



(19) **UA** (11) **82 437** (13) **C2**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: а200609456, 22.03.2005

(24) Дата начала действия патента: 10.04.2008

(30) Приоритет: 24.03.2004 DE 10 2004 014 827.9

(46) Дата публикации: 10.04.2008 C22F 1/00

20060101CFI20070115ВНUA C22F 1/04

20060101CLI20070115ВНUA C21D 1/34

20060101CLI20070115ВНUA C21D 1/78

20060101CLI20070115ВНUA

(86) Заявка РСТ:

РСТ/EP2005/003023, 20050322

(72) Изобретатель:

Файкус Франц Йозеф, DE

(73) Патентовладелец:

ХИДРО АЛЮМИНИУМ ДОЙЧЛАНД ГМБХ, DE

(54) СПОСОБ ТЕРМООБРАБОТКИ ОТЛИВОК, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ РАСПЛАВА ЛЕГКОГО МЕТАЛЛА, В ЧАСТНОСТИ ИЗ РАСПЛАВА АЛЮМИНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение касается способа термообработки отливок, изготовленных из расплава легкого металла, в частности из расплава алюминия, согласно с которым особенно эффективно и дешево могут быть устранены внутренние напряжения в отливках сложной формы также в рамках серийного производства. Для этого отливку закаляют после выливания или после нагревания, после закалки охлаждают до низкой температуры, по окончании охлаждения до низкой температуры

внезапно нагревают до высокой температуры путем погружения в солевой расплав, температура которого превышает температуру кипения воды при нормальном давлении.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2008, N 7, 10.04.2008. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** ⁽¹¹⁾ **82 437** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: a200609456, 22.03.2005

(24) Effective date for property rights: 10.04.2008

(30) Priority: 24.03.2004 DE 10 2004 014 827.9

(46) Publication date: 10.04.2008 C22F 1/00

20060101CFI20070115BHUA C22F 1/04

20060101CLI20070115BHUA C21D 1/34

20060101CLI20070115BHUA C21D 1/78

20060101CLI20070115BHUA

(86) PCT application:

PCT/EP2005/003023, 20050322

(72) Inventor:

Feikus Franz Josef, DE

(73) Proprietor:

HYDRO ALUMINIUM DEUTSCHLAND GMBH, DE

(54) **METHOD FOR HEAT TREATMENT OF cast parts MADE FROM light metal melt, IN PARTICULAR FROM ALUMINIUM melt**

(57) Abstract:

The invention relates to a method for the heat treatment of cast parts produced from a light metal melt, especially an aluminium melt, whereby internal stresses of cast parts formed in a complex manner can be especially effectively eliminated, and said method can be implemented in an economical manner and in such a way that it is efficient in terms of bell production. The respective cast part is quenched following an annealing process or from the casting heat,

cooled to a low temperature, and then suddenly heated to a high temperature by being immersed in a salt melt at a temperature above the boiling temperature of water at a normal pressure.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2008, N 7, 10.04.2008. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **82 437** (13) **C2**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
а200609456, 22.03.2005

(24) Дата набуття чинності: 10.04.2008

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької
конвенції : 24.03.2004 DE 10 2004 014 827.9

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 10.04.2008 C22F 1/00
20060101CFI20070115BНUA C22F 1/04
20060101CLI20070115BНUA C21D 1/34
20060101CLI20070115BНUA C21D 1/78
20060101CLI20070115BНUA

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки
відповідно до договору РСТ:
РСТ/ЕР2005/003023, 20050322

(72) Винахідник(и):
Файкус Франц Йозеф, DE

(73) Власник(и):
ХІДРО АЛЮМІНІУМ ДОЙЧЛАНД ГМБХ, DE

(54) СПОСІБ ТЕРМООБРОБКИ ВИЛИВКІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ ІЗ РОЗПЛАВУ ЛЕГКОГО МЕТАЛУ, ЗОКРЕМА ІЗ РОЗПЛАВУ АЛЮМІНІЮ

(57) Реферат:

Винахід стосується способу термообробки виливків, виготовлених із розплаву легкого металу, зокрема із розплаву алюмінію, згідно з яким особливо ефективно і дешево можуть бути усунуті внутрішні напруження у виливках складної форми також у рамках серійного виробництва. Для цього виливок гартують після виливання чи після

нагрівання, після гартування охолоджують до низької температури, по закінченні охолодження до низької температури раптово нагрівають до високої температури шляхом занурення у сольовий розплав, температура якого перевищує температуру кипіння води при нормальному тискові.

