

## **ВІДГУК**

офіційного опонента Щерецького Олександра Анатолійовича на дисертаційну роботу Шишкіної Юлії Олександрівни «Вдосконалення процесів отримання алюмоматричних композитів на основі системи Al-TiC методами термічного синтезу та гарячого штампування», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.06 – порошкова металургія і композиційні матеріали

### **Актуальність теми**

Сучасний розвиток техніки вимагає нових, все більш досконалих матеріалів. Зростають питомі навантаження, підвищуються температурні умови експлуатації та зростає агресивність середовищ. Досить гостро стоїть питання про зниження ваги конструкцій, зростання довговічності, надійності та стабільності властивостей матеріалів. У той же час, ресурс підвищення властивостей стандартних сплавів практично вичерпав себе. Тому на сьогоднішній день все частіше застосовуються матеріали з гетерогенною та метастабільною структурою. Висока питома міцність та модуль пружності, а також зносостійкість у широкому температурному інтервалі експлуатації, невелика чутливість до теплових ударів і поверхневих дефектів, гарна теплопровідність і електропровідність, відносна простота та відтворюваність технології одержання виробів з композитів обумовлюють перспективність і постійне розширення обсягів їх промислового застосування. За останні роки були досягнуті значні успіхи в розробці литих композиційних матеріалів для різних областей застосування, однак специфіка будови таких композитів значною мірою обмежує можливості використання для їх отримання традиційних ливарних технологій. В той же час, одним із ефективних шляхів вирішення зазначеної проблеми є технологічні підходи, що базуються на застосуванні методів порошкової металургії. Тому вдосконалення процесів отримання алюмоматричних композитів на основі системи Al-TiC методами термічного синтезу та гарячого штампування має особливе значення, а актуальність, практична значимість і своєчасність представленої роботи, сумнівів не викликає.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень**

Мета роботи – встановлення закономірностей впливу технологічних схем та режимів синтезу алюмоматричних композитів системи Al-TiC функціонального призначення на особливості структуроутворення і основні фізико-механічні та експлуатаційні властивості матеріалів та розробка і удосконалення на основі отриманих результатів технологічних процесів їх виготовлення – є достатньо обґрунтованою і відповідає пріоритетним науковим напрямкам відомчої та пошукової тематики Інституту проблем матеріалознавства НАН України.

### **Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій**

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, підтверджується результатами теоретичних і експериментальних досліджень, їх узгодженістю з результатами лабораторних



випробувань. Висновки по дисертаційній роботі достатньо обґрунтовані, що дозволяє стверджувати про досягнення дисертантом поставленої мети.

### **Наукова новизна одержаних результатів**

Автором дисертації отримані такі наукові результати:

1. Вперше встановлено вплив компонентного складу вихідної шихти на особливості структури та фазовий склад термічно синтезованої лігатури системи Al-C-Ti. Показано, що в разі використання шихти із стехіометричним, по відношенню до титану, вмістом вуглецю переважною зміцнюючою фазою сплаву є карбід титану, тоді як в зразках з мінімальним вмістом графіту (6 %) і високим вмістом алюмінію (40 %) у структурі синтезованого матеріалу переважають витягнуті голкоподібні зерна складних карбідів титану. Найбільшою дисперсністю частинок зміцнюючої фази характеризується сплав, синтезований із суміші стехіометричного складу 20Al-16C-64Ti (% мас.).
2. Вперше встановлено вплив компонентного складу порошкової суміші «карбидовміщуюча лігатура – алюміній» та режимів підготовки шихти на структуру та основні механічні властивості гарячештамованих композитів системи Al-TiC. Показано, що із збільшенням вмісту лігатурної складової у вихідній шихті як твердість, так і характеристики міцності зразків монотонно зростають, а показники пластичності закономірно зменшуються. Значне подрібнення конгломератів твердої фази в шихті відбувається при використанні енергонасичених режимів розмелу суміші, що призводить до забезпечення характеристик міцності та твердості композитів, які на 15-30 % перевищують аналогічні характеристики матеріалів, вихідна шихта для яких отримана простим механічним змішуванням.
3. Запропонована нова схема деформування пористих заготовок при їх об'ємному штампуванні та встановлено вплив схеми штампування на структуру і властивості гарячештамованих композитів. Показано, що як твердість, так і міцність матеріалів, отриманих із використанням схем деформації при штампуванні, що реалізують підвищений рівень деформацій зсуву, на 15-20 % перевищує аналогічні характеристики матеріалів, виготовлених шляхом штампування заготовок осаджуванням в закритому штампі. Відзначено, що структура гарячештамованих зразків з алюмоматричних композитів відрізняється наявністю помітної текстурованості, ступінь якої зростає при використанні схем деформації, що забезпечують найбільший рівень деформацій зсуву.
4. З використанням акустичних методів неруйнуючого контролю проведена оцінка ступеню структурної анізотропії гарячештамованих алюмоматричних композитів та пружних характеристик зразків, виготовлених з використанням різних технологічних схем. Вперше показано, що величини як нормального модуля пружності, так і модуля зсуву в площині, перпендикулярній напрямку прикладання деформуючого зусилля при гарячому штампуванні, на 12-15 % перевищують відповідні характеристики композиту в площині, паралельній напрямку деформування.



## **Цінність результатів для науки та практики**

Сукупність викладених в дисертації теоретичних положень, результатів експериментальних досліджень може бути кваліфікована, як робота, яка сприятиме розвитку наукових основ одержання алюмоматричних композитів методами порошкової технології.

