

ДОВГОВІЧНІСТЬ ШТАМПІВ, НАПЛАВЛЕНИХ СТАЛЯМИ СИСТЕМИ Cr-Mn-Mo-Ti НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА¹⁶

Завезиступ А.Ю. студент групи MC-41-20
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Встановлено, що збільшення вмісту Mn та Cr в наплавленому металі знижують активність вуглецю; збільшення кількості фази TiC підвищує внутрішню теплоту наплавленого металу. Підвищення теплостійкості сплавів системи Cr-Mn-Ti на основі заліза сприяє збільшенню вмісту фази [TiC]; введення [Mo] стабілізує значення твердості при підвищених температурах, підвищує теплостійкість і твердість..

Ключові слова: наплавлення, порошковий дріт, легований флюс, структура.

THE INCREASE IN DURABILITY ALLOYS OF THE SYSTEM CR-MN-MO-TI IRON-BASED

Zavezystup A., student of group MC-41-20
Kharkiv National Automobile and Highway University

Abstract. It is established that the increased content of Mn and Cr in the weld metal and reduce the activity of carbon; increasing the amount of TiC phase increases internal warmth of the deposited metal. To improve the heat resistance of alloys of the system Cr-Mn-Ti Fe-based contributes to the increase in the maintenance phase [TiC]; introduction [Mo] stabilizes the hardness values at elevated temperatures, improves thermal stability and hardness.

Keywords: surfacing, flux-cored wire, alloyed, flux structure.

Вступ

Дослідження, спрямовані на зниження енерго- та ресурсозатрат при наплавленні обробного інструмента й одночасному підвищенні його надійності й довговічності, останнім часом стали особливо актуальні. Практичний розв'язок завдання здійснюється шляхом розробки нових і вдосконалювання наявних наплавочних матеріалів з економнолегованими покриттями й шихтою, застосуванням оптимального способу їх наплавлення з урахуванням особливостей поведінки матеріалів у реальних умовах. Особлива увага при вдосконалюванні наплавочних матеріалів приділяється матеріалознавським розробкам зносостійких економнолегованих сплавів.

Аналіз публікацій та мета досліджень

Службові характеристики наплавленого металу, призначеного для роботи в різних умовах зношування, визначаються насамперед системою легування і як наслідком цього, різним фазовим складом і структурою. При цьому найменш сприятливої фазової складовій є ферит, оскільки має невисокий рівень твердості, зносостійкості, в'язкості й опірності руйнуванню.

¹⁶ Робота виконана під керівництвом доцента Багрова В.А.

Для підвищення зносостійкості широке застосування одержали сталі не тільки з мартенситної, але й аустенітно-мартенситною, аустенітно-карбідною й мартенситностаріючою структурою.

Дослідження загальних закономірностей і ролі деформаційних мартенситних перетворень у формуванні властивостей сталей проведене в роботі [1]. На основі комплексного вивчення взаємозв'язків деформаційного мартенситного перетворення з фізико-механічними властивостями метастабільних аустенітних сталей, а також стійкості їх при різних видах контактного навантаження були розроблені три основні групи зносостійких сталей системи Fe-C-Cr-Mn, що відрізняються по змісту вуглецю, марганцю й хрому, які призначені для різних умов експлуатації відносно впливу зтираючих і ударних навантажень:

- 1) 0,5-0,7% C, 7-10% Mn, 3-5% Cr;
- 2) 0,8-0,9% C, 6-9% Mn, 2-4% Cr;
- 3) 1,0-1,4% C, 6-9% Mn, 0,8-2,5% Cr.

У роботах [2, 3] показана можливість значного підвищення зносостійкості матеріалу з різною часткою метастабільного аустеніту.

Вивченню зносостійкості матеріалів присвячене ряд робіт, у яких немає єдиної думки про вплив твердості й структури на зносостійкість. У роботах [3, 4] показано, що зносостійкість зростає залежно від збільшення твердості та структури металу.

Для підвищення зносостійкості деталей і вузлів у промисловості застосовують значну кількість різноманітних матеріалів, які класифікують із урахуванням здатності протистояти різним видам зношування. Для роботи деталей в умовах молекулярно-механічного, ударно-абразивного й абразивного зношування широке застосування одержали сталі, що мають карбіди й боріди, ледебурит і залишковий аустеніт або карбідно-боридну зміцнюючу фазу в аустенітно-мартенситній матриці. Сталі з подібною структурою мають високу твердість і задовільну зносостійкість, однак застосування їх не завжди забезпечує необхідну зносостійкість наплавленого шару. Крім цього, для їхнього виготовлення застосовуються у великій кількості дорогі й дефіцитні матеріали. Одним з раціональних способів підвищення стійкості наплавленого металу зношування є багатокomпонентне оццадливе легування, за допомогою якого вдається одержати сталі з упрочнюючої карбідної й интерметаллідной фазами й високими фізико-механічними характеристиками. Для цього при розробці наплавочних матеріалів використовують різні карбідотворюючі елементи – Cr, W, V, Nb і ін.

