



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G01N 11/16 (2018.08); G01N 11/162 (2018.08); G01N 27/00 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2017146126, 26.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.12.2017Дата регистрации:
01.03.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.12.2017

(45) Опубликовано: 01.03.2019 Бюл. № 7

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Тягунов Геннадий Васильевич (RU),
Цепелев Владимир Степанович (RU),
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU),
Барышев Евгений Евгеньевич (RU),
Вьюхин Владимир Викторович (RU),
Тягунов Андрей Геннадьевич (RU),
Мушников Валерий Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (УрФУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2498267 C1, 10.11.2013. RU
2299425 C1, 20.05.2007. RU 2366925 C1,
10.09.2009. RU 2531064 C2, 20.10.2014. JP
0056122933 A, 26.09.1981. US 5868027 A,
09.02.1999.

(54) Способ оценки равновесности металлических расплавов

(57) Реферат:

Изобретение относится к технической физике и предназначено для определения параметров физических свойств расплавов металлических сплавов, преимущественно сталей, при определении этих зависимостей у образцов сплавов бесконтактным методом, основанным на изучении крутильных колебаний цилиндрического тигля с образцом. Дополнительной сферой применения является металлургия. Предложен способ оценки равновесности металлических расплавов, при котором определяют термовременные зависимости физических свойств образца металлического сплава с получением значений физических свойств в виде $v(t_i^{\circ})_{\text{нагр}} = A_{i\text{нагр}} = A_{\text{min}}$ и $v(t_i^{\circ})_{\text{охл}} = A_{i\text{охл}} = A_{\text{max}}$. Значения этих сигналов

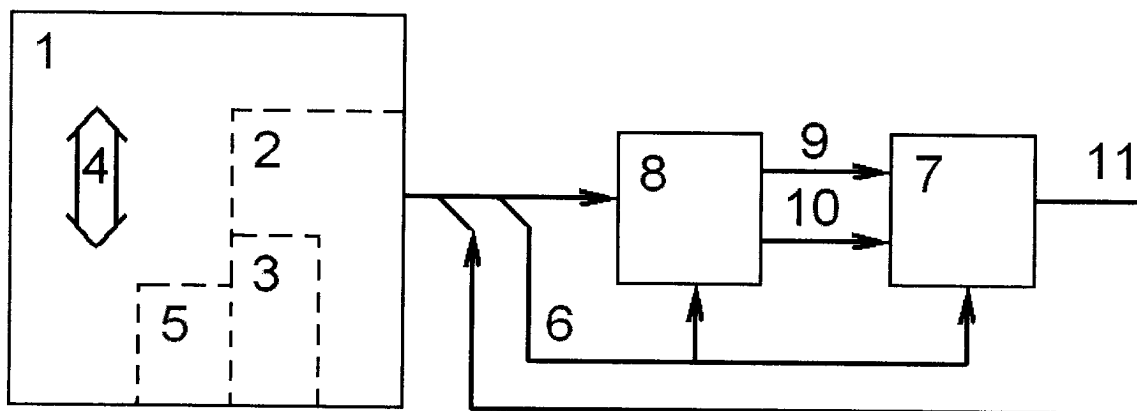
запоминают и отображают на многоканальном дисплее, причем используют значения A_i вышеуказанных характеристик. При температуре t_i° , превышающей температуру $t_{\text{пл}}^{\circ}$ плавления $t_i^{\circ} > t_{\text{пл}}^{\circ}$ образца, сигналы A_i с выхода запоминающего устройства коммутируют на входы блока деления, при этом получают выходной сигнал в виде величины коэффициента K_i , представляющего собой соотношение A_{max} и A_{min} . Вводят его в запоминающее устройство, фиксируют коэффициент K_i , после чего используют в качестве количественной характеристики оценки равновесного состояния структуры изучаемого расплава. Кроме того, получают и используют величину коэффициента

RU 2 680 984 C1

RU 2 680 984 C1

$K_i = A_{\min}/A_{\max}$ меньше единицы $K_i < 1$. Технический

результат - повышение достоверности и точности оценки равновесности расплава. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

RU 2680984 C1

RU 2680984 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01N 11/16 (2006.01)
G01N 27/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

