



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 201 966** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **C 21 C 1/00, 1/10, B 22 D 1/00, 27/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

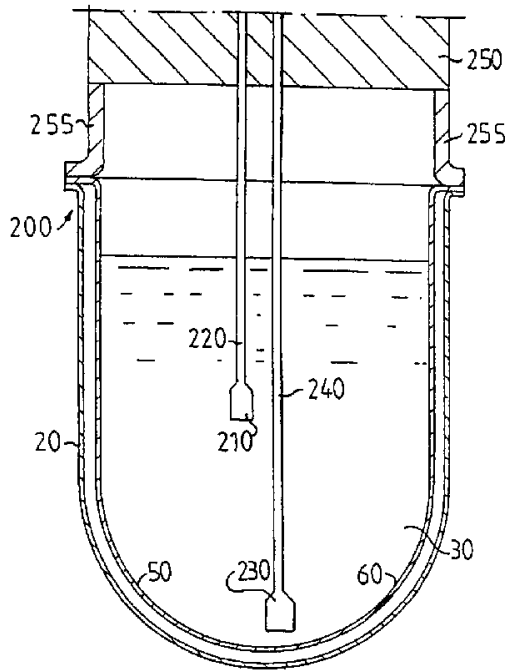
(21), (22) Заявка: 2000115578/02, 17.11.1998
(24) Дата начала действия патента: 17.11.1998
(30) Приоритет: 17.11.1997 SE 9704208-9
(43) Дата публикации заявки: 10.06.2002
(46) Дата публикации: 10.04.2003
(56) Ссылки: WO 8601755 A, 27.03.1986. RU 2016080 C1, 15.07.1994. EP 0347052 A1, 20.12.1989. WO 93/20965 A1, 28.10.1993. WO 93/20969 A1, 28.10.1993. US 5373888, 20.12.1994.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 19.06.2000
(86) Заявка РСТ: SE 98/02072 (17.11.1998)
(87) Публикация РСТ: WO 99/25888 (27.05.1999)
(98) Адрес для переписки: 129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(71) Заявитель: СИНТЕРКАСТ АБ (SE)
(72) Изобретатель: АНДЕРССОН Конни (SE)
(73) Патентообладатель: СИНТЕРКАСТ АБ (SE)
(74) Патентный поверенный: Кузнецов Юрий Дмитриевич

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУННОГО ЛИТЬЯ С КОМПАКТНЫМ ГРАФИТОМ, СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ СТРУКТУРУ ДОБАВКИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ (ВАРИАНТЫ) И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУННОГО ЛИТЬЯ

(57) Изобретение относится к металлургии, конкретно к способам получения литьем чугуна с компактным и шаровидным графитом с определением коэффициентов из кривых охлаждения и регулированием содержания модифицирующих структуру добавок в расплаве. Для определения количества модифицирующей добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным и шаровидным графитом, выполняют четыре калибровки, основываясь на кривых охлаждения, регистрируемых в центре емкости для проб. Кривые охлаждения затем анализируют, определяя коэффициенты регулирования γ , ϕ , ρ_B и k . Выполняют три независимых определения количества модифицирующих структуру добавок и определяют наиболее точный результат. Изобретение также относится к устройству управления производством чугуна и содержит средство для отбора пробы, компьютерную систему сбора данных и средство для

введения модифицирующих структуру добавок в расплавленный чугун. Устройство для отбора пробы содержит представительную пробу расплавленного чугуна, которую подвергают термическому анализу, при котором измерения кривых "температура-время" передают в компьютер и представляют в виде кривых охлаждения. Компьютер вычисляет необходимое количество вводимой модифицирующей структуру добавки и автоматически приводит в действие средство для введения модифицирующей структуру добавки, в результате чего расплав обеспечивается соответствующим количеством этих добавок. Изобретение позволяет прогнозировать микроструктуру чугуна, оценивать гораздо больший диапазон кривых "температура-время" и выбирать требуемое количество модифицирующей добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным и шаровидным графитом. 5 с. и 7 з.п.ф-лы, 6 ил.



Фиг. 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 201 966** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **C 21 C 1/00, 1/10, B 22 D**
1/00, 27/00

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000115578/02 , 17.11.1998
 (24) Effective date for property rights: 17.11.1998
 (30) Priority: 17.11.1997 SE 9704208-9
 (43) Application published: 10.06.2002
 (46) Date of publication: 10.04.2003
 (85) Commencement of national phase: 19.06.2000
 (86) PCT application:
 SE 98/02072 (17.11.1998)
 (87) PCT publication:
 WO 99/25888 (27.05.1999)
 (98) Mail address:
 129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3,
 OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
 Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(71) Applicant:
SINTERKAST AB (SE)
 (72) Inventor: **ANDERSSON Konni (SE)**
 (73) Proprietor:
SINTERKAST AB (SE)
 (74) Representative:
Kuznetsov Jurij Dmitrievich

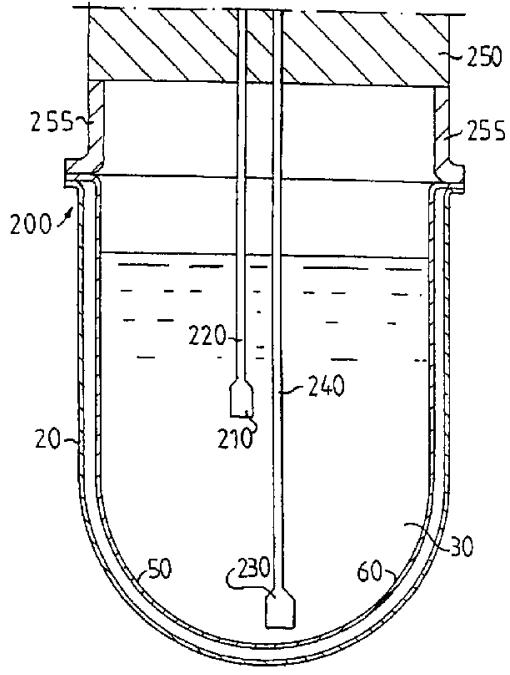
(54) **PROCESS OF PRODUCTION OF CAST IRON ARTICLES WITH COMPACT GRAPHITE, METHOD ESTABLISHING QUANTITY OF STRUCTURE MODIFYING ADDITION AGENT AND GEAR FOR ITS IMPLEMENTATION (VERSIONS), SET TO REALIZE PROCESS OF PRODUCTION OF CAST IRON ARTICLES**

