

В. Г. Полторацкий, канд. техн. наук

*Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины
Украина, 04074, Киев, ул. Автозаводская, 2, E-mail: vg.poltoratsky@gmail.com*

СОВМЕСТНАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ НИТЕВИДНОГО И ГЛОБУЛЯРНОГО УГЛЕРОДА НА АЛМАЗЕ И cBN ПРИ СОЗДАНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ АБРАЗИВНЫХ ТЕРМОСТОЙКИХ ПОРОШКОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ШЛИФОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Исследованы особенности совместной кристаллизации нитевидного и глобулярного углерода в смеси порошков сверхтвердых материалов (микropорошок кубонита, шлифпорошок синтетического алмаза), приводящей к формированию композиционного абразивного материала в условиях физико-химического газофазного синтеза при давлении ниже атмосферного. Установлено, что при формировании углеродной связки из углеродсодержащего газа (метана) на поверхности частиц алмаза и кубического нитрида бора происходит последовательное образование нитевидных и глобулярных углеродных структур, связывающих частицы сверхтвердых материалов. Показана возможность модифицирования полученных композиционных порошков термостойкими покрытиями на основе неорганических веществ (оксидов и хлоридов металлов и неметаллов).

Ключевые слова: алмаз, кубический нитрид бора, нитевидный углерод, глобулярный углерод, скорость роста, массовая скорость, модификация.

Введение

Использование абразивных поликристаллических композиционных порошков, зерна которых состоят из мелких частиц СТМ, связанных в единый прочный материал, как с практической, так и теоретической точки зрения, представляется перспективным направлением создания шлифовального инструмента.

Поверхность такого композиционного зерна имеет несколько режущих кромок, задаваемых отдельными частицами. В процессе работы происходит постепенное микроразрушение поверхности зерна, удаление отдельных частиц и воссоздание исходного рельефа и структуры поверхности. Кроме того, при получении композитов могут быть использованы более мелкие, «неходовые» зернистости и даже неклассифицированные порошки алмаза и КНБ, а продуктом являются более ценные крупные зерна и шлифпорошки [1]. Перспективным также является также модифицирование таких композиционных порошков термостойкими покрытиями на основе неорганических веществ (оксидов и хлоридов металлов и неметаллов) [2].

Однако использование сверхтвердых поликристаллических зерен в настоящее время не распространено широко, прежде всего, из-за сложности получения композитов на основе СТМ и дорогой оснастки [3].

Синтез таких материалов технологически сложен, поэтому представляют интерес работы, посвященные получению композиционных материалов на основе СТМ, структурированных углеродной связкой – нитевидным и глобулярным углеродом, при низких давлениях [4].

Новым направлением изготовления материалов со свойствами поликристаллов и композитов является целенаправленное формирование структурирующей углеродной связки – нитевидного и глобулярного углерода – для получения сверхтвердых композиционных материалов на основе алмаза и кубического нитрида бора (cBN, КНБ) при низких давлениях

углеродсодержащих газов. По сравнению с материалами статического синтеза материалы, синтезированные при низких p , T - параметрах, имеют такой размер зерен, который делает возможным дальнейшее изготовление из них крупнозернистых порошков с улучшенными свойствами, такими как термостабильность. Также важным является модифицирование таких крупнозернистых композиционных порошков термостойкими покрытиями на основе неорганических веществ (оксидов и хлоридов металлов и неметаллов) для создания диффузионного барьера, препятствующего проникновению кислорода при изготовлении и работе шлифовального инструмента из таких абразивных материалов.

Цель данной работы – определение массы углеродной связки – нитевидного и глобулярного углерода, образовавшейся на алмазе и cBN при создании композиционных абразивных термостойких порошков, предназначенных для шлифовального инструмента.

Материалы, оборудование, методы исследования

Компонентами абразивных композиционных материалов, образующихся методом физико-химического синтеза на Mo катализаторе в реакторе установки физико-химического синтеза (ИСМ НАНУ) [4, 5], являются микропорошки кубонита: КМ 3/2, КМ 3/0 и шлифпорошок синтетического алмаза: АС6 125/100.

Для синтеза углеродной связки – нитевидного и глобулярного углерода – использовали углеродсодержащий газ метан (CH_4).

