**Звіт про науково-дослідну роботу: „Фізико-хімічні особливості утворення дисипативних фаз при інтенсивному подрібненні, низькотемпературному синтезі, нанесенні та дифузійному відпалі композиційних покриттів”**

**Мета роботи** – одержання високодисперсних порошків і покриттів на основі боридів, карбідів та силіцидів перехідних металів IV – VI груп методами створення дисипативного стану з підвищеною концентрацією мікродефектів різного типу за постійного притоку енергії при інтенсивній механічній активації з подальшою самоорганізацією потрібної структури зносо–, корозійно– та жаростійких порошкових композицій.

Терміни виконання наукової роботи: початок І кв. 2015 р.

закінчення IV кв. 2017 р.

**Керівник роботи**: Уварова Ірина Володимирівна, д.х.н.,(Email:uvarova@ipms.kiev.ua)

**Скорочений зміст висновків рецензентів.**

Рецензенти зазначили, що роботу проведено на високому науковому рівні, з використанням вітчизняного та світового досвіду за широким спектром напрямків відповідних досліджень, а також потрібного для проведення дослідження наукового обладнання. Визначено, що в процесі високоенергетичної механічної обробки незалежно від природи хімічних елементів спостерігається подрібнення та акумулювання дефектів порошкових частинок, які вносять додаткову енергію в реакційну систему. Причому реакції твердофазного синтезу істотно відрізняються між собою за механізмами, які залежать від хімічної природи як вихідних елементів так і новоутворених сполук.

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

Можуть бути використані в металургічній галузі при розробці сучасних технологій одержання нанопорошків композиційних матеріалів з підвищеними фізико-механічними властивостями, а також машино- та авіабудуванні для нанесення захисних покриттів на деталі, які працюють в критичних умовах.

Дані про реєстрацію роботи: № 0115U002313

**РЕФЕРАТ**

**Об’єкти дослідження** – порошки композиційних систем 0,8 TiB2 – 0,2 ТiSi2, 0,8 TiB2– 0,2 ZrSi2, 0,8 TiB2 – 0,2 HfSi2, Cr0,9Ta0,1Si2, Cr0,9Tі0,1Si2, Mo0,9Cr0,1Si2, Mo0,9Nb0,1Si2 і Mo0,9W0,1Si2.

**Мета роботи** – одержання високодисперсних порошків і покриттів на основі боридів, карбідів та силіцидів перехідних металів IV – VI груп методами створення дисипативного стану з підвищеною концентрацією мікродефектів різного типу за постійного притоку енергії при інтенсивній механічній активації з подальшою самоорганізацією потрібної структури зносо–, корозійно– та жаростійких порошкових композицій.

**Методи дослідження** – рентгенофазовий та електронно–мікроскопічний аналізи продуктів інтенсивної механообробки при одержанні тугоплавких сполук.

При інтенсивному подрібненні суміші порошків титану з карбідом бору та танталу з бором одержано нанодисперсні композиційні системи ТіС – ТіВ2 та TaB2 за рахунок значного деформування металу. Великий екзотермічний ефект було використано для створення дисипативного стану за рахунок високоенергетичного подрібнення. Отримано порошки композиційних систем 0,8 TiB2 – 0,2 ТiSi2, 0,8 TiB2 – 0,2 ZrSi2 та 0,8 TiB2 – 0,2 HfSi2 і показано ініціюючий вплив TiB2 на формування силіцидних фаз у процесі сумісного механосинтезу.

Встановлено також, що у процесі високоенергетичної механообробки, незалежно від природи вихідних компонентів, відзначаються подрібнення, зниження розмірів кристалів та аккумуляція дефектів порошкових частинок, які вносять додаткову енергію в реакційну систему, а це, в свою чергу, зумовлює зниження активаційних бар’єрів реакцій. Показано, що механізми та закономірності утворення твердих розчинів у системах Cr0,9Ta0,1Si2, Cr0,9Tі0,1Si2, Mo0,9Cr0,1Si2, Mo0,9Nb0,1Si2 і Mo0,9W0,1Si2 залежать від хімічної природи як вихідних елементів, так і новоутворених сполук – твердих розчинів. Одержані композиційні порошки складу 0,8 TiB2 – 0,2 СrSi2 і 0,8 TiB2 – 0,2 МоSi2 було використано для створення захисних покриттів, які функціонують за умов сухого тертя або з використанням мастила марки «Ціатім–221». **Ключові слова**: КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ, ТУГОПЛАВКІ СПОЛУКИ, БОРИДИ, КАРБІДИ, СИЛІЦИДИ.

**Публікації**

* + Кудь И. В. Поведение твердых растворов МоxCryТаzSi2 при циклическом режиме нагрева на воздухе // И. В. Кудь, В. В. Пасичный, С. А. Остапенко и др. // Порошковая металлургия. – 2015. – № 7–8. – С. 37–41.
  + Крушинская Л. А. Процессы фазообразования при азотировании дисилицида ванадия / Л. А. Крушинская, Г. Н. Макаренко, А. В. Котко, И. В. Уварова // Порошковая металлургия. – 2015. – № 5/6. – С. 3–9.
  + Крушинская Л. А. Получение нанодисперсных композиционных порошков нитридов азотированием прекурсоров / Л. А. Крушинская, Г. Н. Макаренко, И. В. Уварова // Порошковая металлургия. – 2015. – № 7/8. – С. 27–36.
  + Сав’як М. П. Кристалографічні особливості формування нанодисперсного карбіду титану при помелі титану і вуглецю в планетарному млині / М. П. Сав’як, О. Б. Мельник, І. В. Уварова та ін. // Порошковая металлургия. – 2016. – № 5–6. – С. 3–12.
  + Медюх Р. М. Дифузійне хромування плазмових покриттів на основі молібдену / Р. М. Медюх, В. К. Медюх, І. В**.**Уварова // Порошковая металлургия. – 2017. – № 9/10. – С. 63–69.
  + Грищишина Л. Р. Примесная инженерия: аттестационные карты типа АК І «Один примесный элемент–множество *d*–металлов–растворителей» как графическое средство априорного экспресс–анализа материаловедческих эффектов / Л. Н. Грищищина, И. В. Уварова // Сборник «Современные проблемы физического материаловедения». Вып. 25. Киев, 2016. – С. 184–195.

Та інші, всього 31 робота у наукових журналах та у матеріалах Міжнародних наукових конференцій.