(57) Abstract:
 FIELD: metallurgy. SUBSTANCE: invention particularly refers to processes of production of cast iron articles with compact and ball-shaped graphite with determination of coefficients from cooling curves and with control over content of structure modifying alloys in melt. Four calibrations based on cooling curves registered in center of vessel for specimens are carried out to establish quantity of modifying alloy added into melt to produce cast iron with compact and ball-shaped graphite. Cooling curves are then analyzed to determine control factors γ, ϕ, ρ_B and k. Three independent determinations of quantity of structure modifying addition agents are executed and most accurate result is found. Invention is also related to gear for control over production of cast iron that

includes sampler, computer system to collect data and aid to inject structure modifying addition agent into molten cast iron. Sampler includes representative specimen of molten cast iron which is subjected to thermal analysis during which measurements of curves " temperature-time " are entered into computer and displayed as cooling curves. Computer computes required quantity of injected structure modifying addition agent and automatically activates aid to inject structure modifying addition agent. As result melt is provided with proper quantity of these addition agents. EFFECT: capability to predict microstructure of cast iron, to evaluate substantially large range of curves " temperature-time " and to choose required quantity of modifying addition agent injected into melt to produce cast iron with compact and ball-shaped graphite. 12 cl, 6 dwg

RU 2 201 966 C2

RU 2 201 966 C2



Фиг. 1

Данное изобретение относится к способу прогнозирования микроструктуры, с которой затвердевает определенный расплав чугуна. Данное изобретение также относится к устройству для осуществления этого способа.

Область техники

В документе WO 86/01755 (включенном в данную заявку в качестве ссылки) описывается способ производства чугуна с компактным графитом. Пробу берут из ванны расплавленного чугуна и дают ей затвердеть в течение времени от 0,5 до 10 мин. Температуру регистрируют одновременно двумя реагирующими на температуру средствами, одно из которых помещают в центре пробы, а другое - в непосредственной близости к стенке емкости. Так называемые кривые охлаждения, характеризующие температуру пробы чугуна в зависимости от времени, регистрируют для каждого из двух реагирующих на температуру средств. В соответствии с этим документом затем можно определить необходимое количество модифицирующих структуру добавок, которые нужно ввести в расплав, чтобы получить желательную микроструктуру. Но подробной информации о том, как оценивать эти кривые, не содержится.

В документе WO 92/06809 (включенном в данную заявку в качестве ссылки) описывается конкретный способ оценки кривых охлаждения, получаемых способом по документу WO 86/01755. Согласно этому документу пологий участок кривой охлаждения указывает на то, что кристаллы чешуйчатого графита осадились вблизи реагирующего на температуру средства. Поскольку на емкости для проб специально создают покрытие из оксидного или сульфидного материала, который расходует активную форму модифицирующих структуру добавок и таким образом моделирует их естественную потерю или убыль во время литья, то этот пологий участок кривой часто встречается на кривой охлаждения, получаемой от реагирующего на температуру средства, установленного вблизи стенки емкости. Затем специалист может определить, нужно ли вводить в расплав добавку, модифицирующую структуру, чтобы получить чугун с компактным графитом, с помощью данных калибровки. Согласно способу по документу WO 92/06809 требуются "совершенные" кривые, содержащие явно выраженный пологий участок. Но иногда несмотря на факт формирования чешуйчатого графита регистрируются кривые охлаждения без явно выраженного пологого участка. К настоящему времени не имелось возможности использовать кривые без явно выраженного пологого участка в качестве основы для вычисления точного количества модифицирующей структуру добавки, которую нужно добавить в расплав, чтобы получать в течение всего периода литья чугун, содержащий компактный графит.

Сущность изобретения

Выяснено, что можно использовать фактически любую совокупность кривых охлаждения, получаемых для эвтектического и доэвтектического затвердевания, и с помощью оборудования, указываемого в документах WO 86/01755 и WO 92/06809 в качестве основы для расчета точного количества модифицирующей структуру

вводимой добавки. Способ согласно данному изобретению включает в себя следующие операции:

5 а) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав, чтобы получить чугун с компактным графитом или чугун с шаровидным графитом как функцию γ , где

$$\gamma = (TA_{\max} - TA_{\min}) / (TB_{\max} - TB_{\min}),$$

10 где TA_{\max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб;

TA_{\min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб;

15 TB_{\max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб;

TB_{\min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб;

20 б) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом как функцию ϕ , где

$$\phi = (TA'_{\max}) / (TB'_{\max})$$

25 где TA'_{\max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб; и

30 TB'_{\max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб;

35 в) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом как функцию (ρ_B) первого пика первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб;

40 д) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом как функцию k , где

$$k = \sigma_A / \sigma_B,$$

45 где σ_A - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб; и

σ_B - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости;

50 е) регистрируют кривые охлаждения в центре емкости для проб и у стенки емкости для проб соответственно для конкретной пробы расплавленного чугуна;

55 ф) в зависимости от результата операции е) выбирают одну из калибровочных кривых из числа операций а)-д), дающую наиболее точный результат; и

г) вычисляют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав.

60 Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Как указывалось выше, данное изобретение относится к способу прогнозирования микроструктуры, с которой затвердевает определенный расплав чугуна. Пользуясь данным способом, можно оценить гораздо больший диапазон кривых

"температура-время" по сравнению с известным уровнем техники и также можно получить более точные результаты.

Термин "кривая охлаждения" в данной заявке относится к графикам, характеризующим температуру как функцию времени, которые строят способами согласно документам WO 86/01755 и WO 92/06809.

Термин "емкость для проб" в данной заявке относится к небольшой емкости для размещения в ней пробы, которую при использовании для термического анализа заполняют пробой расплавленного металла. Температуру расплавленного металла затем регистрируют во время затвердевания соответствующим образом. Стенки емкости для проб покрывают материалом, уменьшающим количество модифицирующей структуры добавки в непосредственной близости к стенке емкости. Емкость для проб предпочтительно выполнена в соответствии с описаниями в документах WO 86/01755, WO 92/06809, WO 91/13176 и WO 96/23206 (включены в данную заявку в качестве ссылки).

Упомянутый здесь термин "устройство для отбора пробы" относится к устройству, содержащему емкость для проб, оснащенную, по меньшей мере, одним реагирующим на температуру средством для термического анализа; причем указанное средство предназначено для погружения в затвердевающую пробу металла во время анализа; и средство для заполнения емкости для проб расплавленным металлом. Емкость для проб предпочтительно оснащена указанными датчиками согласно описанию в документе WO 96/23206.

Упомянутый здесь термин "модифицирующая структура добавки" относится к соединениям, либо содействующим приданию графиту шаровидной формы, либо осаждению графита, присутствующего в расплавленном чугуне. Соответствующие соединения можно выбрать из группы хорошо известных из уровня техники затравок, модифицирующих форму веществ, таких как магний, церий и др. редкоземельные металлы. Взаимосвязь между концентрацией модифицирующих структуру добавок в расплавленных чугунах и графитной морфологией затвердеваемых чугунов описывается в указанных документах WO 92/06809, WO 86/01755.