U A 8 2 4 3 7 C 2

Опис винаходу

Винахід стосується способу термообробки виливків, виготовлених із розплаву легкого металу, зокрема із розплаву алюмінію.

Від виготовлених із легких металів виливків, які під час експлуатації зазнають значних навантажень, вимагається максимальна міцність. Сказане дійсне для виготовлених із алюмінію головок блоків циліндрів двигунів внутрішнього згорання, які зокрема у разі дизельних двигунів - внаслідок все зростаючих максимальних тисків циклу під час експлуатації зазнають значних навантажень.

Високої міцності виробів із легких металів можна досягти шляхом вибору відповідного сплаву, який після затвердіння піддають термообробці. Так, наприклад, у разі тверднучих алюмінієвих сплавів є можливість шляхом застосування так званої Т6/Т7-термообробки значно підвищити рівень міцності. При цьому максимальне підвищення досягається тоді, коли виливки після дифузійного відпалу піддають різкому охолодженню у водяній бані, а потім витримують у теплі.

Однак перевагам швидкого охолодження водою протистоїть недолік, який полягає у тому, що зокрема при швидкому охолодженні виливок складної форми у них можуть виникнути внутрішні напруження. Ці внутрішні напруження ведуть до того, що загартована деталь хоча і має підвищену міцність, але ця міцність може бути компенсована, а то й перевищена недоліками, зумовленими внутрішніми напруженнями.

Для боротьби з недоліками, пов'язаними з гартуванням, у статті Т. Кучера [Т. Coucher "Uphill quenching of aluminium : rebirth of a little-known process"], опублікованій у журналі Heat Treating/жовтень 1983, стор. 30 і наступні, запропонована додаткова термообробка, при якій виливки після гартування занурюють у ванну з рідким азотом, температура якого становить близько -196°C. При цій температурі виливки витримують доти, доки в них не встановиться однорідний розподіл температури.

Після досягнення однорідного розподілу температури відомими методами здійснюють швидке нагрівання виливка, охолодженого до низької температури. Для такого швидкого нагрівання охолоджений виливок піддають обробці струменем гарячої водяної пари або занурюють у гарячу водяну баню.

Завдяки швидкому нагріванню до високої температури відбувається вирівнювання профілю напружень, що встановився при гартуванні виливка. Цей ефект можна пояснити тим, що при гартуванні від серцевини виливка у напрямку зовнішньої поверхні встановлюється спадний градієнт температури.

При цьому внаслідок тенденції поверхневого шару до стягування виникають значні напруження стиснення між поверхневими шарами і серцевинною зоною виливка.

Після охолодження виливка до низької температури і наступного різкого нагрівання поверхневий шар нагрівається, а серцевинна зона залишається холодною. Оскільки розширення серцевини виливка стримується, його зовнішні зони внаслідок нагрівання зазнають напружень стиснення, протилежних напруженням стиснення, що виникали в результаті гартування. Таким чином, раптове нагрівання після глибокого охолодження є інверсією процесу гартування як з точки зору здійснюваних заходів, так і з точки зору виникаючих напружень у виливку.

Практичні дослідження показали, що хоча відомим методом швидкого нагрівання (Uphill-Quenching) і можуть бути отримані виливки, що мають властивості, кращі від властивостей виливків, отриманих лише звичайним гартуванням, така обробка малоефективна для масштабного серійного виробництва.

Тому, виходячи із описаного рівня техніки, задачею винаходу є розробка способу термообробки, який ефективно усуває внутрішні напруження у виливках складної форми, і одночасно дешево і ефективно може бути застосований у рамках серійного виробництва.

Ця задача згідно з винаходом вирішена у способі термообробки виливків, виготовлених із розплаву легкого металу, зокрема із розплаву алюмінію, тим, що виливок після нагрівання чи від температури розплаву різко охолоджують, після гартування охолоджують до низької температури, а потім раптово нагрівають до високої температури шляхом занурення у сольовий розплав, температура якого вища від температури кипіння води при нормальному тискові.

В основу винаходу покладена ідея покращення незначної нагрівальної ефективності використовуваної для цієї цілі водяної пари шляхом використання сольового розплаву для швидкого нагрівання виливків. Перевага відповідного винаходу використання сольового розплаву полягає у тому, що такий розплав може бути нагрітий до температур, значно вищих від точки кипіння води при нормальному тискові. Так, розплави солей без проблем можуть бути нагріті до температур 150°C і вище. З метою досягнення якомога більшої різниці температур між низькою температурою виливка і температурою ванни з розплавом температура сольового розплаву може становити 250°C і вище.

