

УДК 621.762

В. Ковбашин¹, канд. хім. наук, доц., І. Бочар², канд. тех. наук, доц.

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

²Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

СПОСІБ ОБРОБКИ РЕАКЦІЙНО-СПЕЧЕНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ КРЕМНІЮ ТА ДИСИЛІЦИДУ МОЛІБДЕНУ

Vasiliy Kovbashyn¹, Ph.D., Assoc. Prof.; Igor Bochar², Ph.D., Assoc. Prof.

METHOD FOR PROCESSING REACTION SINTERED PRODUCTS BASED ON SILICON CARBIDE AND MOLIBDENUM DISILICIDE

Технологія обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів на основі карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену не забезпечує повного зв'язування шкідливих домішок, які утворюються в матеріалі при одержанні виробів [1,2]. Наявність шкідливих домішок призводить до значного погіршення технологїчних та експлуатаційних характеристик карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену. Наявність диоксиду кремнію спричинює підвищення електроопору та перегрівання виробів із реакційно-спечених карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену. Рїзка зміна температурного режиму викликає руйнування зв'язків між зернами кераміки і втрату мїцності матеріалу. Існують рїзні шляхи покращення фізико-механїчних і хїмічних властивостей керамічних матеріалів [3]. Найбільш розповсюдженим є нанесення покриття на робочу частину виробу [4].

Розроблений спосїб обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів на основі карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену вїдноситься до напряду хїміко-термічна обробка в галузі порошкова металургїя і може бути рекомендований у електронній та електротехнїчній промисловостї. Для реалїзації запропонованого способу обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів використовували зразки розміром 8x10 мм із карбїд кремнієвих та дисилїцид молїбденових електронагрївачів. Було виготовлено по 12 зразків кожного типу.

Дослїдження технологїчного процесу обробки керамічних матеріалів на основі карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену з використанням гїдриду титану показало, що введення в сумїш вїд 1 до 10 % TiH_2 істотно впливає на швидкїсть процесу насичення. Із збільшенням вмісту в порошковому середовищі гїдриду титану насичувальна здатність сумїші зростає в 1,5 рази порівняно з використанням фтористих активаторів. Насичення SiC та $MoSi_2$ у сумїшах, які мїстять 10 % і більше гїдриду титану призводить до розгерметизації контейнера та порушення процесу насичення, тому найдоцїльнїше використовувати сумїші, які мїстять до 7 % гїдриду титану.

Дослїдження кїнетики взаємодїї силїкоборидної фази з карборундовою та дисилїцид молїбденовою основою показало, що із збільшенням тривалостї нагрївання товщина дифузїйного покриття зменшується. Після вїдпалу при температурі 1200 °C (тривалїстю 12 годин) початкова товщина захисного шару на SiC зменшується на третину, а при 1500 °C на 40 %. Аналогїчне явище спостерїгається на зразках дисилїциду молїбдену. Зміна фазового складу покриття на SiC та $MoSi_2$ вїдбувається з сторони вакуумного середовища. Одночасно спостерїгається повільний рїст тетрабориду кремнію, про що свїдчать результати металогрфїчних і мїкродюрOMETРИЧНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ. Так як, під час нагрївання у вакуумі вїдбувається руйнування поверхневого шару і катастрофїчна втрата ваги зразків, дослїдження стабїльностї гексабориду кремнію тривалїстю більше 12 годин було недоцїльно.

Пригальмувати небажані процеси на межі покриття – вакуум можна шляхом використання інертного середовища.

Завершальною операцією способу обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів є нанесення на силікоборовану поверхню карбідокремнієвих і дисиліцид молібденових зразків шару суспензії силіцид оксидної композиції, яка містить дисиліцид молібдену, цирконієво-ітрієву кераміку і алюмінат натрію. Дисиліцид молібдену ($MoSi_2$ - МРТУ6-09-5701-68) виконує функцію високотемпературного зв'язуючого, цирконій-ітрієва кераміка (ЦІС-2, ТУ14-8-86-73) містить в собі (мас. %): оксид цирконію (ZrO_2) + оксид гафнію (HfO_2) – 72-78, оксид ітрію (Y_2O_3) – 22-28 і є тугоплавким наповнювачем, який підвищує жаростійкість силіцид оксидної суспензії. Введення до складу суспензії алюмінату натрію ($NaAlO_2$) призводить до утворення порції оксиду натрію (Na_2O), який витрачається на створення разом із оксидом кремнію SiO_2 скловидної плівки і тугоплавкої складової – оксиду алюмінію (Al_2O_3).

На силікоборовані зразки на основі реакційно-спеченого карбиду кремнію та дисиліциду молібдену наносять силіцидокси́дну композицію.

Товщина шару покриття складає приблизно 225 мкм за періодичного режиму роботи покриття і тривалості робочого циклу 100 годин. Випробування покритих зразків (по 4 штуки кожного складу) проводили згідно вимог ДСТУ. Одержані результати проведених випробувань силікоборованих карбідокремнієвих та дисиліцид молібденових зразків із нанесеним шаром силіцидокси́дної композиції будуть представлені в наступних публікаціях.

Одержані результати свідчать про те, що запропонований спосіб обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів підвищує в 2 і 1,5 рази ресурс роботи зразків на основі карбиду кремнію та дисиліциду молібдену. Запропонований спосіб може бути рекомендований для обробки виробів на основі реакційно-спечених карбідокремнієвих і дисиліцид молібденових матеріалів, які використовуються для виготовлення електронагрівачів і різного типу конструкційних елементів високотемпературного обладнання.

Література

1. Ковбашин, В.І. Технологічні особливості формування силіцидного покриття на карбіді кремнію та дисиліциді молібдену [Текст] / В.І. Ковбашин, І.Й. Бочар // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – Тернопіль, 2014. – №3 (75). – С. 127–131.
2. Ковбашин, В.І. Вплив технології силікоборування керамічних матеріалів на властивості захисних покриттів [Текст] / В.І. Ковбашин, І.Й. Бочар // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – Тернопіль, 2015. – №2 (78). – С. 130–138.
3. Kovbashyn, V. The study of technologies to improve physical-mechanical and chemical properties of reaction sintered ceramic materials on the basis of silicon carbide. [Text] / V. Kovbashyn, I. Bochar // Scientific Journal of the Ternopol National Technical University ISSN 1727-7108. Web: visnyk.tntu.edu.ua. Вісник Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль: В-во ТНТУ. – №2 (86), 2017. – С. 14-20.
4. Kovbashyn V., Bochar I. Technological conditions of diffusive boride coating formation on silicon carbide and molybdenum disilicide. Scientific Journal of the Ternopol National Technical University ISSN 2522-4433. Web: visnyk.tntu.edu.ua. Вісник Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль: В-во ТНТУ. №2 (90), 2018. С. 87–92.