

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Ремізова Дмитра Олексійовича на тему: «Створення нових конструкційних армованих матеріалів на основі титану та його сплавів із підвищеними фізико-механічними властивостями», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 Матеріалознавство

Актуальність теми дисертації.

Переважна частка інноваційних, проривних розробок у створенні нової техніки і виробництв базуються на впровадженні нових матеріалів і технологій. Однією з головних задач є створення матеріалів з наперед заданими властивостями на основі дослідження процесів та механізмів формування і еволюції структури та розробка ефективних технологій їх виготовлення. Виходячи з необхідності підвищення експлуатаційних характеристик виробів спеціальної техніки, загального машинобудування, пріоритетним напрямком науково-технічної діяльності слід вважати використання матеріалів, створених на нових засадах, а також енергозберігаючих та ресурсозберігаючих методів виробництва. Надзвичайно перспективними у цьому плані є металоматричні композиційні матеріали, які мають унікальне поєднання властивостей – високі питому міцність, в'язкість руйнування, електро- та теплопровідність, зносостійкість. Велику увагу дослідники і практики приділяють матеріалам з титановою матрицею, зміцненим волокнами монобориду титану, для яких характерні високі значення модуля пружності, міцності, термостійкості. Показано, що на структуру та властивості матеріалу Ti-TiB суттєво впливає метод його отримання та наступної обробки, проте багато питань, пов'язаних з процесами кристалізації сплаву, морфологічними особливостями волокон TiB, зміною структури при деформації, залишаються не до кінця визначеними.

Тому дисертаційне дослідження Ремізова Д.О., у якому на основі визначених закономірностей формування структури при кристалізації та наступній деформаційній обробці запропоновано металоматричний композиційний матеріал Ti-TiB з високим комплексом властивостей та обґрунтовано спосіб і режими його отримання, є важливим і актуальним.

Оцінка змісту та завершеності дисертації

Дисертація має обсяг основної частини 144 сторінки, складається з анотацій, вступу, 7 розділів, загальних висновків та списку використаних джерел з 83 найменувань.

Дисертація є завершеною науковою роботою, у якій досліджуються зміни структури, фазового складу, властивостей композиційного матеріалу на усіх стадіях – від виплавлення до деформаційної та термічної обробки.

У вступі відображено актуальність проблеми, визначено мету та задачі дослідження, наукову новизну і практичну цінність роботи, наведено відомості щодо апробації роботи та публікації за темою дисертації.

У першому розділі виконано кваліфікований аналіз сучасного стану досліджень структури і фазового складу титанових сплавів і матеріалів на їх основі. Критично проаналізовано технологічні методи отримання сплавів титана та металоматричних композиційних матеріалів, а також рівень механічних і експлуатаційних властивостей і можливість керувати ними. В результаті визначено не тільки досягнуті успіхи, але і існуючі протиріччя даних різних дослідників, обґрунтовано задачі і напрямки даного дисертаційного дослідження.

Базуючись на висновках першого розділу роботи у другому розділі здійснено вибір основних компонентів сплавів, що досліджуються. Обговорюється комплекс експериментальних методів, які використовуються в роботі для дослідження структури, фазового складу і властивостей отриманих композитів. Використовуються методи оптичної і електронної мікроскопії, рентгенофазового, мікрорентгеноспектрального і мікродюрOMETричного аналізів, визначення механічних властивостей. Також обґрунтовано технологічну схему отримання матеріалу, яка використовувалась у роботі.

У наступних розділах наведені результати досліджень закономірностей формування структури і властивостей матеріалу Ti-TiB при отриманні методом зонного плавлення та електронно-променевого переплавлення та наступній термообробці. Особлива увага приділена з'ясуванню впливу швидкості кристалізації в широкому інтервалі її значень на мікроструктуру матеріалу, кількість, морфологію та розміри волокон TiB, що утворюються. Показано особливості структуроутворення матеріалу в залежності від основних параметрів електронно-променевого переплавлення та зонного плавлення. При дослідженні факторів, які впливають на міцнісні характеристики матеріалу, встановлено підвищення міцності при зменшенні діаметру включень і незмінній об'ємній долі. У шостому розділі дисертації представлені цікаві результати досліджень впливу деформації та термічної обробки на структуру, міцність та мікротвердість матеріалу Ti-TiB. Показано, що збільшення швидкості охолодження при гартуванні призводить до зменшення величини пластичної деформації композиційного матеріалу. Найбільші значення відносного подовження 13% досягаються у випадку охолодження в маслі з наступним відпуском при температурі 550⁰С. Розвитком отриманих результатів досліджень, представлених у попередніх розділах, є дослідження особливостей формування структури сплавів системи Ti-TiB та Ti-B-La, у тому числі отриманих з використанням відцентрово розпилених порошків. Наведені дані вказують на перспективу подальших досліджень і розробок функціональних металоматричних композиційних матеріалів і є важливими саме у цьому сенсі.

Дана робота і її основні результати мають і практичну цінність, оскільки на основі визначених закономірностей є можливість визначати ефективні і оптимальні методи і режими отримання конструкційних і функціональних

матеріалів з високими і раніше недосяжними властивостями для виробів ракетно-космічної і авіаційної техніки, суднобудування, енергетики. Запропоновано спосіб отримання армованого матеріалу на основі титану, який захищено патентом України.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірності.

