**Звіт про науково-дослідну роботу: „Розробка методів інтенсифікації ущільнення і консолідації порошкових кераміко-металевих та керамічних матеріалів з застосуванням імпульсного та неізотермічного гарячого пресування"**

**Мета роботи** - поєднання ефективних фізико-хімічних методів приготування вихідних високодисперсних однорідних порошкових сумішей тугоплавких сполук з металевими чи керамічними зв’язками та ефективних методів інтенсифікації ущільнення і консолідації цих сумішей таких як імпульсне та неізотермічне статичне гаряче пресування.

Терміни виконання наукової роботи: початок І кв. 2012 р.

закінчення IV кв. 2016 р.

**Керівник роботи**: Ковальченко Михаил Саввич, д.т.н., (Email:mskoval@ipms.kiev.ua)

**Скорочений зміст висновків рецензентів.**

За результатами досліджень встановлено закономірності ущільнення й консолідації, формування структури та властивостей досліджених матеріалів інтенсивними методами імпульсного та неізотермічного статичного гарячого пресування та термічної обробки, необхідних для оптимізації технологій отримання високоміцних, зносостійких, термостійких та ударостійких виробів з вказаних матеріалів. Про обсяг виконаних досліджень свідчить об’єм звіту, що становить 435 стор. стандартного тексту. Зроблено зауваження про доцільність проведення порівняльних випробувань отриманих зразків матеріалів з відомими чи стандартними зразками, а також з зарубіжними аналогами, про невідповідність підписів до рис. 3.31 та 3.32, а також помилкове посилання на таблицю 3.8. (Ці помилки виправлено у звіті.) Рецензенти підтверджують важливість проведеної роботи, отримання нових результатів і нового знання про матеріали та в той же час вказують, що отримані результати потребують подальшого розвитку і продовження. Програму робіт за темою виконано в запланованому обсязі, на високому науковому рівні і отримані результати заслуговують позитивної оцінки.

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

Рекомендувати поряд з розширенням випробувань розроблених пристроїв з застосуванням розроблених матеріалів для безперервного вимірювання температури розплавлених металів провести також випробування розроблених за результатами досліджень керметів на основі карбідів вольфраму, бору та кремнію як інструментальних, триботехнічних та легких конструкційних матеріалів в технології машинобудування.

Дані про реєстрацію роботи: № 0112U002095

**РЕФЕРАТ**

**Метою роботи** є поєднання ефективних методів приготування вихідних високодисперсних однорідних порошкових сумішей тугоплавких сполук з металевими чи керамічними зв’язками та ефективних методів інтенсифікації ущільнення і консолідації цих сумішей таких як імпульсне та неізотермічне статичне гаряче пресування.

**Об’єктами дослідження** обрано наддрібнозернисті кераміко-металеві матеріали (тверді сплави) на основі карбідів вольфраму і титану, бору й кремнію та керамічні матеріали на основі карбідів бору й кремнію, нітридів алюмінію, бору і кремнію.

За результатами експериментальних досліджень приготування, відновлення та карбідізації складних оксидів на основі вольфраму, кобальту, нікелю та заліза опрацьовано методи отримання ультра-дрібнозернистих карбідо-металевих сумішей порошків з рівномірним розподілом компонентів. Розроблено фізико-хімічні та технологічні основи інтенсифікації ущільнення та консолідації вказаних порошкових сумішей методом імпульсного гарячого пресування у вакуумі. Встановлено, що метод неізотермічного статичного гарячого пресування поряд з інтенсифікацією ущільнення сприяє умовам формування більш дрібнозернистої структури гетерофазних керамічних матеріалів на основі неметалевих карбідів та нітридів, що в результаті забезпечує підвищення механічних та функціональних властивостей високоміцних, термостійких та ударостійких виробів з них.

**Ключові слова**: КЕРАМІКО-МЕТАЛЕВІ ТА КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ, ІНТЕНСИФІ-КАЦІЯ УЩІЛЬНЕННЯ, КОНСОЛІДАЦІЯ, ІМПУЛЬСНЕ ТА СТАТИЧНЕ ГАРЯЧЕ ПРЕСУВАННЯ, ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ.

**Публікації**

1 Ковальченко М.С., Дубовик Т.В., Рогозинська А.О., Бега М. Д., Субботін В. І., Гребенок Т. П., Портнов О. П. Дослідження впливу оксидних добавок Y2O3 і SiO2 на процеси фазоутворення та властивості гарячепресованого композиту на основі карбонітриду бора // Порошковая металлургия. – 2012. – № 9/10. – С.88–93.

2 Лаптев А.В., Толочин А.И., Ковыляев В.В. и др. Ударное спекание порошка жаропрочной нержавеющей стали Х17Н2. II Механические свойства образцов и оценка коэффициентов диффузии при изотермической выдержке и ударном уплотнении // Металлофизика и новейшие технологии. – 2012.– Том 34, № 4. – С. 521–540.

3 Ковальченко М.С. Реологические модели спекания порошковых материалов под давлением // Порошковая металлургия.– 2013.– № 1/2. – С.11–28.

4 Kovalchenko M.S. Pressure Sintering Kinetics of Tungsten and Titanium Carbides // Int. J. Refr. Met. Hard Mat. – 2013. – Vol. 39. – P. 32–37.

5 Лаптев А.В., Толочин А.И., Окунь И.О. Влияние температуры и давления прессования на свойства твердого сплава WC с 25 мас. % Co // Физика и техника высоких давлений. – 2013.– Том 23, № 1.– С. 68–81.

6 Григор’єв О. М., Дубовик Т. В., Бега Н. Д., Субботін В. І., Рогозинська А. О., Щербина О. Д., Бережинський І. Л., Рогозинський А. А. Фазовий склад та властивості гарячепресованих матеріалів системи АlN–BN // Порошковая металлургия. – 2013.– № 3/4.– С. 57–63.

7 Ковальченко М.С., Ткаченко Ю.Г., Юрченко Д.З., Бритун В.Ф. Кинетика неизотермического спекания порошковой смеси карбида бора и кремния под давлением, структура и характер разрушения полученного композита // Порошковая металлургия. – 2014. – № 3/4. – С.72–85.

8 Лаптев А.В., Толочин А.И., Ковальченко М.С., Евич Я.И., Окунь И.Ю. Структура и свойства интерметаллида Ni3Al, спеченного в вакууме под действием удара // Порошковая металлургия – 2015.–№ 9/10.–С. 60–79.

9 Kovalchenko M.S. Rheology and Kinetics of Pressure Sintering // Materials Science Forum. – 2016. – Vol. 835, Trans Tech Publications, Switzerland. – P. 76–105.

10 Гребенок Т.П., Дубовик Т.В., Ковальченко М.С., Клочков Л.А., Рогозинская А.А., Субботин В.И. Структура и свойства керметов на основе карбида титана с добавкой других карбидов // Порошковая металлургия. – 2016. – № 1/2. – С. 65–72.

11 Ковальченко М.С., Гребенок Т.П., Бродниковский Н.П., Рогозинская А.А. Особенности уплотнения порошков хрупких материалов при прессовании // Порошковая металлургия. – 2016. – №5/6. – С. 13–27.