



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*F27B 17/00 (2019.05)*

(21)(22) Заявка: 2018145289, 20.12.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.12.2018

Дата регистрации:  
14.01.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.12.2018

(45) Опубликовано: 14.01.2020 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

620002, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул.  
Мира, 19, Центр интеллектуальной  
собственности, Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Поводатор Аркадий Моисеевич (RU),  
Вьюхин Владимир Викторович (RU),  
Цепелев Владимир Степанович (RU),  
Конашков Виктор Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2602678 C2, 27.10.2017. RU  
2366925 C1, 10.09.2009. RU 69249 U1, 10.12.2007.  
JPS 56122933 A, 26.09.1981. DE 102005052230 B4,  
15.01.2009.

(54) Подвесная система для вертикальной электропечи

(57) Реферат:

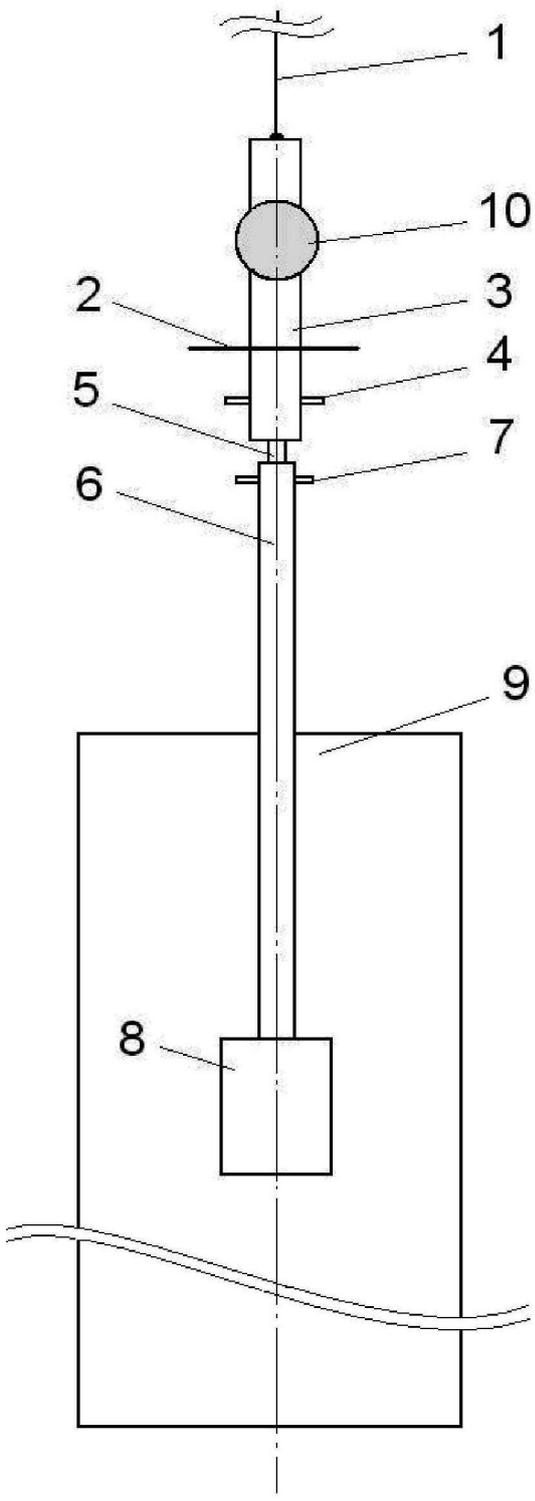
Полезная модель относится к технической физике, а именно - к устройствам для анализа материалов путем фотометрического определения относительной электропроводности расплавов металлов в зависимости от температуры, посредством изучения параметров крутильных колебаний тигля с образцом внутри нагревателя электропечи методом вращающегося магнитного поля. Дополнительными сферами являются определение вязкости расплавов, металлургия и обучение студентов.

