

- (21) Номер заявки: а 2023 05708
- (22) Дата подання заявки: 27.11.2023
- (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 05.06.2025
- (41) Дата публікації відомостей про заявку та номер Бюлетеня: 01.05.2024, Бюл.№ 18
- (46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: 04.06.2025, Бюл. № 23

- (72) Винахідники:
Бриков Михайло
Миколайович, UA,
Гіржон Василь Васильович,
UA,
Климов Олександр
Володимирович, UA,
Капустян Олексій Євгенович,
UA,
Єфременко Олексій
Васильович, UA,
Висоцька Наталя Іванівна,
UA
- (73) Володілець:
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ "ЗАПОРІЗЬКА
ПОЛІТЕХНІКА",
вул. Жуковського, 64, м.
Запоріжжя, 69063, UA

(54) Назва винаходу:

СПОСІБ ТЕРМООБРОБКИ СТАЛІ

(57) Формула винаходу:

Спосіб термообробки високовуглецевої нелегованої евтектоїдної сталі з отриманням подрібненої феритно-цементитної структури, за яким пічний нагрів сталі здійснюють до температури 750-900 °С, витримують її за цієї температури заданий час та охолоджують у рідкому середовищі, причому заданий час визначається за виразом:

$T=(1 \text{ хв на } 1 \text{ мм перерізу в мінімальному перерізі})-(7-27 \%)$.



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **129582** (13) **C2**
(51) МПК (2025.01)
C21D 1/34 (2006.01)
C21D 1/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2023 05708</p> <p>(22) Дата подання заявки: 27.11.2023</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 05.06.2025</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 01.05.2024, Бюл.№ 18</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 04.06.2025, Бюл.№ 23</p>	<p>(72) Винахідник(и): Бриков Михайло Миколайович (UA), Гіржон Василь Васильович (UA), Климов Олександр Володимирович (UA), Капустян Олексій Євгенович (UA), Єфременко Олексій Васильович (UA), Висоцька Наталя Іванівна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА", вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063 (UA)</p> <p>(74) Представник: ВИСОЦЬКА НАТАЛЯ ІВАНІВНА</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 120091 U, 10.05.2017 WO 2012/021090 A1, 16.02.2012 CN 111304545 A, 19.06.2020 CN 106282494 A, 04.01.2017 SU 1447886 A1, 30.12.1988 UA 87468 U, 10.2.2014 UA 95409 A, 25.07.2011</p>
--	---

(54) СПОСІБ ТЕРМООБРОБКИ СТАЛІ

(57) Реферат:

Винахід належить до металургійного виробництва чорних металів, зокрема до термообробки високовуглецевої нелегованої евтектоїдної сталі з отриманням подрібненої феритно-цементитної структури. Спосіб передбачає пічний нагрів сталі до температури 750-900 °С. Витримання за цієї температури та охолодження у рідкому середовищі. Заданий час визначається за виразом: $T=(1 \text{ хвилина на } 1 \text{ мм перерізу в мінімальному перерізі}) - (7-27 \%)$. Технічний результат: підвищення опору ударному руйнуванню цієї сталі.

UA 129582 C2

Винахід належить до металургійного виробництва чорних металів, здебільшого до термообробки високовуглецевої нелегованої евтектоїдної сталі, а саме стосується обробки, що спрямована на підвищення опору ударному руйнуванню цієї сталі.

Відомий спосіб термічної обробки для виготовлення довгомірних і плоских виробів з нелегованих або низьколегованих сталей, зі зміцненим поверхневим (граничним) шаром, що включає наступні етапи: перший процес - охолодження заготовки для отримання мартенситного зерна (мікроструктури) на межі шару заготовки, а також другий процес - охолодження заготовки зі швидкістю охолодження нижче нижньої критичної швидкості охолодження для охолодження серцевини заготовки [1].

Суттєвим недоліком цього способу є те, що у поверхневому шарі сталі утворюється мартенсит, що призводить до зниження опору ударному навантаженню, а також те, що обробка проводиться у декілька етапів, що збільшує її час.

Відомий також спосіб термообробки сталі, який включає пічний нагрів і охолодження у різних середовищах. Пічний нагрів здійснюють до температури, яка перевищує A_{c3} на 200-400 °C при короточасній витримці від 10 до 30 секунд на 1 мм перерізу [2].

Недоліком цього способу є те, що нагрівання проводять з дуже великим перегрівом вище температури переходу в однофазну область, що сприяє зростанню зерен аустеніту і зниженню опору ударному руйнуванню обробленої сталі.

Технічною задачею заявленого винаходу є створення способу термообробки сталі, у якому за наявності нових ознак у сукупності за рахунок оптимізації часу витримки та умов охолодження отримується подрібнена феритно-цементитна структура та підвищується опір ударному руйнуванню оброблюваної сталі із забезпеченням економічності способу у цілому.

