



УКРАЇНА

(19) UA (11) 87414 (13) C2

(51) МПК (2009)

B22D 2/00

B01L 11/00

G01N 11/10

G01N 11/12 (2009.01)

G01N 25/00

G01N 25/02

G01N 27/06

G01N 27/07 (2009.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПЛАВУ

1

2

(21) а200805130

(22) 21.04.2008

(24) 10.07.2009

(46) 10.07.2009, Бюл.№ 13, 2009 р.

(72) НАЙДЕК ВОЛОДИМИР ЛЕОНТІЙОВИЧ, НАРІВСЬКИЙ АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, БОРИСОВ ГЕОРГІЙ ПАВЛОВИЧ, БІЛЕНЬКИЙ ДАВИД МИРОНОВИЧ, ШЕНЕВИДЬКО ЛЕОНІД КОСТЯНТИНОВИЧ, ПІОНТКОВСЬКА НАТАЛЯ СЕРГІЇВНА, ДУКА ВІТАЛІЙ МИХАЙЛОВИЧ, НЕДУЖИЙ АРТЕМ МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) SU, 604 616, A, 30.04.1978

EP, 0 397 235, A2, 14.11.1990

AT, 413 243, B, 15.12.2005

WO, 90/08309, A1, 26.07.1990

JP, 4-016740, A, 21.01.1992

JP, 2000-275093, A, 06.10.2000

Баландин Г.Ф., Каширцев Л.П. и др. Определение реологических параметров в алюминиевых сплавах в интервале затвердевания. - М.: Наука, 1967. - С. 199-202

Рыжиков А.А., Тимофеев Г.И. и др. О закономерности питания отливок в двухфазном состоянии // Литейное производство. - 1970. - № 6. - С. 26-28

(57) Установка для вимірювання структурно-механічних властивостей сплаву, що містить плавильну піч з тиглем, рифлену пластину з штоком, який встановлений в направляючу втулку з теплопровідного матеріалу, що не змочується розплавом сплаву, урівноважену систему навантаження та реєструючий вертикальне переміщення рифленої пластини прилад, яка **відрізняється** тим, що по усій площині рифленої пластини в шаховому порядку виконано прохідні отвори, відношення діаметру кожного з яких до товщини вказаної пластини складає 0,5-0,8.

Винахід відноситься до металургії.

Відома установка для визначення реологічних параметрів сплавів в інтервалі температур твердіння (Г.Ф. Баландин, Л.П. Каширцев и др. В кн.: Литейные свойства металлов и сплавов. - М: Наука, 1967. - С. 199-202), яка включає тигель з металом, пластину з горизонтальним рифленням і штоком, систему навантаження, індуктивний датчик та прилад, який записує по переміщенню пластинки величину деформації у сплаві. Недоліком цієї установки є те, що при витягуванні рифленої пластинки зі сплаву на її шток наморожується шар металу, який, схоплюючись з основною масою сплаву, впливає на показання приладу.

Відома також установка для вивчення реологічних властивостей сплавів в інтервалі кристалізації (Рыжиков А.А., Тимофеев Г.И. О закономерности питания отливок в двухфазном состоянии // Литейное производство. - 1970. - №6. - С.26-28). Для визначення реологічних параметрів сплав поміщають в графітовий тигель відповідних розмірів і нагрівають до певної температури в печі опору, закритою теплоізоляційною кришкою з отворами для штоку рифленої пластинки і термопари. Шток пластини кріпиться до лабораторних вагів замість однієї підвіски. Рифлена пластинка витягується із сплаву під дією вантажу, що встановлюється на підвіску іншого важеля коромисла вагів. Замір і реєстрація переміщення рифленої пластинки в

(19) UA (11) 87414 (13) C2

часі проводиться індуктивним датчиком і потенціометром УПП-09 або осцилографом.

Недоліками цієї установки є те, що на поверхні розплаву утворюється кірка з підвищеним вмістом оксидів (особливо для сплавів, що мають велике споріднення до кисню, наприклад, алюмінієвих), які впливають на структурно-механічні властивості сплавів. При витягуванні рифленої пластини із сплаву ця кірка деформується, що призводить до похибки вимірювань. При витягуванні пластини з розплаву на шток діють сили поверхневого натягнення, які із зміною температури і вмісту оксидів у верхніх шарах металу також змінюються, що утрудняє врахування їх впливу на вимірювання. При навантаженні одного важеля коромисла вагів останнє повертається на деякий кут, який у міру витягування рифленої пластини із сплаву збільшується, а шток рифленої пластини відхиляється від вертикального положення. Це приводить до розкладання сили, що витягає пластину, на дві складові і до помилки вимірювань.

