**Звіт про науково-дослідну роботу: ”Проектування мікроструктури порошкових композиційних матеріалів на основі міді на стадіях виготовлення, обробки, оптимізації їх властивостей при використанні для комутаційної і зварювальної техніки”**

**Мета роботи** - розв'язання науково - технічного завдання щодо вибору технологічних умов виготовлення композитів на основі (W,Мо,Сr)-Сu з підвищеними фізико-механічними характеристиками.

Терміни виконання наукової роботи: початок 1 квартал 2011р.  
 закінчення IV квартал 2013 р.

**Керівник роботи**: Мінакова Рімма Валентинівна, д.т.н.,( Email:29min@ipms.kiev.ua )

Дані про реєстрацію роботи : № 011U002122

**Скорочений зміст висновків рецензентів.**

Особливістю розглянутої роботи є комплексність щодо технологічних рішень по отриманню матеріалів системи Сu-Сr(Мо,W) електротехнічного призначення. Запропоновано схеми технологічного процесу одержання матеріалів Сu-W та Сu-Сr, які враховують умови розмелу з контрольованим рівнем агломерації та умови формування композиту при використанні ударного гарячого пресування. Отриманий рівень властивостей зразків перевищує затверджений в технічній документації на промислові матеріали аналогічного складу, що відкриває перспективи подальшого впровадження технологій одержання матеріалів у промисловість. Дослідження функціональних властивостей контактів і електродів з матеріалів на основі системи Сu-Мо з добавками металу Nі(Со) та сполуки LаВ6 в умовах стендових та натурних випробувань доказали їх вищу ефективність у якості електродів для зварювання у порівнянні із композитами Сu-Мо(W), що наразі використовуються у промисловості.

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

Одержані результати досліджень підтверджують перспективність впровадження технології для виготовлення контакт-деталей з підвищеними фізико-механічними характеристиками, зокрема, в якості вакуумных дугогасильних контактов комутаційних

апаратів (композити системи Сu-Сr ), у виробництві зварювальних електродів із зниженням витрат порошку вольфраму (композити систем Сu-W та Сu-Мо-добавки").

**Реферат**

**Мета роботи** - розв'язання науково - технічного завдання щодо вибору технологічних умов виготовлення композитів на основі (W,Мо,Сr)-Сu з підвищеними фізико-механічними характеристиками.

**Об'єкти дослідження** - композиційні матеріали (КМ), виготовлені методами порошкової металургії на основі вольфраму, молібдену, хрому та міді, їх структура, властивості, функціональні характеристики виробів з них.

**Методи дослідження** - оптична, електронна скануючи мікроскопії, рентгеноструктурний і рентгеноспектральний аналіз мікрооб'ємів, методи визначення густини, електричного опору, механічних властивостей на згин і розтягання, твердості і мікротвердості, функціональних властивостей електродів із КМ на основі (W,Мо,Сr)-Сu.

Проведено літературний аналіз розробок порошкових КМ на основі вольфраму, хрому, молібдену і міді. Вивчено вплив параметрів розмелу в кульовому млині на структуру порошків вольфраму і вольфрам-мідної суміші. Встановлено для напруги і деформації безперервне для областей когерентного розсіювання з розривом безперервності, збільшення параметрів. Розроблено безводневу технологію спікання зразків з КМ вольфрам-мідь. Запропоновано математичну модель процесу розмелу в млині нового типу за механізмом різання під час взаємодії частинок з абразивним покриттям на робочих елементах камери помелу. Встановлено основні закономірності диспергування металевих порошків і знайдені оптимальні режими розмелу в млині нового типу з поліпшеними фізико-механічними характеристиками, в порівнянні з промисловими аналогами .

