



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46841 (13) U
(51) МПК (2009)
C21D 1/04
C21D 9/22
C22F 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

1

(21) u200906775

(22) 30.06.2009

(24) 11.01.2010

(46) 11.01.2010, Бюл.№ 1, 2010 р.

(72) ПЕРЕВЕРЗЄВ ЄВГЕН СЕМЕНОВИЧ, БОРЩЕВСЬКА ДІАНА ГЕОРГІЇВНА, БУТЕНКО ВАЛЕРІЙ ФЕОДОСІЄВИЧ, РЯБЧИЙ ВОЛОДИМИР ДЕНИСОВИЧ, ФЕДІЙ СВІТЛАНА ПАВЛІВНА

(73) ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ НАНУ І НАКАУ

2

(57) Спосіб зміцнення металевих матеріалів, який полягає в тому, що матеріал, який відробив приблизно половину ресурсу довговічності в умовах високотемпературної повзучості, після розвантаження й охолодження до кімнатної температури піддають дії всебічного стискання, який **відрізняється** тим, що матеріал піддають додатково дії електромагнітних й ударних ультразвукових коливань при одноосьовому розтягненні в пружній зоні деформації.

Корисна модель належить до технології зміцнюючої обробки металевих матеріалів і може бути використана для підвищення показників довговічності елементів конструкцій, які піддаються дії тривалих високотемпературних навантажень.

Відомий спосіб передбачає збільшення часу до руйнування в умовах повзучості алюмінію шляхом дії стискаючих напружень і впливу високих температур [1]. При цьому відбувається заліковування мікротріщин у приповерхньому шарі і в об'ємі матеріалу, що обумовлює зміну характеристик повзучості.

Недоліком зазначеного способу є те, що в процесі енергетичної обробки матеріалу не використовуються прийоми заліковування поверхневих дефектів.

Найбільш близьким за технічною суттю до способу, що заявляється, є спосіб підвищення показників повзучості металів за рахунок введення при високотемпературній витримці під постійним навантаженням проміжного всебічного стискання. Цей спосіб обрано за прототип [2, 3].

Підвищення ресурсу довговічності в режимі повзучості за прототипом проводиться відповідно до наступної схеми. Матеріал, що відробив приблизно половину ресурсу довговічності в умовах високотемпературної повзучості, після розвантаження й охолодження до кімнатної температури піддається дії всебічного стискання. Так, наприклад, при навантаженні зразків алюмінію, міді і нікелю за прототипом час до їхнього руйнування в режимі повзучості збільшується в середньому в 1,5-2 рази [2, 3]. Отримані результати пояснюють-

ся дією дислокаційно-дифузійних механізмів заліковування дефектів у матеріалах в процесі попередньої витримки зразків в умовах повзучості й наступного накладання стискаючого навантаження.

Недоліком цього способу є низька ефективність зміцнюючої дії на матеріал запропонованої технологічної обробки.

В основі способу, що заявляється, лежить задача істотного підвищення показника повзучості за рахунок введення додаткових енергетичних потоків. Матеріал, після відроблення приблизно половини ресурсу довговічності в умовах повзучості з подальшим впливом високотемпературного стискального навантаження, піддається додатково дії електромагнітних й ударних ультразвукових коливань при одноосьовому розтягненні в пружній зоні деформації.

Загальною ознакою способу, що заявляється, і прототипу [2, 3] є попереднє відроблення матеріалом приблизно половини ресурсу довговічності в режимі повзучості з наступним стискаючим навантаженням.

Новими відмінними ознаками запропонованого способу в порівнянні з прототипом є введення додатково в процесі проміжної технологічної обробки матеріалу дії електромагнітних й ударних ультразвукових коливань під навантаженням.

У способі, що заявляється, пропонується інше трактування деформаційного зміцнення, а саме, з позиції синергетичного підходу. Природно очікувати, що багаточинна енергетична обробка, яка включає вплив силових, теплових, електромагніт-

(19) UA (11) 46841 (13) U

них й ультразвукових полів, приводить матеріал у термодинамічно нестійкий стан. При цьому йому надається енергія, достатня для реалізації самоорганізаційних процесів, наслідком чого і є стрибкоподібна зміна характеристик міцності.

