



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110360** (13) **C2**  
(51) МПК

**C21D 1/26** (2006.01)

**C21D 1/78** (2006.01)

**C21D 8/06** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2013 09785</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Луценко Владислав Анатолійович (UA),</b> <b>Голубенко Тетяна Миколаївна (UA),</b> <b>Черниченко Валентина Григорівна (UA),</b> <b>Луценко Ольга Владиславівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>06.08.2013</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ІНСТИТУТ ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ НАН</b> <b>УКРАЇНИ,</b> пл. Академіка Стародубова, 1, м. Дніпропетровськ, 49050 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.12.2015</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 1 052 551 A, 07.11.1983 SU 1 650 728 A1, 23.05.1991 UA 36 892 U, 10.11.2008 UA 88 583 C2, 26.10.2009 RU 2 235 791 C1, 09.10.2004 RU 2 270 269 C1, 20.02.2006 RU 2 431 686 C1, 20.10.2011 CN 101135028 A, 05.03.2008 US 4 191 600 A, 04.03.1980 US 2010/0308612 A1, 09.12.2010
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.02.2015, Бюл.№ 3</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.12.2015, Бюл.№ 24</b>	

**(54) СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПРОКАТУ З ЛЕГОВАНОЇ СТАЛІ**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до галузі чорної металургії, зокрема до способу термічної обробки прокату, і може бути використаним для виготовлення деталей відповідального призначення з легованої сталі для автобудування. Спосіб термічної обробки прокату з легованої сталі включає охолодження після прокатки до температур 300-350 °С, нагрівання до температур  $A_{Cl}$  - (55-95 °С), ізотермічну витримку протягом 4-5 годин і охолодження в печі, при цьому швидкість нагрівання і охолодження 25-40 °С/год. Винахід забезпечує скорочення часу термообробки легованої сталі та зниження витрат енергоресурсів на цей процес.

UA 110360 C2



Винахід належить до галузі чорної металургії, зокрема до способу термічної обробки прокату, і може бути використаним для виготовлення деталей відповідального призначення з легованої сталі для автобудування.

Відомий спосіб термічної обробки прокату з легованої сталі, що включає копеж, першу аустенізацію, ізотермічну витримку на стадії охолодження до 250-300 °С, наступний високий відпуск при температурі  $A_{Cl}$  - (90-110 °С), другу аустенізацію, охолодження у воді, високий відпуск при температурі  $A_{Cl}$  -(60-120 °С) з охолодженням на повітрі. [Патент RU 2431686 C1, МПК C21D 3/06, C2D 1/78. Способ комплексной термической обработки крупногабаритных кованых заготовок из хромомолибденованадиевой стали. Заявл. 11.05.2010. - Оpubл. 20.10.2011].

Недоліком відомого способу є велика тривалість і енерговитратність термічної обробки.

Найбільш близьким за технічною сутністю і результатом, що досягається, є спосіб термічної обробки прокату з легованої сталі, що включає перерване загартування на бейніт, нагрів в міжкритичному інтервалі температур, витримку, охолодження до 650 ÷ 600 °С, витримку протягом 40 ÷ 50с, повторний нагрів до підкритичної температури зі швидкістю 15 ÷ 20 °С/хв і охолодження на повітрі. [Патент UA 36892 U МПК C21D 1/26, C21D 1/78. Спосіб термічної обробки прокату з низько-і середньовуглецевих сталей для холодної висадки. Заявл. 23.05.2008.-Оpubл. 10.11.2008].

Недоліком найближчого аналога з рівня техніки є значні енерговитрати, пов'язані з повторним нагріванням при проведенні процесу термічної обробки.

Задача, яку вирішує винахід, полягає в зниженні енерговитрат на термічну обробку сталі.

Технічний результат, що досягається при використанні винаходу, полягає в скороченні часу термічної обробки легованої сталі, що призводить до економії енергоресурсів при виробництві прокату для відповідальних автомобільних деталей.

Вирішення поставленої задачі забезпечується тим, що проводиться охолодження і відпал при температурі  $A_{Cl}$  - (55-95 °С) з витримкою 4-5 годин і охолодженням у печі.

Згідно з винаходом, спосіб, що заявляється, відрізняється тим, що охолодження проводять до температур 300-350° С, відпал проводять при температурі  $A_{Cl}$  -(55-95 °С), ізотермічну витримку виконують протягом 4-5 годин, охолодження здійснюють у печі, причому швидкість нагрівання та охолодження 25-40 °С/год.

Спосіб термічної обробки прокату з легованої сталі, що заявляється, включає охолодження після прокатки до температур 300-350 °С, нагрівання до температур  $A_{Cl}$  -(55-95 °С), ізотермічну витримку 4-5 годин з охолодженням у печі, причому швидкість нагрівання та охолодження 25-40 °С/ год.

Суть способу, що заявляється, полягає в наступному.

