



О. О. Гончарук

## ВПЛИВ ЛАЗЕРНОГО ОПРОМІНЕННЯ З ДОВЖИНОЮ ХВИЛІ 1,06 МКМ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД І МІЦНІСТЬ КУБІЧНОГО НІТРИДУ БОРУ

Визначені параметри лазерної обробки шліфпорошків кубічного нітриду бору при опромінюванні довжиною хвилі  $\lambda = 1,06$  мкм, при яких не змінюються міцнісні характеристики та фазовий склад вихідного шліфпорошку.

**Ключові слова:** лазер, фазовий склад, кубічний нітрид бору

### 1. Вступ

Кубічний нітрид бору (КНБ) має високу твердість, теплостійкість, хімічну стійкість і ударну в'язкість, що обумовило його застосування при створенні абразивного інструмента. Для виготовлення інструментів на основі КНБ застосовують різні технології, з яких найбільш перспективними є методи спікання з використанням високошвидкісного нагрівання. Лазерне випромінювання в порівнянні з іншими джерелами високошвидкісного нагрівання має ряд значних переваг: воно дозволяє за рахунок високої швидкості безконтактно вводити енергію в матеріал і строго її дозувати, здійснювати в широкому діапазоні температур надшвидкісне нагрівання локальних областей матеріалів і за рахунок цього формувати високодисперсні структури. Лазерне спікання композитів утримуючих КНБ включає кілька фізичних процесів [1–7], один із яких взаємодія лазерного випромінювання із зернами КНБ [3, 6]. Опромінення може ініціювати фазові перетворення КНБ (сBN) в інші фази системи В–N, змінювати субструктуру зерен, формувати окисли. У системі В–N крім сBN відомі фази hBN, rBN, wBN,  $V_{50}N_2$ ,  $V_{13}N_2$ . Структура й властивості перших двох фаз подібні до графіту, твердість вюрцитного нітриду бору (wBN) нижче твердості кубічної фази, утворення двох останніх фаз мало ймовірно. Отже стабільність КНБ найважливіша умова реалізації технології виготовлення абразивного інструмента методом лазерного спікання.

### 2. Методика проведення досліджень

Шліфпорошок КНБ марки KB250/200 розміщався на графітовій підкладці й оброблявся шляхом прямого опромінювання за методикою описаною в [1, 3, 4], на лазерному технологічному комплексі на базі Nd:YAG-лазера «DY044». Режими обробки: потужність випромінювання варіювалася в діа-

пазоні 300...800 Вт, швидкість обробки складала 0,1...1,0 м/хв., діаметр променя на поверхні зразка  $d_0 = 3$  мм, захисне середовище аргон з витратами 7 л/хв.

### 3. Результати експериментальних досліджень

Рентгеноструктурні дослідження проводилися на дифрактометрі ДРОН-4 у фільтрованому  $CoK\alpha$  випромінюванні. Реєстрація дифрактограм здійснювалася в режимі дискретного сканування із кроком  $0,05^\circ$  і експозицією в кожній точці тривалістю 3 сек. Визначення показника статичної міцності об'єктів проводили за стандартною методикою [3] на приладі марки ДА-2.

На рис. 1 представлена дифрактограма шліфпорошку марки KB250/200 обробленого при зазначених значеннях технологічних режимів лазерного випромінювання. Рентгенівський дифракційний спектр фази сBN містить 6 ліній з яких на дифрактограмах, як правило, фіксуються два найбільш інтенсивні відбиття з інтерференційними індексами 111 і 220. Перший максимум з відносною інтенсивністю 100 % відповідають атомним площинам з міжплоскостною відстанню  $d = 2,087$  Å на дифрактограмах зафіксований під кутом  $2\theta = 43,36^\circ$ . Його інтенсивність визначається кількістю кубічної фази в порошок.

До складу досліджуваних порошоків входив графіт, що слугував у якості підкладки при обробці

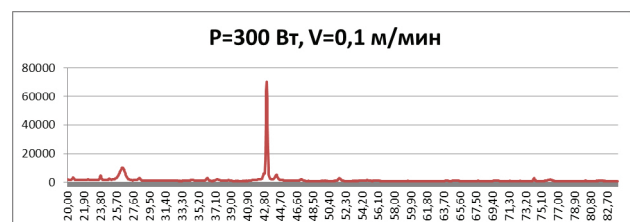


Рис. 1. Дифрактограма порошку марки KB250/200 обробленого лазерним випромінюванням

й частина максимумів, зокрема, перші два належать цій фазі. Зіставляючи інтенсивності зазначеного відбиття у вихідному й обробленому порошках можна зробити наступні висновки. Обробка при  $P = 300$  Вт не змінює кількість cBN у порошку. Причому при  $V = 0,1$  м/хв не фіксується відбиття під кутом  $2\theta = 42,44^\circ$  приналежне вюрцитній фазі BN і збільшується інтенсивність графітоподібної фази. Отже опроміненні при зазначеному режимі приводить до ініціювання фазового перетворення wBN  $\rightarrow$  hBN. Аналогічне фазове перетворення протікає й при  $P = 500$  Вт, але при високій швидкості обробки. Причина вибіркості впливу лазерного випромінювання на кубічну й вюрцитну фази нітриду бору в різних коефіцієнтах поглинання випромінювання цими фазами, що побічно підтверджується їхнім різним кольором.