Вона полягає в розробці та вдосконалено технології виготовлення алюмоматричних композиційних матеріалів функціонального призначення методами термічного синтезу та гарячого штампування.

На основі одержаних науково-експериментальних результатів досліджень розроблено технології отримання композитів системи «алюміній – карбидовміщуюча лігатура» з високими триботехнічними властивостями, якими відзначаються композити з 15 % карбідотитанової лігатури з добавками 5,6 % міді, введення якої забезпечує збільшення зносостійкості у два рази при стабільному коефіцієнті тертя ( $0,3 \div 0,45$ ) у порівнянні із композитами, матрична фаза яких не легована міддю.

Результати виконання комплексних теоретичних та експериментальних досліджень знайшли практичне застосування в технологічних процесах виготовлення деталі "Поршень компресора" на ПП «КоДА» м. Бровари та заготовок пера лопатки, що були виготовлені в результаті спільної роботи з кафедрою механіки пластичності матеріалів та ресурсозберігаючих процесів у НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського. Термічно синтезована лігатура системи Al-TiC знайшла використання для ефективного легування ливарних алюмоматричних сплавів. Апробацію лігатури проводили на дослідно-промисловій ділянці виробництва Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України. Висока ефективність застосування розроблених технологій обумовлена більш високими значеннями основних фізико-механічних характеристик композитів у порівнянні із матеріалами аналогічного класу, отриманими з використанням ливарних технологій, а також підвищеною зносостійкістю, одержаних матеріалів і стабільними триботехнічними характеристиками в широкому діапазоні швидкостей ковзання при їх використанні у вузлах тертя.

## **Повнота відображення в опублікованих роботах наукових положень, висновків та результатів**

Основні положення дисертації Шишкіної Ю. О. достатньо оприлюднені в спеціалізованих виданнях і збірниках доповідей конференцій. Основна частина роботи розкрита в 28 наукових працях, зокрема 9 статей у фахових вітчизняних та закордонних періодичних виданнях в галузі технічних наук, з яких 3 статті у виданні, що індексується в наукометричних базах даних «Scopus», 16 тез доповідей у збірниках відповідних наукових конференцій та 3 патенти України на корисну модель.



Автореферат дисертації достатньо повно розкриває зміст дисертаційної роботи. Дисертаційна робота і автореферат відповідають чинним вимогам МОН.

### **Зауваження по роботі**

Однак, не дивлячись на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Шишкіної Ю. О., є рад недовіків, по яких можуть бути сформульовані наступні зауваження:

1. Пункти наукової новизни 1, 2, 4 сформульовані в загальному вигляді не виділені конкретні закономірності та механізми, які були встановлені.

2. Корозія в зразках, які містять карбід алюмінію та змішані карбіди алюмінію та титану відбувається із збільшенням маси зразків. Тому використовувати методику дослідження корозійної стійкості, яка основана на вимірюванні втрати маси зразками в даному випадку не зовсім коректно.

3. При проведенні термодинамічних розрахунків (Розділ 3 ст. 85) не враховувалась реакція утворення карбіду алюмінію з алюмінію та вуглецю, а саме ця реакція є одною із найбільш енергетично вигідною в цій системі. Не зрозуміло, які бази даних термодинамічних величин були використані для розрахунків.

4. Результати диференціального термічного аналізу порошкової суміші 45Al-11C-44Ti (рисунок 3.3) визивають сумніви, так як вказує дисертантка «За допомогою термопар, встановленої всередині контейнера, була зафіксована температура самозаймання брикетів, яка становить  $1000\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 30\text{ }^{\circ}\text{C}$  і знаходиться в залежності від процентного вмісту алюмінію, чим більше алюмінію, тим менше температура самозаймання» це ефект повинен був бути зафіксований на ДТА кривій.

5. Зниження температури плавлення алюмінію в першу чергу пов'язане з забрудненням порошку залізом та кремнієм, а не з утворенням інтерметалідів.

6. У тексті автореферату та дисертаційної роботи присутня значна кількість друкарських помилок, неточностей та нечітких виразів.

### **Оцінка дисертації в цілому**

Перераховані зауваження по змісту дисертаційної роботи не зачіпають її принципові положення, висновків та значимість одержаних наукових результатів, не знижують наукову новизну і практичну цінність, тому робота в цілому заслуговує позитивну оцінку.

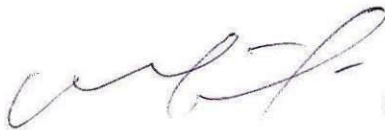
Дисертаційна робота, є завершеною науково-дослідною роботою, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати.

Вважаю, що дисертація Шишкіної Юлії Олександрівни «Вдосконалення процесів отримання алюмоматричних композитів на основі системи Al-TiC методами термічного синтезу та гарячого штампування», є самостійною та закінченою роботою. Вона відповідає спеціальності 05.16.06

– порошкова металургія і композиційні матеріали і вимогам п.12 "Порядку присудження вчених ступенів та присвоєння вчених звань".

За наукові та практичні результати, викладені в дисертаційній роботі, Шишкіна Юлія Олександрівна заслуговує присудження її вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.06 – порошкова металургія і композиційні матеріали.

Офіційний опонент,  
пров. наук. спів. ФТИМС, д.т.н.



О.А. Щерецький

Підпис д.т.н. Щерецького О.А.

Засвідчую

Вчений секретар ФТИМС  
НАН України, к.т.н.



В.Л. Лахненко