Подвесная система для вертикальной электропечи, содержащая упругую нить, на которой подвешена неметаллическая втулка, тигель с образцом, находящийся коаксиально в нагревателе электропечи на нижнем конце первого керамического штока, верхний конец этого штока соединен с неметаллической втулкой посредством первого керамического, дисковый неметаллический тепловой экран, коаксиально

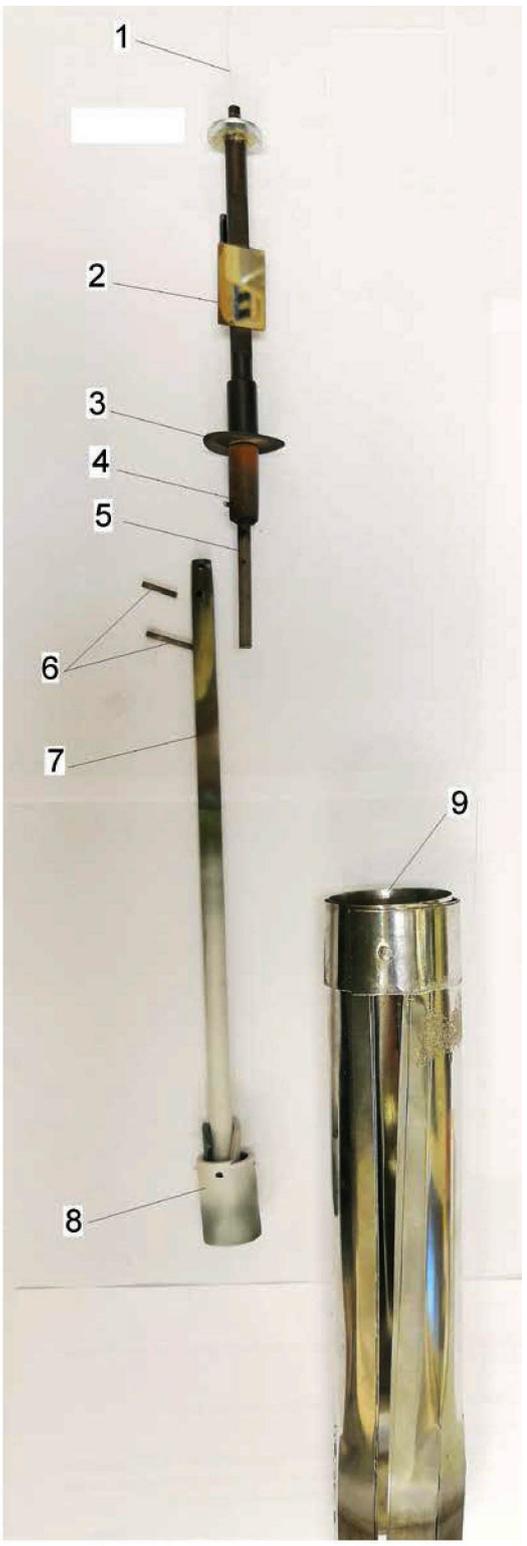
размещенный над нагревателем, отличающаяся тем, что в него введены второй керамический шток и второй керамический штифт, второй керамический шток размещен между первым керамическим штоком и неметаллической втулкой, нижняя часть второго керамического штока соединена с верхней частью первого керамического штока посредством второго керамического штифта, а верхняя часть второго керамического штока соединена с неметаллической втулкой посредством первого керамического штифта.

Кроме того, керамические штоки имеют преимущественно трубчатую форму, а второй керамический шток выполнен преимущественно из алунда.

Кроме того, наружное сечение второго керамического штока меньше, чем первого керамического штока. 3 з.п. ф.-лы, 2 ил.