Інша перевага застосування сольового розплаву як середовища для передачі тепла під час раптового здійснюваного нагрівання виливків полягає у тому, що теплопередача між сольовим розплавом і виливками значно краща, ніж у разі використовуваної згідно з рівнем техніки водяної пари. До того ж, обходження з розплавами солей - незважаючи на значно вищі температури - значно простіше, ніж у разі водяної пари.

В результаті завдяки здійснюваному згідно з винаходом у ванні сольового розплаву різкому нагріванню попередньо охолоджених до низької температури виливків може бути значно покращений суттєвий для усього процесу теплопередачі температурний градієнт. Більший температурний градієнт принципово сприяє кращій компенсації внутрішніх напружень, що утворилися при гартуванні виливків.

Таким чином, винахід не лише надає у розпорядження дешево і надійно здійснюваний спосіб термообробки виливків, але й забезпечує кращі у порівнянні з рівнем техніки параметри литих виробів. Так, за допомогою відповідного винаходу способу можуть бути виготовлені високоякісні литі вироби із легкого металу, зокрема

із алюмінію, навіть у разі, коли вони мають особливо складну, тонко структуровану форму, як, наприклад, у разі головок блоків циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.

В принципі винахід може бути застосований незалежно від того, яким чином було здійснене гартування виливків. Однак особливо ефективним виявився спосіб у разі, коли виливки були загартовані відомим чином за допомогою води чи охолоджувального засобу з порівнюваною ефективністю.

З огляду на намагання досягти максимальної різниці між низькою температурою, до якої охолоджуються виливки після гартування, і температурою ванни з сольовим розплавом, в якій охолоджені виливки різко нагріваються, бажано, щоб низька температура становила принаймні -180°C . Це може бути забезпечено у разі, коли загартовані виливки для охолодження занурюють у рідкий азот, який при нормальному тиску має температуру близько -196°C .

У іншій, описаній вище формі виконання винаходу передбачено, що сольовий розплав нагрітий до температури принаймні 150°C , зокрема до температури принаймні 250°C , щоб досягти великої різниці температур між ванною глибокого охолодження і ванною швидкого нагрівання.

Для надійного досягнення високої температури ванни, а також високої теплопровідності розплаву концентрація солі у використовуваному згідно з винаходом розплаві становить переважно щонайменше 98мас.%. При цьому як солі використовують переважно нітрати і/або хромати, зокрема нітрати і хромати лужних і лужноземельних металів, такі як NaNO_3 , KNO_3 чи Na_2CrO_4 .

Практичні досліди на головках блоків циліндрів, відлитих із алюмінієвого сплаву $\text{AlSi}_7\text{MgCu0,5}$, виразно підтвердили ефективність відповідного винаходів способу.

Головки блоків циліндрів від температури 520°C охолоджували у воді до температури близько 60°C . Після короткої паузи на повітрі здійснювали глибоке охолодження у рідкому азоті при температурі -196°C . При цьому тривалість охолодження була достатньою для встановлення однорідного, рівномірного розподілу температури у кожній головці блоків циліндрів. Після досягнення цього стану здійснювали раптове нагрівання до температури близько 240°C .

Для цього головки блоків циліндрів занурювали у сольовий розплав з температурою понад 250°C , який складався на 52мас.% із NaNO_3 , на 46,4мас.% із KNO_3 , на 1,3мас.% із NO_2 і на 0,24мас.% із Na_2CrO_4 . В ході першого дослідів різко нагріті від низької температури до температури розплаву головки блоків циліндрів охолоджували до кімнатної температури шляхом промивання водою. Це здійснювали для надійного змивання залишків солей. В ході другого дослідів різко нагріті головки блоків циліндрів протягом тривалого часу охолоджували на стоячому повітрі до кімнатної температури.

На фіг.1 зображено хід температури T виливка під час відповідної винаходів термообробки в часі. При цьому хід температури у досліді з охолодженням швидко нагрітих головок циліндрів водою позначений на фіг.1 кривою "швидке нагрівання + вода", а хід температури у досліді з охолодженням швидко нагрітих головок блоків циліндрів повітрям позначений на фіг.1 кривою "швидке нагрівання + повітря".