Прискорене охолодження легованої сталі після гарячої прокатки до температур 300-350 °С сприяє утворенню перлітної та метастабільної бейнітної структури, яка при подальшому нагріванні до  $A_{Cl}$  - (55-95 °С) і ізотермічній витримці протягом 4-5 годин зазнає перетворення, утворюючи сфероїдизовану ферито-перлітну структуру, що знижує твердість прокату. Зниження температури нагріву менш  $A_{Cl}$ -95 °С, або зниження часу витримки менше 4 годин призведе до неприпустимо високої твердості хромомолібденової сталі. Підвищення температури нагрівання більш  $A_{Cl}$ -55 °С або витримка більше 5 годин забезпечить низьку твердість, однак підвищить тривалість відпалу і призведе до додаткових витрат енергоресурсів. Повільна швидкість нагрівання і охолодження (25-40 °С/год.) забезпечує рівномірні властивості по всьому перерізу прокату. Підвищення швидкості нагрівання або охолодження більше 40 °С/год. може привести до викривлення і нерівномірної твердості легованого прокату, що неприпустимо. Зниження швидкості нагрівання або охолодження менше 25 °С/год. на властивості прокату не впливає, проте значно підвищує тривалість термічної обробки і знижує продуктивність печі, що економічно недоцільно.

Приклад конкретного виконання заявленого способу.

Спосіб, що заявляється, був випробуваний в лабораторних умовах Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України.

Сортовий прокат діаметром 140 мм з хромомолібденової сталі (0,391 мас. %С, 0,257 мас. %Si, 0,748 мас. % Mn, 1,083 мас. %Cr, 0,248 мас. % Mo, 0,023 мас. %P, 0,013 мас. %S) вироблений на ВАТ "Білоруський металургійний завод - управляюча компанія холдингу "Білоруська металургійна компанія" (ВАТ "БМЗ") з безперервнолитої заготовки, підданої нагріванню до температур аустенізації  $A_{C3}$  + (200-300 °С) і прокатці. Готовий сортовий прокат охолоджувався до 300-350 °С для отримання перлітної і бейнітної структури і піддавався термічній обробці за різними режимами з нагріванням зі швидкістю 40 і 45 °С/год. до температур

550-680 °C і витримками 4-6 годин (точка  $A_{Cl}$  для хромомолібденової сталі становить 755 °C) і наступним охолодженням зі швидкостями 40 і 45 °C/год.

У оброблених зразках досліджували мікроструктуру і вимірювали твердість. Згідно з діючим стандартом [ГОСТ 4543. Сталь легована конструкційна. Технічні умови.] для хромомолібденової сталі, залежно від вмісту вуглецю, твердість після відпалу повинна бути менше 229-241НВ.

Згідно з отриманими даними, проведення термічної обробки прокату з хромомолібденової сталі при знижених (менше  $A_{Cl}-95$  °C) температурах і витримках (режими 2-4 в таблиці) призводить до незадовільно високої твердості, так як структурні перетворення при низьких температурах проходять в малому ступені. Найкращі низькі значення твердості (режими 1, 5, 6 в таблиці) забезпечуються при нагріванні в інтервалі  $A_{Cl}$  - (55-95 °C) завдяки утворенню великої кількості сфероїдизованої ферито-перлітної структури. При цьому скорочення витримки до 4 і 5 годин, замість 6,5 годин, забезпечує необхідні значення твердості, підвищить продуктивність і призведе до значного зниження витрат природного газу.

При нагріванні зі швидкістю 45 °C/год. до температур 550-680 °C, витримці і наступному охолодженні зі швидкістю 45 °C/год. відбувалося викривлення прокату, що є неприпустимим, а при швидкості нагрівання й охолодження 40 °C/год. жолоблення прокату відсутнє.

Проведені дослідження показали, що Спосіб термічної обробки прокату з легованої сталі, що заявляється, (див. Табл., режими 1 і 6) дозволяє скоротити тривалість обробки, знизивши витрату природного газу, і забезпечить низькі значення твердості сталі.

Таблиця

Режим термічної обробки	Температура нагріву, °C	Тривалість витримки, год.	Витрата газу на одну обробку, м <sup>3</sup> /год. 10 <sup>3</sup>	Максимальна твердість, НВ
1	680	4	2,1	215
2	600	4	1,9	248
3	600	6,5	2,2	242
4	550	6,5	1,8	258
5	680	6,5	2,35	203
6	680	5	2,2	207

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб термічної обробки прокату з легованої сталі, що включає охолодження після прокатки, нагрівання, ізотермічну витримку, охолодження, який **відрізняється** тим, що охолодження проводять до температур 300-350 °C, нагрівання виконують до температур  $A_{Cl}$  - (55-95 °C), ізотермічну витримку здійснюють протягом 4-5 годин, а охолодження після витримки проводять в печі, при цьому швидкість нагрівання та охолодження 25-40 °C/год.

---

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

---

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

---

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