



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **104683**

(13) **C2**

(51) МПК

B32B 7/04 (2006.01)

B32B 15/01 (2006.01)

F41H 5/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

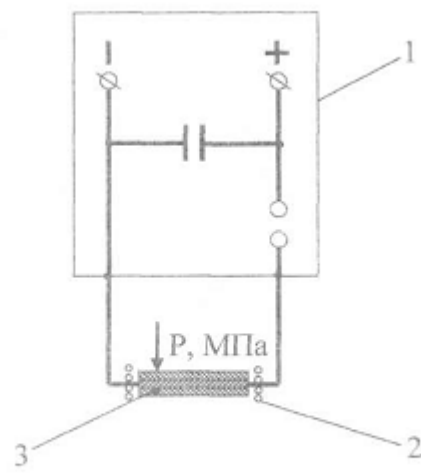
(21) Номер заявки: а 2013 00075	(72) Винахідник(и): Сінчук Алла Вадимівна (UA), Цуркін Володимир Миколайович (UA), Іванов Артем Володимирович (UA), Васянович Микола Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.01.2013	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ІМПУЛЬСНИХ ПРОЦЕСІВ І ТЕХНОЛОГІЙ НАН УКРАЇНИ, пр. Жовтневий, 43-А, м. Миколаїв, 54018 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.02.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2394665 C1, 20.07.2010 US 7188559 B1, 13.03.2007 US 7992763 B2, 09.08.2011 US 7621435 B2, 24.11.2009 RU 2030293 C1, 10.03.1995
(41) Публікація відомостей про заявку: 12.08.2013, Бюл.№ 15	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2014, Бюл.№ 4	

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ШАРУВАТОГО МЕТАЛ-ІНТЕРМЕТАЛІДНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

(57) Реферат:

Спосіб отримання шаруватого метал-інтерметалідного композиційного матеріалу, за яким пакет, що містить до 40 шарів фольги металу, який вибраний з групи титан, нікель, вольфрам, залізо, або його сплавів, і розміщені між ними шари алюмінію або його сплавів, пресують під тиском 2-4 МПа та одночасно нагрівають і здійснюють ізотермічну витримку до завершення утворення інтерметалідних шарів. Ізотермічну витримку здійснюють при температурі 600-630 °C впродовж часу, який не перевершує 3 годин, та одночасно через пакет з шарів фольги пропускають імпульси струму густиною $j \geq 5 \cdot 10^4$ А/см².

UA 104683 C2



Фиг. 1

Винахід стосується способів отримання легких, стійких до дії удару шаруватих композиційних матеріалів (ШКМ), які складаються з шарів в'язкого металу, що чергуються з шарами твердого інтерметаліду, та можуть використовуватися як захисні протиударні покриття в різних технічних пристроях, літальних апаратах, цивільній і військовій техніці, бронезилових.

Відомо спосіб отримання композиційного матеріалу (Патент РФ №2394665 МПК В22F7/04, опубл. 20.07.2010), що включає складання пакета із шарів фольги одного чи кількох металів, що вибрані з групи Ti, Ni, V, Fe або сплавів цих металів, з попереднім нанесенням на кожну із сторін фольги методом холодного газодинамічного напилення порошку алюмінію, і наступному пресуванню пакета за температури і тиску, достатніх для утворення інтерметалідної сполуки.

Ознаками, які збігаються з ознаками способу, що заявляється є такі: пакет, що містить шари фольги металу, який вибраний з групи титан, нікель, вольфрам, залізо, або його сплавів, і розміщені між ними шари алюмінію (що напилені на метал), пресують і нагрівають до температури, достатньої для утворення інтерметалідних шарів.

До причин, що перешкоджають одержанню очікуваного технічного результату, слід віднести те, що операція напилення порошку алюмінію на кожну зі сторін фольги є витратною і складною, потребує контролю морфометричних характеристик алюмінієвого порошку, товщини і якості напилення. Напилення займає певний час, який подовжує загальну тривалість одержання композиційного матеріалу.

