

УДК 666.3:539.5

М. М. Прокопів*, О. В. Харченко, І. П. Фесенко

Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля

НАН України, м. Київ, Україна

**mprokopiv@gmail.com*

Теплопровідність інструментальних керамік, одержаних із екзотермічних сумішей $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{--AlN}$, $\text{ZrO}_{2(\text{M})}\text{--Al--C}$ в процесі гарячого пресування

Представлено результати дослідження коефіцієнта теплопровідності керамічних інструментальних матеріалів, одержаних з екзотермічних сумішей Cr_2O_3 з AlN та $\text{ZrO}_{2(\text{M})}\text{--Al--C}$ гарячим пресуванням. Проведено порівняння характеристик отриманих матеріалів та комерційної інструментальної кераміки $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--TiC}$ марки CC650 (“Сандвік Коромант”, Швеція).

Ключові слова: оксид хрому, нітрид алюмінію, оксид цирконію, алюміній, екзотермічні суміші, гаряче пресування, теплопровідність.

Теплопровідність найбільш поширеної на сьогодні комерційної інструментальної кераміки змішаного типу $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--TiC}$ має відносно низьке ($\lambda = 16\text{--}18 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$) значення, що обмежує її застосування в умовах високошвидкісного сухого точіння загартованих легованих сплавів на основі заліза, нікелю, титану та ін.

Одним із перспективних напрямків інструментального матеріалознавства є одержання висококонкурентних керамічних різальних матеріалів із дешевих і доступних на ринку компонентів, зокрема з термореакційних сумішей $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{--AlN}$ [1, 2] і $\text{ZrO}_{2(\text{M})}\text{--Al--C}$ [3] в процесі гарячого пресування, оскільки він супроводжується одночасним ущільненням і хімічною реакцією між компонентами з утворенням нових основних функціональних фаз.

Метою даної роботи було дослідження теплопровідності нових видів інструментальних керамік, одержаних із екзотермічних сумішей $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{--AlN}$, $\text{ZrO}_{2(\text{M})}\text{--Al--C}$, і порівняння з комерційною інструментальною керамікою $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--TiC}$ марки CC650 (“Сандвік Коромант”, Швеція).

Зразки для дослідження одержували із сумішей $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{--}15\text{AlN}$ та $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{--}25\text{AlN}$ ¹ і готували згідно з [1, 2], а зразки із суміші $\text{ZrO}_{2(\text{M})}\text{--}22\text{Al--}5\text{C}$ згідно з [3].

¹ Тут і далі склад сумішей і композитів приведено в % (за масою) та спрощено їхню формулу.

Одержані зразки керамічних матеріалів шліфували алмазним інструментом до розміру 15×20×1 мм. Теплопровідність зразків визначали за кімнатної температури нестационарним методом за допомогою пристрою для вимірювання коефіцієнта теплопровідності високотеплопровідних матеріалів ИТ-3 [4].

У таблиці наведено виміряні значення коефіцієнта теплопровідності композиційного гарячепресованого матеріалу із суміші Cr₂O₃–AlN з різною концентрацією та нано/мікро дисперсністю, а також матеріалу, одержаного із суміші ZrO_{2(M)}–22Al–5C.

Склад кераміки, одержаної із сумішей Cr₂O₃–AlN (нано/мікро) [1, 2] і ZrO_{2(M)}–22Al–5C [3], та коефіцієнт теплопровідності λ в порівнянні з керамікою Al₂O₃–TiC марки CC650

Склад вихідної суміші	Основні фази кераміки	Інші фази [1, 2]	λ, Вт/(м·К)
Комерційна кераміка			
Al ₂ O ₃ –TiC	Al ₂ O ₃ –TiC	–	16–18
Кераміка, отримана авторами			
Cr ₂ O ₃ –15AlN	(Cr _x Al _{1-x}) ₂ O ₃ , Cr ₂ N	–	16/18
Cr ₂ O ₃ –25AlN	(Cr _x Al _{1-x}) ₂ O ₃ , Cr ₂ N	AlNO	19/22
ZrO _{2(M)} –22Al–5C	Al ₂ O ₃ , ZrC	ZrOC, ZrO ₂ , Al ₂ Zr	8

З наведених у таблиці значень видно, що теплопровідність багатофазної кераміки Al₂O₃–ZrC–ZrOC–ZrO₂–Al₂Zr, одержаної із екзотермічної суміші ZrO₂–22Al–5C в процесі гарячого пресування, дорівнює 8 Вт/(м·К), і це обмежує область її застосування лише умовами напівчистового перервного сухого точіння різних марок загартованих сплавів на основі заліза твердістю 58–62 HRC.

