



(19) **UA** <sup>(11)</sup> **51 138** <sup>(13)</sup> **A**  
(51)МПК <sup>7</sup> **C 21D 1/18 A**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ДЕКЛАРАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ УКРАИНЫ**

(21), (22) Заявка: 2002010389, 15.01.2002

(24) Дата начала действия патента: 15.11.2002

(46) Дата публикации: 15.11.2002

(72) Изобретатель:

Малинов Леонид Соломонович, UA

(73) Патентовладелец:

ПРИАЗОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, UA

**(54) СПОСОБ ТЕРМООБРАБОТКИ СТАЛИ**

(57) Реферат:

Способ термообработки стали включает быстрый нагрев стали до температуры аустенитной зоны, кратковременное выдерживание, охлаждения для получения мартенсита или нижнего бейнита. Перед быстрым нагревом дополнительно проводят нормализацию или закалку, нагревание и выдерживание в субкритическом или/и межкритическом интервалах

температур.

Официальный бюлетьень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2002, N 11, 15.11.2002. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.

U A 5 1 1 3 8 A

U A 5 1 1 3 8 A



(19) **UA** (11) **51 138** (13) **A**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **C 21D 1/18 A**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF  
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL  
PROPERTY

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

(21), (22) Application: 2002010389, 15.01.2002  
(24) Effective date for property rights: 15.11.2002  
(46) Publication date: 15.11.2002

(72) Inventor:  
Malinov Leonid Solomonovych, UA  
(73) Proprietor:  
PRYAZOVSKYI STATE TECHNICAL  
UNIVERSITY, UA

(54) **METHOD FOR STEEL THERMAL TREATMENT**

(57) Abstract:

Method for steel thermal treatment comprises of quick heating of steel to temperature of austenite zone, with short soaking, with cooling to obtain martensite or lower bainite. Before quick heating additionally normalization or tempering are performed, heating and soaking in

sub-critical and / or inter-critical temperature ranges.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2002, N 11, 15.11.2002. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

U  
A  
5  
1  
1  
3  
8  
A

A  
5  
1  
1  
3  
8  
A



(19) **UA** (11) **51 138** (13) **A**  
(51)МПК <sup>7</sup> **C 21D 1/18 A**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВИНАХОДУ ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:  
2002010389, 15.01.2002

(24) Дата набуття чинності: 15.11.2002

(46) Публікація відомостей про видачу патенту  
(деклараційного патенту): 15.11.2002

(72) Винахідник(и):  
Малінов Леонід Соломонович, UA

(73) Власник(и):  
ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(54) СПОСІБ ТЕРМООБРОБКИ СТАЛІ

(57) Реферат:

Спосіб термообробки сталі включає швидкісне нагрівання сталі до температури аустенітної зони, короткочасне витримання, охолодження для одержання мартенситу або нижнього бейніту.

Перед швидкісним нагріванням додатково проводять нормалізацію або гартування, нагрівання і витримання у субкритичному або/та міжкритичному інтервалах температур.

U  
A  
5  
1  
1  
3  
8  
A

A  
5  
1  
1  
3  
8  
A

## Опис винаходу

Винахід стосується металургії, а саме, способів термообробки сталі.

Відомим є спосіб термообробки сталі, що включає нагрівання в аустенітну зону температур, витримування для вирівнювання хімічного складу аустеніту, подальше охолодження, яке забезпечує загартування на мартенсит або нижній бейніт (ізотермічне гартування), низькотемпературне відпускання (Шмыков А.А. Справочник термиста. –М.: Машгиз, 1961. - 391с.).

Такий спосіб термообробки, який забезпечує високу твердість, не дозволяє одержати найбільшу ударно-абразивну зносотривкість. Причиною цього є підвищена крихкість структурних складових.

Відомий також спосіб термообробки сталі, що включає нагрівання у міжкритичний інтервал (А+Г) температур, витримування ньому і охолодження, в результаті чого одержують в структурі поруч з феритом 20 - 25% мартенситу (Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали - М.: МИСИС, 1999. - 408с.).

Вказаний спосіб теж не забезпечує високої ударно-абразивної зносотривкості, тому що ферит, який є основою структури, має малий опір при дії абразивних часток.

Відомий спосіб термообробки з використанням швидкісного, у т. ч. пічного нагрівання в аустенітну зону (Фомин Г.Т. Ускоренный нагрев стальных изделий под закалку в нагревательных печах // Сборник научных трудов ЖДМИ. - Харьков, 1957, - вип.4; - с.169 - 194) короткочасне витримування, охолодження для одержання мартенситу або нижнього бейніту, прийнятий за прототип.

Вказаний спосіб забезпечує більш високу зносотривкість, ніж попередній, адже й він не дозволяє одержати найбільший опір ударно-абразивному зношенню, тому що і в цьому випадку утворюється мартенсит, котрий має високу твердість та підвищену крихкість.

В основу винаходу поставлена задача, розробити спосіб термообробки сталі, в якому введення додаткової операції та зміна умов їх здійснення дозволяють збільшити ударно-абразивну зносотривкість.