Сутність запропонованої корисної моделі пояснюється малюнком, на якому представлені суміщенні криві повзучості металевих матеріалів у вихідному стані (крива 1) і після відроблення приблизно половини ресурсу з подальшою дією високотемпературного стискаючого навантаження, а також електромагнітних й ударних ультразвукових коливань при одноосьовому розтяганні в пружній зоні деформації (крива 2).

З наведеного малюнка видно, що введення високочастотних коливань під навантаженням помітно збільшує тривалість стаціонарної стадії крипу й зменшує тривалість ділянки зі зростаючою швидкістю повзучості.

Конкретний приклад реалізації способу.

Запропонований спосіб використовувався для підвищення часу до руйнування зразків сплаву АМг6М при випробуваннях в умовах прискореної повзучості. Випробування проводились на установці ИМАШ-20-78, яка дозволяє здійснювати термомеханічну обробку з визначенням характеристик короткочасної й тривалої міцностей. Зразки навантажувалися за режимом прискореної повзучості (безперервна витримка під навантаженням $P=2100\text{Н}$ при температурі $T=160^\circ\text{C}$) до відроблення приблизно половини ресурсу довговічності. Після розвантаження й охолодження до кімнатної температури зразки піддавалися дії стискального навантаження $P=5\cdot 10^5\text{Н}$ при температурі $T=300^\circ\text{C}$ з подальшими високочастотними обробками: електромагнітною (з частотою 1МГц) та ударною ульт-

развуковою (з частотою 20кГц) протягом 10 хвилин для кожного виду в процесі одноосьового розтягнення і витримки при напруженні $\sigma=130\text{МПа}$.

Для оцінки ефективності дії енергетичного навантаження на показник повзучості сплаву АМг6М проводилася порівняльна оцінка часу до руйнування зразків у вихідному стані (контрольні зразки) і після технологічної обробки. Отримані результати наведено в таблиці.

Згідно таблиці при обробці сплаву АМг6М за прототипом час до руйнування в режимі повзучості, обумовлений заліковуванням дефектів у металі, збільшується в середньому в 1,5-2 рази. Обробка зразків сплаву АМг6М за способом, що заявляється, дозволяє збільшити час до руйнування при повзучості в середньому в 30 разів, що свідчить про дію самоорганізаційних механізмів зміцнення матеріалу, приведеного в нерівноважний стан в умовах багатофакторного енергетичного навантаження.

Список використаних джерел

1. Петров В.А. Физические основы прогнозирования долговечности конструкционных материалов. / В.А. Петров, А.Я. Башкарев, В.И. Виттерген. - С-Петербург: Политехника, 1993. - 475 с.

2. Бетехтин В.И. Влияние гидростатического давления на залечивание зернограницных микропор и высокотемпературную ползучесть металлов и сплавов / В.И. Бетехтин, А.И. Петров, А.Г. Хадомцев, Н.К. Орманов, М.В. Разуваева, В.Т. Скленичко // ФММ. - 1990. - №5. - С. 175-180.

3. Петров А.И. Начальная стадия процесса залечивания пор и трещин в поликристаллических металлах в условиях всестороннего сжатия / А.И. Петров, М.В. Разуваева // Физика твердого тела. - 2005. - Т.47, вып. 5. - С. 880-885.

Таблиця

Найменування матеріалу	Режим обробки	$\tau_{\text{обр}}/\tau_{\text{контр}}$
АМг6М	Спосіб, що заявляється: навантаження в режимі повзучості до відроблення приблизно половини ресурсу довговічності, розвантаження й охолодження, високотемпературне стискальне навантаження, дія електромагнітних й ударних ультразвукових коливань у пружній зоні деформації	30
Al	Спосіб-прототип: навантаження в режимі високотемпературної повзучості до відроблення приблизно половини ресурсу довговічності, розвантаження й охолодження, всебічне стискання при нагріванні	1,5
Cu		1,5
Ni		2

