**Звіт про науково-дослідну роботу: „Досліджування закономірностей відображення у фізичних полях процесів контактоутворення в багатокомпонентних порошкових і композиційних матеріалах для моделювання та визначення їх властивостей**"

**Мета роботи** - обґрунтування, розроблення та практичне використання неруйнівних методів підвищеної інформативності та чутливості для дослідження процесів контактоутворення в багатокомпонентних порошкових та композиційних матеріалах.

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

 закінчення IV кв. 2018 р.

 **Керівник роботи**: Подрезов Юрій Миколайович, д. ф.-м.н., (Email:podrezov@ipms.kiev.ua )

**Скорочений зміст висновків рецензентів.**

 В роботі розв’язано актуальну проблему розроблення методології адаптації акустичних методів до особливостей структури матеріалу з її використанням для підвищення надійності та інформативності акустичних методів експериментального визначення якості контактів у багатокомпонентних порошкових та композиційних матеріалах. Робота виконана на високому науково-технічному рівні, має значну наукову і практичну цінність, заслуговує на подальший розвиток.

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

 Отримані в процесі роботи результати можуть бути використані на виробництві порошкових та композиційних матеріалів – для контролю за процесами контактоутворення, при розробці нових матеріалів – для відпрацювання технології їх створення; в приладобудуванні – для розробки акустодіагностичної апаратури, заснованої на методах неруйнівного контролю підвищеної точності.

 Дані про реєстрацію роботи: № 0116U003500

**РЕФЕРАТ**

 **Об’єкт дослідження** – багатокомпонентні порошкові та композиційні матеріали.

**Мета роботи** – обґрунтування, розроблення та практичне використання неруйнівних методів підвищеної інформативності та чутливості для дослідження процесів контактоутворення в багатокомпонентних порошкових та композиційних матеріалах.

**Методи дослідження** – моделювання (фізичне, акустичне, математичне) відображення процесів контактоутворення в акустичних, електричних та статичних механічних полях; адаптаційна постановка експерименту; визначення якості контактів різними методами (резонансним, імпульсним і спектральним акустичними, чотириточкового вигину, резистометричним); статистичні методи обробки даних (дисперсійний, регресійний, кореляційний аналіз).

У результаті дослідження показано, що усі розглянуті види фізичних полів (різні акустичні, статичне механічне та електричне) можуть бути використані для оцінки якості контактів у металевих порошкових матеріалах на різних етапах їх спікання. Для підвищення інформативності рекомендовано їх комплексне застосування. Розвинуто методологію використання акустичних полів при дослідженні впливу контактів на властивості багатокомпонентних порошкових і композиційних матеріалів та виробів з них, в основі якої лежить комплексне використання цих полів та адаптація їх параметрів до особливостей будь-якого конкретного матеріалу. Сформульовані принципи та розроблені для конкретних матеріалів методики, які забезпечують високу надійність та інформативність результатів вимірювань. Проведено цикл експериментальних досліджень процесів контактоутворення в матеріалах та виробах з різними властивостями, де отримано ряд якісно нових результатів. Показана ефективність використання акустичних полів для оцінки якості контактів у матеріалах та конструкціях різного призначення. Проведено розробки, які пройшли та готуються до апробації в умовах виробництва. Обґрунтовано напрямки подальших досліджень.

**Ключові слова**: КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ, ФІЗИЧНІ ПОЛЯ, ПРУЖНА ХВИЛЯ, БАГАТОКОМПОНЕНТНІ СТРУКТУРИ, НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, АКУСТИЧНІ ПОЛЯ.

**Публікації**

1. Баглюк Г.А. Вплив технологічної схеми виготовлення на характер анізотропії і пружні властивості горячештампованних порошкових алюмоматричних композитів. /Г.А.Баглюк, Ю.Г.Безимянний, А.М.Колесников, О.В.Талько, І.О.Шишкіна //Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк, 2016. Вип.№54. – С.20-27.

2. Безымянный Ю.Г.Особенности акустических измерений в прессовках на основе порошка титана. /Ю.Г.Безымянный, Е.А.Козирацкий, В.А.Назаренко, Л.О.Тесленко //Електроенергетика та перетворювальнатехніка. Вісник НТУ «ХПІ». м.Харків,2017. – №4 (1226). –С.3-7.

3. Безымянный Ю.Г. Особенности использования неразрушающих акустических методов для прогнозирования защитных свойств комбинированных керамико-полимерных материалов. /Ю.Г.Безымянный, А.В.Мазная, А.Н.Высоцкий, К.А.Комаров, О.В.Талько //Електроенергетика та перетворювальнатехніка. Вісник НТУ «ХПІ». м.Харків,2017. – №4(1226). – С.8-13.