Полученные композиционные материалы были исследованы методами электронной микроскопии.

Высокий уровень механических свойств композиционных материалов обусловлен образованием зон контакта между зернами и армированием пор нитевидным и глобулярным углеродом. Так, при изменении диаметра от 2 мкм до 1 мкм предел прочности нитевидного углерода возрастает от 7,85 ГПа до 18,63 ГПа [6].

Совместная кристаллизация углеродных нитевидных кристаллов и глобулярного углерода приводит к постепенному уменьшению массовой скорости роста нитевидных кристаллов [7, 8] (рис. 1–3).

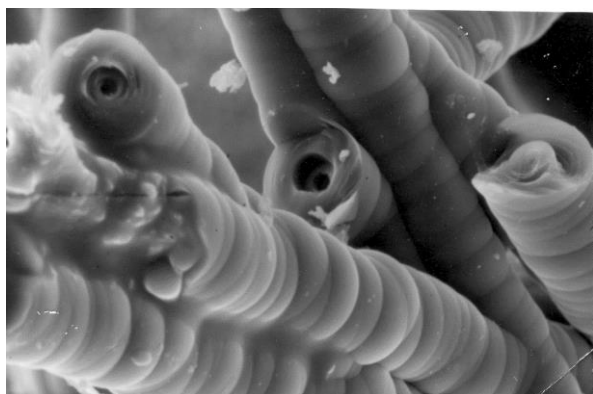


Рис. 1. Нитевидные углеродные кристаллы в композите на основе КМ 3/2 (1500 \times)

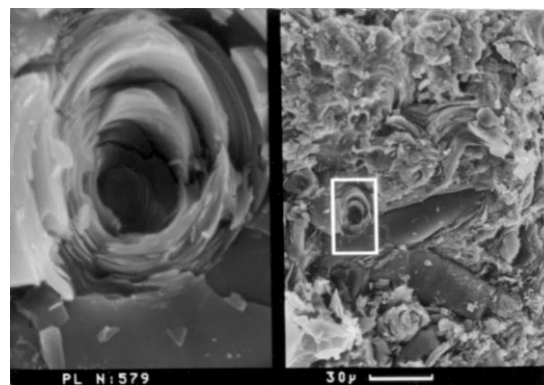


Рис. 2. Нитевидный и глобулярный углерод в композите на основе КМ 3/2

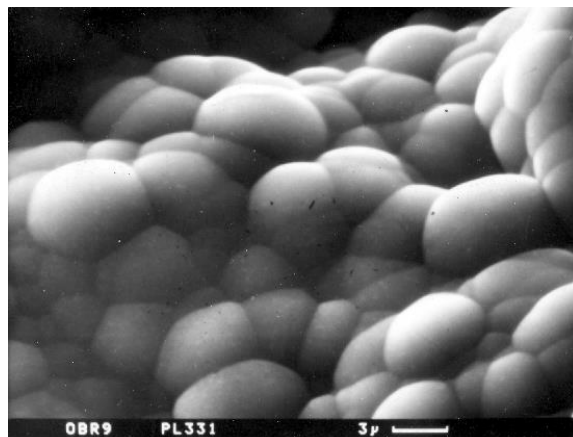


Рис. 3. Глобулярный углерод в композите на основе КМ 3/2

Действительно, углеродные нитевидные кристаллы могут образовываться лишь на свободной поверхности частиц дисперсного материала благодаря поверхностной энергии. Зарождение нитевидного углерода происходит в зоне выхода дислокаций. Свободная поверхность с течением времени уменьшается. Очевидно, что при равнодоступной поверхности зерна (как и всех прочих зерен порошка) свободная поверхность зерна (алмаза или кубического нитрида бора), постепенно занимаемая нитевидными кристаллами, S_{fc} , будет уменьшаться. Обозначим V_{gc} скорость зарастания поверхности зерна глобулярным углеродом (массовая скорость). Тогда изменение (уменьшение) поверхности зерна, занимаемой нитевидными кристаллами, (S_{fc}) будет происходить со скоростью

$$\frac{dS_{fc}}{dt} = -V_{gc} \cdot S_{fc} \quad (1)$$

и будет зависеть от времени согласно формуле

$$S_{fc} = S \cdot e^{-V_{gc}t}, \quad (2)$$

где S – полная исходная поверхность зерна.

