

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **163 304** (13) U1ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[G01N 13/02 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: прекратил действие, но может быть восстановлен (последнее изменение статуса):
07.09.2017)
Пошлина: учтена за 1 год с 08.12.2015 по 08.12.2016

(21)(22) Заявка: [2015152683/28](#), 08.12.2015(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.12.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.12.2015

(45) Опубликовано: [10.07.2016](#) Бюл. № 19

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
УрФУ, Центр интеллектуальной
собственности, Марк Т.В.

(72) Автор(ы):

**Вьюхин Владимир Викторович (RU),
Цепелев Владимир Степанович (RU),
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)**

(54) УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ И ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к технической физике, а именно к определению физических параметров металлических расплавов методом геометрии «большой капли», а именно путем измерения геометрических характеристик силуэта лежащей на подложке эллипсоидной капли расплавленного образца посредством фотообъеметрии. и может быть использована в исследованиях, на предприятиях промышленности, при выполнении лабораторных работ в вузах. Задачей полезной модели является определения параметров силуэта подложки посредством использования фотоизображения шаблона, уменьшение субъективности и обеспечение продолжения эксперимента без его срыва при смещении шлака на край подложки. Полезная модель отличающаяся тем, что в него введена шкала, которая размещена на подложке шкала размещена ниже верхнего края подложки и обращена к фотоприемнику; шкала выполнена в виде измерительной линейки из листа тугоплавкого металла. Технический результат - уменьшение субъективности в проведении и результатах эксперимента, возможность не прерывать эксперимент и получение набора параметров фотоизображения, необходимых и достаточных для последующего определения плотности и поверхностного натяжения исследуемого металлического расплава при смещении капли и/или шлаков на край подложки. 1 п. ф-лы, 4 илл.

Полезная модель относится к технической физике, а именно к анализу материалов, в частности, к определению физических параметров преимущественно высокотемпературных металлических расплавов методом геометрии «большой

капли», а именно путем измерения геометрических характеристик силуэта лежащей на подложке эллипсоидной капли расплавленного образца посредством фотообъеметрии. Полезная модель может быть использована в исследованиях, на предприятиях промышленности, при выполнении лабораторных работ в вузах.

Известно устройство определения плотности и поверхностного натяжения образца - капли металлического расплава с известной массой, равной 10÷40 граммов («большой капли»), лежащей на подложке, размещенной на конце штока в высокотемпературной зоне электропечи, заполненной инертным газом, на основе фотометрической объеметрии. Его используют для измерения параметров эллипсоида капли, его контура (силуэта) и подложки, по горизонтальным и вертикальным координатам которых проводят масштабирование, обмер силуэта капли расплава на фотоизображении и дальнейшего вычисления объема капли (см. Филиппов С.И. и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов». Металлургия, М. 1968 г., стр. 266÷272 - аналог). При этом наличие гелиевой атмосферы внутри электропечи с давлением, равным атмосферному, предохраняющей образец как от загрязнения газами воздуха, так и от вскипания расплава, горизонтальная установка подложки, на которой помещают каплю в зоне нагрева печи, чистая поверхность образца расплавленной капли, эллиптическая форма ее силуэта, его симметрия, строгая окружность в основании капли являются необходимыми условиями применения метода «большой капли».

Известно устройство определения плотности высокотемпературных многокомпонентных металлических расплавов с использованием капельного образца расплава известной массы, лежащего на подложке, закрепленной на одном из концов регулируемого штока в электропечи горизонтального типа, узел изменения положения подложки, компьютер и расположенный вне электропечи соосный ей фотоприемник, дисплей с изображением эллипсоидного силуэта капли образца расплава, по которому определяют объем, плотность и поверхностное натяжение капли - см. пат. РФ №2459194 - аналог.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели по технической сущности и достигаемому результату является устройство определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащее подложку, закрепленную на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи и выполненную с возможностью размещения на ней капельного образца расплава известной массы, узел изменения положения подложки, фотоприемник - см. пат. РФ №2531039 - прототип.

