

- Rongbin Li, Yongbin Dai, Xiaojun Hu et al. Molecular dynamics simulation of boron implanted into diamond (001) 2x1 reconstruction surface // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. – 2003. – V. B, No 211. – P. 91–99.
- Li H.S., Qi Y.X., Gong J.H. et al. High-pressure synthesis and characterization of thermal-stable boron-doped diamond single crystals // Int. J. Refractory Metals & Hard Mater. – 2009. – V. 27. – P. 564–570.
- Grimsditch M. H., Anastassakis E., Cardona M. Effect of uniaxial stress on the zone-center optical phonon of diamond // Phys. Rev. B. – 1978. – V. 18. – P. 901–904.
- Bergman L., Nemanich R. J. Raman and photoluminescence analysis of stress state and impurity distribution in diamond thin films // J. Appl. Phys. – 1995. – V. 78, No 11. – P. 6709–6719.
- Yanchuk I. B., Valakh M. Ya., Vul' A. Ya. et al. Raman scattering, AFM and nanoindentation characterization of diamond films obtained by hot filament CVD // Diamond & Related Mater. – 2004. – V. 13. – P. 266–269.
- Britun V. F., Oleynik G. S., Semenenko N. P. Deformation process during high-pressure sintering of the diamond powders produced by catalytic synthesis // J. Mater. Sci. – 1992. – V. 27, No 16. – P. 4472–4476.
- Олейник Г. С., Даниленко Н. В., Бочечка А. А., Ночевкин С. А. Особенности структурного состояния поликристаллического алмаза, полученного в высокотемпературной области спекания // Сверхтвердые матер. – 1997. – № 6. – С. 32–41.
- Бритун В. Ф., Олейник Г. С. Закономерности механического двойникования алмаза и сфалеритного нитрида бора при высоких давлениях и температурах // Электронная микроскопия и прочность материалов. –К: Изд-во ИПМ АН УССР, 1991. – С. 65–78.
- Ночевкин С. А., Олейник Г. С. Бародинамическая полигонизация и рекристаллизация алмаза // Изменение свойств материалов под действием высоких давлений. –К: Изд-во ИПМ АН УССР, 1986. – С. 39–46.

Надійшла 29.06.10

УДК 621.921.34-492.2:536.421.5:539.89

Э. Н. Луцак; Л. А. Романко, канд. техн. наук, А. А. Бочечка, д-р техн. наук

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАСПЛАВА КОБАЛЬТ–ВОЛЬФРАМ СО СФОРМИРОВАННОЙ ИЗ АЛМАЗНОГО ПОРОШКА СРЕДОЙ ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ И ТЕМПЕРАТУРЕ

Migration of cobalt and tungsten melt in the environment formed by the action of the pressure of 8 GPa on the diamond nanopowder UDD has been studied. Results of wetting of diamond compact by the cobalt-tungsten and copper-titanium melts in the same conditions are presented.

Введение

Спекание алмазных порошков в присутствии металлов группы железа, в частности кобальта, активизирует процесс, снижает температуру спекания и позволяет получить поликристаллический композит с улучшенными физико-механическими свойствами [1]. С введением вещества, образующего с алмазом стойкие химические соединения в термобарических условиях, которые реализуются в аппарате высокого давления (АВД), повышается термостабильность получаемого алмазного композита. К таким веществам относятся карбидообразующие элементы. Для выбора термобарических параметров получения таких композитов необходимо

изучить закономерности миграции жидкостей, образованных из расплавов элемент группы железа – карбидообразующий элемент, в пористой среде под действием высокого давления. В настоящей работе приведены результаты исследования миграции расплава кобальт–вольфрам в среде, образованной при давлении 8 ГПа на алмазный нанопорошок УДА, а также смачиваемости в таких условиях алмазного компакта расплавами кобальт–вольфрам и медь–титан.

Методика исследования

Эксперименты при давлении 8 ГПа проводили в АД типа «тороид» с центральным углублением диаметром 20 мм. Перед нагружением АД проводили десорбцию газов путем термообработки компактов в вакууме при температуре 500 °С до давления остаточных газов 10^{-3} Па в течение 30 мин. Герметизацию рабочего объема АД осуществляли механически.