Скорость роста углеродных нитевидных кристаллов также снижается:

$$\frac{dM_{fc}}{dt} = S_{fc} \cdot v_{fc} = S \cdot v_{fc} \cdot e^{-V_{gc}t}, \quad (3)$$

здесь v_{fc} – удельная скорость роста нитевидных кристаллов, M_{fc} – приращение массы нитевидных кристаллов.

Для глобулярного углерода соответствующее уравнение имеет вид:

$$\frac{dM_{gc}}{dt} = S \cdot (1 - e^{-V_{gc}t}) \cdot v_{gc}, \quad (4)$$

где v_{gc} – удельная скорость роста глобулярного углерода на поверхности алмаза и/или cBN, M_{gc} – масса выделившегося глобулярного углерода. Приращение массы углеродных нитевидных кристаллов к моменту времени t составит

$$M_{fc} = \frac{v_{fc} \cdot S}{V} \cdot (1 - e^{-V_{gc}t}), \quad (5)$$

а масса выделившегося глобулярного углерода

$$M_{gc} = S \cdot v_{gc} \cdot t - \frac{v_{gc} \cdot S}{V} \cdot (1 - e^{-V_{gc}t}). \quad (6)$$

При $t \rightarrow \infty$ скорость роста нитевидных кристаллов $\frac{dM_{fc}}{dt} \rightarrow 0$ и количество наросшего нитевидного углерода не превышает величину

$$M_{fc} = \frac{v_{fc} \cdot S}{V_{gc}} . \quad (7)$$

При этом же условии $\frac{dM_{gc}}{dt} \rightarrow S \cdot v_{gc}$, т.е. количество выделившегося глобулярного углерода неуклонно увеличивается.

Величины v_{fc} , v_{gc} , V_{gc} связаны между собой и изменить их независимо друг от друга невозможно. Для достижения большего прироста массы нитевидного углерода следует увеличить время процесса наращивания, при этом длительность процесса не должна быть слишком большой.

Суммарный прирост массы за время t определяется как

$$M = M_{nc} + M_{gc} = \frac{S}{V_{gc}} \cdot (1 - e^{-V_{gc}t}) \cdot (v_{fc} - v_{gc}) + S \cdot v_{gc} \cdot t . \quad (8)$$

Проведенные нами исследования [5] показали, что нитевидный углерод образуется при температуре 1273–1523 К, давлении газа $2,5 \cdot 10^4$ – $5,1 \cdot 10^4$ Па и расходе газа $3,1 \cdot 10^{-5}$ – $4,7 \cdot 10^{-5}$ м³/с.

Скорость синтеза глобулярного слоя V_{gc} в широком диапазоне температур и давлений описывается соотношением (1) [7]. При $T = 1523$ К, $p = 2,5 \cdot 10^4$ Па величина $V_{gc} = 6,2 \cdot 10^{-5}$ моль/(м²·с) [9].

На примере композита на основе микропорошка кубического нитрида бора КМ 3/2 и шлифпорошка синтетического алмаза АС 6 125/100 мы определили экспериментально, что при формировании в порах композита нитевидного углерода наблюдается линейная скорость роста $v_{fc} \approx 25 \cdot 10^{-3}$ м/ч (при $T = 1523$ К, $p = 2,5 \cdot 10^4$ Па). Массовая скорость образования нитевидного углерода V_{fc} определяется как [10]

$$V_{fc} = v_{fc} \cdot \rho_{fc} , \quad (9)$$

где $\rho_{fc} = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ – удельная плотность нитевидного углерода.

При $v_{fc} \approx 25 \cdot 10^{-3}$ м/ч и с учетом того, что молярная масса углерода равна $12 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, получаем $V_{fc} = 1,2$ моль/(м²·с) [9].