Найбільш близьким (прототипом) до запропонованого винаходу щодо технічної суті та досягнутого результату є установка для вимірювання структурно-механічних властивостей ливарних сплавів (А. с. №604616 (СРСР). МПК2 В22D 1/02.- БИ.- 1978.- №16), що включає плавильну піч з рифленим тиглем, рифлену пластину з штоком, індуктивний датчик деформацій і реєструючий прилад з метою підвищення точності вимірювання на вертикально-рухомій рамі встановлений електромагнітний фіксатор, виконаний з можливістю утримування урівноважених противаг і співвісно сполучених між собою сердечника індуктивного датчика деформацій, платформи навантаження і штока рифленої пластини, який вставлений в направляючу втулку з теплопровідного матеріалу, що не змочується розплавом. Для точного визначення початку деформації в установці електромагнітний фіксатор і реєструючий прилад сполучені паралельно. Принцип роботи установки оснований не на витягуванні рифленої пластинки із сплаву, а на її навантаженні.

Основним недоліком цієї установки, як і раніш розглянутих аналогів, є те, що при визначенні граничних напружень зсуву в сплаві рахують, що зрушення відбувається по всій площині рифленої пластинки. Граничне напруження зсуву у сплаві при цьому визначають за рівнянням:

де F - навантаження, кг;

q - прискорення сили ваги, см/с²;

S - площа рифленої пластинки, см².

Однак в реальних умовах зсув сплаву відбувається тільки по тій площині пластинки, де вона добре з'єднується з ним. По іншій площині сплав ковзає по поверхні пластинки. При найменшій деформації сплаву на площі однієї нарізки в пластинці наступна нарізка переміщується по частково порушеній або орієнтованій у напрямку витягування пластини структурі сплаву. В результаті цього на відомих установках отримують занижені величини граничного напруження зсуву у сплавах при різних температурах. Крім цього, для проведення досліджень сплаву треба мати декілька пластин з однаковою кількістю горизонтальних нарізок і постійни-

ми їх розмірами, що складно додержати при виготовленні пластин.

Задача запропонованого винаходу є підвищення точності вимірювання реологічних властивостей сплаву та спрощення конструкції установки.

Поставлена задача досягається тим, що у запропонованій установці для вимірювання структурно-механічних властивостей сплавів, що включає плавильну піч з тиглем, рифлену пластину з штоком, який вставлений в направляючу втулку з теплопровідного матеріалу, що не змочується розплавом урівноважену систему навантаження та реєструючий вертикальне переміщення рифленої пластини прилад, згідно з винаходом, по всій площині пластини в шаховому порядку виконано прохідні отвори, відношення діаметру кожного з яких до товщини пластини складає 0,5-0,8.

В запропонованій установці при переміщенні пластини зсув металу в рідко-твердому стані відбувається тільки по поверхні отворів, загальна площа яких відома, що значно підвищує точність вимірювання структурно-механічних властивостей сплаву. При відношенні діаметру отвору до товщини пластини більше, ніж 0,8 в процесі переміщення пластини під вантажем сплав буде зсуватися по поверхні отвору, а також деформуватися в середині кожного з отворів, що зменшує точність вимірювання. У випадку відношення діаметру отвору до товщини пластини менше, ніж 0,5 зменшується чутливість установки до величини напруження зсуву в сплаві.

Запропонована установка зображена на фігурі.

Вона містить раму 1, на якій змонтовані плавильна піч 2 і колона 3. На колоні встановлені плита 4 з направляючою втулкою 5 і фіксатор 6, який утримує в стаціонарному положенні урівноважені противагою 7 і співвісно сполучені між собою платформу навантаження 8 циліндричною основою 9 і пластину 10 з отворами та її штоком 11. Основа 9 переміщується по внутрішній поверхні втулки 5. На плиті 4 встановлено індикатор 12, яким вимірюють величину вертикального переміщення пластини у сплаві. Шток 11 пластини 10 розташований у втулці 13 з теплопровідного матеріалу, що не змочується розплавом (для алюмінієвих сплавів з графіту). Втулка 13 одним кінцем закріплена в центрі теплоізоляційної кришки теплоізоляції плавильної печі, а другий її кінець занурений на 3-5мм в сплав. Шток пластини з отворами притирається до внутрішнього діаметра так, щоб в зазор між ним і втулкою не проникав розплав і сили тертя, що виникають при переміщенні штока, були мінімальними.

Перед роботою на установці шток 11 з пластинкою 10 вставляють в направляючу втулку 5, закріплену в кришці плавильної печі 7. Потім шток, що має різьблення на верхньому кінці, угвинчують в основу 9 платформи навантаження 8. В тигель плавильної печі завантажують досліджуваний сплав і розплавляють його. Після розплавлення металу урівноважену систему опускають до занурення пластини з отворами і направляючої втулки в сплав на задану глибину. Фіксатор 6 утримує

вимірювальну систему в заданому положенні. Після опускання та фіксації системи на платформу 8 встановлюють відомий вантаж, а індикатор 12 - в початкове положення.