Изобретение также относится к устройству управления производством чугуна с компактным графитом, с помощью которого отбирают пробу расплавленного чугуна и вычисляют необходимое количество модифицирующих структуру добавок, если таковые требуются, вводимых в расплавленный чугун. Устройство содержит средство для отбора пробы, компьютерную систему сбора данных и средство для введения модифицирующих структуру добавок в расплавленный чугун. Устройство для отбора пробы содержит представительную пробу расплавленного чугуна, которую подвергают термическому анализу, при котором измерения температуры/времени передают в компьютер и представляют в виде кривых охлаждения. Компьютер вычисляет необходимое количество вводимой модифицирующей структуру добавки и автоматически приводит

в действие средство для введения модифицирующей структуру добавки, в результате чего расплав обеспечивается соответствующим количеством этих добавок.

Ниже изобретение поясняется со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

На фиг. 1 изображено поперечное сечение части устройства для отбора пробы, которое можно применять согласно данному изобретению;

фиг. 2 - примеры кривых охлаждения, регистрируемых с помощью двух реагирующих на температуру средств, из которых одно установлено в середине емкости для проб (кривая I), а другое - вблизи стенки емкости (кривая II);

фиг. 3 - кривая охлаждения, соответствующая кривой II на фиг. 2. Изображена также первая временная производная кривой;

фиг. 4А - определяет параметры $T_{V'_{max}}$, $T_{V'_{min}}$. Изображены значения $T_{V'}$ и $\sigma_{V'}$ для части кривой охлаждения в области стенки, содержащей условную рекалесценцию недостаточного охлаждения в области стенки и рост устойчивого состояния. Параметры центра кривой имеют общее обозначение "А", а параметры у стенки обозначены как "В";

фиг. 4В изображает три разных вида кривой в зависимости от величины роста чешуйчатого графита на первоначальных стадиях затвердевания;

фиг. 5 показывает потоки в пробе затвердевающего расплавленного металла и демонстрирует, как эти потоки воздействуют на чугун с чешуйчатым графитом, обычно формируемым вблизи стенки емкости;

фиг. 6 схематически изображает управление производством чугуна с компактным графитом согласно изобретению.

Как указывалось выше, на фиг. 1 изображена металлосодержащая часть устройства для отбора пробы 200, которое может быть использовано при осуществлении данного способа. Средство заполнения емкости пробой расплавленного металла не изображено. Устройство 200 оснащено двумя датчиками, выполненными, в основном, в соответствии с упоминаемым выше документом WO86/01755. Измеряющий температуру элемент 210 первого реагирующего на температуру датчика 220 установлен в центре расплавленного металла 30, а измеряющий температуру элемент 230 второго датчика 240 установлен вблизи внутренней поверхности 60 (которая может иметь покрытие и может не иметь его; на чертеже покрытие не изображено) внутренней стенки 50. Элемент 250 опоры датчиков предназначен для фиксирования датчиков 220, 240 в нужном положении во время анализа. Элемент опоры датчика соединен с емкостью опорами 255, между которым расплавленный металл протекает в емкость во время погружения.

На фиг. 2 изображена совокупность кривых охлаждения, регистрируемых с двух реагирующих на температуру средств, из которых одно установлено в середине емкости для проб (кривая I), а другое - вблизи стенки емкости (кривая II). Кривая I является типичной кривой затвердевания компактного графита в центре пробы. Первая точка перегиба, или температурная остановка, обусловлена формированием первичного

аустенита, который обычен для доэвтектических чугунов. Точка перегиба кривой II, напротив, указывает местное образование чешуйчатого графита, обусловленное недостаточностью модифицирующей структуры добавки после реакции с покрытием стенки. Фиг. 3 также изображает кривую II и ее соответствующую первую временную производную. В этом случае имеется взаимосвязь между областью первого пика (ρ_B) первой временной производной кривой охлаждения и количеством образования чешуйчатого графита вблизи стенки емкости.

При затвердевании литья/пробы в литейной форме/емкости для проб находящиеся в атмосфере или в материале литейной формы/емкости для проб кислород, сера и пр. могут реагировать с модифицирующими структуру добавками в чугуне. Для чугуна с компактным графитом это может привести к образованию чешуйчатого графита вблизи стенки литейной формы/емкости для проб. Фактически количество образуемого чешуйчатого графита увеличивается, когда понижается концентрация модифицирующих структуру добавок. Поэтому количество чешуйчатого графита, образуемого у стенки, можно использовать как меру концентрации остаточных модифицирующих структуру добавок в объеме металла.

Поскольку чешуйчатый графит зарождается при более высокой температуре недостаточного охлаждения, чем компактный графит, то его можно различить с помощью термического анализа. На фиг. 3 изображена кривая охлаждения и соответствующая первая производная, регистрируемая вблизи стенки, где образуются и чешуйчатый графит, и компактный графит. Количество образуемого чешуйчатого графита можно контролировать измерением области ρ_B первого пика первой производной кривой "температура/время". Количество образуемого компактного графита можно аналогично контролировать путем измерения области σ_B второго пика первой производной кривой "температура/время".

Но в связи с формой кривой охлаждения вычислить ту или иную, или обе указанные выше области ρ и σ иногда невозможно. Примеры кривых, регистрируемых вблизи стенки и отклоняющихся от идеальной формы кривой (кривая II на фиг. 2 и 3), даны на фиг. 4В. До настоящего времени не имелось возможности оценить результаты, представляемые кривыми T_{B1} , T_{B2} , T_{B3} , и в случае получения этих кривых измерение необходимо было повторять, что приводило к снижению производительности и, возможно, браковке чугуна по причине чрезмерного падения температуры.

В соответствии с данным изобретением анализ кривых охлаждения может быть основан на следующем факте: с увеличением количества образования чешуйчатого графита количество компактного графита должно снижаться, так как общее количество выделяемого углерода является приблизительно постоянным. На фиг. 4А изображена кривая охлаждения, регистрируемая вблизи стенки в случае образования компактного графита.

Образование компактного графита отличается положительным максимальным наклоном кривой (T'_{Bmax}), рекалесценции ($T_{Bmax}-T_{Bmin}$) и области σ_B . На фиг. 4В изображена эта же кривая с поступательно увеличивающимися количествами образования чешуйчатого графита. Как рекалесценция, максимальный наклон, так и область ниже пика T'_B уменьшаются с ростом количества чешуйчатого графита.