Дані таблиці також показують, що використання вихідного мікронного порошку AlN в більшій мірі, ніж у разі використання як вихідного нанопорошку AlN, підвищує теплопровідність одержаного керамічного матеріалу.

Встановлено, що теплопровідність кераміки, одержаної із суміші Cr₂O₃–15AlN (нано), є на рівні λ = 16–18 Вт·м⁻¹·К⁻¹, тобто дорівнює теплопровідності найбільш поширеної комерційної інструментальної кераміки Al₂O₃–TiC марки CC650 для високопродуктивного точіння загартованих сталей. Збільшення з 15 до 25 % вмісту AlN у вихідній суміші підвищує на 4 Вт/(м·К) теплопровідність одержаної кераміки, що можна пояснити присутністю в структурі фази AlNO.

ФІНАНСУВАННЯ

Ця робота була підтримана постійним інституційним фінансуванням. Жодних додаткових грантів для проведення або керівництва цим дослідженням отримано не було.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори цієї роботи заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

M. M. Prokopiv, O. V. Kharchenko, I. P. Fesenko
Bakul Institute for Superhard Materials,
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
Thermal conductivity of cutting tool ceramics, prepared
from exothermal mixtures of $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-AlN}$ and $\text{ZrO}_{2(M)}\text{-Al-C}$
by hot pressing

Thermal conductivity of dense ceramic cutting tool materials hot-pressed from $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-AlN}$ and $\text{ZrO}_{2(M)}\text{-Al-C}$ exothermal mixtures are presented. Characteristics of as-prepared materials have been measured and compared to $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ cutting ceramics commercially available as CC650 from Sandvik Coromant.

Keywords: chromium oxide, zirconium oxide, aluminum nitride, aluminum, exothermic mixtures, hot pressing, microstructure, thermal conductivity.

1. Prokopiv M.M., Harchenko O.V. Structure and properties of tool material from exothermic mixture of $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-AlN}$ micropowders during hot pressing. *J. Superhard Mater.* 2020. Vol. 42, no. 6. P. 302–310.
2. Prokopiv N., Charchenko O., Gevorkyan E., Gutsalenko Yu. Exploring the process to obtain a composite based on $\text{Cr}_2\text{O}_2\text{-AlN}$ using a method of hot pressing. *East.-Eur. J. Enterp. Technol.* 2019. Vol. 99, no. 3/12. P. 17–21.
3. Прокопів М.М., Дзелялов С.І. Шихта для виготовлення композиційного матеріалу. Пат. на винахід 81086, Україна. Опубл. 26.11.2007.
4. Фесенко І.П., Туркевич В.З., Часник В.І., Прокопів М.М., Петруша І.А., Пріхна Т.О., Кайдаш О.М., Бочечка О.О., Сергієнко Н.В., Сербенюк Т.Б., Мошіль В.Є., Харченко О.В., Свердун В.Б., Лавріненко В.І., Ткач В.М., Осіпов О.С., Івженко В.В., Подоба О.П., Марченко А.А., Гадзира М.П., Давидчук Н.К., Олійник Г.С., Згалат-Лозинський О.Б., Букетов А.В., Туз Ю.М., Кисла Г.П., Струніна Ю.В., Стрельчук В.В., Коломис О.Ф., Подоба Я.О., Відута Л.В., Нечитайло В.Б., Геворкян Е.С., Часник Д.В., Мартинюк Я.В. Теплопровідність надтвердих матеріалів. Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.В., 2018. 68 с.

Надійшов до редакції 16.05.24

Після доопрацювання 25.05.24

Прийнятий до опублікування 29.05.24