



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **86724** (13) **C2**
(51) МПК (2009)
B22D 2/00
G01N 11/14 (2009.01)
B01L 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПЛАВІВ

1

(21) а200807281
(22) 27.05.2008
(24) 12.05.2009
(46) 12.05.2009, Бюл.№ 9, 2009 р.
(72) НАЙДЕК ВОЛОДИМИР ЛЕОНТІЙОВИЧ, UA,
НАРІВСЬКИЙ АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, БО-
РИСОВ ГЕОРГІЙ ПАВЛОВИЧ, UA, ШЕЙГАМ ВА-
ЛЕРІЙ ЮРІЙОВИЧ, UA, БІЛЕНЬКИЙ ДАВИД МИ-
РОНОВИЧ, UA, ШЕНЕВИДЬКО ЛЕОНІД
КОСТЯНТИНОВИЧ, UA, ПІОНТКОВСЬКА НАТАЛІА
СЕРГІЇВНА, UA, ДУКА ВІТАЛІЙ МИХАЙЛОВИЧ,
UA, НЕДУЖИЙ АРТЕМ МИКОЛАЙОВИЧ, UA
(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТА-
ЛІВ ТА СПЛАВІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ, UA
(56) Заявка UA а200805130, пріор. 21.04.2008,
публ. 12.01.2009
SU 110669 A1, 01.01.1957

2

SU 155309 A1, БИ №12, 1963
SU 555323 A1, 25.04.1977
EP 1596197 A1, 16.11.2005
WO 9702485 A1, 23.01.1997
EP 0397235 A2, 14.11.1990
JP 60262039 A, 25.12.1985
JP 9126981 A, 16.05.1997

(57) Установа для вимірювання структурно-механічних властивостей сплавів, що включає плавильну піч з тиглем, рифлену пластину з штоком, який встановлений в направляючу втулку з теплопровідного матеріалу, що не змочується розплавом, урівноважену систему навантаження та реєструючий прилад, яка **відрізняється** тим, що тигель закріплений на платформі з вертикальним валом обертання, який з'єднаний з додатково передбаченим електроприводом крізь днище в плавильній печі.

Винахід відноситься до ливарного виробництва, зокрема до процесів виготовлення виробів зі сплавів в рідко-твердому стані з руйнованою структурою.

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 наможується шар металу, який, схоплюючись з основною масою сплаву, впливає на показання приладу. Крім цього така конструкція не дозволяє вимірювати реологічні властивості сплавів з руйнованою структурою.

Відома також установка для вивчення реологічних властивостей сплавів в інтервалі кристалізації (Рыжков А.А., Тимофеев Г.И. О закономерности питания отливок в двухфазном состоянии // Ли-

тейное 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 термопар. Шток пластини кріпиться до лабораторних вагів замість однієї підвіски. Рифлена пластинка витягається із сплаву під дією вантажу, що встановлюється на підвіску іншого важеля коромисла вагів. Замір і реєстрація переміщення рифленої пластинки в часі проводиться індуктивним датчиком і потенціометром УПП-09 або осцилографом.

Недоліком цієї установки є те, що на поверхні розплаву утворюється скориночка 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 скориночка деформується, що призводить до похибки вимірювань. При витягуванні пластини з розплаву на шток діють сили поверхневого натягу, які зі зміною температури і вмі-

(13) **C2**

(11) **86724**

(19) **UA**

сту оксидів у верхніх шарах металу також змінюються, що утруднює врахування їх впливу на вимірювання.

Найбільш близьким (прототипом) до запропонованого винаходу щодо технічної суті та досягнутого результату є установка для вимірювання структурно-механічних властивостей ливарних сплавів (А.с. №604616 МПК5 В22Д1/02. - опубл. 30.04.1978), що включає плавильну піч з рифленим тиглем, рифлену пластину з штоком, індуктивний датчик деформацій і реєструючий прилад. Для підвищення точності вимірювання на вертикально-рухомій рамі встановлений електромагнітний фіксатор, який утримує врівноважені протизаваги і співвісно сполучені між собою сердечник індуктивного датчика, платформу навантаження і шток рифленої пластини. Шток вставлений в направляючу втулку з теплопровідного матеріалу, що не змочується розплавом. Для точного визначення початку деформації пластини електромагнітний фіксатор і реєструючий прилад сполучені паралельно. Принцип роботи установки заснований не на витягуванні рифленої пластинки із сплаву, а на її зануренні при навантаженні.

Основним недоліком цієї установки, як і раніш розглянутих аналогів, є те, що вона не дозволяє вимірювати реологічні властивості сплавів в рідко-твердому стані з руйнованою структурою.

Метою запропонованого винаходу є підвищення точності вимірювання структурно-механічних властивостей сплавів в деформованому стані (коли структура сплаву руйнована при різних швидкостях деформування).

