

УДК 621.375.826:621.791.92

**Ворон Р.В., Рудь С.С.**, наук. кер. Гончарук О.О., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, e-mail: [goncharuk.alex@gmail.com](mailto:goncharuk.alex@gmail.com)

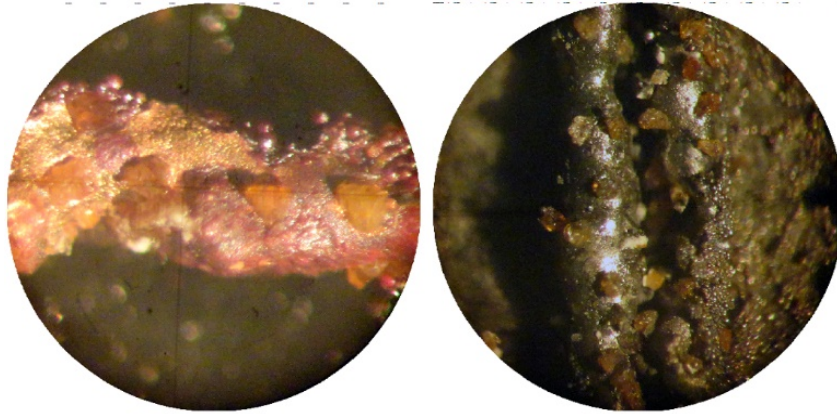
## **ЛАЗЕРНЕ ФОРМУВАННЯ КНБ-ВМІСНИХ КОМПОЗИТІВ: МІЖФАЗНІ РЕАКЦІЇ КНБ ТА ЗВ'ЯЗКИ**

Інститутом надтвердих матеріалів освоєний випуск термостійкої марки КНБ – К9. У зв'язку із цим було проведено експериментальні дослідження з формування інструментальних композитів на базі шліфпорошків КНБ марки К9 зернистістю 250/200.

Лазерне опромінювання дослідних зразків виконували на лазерному технологічному комплексі "ЛАТУС 31" (СО<sub>2</sub> – лазер, довжина хвилі  $\lambda=10,6$  мкм). Обробка проводилася на повітрі при різних густині потужності випромінювання в межах  $W_p=(0.3-3.0)\times 10^4$  Вт/см<sup>2</sup> і часі обробки  $\tau=0,15-0,45$  сек. Зразки піддавалися лазерному опроміненню на повітрі й при додатковому захисті, в середовищі аргону з витратою 2-20 л/хв. Зерна КНБ рівномірно розміщувалися на графітовій пластині на столі комплексу і піддавалися обробці лазерним випромінюванням при швидкостях обробки 0,06 - 2,0 м/хв.

При лазерному опроміненні інструментальних композитів сформованих на основі зв'язки Бр010 (Рис.1), при режимах:  $d_0=4$  мм;  $P=800$  Вт;  $v=0,1-1,0$  м/хв. спостерігалася формування наплавочного валика з зернами КНБ зафіксованими у зв'язці розплавом. Варто відзначити, що інструментальний композит на базі зв'язки Бр010+КНБ показав найкращі результати в даному дослідженні. На Рис. 1, а представлений загальний вид ділянки доріжки. На обробленій ділянці видна розплавлена частина доріжки (температура плавлення бронзи 1050°С) на якій зерна КНБ не перетерпіли видимих змін і частково поринули в розплавлену зв'язку.

Загальний вид опромінених у зв'язці ПС-12НВК зерен представлений на Рис.1, б. На рисунку видно сформований при даних режимах обробки валик, наявні зерен КНБ візуально не змінили свій стан, що свідчить про можливість застосування КНБ даної марки при формуванні інструментальних композитів з підвищеними енергетичними внесками й невисокими швидкостями формування шару з використанням випромінювання  $\lambda=10.6$  мкм.



а)

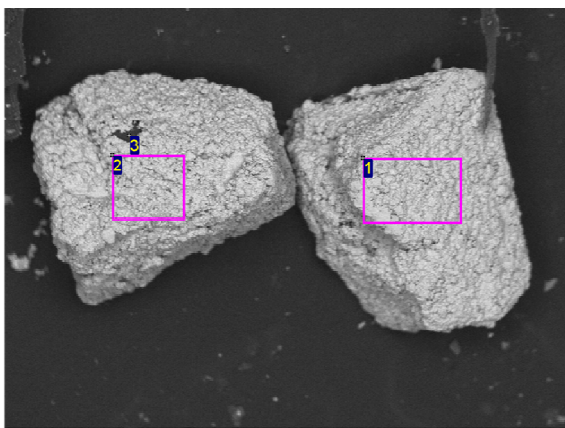
б)

Рисунок 1 — Загальний вид сформованого композиту (x56):

