

УДК 621.785

Є.С. Димарчук, О.Т.Сердітов, Ю.В. Ключников

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Підвищення стійкості до захоплювання поверхонь хромонікелевих сталей дифузійним титануванням

В основі зовнішнього тертя деталей лежить взаємодія їх поверхонь, тобто утворення поверхневих зв'язків, їх робота та руйнування інакше кажучи, ті ж самі процеси, які є основою захоплювання. Тому непрямі методи оцінки властивостей поверхонь до захоплювання можуть слугувати дослідженню тертя поверхонь. Відомо, що дифузійне насичення контактуючих поверхонь хромонікелевих сталей титаном [1] підвищує стійкість до захоплювання при їх нагріванні. В роботі [2] проведені пошаровий рентгенівський аналіз фазового складу дифузійної зони досліджуваних сталей і пошарове визначення концентрацій елемента насичення, які показали наявність зони карбіду титану (ТіС), перехідної зони і зони великих зерен легованого титаном фериту.

Дослідження структури дифузійних зон свідчать про істотні зміни в структурі поверхневих зон сталей в процесі насичення поверхні сталей титаном і характеризуються наявністю в окремих зонах дифузійного шару дислокацій. Найбільше скупчення дислокацій спостерігається на межі між зовнішнім і внутрішнім шарами дифузійної зони. Зміни в структурі є наслідком пластичної деформації локальних ділянок поверхні під дією дифундуючих в метал атомів. На процес захоплювання впливають залишкові напруження, які в свою чергу визначають такі характеристики захисного покриття, як зносостійкість, коефіцієнт тертя, повзучість. В роботі [2] вивчався вплив коефіцієнта термічного розширення на захоплювання сталей 12Х18Н10Т і Х12Н22Т3МР до і після насичення сталей карбідами титану. Дослідження показали, що дифузійне титанування не супроводжується помітною зміною коефіцієнта термічного розширення. Також при вивченні чинників, що впливають на захоплювання металів досліджували вплив шорсткості поверхні на міцність захоплювання. Результати показали, що після дифузійного насичення карбідом титану сталей шорсткість поверхні зменшується (табл. 1).

Таблиця 1.

Зменшення шорсткості поверхні після дифузійного титанування

Марка сталі	Шорсткість поверхні R_z , мкм	
	До насичення	Після насичення
X12H22T3MP	6.3	2
12X18H10T	10...6.3	3.2

В даній роботі визначався коефіцієнт тертя сталей 12X18H10T і X12H22T3MP до та після титанування виконані за методикою [1]. Отримані експериментальні дані наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Вплив дифузійного титанування сталей на коефіцієнт тертя

Марка сталі	Коефіцієнт тертя	
	До нанесення TiC	Після нанесення TiC
12X18H10T	0,18	0,24
X12H22T3MP	0,14	0,18

У всіх випадках у сталі X12H22T3MP коефіцієнт тертя нижчий. Різниця в значеннях коефіцієнтів тертя до та після дифузійного нанесення незначна. Це пов'язано з тим, що шорсткість поверхні після дифузійного титанування змінилась не суттєво.

Робота деталі в умовах схоплювання при нагріві висуває високі вимоги до властивостей міцності сталей та довготривалої міцності. У зв'язку з цим були проведені експерименти по вивченню впливу дифузійного насичення карбідом титану на повзучість та довготривалу міцність сталей 12X18H10T та X12H22T3MP. Дослідження проведені як до, так і після процесу дифузійного насичення. На повзучість та довготривалу міцність зразки випробовувались при температурі 700 °C у повітряному просторі. Рівень напруження при випробуваннях на повзучість становив 10 кгс/мм² (для сталі 12X18H10T) та 30 кгс/мм² (для сталі X12H22T3MP). При випробуваннях на тривалу міцність рівень напруження був відповідно 1,4 та 3,4 МПа. Тривалість випробувань на повзучість становила 70 год. Отримані в результаті експериментальні криві залежності відносного видовження від тривалості випробувань для сталі X18H10T наведені на рис. 1.

Швидкість повзучості та пластичність сталі X12H22T3MP значно нижча, ніж у сталі X18H10T, що обумовлено наявністю у структурі сталі X12H22T3MP (переважно на межі зерен) γ – фази, яка виникає при дисперсному твердінні. Дифузійне титанування знижує швидкість повзучості.