Найбільш близьким за сукупністю ознак до винаходу, що заявляється є спосіб одержання метал-інтерметалідного ШКМ (Патент US 7188559 МПК F41H5/04, опубл. 13.03.2007), що включає складання в пакет по чергово фольг першого металу, наприклад Ti, Ni, V, Fe, або сплавів на основі цих металів, та другого металу, наприклад, алюмінію або його сплавів, спроможних утворити з першим металом інтерметалідний зв'язок; механічне пресування пакета за тиску 2-4 МПа з одночасним ступінчастим нагріванням та ізотермічною витримкою в звичайній атмосфері до 600-800 °C впродовж часу, не меншого ніж 10 годин, до моменту, поки другий метал повністю не перетвориться в інтерметалідний шар, (наприклад, алюмінід титану).

Ознаками, що збігаються з ознаками способу, що заявляється, є такі: пакет, що містить до 40 шарів фольги металу, який вибраний з групи титан, нікель, вольфрам, залізо, або його сплавів, і розміщені між ними шари алюмінію або його сплавів, пресують під тиском 2-4 МПа та одночасно нагрівають і здійснюють ізотермічну витримку до завершення утворення інтерметалідних шарів.

До причин, що перешкоджають одержанню очікуваного технічного результату, слід віднести те, що технологічний процес є довготривалим, потребує повільного ступінчастого нагрівання і регулювання тиску в залежності від температури. Крім того, є ризик витікання утворюваної на певних ступенях нагрівання рідкої фази більш легкоплавкого другого металу.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити спосіб одержання шаруватого метал-інтерметалідного композиційного матеріалу шляхом введення нової операції, що дозволить прискорити процеси хімічної взаємодії металів, що утворюють інтерметалідні шари, і за рахунок цього спростити та скоротити процес одержання композиційного матеріалу до 2,5-3 годин. Крім того, у способі відсутній ризик витікання рідкої фази легкоплавкого металу.

Суть винаходу полягає в тому, що в способі одержання шаруватого метал-інтерметалідного композиційного матеріалу за яким пакет, що містить до 40 шарів фольги металу, який вибраний з групи титан, нікель, вольфрам, залізо, або його сплавів, і розміщені між ними шари алюмінію або його сплавів, пресують під тиском 2-4 МПа та одночасно нагрівають і здійснюють ізотермічну витримку до завершення утворення інтерметалідних шарів, згідно з винаходом, ізотермічну витримку здійснюють при 600- 630 °C впродовж часу, який не перевершує 3 годин, та одночасно через пакет з шарів фольги пропускають імпульси струму густиною $j \geq 5 \cdot 10^4$ А /см².

Розкриваючи причинно-наслідковий зв'язок між суттєвими ознаками способу, що заявляється, і технічним результатом необхідно відзначити таке.

Ознака «ізотермічну витримку здійснюють при 600-630 °C впродовж часу, який не перевершує 3 годин» дозволяє утворювати інтерметаліди між шарами фольги, які знаходяться в твердому стані, без розплавлення алюмінієвої фольги. Тому відсутній ризик витікання рідкої фази легкоплавкого металу.

Ознака «одночасно через пакет з шарів фольги пропускають імпульси струму густиною $j \geq 5 \cdot 10^4$ А /см²» дозволяє спростити та значно прискорити процеси хімічної взаємодії металів, що утворюють інтерметалідні шари, за рахунок електродифузії та електропластичного ефекту. Внаслідок цього формування інтерметалідного шару, яке визначає момент припинення ізотермічної витримки пакету з шарів фольги металів або сплавів, відбувається не впродовж 10 годин та більше, як за прототипом, а лише продовж 2,5-3 годин.

Суть способу пояснюється кресленням, де на фіг. 1 наведено функціональну схему реалізації способу, на фіг. 2 - мікроструктуру композиційного матеріалу за прикладом 1, а на фіг.3 - мікроструктуру композиційного матеріалу за прикладом 2.

Функціональна схема для реалізації способу одержання шаруватого метал-інтерметалідного композиційного матеріалу містить генератор імпульсних струмів 1, нагрівач 2, пакет 3, що складається з шарів фольги металів.

Спосіб здійснюють таким чином.