Для ряда металлических сплавов при их нагреве характерно выделение жидкой шлаковой фазы. При измерении плотности и поверхностного натяжения расплава методом лежащей капли наблюдают первоначальное выделение шлаковой жидкости. Затем при плавлении металлического образца образуется капля расплава, а на верхнем крае подложки начинает накапливаться пояс жидкого шлака. Со временем количество шлака растет и может происходить его перелив по боковой поверхности подложки. При этом на фотоизображении он может закрыть собой верхние углы силуэта подложки. Возникает необходимость уточнения координат этих практически замаскированных характерных угловых точек, в противном случае возможна остановка эксперимента и его срыв. Кроме того, возникают ситуации со сползанием поверхностных пленок разного происхождения, появляющихся на капле расплава, на край подложки, при этом также возникает перекрытие вышеуказанных характерных угловых точек. В таких условиях возрастает субъективность оценки дальнейшего хода эксперимента и влияние уровня квалификации исследователя на конечные результаты.

Недостатком аналогов и прототипа является то, что при смещении на фотоизображении силуэта капли расплава со шлаком на силуэт края подложки возрастает субъективность оценки дальнейшего хода эксперимента и его результатов. Не обеспечены определение координат фотоизображения верхнего края подложки, продолжение эксперимента без его срыва, и возможность на основе этих координат текущей регулировки горизонтальности подложки во время эксперимента. Таким образом, не обеспечена точность результатов по определению параметров силуэта, объема и, в итоге, плотности и поверхностного натяжения исследуемого расплава.

Задачей предлагаемой полезной модели является обеспечение определения параметров фотоизображения силуэта подложки при смещении на фотоизображении силуэта капли расплава и/или шлака на силуэт края подложки, определение координат фотоизображения верхнего края подложки и возможность на основе этих координат текущей регулировки горизонтальности подложки во время эксперимента, уменьшение субъективности оценки дальнейшего хода эксперимента и полученных результатов, обеспечение продолжения эксперимента без его прерывания. Это

обеспечивает повышение точности результатов по определению параметров силуэта капельного образца расплава, вычисления его объема, а в конечном итоге плотности и поверхностного натяжения исследуемого расплава.

Для решения поставленной задачи предлагается полезная модель - устройство определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов.

1. Устройство определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащее подложку, закрепленную на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи и выполненную с возможностью размещения на ней капельного образца расплава известной массы, узел изменения положения подложки, фотоприемник, отличающееся тем, что в него введена шкала, которая размещена на вышеуказанной подложке.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шкала размещена ниже верхнего края подложки и обращена к фотоприемнику;

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шкала выполнена в виде измерительной линейки из листа тугоплавкого металла, например, молибдена;

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шкала имеет насечки, нанесенные на ее верхнюю часть;

5. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шкала имеет упругую нижнюю часть в виде плоской пружины, зафиксированную на вышеуказанном конце штока.

Технические решения, содержащие вышеуказанные совокупности ограничительных и отличительных признаков, обеспечивают достижение технического результата - уменьшение степени субъективности в проведении и полученных результатах эксперимента, осуществление возможности не прерывать эксперимент и обеспечение получения набора параметров фотоизображения, необходимых и достаточных для последующего определения плотности и поверхностного натяжения исследуемого металлического расплава при смещении шлаков на край подложки, а в конечном итоге повышение достоверности и точности измерения плотности и поверхностного натяжения изучаемого образца металлического расплава. Кроме того, обеспечивается возможность текущей регулировки в ходе эксперимента горизонтальности подложки посредством контроля горизонтальных и вертикальных компонентов фотоизображения шаблона, что расширяет функциональные возможности устройства.

Такое техническое решение при достижении вышеописанного технического результата позволяет считать его имеющими уровень полезной модели.

Предлагаемая полезная модель поясняется чертежами:

фиг. 1 - схема размещения шкалы на подложке;

фиг. 2 - фотоизображение капли расплава трубной стали на подложке, 8 минута нагрева при $t=1580^{\circ}\text{C}$, идет накопление внизу капли шлакового ободка;

фиг. 3 - фотоизображение капли расплава трубной стали на подложке при $t=1590^{\circ}\text{C}$, с накопившимся на верхнем крае подложки и перелившимся по боковой поверхности подложки жидким шлаком;

фиг. 4 - фотоизображение капли расплава на подложке при $t=1620^{\circ}\text{C}$ со сползающими по поверхности капли расплава окисными пленками.

