Реєстраційна картка технології (РКТ)

5436. Державний реєстраційний номер: 0626U000011

5517. № Держреєстрації НДДКР: 0122U001765

5256. Особливі позначки: 5

9000. Походження технології: С

9159. Договір: Немає.

Відомості про заявника технології

2459. Код ЄДРПОУ (або реєстраційний номер облікової картки платника податків для фізичних осіб): 02125243

2151. Повне найменування юридичної особи (або П.І.Б.)

1 - українською мовою

Запорізький національний університет

2 - англійською мовою

Zaporizhzhia National University

2358. Скорочене найменування юридичної особи: ЗНУ

2655. Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 66, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69011, Україна

2934. Телефон / Факс: 380612287508

2394. Адреса електронної пошти/веб-сайт: znu@znu.edu.ua; https://www.znu.edu.ua/

1333. Форма власності, сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Відомості про власника технології

2458. Код ЄДРПОУ (або реєстраційний номер облікової картки платника податків для фізичних осіб): 02125243

2152. Повне найменування юридичної особи (або П.І.Б.)

1 - українською мовою

Запорізький національний університет

3 - англійською мовою

Zaporizhzhia National University

2360. Скорочене найменування юридичної особи: ЗНУ

2656. Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 66, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69011, Україна

2935. Телефон / Факс: 380612287508

2395. Адреса електронної пошти/веб-сайт: znu@znu.edu.ua; https://www.znu.edu.ua/

1332. Форма власності, сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Джерела, напрями та обсяги фінансування

7700. КПКВК: 2201040

7201. Напрям фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Код джерела фінансування	Обсяг фінансування, тис. грн.
7711	875,50
7713	875,50

Терміни виконання роботи

7553. Початок виконання НДДКР: 01.2022

7362. Закінчення виконання НДДКР: 12.2024

Відомості про технологію

9027. Назва технології

1 - українською мовою

Технологія термохімічного пресування матеріалів спеціального призначення

3 - англійською мовою

Thermochemical pressing of special purpose materials

9125.Опис технології

1. Мета, для досягнення якої розроблено чи придбано технологію

Одержання інтерметалідних сплавів на основі □-TiAl та керметів (TiN-Ni, TiN-Mo, TiN-W) із заданими властивостями для спеціального призначення.

2. Основна суть технології

Основна суть технології термохімічного пресування полягає у використанні порошкової металургії для отримання інтерметалідних сплавів (□-TiAl) та керметів (TiN-Ni, TiN-Mo, TiN-W) шляхом високотемпературного синтезу в режимі теплового вибуху під тиском із подальшим ущільненням. Процес включає підготовку порошкової суміші, холодне пресування заготовок і термохімічне пресування в контрольованих атмосферах (аргон або азот) для створення матеріалів із високою щільністю (98-99%), міцністю та термостійкістю.

3. Анотований зміст

Технологічний регламент описує отримання сплавів □-TiAl та керметів (TiN-Ni, TiN-Mo, TiN-W) методом термохімічного пресування із застосуванням синтезу у режимі теплового вибуху. Мета – одержання матеріалів із двофазною структурою (□-TiAl) для авіаційно-космічних застосувань (600–700°C) та зносостійких керметів із керамічною (TiN) і металевою (Ni, Mo, W) фазами. Використовуються чисті порошки (Ti, Al, Nb, Ni, Mo, W, 99,6–99,8%, 50–100 мкм), які сушать (100°C, 2 год), змішують і формують заготовки (50 г) холодним пресуванням: □-TiAl — 300 МПа, 60×90 мм, щільність 60%; кермети – 25-120 МПа, 30×30 мм, щільність 60-80%. Процес синтезу проходить у печі: для □-TiAl – нагрів до 600-800°C, синтез при 1380°C, тиск 100 МПа, витримка 1,5 год при 1100°C; для керметів – нагрів до 700-1200°C у N□, синтез при 2356-3422°C, тиск 25-265 кН/см², витримка 3-120 с. Щільність продукту – 98-99%. Сплав □-TiAl має міцність 800-1200 МПа, термостійкість (приріст маси ≤0,2 мг/см² при 700°C).

