



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 93085

(13) U

(51) МПК

G01N 25/18 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: а 2013 02217

(22) Дата подання заявки: 22.02.2013

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: 25.09.2014

(41) Публікація відомостей
про заявку: 10.07.2013, Бюл.№ 13

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: 25.09.2014, Бюл.№ 18

(72) Винахідник(и):

Шевченко Олександр Іванович (UA),
Бродніковський Микола Павлович (UA),
Нарівський Анатолій Васильович (UA)

(73) Власник(и):

ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ,
бул. Вернадського, 34/1, м. Київ-142, 03680
(UA)

(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ЧАВУНІВ

(57) Реферат:

Спосіб контролю теплопровідності чавунів включає здійснення теплового контакту датчика з еталонного матеріалу, який підтримується при постійній температурі і містить нагрівач, термоперетворювач та досліджуваний зразок чавуну, що має меншу температуру. Для оцінки теплопровідності чавунів, вимірюють температуру у місці контакту досліджуваного зразка з поверхнею датчика у нестационарному режимі його охолодження. Величину теплопровідності розраховують за площею під термограмою охолодження датчика за інтервал часу між τ_0 і τ_1 . Причому, більшій теплопровідності відповідає менша площа під термограмою охолодження у зазначеному інтервалі часу.

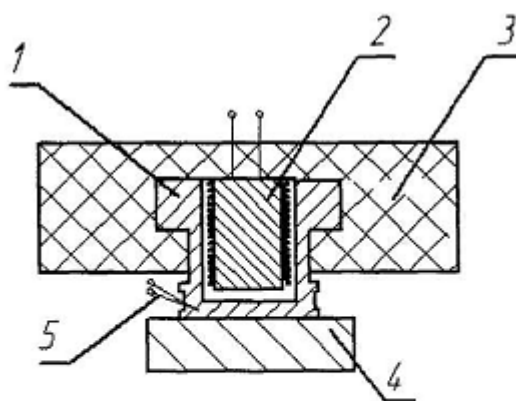


Fig. 1

UA 93085 U

Корисна модель належить до галузі металургії та ливарного виробництва і може бути використаний при контролі теплопровідності в модифікованих чавунах та інших сплавах. Спосіб, що заявляється, може бути використано в тепловій енергетиці, металургійній, хімічній та машинобудівній промисловості.

Аналогом розробленому способу може бути спосіб визначення теплопровідності матеріалів [Способ определения теплопроводности материалов. Патент RU № 2343466 CI, МПК GO IN 25/18, опубл. 10.01.2009. Н. А. Соколов] шляхом приведення до теплового контакту плоского досліджуваного зразка визначеної товщини та плоского еталонного зразку з відомим термічним опором. Завдаючи різницю температур між зовнішніми площинами еталонного та досліджуваного зразка в стаціонарному режимі, визначають температуру у місці теплового контакту пластин. Перед цим встановлюють у еталонний зразок паралельно цій площині джерело теплоти, яке розділяє еталонний зразок на внутрішню частину і зовнішню частину з відомим тепловим опором. Після цього, регулюють тепловий потік від нуля до такого значення, при якому перепад температур на дослідному зразку дорівнює половині заданої різниці температур. Теплопровідність визначають за формулою: $\lambda = h/R_e [(1 + (2q \cdot R_H)/\Delta T)]$, де $\Delta T = (T_2 - T_1)$ - перепад температури між зовнішньою площиною в досліджуваному зразку (G_2) та зовнішньою температурою (T_1) в еталонному зразку; h - товщина досліджуваного зразка; R_e - термічний опір еталонного зразка; R_H - термічний опір зовнішньої частини еталонного зразка; q - щільність теплового потоку.

Вказаний спосіб має наступні недоліки. Попереднє встановлення між внутрішньою та зовнішньою частинами еталонного зразка нагрівача для забезпечення заданого теплового потоку вносить додаткову похибку за рахунок вимірювання двох термічних опорів. В результаті цього, вимірювання має великі похибки та інтервал часу контролю.

Другим аналогом може бути спосіб визначення теплофізичних характеристик матеріалів [Способ определения теплофизических характеристик материалов. Патент RU № 1712849 AI, МПК G01N 25/18, опубл. 15.02.92. Бюл. № 6. Б.А. Арутюнов, Т.Я. Граздовский, А.А. Фесенко и др.].