Фиг. 1



Фиг. 2

Полезная модель относится к технической физике, а именно, к устройствам, используемым в исследовательских и лабораторных работах для анализа физических параметров расплавов, путем бесконтактного фотометрического определения удельного электросопротивления методом вращающегося магнитного поля, в зависимости от температуры. При этом изучают параметры крутильных колебаний тигля с образцом внутри нагревателя вертикальной электропечи. В частности, полезная модель предназначена для определения относительной электропроводности высокотемпературных расплавов образцов металлов и сплавов, например на основе Fe, Co, Ni. Дополнительной сферой являются металлургия и обучение студентов.

Определение параметров образцов расплавов в объеме нескольких см<sup>3</sup> позволяет демонстрировать их структурно - чувствительные характеристики и давать рекомендации для получения сплавов с заданными характеристиками. Для высокотемпературных (до 2000°С) исследований расплавов используют немногие методы и устройства для их реализации. В частности, используют фотометрический метод на базе измерения траектории отраженного от зеркала светового луча - «зайчика», и устройства для его осуществления при определении удельного электросопротивления образцов посредством изучения параметров крутильных колебаний упругой нити с коаксиально подвешенным на ней тиглем с образцом сплава внутри электронагревателя электропечи. Базой для использования упругой подвески, являющейся одним из основных элементов подвесной системы измерительной установки для изучения зависимости параметров от температуры, является линейная связь угла закручивания этой подвески  $\phi \leq 10 \div 15$  градусов с параметрами изучаемых образцов. Этот угол определяется посредством зеркала, закрепленного на упругой нити, по отклонению отраженного от него светового луча на шкале. Таким образом, изменение электросопротивления при изменении температуры расплава образца определяют посредством регистрации отклонений отраженного светового луча на оптической шкале. Тигель с образцом коаксиально подвешен в центре зоны нагрева в электропечи на конце этой подвесной системы, содержащем втулку, тепловой экран и керамический шток. Этот тигель находится во внешнем вращающемся магнитном поле, создаваемом тремя парами катушек, питающихся от трехфазной силовой сети, при этом индукционные токи в образце создают магнитный момент. Образец взаимодействует с внешним магнитным полем, создается вращательный момент, которому противодействует упругость проволоочной нити. При фиксированном значении параметров магнитного поля и упругой проволоочной нити, а также геометрии, массе и плотности образца, его электросопротивление однозначно связано с длиной и упругостью проволоки (нити), отражаемыми углом отклонения (или закручивания) образца. Втулка, как и тепловой экран, неметаллические, например фторопластовые или стеклотекстолитовые. Они ограничивают передачу тепла от керамического штока, выполненного при высокотемпературных измерениях из окиси бериллия BeO, на упругую металлическую подвеску - нить, чтобы уменьшить тепловое изменение ее геометрии, прежде всего изгиба и/или длины при нагреве во время эксперимента. Коэффициент теплопроводности, в частности, текстолита 0,244 Вт/м\*град. - см. <http://www.oglib.ru/tab1/table7.html>. Для керамического штока из BeO коэффициент теплопроводности составляет около 209 Вт/м\*град. - см. [http://gruzdoff.ru/wiki/Оксид\\_бериллия](http://gruzdoff.ru/wiki/Оксид_бериллия). По теплопроводности BeO занимает следующее место после таких металлов, как золото, серебро и медь - например, 348 Вт/м\*град.° для меди. Таким образом, различие коэффициентов теплопроводности керамического штока и неметаллических втулки и экрана почти 1000 - кратное, что позволяет считать неметаллическую втулку с экраном теплоизолятором. Тем не менее,

из-за их неизбежного нагрева, вплоть до (300-400)°С, обусловленного высокой теплопроводностью штока из ВеО, данная тепловая защита может быть недостаточно эффективна.