4. Проблеми, які технологія дає змогу вирішувати

Технологія термохімічного пресування вирішує проблеми високотемпературної міцності та легкості, забезпечуючи □-TiAl із двофазною структурою високу міцність (800-1200 МПа) і термостійкість (до 700°C) при низькій щільності, замінюючи важчі сплави. Вона також підвищує зносостійкість і довговічність завдяки керметам (TiN-Ni, TiN-Mo, TiN-W) із керамічною фазою (TiN) і металевою зв'язкою (Ni, Mo, W), які мають високу твердість і стійкість до окиснення (до 655-950°C), подовжуючи термін служби деталей в агресивних умовах. Технологія долає обмеження традиційних матеріалів, пропонуючи сплави з приростом маси при окисненні в 2–3 рази меншим, ніж у аналогів (наприклад, ВТ-20), а синтез під тиском забезпечує щільність 98-99%, усуваючи пористість і покращуючи механічні властивості для спеціального призначення.

5. Ознаки новизни технології

Ознаки новизни технології термохімічного пресування полягають у поєднанні високотемпературного синтезу в режимі теплового вибуху з одночасним пресуванням, що дозволяє отримувати □-TiAl із двофазною ламельною структурою та

кермети (TiN-Ni, TiN-Mo, TiN-W) із щільністю 98-99% за один технологічний цикл. Використання порошкової металургії з точно контрольованими параметрами (температура до 3422°C, тиск до 265 МПа) забезпечує унікальні властивості: високу термостійкість □-TiAl (приріст маси ≤0,2 мг/см² при 700°C) і зносостійкість керметів. Новаторським є також застосування реакційної атмосфери (N□) для синтезу TiN у керметах та оптимізація складу (наприклад, Ti-Al-Nb) для підвищення міцності до 1200 МПа, що перевищує традиційні аналоги.

6. Складові технології

Технологія включає послідовні етапи підготовки сировини, формування заготовок і термохімічного синтезу у режимі теплового вибуху під тиском: використовують високочисті порошки Ti, Al, Nb, Ni, Mo, W (99,6-99,8%) із розміром частинок 50-100 мкм, які попередньо сушать при 100°C протягом 2 год, після чого дозують і змішують відповідно до заданого складу; отриману шихту формують методом холодного пресування у заготовки масою близько 50 г (для □-TiAl – при тиску 300 МПа з розмірами 60×90 мм і відносною щільністю близько 60%, для керметів – при тиску 25-120 МПа з розмірами 30×30 мм і щільністю 60-80%); подальший синтез здійснюють у печі: для □-TiAl проводять нагрів до 600-800°C із наступним синтезом при близько 1380°C під тиском 100 МПа та витримкою 1,5 год при 1100°C, тоді як для керметів процес відбувається при нагріві 700-1200°C в атмосфері азоту з реалізацією теплового вибуху при температурах 2356-3422°C, тиску 25-265 МПа і короткочасній витримці 3-120 с.

Опис технології англійською мовою

The thermochemical pressing technology involves producing □-TiAl intermetallic alloys and cermets (TiN-Ni, TiN-Mo, TiN-W) through powder metallurgy, utilizing high-temperature synthesis in a thermal explosion mode under pressure, followed by densification. High-purity powders (Ti, Al, Nb, Ni, Mo, W, 99.6–99.8%, 50-100 μm) are dried (100°C, 2 hours), mixed, and cold-pressed into 50 g billets: □-TiAl at 300 MPa (60×90 mm, 60% density), cermets at 25–120 MPa (30×30 mm, 60-80% density). The process occurs in a furnace: □-TiAl is heated to 600–800°C, synthesized at 1380°C under 100 MPa with a 1.5-hour hold at 1100°C; cermets are heated to 700-1200°C in N□, synthesized at 2356-3422°C under 265 MPa with a 3-120-second hold. Final density reaches 98-99%. The □-TiAl alloy exhibits a lamellar structure, strength of 800-1200 MPa, and oxidation resistance (mass gain ≤0.2 mg/cm² at 700°C); cermets offer high hardness and oxidation resistance (mass gain 5–10% at 950°C).

9127. Технічні характеристики

Технічні характеристики технології термохімічного пресування визначають параметри процесу та властивості отриманих матеріалів. Для □-TiAl: холодне пресування при 300 МПа, розміри заготовки 60×90 мм, щільність 60%; синтез при 1380°C, тиск 100 МПа, нагрів до 600–800°C зі швидкістю 30-50°C/хв, витримка 1,5 год при 1100°C, охолодження в аргоні 2 год, кінцева щільність 98-99%. Властивості: міцність 800-1200 МПа, мікротвердість 3000–4000 МПа, видовження >4%, приріст маси при 700°C ≤0,2 мг/см². Для керметів (TiN-Ni, TiN-Mo, TiN-W): пресування при 25–120 МПа, розміри 30×30 мм (до 30 см для TiN-W), щільність 60–80%; синтез у N□ при 2356–3422°C, тиск 25-265 МПа, нагрів до 700-1200°C, витримка 3-120 с, охолодження 20 хв, щільність 98–99%. Властивості: TiN-Ni – стійкість до 710°C, приріст маси 7% при 905°C; TiN-Mo – приріст маси 5% при 950°C; TiN-W – твердість, стійкість до 655°C, приріст маси 10% при 950°C. Контроль: температура ±5°C, розміри ±0,01 мм, маса ±0,01 г.