Методи і матеріали дослідження

Наплавлення робили трактором ТС-17М на пластини розміром 200x150x25 мм зі сталі 20, 500x300x40 мм зі сталі 45 і 400x50x40 зі сталі 5ХНМ. У якості захисного флюсу для наплавлення порошковими дротами із системами легування Cr-Mn-Ti і Cr-Mn-Mo-Ti на основі заліза був прийнятий флюс АН-22. Вихідна основність флюсу АН-22 - $B=1,4668$, хімічна активність - $A_f=0,1819$.

Вирізку зразків для дослідження хімічного й фазового складу, механічних властивостей з наплавленого металу робили абразивними відрізними колами з наступним шліфуванням і поліруванням.

Розподіл зміцнюючої фази в наплавленому металі оцінювали точковим методом Глаголева на мікротвердомірі ПМТ-3.

Результати досліджень

Істотного підвищення міцності й зниження енергоємності виробництва відновлюваних деталей наплавленням дозволяє досягтися застосуванням дисперсійнотвердіючих сталей. Гарною комбінацією властивостей – твердості, міцності й пластичності – мають нікелеві мартенситностаріючі сплави, які зміцнюються при старінні за рахунок уведення Al або Mo. Уведення Mo і значний зміст активних карбідоутворюючих елементів (Ti, Cr) дає можливість знизити зміст незв'язаного вуглецю до 0,05-0,3 %. Це досить важливо при використанні в якості наплавочних матеріалів порошкових дротів з низьковуглецевої стрічки. У досліджуваній системі легування (Cr-Mn-Ti-Si) відсутність Ni компенсувалося збільшенням змісту Mn до 10...12 % і введенням Al з феротитану (компонент шихти порошкового дроту). Вплив кількості Ti при наплавленні під керамічним флюсом і зі знеструмленою присадкою [β] на хімічний склад та зносостійкість наплавленого металу наведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1 – Вплив [Ti] і [β] на хімічний склад наплавленого металу

Хімічний склад наплавленого металу під керамічним флюсом					
Хімічний елемент	Зміст [Ti] у наплавленому металі, %				
	0,22	1,62	2,04	2,25	2,41
Cr	8,20...9,00	7,21...8,10	6,42...7,80	6,00...7,60	5,56...7,50
Mn	1,03...1,50	1,20...1,60	1,10...1,56	1,20...1,55	1,30...1,50
Si	0,80...1,40	1,25...1,50	1,30...1,70	1,38...1,80	1,42...1,73
Al	0,02...0,04	0,05...0,09	0,09...0,13	0,14...0,17	0,19...0,23

Таблиця 2 – Хімічний склад наплавленого металу при наплавленні порошковими дротами

Кількість уведення знеструмленої присадки, %	Зміст хімічних елементів у наплавленому металі				
	Ti	Cr	Mn	C	Si
0	1,33	2,64	4,6	0,4	1,08
25	1,62	3,28	5,72	0,48	1,11
50	2,19	4,36	7,60	0,53	1,10
75	2,38	4,72	8,22	0,57	1,12

Пошаровий аналіз хімічного складу показує, що застосування додаткового присадкового дроту дає відносно рівномірний розподіл легуючих елементів по висоті наплавленого металу. Дослідження впливу відносної маси присадки на мікроструктуру наплавленого металу показало, що з її збільшенням стабілізується структурний і фазовий склад багатшарового наплавлення.

Вплив температури відпустки й підвищених температур на твердість наплавленого металу сплавів систем Mn-Mo-Ti і Cr-Mn-Ti на основі заліза показано на рис. 1, 2.

Твердість досліджуваної сталі 20X3Г9М5Т2С після наплавлення становила 37...40 HRC. Після старіння при T=850 °C, τ=2 год твердість складала 49...55 HRC, що можна пояснити збільшенням кількості вторинних карбідів. Збільшення витримки при цій температурі, а також підвищення температури старіння до 920 °C не привело до помітного підвищення твердості, а сприяло її зниженню.