G01N 11/16 (2018.08); G01N 11/162 (2018.08); G01N 27/00 (2018.08)(21)(22) Application: **2017146126, 26.12.2017**(24) Effective date for property rights:
26.12.2017Registration date:
01.03.2019

Priority:

(22) Date of filing: **26.12.2017**(45) Date of publication: **01.03.2019** Bull. № 7

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, URFU,
Tsentr intellektualnoj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Tyagunov Gennadij Vasilevich (RU),
Tsepelev Vladimir Stepanovich (RU),
Povodator Arkadij Moiseevich (RU),
Baryshev Evgenij Evgenevich (RU),
Vyukhin Vladimir Viktorovich (RU),
Tyagunov Andrej Gennadevich (RU),
Mushnikov Valerij Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Uralskij federalnyj universitet
imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Eltsina"
(UrFU) (RU)**(54) **METAL MELTS EQUILIBRIUM ESTIMATING METHOD**

(57) Abstract:

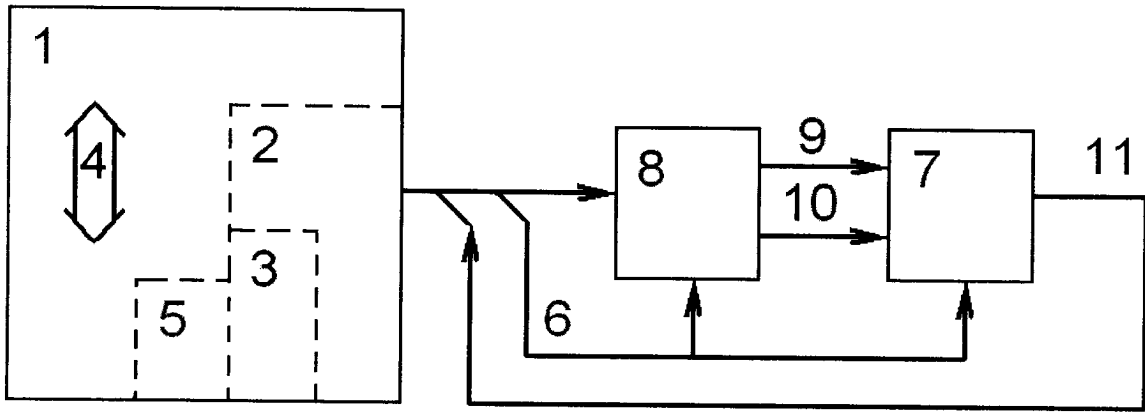
FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to the technical physics and is intended for the metal alloys, mainly steels, melts physical properties parameters determination, during these dependences determining on the alloy samples by the contactless method based on the cylindrical crucible with a sample torsional vibrations study. Additional scope of application is metallurgy. Proposed is the metal melts equilibrium estimation method, in which the metal alloy sample physical properties thermal-time dependencies in the form of $v(t_i)_{\text{heat}} = A_{i\text{heat}} = A_{\text{min}}$ and $v(t_i)_{\text{cool}} = A_{i\text{cool}} = A_{\text{max}}$ are determined. These signals values are memorized and displayed on the multi-channel display, wherein using the above mentioned characteristics A_i

values. At temperature t°_i , exceeding the sample melting $t^{\circ}_i > t^{\circ}_{\text{mel}}$ temperature t°_{mel} signals A_i from the memory device output are switched to the division unit inputs, thus receiving the output signal in the form of the K_i coefficient value, representing the A_{max} and A_{min} ratio. Entering it into the storage device, recording the K_i coefficient, and then using as the melt under study structure equilibrium state assessment quantitative characteristic. In addition, obtaining and using the $K_i = A_{\text{min}}/A_{\text{max}}$ coefficient value less than one $K_i < 1$.

EFFECT: increase in the melt equilibrium estimation reliability and accuracy.

1 cl, 2 dwg



Фиг. 1

RU 2680984 C1

RU 2680984 C1

Изобретение относится к технической физике, а именно, к способам измерения термовременных зависимостей физических свойств веществ, и предназначено для определения параметров физических свойств расплавов металлических сплавов, преимущественно сталей, при определении этих зависимостей у образцов сплавов бесконтактным фотометрическим методом, основанным, в частности, на изучении крутильных колебаний размещенного в электропечи цилиндрического тигля с образцом расплавляемого и охлаждаемого вышеуказанного образца. Дополнительной сферой применения являются металлургия, в том числе разработка и корректировка технологических схем производства сплавов с заданными свойствами.