Количество тепла, высвобождаемого при первоначальном образовании чешуйчатого графита вблизи стенки, очень невелико и фактически недостаточно, чтобы оно могло надежно использоваться в качестве параметра управления. Но если форма дна емкости для проб является преимущественно сферической, и если сама емкость предварительно нагрета (например, погружением в расплавленный чугун) во избежание тем самым образования зоны быстрого охлаждения затвердеваемого чугуна вблизи стенки, и если емкость подвешена свободно, чтобы тепло не отводилось в пол или в монтажную стойку, то в расплавленном чугуне в емкости для проб будет создан благоприятный конвективный поток. Эти конвекционные потоки "отполаскивают" чешуйчатый графит от предварительно нагретых верхних стенок емкости для проб и эффективно сосредоточивают рост чешуек в отделенной от потока области в основании, преимущественно, сферической емкости. За счет стратегического позиционирования датчика стенки в отделенной от потока области можно получить укрупненное и более чувствительное измерение реакции чешуйчатого графита у стенки.

Для способа согласно данному изобретению требуется выполнение четырех калибровок:

а) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом как функцию γ , где

$$\gamma = (TA_{max} - TA_{min}) / (TB_{max} - TB_{min}),$$

где TA_{max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб; TA_{min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб;

TB_{max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб;

TB_{min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб;

б) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом как функцию ϕ , где

$$\phi = (TA'_{max}) / (TB'_{max}),$$

где TA'_{max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб; и TB'_{max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб;

с) определяют количество модифицирующей структуру добавки,

вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом как функцию (ρ_B) первого пика первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб;

d) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом как функцию k , где

$$k = \sigma_A / \sigma_B,$$

где σ_A - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб; и σ_B - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости.

Те же соответствующие калибровки выполняют при производстве чугуна с шаровидным графитом.

В основном калибровки основываются на кривых охлаждения, регистрируемых в центре емкости для проб. Причина этого состоит в том, что обычно в центре чешуйки не образуются, и поэтому на $TA_{max} - TA_{min}$, TA'_{max} и σ_A осаждение чешуйчатого графита отрицательного воздействия не оказывает. Соответственно центр можно использовать как опорную точку, даже когда модификация настолько низкая, что чешуйчатый графит образуется на стенке.

Количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в конкретную пробу, вычисляют после проведения обычного термического анализа, описываемого в ранее упомянутых документах WO 86/01755 и WO 92/06809. Кривые охлаждения затем анализируют, определяя γ , ϕ , ρ_B и k . Выполняют три независимых определения количества модифицирующих структуру вводимых добавок, и затем специалист в данной области может легко выбрать то определение, которое дает наиболее точный результат.

Способ прогнозирования предпочтительно выполняют с помощью компьютеризированной системы, особенно в случае, когда необходимо выполнить большое число измерений. В этом случае используют тот же описываемый выше тип устройства для отбора проб 22. Эта компьютеризированная система схематически изображена на фиг. 6. При измерении определенной пробы два реагирующих на температуру средства 10, 12 направляют сигналы в компьютер 14, содержащий ПЗУ 16 и ЗУПВ 15, для формирования кривых охлаждения. Компьютер производит выборку указанных калибровочных данных в ПЗУ 16 и вычисляет количество модифицирующих структуру добавок, вводимых в расплав. Это количество сообщают в средство 18 для введения модифицирующей структуру добавки в корректируемый расплав 20, в результате чего расплав обеспечивают соответствующим количеством этих добавок.

Формула изобретения:

1. Способ производства чугунного литья с компактным графитом или с шаровидным графитом с помощью устройства для отбора проб, средства контроля температуры как функции времени и средства для введения модифицирующих структуру

добавок в расплавленный чугун, из которого осуществляют литье, причем указанный способ содержит следующие операции: а) для выбранного способа литья выполняют следующее: (i) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав, чтобы получить чугун с компактным графитом, или чугун с шаровидным графитом, как функцию первого коэффициента регулирования γ , где

$$\gamma = (TA_{max} - TA_{min}) / (TB_{max} - TB_{min}),$$

где TA_{max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TA_{min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB_{max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB_{min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна,

ii) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом, как функцию второго коэффициента регулирования ϕ , где

$$\phi = (TA'_{max}) / (TB'_{max}),$$

где TA'_{max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB'_{max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

iii) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом, как функцию третьего коэффициента регулирования (ρ_B), который является областью под первым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна; iv) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом, как функцию четвертого коэффициента регулирования k , где

$$k = \sigma_A / \sigma_B,$$

где σ_A - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб;

σ_B - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости;

b) во время затвердевания регистрируют кривые охлаждения в центре емкости для проб и у стенки емкости для проб, соответственно, для конкретной пробы расплавленного чугуна; с)

вычисляют γ , ϕ , ρ_B и k , относящиеся к кривым "температура/время", полученным во время

операции b), и выбирают один из этих коэффициентов γ , ϕ , ρ_B и K , дающий наиболее точный результат; d) вычисляют количество модифицирующей структуру добавки (V_a), вводимой в расплав; e) вводят вычисленное количество модифицирующей структуру добавки и f) выполняют операцию литья известным образом.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что применяют, преимущественно сферическую емкость для проб регистрируемые вблизи стенки емкости кривые охлаждения регистрируют в отделенной от потока области в основании преимущественно сферической емкости для проб.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что производят чугун с компактным графитом.

4. Способ определения количества модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплавленный чугун для производства чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом, с помощью устройства для отбора проб, средства для контролирования температуры как функции времени и средства для введения модифицирующих структуру добавок в расплавленный чугун, из которого осуществляют литье, причем указанный способ содержит следующие операции: а) для выбранного способа литья выполняют следующее: (i) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав, чтобы получить чугун с компактным графитом или чугун с шаровидным графитом, как функцию первого коэффициента регулирования γ , где

$$\gamma = (TA_{\max} - TA_{\min}) / (TB_{\max} - TB_{\min}),$$

где TA_{\max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TA_{\min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB_{\max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB_{\min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна,

ii) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом, как функцию второго коэффициента регулирования ϕ , где

$$\phi = (TA'_{\max} / (TB'_{\max})),$$

где TA'_{\max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB'_{\max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

iii) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом, как функцию третьего

коэффициента регулирования (ρ_B), который является областью под первым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна; iv) определяют количество модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав для получения чугуна с компактным графитом или чугуна с шаровидным графитом, как функцию K , где

$$K = \sigma_A / \sigma_B,$$

где σ_A - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб;

σ_B - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости,

b) во время затвердевания регистрируют кривые охлаждения в центре емкости для проб и у стенки емкости для проб, соответственно, для конкретной пробы расплавленного чугуна;

c) вычисляют γ , ϕ , ρ_B и K , относящиеся к кривым "температура/время", полученным во время операции b), и выбирают один из этих коэффициентов, дающий наиболее точный результат; d) вычисляют количество модифицирующей структуру добавки (V_a), вводимой в расплав.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что применяют преимущественно сферическую емкость для проб регистрируемые вблизи стенки емкости кривые охлаждения регистрируют в отделенной от потока области в основании преимущественно сферической емкости для проб.

