



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60807 (13) U
(51) МПК (2011.01)
C22C 14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЛЕГУВАННЯ ІНТЕРМЕТАЛІДУ ТИТАН-АЛЮМІНІЙ БОРОМ І ЛАНТАНОМ ПРИ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІЙ ПЛАВЦІ

1

2

(21) u201015491

(22) 22.12.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.

(72) ТРИГУБ МИКОЛА ПЕТРОВИЧ, БЕРЕЗОС ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, СЕВЕРИН АНДРІЙ ЮРІЙОВИЧ, АСНІС ЮХИМ АРКАДІЙОВИЧ, СТАТКЕВИЧ ІГОР ІВАНОВИЧ, ПІСКУН НАТАЛІЯ ВАСИЛІВНА, ЮРЧУК МИКОЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є.О. ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) 1. Спосіб легування інтерметаліду титан-алюміній бором і лантаном при електронно-променевої плавці із проміжною ємністю, який

включає плавлення електронними променями заготовки шихти в проміжну ємність, обігрів рідкого металу електронними променями в проміжній ємності, періодичний злив розплаву в кристалізатор, постійний обігрів у кристалізаторі поверхні зливка електронними променями в його центральній частині і в області його контакту із кристалізатором, поступове витягування наплавленого зливка, який **відрізняється** тим, що до сплаву інтерметаліду вводять гексаборід лантану.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що гексаборід лантану вводять в шихту у вигляді попередньо підготовлених пресовок.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що пресовки вміщують у ніобієву трубку.

Корисна модель належить до металургії і може бути використана при одержанні інтерметаліду титан-алюміній методом електронно-променевої плавки із проміжною ємністю (ЕППЕ).

Для виплавки інтерметалідів титан-алюміній використовують вакуумно-дуговий переплав, індукційну плавку і плазово-дугу плавку. (Іванов В. И., Ясинский К. К. «Эффективность применения жаропрочных сплавов на основе интерметаллидов Ti_3Al и $TiAl$ для работы при температурах 600-800°C в авиакосмической технике», «Технология легких сплавов», 1996. - № 3).

До складу інтерметаліду входить титан (близько 50 %) з високою хімічною активністю до газів при підвищених температурах, особливо в розплавленому стані. Тому найбільш придатним способом плавки, що забезпечує більш високу, чим при вакуумно-дуговому переплаві і вакуумно-індукційній плавці, ступінь видалення шкідливих домішок активних газів і шлакових включень, є електронно-променева плавка (Б. Е. Патон, Н. П. Тригуб, С. В. Ахонин. Электронно-лучевая плавка тугоплавких и высокорееакционных металлов. - К.: Наукова думка, 2008. - 311с.).

Відомий спосіб одержання злиwkів інтерметаліду - Ti_3Al і $TiAl$ (γ -алюмінід титану) методом електронно-променевої плавки із проміжною ємністю.

(Жук Г. В., Тригуб Н. П., Замков В. Н.. Получение слитков γ -алюминиды титана методом ЭЛПЕ. Современная электрометаллургия, 2003. - № 4. - С. 20-22), прийнятий нами як прототип.

Недоліком зазначеного способу є неможливість, при необхідності, введення бору, який є ефективним модифікатором, в матеріал, що плавиться, зокрема в інтерметалід. Введення бору в інтерметалід сприяє здрібнюванню його зерна, що позитивно впливає на збільшення міцності і пластичності. Метод електронно-променевої плавки, що проводиться в умовах динамічного вакууму, не дозволяє ввести бор в матеріал при плавці. Під впливом електронного променя, у зв'язку з високою пружністю пара при плавленні бору, відбувається сильний його випар, а також розпилення і віднесення частинок.

Як легуюча речовина був обраний гексаборід лантану (LaB_6), що має значно меншу пружність пару при плавленні і, відповідно, менший випар. При температурі плавлення LaB_6 відбувається його дисоціація на лантан і бор. При введенні лантану в сплав у мікродозах він сприяє підвищенню пластичності матеріалу, який виплавляється.