Виготовлені і вивчені КМ на основі молібдену та міді. Утворення матричної структури дозволяє реалізувати різні способи зміцнення матриці, а саме твердорозчинне і дисперсійне зміцнення. Введення спеціальних добавок підвищує корозійну стійкість молібден-мідних КМ. Досліджувані матеріали випробувано у якості контактів комутаційних апаратів і електродів для контактного зварювання, пайки, завдяки позитивним результатам цих випробувань, композити Мо - Сu зможуть знайти промислове застосування.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (W, Мо, Сr)-Сu, МЕХАНІЧНЕ ЛЕГУВАННЯ, ГАРЯЧЕ УДАРНЕ ПРЕСУВАННЯ, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, КОНТАКТИ І ЕЛЕКТРОДИ, ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ: ЕЛЕКТРИЧНА ЕРОЗІЯ, ЗНОС КОНТАКТІВ І ЕЛЕКТРОДІВ.**

**Публікації**

О.В. Хоменко, О.І. Толочин, А.В. Лаптєв, Р.В. Мінакова. Структура та властивості композиту Сu-30 % мас. Сr, отриманого методом дінамічного гарячого пресування за різних умов попереднього диспергування порошків. // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Луцьк. - №31.-20П.-С.403-407.

Хоменко О.В. Аналіз якості розмелу та змішування порошків міді та хрому у млині нового типу / О.В. Хоменко, Ю.І. Найда (від.31), Р.В. Мінакова // Порошкова металургія, 2012.- №3/4. – с. 12-18.

Бабіч І.Л. Дослідження плазми електродугового розряду між композиційними електродами на основі міді //І.Л. Бабіч (КГУ), В.Ф. Борецький (КГУ), А.М. Веклич (КГУ), М.І. Гречанюк, А.В. Лебідь (КГУ), Р.В. Мінакова, П.В. Сорока (КГУ) // Труды ИПМ НАН Украины. Серия "Композиционные слоистые и градиентные материалы и покрытия. Электрические контакты и электроды», Киев, 2012, Киев, 2012. – с.91-101.

Лаптев А.В. Влияние температуры ударного прессования в вакууме на плотность, структуру и свойства порошковой меди / А.В. Лаптев, А.И. Толочин, Е.В. Хоменко // Тр. Института проблем материаловедения им. И.Н.Францевича НАН Украины. Серия "Композиционные слоистые и градиентные материалы и покрытия. Электрические контакты и электроды», ИПМ НАН Украины, Киев, 2012, с. 17-124.

Л. А. Крячко Влияние шарового размола на структурные характеристики порошка вольфрама / 0. Н. Григорьев, Л. А. Крячко, Н. Д. Бега, А. В. Лаптев, М. Е. Головкова, Н. Н. Роженко, Е. И. Берсудский // Электронная микроскопия и прочность материалов - Труды ИПМ НАН Украины. - 2013"-Вып. 19.-С. 114-122.

О.В. Хоменко Эволюция микроструктуры композитов Сr-Сu при жидкофазном спекании / О.В. Хоменко, Р.В. Минакова, Н.Д. Лесник // Порошкова металургія, 2013. - №1/2. - С. 29-42.

0.В.Хоменко Дослідження особливостей структуроутворення порошкових композицій Сr-Сu-Fе, отриманих за технологією рідкофазного спікання / О.В.Хоменко, Р.В.Мінакова // Наукові нотатки, 2013. - Випуск. — С. 15-20.

О.В.Хоменко Моделювання диспергування порошку міді у млині вихревого типу з абразивним  
покриттям робочої камери і рухомих елементів / О.В. Хоменко, О.І. Хоменко, Р.В. Мінакова//  
Математическое моделирование в материаловедении, Сб. науч. Тр. ИПМ НАНУ, Киев, - Выпуск. -  
С.35-47.

А.М. Веклич Особливості спектроскопії електричної дуги з плазми з домішками міді та хрому/  
А.М. Веклич, А.В. Лебідь, О.В. Хоменко// Збірка праць 13-ї міжнародної конференції молодих  
вчених з прикладної фізики. 12-15 червня, 2013 р, київський національний університет, Київ,  
Україна. С. 214-216.