

ТЕРМІЧНА СТАБІЛЬНІСТЬ БАГАТОЕЛЕМЕНТНОГО ВИСОКОБОРИСТОГО СПЛАВУ

THERMAL STABILITY OF A MULTI-ELEMENT HIGH-BORON ALLOY

*Г.О. Князева PhD; В.В. Субботіна, доктор техн. наук;
С.А. Князев, канд. техн. наук; О.В. Сосонний; Д.О. Педченко
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків)*

*H. Kniazieva, PhD (Tech.), V. Subbotina D. in Engineering, Ph.,
S. Kniaziev, PhD (Tech.), D. Pedchenko, O. Sosonnyi
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (Kharkiv)*

Великий інтерес представляють термічно стабільні сплави. Під термічною стабільністю слід розуміти сплави, які за високих температур (вище 600 °С) мають мінімальні структурні зміни, а отже, слабо знижують механічні характеристики під час нагрівання. Таким чином, метою роботи було створення багатоелементного термічно стабільного сплаву з дисперсним розміром первинного зерна і використанням індукційної плавки.

Плавку проводили індукційним нагріванням. Шихта була сумішшю металевої стружки, борвмісної речовини і флюсу - активатора. Для дослідження використовувався оптико-емісійний елементний аналіз, металографічні дослідження, дюрметричні дослідження і рентгеноструктурний аналіз. Склад шихти підбирався теоретично. Результати елементного аналізу дають змогу оцінити ступінь засвоєння бору з шихти в сплав, що є підставою для розрахунків введення кількості бору в подальших експериментах. Цікавим є той факт, що простежується тенденція зменшення шкідливих домішок (сірки та фосфору) зі збільшенням кількості бору (таблиця 1). Бор є ефективним розкислювачем, який активно витісняє сірку та фосфор у шлак, оскільки є також відомим поверхнево-активним елементом.

Таблиця 1 – Результати елементного аналізу зразків

Зразок/Елемент	C	B	Cr	Mn	Si	Ni	S	P	Fe основа
Металева складова шихти	0,08	-	6,5	2,7	1,3	1,6	0,053	0,05	Решта
Плавка 1	0,03	0,05	6,4	2,6	1,1	1,6	0,051	0,039	Решта
Плавка 2	0,05	0,285	6,3	2,5	1,0	1,5	0,05	0,037	Решта
Після відпалу	0,03	0,27	6,3	2,3	0,95	1,5	0,05	0,037	Решта
Плавка 3	0,06	6,3	6,1	2,1	0,9	1,3	0,039	0,036	Решта

Металографічні дослідження показали істотні зміни в морфології структури в залежності від вмісту бору в сплаві.

За класичного вмісту бору (мікролегування 0,05% бору) структура складається з матричного твердого розчину, який слабо травляється, і дрібних рідко розміщених дендритів. Так само спостерігається пористість.

При збільшенні бору в сплаві (0,285% бору) характер структури змінюється. Структура складається зі світлих зерен (середній розмір 20,7 мкм), евтектичної структури (дисперсність елементів до 2,7 мкм) і чорних включень розміром 5,8 мкм. У результаті п'яти годинного відпалу за 1300 °С мікроструктура має незначні зміни. Головним чином трансформація відбувається в евтектичній складовій з певним огрубінням фаз (дисперсність до 7 мкм) (рис. 1).

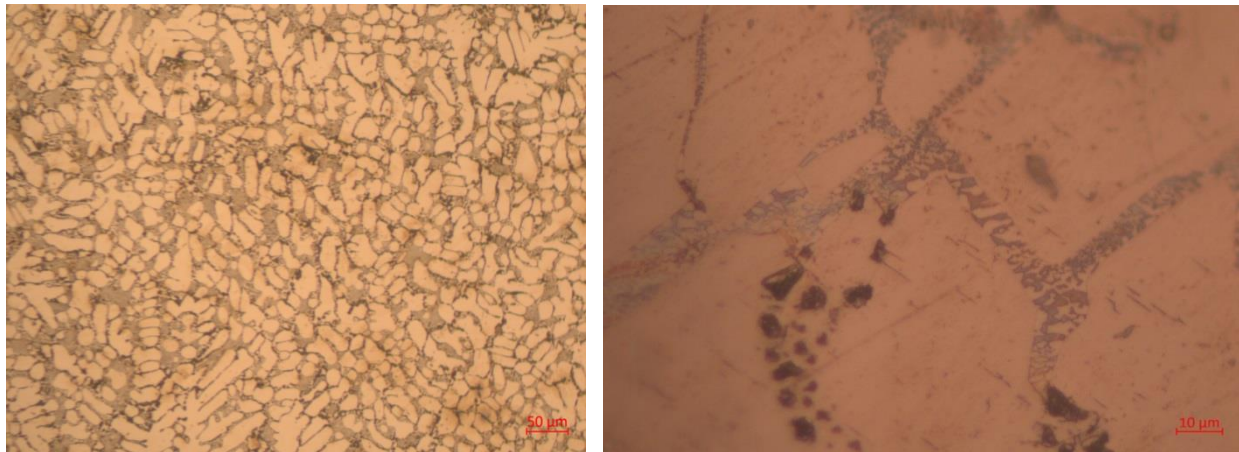


Рис.1 – Структура сплаву з 0,285 % бору у вихідному стані (x200) та після відпалу (x1000)

При збільшенні бору в сплаві до 6,3 % морфологія структури кардинально змінюється і стає схожою на структуру високоміцних чавунів з кулястим графітом.

ДюрOMETричні дослідження показали сильний вплив бору на макротвердість. Отримані результати характерні для інструментальних сталей. Після відпалу зразок із найменшим вмістом бору має твердість 25 HRC, а решта знижують твердість на 6 - 7 одиниць.

Мікротвердість окремих фаз висока. Для високобористого сплаву з 6,3 % бору матричною структурою є борид Fe_2B з характерною для нього твердістю 14 ГПа. Водночас твердість зерен сплаву з 0,285 % бору 7,4 ГПа є заниженою для бориду Fe_2B , але високою для твердого розчину. Проте рентгеноструктурний аналіз показав наявність для цього зразка бориду Fe_2B і твердого розчину на основі заліза як головних фаз. Отримані сплави (особливо сплав плавки № 2) мають серйозні перспективи для розвитку та подальшого впровадження, проте їхні властивості потребуватимуть подальших поглиблених досліджень.