвищити її властивості. Це ініціювало інтенсивний розвиток високоенергетичних методів обробки поверхні. До них можна віднести лазерну обробку, електронно-променеве модифікування поверхні, іонну імплантацію, плазмову обробку, тощо. Особливий інтерес представляє метод іонної імплантації, який уможливорює впровадження практично будь якого хімічного елемента у поверхню виробу. Таким чином можна впливати на хімічний склад, структуру поверхні деталей машин та вузлів металоконструкцій, що збільшує термін їх експлуатації.

2. Постановка проблеми

Володіючи високою корозійною стійкістю сталь 12X18H10T має незадовільну зносотривкість та ерозійну стійкість. Тому актуально дослідити вплив іонної імплантації азотом на підвищення довговічності деталей машин.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження. Відомо, що поверхня будь-якого тіла взаємодіє з навколишнім або робочим середовищем, властивості якого безперервно змінюються [1]. Зміна властивостей середовища може призвести до розчинення, випаровування чи руйнування поверхні. Саме тому важливо надати поверхні властивостей, що забезпечуватимуть надійність деталі за певних умов експлуатації. Корозійнотривкі сталі, й зокрема сталь 12X18H10T, працюють за умов дії агресивних середовищ. Тому велика кількість праць [2–5] була присвячена дослідженню методів, покликаних підвищити експлуатаційні

властивості цієї сталі. Перспективними виявилися високоенергетичні методи модифікування поверхні [6–9]. Проте вплив іонної імплантації азотом на поверхню сталі 12X18H10T потребує детальнішого вивчення [10].

3.2. Результати досліджень. Іонну імплантацію азотом поверхні сталі 12X18H10T здійснювали на установці ИОН-20И за режимами наведеними у табл. 1.

Таблиця 1

Режими іонної імплантації

Режими обробки	Марка сталі	Витримка, год.	Температура, °C	Тиск, мБар
I	12X18H10T	2	580	3
II		2	580	5,5

Мікроструктурні дослідження здійснювали на поперечних мікрошліфах за допомогою металографічного мікроскопа МИМ-8М та растрового електронного мікроскопа JSM-6490LV (JEOL, Японія) з аналітичною приставкою для проведення поелементного аналізу. Рентгенівський фазовий аналіз проводили на дифрактометрі ДРОН-3. Магнітні властивості досліджуваного матеріалу та їх температурні залежності вимірювали з допомогою вібраційного магнітометра. Електрохімічні дослідження проводили за допомогою вольт-амперної системи СВ-1БМ.

Після іонної імплантації азотом за режимом I (табл. 1) на сталі 12X18H10T спостерігається двошарова будова поверхні. Зовнішній шар, товщиною 35–40 мкм, має дрібнозернисту структуру з світлими включеннями. Включення вторинних фаз були ідентифіковані нами як нітриди хрому та заліза складу: CrN та FeN_{0,076}. Нижній шар складається із витягнутих зерен, що по своїй формі нагадують дендрити, орієнтовані перпендикулярно до поверхні.

Покриття, сформовані за режимом II, як і у першому випадку складаються з двох шарів. Зовнішній шар має ще більш дрібнозернисту будову, що змінюється на колонії зерен, витягнутих від

поверхні у його глибину. Характеризується високою адгезією та невеликою кількістю відшарувань від поверхні. Спостерігаються дефекти у вигляді пор, що імовірно утворилися в околі крихких вторинних фаз. Нижній шар має товщину 15–20 мкм.

За результатами магнітометричного аналізу (табл. 2) встановлено, що питома намагніченість насичення зразків становить 2,8 та 4,6 для зразків оброблених за режимами I і II відповідно. Коерцитивна сила для зразків оброблених за II режимом має дещо вищі значення ($16 \text{ кА} \cdot \text{м}^{-1}$) ніж для першого що може бути викликано більш високою дисперсністю α – фази та більшими величинами внутрішніх напружень.