Завдяки застосуванню відповідного винаходів способу внутрішні напруження в головках блоків циліндрів можуть бути зменшені до такого рівня, який досягається при звичайній технології лише тоді, коли після нагрівання виливків здійснюють не швидке охолодження у воді, а порівняно повільне охолодження на повітрі.

Фіг.2 ілюструє це досягнення відповідного винаходів способу. При охолодженні на повітрі після нагрівання виливків утворюються внутрішні напруження в діапазоні лише 21МПа. Це значення на фіг.2 позначене стовпчиком "Повітря". Правда, виливки, повільно охолоджені на повітрі, мають низьку міцність. Якщо після нагрівання виливків здійснювати різке охолодження у воді, то рівень внутрішніх напружень у головках блоків циліндрів, які традиційно охолоджують лише водою до 60°C без наступного циклу

глибокого охолодження і швидкого нагрівання, становить 103МПа. Відповідне значення на фіг. 2 представлено стовпчиком "Вода 60°C ". Якщо після гартування у воді здійснюють описану вище відповідну винаходів термообробку, то для випадку, коли після швидкого нагрівання виливків до 240°C здійснюють охолодження водою, внутрішні напруження становлять близько 42МПа (стовпчик "швидке нагрівання + вода" на фіг.2). Ще краще зменшення внутрішніх напружень досягають, коли головки циліндрів після швидкого нагрівання повільно охолоджують на повітрі до кімнатної температури (стовпчик "швидке нагрівання + повітря" на фіг.2). Головки циліндрів, теплову обробку яких здійснювали таким чином відповідно до винаходу, при значно вищій міцності мають внутрішні напруження 27МПа, що лише на 6МПа більше, ніж у разі чистого охолодження на повітрі. Таким чином, винахід уможливує використання переваг гартування, здійснюваного з високою швидкістю охолодження, а саме підвищення міцності виливка, не за рахунок значних внутрішніх напружень. Отримані виливки мають високу міцність при одночасно мінімізованих внутрішніх напруженнях, і відповідно до цього придатні до практичної експлуатації з найвищими навантаженнями.

Формула винаходу

1. Спосіб термообробки виливків, виготовлених із розплаву легкого металу, зокрема із розплаву алюмінію, згідно з яким виливок

- гартують після виливання чи після нагрівання,
- після гартування охолоджують до низької температури,
- по закінченні охолодження до низької температури раптово нагрівають до високої температури шляхом занурення у сольовий розплав, температура якого перевищує температуру кипіння води при нормальному

тискові.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що гартування вилівка здійснюють з використанням води.

3. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що низька температура нижча, ніж -180°C.

4. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що виливок для охолодження до низької температури занурюють у рідкий азот.

5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що виливок витримують при низькій температурі доти, доки температура його серцевини в основному не зрівняється з низькою температурою.

6. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що сольовий розплав нагрівають до температури щонайменше 150 °C.

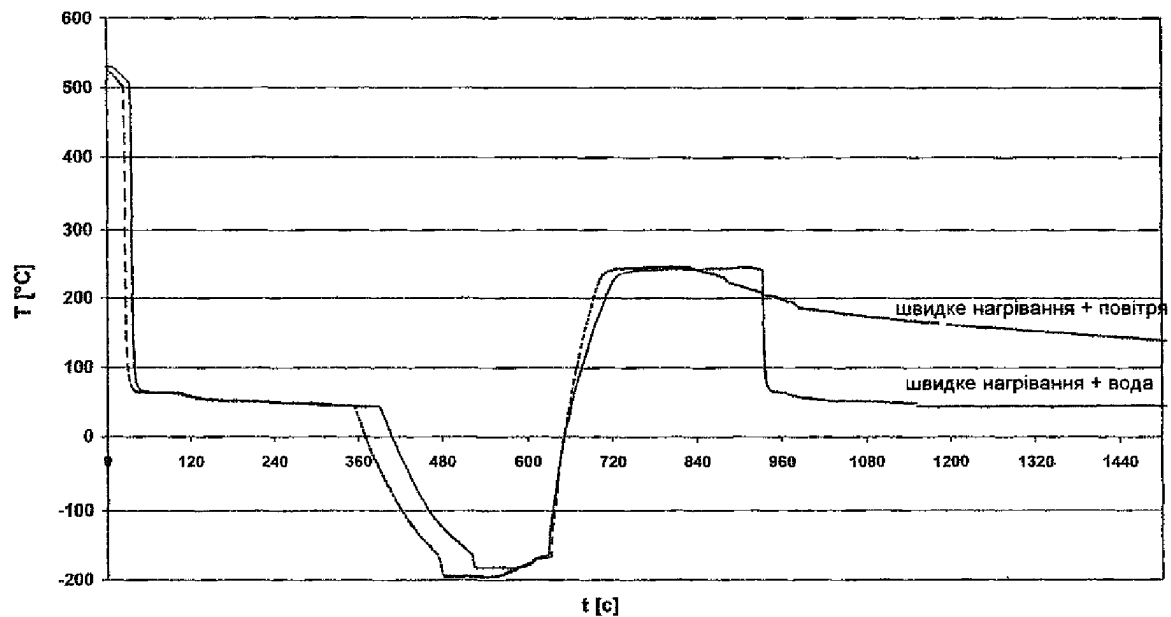
7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що сольовий розплав нагрівають до температури щонайменше 250 °C.