Изучение термовременных зависимостей свойств образцов металлических сплавов объемом в единицы см^3 позволяет определить их структурно - чувствительные характеристики, проводить прогностический анализ и давать рекомендации для получения сплавов с заданными характеристиками, например, выделять гистерезисные характеристики цикла нагрева и охлаждения, характерные температуры гистерезиса $t^\circ_{\text{Г}}$, аномальные $t^\circ_{\text{ан}}$ и критические $t_{\text{кр}}$ температурные точки. Для исследований металлических расплавов, в частности на основе железа, кобальта, никеля в основном используют способы бесконтактного фотометрического - на базе измерения траектории отраженного от зеркала светового луча - «зайчика», определения параметров расплава, например, вязкости $\nu(t^\circ)$ или удельного электросопротивления $\rho(t^\circ)$ изучаемого образца посредством определения параметров крутильных колебаний упругой нити с подвешенным на ней в электропечи тиглем с этим образцом.

Анализ вида и характеристик термовременных зависимостей - политерм необходим, поскольку они отражают различные физико-химические и структурные параметры данного сплава, в том числе аномалии, скачкообразные структурные изменения или перестройки, происходящие в расплаве, причем такой анализ требует высокой квалификации и опыта экспериментатора. Как правило, расплав является неравновесным, а характер структурных изменений при нагреве жидкого металла не монотонен - см. пат. РФ №2299425, фиг. 4. с. 9 - аналог.

Для подобных сплавов монотонность сохраняется лишь до определенных аномальных температур $t^\circ_{\text{ан}}$, при этом интервал температур от температуры ликвидуса $t_{\text{Л}}$ до аномальных температур $t^\circ_{\text{ан}}$ отражает термическую устойчивость первичной неравновесной структуры расплава, образующейся после плавления шихты. Например, интенсивное увеличение одного из физических свойств - удельного электросопротивления $\rho(t^\circ)$, начинается от $t^\circ_{\text{ан}}$ и продолжается по сложной кривой до температуры гистерезиса $t^\circ_{\text{Г}}$, но устойчивое состояние формирующейся равновесной структуры расплава достигается лишь при нагреве до критических температур $t_{\text{кр}}$. Температурный интервал между $t^\circ_{\text{ан}}$ и температурой гистерезиса $t^\circ_{\text{Г}}$ характеризует интенсивность перестройки структуры расплава в равновесное состояние, т.е. $\Delta t^\circ_{\text{ип}} = t^\circ_{\text{Г}} - t^\circ_{\text{ан}}$. Поскольку температурный интервал $\Delta t^\circ_{\text{ип}}$ зависит от качественного и количественного состава сплавов, он может существенно отличаться у различных сплавов, как и физические свойства этих сплавов, например вязкость $\nu(t^\circ)$ или удельное электросопротивление $\rho(t^\circ)$. При этом вид температурных зависимостей - политерм $\nu(t^\circ)$ или $\rho(t^\circ)$ при охлаждении свидетельствует о сохранении равновесного состояния вплоть до температур кристаллизации. Под равновесным состоянием следует понимать - см. Еланский Г.Н., Еланский Д.Г. «Строение и свойства металлических расплавов», М., МГВИ, 2006, с. 180-181, такой режим существования атомарной системы, при котором ее интегральные

показатели, такие как взаимное расположение атомов и свойства, характеризуются неизменностью и незначительными колебаниями основных параметров относительно среднего значения, а обобщенная структура системы неизменна во времени и пространстве. Равновесность металлического расплава позволяет, в частности, при прочих равных условиях, расширить стабильный температурный участок Δt° значений физических свойств этого сплава. Это позволяет снизить требования в металлургическом производстве, в частности к температурным режимам как при выплавке, так и обработке, например, при ковке нагретого изделия - см. Б.А. Баум и др. «Равновесные и неравновесные состояния металлических расплавов», в кн. «Фундаментальные исследования физикохимии металлических расплавов», М., ИКЦ «Академкнига», 2002, с. 214-217.

