**Звіт про науково-дослідну роботу: „ “Розробка технологічних принципів отримання нових зносо- й корозійностійких газотермічних та електроіскрових покриттів системи NiAl-CrВ2 і дослідження їх поведінки в умовах високих (до Т=1000°С) температур”**

**Мета роботи** - розробити нові корозійно- та зносостійкі матеріали для нанесення захисних покриттів з підвищеними експлуатаційними характеристиками.

Терміни виконання наукової роботи: початок І кв. 2016 р.

закінчення IV кв. 2018 р.

**Керівник роботи**: Уманський Олександр Павлович, д.т.н., (Email:umansky@ipms.kiev.ua)

**Скорочений зміст висновків рецензентів.**

1) НДР складається з шести розділів, в яких послідовно викладено аналіз композиційних матеріалів на основі інтерметаліду NiAl, досліджено вплив методу отримання КПМ на структуру композиційних газотермічних покриттів на основі інтерметаліду NiAl, проведені комплексні триботехнічні дослідження розроблених плазмових та електроіскрових покриттів та досліджені високотемпературні фізико-механічні властивості композиційних матеріалів в широкому діапазоні температур.

Робота містить цілий ряд взаємодоповнюючих досліджень з використанням різноманітних сучасних методів та методик, які дозволили отримати нові матеріали та оцінити перспективні умови та галузі їх застосування.

2) В роботі наведений детальний аналіз літературних даних щодо розробки композиційних порошків на основі інтерметаліду NiAl для нанесення газотермічних та електроіскрових покриттів; представлені результати глибоких експериментальних досліджень структури, фазового складу та властивостей композиційних покриттів системи NiAl-CrB2. Проведений в роботі комплекс досліджень зносо- та корозійної стійкості, механічних властивостей дозволив визначити основні об’єкти для подальшої реалізації розроблених покриттів.

Науково-дослідна робота має раціональну компоновку, яка забезпечує необхідну інформативність та ілюстративність. Вірогідність і обгрунтованість отриманих результатів забезпечується використанням сучасних експериментальних та аналітичних методів та методик досліджень, а також узгодженням експериментальних даних.

Розроблений композиційний матеріал NiAl-15CrB2 рекомендується використовувати для нанесення методами газотермічного напилювання чи електроіскрового легування зносостійких покриттів, призначених для роботи в умовах високотемпературного тертя (T=500÷800 °С).

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

Напрямок роботи є перспективним, а отримані в результаті виконання роботи результати можуть бути використані в галузі аерокосмічного матеріалознавства.

Дані про реєстрацію роботи: № 0116U004774

**РЕФЕРАТ**

**Об’єкт дослідження** – композиційні компактні та порошкові матеріали на основі системи «інтерметалід NiAl – CrB2», а також покриття з них для захисту деталей, що працюють в умовах високих температур.

**Мета роботи** – розробити нові корозійно- та зносостійкі матеріали для нанесення захисних покриттів з підвищеними експлуатаційними характеристиками.

**Методи дослідження** – хімічний та фазовий склад компактних та порошкових композиційних матеріалів і покриттів, поверхонь зламів, продуктів окиснення і доріжок тертя досліджували за допомогою рентгенофазового та мікрорентгеноспектрального аналізу, електронної мікроскопії, оптичної металографії, використовуючи мікроскопи МИМ 6, РЕМ–106И і JEOL JAMP-9500. Дюрометричний аналіз проводили на мікротвердомірі ПМТ-3; подрібнювання і змішування порошкових сумішей здійснювали в планетарному млині «Санд-1»; гаряче пресування здійснювали на установці СПД-120; межа текучості та міцність на вигин встановлювалися на випробувальній машині НИКИМП типу 1231-У-10; композиційні покриття наносили методами плазмового напилювання на установці УПУ-3Д; триботехнічні характеристики отриманих композиційних покриттів встановлювали за схемою «pin-on-disc» на машині тертя МТ-68, розробленою в ІПМ ім. І.М. Францевича НАН України.

За різними технологіями отримані компактні та порошкові композиційні матеріали на основі інтерметалідів. Досліджено структуру та фазовий склад композитів. Обрано оптимальний метод отримання КМ, визначено оптимальний склад та співвідношення компонентів тугоплавкої та металевої фаз у композиційних матеріалах.

