

## БОРИД $\text{Mo}_2\text{NiB}_2$ : СПОСІБ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ТА ВЛАСТИВОСТІ

**Кублій В.З., Уткін С.В., Слєпцов С.В., Бондар А.А., Великанова Т.Я.**

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича  
03680 Київ-142, вул., Кржижановського, 3; [kublil@ipms.kiev.ua](mailto:kublil@ipms.kiev.ua)

Система  $\text{Mo-Ni-B}$  становить інтерес як базова для розробки безвольфрамових твердих сплавів. Їх тверда складова – багатокомпонентна фаза з тетрагональною структурою на основі ромбічної потрійної сполуки  $\text{Mo}_2\text{NiB}_2$  (тип  $\text{W}_2\text{CoB}_2$ , просторова група  $Im\bar{m}m$ , символ Пірсона  $o110$  [1,2]).

Фазові рівноваги при кристалізації сплавів нікелевого кута системи вивчені досить добре, а багата на молібден область потребує додаткового дослідження [1,2]. В цій роботі досліджені багаті на молібден сплави системи  $\text{Mo-Ni-B}$  (№№ 1–6, склад на рис. 1) у литому і відпаленому при субсолідусних температурах станах методами рентгено-фазового аналізу (РФА), диференційного термічного аналізу (ДТА), пірометрії за Пірані-Альтертумом і металографії з використанням ЛРСА. Вихідними компонентами були порошки молібдену, нікелю та бору. Сплави плавили в дуговій печі з лігатур: 59,6 мас. %  $\text{Ni}$ –40,4 мас. %  $\text{B}$ ; 72,5 мас. %  $\text{Mo}$ –27,5 мас. %  $\text{B}$  (вміст домішок: 0,01 %  $\text{O}_2$ ; 0,06 %  $\text{C}$ ;  $10^{-3}$  % за масою  $\text{Fe}$ ).

Методом РФА в литих сплавах виявили:  $\text{Mo}$  ( $a = 314,0 - 314,4$  пм);  $\text{Mo}_2\text{B}$  ( $a = 555,0 - 555,2$  пм,  $c = 473,8 - 474,1$  пм);  $\text{MoNi}$  ( $a = 908,4 - 911,0$  пм,  $b = 913,7 - 919,0$  пм,  $c = 881,8 -$

$883,8$  пм);  $\text{Mo}_2\text{NiB}_2$  ( $a = 317,7$ ,  $b = 455,2$ ,  $c = 704,0$  пм (в литому сплаві № 4)).

За даними металографії у сплаві № 1 первинно кристалізується фаза на основі  $\text{Mo}$ , у сплаві № 4 – фаза  $\text{Mo}_2\text{NiB}_2$ , а в сплавах № 5 і № 6 – фаза на основі  $\text{Mo}_2\text{B}$ . Склади сплавів № 2 і № 3 лежать на лінії ліквідуса.

На основі отриманих результатів і з використанням даних [1] побудована проекція поверхні ліквідуса системи  $\text{Mo-Ni-B}$  до 35 ат. % бору (рис. 1). Підтверджено, що в молібденовому куті вона характеризується існуванням чотирифазних неваріантних рівноваг перехідного типу:  $U_2 (L + \text{Mo}_2\text{B} \Leftrightarrow (\text{Mo}) + \text{Mo}_2\text{NiB}_2)$  при  $1320^\circ\text{C}$  та  $U_3 (L + (\text{Mo}) \Leftrightarrow \text{MoNi} + \text{Mo}_2\text{NiB}_2)$  при  $1280^\circ\text{C}$ . За нашими даними сполука  $\text{Mo}_2\text{NiB}_2$  плавиться інконгруентно при  $1790^\circ\text{C}$ , її мікротвердість становить  $\sim 20$  ГПа.

Література.

1. Кублій В.З., Бондар А.А., Уткін С.В., Петюх В.М., Лисенко С.І., Великанова Т.Я. // Порошковая металлургия. – 2008, № 3/4. – С. 69–83.
2. Morishita M., Koyama K., Yagi S., Zhang G. // J. Alloys Com. – 2001. – 314. – P. 212-218.

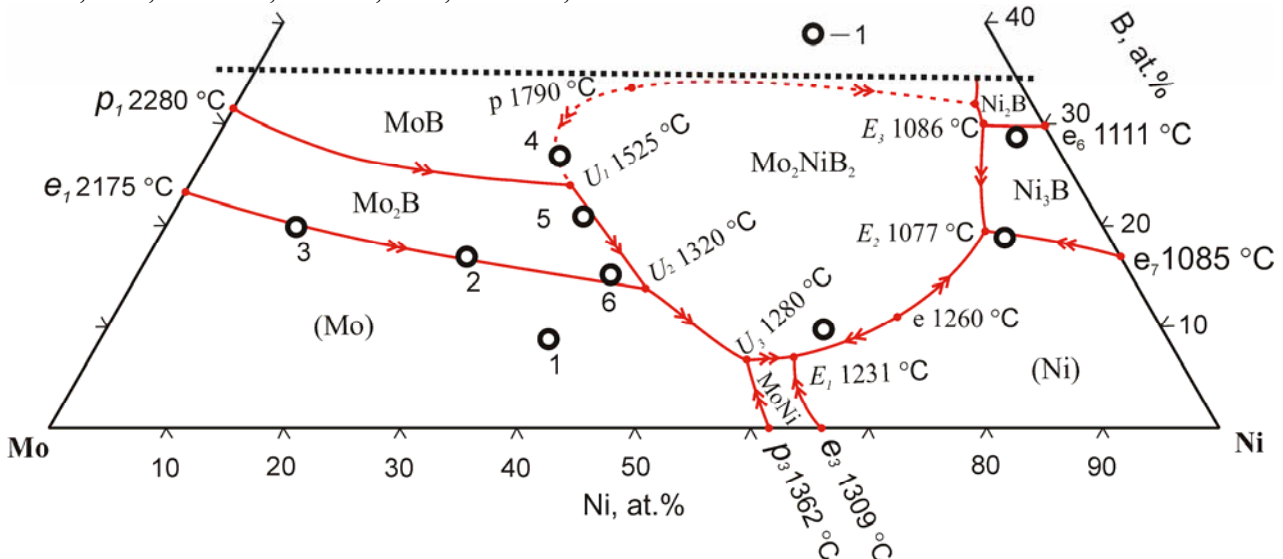


Рис. 1. Проекція поверхні ліквідуса системи  $\text{Mo-Ni-B}$  в області з вмістом бору до 35 ат. %.

1 – склад досліджених сплавів