Известен фотометрический способ определения вязкости $\nu(t^\circ)$ или электросопротивления $\rho(t^\circ)$ расплава путем регистрации амплитудно-временных параметров траектории светового луча, отраженного от зеркала, закрепленного на закручиваемой упругой нити, на которой подвешен тигель с расплавом, а в конечном итоге - измерения параметров затухания крутильных колебаний и определения декремента затухания δ тигля с расплавом, после выключения принудительного закручивания упругой нити на определенный угол. Используют вычисленное значение декремента затухания δ , для чего измеряют амплитуды затухающих колебаний и число колебаний n_i между ними - см. С.И. Филиппов и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов», М., Металлургия, 1968, с. 242, 243, 246-251, - аналог. Основой вычисления вязкости ν является ее связь с декрементом затухания δ : $\nu \sim \delta^2$ - см. формулу XVI-37, вышеуказанное С.И. Филиппов ..., с. 248 - аналог.

Прототипом является способ, при котором определяют термовременные зависимости физических свойств, например вязкости $\nu(t^\circ_i)$, расплава изучаемого образца металлического сплава при его нагреве $\nu(t^\circ_i)_{\text{нагр}}$ и охлаждении $\nu(t^\circ_i)_{\text{охл}}$, с получением значений физических свойств в виде электрических сигналов $\nu(t^\circ_i)_{\text{нагр}} = A_{i\text{нагр}} = A_{\text{min}}$ и $\nu(t^\circ_i)_{\text{охл}} = A_{i\text{охл}} = A_{\text{max}}$, значения этих сигналов A_{max} и A_{min} при заданной температуре запоминают и отображают на многоканальном дисплее - см. пат РФ №2498267 - прототип.

Недостатками вышеуказанных аналогов и прототипа при осуществлении оценки равновесности металлических расплавов изучаемых сплавов, являются недостаточность, неоднозначность и субъективность качественной оценки равновесности при отсутствии ее количественной оценки. Вследствие этого затруднены возможности анализа значений физических свойств образцов изучаемого сплава, в частности при различных термовременных режимах нагрева и охлаждения расплавов. Кроме того, не обеспечена возможность осуществления данной оценки персоналом невысокой квалификации, например студентами. В конечном итоге, не обеспечена наглядность, достоверность и точность оценки равновесности металлических расплавов при изучении термовременных зависимостей свойств образцов изучаемых сплавов.

Задачей предлагаемого способа является обеспечение возможности получения количественной оценки равновесности металлических расплавов, а также обеспечение возможности корректировки на ее основе режимов плавки и обработки изделий из изучаемого сплава, уменьшение субъективности оценки равновесности металлических расплавов, повышение точности этой оценки, и кроме того, обеспечение возможности ее осуществления персоналом невысокой квалификации, например студентами. В конечном итоге, это обеспечит возможность повышения наглядности, достоверности

и точности оценки равновесности металлических расплавов образцов изучаемых сплавов.

При осуществлении заявляемого способа решается проблема отсутствия способа данного назначения и, соответственно достигается технический результат, который заключается в реализации заявляемого способа.

5 Указанная проблема решается с помощью предлагаемого способа оценки равновесности металлических расплавов.

1. Способ оценки равновесности металлических расплавов, при котором определяют термовременные зависимости физических свойств, например вязкости $\nu(t_i^\circ)$, расплава изучаемого образца металлического сплава при его нагреве $\nu(t_i^\circ)_{\text{нагр}}$ и охлаждении $\nu(t_i^\circ)_{\text{охл}}$, с получением значений физических свойств в виде электрических сигналов $\nu(t_i^\circ)_{\text{нагр}} = A_{\text{нагр}} = A_{\text{min}}$ и $\nu(t_i^\circ)_{\text{охл}} = A_{\text{охл}} = A_{\text{max}}$, значения этих сигналов A_{max} и A_{min} запоминают и отображают на многоканальном дисплее, отличается тем, что используют значения A_i вышеуказанных характеристик, например вязкости $\nu(t_i^\circ)$, при одной и той же температуре t_i° , превышающей температуру $t_{\text{пл}}^\circ$ плавления $t_i^\circ > t_{\text{пл}}^\circ$ вышеотмеченного образца, электрические сигналы A_i с выхода запоминающего устройства коммутируют на входы блока деления, при этом получают выходной сигнал блока деления в виде величины коэффициента K_i , представляющего собой отношение сигналов A_{max} и A_{min} , вводят его в запоминающее устройство, запоминают величину коэффициента K_i и отображают на вышеуказанном дисплее, после чего используют ее в качестве количественной характеристики оценки равновесного состояния структуры изучаемого расплава.