На основі результатів виконаних досліджень отримано нові порошкові композиційні матеріали для нанесення захисних газотермічних покриттів на поверхні деталей, що зазнають значного зношування в процесі експлуатації.

**Ключові слова**: ІНТЕРМЕТАЛІД NiAl, тугоплавка сполука, CrB2, композиційний порошковий матеріал, ГАРЯЧЕ ПРЕСУВАННЯ, СПІКАННЯ, міцність, окиснення, газотермічні покриття, плазмове напилення, зносостійкість, високотемпературне тертя.

**Публікації**

1) Технічні науки. Особливості контактної взаємодії та структуроутворення в системі NiAl-CrB2 // Адгезия расплавов и пайка материалов. – Вып. 48. – 2015 (вийшла з друку жовт. 2016). – С. 55-61.

2) Технічні науки. O. Umanskyi, O. Poliarus, M. Ukrainets, O. Kostenko, M Antonov, I. Hussainova. Influence of Cr, Ti and Zr Oxides Formation on High Temperature Sliding of NiAl-Based Plasma Spray Coatings // Journal “Key Engineering Materials”, Trans Tech Publications, Switzerland, Vol. 674 (2016), pp 308-312.

3) Технічні науки. O. Umanskyi, O. Poliarus, M. Ukrainets, M Antonov, I. Hussainova. High Temperature Sliding Wear of NiAl-based Coatings Reinforced by Borides // Materials Science (MEDŽIAGOTYRA). Vol. 22, No. 1. 2016, pp 49-53.

4) Технічні науки. O. Poliarus, O. Umanskyi. High-temperature oxidation character of composite materials based on NiAl // Abstract book of the E-MRS 2016 Fall Meeting – Warsaw, Poland. – September 19-22, 2016. – P. 410.

5) Технічні науки. Уманський О.П., Полярус О.М., Кисіль В.М., Стельмах О.У., Євдокименко Ю.І. Вплив складу матеріалу, а також розміру абразиву на термоерозійну стійкість композитів на основі інтерметаліду NiA // Наукові нотатки. - Луцьк, 2017. - Випуск 59. ­  C. 288-293.

6) Технічні науки. Е.Н. Полярус, А.П. Уманский, А.У. Стельмах, Ю.И. Евдокименко, В.М. Кисиль, В.И. Субботин. Влияние состава материалов на механизм их высокотемпературного газоабразивного изнашивания // Вісник двигунобудування. – 2017. – № 2. – С.149–152.

7) Технічні науки. Olena Poliarus, Jerzy Morgiel, Oleksandr Umanskyi, Piotr Bobrowski, Maciej Szczerba, Oleksiy Kostenko. The influence of powder obtaining methods on structure and wear resistance of NiAl-based composite coatings // E-MRS 2017 Fall Meeting. – Warsaw, Poland, 2017. – Р. 105 (D.P2.21).

8) Технічні науки. Уманський О.П., Бродніковський М.П., Українець М.С., Полярус О.М., Стельмах О.У., Бродніковський Д.М. Вплив домішок дибориду хрому на характеристики міцності композиційних матеріалів системи NiAl-CrB2 у широкому діапазоні температур // Порошковая металлургия. – №11/12. – 2017. – С. 89-96.

9) Технічні науки. O. Poliarus, J. Morgiel, O. Umanskyi, M. Szlezynger, M. Pomorska, P. Bobrowski, M. Szczerba. Microstructure and phase composition of NiAl-CrB2 composite powders used for plasma spraying // Composites Theory and Practice 18: 2 (2018) 121-124.

10) Технічні науки. Poliarus O., Morgiel J., Bobrowski P., Umanskyi O., Kostenko O., Szlezynger M., Ukrainets M. Synthesis of NiAl(CrB2) composite powders for plasma spraying applications // The 22nd Symposium "Composites 2018 - Theory and Practice“ 25-27 April 2018 Cedzyna (Kielce) Poland.

11) Технічні науки. O. Poliarus, J. Morgiel, M. Pomorska, P. Bobrowski, O. Umanskyi, M. Szczerba, O. Terentiev . Structure investigation of thermal sprayed composite coatings based on NiAl // 5th International Thermal spraying and hardfacing conference Progress, Applications and modern technologies ITSHC Wroclaw, 26-28 September 2018. Р.102-103.