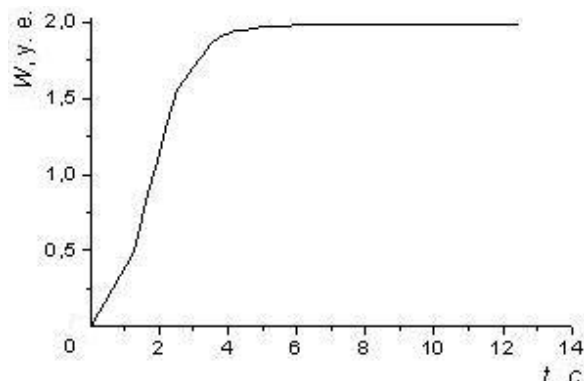


Рис. 1. Изменение мощности тока, протекающего через ячейку высокого давления при исследовании кинетики пропитки алмазного нанопорошка УДА сплавом Co–W

Алмазный нанопорошок УДА в условиях высокого давления пропитывали жидкой фазой, образованной при нагреве в АД сплава кобальт–вольфрам. Содержание добавок в сплавах составляло 5, 10, 20, 30, 50 % (об.).

Миграцию жидкой фазы в среду алмазного нанопорошка изучали по методике, приведенной в [2].

Как показали записи, сделанные с помощью персонального компьютера, мощность тока, протекающего через ячейку высокого давления, не изменяется в процессе пропитывания алмазного порошка

(рис. 1). За записанными значениями мощности тока при нагревании в соответствии с методикой, описанной в [1], определяли температуру в рабочем объеме. Доверительные интервалы для T и k при надежности $\alpha = 0,95$ не превышали 5 % от их значений.

Эксперименты по смачиванию проводили при давлении 8 ГПа в АД типа «тороид» с центральным углублением диаметром 20 мм при температуре, достаточной для плавления смачивающего вещества. В ячейку высокого давления помещали образец алмазного поликристалла и смачивающее вещество, запрессованное в хлорид натрия так, чтобы расплавленный металл при контакте с алмазом образовывал каплю в жидком NaCl (рис. 2) [3].

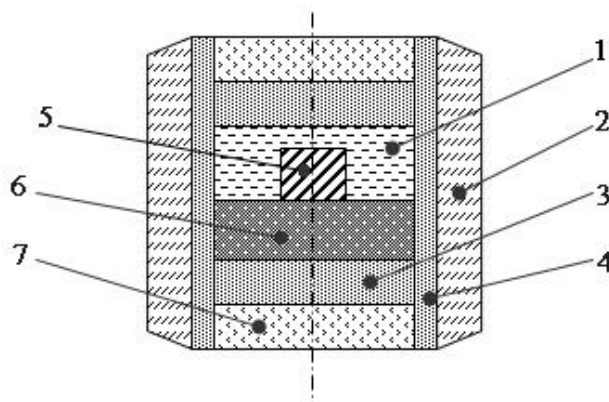


Рис. 2. Схема снаряжения ячейки высокого давления при изучении смачивания алмаза расплавами металлов: 1 – хлорид натрия; 2 – контейнер из литографского камня; 3 – графитовый диск; 4 – трубчатый графитовый нагреватель; 5 – смачивающее вещество; 6 – поликристалл алмаза; 7 – пирофиллитовый диск

Результаты и их обсуждение

Типичная температурная зависимость коэффициента пропитки алмазного нанопорошка УДА расплавом Co–W показана на рис. 3.

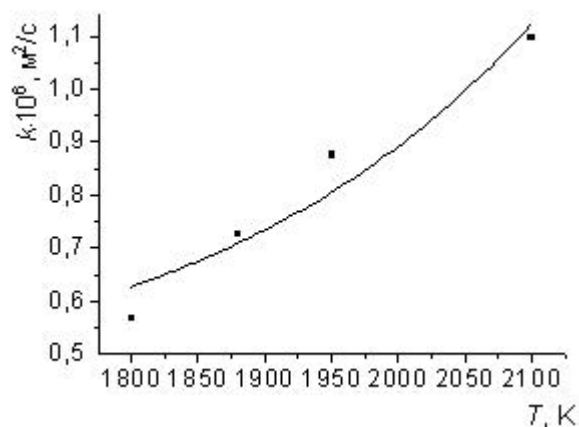


Рис. 3. Температурная зависимость коэффициента пропитки алмазного нанопорошка УДА расплавом Co–W (содержание вольфрама – 5 % (об.))