При виконанні досліджень використано комплекс сучасних та взаємодоповнюючих методів вивчення структури й властивостей матеріалів – оптична і електронна мікроскопія, аналіз фізичних та технологічних властивостей, рентгеноструктурний, мікрорентгеноспектральний, мікродюретричний аналізи, механічні випробування, з хорошою кореляцією даних, що забезпечує високу достовірність отриманих результатів.

Наукові положення, висновки та рекомендації, розвинуті у дисертації, обґрунтовані, базуються на аналізі явищ та процесів, що досліджуються, проведеному на сучасному рівні комплексі досліджень та розробкою рекомендацій щодо отримання виробів з композиційних металоматричних матеріалів.

Висновки, що сформульовані в роботі, не суперечать класичним уявленням щодо формування структури та властивостей матеріалів.

Основні наукові результати та їх наукова новизна

Серед результатів, які отримані при виконанні досліджень вперше і, безумовно, мають наукову новизну, слід зазначити наступне:

- встановлено, що в процесі спрямованої кристалізації розплаву системи Ti-V відбуваються процеси коалесценції включень боридної фази, що обумовлює зростання поперечних розмірів і зменшення кількості включень фази по площині поперечного перетину кристалу в 3...5 разів, що є наслідком зміни знаку температурного градієнта в об'ємі розплаву;

- доведено що збільшення швидкості кристалізації розплаву призводить до зростання кількості включень і зменшення розміру зерен у майже 10 разів;

- встановлено, що зі збільшенням швидкості охолодження металокерамічного композиційного матеріалу Ti-TiV при гартуванні зменшується його пластичність. Найбільші значення відносного подовження – до 13% - досягаються у випадку охолодження в маслі з наступним відпуском при температурі 550⁰C;

- доведено зростання межі міцності матеріалу Ti-TiV до 18% після деформації та термічної обробки за визначеними режимами.

Зауваження до викладеного у дисертації.

Відзначаючи хороший рівень роботи, наукове та прикладне значення результатів доцільно зробити деякі зауваження і побажання:

- недостатньо обґрунтовано використання та умови утворення саме монобориду, а не інших боридів титану, у якості армувальних фаз. Крім того, з викладеного у різних розділах не завжди зрозуміло, про які бориди (моно- або ди-) йдеться. Як співвідносяться механічні властивості матеріалів, що містять моноборид або диборид титану?

- у розділі 4.2 стверджується, що мікроструктура оплавленої поверхні сплаву не залежить від потужності променя. Але зображення на рис. 4.11 свідчать про протилежне;

- у Висновках до розділу 4 стверджується «На основі отриманих даних можна дійти висновку, що ... порошкова технологія є найбільш ефективною для виготовлення армованих металокерамічних матеріалів» при отриманні порошку шляхом диспергування розплаву. Але у розділі 4 про диспергування розплаву навіть не згадується;

- на рисунках 5.3 та 5.4, на яких наведено гістограми мікротвердості, і у тексті відсутні пояснення представлених даних, що не дозволяє оцінити результати повною мірою;

- розділ 5.1 має назву «Механізм підвищення твердості сплаву Ti-TiB». Але механізм не обговорюється;

- у 7 розділі зазначено, що швидкість охолодження крапель розплаву і частинок порошку становила 10^5 К/с. як і за яким параметром оцінювалась швидкість охолодження?

- у розділі 5.2 краще було б використовувати термін «поверхня руйнування», ніж «поверхня зламу», при використанні випробувань міцності при розтягуванні. Наводячи значення швидкості охолодження краще використовувати К/с;

- можна було б оптимізувати структуру дисертації шляхом об'єднання розділів та зменшення їх кількості.

Але зазначені зауваження не знижують наукової та практичної цінності виконаної роботи.

Повнота викладу результатів дисертації в публікаціях.

За темою дисертації опубліковано 4 статті в українських та іноземному журналах, у тому числі 1 у такому, що індексується у наукометричній базі даних Scopus. Важливим вважаю те, що новизна технічного рішення підтверджується патентом України. На підставі аналізу опублікованих автором робіт можна стверджувати, що матеріали дисертації достатньо повно висвітлені у статтях. У якості побажання можна звернути увагу автора на необхідність більш широкого представлення матеріалів на наукових конференціях.

Загальний висновок.

Представлена робота являє собою завершене дослідження, в ній отримані нові і достовірні результати, які ефективно вирішують наукову і прикладну

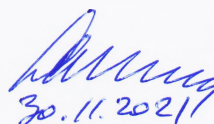
задачу створення металоматричного композиційного матеріалу з підвищеними властивостями.

Дисертація відповідає спеціальності 132 Матеріалознавство, тому що вона присвячена розробці перспективних матеріалів із заданим складом, структурою й рівнем властивостей та способу їх одержання, у ній досліджуються механічні і експлуатаційні властивості матеріалів.

Підсумовуючи вищесказане, можна стверджувати, що дисертація за обсягом виконаних досліджень, новизною та науковою значимістю отриманих результатів та їх рівнем повністю відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12 січня 2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та вимогам, передбаченим пунктом 10 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167, заслуговує позитивної оцінки, а її автор, Ремізов Дмитро Олексійович, заслуговує присудженню йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 Матеріалознавство.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технології
виробництва літальних апаратів
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара
МОН України



30.11.2021

А. Ф. Санін

Підпис проф. А. Ф. Саніна
засвідчую.

Проректор з наукової роботи
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара



О.М.Маренков