4. Вдовиченко О.В. Моделювання пружної поведінки пористих порошкових матеріалів за різних схем деформування. /О.В.Вдовиченко, А.В.Кузьмов, О.Г.Кіркова, М.Б.Штерн //Современные проблемы физического материаловедения, Вып.25, Киев: ИПМ НАН Украины– 2016. –С.85-90.

5. Вдовиченко О.В. Оцінка впливу дефектів на ефективні характеристики пружності порошкових матеріалів на основі моделі кусково-лінійної пружної поведінки. /О.В.Вдовиченко, А.В.Кузьмов, О.Г.Кіркова, М.Б.Штерн //Математические модели и вычислительный эксперимент в материаловедении, Вып. 19, Киев: ИПМ НАНУ– 2017.–С.3-9.

6. Вдовиченко О.В. Явище повільної динаміки в нелінійно пружних спечених пористих титані та оксиді алюмінію. //Электронная микроскопия и прочность материалов, Вып.23, Киев: ИПМ НАН Украины, 2017.

7. Безымянный Ю.Г. Прогнозирование защитных свойств ударостойких комбинированных керамико-полимерных материалов /Ю.Г.Безымянный, Л.Р.Вишняков, А.В.Мазная, А.Н.Высоцкий, К.А.Комаров, А.В.Нешпор //Порошковая металлургия, 2018, № 3/4. – С. 150-160.

8. Гогаев К.А. Исследование влияния режимов деформирования на структуру и свойства порошковых композитов системы Al-Mg упрочненных наночастицами карбида кремния. III. Влияние содержания наноразмерного порошка SiC и деформационной обработки на свойства порошкового композита на основе сплава АМг-5 /К.А.Гогаев, В.С.Воропаев, В.В.Вдовиченко, Ю.Н.Подрезов, Н.Ф.Гадзыра, Я.И.Евич //Порошковая металлургия, 2018 – №9/10. – С.3 – 11.

9. Безымянный Ю.Г. Методические особенности дефектоскопии сортамента роликов прокатного стана после их восстановления /Ю.Г.Безымянный, Е.А.Козирацкий, А.Н.Колесников, К.А.Комаров, О.В.Талько //Вісник НТУ ХПІ Серія: Електротехніка та перетворювальна техніка №8 (1284) 2018. – С.3-6.

10. Безымянный Ю.Г. Связь характеристик многокомпонентных порошковых материалов со скоростью распространения упругой волны /Ю.Г.Безымянный, Т.И.Истоміна, А.Н.Высоцкий //Вісник НТУ ХПІ Серія: Електротехніка та перетворювальна техніка №8 (1284) 2018. – С.65-68.

Публікації у закордонних виданнях:

1. Character of anisotropy and elastic properties of hot-forged aluminum-matrix composites / G.A.Bagluk, Yu.G.Bezimyanniy, O.V.Talko, L.O.Teslenko, Yu.A.Shishkina // Machines. Tehnologies. Materials. 2016. XIII international scientific congress. 14-17.09.2016. Varna, Bulgaria. Year XXIV. – V.24/210. – P.8-13.

2. Vdovychenko O. Mechanical behavior of homogeneous and nearly homogeneous Ti3Sn: Role of composition and microstructure. /O.Vdovychenko, O.Ivanova, Yu.Podrezov, M.Bulanova, I.Fartushna// Materials and Design, 2017, V.125, P. 26-34.

3. Bezimyanniy Yu.G. Assessment of the Protective Properties of Impact-Resistant Ceramic-Polymer Composites Using Acoustic Nondestructive Methods /Yu.G.Bezimyanniy, L.R.Vyshniakov, O.V.Mazna, K.A.Komarov, A.M.Vysotskyy, O.V.Neshpor // Springer, Powder Metallurgy and Metal Ceramics, July 2018, Vol. 57, [№ 3–4](https://link.springer.com/journal/11106/57/3/page/1), pp 242–249.

4. Otychenko О.M. Some physico-mechanical properties of composite biomaterials on the basis of biogenic hydroxyapatite with magnetic additives / О.M.Otychenko, T.Ye.Babutina, D.P.Ziatkevich, Yu.G.Bezimyanniy, A.M.Kolesnikov, O.M.Budylina, L.S.Protsenko, O.Yu.Koval, I.V.Uvarova //Functional materials. – 2018. – Vol. 25, No.4. – P. XX-XX.