Спосіб включає імпульсну теплову дію лінійного джерела на поверхню досліджуваного матеріалу, реєстрацію температур у двох точках поверхні у визначений момент часу з наступним обчисленням теплопровідності. Як визначений момент часу вибирають момент часу, що дорівнює надлишкової температури у точці на заданій відстані від лінії нагрівання і різниці надлишкових температур на лінії нагрівання і на заданій відстані від цієї лінії. Теплопровідність обчислюється за формулою $\lambda = 0,08 Q/[\Delta T \{T_1 \cdot t_1\}]$, де $\Delta T(T_1)$ різниця надлишкових температур на лінії джерела теплоти і на заданій відстані від лінії у момент часу t_1 коли ця різниця дорівнює надлишковій температурі у точці контролю. Q - енергія теплового імпульсу у розрахунку на одиницю довжини.

До недоліків цього способу відноситься те, що вимірювання відстані у двох точках зразка підвищує величину похибки контролю. Крім цього, точно визначити величину теплового імпульсу в реальних умовах дуже складно.

Як прототип, по технічній суті і технічному ефекту, що досягається, найбільш близьким до заявленого способу був вибраний спосіб визначення теплопровідності матеріалів [Способ определения теплопроводности материалов. Авторское свидетельство SU № 1784889 A1, МПК G01N 25/18, опубл. 30.12.92. Бюл. № 48. Варфоломеев В. Г., Грошев В. Н., Муромцев Ю. Л.]. Спосіб здійснюється шляхом теплового впливу на теплоізольовану завдяки ізоляційному кільцю поверхню напівнескінченного (у тепловому відношенні) досліджуваного тіла та вимірювання температур у заданих точках поверхні, а також вимірювання потужності джерела теплоти. При цьому вимірюють різницю температур у двох точках, що розташовані під ізоляційним кільцем на заданій відстані у радіальному напрямку від джерела теплоти, а теплопровідність визначають з урахуванням радіуса теплового джерела за формулою $\lambda = Q/(\Delta T \cdot R) \cdot 0,16S \ln[(\pi x + 1,24 R)/(\pi x + 5,04 R)]$, де Q - потужність теплового джерела, Вт; ΔT - різниця температур, °C; R - радіус теплового джерела, м. Недоліком вказаного способу є невелика точність вимірювання температури термоперетворювачем, який розташований під ізоляційним кільцем через різні контактні термічні опори матеріалу.

Задачею способу, що заявляється, є підвищення точності контролю теплопровідності чавунів та зменшення часу його здійснення за допомогою оцінки темпу охолодження досліджуваного зразка за термограмою охолодження датчика.

Поставлена задача вирішується тим, в способі контролю теплопровідності чавунів, який включає здійснення теплового контакту датчика з еталонного матеріалу, який підтримується при постійній температурі і містить нагрівач, термоперетворювач та досліджуваний зразок чавуну, що має меншу температуру, згідно з винаходом, для оцінки теплопровідності чавунів, вимірюють

температуру у місті контакту досліджуваного зразка з поверхнею датчика у нестационарному режимі його охолодження, величину теплопровідності розраховують за площею під термограмою охолодження датчика за інтервал часу між t_1 і t_2 , причому, більший теплопровідності відповідає менша площа під термограмою охолодження у зазначеному інтервалі часу.

Запропонований спосіб контролю теплопровідності чавунів реалізується наступним чином. На фіг. 1 показано датчик для контролю теплопровідності: 1 - мідна втулка; 2 - нагрівач; 3 - ебонітовий корпус; 4 - досліджуваний зразок; 5 - термopара мідь-константан.

Датчик (фіг. 1), що містить мідну втулку 1 у вигляді циліндра діаметром 12 мм і висотою 15 мм, який виготовлений із технічно чистої міді (ДСТУ ГОСТ 859-66: теплопровідність при 20 °С, Вт/(м·К) - 390; питома теплоємність при постійному тиску C_p при 20 °С, кДж/(кг·Дж) - 385; щільність, при 20 °С, кг/м³-8890) становлять на досліджуваний зразок. Для забезпечення щільного контакту поверхню зразка змащують мастилом И-40 (ГОСТ 20799-88). Нагрівач 2 датчика підключено до джерела напруги. Термopара 5 підключена до самописця Н3031. Мідна втулка 1 з нагрівачем 2 розташована у ебонітовому корпусі 3. Включають джерело напруги та самописець. Торець мідної втулки 1 датчика приводиться у щільний контакт із зразком 4. Записуються термограми охолодження мідної втулки 1 датчика, яка попередньо нагріта до 100 °С.