Поставлена мета досягається тим, що у запропонованій установці для вимірювання структурно-механічних властивостей сплавів, що включає плавильну піч з тиглем, пластину з штоком, який вставлений в направляючу втулку з теплопровідного матеріалу, що не змочується розплавом, урівноважену систему навантаження та реєструючий прилад, згідно з винаходом, тигель закріплений на платформі з вертикальним валом обертання, який з'єднаний з електроприводом крізь днище в нагрівальній печі.

В запропонованій установці сплави з різним вмістом твердої фази деформують шляхом обертання тигля навколо нерухомої пластини зі штоком. При цьому швидкість обертання тигля регулюють зміною потужності, яка подається на електропривід.

Запропонована установка зображена на Фіг.

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. Фіксатор який утримує в стаціонарному положенні урівноважені протизавагою 7 і сполучені між собою співвісно платформу навантаження 8 з циліндричною основою 9 і пластину 10 зі штоком 11. Основа 9 зі шпонкою переміщується по внутрішній поверхні втулки 5 з пазом (див. розріз А-А). На плиті 4 встановлено індикатор 12, яким вимірюють величину переміщення пластини у сплаві. Шток пластин розташований у втулці 13 з теплопровідного матеріалу, що не змочується розплавом (для алюмінієвих сплавів з графіту). Втулка 13 одним

кінцем закріплена на кришці плавильної печі, а другий її кінець занурений на 3-5мм в сплав. Шток пластини притирається до внутрішнього діаметру втулки так, щоб в зазор між ними не проникли розплави і сили тертя, що виникають при переміщенні штока, були мінімальними.

Перед роботою на установці шток з пластиною вставляють в направляючу втулку, закріплену в кришці плавильної печі. Потім шток, що має різьблення на верхньому кінці, угвинчують в основу 9 платформи навантаження 8. В тигель плавильної печі завантажують сплав і навантаження 8. В тигель плавильної печі завантажують сплав і розплавляють його. Після розплавлення металу врівноважену систему опускають до занурення пластини і втулки 13 в сплав на задану глибину. Фіксатор 6 утримує вимірювальну систему в заданому положенні. Після опускання та фіксації системи на платформу 9 встановлюють відомий вантаж, а індикатор 12 - в початкове положення.

При досягненні сплавом заданої температури, яка підтримується зміною потужності печі опору, вмикають електропривід 14 обертання платформи 15. Тигель зі сплавом закріплений на платформі 15. Вал 16, цієї платформи крізь отвір в днищі печі з'єднується з електроприводом 14. При вмиканні електроприводу тигель зі сплавом обертається навколо пластини 10. При обертанні сплаву пластини 10 утримується в стаціонарному стані шпонкою, яка входить у паз втулки 5. Швидкість обертання сплаву змінюють напругою, яка подається до електроприводу від регулювача 17. Після перемішування сплаву при заданій температурі вмикають цифрову камеру, яка реєструє показання індикатора, і звільняють систему від фіксації. Основа 9 зі шпонкою разом з її платформою 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 пластини, не досягає величини сили, яка діє на неї. При припиненні занурення пластини знімають з платформи навантаження і проводять фотознімання показань індикатора після розвантаження. Потім знімають вантаж з платформи 8 і встановлюють урівноважену систему в початкове положення. Після цього цикл роботи повторюється.

Проводячи комп'ютерну обробку фотоматеріалів, будують деформаційні криві, за якими визначають модулі швидкої і повільної пластичної деформації, та розраховують значення напружень зсуву в деформованому сплаві.

Запропонована установка дозволяє реєструвати кінетику деформації сплавів в рідко-твердому стані після різних ступенів руйнування їх структури з точністю до $\pm 1\text{мк}$. Крім того, запропонована конструкція дозволяє усунути такі явища, як наморозування металу на шток пластин при його зануренні, а також вплив сил поверхневого натягу металу на результати вимірювання. При цьому значно підвищується точність вимірювання структурно-механічних властивостей сплавів в деформованому стані.

Реалізація запропонованої установки була здійснена на алюмінієвому сплаві Al+4,5% Si, який

твердіє в інтервалі температур 642-577°C. Сплав плавив і термостатували при визначеній температурі у печі опору з квадратним тиглем з графіту. Після розплавлення в сплав занурювали рифлену пластину. Після опускання всієї вимірювальної системи на визначену глибину сплаву її фіксували в цьому положенні. Потім на платформу ставили навантаження масою 20г і встановлювали індикатор в початкове положення.

При досягненні сплавом температури 590°C вмикали електропривід (мотор-редуктор СД-150 з двигуном постійного струму) і обертати тигель зі сплавом. Тигель виготовляли прямокутним, щоб виключити просковзання сплаву між його стінками при обертанні. Після перемішування сплаву вмикали цифрову камеру "CANON 1XUS50" і звільняли 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 індикатора при навантаженні пластини і після розвантаження. Вимірювання проводили на сплаві в недеформованому стані і після руйнування його структури.