9128. Техніко-економічний чи соціальний ефект

Застосування інтерметалідних сплавів на основі алюмінідів титану замість жароміцних сплавів на титановій та залізонікелевій основі дає змогу замінити в конструкції роторів газотурбінних двигунів (ГТД) деталі з нікелевих сплавів, що працюють у температурному інтервалі 500-600°C, на деталі зі сплавів на основі алюмінідів титану, що дозволить у 1,5-2 рази знизити масу конструкції ротора ГТД та на 20-35% зменшити матеріальні витрати.

5490. Об'єкти інтелектуальної власності

Патентний захист технології забезпечується патентом України №133598 на корисну модель «Спосіб отримання інтерметалідного сплаву», що належить Запорізькому національному університету. Об’єктом патентування є спосіб отримання інтерметалідного сплаву методами порошкової металургії з використанням термохімічного синтезу, що входить до складу розробленої технології. Патент діє на території України та поширюється на відповідні технологічні рішення, пов’язані з отриманням інтерметалідних сплавів.

9156. Основні переваги порівняно з існуючими технологіями

Основні переваги технології термохімічного пресування порівняно з існуючими технологіями полягають у наступному. По-перше, одноетапний синтез у режимі теплового вибуху під тиском забезпечує високу щільність (98-99%) без додаткового спікання, скорочуючи час і енерговитрати. По-друге, □-TiAl має вищу термостійкість (приріст маси ≤0,2 мг/см² при 700°C) і міцність (до 1200 МПа з Nb), ніж традиційні титанові сплави (наприклад, ВТ-20), завдяки ламельній структурі. По-третє, кермети (TiN-Ni, TiN-Mo, TiN-W) перевершують аналоги за зносостійкістю та стійкістю до окиснення (5-10% при 950°C), що досягається реакційним синтезом TiN у N□. Нарешті, точний контроль параметрів дозволяє

отримувати матеріали з передбачуваними властивостями, зменшуючи дефекти порівняно з класичною порошковою металургією чи литтям.

9155. Галузь застосування

Металургійна галузь.

9158. Інформація щодо потенційних ринків збуту технології

Підприємства машинобудівної та металургійної галузей, а також в інших сферах промисловості, що потребують застосування високотемпературних інтерметалідних сплавів і зносостійких композиційних матеріалів.

9160. Інформація щодо потенційних ринків збуту продукції, виробленої з використанням технології

Підприємства машинобудівної та металургійної галузей, а також в інших сферах промисловості, що потребують застосування високотемпературних інтерметалідних сплавів і зносостійких композиційних матеріалів.

9157. Ступінь відпрацювання технології

– якщо технологічну документацію розроблено за результатами лабораторних випробувань дослідного зразка - 9157/Л

– 9157/TRL4 - перевірено прототип в лабораторії, технологію перевірено в лабораторії

5535. Умови поширення в Україні

44 - за оголошеною вартістю

5211. Умови передачі зарубіжним країнам

63 - за договірною ціною

6012. Орієнтовна вартість технології та витрат на впровадження: 2430.15 тис. грн.

6013. Особливі умови впровадження технології

Як реакційне середовище використовувати суміші порошків таких матеріалів: алюмінію марки АСД1, титану марки ПТЕМ; ніобію марки Нб-1 дисперсністю 80...100 μm.

Підсумкові відомості

5634. Індекс УДК: 621.762:669.2.004.12, 621.762

5616. Коди тематичних рубрик НТІ: 53.39.31.09

6111. Керівник юридичної особи: Бондар Олександр Григорович

6210. Науковий ступінь, вчене звання керівника юридичної особи:

6120. Керівник НДДКР

1 - українською мовою

Бєлоконь Юрій Олександрович

2 - англійською мовою

Belokon Yuriy Oleksandrovich

6228. Науковий ступінь, вчене звання керівника НДДКР: (к. т. н., доц.)

6140. Керівник структурного підрозділу МОН України:
Петровський Андрій Іванович

Тел.: +38 (044) 287-82-68
Email.: andrii.petrovskyi@mon.gov.ua

6142. Реєстратор: Оліневич Ірина Василівна