УДК 621.762.4
О.О. Гончарук, к.т.н., доцент, В.І. Каракулін, студ., В.В. Огороднік, студ.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" м. Київ

Методи захисту шліфпорошків кнб при формуванні абразивних шарів

Раніше було встановлено [1-2], що зерна КНБ у залежності від якості виготовлення досить ефективно поглинають лазерне випромінювання (λ=10,6 мкм – 60-70%; λ=1,06 мкм – 70-80%), що у сукупності з тепловою енергією розплавленого зв'язуючого приводить до втрати їх міцності. Для зменшення термічного впливу лазерного випромінювання та підвищення змочуванності поверхонь зерен розплавом зв'язуючого і таким чином збільшення міцності утримання зерен зв'язкою було запропоновано попереднє нанесення одного або декількох шарів металевого покриття [1].

Враховуючи використання широкої номенклатури металевих зв'язок є доцільним встановлення режимів формування абразивних шарів при використанні різних покриттів зерен кубічного нітриду бору (КНБ) та їх закріплення у зв'язці, розподіл хімічних елементів у отриманому шарі. При дослідженні побічної дії лазерного випромінювання на міцністні характеристики КНБ використовувалися шліфпорошки металізовані Cu, Ni та Ті для захисту КНБ від негативного термічного впливу та покращення утримання зерен у шарі композиту (Рис.1). Сформовані на графітовій підкладці абразивні шари розчинялися у суміші азотної та соляної кислот (при температурі 50ºС), після чого зерна КНБ промивалися у 96% спиртовому розчині, просушувались та досліджувалися на статичну міцність та за допомогою растрової електронної мікроскопії (РЕМ).

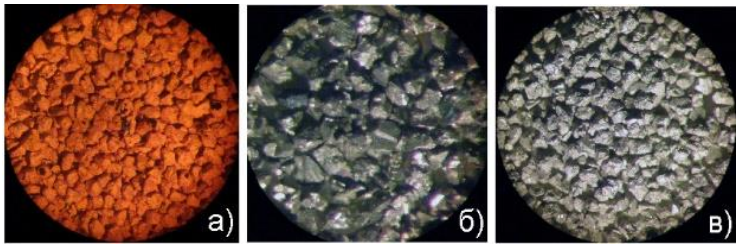
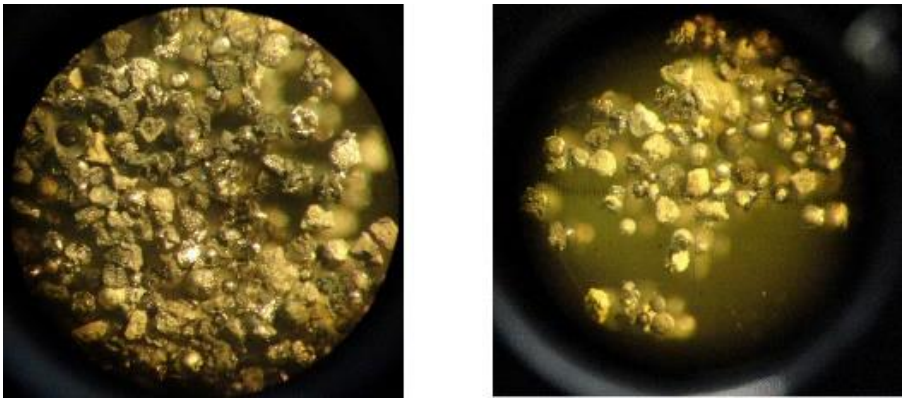


Рис. 1. Загальний вид шліфпорошків КНБ з покриттям:
а) мідь (58,5% від загальної маси); б) титан (1% від загальної маси); в) нікель (64% від загальної маси)

© О.О. Гончарук, В.І. Каракулін, В.В. Огороднік, 2020

Використання захисного покриття дозволяє збільшити теплову стійкість КНБ й розширити кількість використовуваних інструментальних композитів (зв'язок), тим самим збільшити можливості використання лазерного спікання для виготовлення абразивного інструмента. Також підтверджено позитивний вплив захисного середовища (аргон), яке подавалося в зону обробки. На Рис.2 представлений загальний вид зерен КНБ металізованих нікелем (64% від загальної маси) після прямого опромінення з λ=1,06 мкм на лазерному комплексі «DY044».

Як показали дослідження Рис.2 при подачі в зону обробки захисного інертного газу аргону з витратою до 12 л/хв, кількість зруйнованих зерен різко зменшується. Відзначається, що застосування аргону сприяє підвищенню швидкості формування спечених абразивних шарів і поліпшенню їх якісних показників.