8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що сольовий розплав має концентрацію солі щонайменше 98 мас.%.

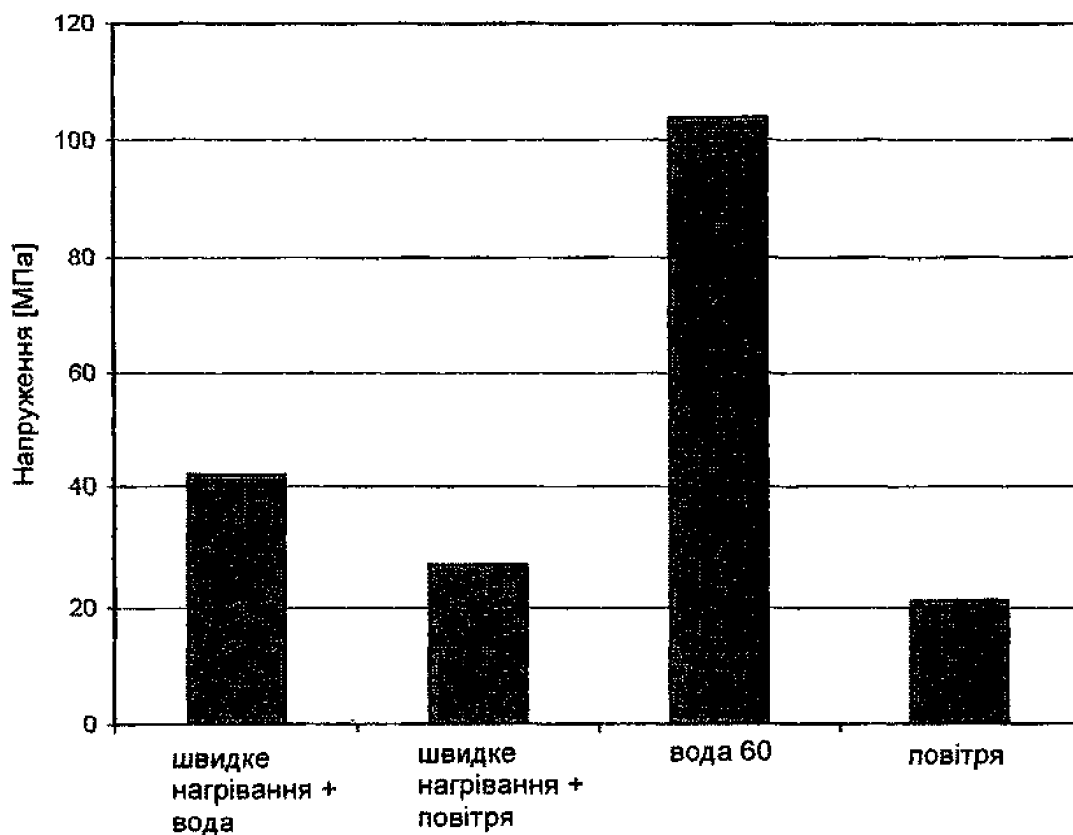
9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що як солі у сольовому розплаві використовують нітрати і/або хромати, зокрема нітрати і хромати лужних і лужноземельних металів, такі як NaNO_3 , KNO_3 чи Na_2CrO_4 .

10. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що вилівки є головками блоків циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.

11. Спосіб за будь-яким з пунктів 1-9, який відрізняється тим, що вилівки є блоками циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.



ФІГ. 1



ФІГ. 2

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2008, N 7, 10.04.2008. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.