

О.Б. НАСТИЧ, канд. техн. наук, доц., Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.,
Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук, ст. викладач, Криворізькій національний університет

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ НАПЛАВОЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДЕТАЛЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ГАЗОАБРАЗИВНОГО Й АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

Для захисту деталей, що працюють в умовах інтенсивного газоабразивного й абразивного зношування без ударних навантажень, широко використовують наплавлювальні матеріали системи залізо-вуглець-хром-бор, що містять до 5% бору. Введення підвищеної кількості бору в наплавлений метал збільшує його зносостійкість, але пов'язане з труднощами технологічного характеру. Крім цього, підвищений вміст бору сильно окрихчує сплав, що призводить до звуження сфери застосування. Створення наплавочних матеріалів зі зниженим вмістом бору (1,8-2,2%) забезпечить підвищення пластичності та стійкості сплаву до утворення гарячих і холодних тріщин, і за наявності високої зносостійкості дасть змогу перейти до комплекснішого застосування зносостійких матеріалів цієї системи легування. При зниженні вмісту бору з 4 до 2% (при вмісті вуглецю 0,8-1,4%) структура сплаву переходить від заевтектичної до евтектичної будови. Введення вуглецю в кількості 2,3-2,6% забезпечує отримання необхідної заевтектичної структури, проте зміцнювальна фаза сплаву крім боридів хрому $(\text{Fe, Cr})\text{B}_2$ і $(\text{Fe, Cr})\text{B}$ представлена карбідами $(\text{Fe, Cr})_7\text{C}_3$, реалізація високої твердості яких ускладнена тим, що до 60% атомів хрому можуть бути заміщені атомами заліза зі зниженням мікротвердості карбіду (H_v) до 12-13 ГПа проти мікротвердості боридів 20-22 ГПа.

З метою створення наплавочного матеріалу зі зниженим вмістом бору були проведені дослідження з додаткового легування системи Fe-C-Cr-V ванадієм і нікелем. Нікель, як встановлено, у кількості 1-4% підвищує зносостійкість сплаву завдяки кращому закріпленню великих надлишкових фаз у матриці. Дослідження мікроструктури наплавленого матеріалу показали, що введення ванадію в наплавлений метал призводить до стабілізації боридної неоднорідності. Ваданій у кількості до 1,8% розчиняється в матриці сплаву і витісняє вуглець, що сприяє зсуву евтектичної точки в бік менших концентрацій вуглецю. У міру збільшення вмісту ванадію в наплавленому металі відбувається поступова зміна мікроструктури. Будучи сильним карбідотворювальним елементом, ванадій у кількості 1,3-1,8% істотно підвищує твердість і зносостійкість внаслідок збільшення мікротвердості комплексних карбідів $(\text{Fe; Cr; V})_7\text{C}_3$ з 12,1-12,4 до 16,4-17,0 ГПа. Введення ванадію в наплавлений метал підвищує щільність шва й ущільнює надлишкову фазу. Збільшення вмісту ванадію понад 1,8% веде до евтектичних структур.

Додаткове введення нікелю в шихту порошкового дроту покращує технологічність наплавленого металу, а залежність твердості та зносостійкості має параболічний характер з явним вираженим оптимумом за вмістом нікелю 2,5-3,0% для різних наплавочних систем типу Fe-C-Cr, Fe-C-Cr-V, Fe-C-Cr-V-V. Сплав, що містить 2,6% C, 14-18% Cr, 1,8-2,2% B, 1,1-1,5% V, за 2% Ni має сорбіто-трооститну матрицю, за вмістом нікелю від 2,5 до 4% – аустенітно-мартенситну, при введенні 6% нікелю матриця стає аустенітною. Вивчення розподілу елементів між фазами у сплаві 260Ф14Р2Ф2НЗ проводили на переважно утворених комплексних карбідах $(\text{Fe; Cr; V})_7\text{C}_3$ і борідах $(\text{Fe; Cr; V})\text{B}_2$. Вони містять однакову кількість заліза, хрому та нікелю, проте відсотковий вміст ванадію в боридній фазі майже в 2 рази менший, ніж у карбідній. Отже, відбувається вибіркоче легування надлишкової фази, за якого мікротвердість карбідів підвищується до мікротвердості боридів, що дорівнює 19,7 ГПа, що сприяє зменшенню анізотропії та збільшенню зносостійкості наплавленого металу. Вивчення основи сплаву показало, що в зоні виділення надлишкової фази відбувається збіднення матриці хромом, вуглецем і ванадієм, збільшення вмісту нікелю при цьому пояснюється його малим розчиненням у карбідах і борідах.

Проведені випробування на газоабразивне зношування показали, що сплави системи Fe-C-Cr-V-V-Ni зі зниженим вмістом бору практично не поступаються наплавочним матеріалам системи Fe-Cr-Cr-V (із вмістом бору 5%) і мають зносостійкість у 1,5-1,8 рази вищу, ніж метал, наплавлений стандартною порошковою ПП-АН170. Нові наплавочні матеріали більш економічні та технологічні для застосування в умовах газоабразивного зношування.

Доповідь присвячена питанню застосування наплавочних матеріалів для захисту деталей, що працюють в умовах інтенсивного газоабразивного й абразивного зношування.