При досягненні сплавом заданої температури, яка підтримується зміною потужності, що підводиться до плавильної печі опору, включають цифрову камеру, яка реєструє показання індикатора, і звільняють систему від фіксації. Платформа 9 разом з її основою 8 та пластиною 10 під дією вантажу переміщуються вниз. Пластина при цьому занурюється в метал до тих пір, поки сума напружень зсуву, що виникають в сплаві при його деформації по загальній площі отворів не досягає величини сили, яка діє на пластину. При припиненні занурення пластини знімають з платформи навантаження і проводять фотознімання показань індикатора після розвантаження. Потім пластину з отворами та штоком, а також платформу навантаження встановлюють в початкове положення. Після цього цикл роботи повторюється.

Проводячи комп'ютерну обробку фотоматеріалів, будують деформаційні криві, по яких визначають такі характеристики, як модулі швидкої і повільної пластичної деформації, та розраховують значення напружень зсуву в сплаві.

Запропонована установка для вимірювання структурно-механічних властивостей сплавів дозволяє реєструвати кінетику деформації металу в рідкотвердому стані при різних температурах з точністю до ± 1 мк. Крім того, запропонована конструкція дозволяє усунути такі явища, як наморозування металу на шток рифленої пластинки при його зануренні, вплив сил поверхневого натягнення і оксидів у верхніх шарах металу і значно підвищити точність вимірювання реологічних властивостей сплавів.

Реалізація запропонованої установки була здійснена на алюмінієвому сплаві Al + 4,5% Si, який твердіє в інтервалі температур 642-577°C. Сплав плавляли і термостатували при визначеній температурі у печі опору з графітовим тиглем. Після розплавлення в сплав занурювали в першому випадку пластину розміром 15x25мм і товщиною 3мм з отворами 2мм, в другому - пластину з таки-

ми же розмірами, але з горизонтальною нарізкою на її поверхні (рифлену пластину). Після опускання усієї вимірювальної системи на визначену глибину сплаву її фіксували в цьому положенні. На платформу ставили навантаження масою 50г і встановлювали індикатор в початкове положення.

При досягненні сплавом температури 580°C включали цифрову камеру «CANON 1XUS50» і звільнювали систему від фіксації. Пластина при цьому занурювалась в метал з визначеною швидкістю до рівняння напружень зсуву в сплаві з величиною сили, яка діє на неї. Після припинення занурення пластини знімали навантаження з неї. За допомогою цифрової камери фіксували показання індикатору при навантаженні пластини і після розвантаження.

Після цього розраховували значення напружень сплаву (див. табл.), а також обробляли фотоматеріали на комп'ютері. По деформаційних кривих, отриманих за допомогою комп'ютера, визначали модулі швидкої і повільної пластичної деформації сплаву, які вимірювали пластинами з отворами або з горизонтальною нарізкою. Модулі пружної G_1 і пластичної G_2 деформацій зсуву при цьому складають: " при вимірюванні рифленою пластиною $G_1 = 14,2 \cdot 10^{-5}$ н/м², $G_2 = 11,6 \cdot 10^{-5}$ н/м²; пластиною з отворами $G_1 = 16,8 \cdot 10^{-5}$ н/м², $G_2 = 12,5 \cdot 10^{-5}$ н/м².

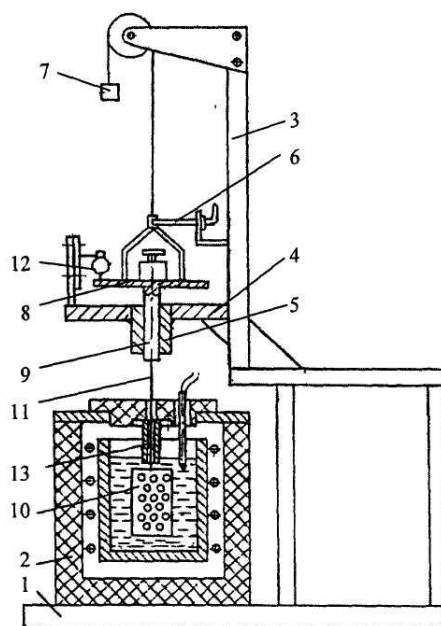
Наведені результати свідчать про те, що за допомогою пластини з отворами можливо отримувати більш стабільні результати вимірювань структурно-механічних характеристик сплавів, ніж з використанням рифленої пластини.

Отже, запропонована установка на відміну від прототипу та інших аналогів дає змогу одержати новий технічний ефект, виражений у підвищенні до 20% точності вимірювання структурно-механічних властивостей сплавів в інтервалі температур кристалізації.

Таблиця

Значення граничного напруження зсуву (P_K) в алюмінієвому сплаві, які вимірювані різними способами.

Спосіб вимірювання	Сплав	Температура, °C	Результати 3-х вимірювань, $P_K \cdot 10^{-5}$, н/м ²	Середнє значення, $P_K \cdot 10^{-5}$, н/м ²
Прототип (Авт. св. СРСР №604616)	Al+4,05%Si	580	1,88; 1,66; 2,00	1,85
Запропонованою установкою			2,07; 2,02; 2,06	2,05



Фіг.