6. Способ по п.4 или 5, отличающийся тем, что производят литье с компактным графитом.

7. Устройство для определения в реальном времени количества модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав чугуна (20) в процессе производства чугуна с компактным графитом, содержащее первый температурный датчик (10) для регистрирования кривой охлаждения в центре емкости для проб; второй температурный датчик (12) для регистрирования кривой охлаждения вблизи стенки емкости для проб;

компьютерное устройство (14) для определения значения (V_a) количества модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав, запоминающее устройство (16), обеспечиваемое заранее записанными данными о кривых охлаждения; при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения первого коэффициента регулирования γ (из которого можно вычислить первое значение прогнозирования (VI)), где

$$\gamma = (TA_{\max} - TA_{\min}) / (TB_{\max} - TB_{\min}),$$

где TA_{\max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TA_{\min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB_{\max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемое у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

$T_{B_{min}}$ - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемое у стенки емкости для проб во время затвердения пробы чугуна,

при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения второго коэффициента регулирования ϕ (из которого можно вычислить второе значение прогнозирования ($V2$)), где

$$\phi = (TA'_{max}) / (TB'_{max}),$$

где TA'_{max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB'_{max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна,

при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения третьего коэффициента регулирования (ρ_B) (из которого можно вычислить третье значение прогнозирования ($V3$)), где третий коэффициент регулирования (ρ_B) относится к области первого пика первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб; при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения четвертого коэффициента регулирования (κ) (из которого можно вычислить четвертое значение прогнозирования ($V4$)), где

$$\kappa = \sigma_A / \sigma_B,$$

где σ_A - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб;

σ_B - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости,

при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью сравнения первого, второго, третьего и четвертого коэффициентов регулирования (γ , ϕ , ρ_B и κ) с заранее записанными данными о кривых охлаждения и с возможностью выбора одного из коэффициентов регулирования (γ , ϕ , ρ_B и κ) при реагировании на результат сравнения, отличающееся тем, что компьютерное устройство выполнено с возможностью вычисления точного значения количества (Va) модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав, при реагировании на выбранный коэффициент регулирования (γ , ϕ , ρ_B и κ).

8. Устройство по п.7, отличающееся тем, что второй температурный датчик (12) выполнен таким образом, что кривые охлаждения, регистрируемые вблизи стенки емкости для проб, регистрируются в отделенной от потока области в основании преимущественно сферической емкости для проб.

9. Устройство для определения количества модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав чугуна (20) во время процесса производства чугуна литья с шаровидным графитом, содержащее первый температурный датчик (10) для регистрирования кривой охлаждения в центре емкости для проб; второй температурный датчик (12) для регистрирования кривой охлаждения вблизи стенки емкости для проб;

компьютерное устройство (14) для определения значения (Va) количества модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав, запоминающее устройство (16), обеспечиваемое заранее записанными данными о кривых охлаждения, при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения первого коэффициента регулирования γ (из которого можно вычислить первое значение прогнозирования ($V1$)), где

$$\gamma = (TA_{max} - TA_{min}) / (TB_{max} - TB_{min}),$$

где TA_{max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TA_{min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB_{max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB_{min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна,

при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения второго коэффициента регулирования ϕ (из которого можно вычислить второе значение прогнозирования ($V2$)), где

$$\phi = (TA'_{max}) / (TB'_{max}),$$

где TA'_{max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB'_{max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна,

при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения третьего коэффициента регулирования (ρ_A) (из которого можно вычислить третье значение прогнозирования ($V3$)), где третий коэффициент регулирования (ρ_B) относится

к области первого пика первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб, при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения четвертого коэффициента регулирования (κ) (из которого можно вычислить четвертое значение прогнозирования ($V4$)), где

$$\kappa = \sigma_A / \sigma_B,$$

где σ_A - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб;

σ_B - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости,

при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью сравнивать первый, второй, третий и четвертый коэффициенты регулирования (γ , ϕ , ρ_B и κ) с заранее записанными данными о кривых охлаждения с возможностью выбора одного из коэффициентов регулирования (γ , ϕ , ρ_B и κ) при реагировании на результат сравнения, причем компьютерное устройство выполнено

с возможностью вычисления точного значения количества (Va) модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав, при реагировании на выбранный коэффициент регулирования (γ , ϕ , ρ_B и κ).

10. Устройство по п.9, отличающееся тем, что второй температурный датчик (12) выполнен таким образом, что кривые охлаждения, регистрируемые вблизи стенки емкости для проб, регистрируются в отделенной от потока области в основании преимущественно сферической емкости.

11. Устройство для производства чугуна литья, содержащее устройство (22) для отбора проб расплавленного чугуна из расплава чугуна (20), из которого производят литье, содержащее компактный графит или шаровидный графит; первый температурный датчик (10) для регистрации кривой охлаждения в центре емкости для проб; второй температурный датчик (12) для регистрации кривой охлаждения вблизи стенки емкости для проб; компьютерное устройство (14) для определения значения (Va) количества модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав, запоминающее устройство (16), обеспечиваемое заранее записанными данными о кривых охлаждения; средство (18) для введения нужного количества модифицирующей структуру добавки при реагировании на сигнал от компьютерного устройства, причем указанный сигнал соответствует указанному значению (Va) количества; при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения первого коэффициента регулирования γ (из которого можно вычислить первое значение прогнозирования (V1)), где

$$\gamma = (TA_{\max} - TA_{\min}) / (TB_{\max} - TB_{\min}),$$

где TA_{\max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TA_{\min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB_{\max} - значение локального максимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB_{\min} - значение локального минимума кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна,

при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения второго коэффициента регулирования ϕ (из которого можно вычислить второе значение

прогнозирования (V2)), где

$$\phi = (TA'_{\max}) / (TB'_{\max}),$$

где TA'_{\max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна;

TB'_{\max} - максимальное значение первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб во время затвердевания пробы чугуна,

при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью определения третьего коэффициента регулирования (ρ_A) (из которого можно вычислить третье значение прогнозирования (V3)), где третий коэффициент регулирования (ρ_B) относится к области первого пика первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб; при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью

определения четвертого коэффициента регулирования (κ) (из которого можно вычислить четвертое значение прогнозирования (V4)), где