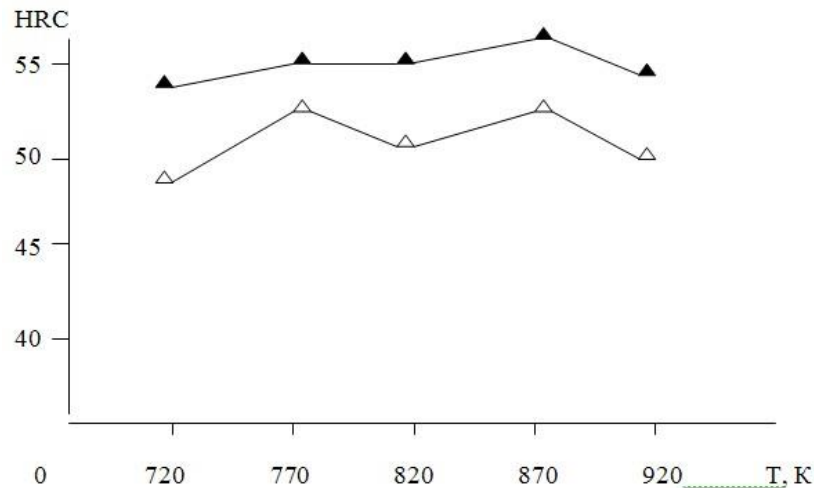


Рисунок 1 - Вплив температури відпустки на твердість досліджуваних сталей (час витримки $\tau=2$ год, охолодження на повітрі)
 - \triangle - 4X4Г8Т2С; \blacktriangle - 20Х3Г9М5Т2С

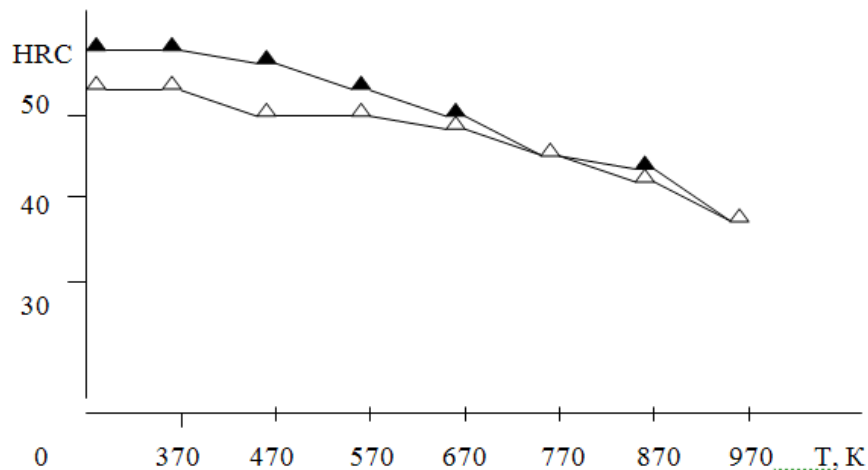


Рисунок 2 - Вплив температури на твердість досліджуваних сталей після відпустки ($T_{\text{відп.}}=850$ °С, $\tau=2$ години, охолодження на повітрі)
 - \triangle - 4X4Г8Т2С; \blacktriangle - 20Х3Г9М5Т2С

Дослідження впливу температури на твердість сплавів показали, що в інтервалі температур 293...870 °С твердість знижується незначно. Зниження твердості на 8...10 HRC у даному інтервалі температур свідчить про високу теплостійкість сплавів систем Cr-Mn-Ti і Mn-Mo-Ti. Одним з показників теплостійкості сталей є пластичність. Аналіз пластичності цих сталей після вторинного твердіння показав, що вона вище, чим у сталей 50ХНМ і 35Х4В3М3Ф, і не уступає нікелевим мартенситностаріючим сплавам.

Висновки

У результаті проведених лабораторних досліджень встановлено:

- збільшення змісту Mn і Cr у наплавленому металі знижують активність вуглецю як карбідоутворюючого елемента; збільшення кількості фази Тіс підвищує внутрішню теплоту наплавленого металу при екзогенному її введенні;

- підвищенню теплостійкості сплавів системи Cr-Mn-Ti на основі заліза сприяє збільшення змісту фази [TiC]; уведення [Mo] стабілізує значення твердості при підвищених температурах, підвищує теплостійкість і твердість при дисперсійному твердінні.

Література

1. Багров В.А. Параметри зносостійкості наплавочних сталей для відновлення штампів // Вісник ХНАДУ. 2020. - Вип. 88. – С. 125-130 с.
2. Багров В.А., Глушкова Д.Б. Формування структури та фазового складу зносостійких сталей, легованих титаном // Вісник ХНАДУ, Вип. 97, 2022. - С. 30-33.
3. Багров В.А., Глушкова Д.Б. Властивості зносостійких безнікелевих вториннотвердіючих сталей для наплавлення штампів гарячого оброблення металів // Вісник ХНАДУ, Вип. 97, 2022. - С. 34-37.
4. Багров В.А. Наплавлення штампів економнолегованими вториннотвердіючими сталями / Вісник ХНАДУ, вип. 103, 2023. С. 163-167.