**Звіт про науково-дослідну роботу: ” Керамічні композити на основі B4C-TiB2 та AlN-Al2O3 для роботи в екстремальних умовах”**

**Мета роботи** - розробка сучасних технологій формування об’ємних надлегких композитів, нової легкої гетерофазної кераміки на основі B4C з 3D зміцненою сіткою границь зерен та оптично прозорої кераміки на основі AlN-Al2O3 для функціонування в екстремальних умовах високих температур та навантажень.

**Терміни виконання наукової роботи**: початок І кв. 2018р.

закінчення IV кв. 2019 р.

**Керівник роботи**: Бородянська Ганна Юліївна, д.т.н., (Email: [hanna.borodianska@gmail.com](mailto:hanna.borodianska@gmail.com))

**Скорочений зміст висновків рецензентів.**

* Значна частина роботи присвячена дослідженню консолідації матеріалів на основі карбіду бору, сформульовані основні вимоги до вихідних порошків вітчизняного виробництва, проведена теоретична частина дослідження напружено-деформованого стану та розрахунок залишкових напружень. Отримані позитивні результати балістичних випробувань бронеелементів на основі керамічних пластин складу В4С-ТіВ2-CrB2. Отриманий методом ІПС ALON продемонстрував високі трибологічні характеристики. Зважаючи на вагомість одержаних у роботі результатів, їх фундаментальність та практичну значимість, вважаю, що робота заслуговує позитивну оцінку та може бути рекомендована до прийняття як завершена в повному обсязі.
* В роботі були отримані наступні результати: Методом реакційного ІПС отримано  високотемпературну кераміку В4С + ТіС + Cr2О3 → В4С + TiCrB2, якій притаманна твердість за Віккерсу -38 ГПа за навантаження на індентор 100 Н, за навантаженність до 500 Н- 25 ГПа. Композитна кераміка на основі карбіду титану і хрому та тетраборидом хрому продемонструвала лінійне збільшення міцності під час згинання з 360 ПМа за кімнатної температури до 950 МПа за 1600 °С. Отримані методом гарячого пресування композити В4С - CrB2 характеризуються високою міцністю, яка, в залежності від долі дибориду хрому, складає від 300 МПа до 700 МПа. Зважаючи на вагомість одержаних у роботі результатів, їхню фундаментальну та практичну значимість, а також рівень кваліфікації виконавців, вважаю, що робота заслуговує на позитивну оцінку та може бути рекомендована до прийняття як завершена в повному обсязі.

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

Створена кераміка складу В4С-ТіВ2-CrB2 може використана в якості бронеелементів.

**Дані про реєстрацію роботи**: № 0118U002194

**РЕФЕРАТ**

**Об’єкти дослідження** – порошки карбід бору, карбіду титану, оксиду хрому, оксинітриду алюмінію, діборид титану, діборид хрому.

**Мета роботи** - розробка сучасних технологій формування об’ємних надлегких композитів, нової легкої гетерофазної кераміки на основі B4C з 3D зміцненою сіткою границь зерен та оптично прозорої кераміки на основі AlN-Al2O3 для функціонування в екстремальних умовах високих температур та навантажень.

**Методи дослідження**: хімічний, рентгенофазовий і мікроструктурний аналіз, електронна мікроскопія, міцність на триточковий згин, балістичні випробування

методом реакційного іскроплазмового спікання (ІПС) була отримана високотемпературна кераміка В4С + ТіС + Cr2О3 → В4С + TiCrB2, що показала твердість по Віккерсу ~ 38 ГПа при навантаженні 10 кг, та >25 ГПа при 20 та 50 кг.

Отримані методом гарячого пресування (ГП) композити B4C + CrB2 показали високу міцність при кімнатній температурі, коливаючись від 300 до 700 МПа, що пояснюється утворенням дибориду хрому на границях зерен карбіду бору, у потрійних точках та міжзернистих порожнечах вихідного порошку.

Швидкісна реакційна консолідація ІПС призвела до утворення кераміки із розмірами зерен, рівними розмірам початкових порошків. Це призвело до майже лінійного збільшення міцності на згин зразків В4С + TiCrB2 з 350 МПа при кімнатній температурі до 950 МПа при 1600 ° C. Кераміка з меншим вмістом ТіВ2 та CrВ2 показала стабільну міцність > 400 МПа від кімнатної температури до 1800 ° C.

Проведено розрахунки пружних напружень  при невеликому вмісті дибориду титану та дибориду хрому, а також потрійної фази TiCrB2, в умовах реакційного ІПС показали, що матрична фаза кераміки на основі карбіду бору знаходиться під дією стискаючих напружень, а включення (TiB2, CrB2 і TiCrB2) розтягнуті, що обумовлює досить високі механічні характеристики такої кераміки.

Кераміка складу В4С + TiCrB2консолідованої методом реакційного ГП витримала балістичні випробування калибром 14,5 Б-32 на відстані 30 м зі швидкістю кулі 998 м/с.

Вперше ІПС спікання було використано для дослідження пластичної деформації кераміки AlON. Досягнуто швидкості деформації 0,4·10-3 сек-1 та 1,65·10-3 сек-1 для зразків AlON, деформованих при температурі 1700 та 1800 0С відповідно. Після деформації отримано щільні зразки. Виміряна твердість зразків становила близько 15 ГПа, а їх оптична прозорість становить 18,3% на довжині хвилі 5мкм.

Деформовані зразки виявляють високі трибологічні властивості з контртілом Si3N4. Після триботестів дослідження місця трибоконтакту показало, що профіль трибоконтакту складає біля 10 нм. Знос був мінімальний (поза межами визначення приладами).

**Ключові слова**: композит, реакційне іскроплазмове спікання, реакційне гаряче пресування, алон, карбід бору.