

10. Андриевский Р. А., Спивак И. И. Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе. – Челябинск: Metallurgy, 1989. – 368 с.
11. Low-E CBN/Si₃N₄ Composite for Heavy Interrupted Cutting / I. A. Petrusha, A. S. Osipov, T. I. Smirnova et al.; ed. by Jan-Eric Ståhl. High-E // Proceedings of the 4th International Swedish Production Symposium “SPS11”, 3rd–5th of May 2011, Lund, Sweden. – Swedish Production Academy. – May. 2011. – P. 161–168.
12. Керметы / П. С. Кислый, Н. И. Боднарчук, М. С. Боровикова и др. – К.: Наук. думка, 1985. – 272 с.
13. Уманский Я. С. Карбиды твердых сплавов. – М.: Metallurgizdat, 1947. – 131 с.
14. Свойства, получение и применение тугоплавких соединений: Справочник // Под ред. Т. Я. Косолаповой. – М.: Metallurgy, 1986. – 928 с.
15. Самсонов Г. В. Нитриды – К.: Наук. думка, 1969. – 377 с.
16. Воронін Г. О., Осіпов О. С., Шульженко О. О. Композит на основі алмазу та карбиду кремнію, призначений для оснащення бурового інструменту // Минералог, 1995. – С. 90–95.

Поступила 27.06.13

УДК 621.921.34-492.2:620.22-419

Е. М. Луцак; О. О. Бочечка, д-р техн. наук; **С. М. Назарчук**, канд. техн. наук

Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України. М. Київ

ВЗАЄМОДІЯ ПРИ ВИСОКОМУ ТИСКУ РОЗПЛАВУ Cu–Ti З АЛМАЗНИМ НАНОПОРОШКОМ УДА

Наведено результати дослідження міграції розплаву мідь–титан в середовищі, утвореному в результаті дії тиску 8 ГПа на нанопорошок ультрадисперсного алмазу (УДА).

Ключові слова: алмазний нанопорошок, спікання, високий тиск, коефіцієнт просочення.

Вступ

Необхідність кріплення в інструменті робочих поверхонь, виготовлених з алмазу та алмазних композитів при неможливості використання громіздких механічних утримувачів, спонукає до пошуку таких металів і сплавів, які забезпечують високу адгезію з алмазом, не погіршують його фізико-хімічні властивості і паяються при температурах, що не ведуть до його деградації.

Для дослідження обрали систему Cu–Ti, оскільки: при певних умовах в такій системі відбувається змочування алмазу, за відсутності розчинників вуглецю не відбувається хімічно-термічної деградації алмазу, така система піддається низькотемпературній пайці.

У цій роботі приведені результати дослідження міграції розплаву мідь–титан в середовищі, утвореному в результаті дії тиску 8 ГПа на нанопорошок ультрадисперсного алмазу (УДА).

Методика дослідження

Міграцію розплаву мідь–титан здійснювали при тиску 8 ГПа в діапазоні температур 1500–1900 °С в робочій комірці апарату високого тиску (АВТ) типу «тороїд» шляхом просочення рідкої фази через середовище, утворене при таких умовах алмазним

нанопорошком УДА. Комірку високого тиску споряджали таким чином (рис. 1.), щоб фіксувати час і глибину просочення.

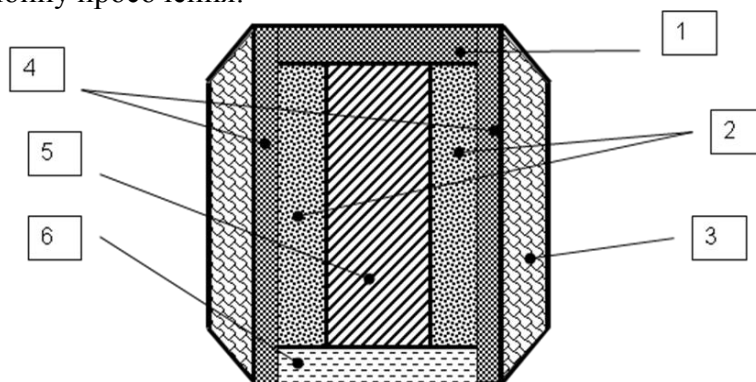


Рис. 1. Спорядження комірки високого тиску при вивченні просочення алмазного нанопорошку розплавом мідь-титан: 1 – графітовий диск; 2 – алмазний нанопорошок; 3 – контейнер з літографського каменю; 4 – графітовий нагрівач; 5 – міднотитановий сплав; 6 – диск з графітоподібного BN

Температуру визначали за записаними значеннями потужності електричного струму згідно калібровочного графіка.