а) б)

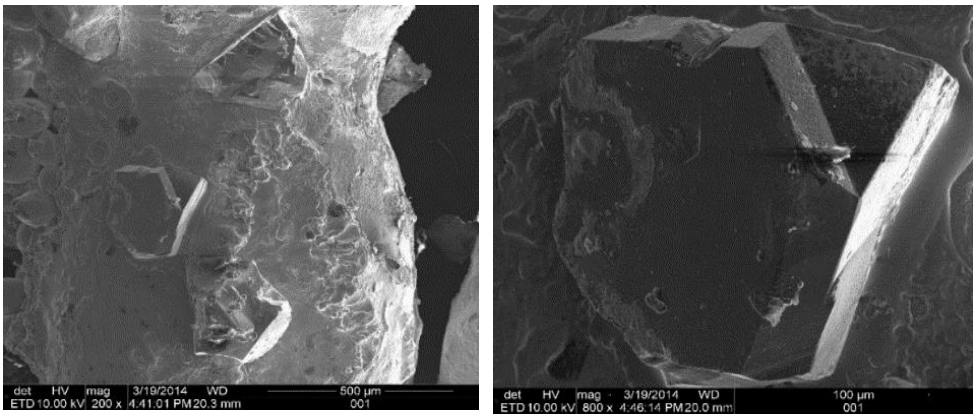
Рис. 2 – шліфпорошок КНБ марки КВ 315/200 (металізація Ni 64% від загальної маси) після обробки з довжиною хвилі 1,06 мкм:
а) d0=3 мм; υ=0,4 м/хв, Р=500 Вт, Ar=7 л/хв; б) d=3 мм; υ=0,4 м/хв, Р=500 Вт, на повітрі збільшення х16

Механізм впливу лазерного випромінювання на міцністні характеристики шліфпорошків КНБ розглядається детально в [3-5]. В роботах встановлено діапазон режимів безпечних для фізико-механічних властивостей КНБ та механізм руйнації зерен, який складається з етапів: очищення від продуктів синтезу без негативного впливу на показники міцності; поява на зернах тріщин, що утворюються в результаті різниці коефіцієнтів термічного розширення зерна КНБ та металу зародку (магній), яких виходить на поверхню;

© О.О. Гончарук, В.І. Каракулін, В.В. Огороднік, 2020

опромінення при зазначеному режимі призводить до ініціювання фазового перетворення cBN→hBN, що побічно підтверджується їх різним кольором.

Аналізуючи отриманні данні при вимірюванні міцності зерен КНБ витравлених з різних зв'язок, спостерігається деяке збільшення показників міцності зерен КНБ металізованого нікелем, у порівнянні з вихідним, що пов’язане зі збільшенням шару Ni з 63% до 140% безпосередньо на поверхні зерна, який був додатково отриманий зі зв’язки. Відмічене щільне охоплення зерен КНБ досліджуваними зв’язками, що забезпечує високі експлуатаційні властивості отриманого композиту при наступних режимах: λ= 1,06 мкм: P=500 Вт; d0=3 мм; ν =0,1 м/хв; захист - Ar=7 л/хв. (Рис.3).



а) б)

Рис. 3. Вид абразивного шару ПС-12НВК + КВ 315/250 (металізація Ni 64% від загальної маси): а) - збільшення х200; б) - збільшення х800

Сформовані абразивні шари при режимах: ν =0,4 м/хв; P=800 Вт; d0=3 мм, Ar=14 л/хв досліджувалися за допомогою рентгеноспектрального мікроаналізу у вигляді елементних карт (Рис.4). Порівняння зображення наплавленого шару ПС-12НВК+КВ315/250 металізованого Ni у вторинних електронах (Рис.4,а) з елементною картою (Рис.4,б) дозволяє зробити висновок, що при наплавленні проходить інтенсивне перемішування матеріалу композиту при частковому зануренні зерен КНБ у зв´язку, свідченням чого є плівка нікелю на поверхні зерен КНБ, рівномірно розподілених Cr та W (що складовими зв’язки ПС-12НВК) на поверхні абразивного шару, який перенесений зі зв’язки в процесі її плавлення. Наявність нікелю на границі

© О.О. Гончарук, В.І. Каракулін, В.В. Огороднік, 2020

зерно-зв´язка підтверджує функціональне значення металізації. Додатково знімався розподіл хімічних елементів в окремих спектрах рис. 5.