Известна подвесная система для вертикальной электропечи, содержащая упругую нихромовую проволоку (нить), на которой подвешена неметаллическая, например текстолитовая, втулка, на которой закреплено отражающее зеркало, тепловой экран в виде неметаллической шайбы, тигель с образцом, находящимся коаксиально в контейнере, прикрепленном керамическим штифтом к керамическому штоку, соединенному с этой втулкой - см. Г. В. Тягунов и др. «Измерение удельного электросопротивления методом вращающегося магнитного поля», журн. «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», 2003, №2, том 69, с. 35÷37 - аналог. Втулку используют в соответствии с методикой измерений характеристик высокотемпературных металлических расплавов. При этом ее конструкция должна обеспечить возможность изготовления в течение 1÷2 часов, а также текущей механической обработки и подгонки размеров персоналом с невысокой квалификацией, например, студентами, для проведения нового эксперимента в этот же день, либо быстрой замены втулки в случае теплового разрушения или появления некоаксиальности всей подвесной системы внутри молибденового нагревателя вследствие ее перегрева. Со стороны зоны нагрева, т. е. цилиндрического нагревателя электропечи, втулка защищена от теплопередачи посредством излучения дисковым тепловым экраном, выполненного в виде круглой неметаллической, например стеклотекстолитовой, шайбы. Однако из-за нагрева этой втулки, обусловленного высокой теплопроводностью керамического штока из окиси бериллия, данная защита недостаточно эффективна. Кроме того, по высоте нагревателя тепловое поле неравномерное, его распределение вдоль нагревателя близко к параболе, из-за чего на верхнем крае нагревателя величина температуры составляет 75 процентов от значения в центре этого теплового поля. Например, при температуре в области тигля с образцом 1200°С, 75 процентов составляет 900°С. При высокотемпературных экспериментах это значение достигает 1500°С и теплопередача по штоку из окиси бериллия существенно снижает возможность теплового экранирования упругой подвески в виде нихромовой нити. Возникает ее непредсказуемая тепловая деформация и/или перегрев, вплоть до нарушения коаксиальности, а также непредсказуемого разрушения неметаллических втулки и/или теплового экрана, размещенных между упругой нитью и штоком из окиси бериллия. Отсюда, возможны уменьшение точности, срыв эксперимента, а также не обеспечена его надежность и предсказуемость.

Прототипом предлагаемой полезной модели является подвесная система для вертикальной электропечи, содержащая упругую нить, на которой подвешена неметаллическая втулка, на которой закреплено зеркало, тигель с образцом, находящийся коаксиально в нагревателе электропечи на нижнем конце первого керамического штока, верхний конец которого соединен с неметаллической втулкой посредством первого керамического штифта, дисковый неметаллический тепловой экран, коаксиально размещенный над нагревателем - см. пат. РФ № 2606678.

Проблемой при определении удельного электросопротивления высокотемпературных расплавов методом вращающегося магнитного поля в зависимости от температуры, является влияние высокой температуры нагревателя электропечи на элементы подвесной системы, в том числе неметаллических втулки и теплового экрана, а также упругой нити, вплоть до их перегрева и/или последующего разрушения, из-за высокого уровня теплопередачи по первому керамическому штоку из оксида бериллия.

Технический результат достигается тем, что предлагаемое техническое решение этой

проблемы обеспечивает уменьшение возможности перегрева и/или разрушения неметаллических втулки и/или теплового экрана, уменьшение, вплоть до устранения, тепловой деформации вследствие перегрева упругой нити, сохранение ее коаксиальности, устранение срыва эксперимента, увеличение на порядок времени безремонтной работы электропечи и ее надежности. В конечном итоге, предлагаемое техническое решение расширяет функциональные возможности электропечи, обеспечивает осуществление и предсказуемость экспериментов по определению удельного электросопротивления образцов высокотемпературных сплавов методом вращающегося магнитного поля.

Предлагается подвесная система для вертикальной электропечи, содержащая упругую нить, на которой подвешена неметаллическая втулка, на которой закреплено зеркало, тигель с образцом, находящийся коаксиально в нагревателе электропечи и прикрепленный первым керамическим штифтом к первому керамическому штоку, соединенному с неметаллической втулкой, дисковый неметаллический тепловой экран, коаксиально размещенный над нагревателем, отличающаяся тем, что в нее введены второй керамический шток и второй керамический штифт, второй керамический шток размещен между первым керамическим штоком и неметаллической втулкой, нижняя часть второго керамического штока соединена с верхней частью первого керамического штока посредством второго керамического штифта, а верхняя часть второго керамического штока соединена с вышеуказанной неметаллической втулкой.