Зменшення швидкості обробки (отже збільшення часу опромінення) при  $P = 500$  Вт або збільшення потужності випромінювання до  $P = 800$  Вт приводить до практично повного зникнення КНБ. Результати фазового аналізу повністю корелюють із вимірами руйнівних напружень у тих же об'єктах (рис. 2).

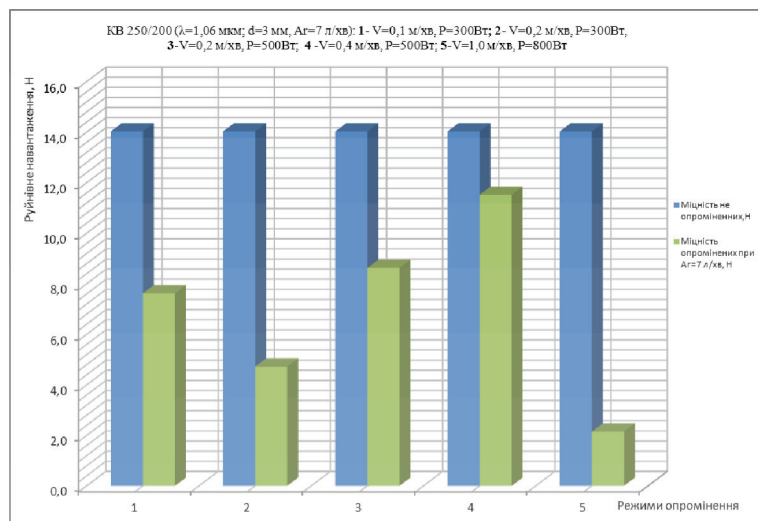


Рис. 2. Руйнівні напруження опроміненого КНБ марки КВ250/200

Література

- Goncharuk O. O. Application of laser irradiation for sintering of cubic boron nitride composites : Laser Assisted Net Shape Engineering, Proceedings of the LANE 2007 [Text] / O. O. Goncharuk, L. F. Golovko, V. S. Kovalenko, O. D. Kaglyak, N. V. Novikov, A. A. Shepelev, V. G. Sorochenko. — 2007. — P. 10.
- Гончарук О. О. Інтенсифікація процесів лазерного спікання композиційних матеріалів енергією ультразвукових коливань [Текст] / О. О. Гончарук, В. В. Джемелінський, Л. Ф. Головка, О. Д. Кагльак // Вібрації в техніці та технологіях. — 2009. — № 3/55. — С. 60–65.
- Гончарук О. О. Влияние лазерного нагрева на прочность кубического нитрида бора при статическом нагружении [Текст] / О. О. Гончарук, Л. Ф. Головка, О. Д. Кагльак // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — № 1/6(43). — С. 4–10.

- Гончарук О. О. Визначення впливу технологічних параметрів лазерного спікання на властивості абразивних композитів із надтвердих матеріалів [Текст] : матеріали VI Міжнародної науково-технічної WEB-конференції «Композиційні матеріали» 2012 / О. О. Гончарук, Л. Ф. Головка, В. Г. Сороченко, А. М. Лутай, О. Д. Кагльак. — 2009. — С. 9.
- Лазерні технології та комп'ютерне моделювання [Текст] : наукове видання / під ред. Л. Ф. Головка, С. О. Лук'яненка. — К. : Вістка, 2009. — 295 с.
- Патент на корисну модель № 63067 Україна, МКП С23С 28/00. Спосіб виготовлення надтвердих абразивів з покриттям [Текст] / О. О. Гончарук, Л. Ф. Головка, В. Г. Сороченко, А. К. Скуратовський, М. В. Новіков, А. О. Шепелєв (Україна). — u2011 02529 ; заявл. 03.03.2011; опубл. 26.09.2011, бюл. № 18. — 4 с.
- Патент на корисну модель № 63066 Україна, МКП В23Д 3/00. Спосіб виготовлення порошків із синтетичних надтвердих матеріалів / О. О. Гончарук, Л. Ф. Головка, В. Г. Сороченко, А. К. Скуратовський, М. В. Новіков, А. О. Шепелєв (Україна). — u2011 02527 ; заявл. 03.03.2011 ; опубл. 26.09.2011, бюл. № 18. — 4 с.

**ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 1,06 МКМ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И ПРОЧНОСТЬ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА**

А. А. Гончарук

Определенные параметры лазерной обработки шлифпорошков кубического нитрида бора при облучении длиной волны  $\lambda = 1,06$  мкм, при которых не изменяются прочностные характеристики и фазовый состав исходного шлифпорошка.

**Ключевые слова:** лазер, фазовый состав, кубический нитрид бора.

*Алексей Александрович Гончарук, ассистент кафедры Лазерной Техники и Физико-технических Технологий Национального технического университета «Киевский политехнический институт», тел.: (096) 7494326, e-mail: goncharuk.alex@gmail.com.*

**INFLUENCE OF LASER IRRADIATION ON PHASE STRUCTURE AND STRENGTH OF CUBIC BORON NITRIDE**

O. Goncharuk

Laser processing regimes for irradiation of cubic boron nitride at wavelength  $\lambda = 1,06$  mkm where strength characteristics and phase structure remain unchanged.

**Keywords:** laser, phase structure, cubic boron nitride.

*Alex Goncharuk, assistant of Laser Physics and Applied Technologies department of National Technical University of Ukraine «Kiev polytechnic institute», tel.: (096) 7494326, e-mail: goncharuk.alex@gmail.com.*