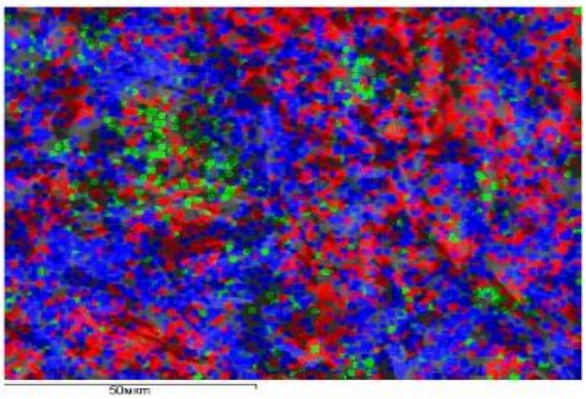


Рис. 4. Елементна карта сформованого композиту ПС-12НВК+КВ315/250 (металізація Ni 64% від загальної маси)

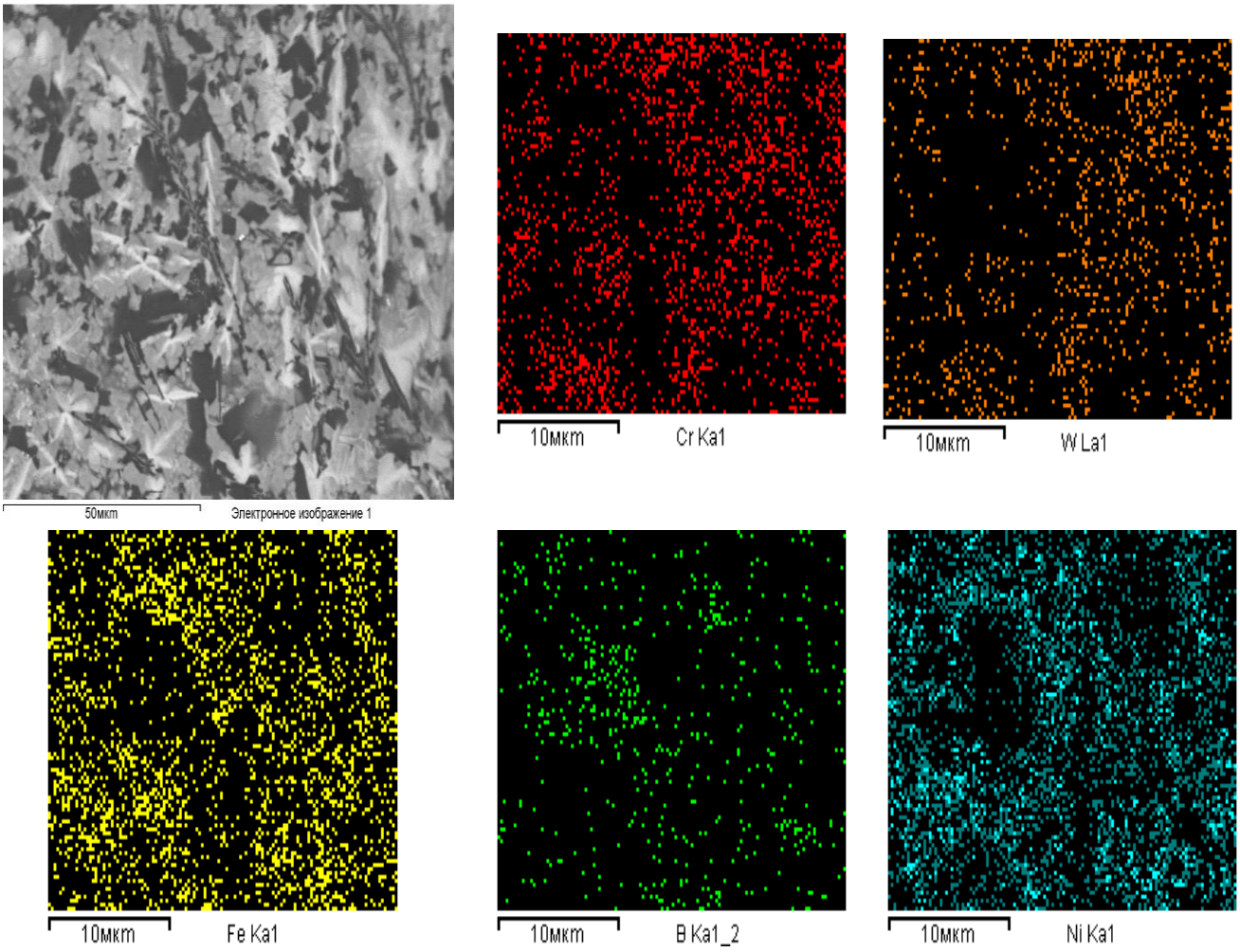


Рис. 5. Розподіл хімічних елементів в окремих спектрах абразивного шару на основі ПС-12НВК+КВ315/250 (металізація Ni 64% від загальної маси)