Поскольку скорость роста углеродных нитевидных кристаллов снижается (3), на всей поверхности композита начинает образовываться глобулярный углерод (4), хотя аналогично вычисленная скорость роста глобулярного углерода $V_{gc} = 6,2 \cdot 10^{-5}$ моль/(м²·с) значительно меньше скорости роста нитевидного углерода $V_{fc} = 1,2$ моль/(м²·с) [5]. Например, в композите на основе порошка сВN КМ 3/2 при указанных выше режимах формирования углеродной связки за 47 мин. образуется 5.1 % нитевидного углерода и 7.3 % глобулярного углерода.

Установлено, что при формировании углеродной связки из углеродсодержащего газа (СН₄) на поверхности частиц алмаза и кубического нитрида бора происходит очередное образование нитевидных и глобулярных углеродных структур, связывающих частицы сверхтвердых материалов, при следующих условиях: температура – 1273–1523 К; давление газа – $2,5 \cdot 10^4$ – $5,1 \cdot 10^4$ Па; расход газа – $3,1 \cdot 10^{-5}$ – $4,7 \cdot 10^{-5}$ м³/с.

Процесс образования глобулярного углерода на поверхности зерен сверхтвердых материалов исследуется, но до настоящего времени еще нет четкой картины процесса гетерогенной реакции углеродной поверхности с углеводородами. Тем более это относится к росту углеродных нитевидных кристаллов и глобулярного углерода на поверхности зерен СТМ.

Поскольку в наших исследованиях нитевидный и глобулярный углерод образуются на поверхности зерен дисперсного сверхтвердого материала (алмаз и/или кубический нитрид бора), то удельная поверхность образовавшегося композиционного материала возрастает

в 1.5 – 2 раза (после дробления и классификации на соответствующем оборудовании) по сравнению с порошками алмаза и/или кубонита такой же зернистости. Это, в свою очередь, способствует улучшению процесса нанесения термостойких покрытий на основе неорганических веществ (оксидов и хлоридов металлов и неметаллов, и смесей: B_2O_3 , CrO_3 , $CaCl_2$, $NaCl$, $BaCl_2$, $MgCl_2$, $FeCl_3$, KCl , $B_2O_3+CaCl_2$, B_2O_3+NaCl) на поверхность зерен шлифпорошков синтетического алмаза и шлифпорошков из компактов на основе микропорошков cBN , связанных нитевидным и глобулярным углеродом, используемых в производстве алмазного инструмента.

На рис. 4 показаны зерна шлифпорошков синтетического алмаза и шлифпорошков из компактов на основе микропорошков cBN , связанные нитевидным и глобулярным углеродом, покрытые борным ангидридом (B_2O_3). В зависимости от участка изображения (1 – 7) количество бора (В) в осажденном покрытии изменяется от 17.25 до 48.38 % (среднее значение – 36.17), кислорода (О) от 16.78 до 65.11 % (среднее значение – 36.89), остальное – С, Na, Si, K, Cr, Fe.

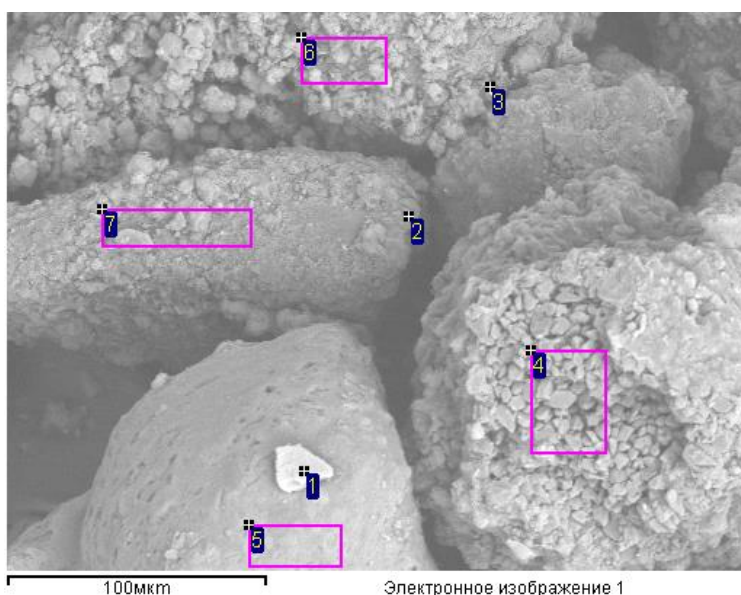


Рис. 4. Зерна шлифпорошков синтетического алмаза и шлифпорошков из компактов на основе микропорошков cBN , связанные нитевидным и глобулярным углеродом, покрытые B_2O_3

На основании анализа проведенных серий экспериментов можно констатировать, что нанесение покрытия из неорганических веществ (некоторых оксидов и хлоридов металлов и неметаллов) на композиционные порошки с углеродной связкой повышает термостойкость композиционных порошков. Лучший эффект получен при обработке материала борным ангидридом (B_2O_3).