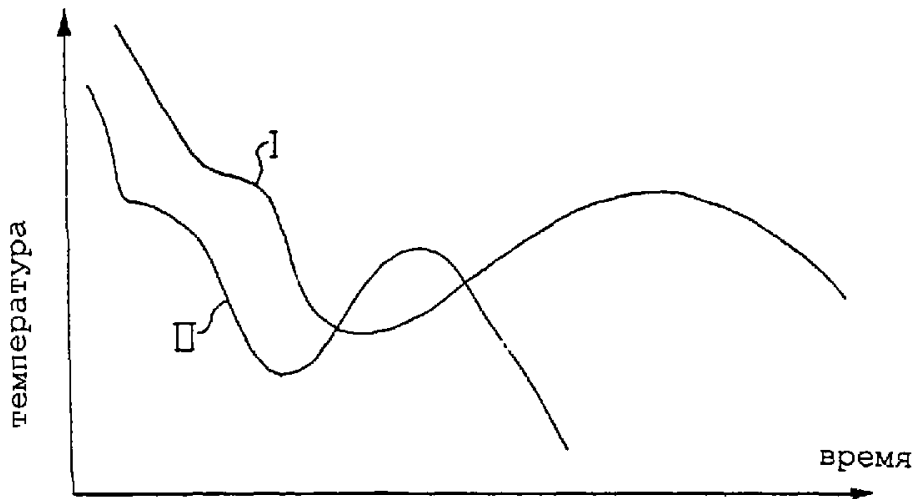
$$\kappa = \sigma_A / \sigma_B,$$

где σ_A - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой в центре емкости для проб;

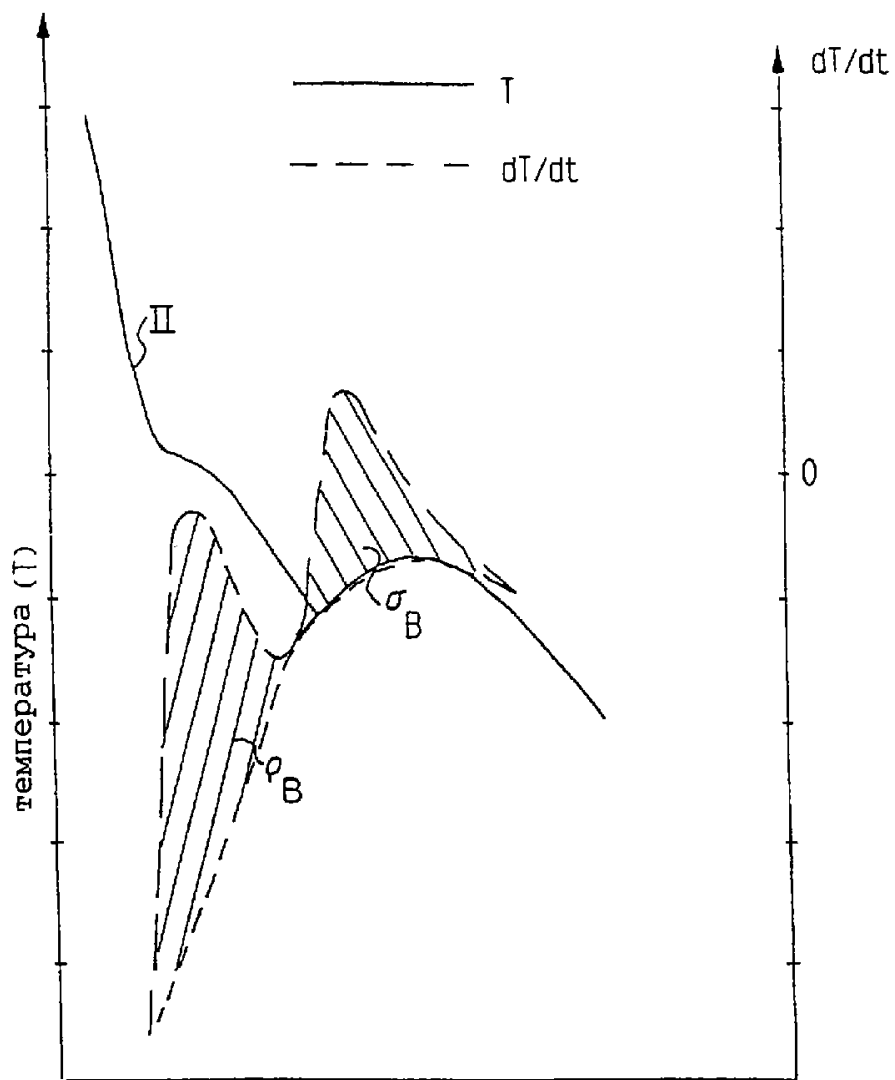
σ_B - область под вторым пиком первой производной кривой охлаждения, регистрируемой у стенки емкости для проб,

при этом компьютерное устройство выполнено с возможностью сравнивать первый, второй, третий и четвертый коэффициенты регулирования (γ , ϕ , ρ_B и κ) с заранее записанными данными о кривых охлаждения с возможностью выбора одного из коэффициентов регулирования (γ , ϕ , ρ_B и κ) при реагировании на результат сравнения и с возможностью вычисления точного значения количества (Va) модифицирующей структуру добавки, вводимой в расплав, при реагировании на выбранный коэффициент регулирования (γ , ϕ , ρ_B и κ), при этом компьютер выполнен с возможностью направления сигнала, соответствующего указанному значению количества, в указанное средство (18), в результате чего в расплав (20) вводят нужное количество модифицирующей структуру добавки.