Задачею корисної моделі є розробка і здійснення способу легування інтерметаліду титан-алюміній бором і лантаном при електронно-

UA (11) 60807 (13) U

променевої плавці із проміжною ємністю. Спосіб електронно-променевої плавки із проміжною ємністю дозволяє розділити процеси плавлення, рафінування і кристалізації, а сама проміжна ємність служить для рафінування, усереднення хімічного складу і видалення включень.

Спосіб легування інтерметаліду титан-алюміній бором і лантаном при електронно-променевої плавці із проміжною ємністю включає плавлення електронними променями заготовки шихти в проміжну ємність, обігрів рідкого металу електронними променями в проміжній ємності, періодичний злив розплаву в кристалізатор, постійний обігрів у кристалізаторі поверхні зливку електронними променями в його центральній частині і в області його контакту із кристалізатором, поступове витягування наплавленого зливка. Згідно з корисною моделлю до сплаву інтерметаліду вводять гексаборід лантану.

Гексаборід лантану вводять в шихту у вигляді попередньо підготовлених пресовок.

Пресовки вміщують у ніобієву трубку.

Способом електронно-променевої плавки із проміжною ємністю був виплавлений сплав інтерметаліду титан-алюміній у вигляді зливка діаметром 165 мм, довжиною 250 мм і масою - 15 кг наступного вихідного складу в мас. % :

Ti - 55,0; Al - 28,0; Nb - 11,0; Zr - 3,0; Cr - 3,0.

Потім цей зливок був переплавлений тим же способом, але вже з додаванням гексабориду лантану для введення в сплав бору і лантану.

Бор вводився в шихту у вигляді циліндричних пресовок гексабориду лантану (LaB₆) діаметром 11,5 мм, які одержували пресуванням у спеціальній прес-формі із порошку гексабориду лантану. Готові пресовки вміщувалися в ніобієву трубку діаметром 12 мм товщиною 1 мм для усунення прямого впливу променя на гексаборід і можливо-сті його випару. Ніобій є одним з легуючих елементів інтерметаліду титан-алюміній і сприяє поліп-

шенню пластичності та жароміцності інтерметаліду. Довжина, а, відповідно, і маса ніобієвої трубки розрахована таким чином, щоб не змінювався стехіометричний склад інтерметаліду.

Плавка зливоків проводилася на установці УЭ-208М. Зливки одержували подвійним переплавом. При підготовці шихти легуючі елементи з високою пружністю пари - хром і алюміній шихтували з урахуванням втрат на випар. Після завантаження шихти установку вакуумували. Спочатку шихту сплавили в проміжну ємність до її заповнення, потім рідкий метал періодично зливали в мідний кристалізатор, охолоджуваний водою. Першими порціями зливу формували затравку майбутнього зливка до висоти, на якій плавка переходить у квазістаціонарний режим. Потім на режимі, що встановився, виплавливали зливки необхідної висоти.

Параметри плавки наступні: загальна потужність електронно-променевого нагрівання - 60 кВт, потужність, що подається в кристалізатор -15 кВт, швидкість плавки - 65 кг/ч. Після закінчення плавки зливки залишався в умовах вакууму до повного остигання.

Другий переплав здійснювали на тих же режимах, але вже з додаванням гексабориду лантану. Також був додатково доданий алюміній у кількості, необхідній для компенсації втрат на випар.

Способом хімічного аналізу досліджувався хімічний склад інтерметаліду. Зміст лантану визначався методом мікрорентгеноспектрального аналізу. Нижче наведений хімічний склад інтерметаліду TiAl, легуваного додатково бором і лантаном.

Ti - 55,0; Al - 27,8; Nb - 11,08; Zr - 3,0; Cr - 3,0; B - 0,1; La - 0,01.

Проведені металографічні дослідження показали, що введення бору і лантану в сплав у кількості відповідно: 0,1 мас. % і 0,01 мас. % сприяє здрибнюванню зерна в зливку і підвищенню його в'язкої складової.