Рішення поставленої технічної задачі досягається тим, що у заявленому способі термообробки сталі, що включає пічний нагрів і охолодження, пічний нагрів здійснюють до температури 750-900 °C, витримують заданий час та охолоджують у рідкому середовищі, причому заданий час визначається за виразом:

$$T=(1 \text{ хвилина на } 1 \text{ мм перерізу в мінімальному перерізі}) - (7-27 \%)$$

Технічним результатом заявленого винаходу є одночасне забезпечення отримання подрібненої феритно-цементитної структури високовуглецевої нелегованої евтектоїдної сталі, що забезпечує підвищення опору ударному руйнуванню та економічності способу у цілому.

Перелічені ознаки запропонованого технічного рішення є суттєвими ознаками винаходу, що заявляється, а їх сукупність забезпечує досягнення очікуваного технічного результату.

Причинно-наслідковий зв'язок між суттєвими ознаками винаходу та очікуваним технічним результатом полягає у наступному:

Саме використання пічного нагріву до температури 750-900 °C та витримка впродовж часу, що залежить від геометричних параметрів зразка, що термообробляється, а також охолодження у рідкому середовищі дозволяє отримати подрібнену феритно-цементитну структуру високовуглецевої нелегованої евтектоїдної сталі. Саме ця структура дозволяє отримати підвищені показники ударної в'язкості, що забезпечує підвищення опору ударному руйнуванню. Залежність часу витримки від геометрії зразків дозволяє створити спосіб з підвищеною економічністю.

Заявлений спосіб термообробки сталі здійснюється наступним чином.

Зразки з високовуглецевої нелегованої евтектоїдної сталі нагрівають у печі з повітряною атмосферою та витримують впродовж часу, що визначається за виразом:

$$T=(1 \text{ хвилина на } 1 \text{ мм перерізу в мінімальному перерізі}) - (7-27 \%)$$

Далі зразки охолоджують у рідкому середовищі.

Приклад здійснення заявленого способу:

Зразки з евтектоїдної сталі У8 розміром 10×7,5×55 мм піддають пічному нагріванню з повітряною атмосферою до температури 800 °C та витримують у продовж часу, що розраховується на виразом:

$$T=(1 \text{ хвилина на } 1 \text{ мм перерізу в мінімальному перерізі}) - (7-27 \%),$$

$$T=(1 \times 7,5) - (7-27 \%) = 5,5 - 7,0 \text{ хв.}$$

Потім охолоджують у рідкому середовищі до кімнатної температури.

Дослідження ударної в'язкості проводили відповідно до ДСТУ ISO 148-1:2022 на зразках без надрізу.

Результати випробувань.

Мінімальний розмір, мм	Час витримки, хвилини	Ударна в'язкість, Дж (енергія удару 460 Дж)
7,5	Без обробки	218
7,5	5,0	141
7,5	5,5	281
7,5	6,5	Зразок не зруйновано*
7,5	7,0	Зразок не зруйновано*
7,5	8,0	18

Примітка:* Оскільки зразок не зруйновано, то ударну в'язкість не визначено, але при випробуваннях енергія удару складає 460 Дж, тобто ударна в'язкість цих зразків більша, ніж 460 Дж.

Ефективність заявленого способу підтверджують дані наведені у таблиці.

Із використанням заявленого способу досягається підвищення опору ударному руйнуванню.

5 В існуючих джерелах патентної та науково-технічної інформації не виявлено способу термообробки сталей, який має заявлену сукупність суттєвих ознак, тому представлене технічне рішення відповідає критерію "новизна".

10 Порівняльний аналіз вищевказаного технічного рішення з найбільш близьким аналогом показав, що реалізація сукупності суттєвих ознак, які характеризують запропонований винахід, призводить до появи якісно нових технічних властивостей, сукупність яких не була встановлена раніше з існуючого рівня техніки, що дозволяє зробити висновок про відповідність запропонованого технічного рішення критерію "винахідницький рівень".

15 Запропоноване технічне рішення є промислово придатним, оскільки не містить у своєму складі жодних конструктивних елементів чи матеріалів, які неможливо відтворити на сучасному етапі розвитку техніки в умовах промислового виробництва.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

1. Патент US 6355119, опубл. 12.03.2002.
2. Патент UA 59852 опубл. 15.09.2003 бюл. № 9.

20

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

25 Спосіб термообробки високовуглецевої нелегованої евтектоїдної сталі з отриманням подрібненої феритно-цементитної структури, за яким пічний нагрів сталі здійснюють до температури 750-900 °С, витримують її за цієї температури заданий час та охолоджують у рідкому середовищі, причому заданий час визначається за виразом:

$T=(1 \text{ хв на } 1 \text{ мм перерізу в мінімальному перерізі})-(7-27 \%)$.