Після цього розраховували значення напружень сплаву (див. табл.), а також будували деформаційні криві за допомогою комп'ютера. По деформаційних кривих визначили модулі швидкої і повільної пластичної деформації сплаву. Модулі потужності G_1 і пластичної G_2 деформацій при цьому в сплаві з неруйнованою структурою складають: $G_1=14,5 \cdot 10^{-5} \text{ н/м}^2$, $G_2=11,6 \cdot 10^{-5} \text{ н/м}^2$. В сплаві, структура яких руйнована: $G_1=2,3 \cdot 10^{-5} \text{ н/м}^2$, $G_2=1,9 \cdot 10^{-5} \text{ н/м}^2$.

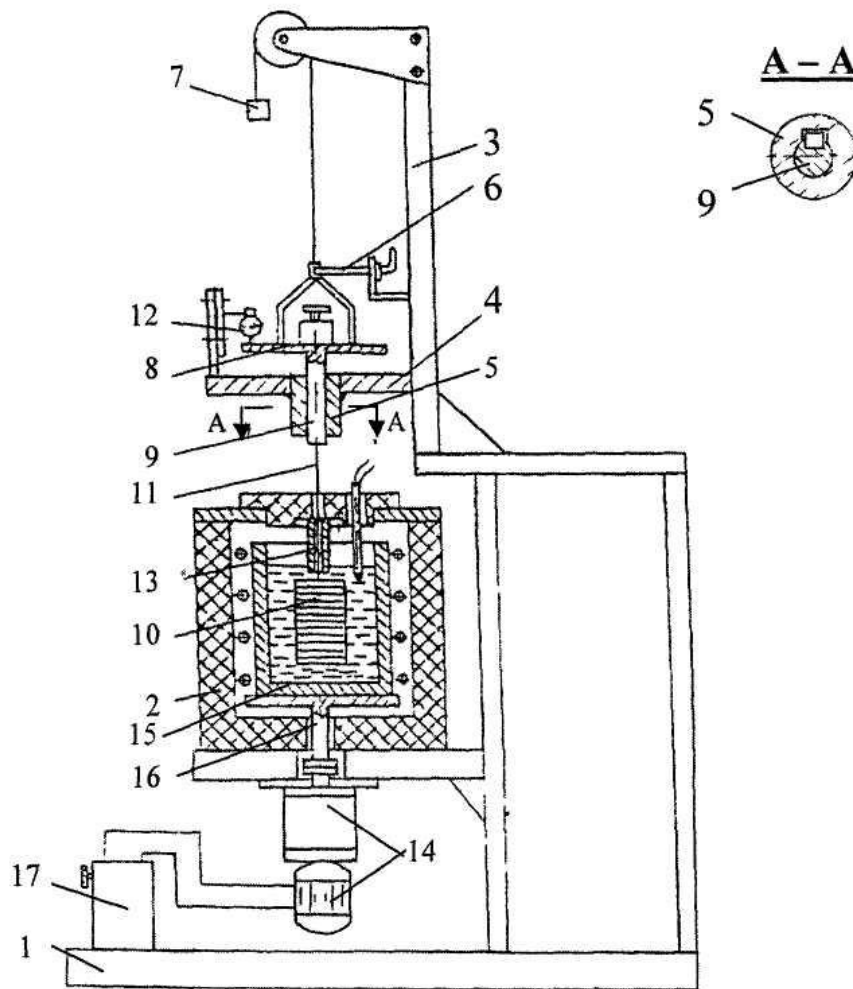
Наведені результати свідчать про те, що величини структурно-механічних властивостей в сплаві з руйнованою структурою значно менше, ніж недеформованого. При цьому реологічні властивості сплаву залежать від швидкості їх деформування. Тому такі характеристики металу дозволяють більш обґрунтовано підійти до вибору раціональних режимів виготовлення литих виробів зі сплавів в рідко-твердому стані (процеси "реокастинг" "тикскастинг" та інші), а також при їх штамповці.

Отже, запропонована установка на відміну від прототипу та інших аналогів дозволяє одержати новий технічний ефект, виражений в можливості вимірювання реологічних характеристик сплавів з структурою, яка руйнована при різних швидкостях їх деформування.

Таблиця

Значення граничного напруження зсуву (P_K) в сплаві, Al+4,05% Si, які виміряні після різних швидкостей руйнування його структури

Спосіб вимірювання	Температура, °С	Частота обертання тиглю з сплавом перед вимірюванням, об/хв.	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)	580	0	1,88; 1,65; 2,00	1,85
Запропонованою установкою		110	1,03; 1,01; 1,03	1,02
		176	0,9; 0,94; 0,92	0,92



Фіг.