2. Способ по п. 1, отличается тем, что получают и используют преимущественно величину коэффициента $K_i = A_{\text{min}}/A_{\text{max}}$ меньше единицы $K_i < 1$.

Таким образом, при реализации заявляемого способа достигается получение количественной оценки равновесности металлических расплавов в виде коэффициента равновесности $K_H = K_i = A_{\text{min}}/A_{\text{max}}$ образца изучаемого расплава и обеспечение возможности анализа значений коэффициента K_H , в частности при различных термовременных режимах обработки изучаемого расплава и корректировки режимов плавки. Также уменьшается субъективность оценки равновесности расплава, повышается наглядность, достоверность и точность оценки равновесности расплава, а также обеспечивается возможность получения данной оценки персоналом невысокой квалификации, в том числе студентами.

Предлагаемый способ оценки равновесности металлических расплавов поясняется чертежами:

- на фиг. 1. - блок-схема устройства оценки равновесности металлических расплавов;
- на фиг. 2. - определение коэффициента равновесности K_H по температурной

40 зависимости одного из металлических расплавов.

Устройство для оценки равновесности металлических расплавов - см. фиг. 1, содержит лабораторную фотометрическую установку 1, выполненную с возможностью сигнализации, наблюдения и запоминания посредством компьютера с дисплеем 2 и запоминающим устройством 3, шины данных и управляющих электрических сигналов 4, блока сигнализации 5, в состав которой входят электропечь (на схеме не показано), шина синхронизации 6, блок деления 7, коммутатор 8.

Устройство выполняют на следующих элементах: лабораторную фотометрическую установку 1 выполняют в виде устройства с электропечью для изучения термовременных

зависимостей физических свойств веществ, например кинематической вязкости расплавов $\nu(t^\circ)$, которое соединяют шиной данных и управляющих электрических сигналов 4 с компьютером с дисплеем 2 и запоминающим устройством 3, а также блоком сигнализации 5, и выполняют по известной схеме - см. пат. РФ №121587 - полезная модель. Шину данных и управляющих электрических сигналов 4 выполняют в виде многопроводного шлейфа, например USB-кабеля. Шину синхронизации 6 выполняют в виде витой пары или USB кабеля в случае реализации в дискретном виде блока деления 7 и коммутатора 8, либо компьютерной подпрограммы при их виртуальном исполнении. Блок деления 7 может быть выполнен с возможностью установки регулируемого порога. Блок деления 7 выполняют, предпочтительно, в виде виртуального блока, но может он быть выполнен как дискретное устройство. Например, для получения отношения двух электрических сигналов 9 и 10 в аналоговом виде, каждый из которых отображен на дисплее компьютера 2 в виде значения экспериментально определенного физического свойства, например вязкости $\nu(t^\circ)_1$ и $\nu(t^\circ)_2$, их подают одновременно на соответствующие два входа блока деления 7. В этом варианте блок деления 7 выполнен в виде схемы вычислителя отношения на микросхеме фирмы Analog Devices AD534 - см. Р. Граф, В. Шиитс «Энциклопедия электронных схем», т. 6, кн. 5, М., 2003, с. 117-118. Блок деления 7 может быть выполнен в виде калькулятора, который включают в режиме арифметического деления, например в режиме процентных вычислений. При этом в него вручную вводят вышеуказанные числовые значения вязкости $\nu(t^\circ)_1$ и $\nu(t^\circ)_2$. На дисплее калькулятора фиксируется величина вычисленного коэффициента равновесности K_H . В случае цифровых сигналов 9 и 10, которые отражают значения $\nu(t^\circ)_1$ и $\nu(t^\circ)_2$, блок деления 7 выполнен в виде стандартного электронно-счетного частотомера, например, ЧЗ-63, Ф5137, Protec U 3000А, включенного, предпочтительно, в типовом режиме измерения отношения частот $f_i = \phi[(\nu(t^\circ)_i)]$. На его дисплее зафиксирована цифровая величина коэффициента равновесности K_H , равная отношению, например, частот импульсов f_1 и f_2 , однозначно связанных с значениями вязкости $\nu(t^\circ)_1$ и $\nu(t^\circ)_2$ образца изучаемого расплава $f_i = \phi[(\nu(t^\circ)_i)]$. Вариантом реализации блока деления 7 является портативный частотомер на дискретных элементах и одной микросхеме фирмы Intersil ICM7216A - см. сайт <http://www.intersil.com>. Также вариантом реализации блока деления 7 является микроконтроллер с программой расчета отношения подаваемых на его входы цифровых сигналов 9 и 10, например STM32 фирмы STMicroelectronics. Коммутатор 8 выполнен, предпочтительно, в виртуальном виде, либо представляет собой дискретный элемент в виде микросхемы 4-канального коммутатора К561КТЗ - см. В.Л. Шило «Популярные цифровые микросхемы», Справочник, М., Радио и связь, 1987, с. 225-226. Он может использовать один открытый канал в случае последовательной передачи данных из вышеуказанной установки 1, посредством запоминающего устройства 3 компьютера с дисплеем 2, на один вход блока деления 7. Однако предпочтительно четное число открытых каналов, например два, в случае параллельной передачи этих же сигналов 9 и 10 отдельно на два входа блока деления 7.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом.