а) Бр010+К9 250/200:  $v=0,8$  м/хв,  $P=800$ Вт,  $d_0=3$  мм,  $A_{\Gamma}=7$  л/хв;

б) ПС-12НВК+К9 250/200:  $v=0,4$  м/хв;  $P=800$ Вт,  $d_0=3$  мм,  $A_{\Gamma}=7$  л/хв

Додатково сформовані абразивні шари досліджувалися за допомогою рентгеноспектрального мікроаналізу у вигляді елементних карт (Рис.3, б). Порівняння зображення наплавленого шару Бр010+КВ315/250 металізованого міддю (Рис. 2) у вторинних електронах (Рис.3,а) з елементною картою (Рис.3,б) дозволяє вважати, що при наплавленні проходить інтенсивне перемішування матеріалу композиту при частковому зануренні зерен КНБ у зв'язку, свідченням чого є наявність плівки міді на поверхні зерна та заліза на поверхні абразивного шару, який перенесений з підкладки в процесі її оплавлення. Наявність міді на границі зерно-зв'язка підтверджує функціональне значення



400мкм

Электронное изображение 1

металізації.

Спектр	В стат.	В	С	Н	О	Сu	Итог
1	Да		5.58		1.38	93.04	100.00
2	Да		6.46		1.30	92.24	100.00
3	Да	35.09		64.04		0.86	100.00
Макс.		35.09	6.46	64.04	1.38	93.04	
Мин.		35.09	5.58	64.04	1.30	0.86	

а)

б)

Рисунок 2 — Загальний зерен КНБ марки КВ 315/250 металізованих Сu:

а) електронне зображення; б) спектральний аналіз

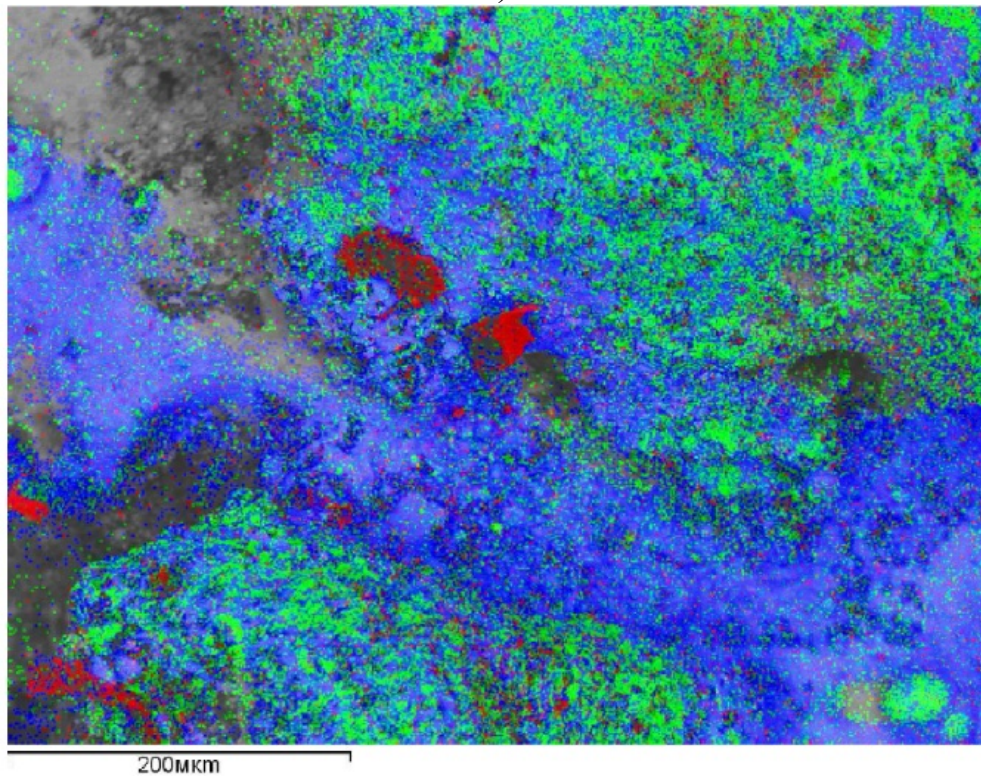
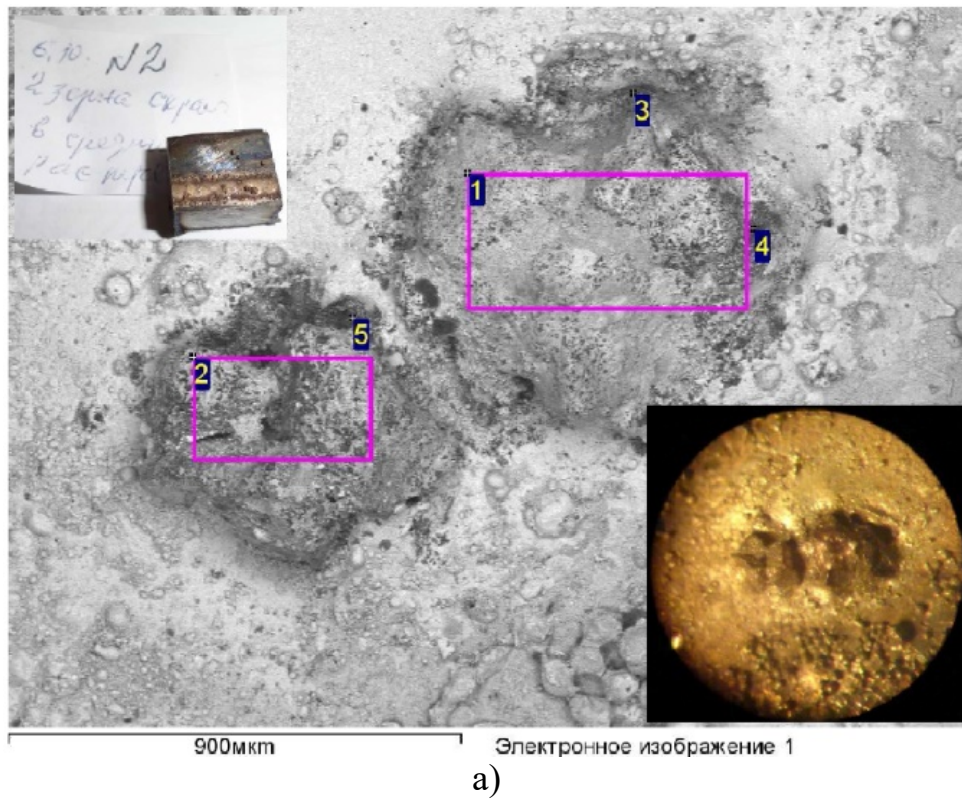