Представляет интерес использование шлифпорошков из компактов с нанесенными термостойкими покрытиями в шлифовальном инструменте.

Выводы

1. Определены режимы формирования углеродной связки из углеродсодержащего газа (метана) на поверхности частиц в компактах из порошков алмаза и кубического нитрида бора, при которых происходит образование нитевидных и глобулярных углеродных структур, связывающих частицы сверхтвердого материала: температура – 1273–1523 К; давление газа – $2,5 \cdot 10^4$ – $5,1 \cdot 10^4$ Па; расход газа – $3,1 \cdot 10^{-5}$ – $4,7 \cdot 10^{-5}$ м³/с.

2. Определено оптимальное приращение массы композита за счет образования нитевидного и глобулярного углерода.

3. Показана возможность модифицирования полученных композиционных порошков термостойкими покрытиями на основе неорганических веществ (оксидов и хлоридов металлов и неметаллов). Лучший эффект получен при обработке материала борным ангидридом (B_2O_3).

4. Представляет интерес использование шлифпорошков из компактов с нанесенными термостойкими покрытиями в шлифовальном инструменте.

Досліджено особливості сумісної кристалізації ниткоподібного та глобулярного вуглецю в суміші порошків надтвердих матеріалів (мікропорошок кубоніту, шлифпорошок синтетичного алмазу), що приводить до формування композиційного абразивного матеріалу в умовах фізико-хімічного газофазного синтезу при тиску нижче за атмосферний. Встановлено, що під час формування вуглецевої зв'язки з вуглецевмісного газу (метану) на поверхні частинок алмазу і кубічного нітриду бору відбувається поступове утворення ниткоподібних та глобулярних вуглецевих структур, що зв'язують частинки надтвердих матеріалів. Показано можливість модифікування отриманих композиційних порошків термостійкими покриттями на основі неорганічних речовин (оксидів і хлоридів металів і неметалів).

Ключові слова: алмаз, кубічний нітрид бору, ниткоподібний вуглець, глобулярний вуглець, швидкість росту, масова швидкість, модифікація

V. G. Poltoratskiy

V. Bakul Institute of Superhard Materials of NAS Ukraine

CO-CRYSTALLIZATION OF FILAMENTOUS AND GLOBULAR CARBON ON DIAMOND AND cBN DURING PRODUCTION OF COMPOSITE ABRASIVE THERMOSTABLE POWDERS INTENDED FOR GRINDING TOOLS

The features of co-crystallization of filamentous and globular carbon in a mixture of powders of superhard materials (micron powder of cubic boron nitride, grinding powder of synthetic diamond), leading to the formation of composite abrasive material under conditions of physical-chemical gas-phase synthesis at a pressure below atmospheric, are studied. It has been established that during the formation of a carbon binder from carbon-containing gas (methane) on the surface of diamond and cubic boron nitride particles, successive formation of filamentous and globular carbon structures linking the particles of superhard materials occurs. The possibility of modifying the produced composite powders by heat-resistant coatings based on inorganic substances (oxides and chlorides of metals and non-metals) is shown.

Key words: diamond, cubic boron nitride, filamentous carbon, globular carbon, growth rate, mass rate, modification.