Устройство определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов содержит измерительный комплекс - см. фиг. 1, в состав которого входят: регулируемый шток 1, на горизонтальном срезе одного из концов которого закреплено основание 2 подложки 3, капельный образец расплава фиксированной массы 4, расположенный на срезе подложки 3, шкала 5, а также не показанные на схеме фотоприемник, соосный с горизонтальной электропечью, коаксиальный цилиндрический электронагреватель, узел горизонтального изменения положения подложки, компьютер, на дисплей которого выведено изображение капельного образца расплава фиксированной массы 4, подложки 3 с основанием 2 и шкалы 5.

Регулируемый шток 1 внешним диаметром 10 мм выполнен из молибденовой трубы и содержит на одном из концов горизонтальный срез, на котором размещено основание 2 подложки 3, имеющей форму усеченного конуса с симметричным углублением в центре, выполненные из высокотемпературной керамики, например, бериллиевой ВеО. Фотоприемник - телекамера 3372P Sanyo, коаксиальный цилиндрический электронагреватель выполнен из листового молибдена. Шкала 5 выполнен из молибденового листа (99,9%) толщиной 0,3 мм. Форма шкалы 5 представляет собой прямоугольник с вырезанной щелью, ширина которой равна толщине основания 2 подложки 3, верхняя часть шкалы 5 представляет собой измерительную линейку с насечками - делениями. Нижняя часть шкалы 5 выполнена в виде двух симметричных плоских пружин, зафиксированных на вышеуказанном конце со срезом регулируемого штока 1. Длина измерительной линейки с насечками -

делениями шкалы 5 по меньшей мере на 10 мм превышает размер верхнего края подложки 3.

Определение плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов посредством предлагаемой полезной модели осуществляют следующим образом: подготавливают изучаемый образец фиксированной массы 4, равной 10÷40 граммов, который размещают в углублении подложки 3. Затем на основании 2 подложки 3 фиксируют шкалу 5, который посредством вышеотмеченных плоских пружин охватывает срез на конце регулируемого штока 1. При этом регулируют шкалу 5 таким образом, чтобы он был перпендикулярен горизонтальной оси регулируемого штока 1, в этом случае шкала 5, хоть и не находится в фокальной плоскости фотоизображения, однако не имеет оптических искажений левой относительно правой части измерительной линейки с насечками - делениями. При этом горизонтальная граница шкалы 5 параллельна верхнему краю подложки 3 и находится на фотоизображении ниже этого края.

Подложку 3 с изучаемым образцом фиксированной массы 4 и шкалой 5 помещают на один из концов горизонтального регулируемого штока 1, который вводят в коаксиальный цилиндрический электронагреватель. Регулируют положение штока 1 и таким образом - горизонтальность подложки 3, проверяют положение шкалы 5 посредством фотоизображения на дисплее компьютера, полученном с помощью фотоприемника, соосного с высокотемпературной зоной электропечи горизонтального типа. При этом наблюдают на дисплее изучаемый образец 4 на подложке 3 и шкалы 5. После окончания регулировок электропечь закрывают, из нее откачивают воздух и закачивают гелий. Включают электропечь и начинают эксперимент, при этом наблюдают на дисплее все стадии эксперимента.

Необходимо отметить, что тепловой коэффициент расширения ТКР подложки 3 из высокотемпературной керамики, например, бериллиевой ВеО, составляет $2,2 \cdot 10^{-5}$ град.⁻¹, а для шкалы 5 выполненного из молибдена ТКР составляет $5,2 \cdot 10^{-6}$ град.⁻¹, т.е. составляет $\frac{1}{4}$ от ТКР цилиндрической подложки 2. Таким образом, даже при предельной температуре $t_{\max}=2000^{\circ}\text{C}$ внутри коаксиального цилиндрического электронагревателя, суммарная температурная погрешность координат молибденовой шкалы 5 во всем предельном температурном диапазоне (2000°C) составляет $\Delta_t \leq 1\%$.

При диаметре основания 2 подложки 3 равном $D=13$ mm, погрешность А фотоопределения вертикальных координат краев подложки 3 во всем предельном температурном диапазоне (2000°C) составляет $\Delta \leq 0,13$ mm, т.е. величину, которой можно пренебречь, по меньшей мере в сравнении с вкладом погрешности из-за ТКР подложки 3.

