



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 61835

(13) A

(51) 7 C21D7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ РЕЛАКСАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ДИСПЕРСНОЗМІЦНЕНИХ МАТЕРІАЛІВ

1

2

(21) 2003065946

(22) 26 06 2003

(24) 17 11 2003

(46) 17 11 2003, Бюл. № 11, 2003 р.

(72) Ільїнський Олександр Іванович, Лябук
Світлана Іванівна(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Спосіб підвищення релаксаційної стійкості дисперснозміцнених матеріалів, переважно отриманих шляхом кристалізації із парової фази у вакуумі, котрий включає циклічну релаксацію напружень, який відрізняється тим, що 2-3-кратні циклічні релаксації протягом 15-20 хвилин проводять при напруженнях не вище межі текучості матеріалу при температурі випробування 250-300К

Винахід відноситься до області деформаційного зміцнення нових матеріалів сучасної техніки та може використовуватися у точному машинобудуванні та приладобудуванні при виготовленні елементів та деталей, до яких надаються вимоги розмірної стабільності. Найважливішим показником розмірної стабільності є релаксаційна стійкість (РС).

До відомих способів підвищення релаксаційної стійкості (РС) металів та сплавів звичайного металургійного виробництва, окрім термічної, механіко-термічної обробки та термоциклювання, відноситься метод циклічної релаксації, котрий містить багатократні повторні релаксації на одному рівні напружень (БПР) [1]. Цей спосіб дозволяє декілька підвищити релаксаційну стійкість (РС) металів та сплавів. Проте, він має ряд недоліків, перед усім велику енергоємність та тривалість іспиту.

Прототипом вказаного способу являється багатократна повторна релаксація (БПР) [2]. Даний спосіб здійснюється шляхом навантаження до певного рівня напруження та наступної релаксації, а також повтором даних циклів. За звичаєм кількість циклів (від 4 до 6) залежить від типу матеріалу та його стану (термообробки).

Однак недоліками прототипу являються

1 Необхідність індивідуального підбору параметрів для кожного конкретного сплаву

2 Тривалість процесу та енергоємність (релаксація напружень продовжується десятки годин при підвищених температурах)

3 Початкове напруження в більшості випадків перевищує межу текучості, що неминуче приводить до зниження пластичності матеріалу

В основу винаходу поставлено задачу підвищення релаксаційної стійкості - розмірної стабільності матеріалів, які мають гетерогенну метастабі-

льну структуру (дисперснозміцнених матеріалів, здобутих над швидкою кристалізацією у вакуумі)

Технічний результат досягається тим, що у 4-6 разів підвищується релаксаційна стійкість гетерогенних матеріалів. Запропонований спосіб підвищення релаксаційної стійкості дисперснозміцнених матеріалів містить циклічну релаксацію напружень та відрізняється тим, що 2-3 кратні циклічні релаксації на протязі 15-20 хвилин проводять при напруженнях не вище межі текучості матеріалу при температурі іспиту 250-300°K

В порівнянні з прототипом, запропонований спосіб спростовує необхідність термообробки та проводиться при температурі 250-300°K. Окрім того, внаслідок запропонованої обробки дисперснозміцнених матеріалів на 10-20% підвищується їх межа текучості при активному розтягненні без зміни загальної пластичності.

При виконанні даної задачі проводять лише 2-3 повторних циклу релаксації напружень, які включають навантаження зразків до рівня межі текучості та наступної релаксації на протязі 15-20 хвилин при температурі 250-300°K. Саме цей режим забезпечує максимальну ступень швидкого дисперсного зміцнення матеріалу за рахунок ефективного блокування рухомих дислокацій дисперсними частками зміцнювальної фази.

Відомо [1, 2], що поширеним показником розмірної стабільності матеріалу є релаксаційна стійкість (РС), яка визначається відношенням величини зниження напружень $\Delta\sigma$ до початкового рівня напружень σ_0 ($\Delta\sigma/\sigma_0$). За звичаєм величина σ_0 близька до межі текучості матеріалу. Чим менше відношення $\Delta\sigma/\sigma_0$, там вище РС (таб. 1). В реальних умовах роботи приладів — наприклад, — під впливом зовнішніх температурно-силових та інших

(19) UA (11) 61835 (13) A

факторів розвиваються процеси релаксації напружень, котрі приводять до зміни розмірів елементів приладів та, як слідство, зниженню їх точності та надійності. При цьому для деяких прецизійних машин та приладів розмірна нестабільність не повинна перевищувати 10^{-5} - 10^{-6} мм/мм. Забезпечення вказаних умов є складною задачею, рішення якої пов'язане з необхідністю використання металевих матеріалів з високою постійністю розмірів та необхідністю використання спеціальних методів та технологічних процесів стабілізуючої обробки при виготовленні виробів. Недостатність інформації по науково-обґрунтованому вибору матеріалів для високоточних виробів та розробці умов забезпечення їх розмірної стабільності перешкоджає рішенням задач на практиці у прецизійному машинобудуванні та приладобудуванні. Ситуація посилюється при використанні нових матеріалів, які обумовлюють прогрес сучасної техніки. До останніх відносяться плівки та покриття, здобуті кристалізацією із парової фази у вакуумі (так звана PVD — технологія). Найбільший прикладний та науковий інтерес викликають дисперснозміцнені матеріали, які складаються із субмікрокристалічної пластичної основи (Cu, Ni та ін.) та нанодисперсних твердих часток (до 10% об.) — окислів, тугоплавких металів та ін. [3]. Особливістю даних матеріалів є те, що вони мають надзвичайне високе відношення σ_s/ρ , де σ_s — межа текучості, ρ —

електроопір. Разом з цим, добре відомо, що саме це відношення визначає перспективність провідникових матеріалів для приладобудування та електротехніки [4].

Як свідчать перші дослідження [3], ці матеріали поєднують високу стабільну міцність та відповідні електро- та теплопровідність. Однак, їх недоліком є низька релаксаційна стійкість, що взагалі характерно для матеріалів з нерівноважним станом [1, 5].

Суттєвою ознакою, що співпадає з прототипом, є застосування повторної релаксації (БПР).

Суттєвими ознаками, що відрізняються від прототипу, є те, що значно скорочується тривалість та енергоємність процесу (іспити влаштовують при 250-300°K на протязі 15-20 хвилин). Дані про релаксаційну стійкість високоміцних матеріалів, які мають метастабільний стан, до яких відносяться досліджувані дисперснозміцнені матеріали, раніш були не відомі.

Таким чином, запропонований спосіб відповідає критерію винаходу "новизна".

Тому застосування запропонованого способу дозволяє значно підвищити за короткий час релаксаційну стійкість дисперснозміцнених матеріалів при збереженні їх міцності та пластичності без використання підвищених температур шляхом утворення високого ступеню фізичного зміцнення при релаксації напружень.

Таблиця 1

Спосіб підвищення релаксаційної стійкості

Склад (температура іспиту 300°K)	σ_0 - початкове напруження, (ГПа)	$\Delta\sigma/\sigma_0$, (%) на початку іспиту (1-а релаксація)	$\Delta\sigma/\sigma_0$, (%) після іспиту
Ni-Al ₂ O ₃ , (0,5 об %)	0,7	6	1,2
Ni-SiO ₂ , (0,6 об %)	0,6	4	1,2
Ni-ZrO ₂ , (0,25 об %)	0,8	3,5	0,9