Приготовленный образец сплава массой несколько десятков граммов размещают в тигле, который подвешивают в зоне нагрева электропечи (на схеме не показано) вышеуказанной установки 1. В течение нескольких часов осуществляют эксперимент по определению физических свойств образца, например, вязкости $\nu(t^\circ)$, в диапазоне

температур от расплавления $t_{\text{пл}}^{\circ}$ до критической температуры $t_{\text{к}}^{\circ}$. Затем рассчитывают, посредством компьютера 2 с запоминающим устройством 3, величины вязкости ν_i .

Значения результатов, в виде термовременных зависимостей или политерм, декремента затухания δ крутильных колебаний тигля с расплавом и рассчитанной на этой основе вязкости $\nu(t^{\circ})$, представляют и запоминают в виде кластера электрических сигналов в запоминающем устройстве 3 компьютера 2. Выбирают два значения физических свойств расплава, например, вязкости $\nu(t^{\circ})_1$ и $\nu(t^{\circ})_2$ при одной и той же температуре t°_i , превышающей температуру плавления $t_{\text{пл}}^{\circ}$ расплава на ветвях нагрева $\nu(t^{\circ})_1$ и охлаждения $\nu(t^{\circ})_2$, например, на $+(10-100)^{\circ}\text{C}$: $t^{\circ}_i = t_{\text{пл}}^{\circ} + (10 \dots 100)^{\circ}\text{C}$. При данной температуре t°_i практически заканчивается структурный переход сплава из твердого состояния в жидкое при нагреве. Электрические сигналы, соответствующие величинам вязкости $\nu(t^{\circ})_1$ и $\nu(t^{\circ})_2$, из компьютера 2 подают на коммутатор 8. В зависимости от значений синхронизационных сигналов, поступающих из компьютера 2 на синхронизационный вход коммутатора 8, сигналы A_i , отражающие величину вязкости $\nu(t^{\circ})_1$ и $\nu(t^{\circ})_2$ поступают на один из входов при последовательной передаче данных, либо, преимущественно, отдельно на два входа блока деления 7 в виде электрических сигналов A_1 9 и A_2 10. На выходе блока деления 7 получают электрический сигнал 11, например, в виде отношения напряжений A_1 9 и A_2 10, который представляют в виде безразмерного коэффициента равновесности $K_i = K_{11} = K_{\text{н}}$, равного отношению A_1 9 и A_2 10, эквивалентному $\nu(t^{\circ})_1$ и $\nu(t^{\circ})_2$ образца изучаемого расплава:

$$K_{\text{н}} = A_{\text{min}} / A_{\text{max}} = A_1 / A_2 = \nu(t^{\circ})_1 / \nu(t^{\circ})_2 \quad (1)$$

При этом $K_{\text{н}} = K_i \leq 1$. Однако, чем ближе получают значение коэффициента $K_{\text{н}} = K_i = A_{\text{min}} / A_{\text{max}}$ к предельному теоретическому значению $K_{\text{н}} = K_i = 1$, тем полагают более равновесным состояние структуры изучаемого образца.

