СЕКЦІЯ «ЧАВУННЕ ЛИТВО»

УДК 669.15-196:539.3/5
Голинський М.А., Чабак Ю.Г., Зурнаджи В.І., Єфременко В.Г.
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Маріуполь

ГІБРИДНІ МУЛЬТИКОМПОНЕНТНІ СПЛАВИ ТРИБОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Підвищення експлуатаційної довговічності деталей машин та інструментів залишається актуальним науковим завданням, вирішення якого значною мірою залежить від правильного підбору матеріалу. У багатьох виробничих процесах у гірництві, металургії, виробництві цементу, будівництві тощо традиційно використовуються зносостійкі сплавів різних легуючих систем, включаючи білі леговані чавуни, хімічний склад яких продовжує вдосконалюватися за рахунок використання нових підходів. До групи зносостійких чавунів відносяться мультикомпонентні чавуни, запропоновані Matsubara в середині 1990-х. Ці чавуни легують кількома сильними карбідоутворюючими елементами (Cr, V, W, Mo) у приблизно однакових пропорціях (3-7 %), маючи на меті створення багатофазної структури, що складається з карбідів M_7C_3, M_6C, M_2C, MC, розподілених в мартенситно-аустенітній матриці. Завдяки перевагам композитної структури мультикомпонентні чавуні успішно застосовані в якості матеріалу валків станів гарячої прокатки і подрібнюючих елементів млинів у цементній промисловості.

Іншим напрямком в розробці зносостійких сплавів є створення високобористих чавунів (ВБЧ) - сплавів систем легування Fe-B-C та Fe-B-Cr-C. Концепція ВБЧ, запропонована Lakeland, передбачає введення 1,2-3,5 % B при зниженні вмісту вуглецю до 0,2-0,5 %. Це забезпечує утворення евтектики на основі боридів (карбоборидів) заліза та хрома. Оскільки твердість бориду, як правило, вища у порівнянні з карбідом того ж самого елемента, введення бору забезпечує суттєве підвищення зносостійкості сплавів. Легування хромом покращує в'язкість боридів, що додатково підвищує зносостійкість високобористих сплавів. Значного поліпшення властивостей ВБЧ досягають термообробкою з утворенням вторинних карбоборидів та мартенситу. Недоліком ВБЧ є низька ударна в’язкість внаслідок суцільної евтектичної сітки. Використання РЗМ та Mg приводить до часткового розриву евтектичної сітки, втім крихкість ВБЧ залишається актуальною проблемою. До неї додається обмежена твердість боридів заліза й хрому, що зменшує зносостійкість ВБЧ при зношуванні високотвердим абразивом (Al_2O_3, SiC, тощо), а також невисока теплостійкість, що робить

високоборисні сплави малоефективними при високотемпературному зношуванні.

На основі вищесказаного в даній роботі запропоновано здійснювати розробку абразивно- та ерозійностійких металевих матеріалів нового покоління на основі «гібридного» підходу, який полягає у поєднанні концепцій легування мультикомпонентних чавунів і високобористих чавунів. Практично це реалізується введенням у мультикомпонентний W-Mo-V-Cr-Ti чавун підвищеної кількості бору із пропорційним зменшенням вмісту вуглецю. Це забезпечує формування багатофазної структури, що поєднує карбоборидні евтектики на базі різних зміцнювальних фаз ($M_2(B,C)_5$, $M_7(C,B)_3$, M(C,B)), утворених комплексом W-Mo-V-Cr-Ti (рис. 1).

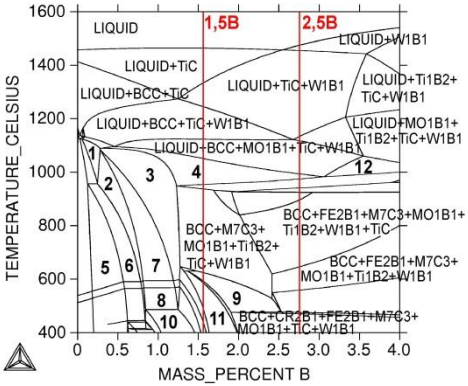


Рисунок 1 - Діаграма стану M-0,75%C-B, де M: (W+Mo+V+Cr+Ti+Fe) (Thermo-Calc)

Вольфрам, молібден та ванадій зв'язують бор та вуглець у боридні та карборидні фази, твердість яких (2200-2700 HV) суттєво переважає твердість відповідних карбідів (1500-1800 HV), перевищуючи або наближаючись до твердості таких абразивів, як Al_2O_3 (1800-2400 HV) та SiC (2300-2800 HV) що забезпечує «гібридним» сплавам підвищений рівень зносостійкості в контакті із твердими сортами абразиву.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chabak Yu.G., Shimizu K., Efremenko V.G., Golinskyi M.A., Kusumoto K., Zurnadzhy V.I., Efremenko A.V. Microstructure and phase elemental distribution in high-boron multi-component cast irons. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*. 2020. on-line: https://doi.org/10.1007/s12613-020-2135-8.