Литература

1. Poltoratskiy V. G., Lavrinenko V. I., Safonova M. N., Petasyuk G. A. A novel composite diamond-containing dispersed material of natural and synthetic diamonds powders and abrasive tools made of it. // *Diamond and Related Materials*. – 2016. – Vol. 68, September. – p. 66–70.
2. Богатырева Г. П., Никитин Ю. И., Панова А. Н., Полторацкий В. Г. Влияние модифицирования поверхности на термостойкость и термопрочность шлифпорошков из синтетических алмазов. / *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения*. Сб. науч. тр. – Вып. 9. – Киев: ИСМ им. В. Н. Бакуля, НАН Украины, 2006. – С. 293–297.
3. Прихна А. И. Перспективы совершенствования производства сверхтвердых материалов // *Сверхтвердые материалы*. – 1999. – № 5. – С. 35–42.
4. Полторацкий В. Г. Сверхтвердые композиционные порошки абразивного назначения на основе алмаза и кубического нитрида бора, структурированные углеродной связкой. / *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и*

- технология его изготовления и применения. Сб. науч. тр. – Вып. 20. – Киев: ИСМ им. В. Н. Бакуля, НАН Украины, 2017. – С. 227–242.
5. Полторацкий В. Г. Сверхтвердые композиционные порошки абразивного назначения на основе алмаза и кубического нитрида бора с углеродной связкой. // Порошковая металлургия. – 2018. – № 11/12. – С. 40–52.
 6. Бережкова Г. В. Нитевидные кристаллы. – М.: Наука. – 1969. – 158 с.
 7. Физико-химический синтез алмаза из газа / Б. В. Дерягин, Д. В. Федосеев, В. Н. Бакуль и др. – Киев: Техника. – 1971. – 45 с.
 8. Никитин Ю. И., Полторацкий В. Г. Исследования в области эпитаксиального синтеза алмаза. / Синтез, спекание и свойства сверхтвердых материалов: Сб. науч. тр. / Отв. ред. А. А. Шульженко; НАН Украины. ИСМ им. В. Н. Бакуля. – К.: – 2000. – С. 186–196.
 9. Новиков Н. В., Никитин Ю. И., Полторацкий В. Г., Гордеев С. К. Нитевидные углеродные кристаллы. // Сверхтвердые материалы. – 1995. – № 2. – С. 40–46.
 10. Целенаправленное получение композиционных алмазных материалов с углеродной связкой и дифференцированными свойствами. / Н. В. Новиков, Ю. И. Никитин, В. Г. Полторацкий и др. // Сверхтвердые материалы. – 1995. – № 3. – С. 13–19.

Поступила 04.04.19

References

1. Poltoratskiy, V. G., Lavrinenko, V. I., Safonova, M. N., & Petasyuk, G. A. (2016). A novel composite diamond-containing dispersed material of natural and synthetic diamonds powders and abrasive tools made of it. *Diamond and Related Materials*. Vol. 68, 9, 66–70.
2. Bogatyreva, G. P., Nikitin, Yu. I., Panova, A. N., Poltoratskiy, V. G. (2006). Vliianiie modifitsirovaniia poverhnosti na termostoikost i termoprochnost shlif-poroshkov iz sinteticheskikhalmazov [The effect of surface modification on the thermal resistance and thermal strength of synthetic diamond grinding powders]. *Porodorazrushaiushchii i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tehnika i tehnologiia ego izgotovleniia i primeneniia – Rock-destroying and metal-working tools – engineering and technology of its production and application*, 9, 293–297 [in Russian].
3. Prihna, A. I. (1999). Perspektivy sovershenstvovaniia proizvodstva sverhtviordykh materialov [Prospects for improving the production of superhard materials]. *Sverhtviordyie materialy – Superhard materials*, 5, 35–42 [in Russian].
4. Poltoratskiy, V. G. (2017). Sverhtviordyie kompozitsionnyie poroshki abrazivnogo naznacheniiia na osnove almaza i kubicheskogo nitrida bora, strukturirovannyie uglerodnoi sviazkoi [Superhard composite powders of abrasive purposes based on diamond and cubic boron nitride structured by carbon binder]. *Porodorazru-shaiushchii i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tehnika i tehnologiia ego izgotovleniia i primeneniia – Rock-destroying and metal-working tools – engineering and technology of its production and application*, 20, 227–242 [in Russian].
5. Poltoratskiy, V. G. (2019). Sverhtviordyie kompozitsionnyie poroshki abrazivnogo naznacheniiia na osnove almaza i kubicheskoho nitrida bora s uhlerodnoi sviazkoi [Abrasive superhard composite powders based on diamond and cubic boron nitride with a carbon binder]. *Poroshkova metalurgiiia – Powder Metallurgy and Metal Ceramics*, 57, 11/12, 40–52 [in Russian].
6. Berezhkova, G.V. (1969). *Nitevidnyie kristally [Filamentous crystals]*. Moscow: Nauka. [in Russian].