Этот коэффициент $K_{\text{н}}$, в виде электрического сигнала 11 подают в компьютер 2, отображают на его дисплее и сохраняют в запоминающем устройстве 3.

Кроме того, после накопления массива данных по значениям коэффициента равновесности $K_{\text{н}}$, полученным, например за 10-20 экспериментов, возможно осуществление выбора, например, посредством блока деления 7, заданного порогового значения $K_{\text{нпор}}$. коэффициента $K_{\text{н}}$ для данного сплава, сохранение его в виде электрического сигнала $U_{\text{пор}}$. в запоминающем устройстве 3 и блоке сигнализации 5 для оповещения экспериментатора об изменении коэффициента равновесности $K_{\text{н}}$, полученного в текущем эксперименте, например, до уровня ниже порогового $K_{\text{н пор}}$.

Пример. При изучении термовременных зависимостей вязкости образца расплава одной из сталей, определяем величины $\nu(t^{\circ})_1 = 6,5 \cdot 10^7 \text{ м}^2/\text{с}$; $\nu(t^{\circ})_2 = 7,5 \cdot 10^7 \text{ м}^2/\text{с}$. При сигналах A_1 9 = A_{max} и A_2 10 = A_{min} , представленных, например, в виде однополярных аналоговых уровней напряжения $A_1 = U_9 = \psi\{\nu(t^{\circ})_1\} = +6,5 \text{ В}$; $A_2 = U_{10} = \psi\{\nu(t^{\circ})_2\} = +7,5 \text{ В}$, получаем электрический сигнал U_{11} 11 на выходе блока деления 7 в виде отношения $K_{\text{н}} = A_{\text{min}}/A_{\text{max}} = U_9/U_{10}$ в соответствии с формулой (1), $K_{\text{н}} = 6,5\text{В}/7,5 \text{ В} = 0,87$. Это отношение и является величиной коэффициента равновесности $K_{\text{н}} = 0,87$.

Если в результате термовременной обработки расплава этого сплава коэффициент

равновесности K_H возрастет до значений, более близких к единице, это будет свидетельствовать об уменьшении степени неравновесности расплава, и в конечном итоге, повышении качества сплава. Например, в этом случае для одного из жаропрочных сплавов 52Н вблизи температуры сплава $t_i = +950^\circ\text{C}$ было определено расширение температурного диапазона $\Delta t^\circ_{\text{ст}}$ с 20°C до 200°C для стабильных значений физических свойств. Увеличение этого диапазона $\Delta t^\circ_{\text{ст}}$ у образца изучаемого сплава ведет к снижению технологических, энергетических и экономических затрат, например при ковке.

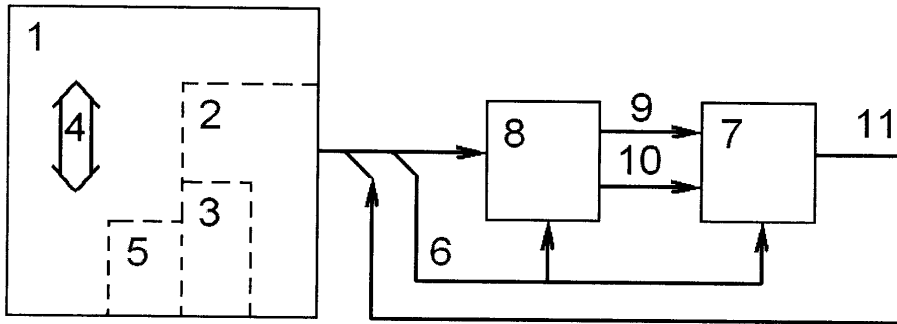
Отличительные признаки предлагаемого способа обеспечивают возможность получения количественной оценки равновесности металлических расплавов в виде коэффициента равновесности K_H . Это обеспечивает дополнительную информацию о расплавах и корректировку на ее основе режимов плавки и обработки сплава. Уменьшается субъективность оценки равновесности металлических расплавов, возрастает точность этой оценки, а также обеспечивается возможность ее осуществления персоналом невысокой квалификации, например студентами. В конечном итоге, возрастает наглядность, достоверность и точность оценки равновесности металлических расплавов.