В пределах погрешности определения коэффициента пропитки и температуры в ячейке высокого давления, полученные зависимости описываются уравнением Аррениуса (рис. 4):

$$k = k_0 \exp \frac{-E_a}{RT},$$

где E_a – энергия активации; R – универсальная газовая постоянная; T – температура пропитки, К.

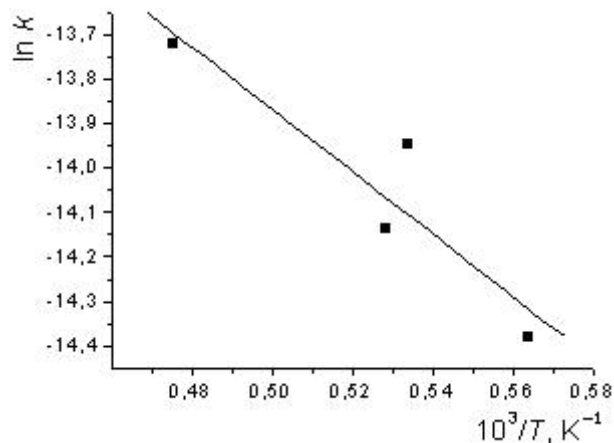


Рис. 4. Температурная зависимость коэффициента пропитки алмазного нанопорошка УДА расплавом Co–W в координатах $\ln k - 1/T$

При повышении концентрации вольфрама в расплаве коэффициенты пропитки уменьшаются (рис. 5), что, вероятно, связано с увеличением вязкости расплавленной жидкости и замедлением ее движения через пористую систему.

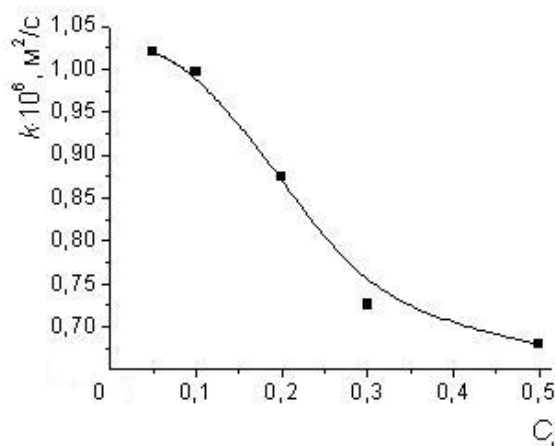


Рис. 5. Зависимость коэффициентов пропитки алмазного нанопорошка УДА расплавом на основе кобальта от объемной концентрации вольфрама ($p = 8 \text{ ГПа}$; $T = 1900 \text{ }^\circ\text{C}$)

В целях дальнейшего использования таких композитов в инструменте провели эксперименты по смачиванию расплавом Co–W алмазного композита, спеченного из нанопорошка алмаза УДА, и расплавом Cu–Ti поликристалла, спеченного из алмазного микропорошка АСМ 1/0.

При давлении 8 ГПа и температуре 2300 К определили смачиваемость расплавом кобальт–вольфрам (50 % (об.) вольфрама) алмазного нанокompозита «ультрадисперсный алмаз – карбид вольфрама» (рис. 6). Угол смачивания $\alpha = 65^\circ$.

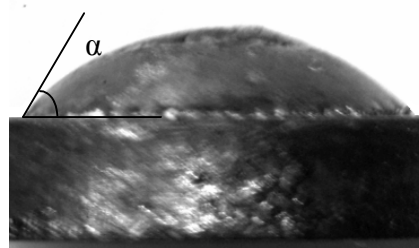


Рис. 6. Общий вид капли расплава Co–W на поверхности нанокompозита «ультрадисперсный алмаз – карбид вольфрама».