Кроме того, керамические штоки имеют преимущественно трубчатую форму.

Кроме того, второй керамический шток выполнен преимущественно из алунда.

Кроме того, наружное сечение второго керамического штока меньше, чем первого керамического штока.

Предлагаемая подвесная система поясняется чертежами:

Фиг. 1. Основные элементы подвесной системы;

Фиг. 2. Подвесная система в сборе.

Подвесная система - см. фиг.1, содержит упругую нить 1, тепловой экран 2, неметаллическую втулку 3, первый керамический штифт 4, второй керамический шток 5, первый керамический шток 6, второй керамический штифт 7, тигель с образцом 8, нагреватель электропечи 9, отражающее зеркало 10.

Подвесная система выполнена из следующих материалов: упругая нить 1 выполнена из нихрома длиной 650 мм и диаметром около 0,1 мм. Тепловой экран 2 и неметаллическая втулка 3 выполнены из стеклотекстолита. Первый керамический штифт 4, первый керамический шток 6, второй керамический штифт 7, тигель 8 выполнены из окиси бериллия. Второй керамический шток 5 выполнен из алунда. Цилиндрический нагреватель 9 электропечи выполнен из листового молибдена толщиной 0,3 мм. Отражающее зеркало 10 стеклянное. Измерительный комплекс содержит, кроме того, не показанные на чертежах компьютер, оптическую систему фотометрической регистрации угла закручивания упругой нити 1, сварную цилиндрическую электропечь из нержавеющей стали, снаружи которой размещены трехфазные катушки, создающие внутри электропечи вращающееся магнитное поле для закручивания тигля с образцом 8.

Первый 6 и второй 5 керамические штоки выполняют преимущественно в виде трубок, что уменьшает их сечение и теплопередачу через них. Кроме того, выполнение второго керамического штока 5 более тонким, в сравнении с первым керамическим штоком 6, также уменьшает теплопередачу через второй керамический шток 5. Кроме того, выполнение второго керамического штока 5 из алунда, который имеет втрое меньший в сравнении с окисью бериллия коэффициент теплопроводности, позволяет

практически втрое уменьшить теплопередачу от первого керамического штока 5 к неметаллическим втулке 3 и теплового экрану 2, а также уменьшить нагрев упругой нити. Кроме того, также может быть использована окись магния MgO.

Предложенное техническое решение обеспечивает предсказуемость и осуществление экспериментов по определению удельного электросопротивления образцов высокотемпературных сплавов методом вращающегося магнитного поля при существенном увеличении срока работы таких неметаллических компонентов подвесной системы как втулка, тепловой экран, а также уменьшение тепловой деформации упругой нити.

10

#### (57) Формула полезной модели

1. Подвесная система вертикальной цилиндрической электропечи, выполненная с возможностью размещения тигля с образцом коаксиально в нагревателе электропечи, содержащая упругую нить, на которой подвешена неметаллическая втулка, на которой закреплено зеркало, первый керамический шток, соединенный с неметаллической втулкой и имеющий первый керамический штифт для прикрепления к упомянутому штоку тигля с образцом, и дисковый неметаллический тепловой экран, выполненный с возможностью размещения коаксиально над нагревателем, отличающаяся тем, что она снабжена вторым керамическим штоком и вторым керамическим штифтом, причем второй керамический шток размещен между первым керамическим штоком и неметаллической втулкой, нижняя часть второго керамического штока соединена с верхней частью первого керамического штока посредством второго керамического штифта, а верхняя часть второго керамического штока соединена с вышеуказанной неметаллической втулкой.

2. Подвесная система по п. 1, отличающаяся тем, что керамические штоки имеют преимущественно трубчатую форму.