(57) Формула изобретения

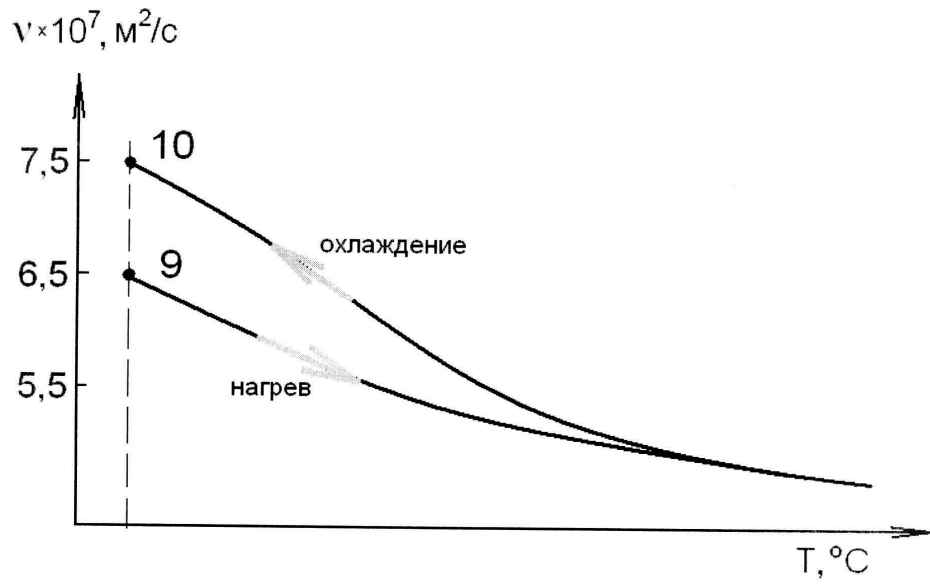
1. Способ оценки равновесности металлических расплавов, при котором определяют термовременные зависимости физических свойств, например вязкости $\nu(t_i^0)$, расплава изучаемого образца металлического сплава при его нагреве $\nu(t_i^0)_{\text{нагр}}$ и охлаждении $\nu(t_i^0)_{\text{охл}}$, с получением значений физических свойств в виде электрических сигналов $\nu(t_i^0)_{\text{нагр}} = A_{\text{нагр}} = A_{\text{min}}$ и $\nu(t_i^0)_{\text{охл}} = A_{\text{охл}} = A_{\text{max}}$, значения этих сигналов A_{max} и A_{min} запоминают и отображают на многоканальном дисплее, отличается тем, что используют значения A вышеуказанных характеристик, например вязкости $\nu(t_i^0)$, при одной и той же температуре t_i^0 , превышающей температуру $t_{\text{пл}}^0$ плавления $t_i^0 > t_{\text{пл}}^0$ вышеотмеченного образца, электрические сигналы A_i с выхода запоминающего устройства коммутируют на входы блока деления, при этом получают выходной сигнал блока деления в виде величины коэффициента K_i , представляющего собой отношение сигналов A_{max} и A_{min} , вводят его в запоминающее устройство, запоминают величину коэффициента K_i и отображают на вышеуказанном дисплее, после чего используют ее в качестве количественной характеристики оценки равновесного состояния структуры изучаемого расплава.

2. Способ по п. 1 отличается тем, что получают и используют преимущественно величину коэффициента $K_i = A_{\text{min}}/A_{\text{max}}$ меньше единицы $K_i < 1$.

Способ оценки равновесности
металлических расплавов



Фиг. 1

Способ оценки равновесности
металлических расплавов

Фиг.2