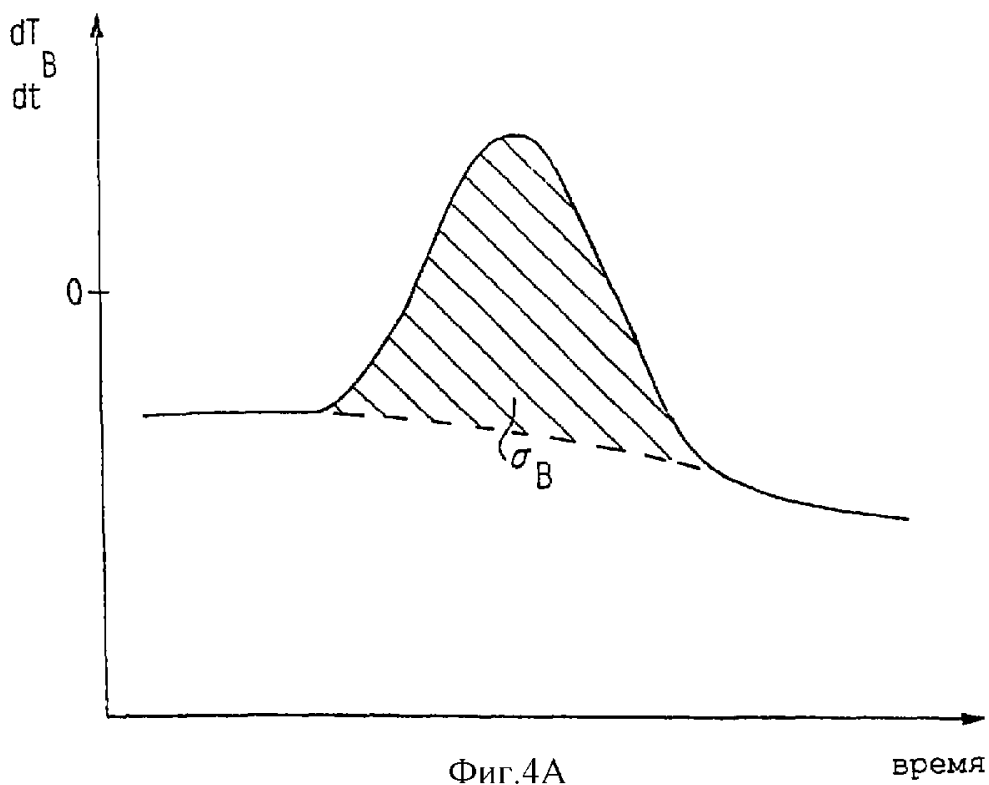
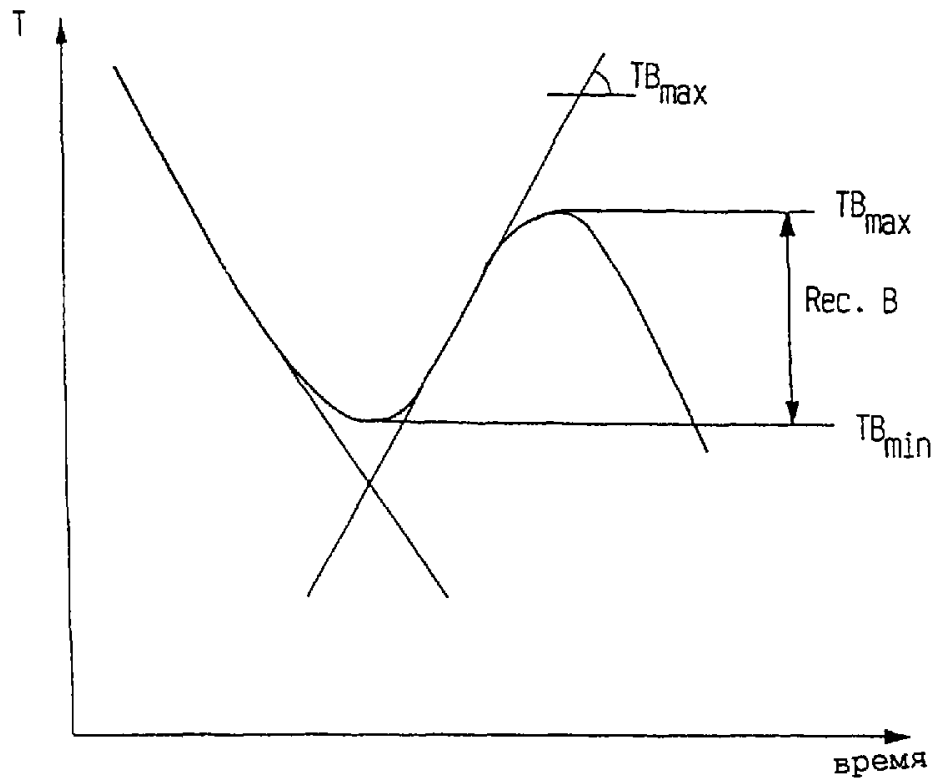
12. Устройство по п. 11, отличающееся тем, что второй температурный датчик (12) выполнен таким образом, что кривые охлаждения, регистрируемые вблизи стенки емкости для проб, регистрируются в отделенной от потока области в основании преимущественно сферической емкости для проб.