3. Подвесная система по п. 1, отличающаяся тем, что второй керамический шток выполнен преимущественно из алунда.

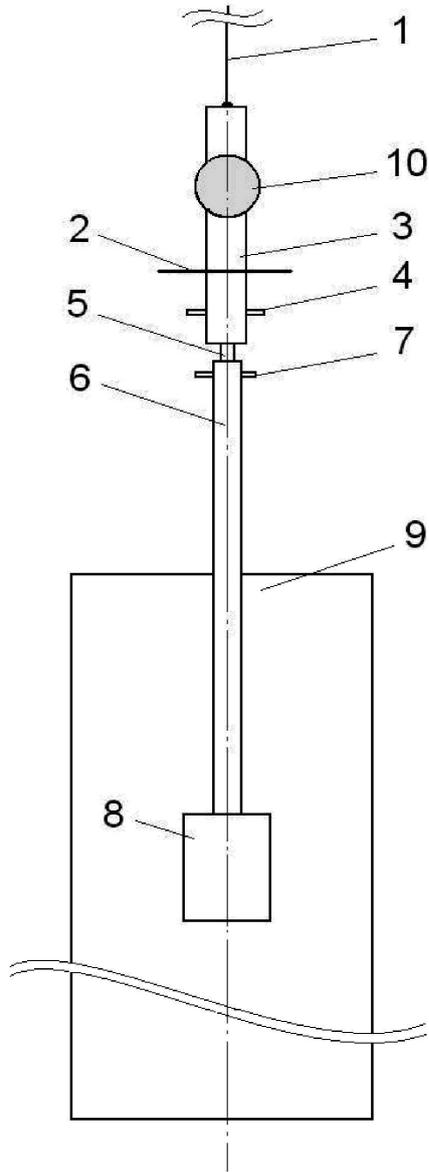
4. Подвесная система по п. 1, отличающаяся тем, что наружное сечение второго керамического штока меньше, чем первого керамического штока.

35

40

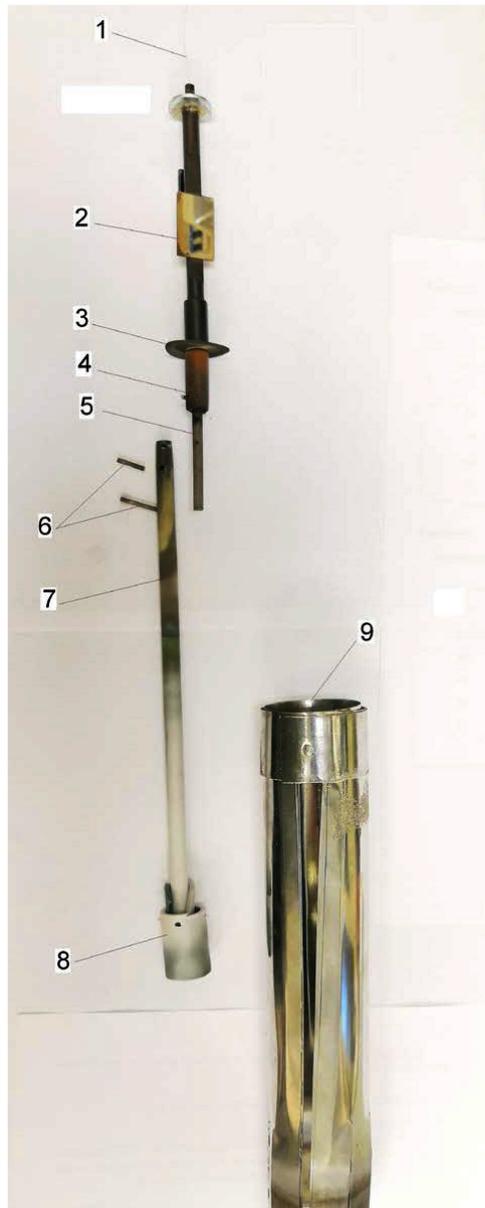
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2