На фіг. 2 показано графіки термо-е.р.с. перетворювача при контакті датчика з різними зразками чавуну: 1 - кулястий чавун з меншою теплопровідністю; 2 - суміш кулястого та вермикулярного чавуну; 3 - брак (сірий чавун) з більшою теплопровідністю.

Потім проводять операції інтегрування площі під термограмою охолодження датчика у проміжках часу від t_0 до t_1 :

$$S = \int_{t_0}^{t_1} t(\tau) d\tau,$$

де S - площа під кривою $e(\tau)$ (фіг. 2). Вибір площі інтегрування під кривими охолодження можна виконувати двома способами: завданням довільного інтервалу часу Δt - вимірюванням площі у інтервалі часу від t_0 до t_1 , або завданням рівня сигналів від e_0 до e_1 , і фіксації досягнення їх значень за час t_0 та t_1 . На фіг. 2 t_0 - відповідає початку вимірювання; t_1 - кінцю вимірювання відповідно для кулястого чавуну (крива 1), вермикулярного чавуну (крива 2), бракованого чавуну (крива 3). Сигнал з термopари записується на самописці або друкується через комп'ютер. Діапазон вимірювань теплопровідності способу, що заявляється, від 25 до 55 Вт/(м·К).

За зразок з більшою теплопровідністю вважається такий, у якого площа під термограмою охолодження менша. Величина теплопровідності визначається для контролю форми графіту у модифікованих чавунах з кулястим та вермикулярним графітом.

Спосіб контролю теплопровідності чавунів, що запропоновано, має наступні переваги у порівнянні з прототипом. Реалізація способу не вимагає вимірювання теплового потоку і температури у двох точках матеріалу на різних відстанях. Це дозволяє підвищити точність вимірювань та зменшити час контролю, а також побудувати практичну шкалу теплопровідності для модифікованих чавунів, якою зручно буде користуватися для оперативної оцінки структури у литому металі.

Особливості реалізації і переваги способу, що заявляється, підтверджуються наступними прикладами контролю коефіцієнта теплопровідності λ , Вт/(м·К). Деталь: маточина заднього колеса - МЗК. Твердість НВ 150-217; вимоги до структури: ШГф - 4,5 %, цементиту - до 5 %.

Ілюструється спосіб наступними прикладами:

На фіг. 3 наведені структури графіту у чавуні, які визначені запропонованим способом:

фіг. 3 а). Чавун з кулястою формою графіту $\lambda_1=32$ Вт/(м·К);

фіг. 3 б). Чавун з кулястою формою графіту, $\lambda_2=39$ Вт/(м·К);

фіг. 3 в). Чавун з кулястою формою графіту $\lambda_3=35$ Вт/(м·К);

фіг. 3 г) Чавун з кулястою та вермикулярною формами графіту $\lambda_4=41$ Вт/(м·К).

Таким чином, кулястий чавун (крива 1, фіг. 2) має менший коефіцієнт теплопровідності $\lambda=32$ Вт/(м·К), ніж чавун, що містить кулястий та вермикулярний графіт (крива 2) $\lambda=41$ Вт/(м·К) та ще менший ніж сірий чавун (крива 3) $\lambda=41$ Вт/(м·К), оскільки площа під кривою 1 найбільша серед площ під кривими 2 та 3.

Спосіб, що заявляється, може знайти застосування у металургії та ливарному виробництві при контролі теплопровідності чавунів з різними формами графіту, який не потребує виготовлення спеціального зразку.

Дотримання оптимальних характеристик способу дозволяє підвищити точність контролю теплопровідності чавунів та зменшити час вимірювання.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Спосіб контролю теплопровідності чавунів, що включає здійснення теплового контакту датчика з еталонного матеріалу, який підтримується при постійній температурі і містить нагрівач, термодетектор та досліджуваний зразок чавуну, що має меншу температуру, який відрізняється тим, що для оцінки теплопровідності чавунів, вимірюють температуру у місці контакту досліджуваного зразка з поверхнею датчика у нестационарному режимі його охолодження, величину теплопровідності розраховують за площею під термограмою охолодження датчика за інтервал часу між τ_0 і τ_1 , причому, більшій теплопровідності відповідає менша площа під термограмою охолодження у зазначеному інтервалі часу.