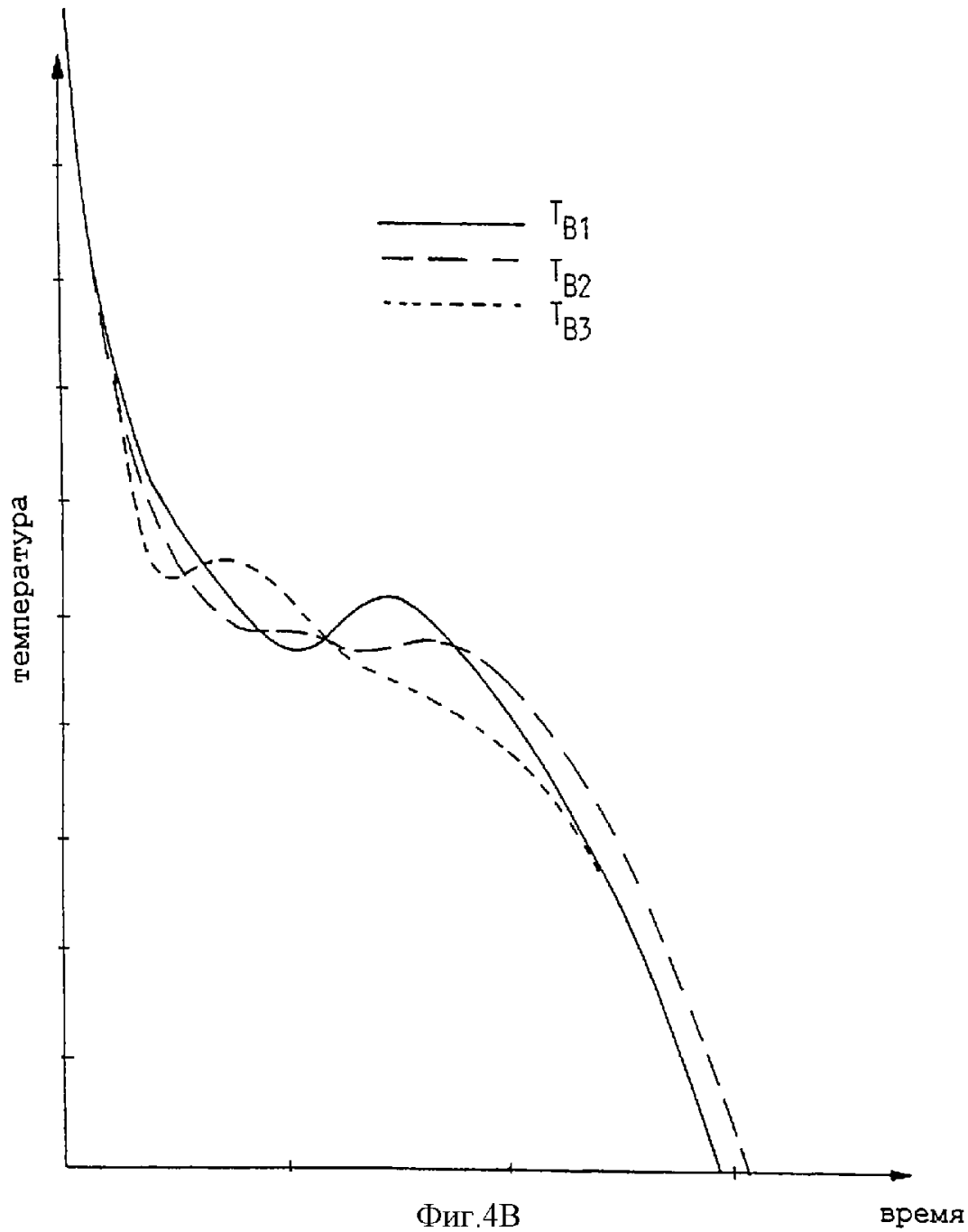
Фиг.2



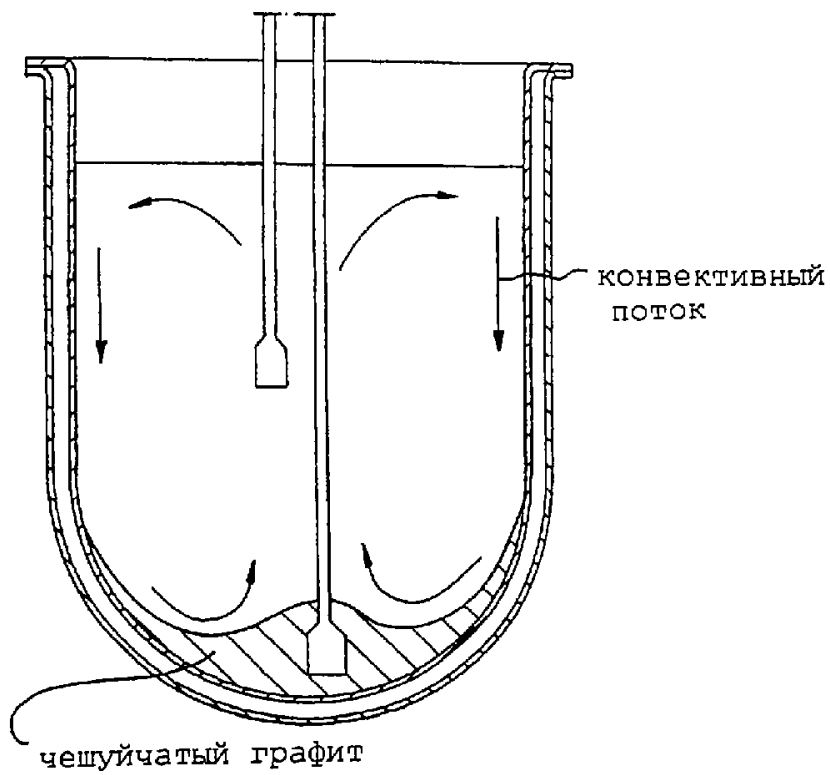
Фиг.3



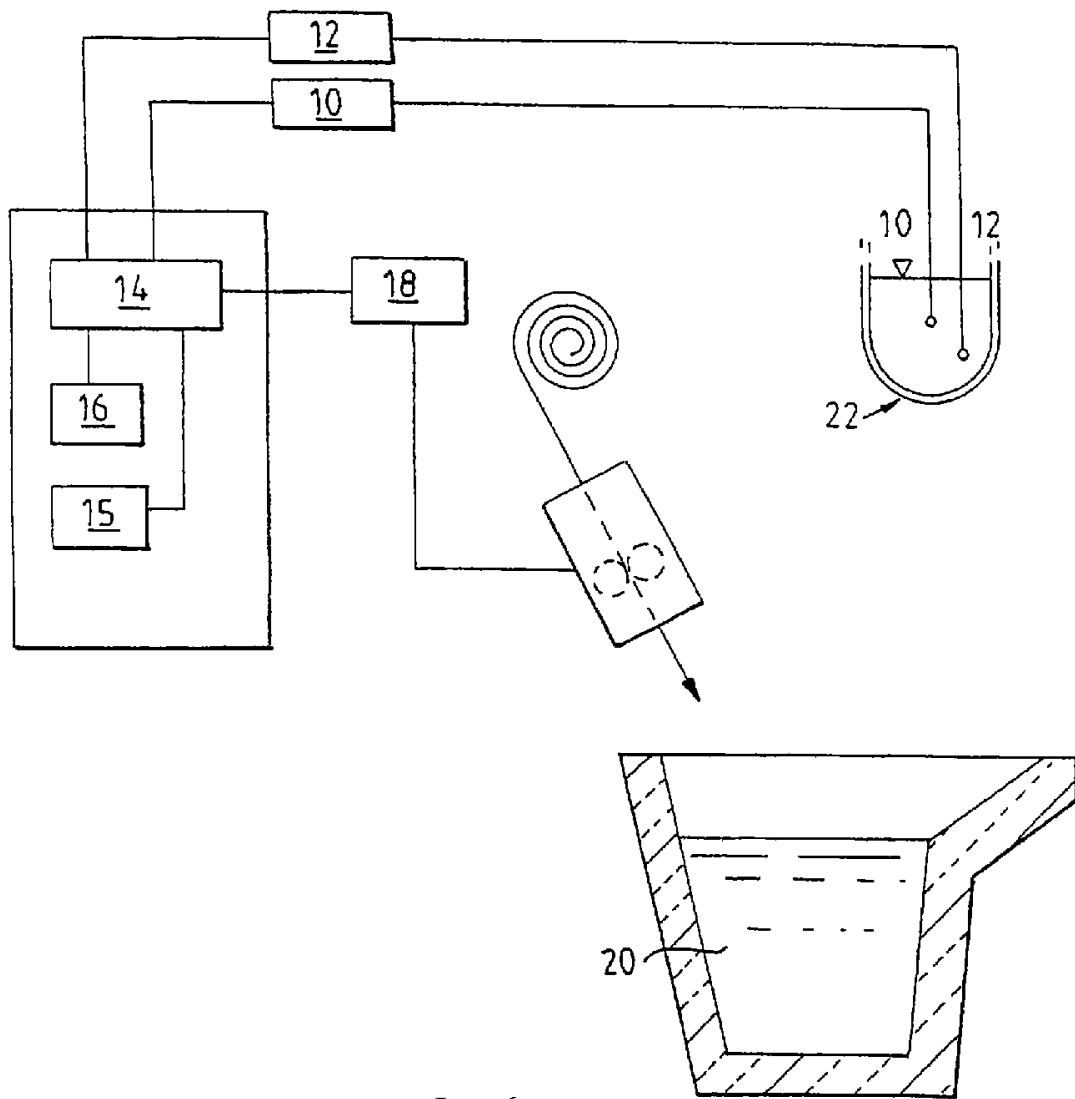
Фиг.4А



Фиг.4В



Фиг.5



Фиг.6