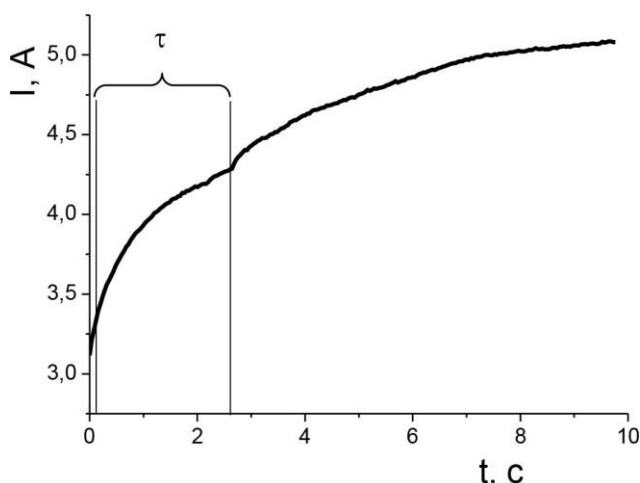


Рис. 2. Зміна струму при просоченні нанопорошку УДА розплавом мідь-титан

Вміст титану в розпаві з міддю становив 5, 10, 20, 30 і 50% за об'ємом. Час міграції рідкої фази τ на задану глибину L визначався безпосередньо в навантаженому апараті високого тиску (АВТ). Коефіцієнт просочення k [1; 2] обчислювався з експериментальних значень τ і L за формулою $k = \frac{L^2}{\tau}$, де L – глибина просочення, τ – час просочення.

Реєстрація початку та кінця просочення відбувалась за характерними змінами струму (рис. 2), які фіксувались та передавались на ПК.

Результати досліджень та їхнє обговорення

На рис. 3, 4 показана температурна залежність коефіцієнта просочення розплаву мідь-титан через середовище нанопорошку УДА при тиску 8 ГПа та об'ємному вмісту титану в розпаві 20%.

Спостерігається зниження значення коефіцієнта просочення зі зростанням температури розплаву до 1650 °С. За даними рентгенофазового аналізу в цьому температурному інтервалі при взаємодії алмазу з розплавом відбувається утворенням карбїду титану в порах, причому його кількість збільшується з підвищенням температури. Це веде до зниження проникності середовища і, в результаті, до зменшення коефіцієнта просочення. З подальшим підвищенням температури зростає змочуваність розплавом алмазу та зменшується в'язкість рідини, що веде до збільшення капілярних сил і, як наслідок, зростання значень коефіцієнта просочення.

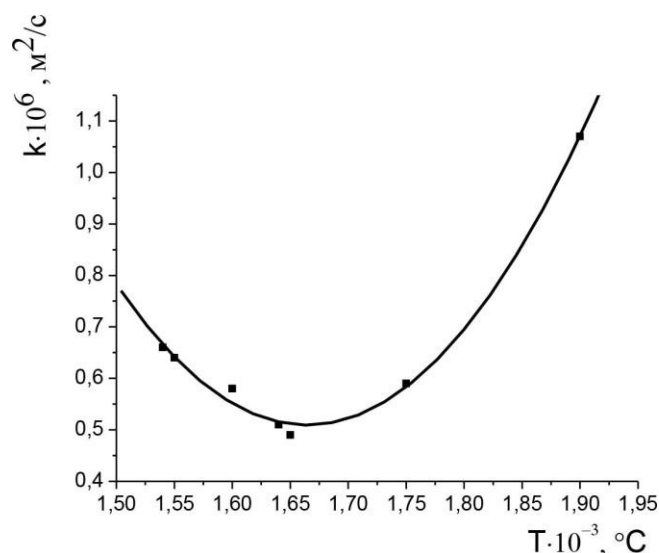


Рис. 3. Залежність коефіцієнта просочення від температури при просоченні нанопорошку УДА розплавом мідь-титан

З рис. 4 видно, що залежність коефіцієнта просочення описується рівнянням Арреніуса [3]

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

де E_a – енергія активації; R – універсальна газова стала; T – температура.

