

УДК 621.785

ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ З КАРБІДНИМИ ПОКРИТТЯМИ

Ключников Ю.В., Кір'янова К. О, Скляр А.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Анотація: Створення захисних покриттів на різних деталях і інструменті є ефективним, а часто і єдино можливим методом рішення технічних завдань підвищення експлуатаційних характеристик матеріалів. У зв'язку з цим становить інтерес дослідження властивостей залізобуглецевих сталей, зміцнених захисними покриттями з карбідів титану і ванадію. Дослідження абразивного зносу, а також шорсткості поверхні показали, що зміцнення сталі покриттями призводить до підвищення їх стійкості і збільшення класу чистоти поверхні сталі на 1-2 в порівнянні зі сталлю без покриття. Дослідження стійкості сталі з покриттями і без них у водопровідній воді і водних розчинах: кислоти, солі і луки показали, що карбідні покриття мають підвищену корозійну стійкість.

Ключові слова: сталь, карбідне покриття, експлуатаційні характеристики, карбіди, стійкість

Сучасне виробництво характеризується постійно зростаючими робочими температурами, великими швидкостями і складними навантаженнями, необхідністю використання різних вузлів і механізмів в умовах впливу агресивних середовищ. Ця обставина вимагає удосконалювати існуючі і розробляти нові матеріали, що відрізняються підвищеною зносостійкістю і хімічною стійкістю. При цьому створення захисних покриттів на різних деталях і інструменті є ефективним, а іноді, єдино можливим методом рішення технічних завдань підвищення експлуатаційних характеристик матеріалів. У зв'язку з цим становить інтерес дослідження властивостей залізобуглецевих сталей, зміцнених захисними покриттями з карбідів титану і ванадію. Карбідні покриття отримували на сталях: 10864, 20, 45 і У8 в інтервалі температур 600-950 °С при часі витримки 1 - 6 годин.

Таблиця 1

Механічні і термоемісійні властивості покриттів на сталях

Тип покриття	Марка сталі	Оптимальне навантаження,	Показник мікрокрихкості, $\mu \cdot 10^3$	Мікротвердість,	Робота виходу, еВ
TiV	сталь 10864	-	-	-	4,22
	сталь 20	0,060	0,55	26000	4,27
	сталь 45	0,060	0,56	29000	4,33
	сталь У8	0,050	0,60	32000	4,36
(Ti-V)C	сталь 10864	-	-	-	4,21
	сталь 20	0,070	0,22	24000	4,25
	сталь 46	0,060	0,23	26500	4,30
	сталь У8	0,060	0,25	31000	4,34
VC	сталь 10864	-	-	-	4,20
	сталь 20	0,080	0,30	22000	4,23
	сталь 46	0,080	0,33	25000	4,25
	сталь У8	0,080	0,35	26000	4,27

На підставі отриманих даних (табл. 1) встановлено збільшення мікротвердості покриттів з підвищенням вмісту вуглецю в сталі. Зміни механічних характеристик в карбідних покриттях пов'язані зі зростанням частки ковалентної складової [1] сил взаємодії між атомами в тугоплавких сполуках при переході від VC до TiC, що в кінцевому рахунку, визначає велику мікротвердість покриттів з TiC у порівнянні з мікротвердістю покриттів з карбідів ванадію.

Під час аналізу інших факторів, що визначають твердість покриттів, необхідно виділити гальмування дислокацій, тому що висока мікротвердість сплавів може бути досягнута при створенні в ньому структури, яка визначає мінімальну рухливість дислокацій. Саме таку структуру і мають покриття з карбідів титану і ванадію, в яких додатковими факторами, що гальмують рух дислокацій, є пружня взаємодія і перетин з іншими дислокаціями, а також межі зерен і субзерен, де скупчуються дислокації. Важливу роль в гальмуванні дислокацій надає і наявність в карбідах титану і ванадію вакансій, що сприяють їх зміцненню.

Висока мікрокрихкість покриттів з карбідів титану і ванадію пов'язана з утворенням в шарі макронапружень. Зазначені напруження виникають після хіміко-термічної обробки при охолодженні в результаті пружної взаємодії шару і серцевини, що мають різні питомі об'єми і коефіцієнти термічного розширення (к. т. р.) [2]. Встановлений характер зниження мікрокрихкості в ряду: TiC \rightarrow VC \rightarrow (Ti-V) C обумовлений зменшенням відмінності як між величинами к. т. р. покриттів і серцевини, так і їх питомими об'ємами, що призводить до зниження величини напружень. Так, серед досліджуваних покриттів, карбід титану має найбільший питомий об'єм і його к. т. р. значно відрізняється від аналогічного коефіцієнта заліза, що призводить до утворення високих напружень в шарі і, таким чином, до найбільшої мікрокрихкості.

Побічно про міцність хімічного зв'язку в решітці карбідів можна судити, крім температури плавлення, енергії дисоціації, теплоти утворення, по термемісійним властивостями досліджуваних покриттів (робота виходу електронів з карбідних шарів). З табл. 1 видно, що робота виходу залежить від складу сталі і виду покриття. Так для всіх сталей з покриттями має місце лінійне зниження величини роботи виходу зі зменшенням вмісту вуглецю в сталі, причому для двохкомпонентних покриттів величина роботи виходу більше, ніж для однокомпонентних покриттів з карбіду ванадію на тих же марках сталей.

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні **висновки**. Дослідження абразивного зносу в умовах сухого тертя ковзання, а також шорсткості поверхні показали, що зміцнення сталі покриттями призводить до підвищення їх стійкості і збільшення класу чистоти поверхні сталі на 1-2 в порівнянні зі сталлю без покриття [3]. Дослідження стійкості сталі з покриттями і без них у водопровідній воді і водних розчинах: кислоти (0,1 нормальний розчин H₂SO₄), солі (3% розчин NaCl) і луги (30% розчин NaOH) показали, що карбідні покриття мають підвищену корозійну стійкість.

У роботі були проведені дослідження окалинотойкості сталі У8, зміцненої покриттями. Встановлено, що двокомпонентні і однокомпонентні покриття з VC і TC починають інтенсивно окислюватися в повітряному середовищі відповідно при температурах 750°C, 700°C, 800°C.

За допомогою математичної обробки результатів отримано моделі, що дозволяють оцінити вплив складу вихідних реагентів, температур і тривалості процесу на товщину і властивості покриттів на сталях.

Список літератури:

1. Шпак А.П., Наконечко О.І., Куницький Ю.А., Соболев О.В. Механічні властивості покриттів на основі титану. - К. ІМФ НАН України, 2005 -80с.
2. Лоскутов В.Ф., Хиженяк В.Г., Куницький Ю.А., Киндрачук Н.В. Диффузионные карбидные покрытия. -К.: Техника, 1991 -168с.
3. Киндрачук Н.В., Кульгавий Э.А. Трибологические процессы в гетерогенных системах // Проблемы тертя та зношування. -К., 2007. - Вип. 48. - С.39-54.