В этих же условиях определена смачиваемость расплавом медь–титан (11 % (об.) титана) алмазного поликристалла на основе алмазного порошка 1/0 (рис. 7). Угол смачивания $\alpha = 58^\circ$.

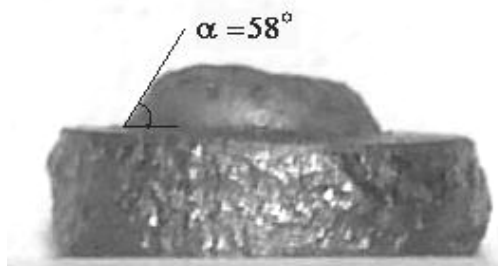


Рис. 7. Общий вид капли расплава Cu–Ti на поверхности поликристалла, спеченного из алмазного порошка АСМ 1/0

Выводы

При давлении 8 ГПа экспериментально изучена кинетика пропитки алмазного нанопорошка УДА расплавом Co–W. Температурные зависимости коэффициента пропитки алмазного нанопорошка расплавом Co–W описываются уравнением Аррениуса.

С увеличением содержания вольфрама в расплаве Co–W замедляется движение жидкости через пористую систему, что приводит к снижению коэффициентов пропитки.

Изучена смачиваемость алмазного композита расплавом Co–W и алмазного поликристалла расплавом Cu–Ti. Углы смачивания составляют соответственно 65 и 58°.

Литература

1. Шульженко А. А., Гаргин В. Г., Шишкин В. А., Бочечка А. А. Поликристаллические материалы на основе алмаза. – К.: Наук. думка, 1989. - 192 с.
2. Луцак Э. Н., Бочечка А. А., Романко Л. А. Пропитка алмазного нанопорошка расплавом Co–WC при высоком давлении // Матер. междунар. конф. «Материаловедение тугоплавких соединений: достижения и проблемы», Киев, 27–29 мая 2008 г. – К.: Изд-во ИПМ им. И. Н. Францевича НАН Украины. – С. 83.
3. Найдич Ю. В., Шульженко А. А., Андреев А. В. и др. Смачиваемость металлическими расплавами алмаза в области его термодинамической стабильности // Докл. АН УССР. Сер. А. – 1984. – № 6. – С. 77–79.
4. Лисовский А. Ф. Миграция расплавов металлов в спеченных композиционных телах. – К.: Наук. думка, 1984. – 256 с.
5. Бочечка А. А. Миграция жидкой фазы при спекании алмазных порошков методом пропитки в условиях высоких давлений и температур // Сверхтвердые матер. – 1999. – № 2. – С. 17–23.
6. Шейдеггер А. Э. Физика течения жидкостей через пористые среды. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – 252 с.

Поступила 07.07.10

УДК 621.926.538.1

Г. П. Богатырева¹, д-р техн. наук; А. Л. Майстренко¹, член-кор. НАН Украины;
О. Н. Сизоненко², д-р техн. наук; Н. А. Олейник¹, Г. Д. Ильницкая¹,
Г. А. Петасюк¹, кандидаты техн. наук; В. С. Шамраева¹, Ю. В. Нестеренко³,
Э. И. Тафтай², А. С. Торпаков², Е. В. Липян², А. Д. Зайченко²

¹Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

²Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, г. Николаев

³Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД В ЖИДКОСТИ КАК МЕТОД ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОПОРОШКОВ СИНТЕТИЧЕСКОГО АЛМАЗА

The research results of destruction of particles of synthetic diamond powders as well as hydrodynamic waves generated by electric pulse of high power, technical properties and quality characteristics are presented.

Введение

Микропорошки синтетического алмаза широко используют при изготовлении абразивного инструмента для обработки инструментальных материалов высокой твердости.

Эксплуатационные характеристики абразивного инструмента зависят от многих факторов, в том числе от формы и шероховатости зерен алмаза.

Направленно формировать морфологию поверхности синтезируемых частиц алмаза возможно, изменяя ростовую систему и параметры синтеза [1]. Форму и морфологию поверхности алмаза можно изменять путем применения различных способов переработки продуктов синтеза [2] или изготовления порошков.