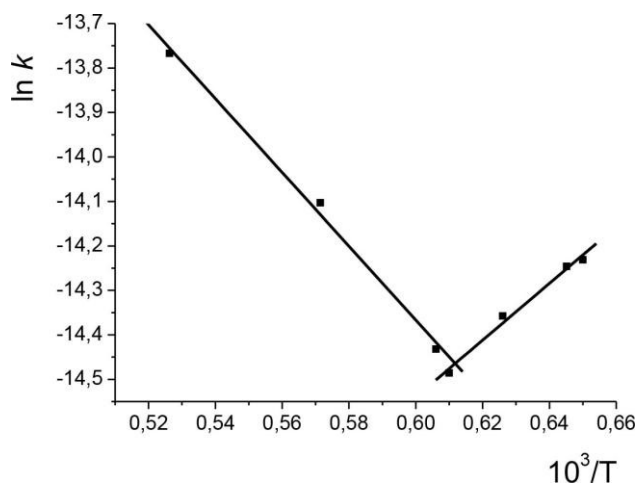


Рис. 4. Температурна залежність коефіцієнта просочення в координатах $\ln k - 1/T$

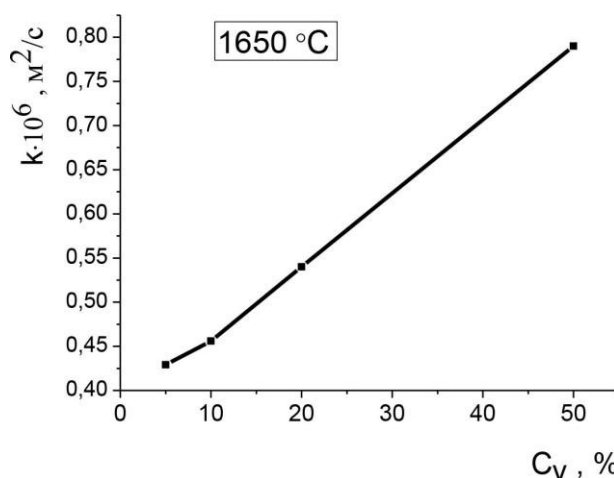


Рис. 5. Залежність коефіцієнта просочення від об'ємного вмісту титану в розплаві з міддю

Також було проведено дослідження зміни коефіцієнта просочення в залежності від вмісту титану у розплаві. Встановлено, що зі збільшенням концентрації титану в розплаві з міддю до 50% за об'ємом значення коефіцієнта просочення зростають (рис. 5.).

Висновки

Температурна залежність коефіцієнта просочення середовища, сформованого при дії тиску 8 ГПа на алмазний нанопорошок УДА, розплавом мідь-титан, описується рівнянням Арреніуса.

До температури 1650 °C коефіцієнт просочення знижується, а потім зростає при подальшому збільшенні температури, що свідчить про зміну механізму просочення.

Встановлено, що при однаковому значенні температури зі збільшенням об'ємного вмісту титану в розплаві до 50% з коефіцієнт просочення збільшується.

В работе приведены результаты исследования миграции расплава медь-титан в среде, образованной в результате действия давления 8 ГПа на нанопорошок ультрадисперсного алмаза (УДА).

Ключевые слова: алмазный нанопорошок, спекание, высокое давление, коэффициент пропитки.

In this work, we present investigation results of melt copper-titanium migration in a medium formed by pressure of 8 GPa on ultradisperse diamond (UDD) nanopowder.

Key words: diamond nanopowder, sintering, high pressure, impregnating coefficient.

Література

1. 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.
2. Шейдеггер А. Э. Физика течения жидкостей через пористые среды. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – 252 с.
3. Лисовский А. Ф. Миграция расплавов металлов в спеченных композиционных телах. – К.: Наук. думка, 1984. – 256 с.

Надійшла 26.07.13

УДК 621.921.34-492.2:536.421.5:539.89

О. І. Чернієнко; О. О. Бочечка, д-р.техн. наук; **Ю. В. Сирота**, канд. техн. наук

Институт надтвердых материалов им. В. М. Бакуля НАН Украины, м. Київ

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНОЇ МІЦНОСТІ АЛМАЗНИХ ПОРОШКІВ

Проведено статистичні дослідження статичної міцності алмазних порошків різних марок, синтезованих в системах Ni–Mn–C і Mg–Zn–B–C. Показано, що розподіл міцності зерен за навантаженням руйнування є неоднорідним і асиметричним для досліджених порошків.

Ключові слова: алмазні порошки, показник міцності, розподіл Вейбулла.

Вступ

Область застосування алмазного порошку визначається його маркою. Класифікація за марками синтезованих алмазних порошків проводиться на основі його властивостей, однією з яких є показник міцності.

Оцінка міцності алмазних порошків визначається міцністю окремих алмазних зерен. Міцність алмазних зерен на стиснення (статична міцність) оцінюють за навантаженням, при якому руйнується окреме алмазне зерно. Воно залежить від різних факторів – розміру, форми, габітусу зерна, наявності дефектів, тріщин, температури випробування та ін. Тому для алмазних зерен різної форми та дефектності з неправильною огранкою при вимірюванні статичної міцності будуть спостерігатись значення руйнівного навантаження, які значно