Для вирішення поставленої задачі у способі обробки сталі, що включає швидкісні нагрівання в аустенітну зону, короткочасне витримування та охолодження, щоб отримати мартенсит або нижній бейніт, згідно з винаходом, перед швидкісним нагріванням додатково проводять нормалізацію або гартування, нагрівання і витримування у субкритичному (СК) або(та) міжкритичному інтервалах температур. До того ж витримування здійснюють переходами із одного в другий за схемами: МК→СК→МК чи СК→МК→СК.

В основі запропонованого способу - принцип перерозподілу вуглецю (азоту) і легуючих елементів поміж феритом, аустенітом і карбідами, який реалізується при нагріванні і витримуванні в СК і МК інтервалах температур. При подальшому швидкісному нагріванні в аустенітну зону і короткочасному витримуванні зберігаються дрібнозернистість, неоднорідність аустеніту та нерозчинена частка карбідів. В результаті після гартування структура сталі складається з великої кількості дисперсного рейкового мало вуглецевого мартенситу або нижнього бейніту (ізотермічне гартування), залишкового аустеніту (до 25%) і карбідів. Залишковий аустеніт при ударно-абразивній дії перетворюється в мартенсит, що підвищує енергоємність матеріалу та його опір руйнуванню. Сукупність вищенаведених дій дозволяє отримати високий рівень ударно-абразивної зносотривкості, який не можна досягнути відомими способами. Для кожної марки сталі у відповідності до конкретних умов ударно-абразивної дії підбирається оптимальний режим термообробки.

В лабораторії кафедри матеріалознавства Приазовського державного технічного університету була випробувана ударно-абразивна зносотривкість сталей 30ХГСА, 35ХМФЛ і 6ХС.

Спосіб реалізують так. Спочатку сталь піддають нормалізації або гартуванню за типовим для неї режимом. Потім нагрівають у субкритичний або міжкритичний інтервали температур і витримують певний для кожної сталі час. Щоб обробка була ефективнішою, слід чергувати переходи із одного інтервалу в другий, повторюючи їх, якщо потрібно, декілька разів. Далі проводять швидкісне нагрівання в аустенітну зону з короткочасним витримуванням в ній та гартують на мартенсит або нижній бейніт (ізотермічне гартування).

Приклад 1

Сталь 30ХГСА була термооброблена за запропонованим режимом: нормалізація від 900°C, нагрівання на 780°C у міжкритичний інтервал, витримування 1г, подальше швидкісне пічне нагрівання на 1050°C, витримування 2хв., охолодження в маслі, відпуск 200°C тривалістю 1г. В результаті відносна ударно-абразивна зносотривкість (щодо відпаленої сталі 45) збільшилася з 2,9 після гартування від 1050°C (витримування 2хв) в масло та відпуску 200°C, 1г, до 3,7.

Приклад 2

Сталь 35ХМФЛ була термооброблена за запропонованим режимом: гартування від 870°C, нагрівання на 670°C у субкритичний інтервал температур, витримування 1г, подальше швидкісне нагрівання на 1050°C, витримування 2хв., охолодження в маслі, відпуск 200°C, 1г. В результаті її відносна ударно-абразивна зносотривкість збільшилася з 2,5 (після гартування від 1050°C в маслі, відпуску при 200°C, 1г) до 3,1. Більше підвищення зносотривкості (до 3,4) отримано тоді, коли після попереднього гартування від 870°C було проведено нагрівання до 770°C у міжкритичний інтервал температур.

При проведенні циклічної термообробки за схемою МК→СК→МК після гартування з 870°C до 770°C. витримування 15хв., охолодження до 670°C, витримування 15хв., нагрівання до 770°C, витримування 15 хв. та подальшої термообробки, така ж, як у попередніх прикладах, отримано найбільший рівень відносної ударно-абразивної зносотривкості - 3,8. Висока зносотривкість (3,6) отримана також при реалізації схеми СК→МК→СК: нагрівання після гартування з 870°C до 670°C, витримування 15хв., нагрівання до 770°C, витримування 15хв., охолодження до 670°C, витримування 15хв. Подальша термообробка така ж, як й у всіх

вищерозглянутих випадках.

Приклад 3

5 Сталь 6ХС була термооброблена за запропонованим режимом: нормалізація 870°C, нагрівання на 760°C у міжкритичний інтервал температур, витримування 1г, нагрівання на 950°C, витримування 2хв., гартування у селітровій ванні при 350°C, витримування 1г. В результаті їх відносна зносотривкість збільшилася з 2,3 (після ізотермічного гартування від 950°C, витримування 3хв., у ванну з температурою 350°C, витримування 1г) до 3,5. Наведені приклади показують, що запропонований спосіб термообробки у всіх випадках підвищує ударно-абразивну зносотривкість.

10

### Формула винаходу

15

1. Спосіб термообробки сталі, що включає швидкісне нагрівання сталі до температури аустенітної зони, короткочасне витримування, охолодження для одержання мартенситу або нижнього бейніту, який відрізняється тим, що перед швидкісним нагріванням додатково проводять нормалізацію або гартування, нагрівання і витримування у субкритичному (СК) або/та міжкритичному (МК) інтервалах температур.

2. Спосіб по п.1, який відрізняється тим, що витримування здійснюють переходами із одного інтервалу в другий за схемами: МК → СК → МК чи СК → МК → СК.

20

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2002, N 11, 15.11.2002. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

У  
А  
5  
1  
1  
3  
8  
А

А  
5  
1  
1  
3  
8  
А