Фотоизображения изучаемых образцов различных расплавов 4 на подложке 3 приведены на фиг. 2 ÷ фиг. 4. Например, в эксперименте по измерению плотности изучаемого образца 4 расплава технического железа видно первоначальное выделение шлаковой жидкости 6 - см. фиг. 2, фиг. 3. Затем образуется капля расплава 4, а на верхнем крае подложки 3 начинает накапливаться пояс жидкого шлака 6 - см. фиг. 2. Со временем количество шлака растет и может произойти его перелив 7 через край по боковой поверхности подложки 3 - см. фиг. 3. Перелив шлака 7 может маскировать на фотоизображении верхние углы силуэта подложки 2 как справа, так и слева. Аналогичные ситуации могут возникнуть при сползании поверхностных пленок 8, появляющихся на капле расплава 4, на край подложки 3 - см. фиг. 4. Эти эксперименты подтверждают необходимость определения координат замаскированных углов силуэта подложки 3 посредством шкалы 5, для уменьшения влияние как субъективности, так и уровня квалификации исследователя на конечные результаты эксперимента, а также избежать срыва эксперимента

Формула полезной модели

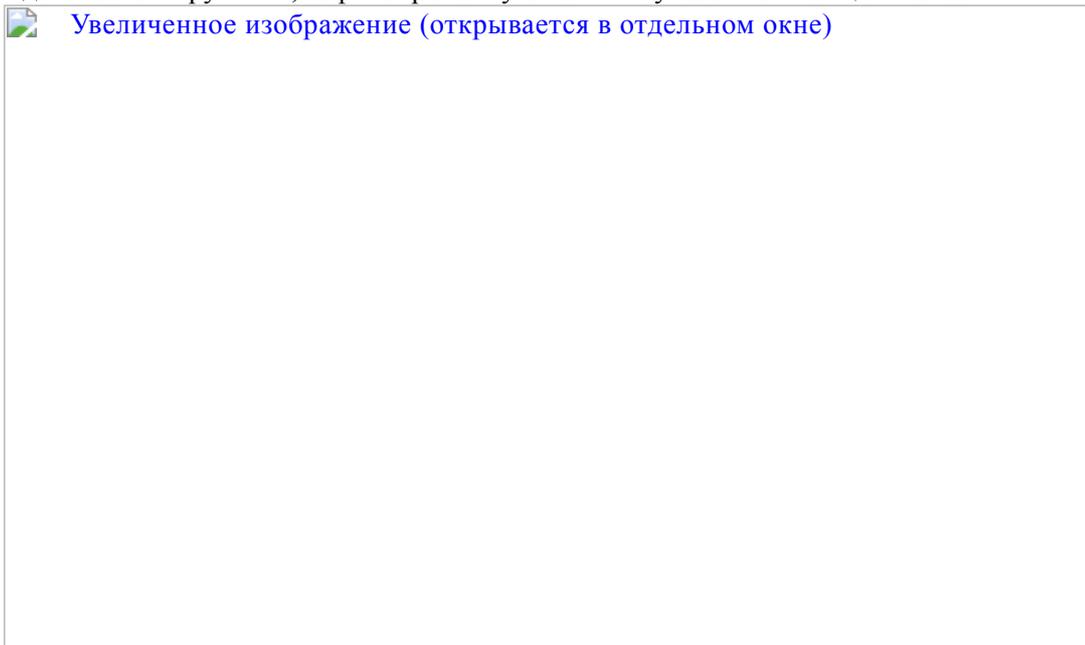
1. Устройство определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащее подложку, закрепленную на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи и выполненную с возможностью размещения на ней капельного образца расплава известной массы, узел изменения положения подложки, фотоприемник, отличающееся тем, что в него введена шкала, которая размещена на вышеуказанной подложке.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шкала размещена ниже верхнего края подложки и обращена к фотоприемнику.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шкала выполнена в виде измерительной линейки из листа тугоплавкого металла, например молибдена.

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шкала имеет насечки, нанесенные на ее верхнюю часть.

5. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шкала имеет упругую нижнюю часть в виде плоской пружины, зафиксированную на вышеуказанном конце штока.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **09.12.2016**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **01.09.2017**

Дата публикации и номер бюллетеня: **[01.09.2017](#) Бюл. №25**