7. Deriagin, B. V., Fedoseiev, D. V., Bakul, V. N., Riabov, et al. (1971). *Fiziko-himicheskii sintez almaza iz gaza [Physical-chemical synthesis of diamond from gas]*. Kiev: Tehnika. [in Russian].
8. Nikitin, Yu. I., Poltoratskiy, V. G. (2000). *Issledovaniia v oblasti epitaksialnogo sin-teza almaza [Research in the epitaxial synthesis of diamond]*. Shulzhenko, A. A. (Ed.). *Sintez, spekaniie i svoistva sverhtviordyh materialov – Synthesis, sintering and properties of superhard materials*, 186–196 [in Russian].
9. Novikov, N. V., Nikitin, Yu. I., Poltoratskii, V. G., Gordeiev, S. K. (1995). *Nitevidnyie uglerodnyie kristally [Filamentous carbon crystals]*. *Sverhtviordye materialy – Superhard materials*, 2, 40–46 [in Russian].
10. Novikov, N. V., Nikitin, Yu. I., Poltoratskiy, V. G., et al. (1995). *Tselenapravlennoie polucheniie kompozitsionnyh almaznyh materialov s uglerodnoi sviazkoi i differentsirovannymi svoistvami [Purposeful production of carbon-bonded composite materials with differentiated properties]*. *Sverhtviordye materialy – Superhard materials*, 3, 13–19 [in Russian].

УДК 621.921.34.620.179.4:622.24.004.69

DOI: 10.33839/2223-3938-2019-22-1-245-254

А. С. Осипов, А. М. Исонкин¹, А. И. Быков², кандидаты технических наук;
Н. А. Бондаренко, д-р техн. наук¹; **Ю. А. Мельнийчук**, канд. техн. наук¹;
И. А. Петруша, д-р техн. наук¹; **Д.А. Стратийчук, Е. В. Слипченко¹, О. И. Запорожец³,**
Т. И. Смирнова¹, кандидаты технических наук

¹Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, ул. Автозаводская 2, 04074, г. Киев, e-mail: mega-osipov@ukr.net

² Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины, ул. Кржижановского 3, 02142, г. Киев, e-mail: abykov@ipms.kiev.ua

³Институт металлофизики им. В.Г. Курдюмова НАН Украины, бул. Академика Вернадского 36, 03680, г.Киев, e-mail: zapus@imp.kiev.ua

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СОСТАВ И СВОЙСТВА КОМПОЗИТА АЛМАЗ-СаMg(CO₃)₂, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ТЕРМОБАРИЧЕСКОГО СПЕКАНИЯ

В условиях высокого давления 8,0 ГПа и температуры 2100°С были получены образцы композита в системе алмаз-СаMg(CO₃)₂. В интервале температур 700-1200°С была проведена термообработка образцов композита на воздухе. Установлено, что при температурах отжига более 900°С составляющая компакта СаMg(CO₃)₂ полностью разлагается и в структуре спеченного материала наблюдаются фазы СаО и MgO. Графитизации фазы алмаза в структуре композита алмаз-СаMg(CO₃)₂ после отжига на воздухе до температуры 1200°С не обнаружено. Процесс разложения сложного карбоната СаMg(CO₃)₂ в структуре композита при отжиге образцов на воздухе приводит к снижению модуля Юнга от 940 ГПа при 700°С до 740 ГПа при 1200°С. Испытания пластин композита при точении гранита показывают, что их показатель износостойкости остается неизменным в пределах всего исследуемого температурного интервала отжига.

Ключевые слова: алмаз, СаMg(CO₃)₂, высокое давление, отжиг, модуль Юнга, точение, износостойкость.

Термостойкость композиционных материалов на основе алмаза, предназначенных для оснащения буровых долот и коронок, является одним из основных эксплуатационных свойств, которые определяет высокую эффективность инструмента. В процессе изготовления бурового инструмента используют высокотемпературные припои для крепления алмазосодержащих