Складають пакет 3, що містить попередньо очищених від бруду і жиру до 40 шарів фольги, наприклад Ti, товщиною 0,01-1,0 мм, що чергуються з шарами фольги Al товщиною 0,01-1,0 мм, так, щоб верхнім і нижнім шаром був шар Ti. При цьому відношення товщини алюмінієвої фольги до товщини титанової фольги повинне бути меншим за 2,8. Невиконання цієї умови спричинить неповне перетворення алюмінієвих шарів в найбільш твердий інтерметалід Al_3Ti (твердістю від 400 кг/мм²) з-поміж можливих продуктів хімічної взаємодії між металами фольги або утворення більш м'яких інтерметалідів, що призведе до утворення неякісного ШМК з залишковими прошарками Al. Пакет з фольги металів, обкладений зверху і знизу міцними електроізоляційними пластинами, пресують на механічному або гідравлічному пресі під тиском 2-4 МПа та нагрівають в нагрівачі 2 в звичайній атмосфері до температури не нижче 600 °С. Потім здійснюють ізотермічну витримку стисненого пакета при 600 - 630 °С впродовж часу, який не перевершує 3 годин, зазвичай 2,5-3 години, не змінюючи при цьому діючий на пакет тиск. Одночасно впродовж ізотермічної витримки через стиснений пакет від високовольтного генератора імпульсних струмів 1 з ємнісним накопичувачем енергії пропускають імпульси струму густиною j , що дорівнює, або більша ніж $5 \cdot 10^4$ А /см² (Фіг.1). При такому значенні густини струму в пакеті, який містить шари фольги металів або сплавів і є неоднорідним по внутрішній будові багат шаровим провідником, реалізується процес електродифузії, що призводить до більш швидкої взаємодії хімічно різнорідних шарів пакета в порівнянні з взаємодією, активованою лише температурою та тиском. Окрім того, хімічна взаємодія між металами, з яких складено пакет, прискорюється внаслідок руху дислокацій, викликаного електропластичним ефектом. При цьому шари легкоплавкого металу (алюмінію) не розплавляються, отже нема потреби приймати засоби застороги проти витікання рідини із пакету та знижувати від початку встановлений тиск на фольги.

Таким чином, утворення інтерметалідного шару повністю завершується після 2,5-3 годин. Після закінчення зазначеного часу, пропускання імпульсів струму припиняють та, не змінюючи тиску, охолоджують пакет, який відтепер є монолітним ШМК, до кімнатної температури.

Приклад 1. Нарізали 10 заготовок розміром 10×100 мм титанової фольги марки BT1-0 товщиною 50 мкм і 9 заготовок розміром 10×100 мм алюмінієвої фольги марки А7 товщиною 50 мкм. Після знежирення етиловим спиртом складали їх по чергові в пакет, який розміщували між двома пластинками твердої кераміки в механічному пресі. Пакет спресовували під тиском 2 МПа та нагрівали до температури 600 °С. За цієї температури здійснювали ізотермічну витримку пакета впродовж 3 годин та охолоджували його.

Одержаний ШМК містив окремі острівці та несучільні прошарки інтерметалідів твердістю по Вікерсу в середньому 185 кг/мм і залишкові прошарки алюмінію середньою товщиною 40 мкм, тобто його структура не відповідала якісному ШМК (фіг. 2).

Приклад 2. Здійснювали послідовність, наведену в прикладі 1, додатково під час ізотермічної витримки пропускаючи через пакет з шарів фольги розрядні імпульси струму силою 25 кА, що відповідає густині струму $j = 25 \cdot 10^4$ А /см².

Одержаний ШМК складався з шарів титану товщиною 40 мкм і інтерметалідних шарів товщиною 60 мкм і твердістю 400 кг/мм², що підтверджує завершеність процесу отримання ШМК в межах 3 годин та високу якість отриманого ШМК (фіг. 3). Результати одержання ШМК за прикладами 1 та 2 наведено в таблиці.