© О.О. Гончарук, В.І. Каракулін, В.В. Огороднік, 2020

Висновки:

Узагальнюючи отримані дані при досліджені дії лазерного випромінювання на шліфувальні зерна КНБ, а також результати впливу умов опромінення на геометрію та мікротвердість наплавлених шарів, розподіл компонентів зв'язки у сформованому абразивному шарі, визначені оптимальні області технологічних режимів лазерного формування інструментальних композитів, в яких гарантовано забезпечуються якісні характеристики сформованого шару. При використанні лазерного випромінювання з λ=10,6мкм [5-7], 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°С (Бр010, Cu+Sn), при використанні більш тугоплавких зв´язок (на основі Ni, Fe) з температурою плавлення 1400-1600°С доцільно використовувати КНБ з металізацією Ni 64% від загальної маси. Область технологічних параметрів при яких забезпечується зберігання якісних характеристик КНБ наступні: Wp= (0.5…2.0)·103 Вт/см2 та час обробки 0,23-3 сек в середовищі захисних газів (Ar, N2). При виготовленні абразивного інструменту з λ=1,06 мкм, в наслідок більшого поглинання, доцільно використовувати КНБ марок К8-К9 та КВ з зернистостями 160-315 з металізацією металами температура плавлення яких вища за температуру плавлення основного компонента зв´язки (Cu→Ni, Ni→Ti), що забезпечує гарантовані вихідні характеристики КНБ. Основні технологічні параметри наступні: Wp= (0.2…0.8)·103 Вт/см2 та час обробки 0,1-1,5 сек в середовищі захисних газів (Ar,N2). Встановлено вплив захисних середовищ на процес формування інструментального шару. створені передумови для лазерного селективного сортування та лазерного модифікування порошків КНБ.

Список використаних джерел

1. Вплив модифікації поверхні зерен надтвердих матеріалів на фізико-механічні властивості композитів / [Головко Л.Ф., Гончарук О.О., Лутай А.Н., Сороченко В.Г.] // Матеріали VI Міжнародна науково-технічна web-конференція "Композиційні матеріали: тези доповіді. – 2013. – С. 25-27.

© О.О. Гончарук, В.І. Каракулін, В.В. Огороднік, 2020

2. Вплив лазерного випромінювання на міцність металізованих шліфпорошків кубічного нітриду бору при статичному навантаженні / [Головко Л.Ф., Гончарук О.О., Лутай А.Н., Сороченко В.Г., Блощицін М.С.] // Матеріали VI Міжнародна науково-технічна web-конференція "Композиційні матеріали": тези доповіді. – 2014. – С. 11-14.

3. Гончарук О.О. Вплив лазерного опромінення з різною довжиною хвилі на міцністні характеристики кубічного нітриду бору / О.О. Гончарук, Л.Ф. Головко, О.Д. Кагляк, А.М. Лутай, Сороченко В.Г. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ» – 2012. – №33 – С. 37-44.

4. Дуда Т.М. Эффективные покрытия для порошков алмаза и КНБ, их структурные особенности и области промышленного применения / Т.М. Дуда // Синтез, спекание и свойства сверхтвердых материалов. – К. : ИСМ НАН Украины, 2005. – С. 86–95.

5. Гончарук О.О. Вплив лазерного опромінення з довжиною хвилі 1,06 мкм на фазовий склад і міцність КНБ / Технологический аудит и резервы производства. – 2012. – № 6/3 (8). – С. 3-4.

6. Гончарук О.О. Визначення оптимальних умов лазерного формування інструментального шару абразивних інструментів / [Л.Ф. Головко, А.М. Лутай, О.Д. Кагляк, О.О. Гончарук.] // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – № 6/5(60). – С. 28-31.

5. Rommela, D., Scherma, F., Kuttnerb, C., Glatzela, U.: Laser cladding of diamond tools: Interfacial reactions of diamond and molten metal. Surface and Coatings Technology A (2016). https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.02.014.

6. Goncharuk A. A. The influence of laser radiation on the stability of cubic boron nitride. X International Scientific and Technical Web-Conference "Composite Materials". http://htkm.kpi.ua/conferenc-ua-2017.html (2017). Access to May 1, 2017

7. Azarhoushang Bahman, Zahedi Ali. Laser conditioning and structuring of grinding tools-a review[J]. Advances in Manufacturing, 2017, 5(1): 35-49.

© О.О. Гончарук, В.І. Каракулін, В.В. Огороднік, 2020