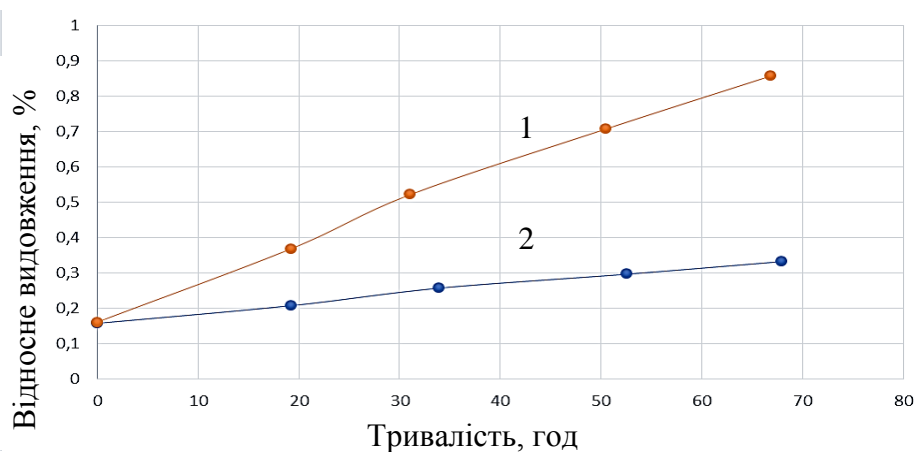


Рис. 1. Повзучість сталі 12X18H10T до (1), та після (2) дифузійного титанування

Зменшення швидкості повзучості сталей після насичення поверхні елементами може пояснюватися структурно-енергетичною гіпотезою [3], з одного боку, удосконаленням кристалічної структури, а з іншого боку, збільшенням енергії зв'язку між атомами. Відомо, що швидкість повзучості сплаву із впорядкованою структурою значно менша за швидкість повзучості сплаву із неупорядкованою структурою [4]. Особливість зменшення швидкості повзучості після процесу титанування, пов'язана, мабуть, із наявністю впорядкованої структури на поверхні досліджуваних сталей після насичення карбідом титану. Результати випробувань вище зазначених сталей на тривалу міцність наведені в табл. 2.

Після насичення поверхні TiC термін служби сталей збільшується. Збільшення часу до руйнування пов'язане із взаємодією двох факторів, які запобігають виходу дислокацій на поверхню - наявністю упорядкованого дифузійного шару та зміцнюючою дисперсною фазою в структурі сталі.

Збільшення часу до руйнування після титанування сталей пояснюється бар'єрним ефектом, який виникає в результаті наявності дифузійного шару який перешкоджає виходу дислокацій на поверхню.

Таблиця 2

Результати дослідження тривалої міцності сталей після титанування

Сталь	Напруження σ , МПа	Характеристики поверхні	Властивості		
			Час до руйнування, год	Відносне видовження δ , %	Відносне звуження, Ψ , %
12X18H10T	1,4	До нанесення	28	28	32
		Після нанесення	40	27	33
X12H22T3MP	3,4	До нанесення	56	13	19
		Після нанесення	81	9	15

Висновки:

Все вище сказане, дозволяє зробити наступний висновок: для зменшення міцності захоплення, а також для підвищення характеристик міцності сталей доцільно створювати на поверхні сталей дифузійні шари, структурно-енергетичний стан яких відповідає низькій швидкості повзучості.

Список використаних джерел

1. Хрущев М. М., Бабичев М. А. Исследования изнашивания металлов, издательство АН СССР, М., 1960.
2. Ключников Ю.В. Застосування дифузійного титанування сталі Х18Н10Т і Х12Н22Т3МР з метою захисту поверхні від захоплення. Близнюк Т. О., Самсоненко А. А., Ключников Ю.В. // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених та студентів «Інновації молоді-машинобудуванню 2018», секція «Лазерна техніка та процеси фізико-технічних технологій».-К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018.
3. Дубинин Г.Г. Диффузионное хромирование сплавов. «Машиностроение» М., 1964.
4. Weeriman I. – Trans. AIME, 1996, 206, 1409.