10

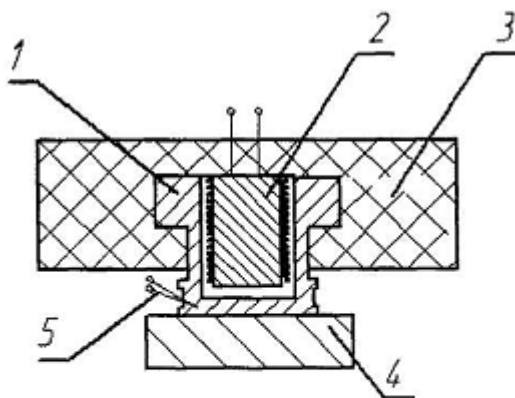


Fig. 1

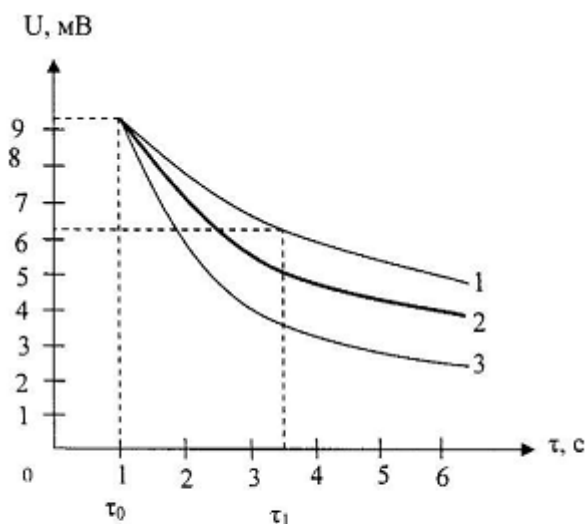
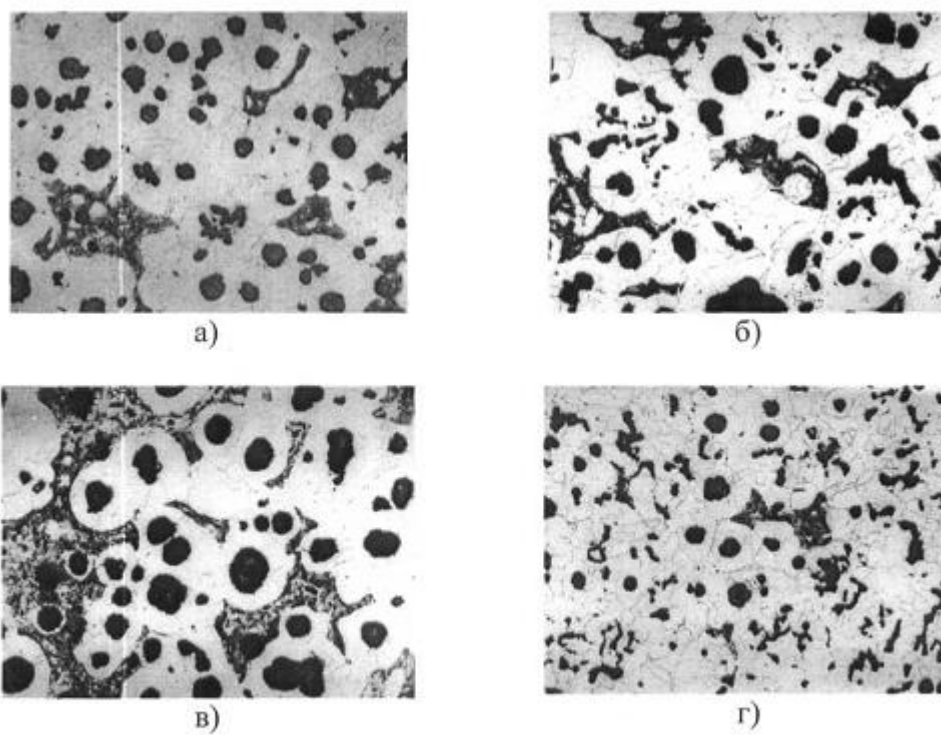


Fig. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601