Характеристики ШКМ

№	Товщина шару Ti, мкм	Товщина інтерметалідного шару, мкм	Мікротвердість по Вікерсу інтерметалідного шару, кг/мм ²	Товщина шару залишкового А1, мкм
1	40	20, окремі прошарки	185	40
2	40	60, суцільний шар	400	відсутній

Таким чином, спосіб одержання шаруватого метал-інтерметалідного композиційного матеріалу дозволить прискорити процеси хімічної взаємодії металів, що утворюють інтерметалідні шари, і за рахунок цього спростити та скоротити процес одержання композиційного матеріалу до 2,5-3 годин. Крім того, у способі відсутній ризик витікання рідкої фази легкоплавкого металу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

10

Спосіб отримання шаруватого метал-інтерметалідного композиційного матеріалу, за яким пакет, що містить до 40 шарів фольги металу, який вибраний з групи титан, нікель, вольфрам, залізо, або його сплавів, і розміщені між ними шари алюмінію або його сплавів, пресують під тиском 2-4 МПа та одночасно нагрівають і здійснюють ізотермічну витримку до завершення утворення інтерметалідних шарів, який **відрізняється** тим, що ізотермічну витримку здійснюють при температурі 600-630 °С впродовж часу, який не перевершує 3 годин, та одночасно через пакет з шарів фольги пропускають імпульси струму густиною $j \geq 5 \cdot 10^4$ А/см².

15

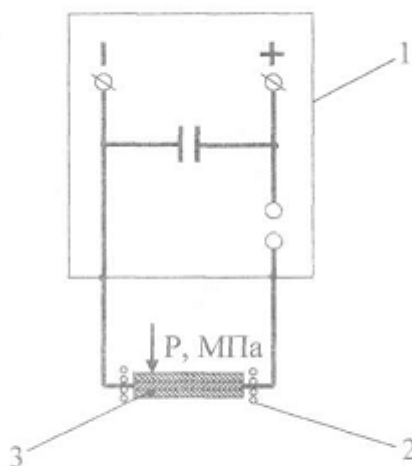


Fig. 1

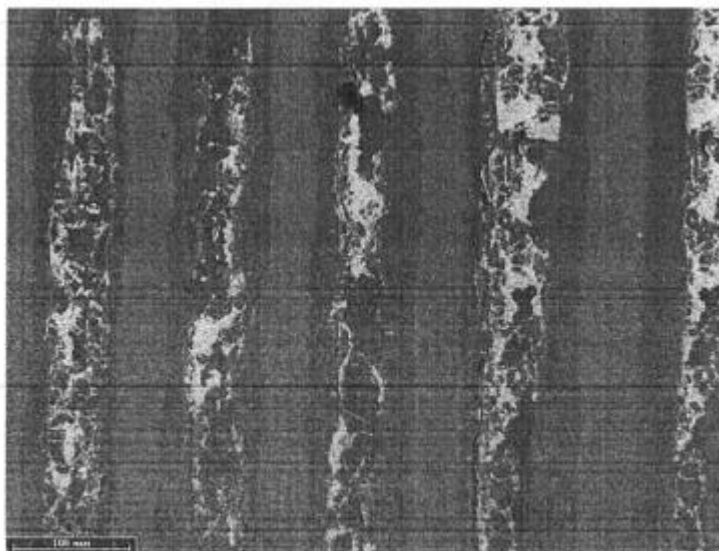


Fig. 2

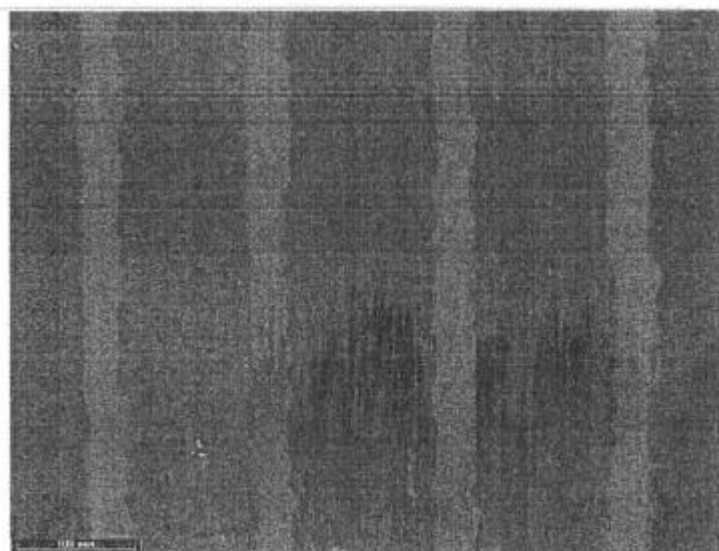


Fig. 3

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601