Таблиця 2

Результати магнітометричного аналізу поверхневих шарів сталі 12X18H10T після обробки за режимами I і II

Режим обробки	$\sigma_s, \text{А} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$	$H_c, \text{кА} \cdot \text{м}^{-1}$	$\Theta_c, \text{К}$	$M_p, \text{К}$	Доля α — фази, %
I	2,8	14,3	980	420	10
II	4,6	16	1000	330	20

Електрохімічні дослідження поверхневих шарів сталі 12X18H10T після іонної імплантації азотом показали, що зі зміною рН від 6,2 до рН 11 потенціал корозії становить 0,282 В при струмі корозії $9,55 \cdot 10^{-9} \text{ А/см}^2$. Для кривих анодного розчинення характерна наявність граничних струмів анодного розчинення, а після іонної імплантації — області пасивації та перепасивації.

Отже, збільшенні тиску робочого середовища до 5,5 мБар призводить до утворення покриття з більшою насиченістю азотом, кращою адгезією до поверхні та меншою пористістю.

Література

1. Дурягіна З. А. Фізика та хімія поверхні [Текст] / З. А. Дурягіна. — Вид-во НУ «Львівська політехніка». — 2009. — 207 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 ніобієм на корозійну тривкість сталей 12X17T та 12X18H10T в модельних середовищах [Текст] : матеріали XII міжнародної конференції з фізики і технології тонких плівок і наноструктур, 18–23 травня 2009 року, м. Косів / З. А. Дурягіна, Б. П. Бахматюк, Н. В. Щербовських. — С. 170–172.
4. Дурягіна З. А. Влияние режимов лазерного легирования на свойства поверхностных слоев сталей 12X18H10T и 12X17T [Текст] : материалы Международной научно-технической конференции «Полимерные композиты и трибология», 22–25 июня 2009 г., г. Гомель, Беларусь / З. А. Дурягина, Н. В. Щербовских. — С. 80–81.
5. Дурягіна З. А. Магнітометричний аналіз поверхневих шарів сталі 12X18H10T після іонно-променевого азотування [Текст] / З. А. Дурягіна, С. А. Беспалов, А. К. Борисюк, В. Я. Підкова // Металлофізика и новейшие технологии. — Киев, 2011. — Т. 33, № 5. — С. 615–622.
6. Duriagina Z. The influence condition of laser alloying on the properties of the layer surface 12X18H10T steel [Text] / Z. Duriagina, N. Shcherbovskykh // 4-th PhD Students and Young Scientists conference, 21–23 September 2009, Warsawa. — P. 11–15.
7. Дурягіна З. А. Вплив лазерного легування з порошкових сумішей на структуру та мікроемеханічні властивості сталі 12X18H10T [Текст] / З. А. Дурягіна, С. А. Беспалов, Н. В. Щербовських // Металлофізика и новейшие технологии. — 2011. — Т. 33, № 7. — С. 969–975.
8. Дурягіна З. А. Вплив лазерного легування ніобієм, бором та титаном на мікро механічні властивості сталі 12X18H10T [Текст] : зб. наук. пр. / З. А. Дурягіна, Н. В. Щербовських // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні. — Луганськ : вид-во СНУ ім. В. Даля. — 2011. — С. 49–51.
9. Дурягіна З. А. Вплив режимів іонної імплантації азотом на структуру поверхневих шарів корозійнотривких сталей [Текст] / З. А. Дурягіна, Н. В. Щербовських, В. Я. Підкова // Нові матеріали і технології: Вісник національного університету «Львівська політехніка». — Львів, 2011. — № 702. — С. 92–95.

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ 12X18H10T ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИЕЙ АЗОТОМ

В. Я. Підкова

Исследовано влияние ионной имплантации азота на структуру и коррозионно-эрозионные свойства стали 12X18H10T. Предложен оптимальный режим обработки поверхности.

Ключевые слова: модификация поверхности, коррозионная стойкость, ионная имплантация.

Василий Ярославич Пидкова, аспирант кафедры инженерного материаловедения и прикладной физики Национального университета «Львовская политехника», тел.: (097) 660-31-05, e-mail: vasyil.pidkova@gmail.com.

SURFACE MODIFICATION OF STEEL 12X18H10T BY ION IMPLANTATION OF NITROGEN

V. Pidkova

The effect of nitrogen ion implantation on the structure and corrosion-erosion properties of steel 12X18H10T was investigated. Proposed the optimal modes of surface treatment.

Keywords: surface modification, corrosion resistance, ion implantation.

Vasyl Pidkova, graduate student of Department of Engineering Materials Science and Applied Physics, «Lviv Polytechnic» National University, tel.: (097) 660-31-05, e-mail: vasyil.pidkova@gmail.com.