Рисунок 3 — Макрозображення групи зерен у сформованому шарі:  
 а) Br010+KB315/250 (Cu 58,5%):  $v=0,2$  м/хв,  $P=800$ Вт,  $d_0=3$ мм,  $Ar=7$  л/хв;  
 б) елементна карта

Як показали проведені дослідження непрямого нагрівання шліфпорошків КНБ марок KB і КР, їх можна використовувати при виготовленні інструмента технологією лазерного спікання. Для якісного формування наплавленого шару

необхідно застосовувати додаткове ущільнення сформованого шару, для обмеження переміщення зерен на поверхню валика й надання сформованому шару необхідної геометрії та розмірів, шорсткості поверхні.

При використанні лазерного випромінювання з  $\lambda=10,6\text{мкм}$ , доцільно використовувати КНБ без металізації термостійких марок (К8-К9) з зернистостями у діапазоні 160-315 мкм, при спіканні композитів з температурою плавлення основи композиту до 1100°C (Br010, Cu+Sn), при використанні більш тугоплавких зв'язок (на основі Ni, Fe) з температурою плавлення 1400-1600°C доцільно використовувати КНБ з металізацією Ni. Область технологічних параметрів при яких забезпечується зберігання якісних характеристик КНБ наступні:  $W_p = (0.5 \dots 2.0) \cdot 10^3 \text{ Вт/см}^2$  та час обробки 0,23-3 сек в середовищі захисних газів (Ar, N<sub>2</sub>).

#### Список використаних джерел:

1. LIA Handbook on Laser Materials Processing / [John f. Ready, V.S.Kovalenko, L.F.Golovko] - Ed. in Chief: John f. Ready - Laser Institute of America, Magnolia Publishing, Inc., 2001 - 715 p.
2. Гончарук О.О. Вплив лазерного опромінення з довжиною хвилі 1,06 мкм на фазовий склад і міцність КНБ / Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – № 6/3 (8). – С. 3-4.
3. Гончарук О.О. Вплив лазерного опромінення з різною довжиною хвилі на міцнісні характеристики кубічного нітриду бору / О.О. Гончарук, Л.Ф. Головка, О.Д. Кагляк. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ» – 2012. – №33 – С. 37-44.
4. Патент на корисну модель 63067 Україна, МПК С23С 28/00. Спосіб виготовлення надтвердих абразивів з покриттям / О.О. Гончарук, Л.Ф. Головка, Скуратовский А.К., Новіков М.В., Сороченко В.Г., Шепеляв А.О. (Україна). – u201102529; заявл. 03.03.2011; опубл. 26.09.2011, бюл.№18. – 4 с.