



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 114579

(13) C2

(51) МПК

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

C22C 38/22 (2006.01)

C22C 38/24 (2006.01)

C22C 38/28 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2016 06673

(22) Дата подання заявки: 17.06.2016

(24) Дата, з якої є чинними  
права на винахід: 26.06.2017

(41) Публікація відомостей  
про заявку: 25.11.2016, Бюл.№ 22

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: 26.06.2017, Бюл.№ 12

(72) Винахідник(и):

Бабаченко Олександр Іванович (UA),  
Кузьмичов Вячеслав Михайлович (UA),  
Перков Олег Миколайович (UA),  
Кононенко Ганна Андріївна (UA)

(73) Власник(и):

ІНСТИТУТ ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ НАН  
УКРАЇНИ,

пл. Академіка Стародубова, 1, м.  
Дніпропетровськ, 49050 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:

RU 2413028 C2, 27.02.2011

RU 2546270 C2, 10.04.2015

SU 621785 A1, 31.07.1978

UA 85491 U, 25.11.2013

DE 3111420 A1, 14.10.1982

CZ 9400823 A3, 15.11.1995

CN 104046905 A, 17.09.2014

CN 105252961 A, 20.01.2016

## (54) СТАЛЬ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОЛІСНИХ БАНДАЖІВ РЕЙКОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі чорної металургії, зокрема до виробництва сталі для виготовлення колісних бандажів. Сталь містить, мас. %: вуглець 0,60-0,64, марганець 0,60-0,80, кремній 0,40-0,50, хром 0,3-0,4, молібден 0,2-0,3, ванадій 0,10-0,13, титан 0,05-0,07, фосфор не більше 0,009, сірка не більше 0,005, залізо - решта, при цьому сумарний вміст Mo+V+Ti знаходиться в діапазоні 0,35-0,50 мас. %. Технічний результат: одержання дрібнозернистої феритно-перлітної структури, яка гарантує підвищення показників конструктивної міцності до  $\sigma_B=1300$  МПа,  $\sigma_T=700$  МПа,  $\sigma_{-1}=350$  МПа, при збереженні достатньої пластичності.

UA 114579 C2



Винахід належить до галузі чорної металургії, зокрема до виробництва транспортного металу, і може бути використаний для виготовлення колісних бандажів.

Конструктивні елементи колеса локомотива (у першу чергу, бандажі) під час експлуатації зазнають високих теплових навантажень, які виникають при гальмуванні колідками на високих швидкостях або при пробуксуванні між поверхнями кочення бандажа і рейки. Такі навантаження можуть привести до прокручення бандажа відносно колісного центру і навіть до руйнування колеса. Міцність і надійність колеса забезпечується міцнісними та утомними якостями металу бандажу.

Відома сталь для колісних бандажів для рухомого складу залізниць [1. ДСТУ 398]. Бандажі виготовляються зі сталі наступного хімічного складу: C=0,57-0,65 %; Mn=0,60-0,90 %; Si=0,20-0,42 %.

Після термічного зміцнення колісні бандажі мають такі механічні властивості:  $\sigma_B=950-1130$  МПа;  $\sigma_T=600-650$  МПа;  $\sigma_{-1}=230$  МПа;  $\delta=10$  %;  $\psi=14$  %; HB $\geq 269$ ; KCU $^{+20^\circ\text{C}}=0,25$  МДж/м<sup>2</sup>.

В сучасних умовах експлуатації таких показників недостатньо. Високі швидкості руху, різке та довготривале гальмування призводить до появи на поверхні кочення колісного бандажа термічних тріщин та тріщин втоми, що може стати причиною раптових відмов та навіть руйнувань.

Найбільш близькою за технічною суттю та результатом є сталь для виготовлення залізничних коліс, колісних бандажів [2. Патент України № 80110, опубл. 27.08.2007 р.], яка має такий склад, мас. %:

C	0,33-0,49
Si	0,85-1,00
Mn	0,25-0,40
Cr	0,85-1,00
Mo	0,10-0,20
Cu	$\leq 0,10$
Ni	$\leq 0,10$
P	$\leq 0,009$
S	$\leq 0,005$ ,
а також на вибір один або кілька легуючих елементів з групи, що включає:	
V	0,06-0,10
Nb	0,010-0,015
B	0,0015-0,0030
Ti	$\leq 0,01$
Al	0,010-0,015
N	0,005-0,010.

Недоліком відомої сталі є те, що такий склад не забезпечує бандаж необхідними в теперішніх умовах якостями, зокрема: термостійкістю, довготривалою міцністю, стійкістю проти утворення і росту тріщин, в'язкістю руйнування, тепловою утомністю, стійкістю проти теплових ударів, а також зносостійкістю. Ці показники важливі, в першу чергу, при контакті бандажа з рейкою, де матеріали зазнають комплексних механічних і теплових впливів.

Задачею винаходу є підвищення якості колісних бандажів, їх зносостійкості, надійності та опору механічним і термічним навантаженням.

Поставлена задача вирішується тим, що сталь для виготовлення колісних бандажів рейкових транспортних засобів, що містить залізо, вуглець, марганець, кремній, хром, молібден, ванадій, титан, і має такий склад, мас. %:

C	0,60-0,64
Mn	0,60-0,80
Si	0,40-0,50
Cr	0,3-0,4
Mo	0,2-0,3
V	0,10-0,13
Ti	0,05-0,07
P	не більше 0,009
S	не більше 0,005
Fe	решта,

при цьому сумарний вміст Mo+V+Ti знаходиться в діапазоні 0,35-0,50.

Суть винаходу полягає в тому, що запропонований збільшений вміст вуглецю та марганцю забезпечує підвищення показників конструктивної міцності в порівнянні з ДСТУ 398 до  $\sigma_B=1300$  МПа,  $\sigma_T=700$  МПа,  $\sigma_{-1}=350$  МПа.

Вміст марганцю в кількості 0,60-0,80 % підвищує зносостійкість і в'язкість сталі, внаслідок збільшення в структурі сталі кількості легованих карбідів. Вміст марганцю нижче 0,60 % різко знижує його позитивний вплив на структуру і властивості сталі, а підвищення його вмісту вище 0,80 % приводить до підвищення стійкості аустеніту, що приводить при термічній обробці коліс і бандажів до формування структур гарту (бейніт та мартенсит).

При вмісті кремнію нижче 0,40 %, істотно низький його позитивний вплив, а при збільшенні його вмісту вище 0,50 % - збільшується кількість фериту в структурі, що приводить до зниження міцності сталі.

Легуючі елементи, наявні у запропонованій сталі, вибрані таким чином, що вона при застосуванні відповідної термічної обробки одержить феритно-перлітну структуру. Ця структура відрізняється особливо високою зносостійкістю і має термодинамічну стабільність, вищу ніж стабільність бейнітної чи мартенситної структур, а додавання хрому і молібдену до запропонованої сталі підвищує її теплостійкість.

Наявність Mo, V і Ti, в порівнянні з відомою сталлю, дозволяє утворити таку структуру сплаву, яка забезпечить підвищення міцності та втомленої міцності запропонованої сталі (стор. 3 опису винаходу).

Вміст Mo+V+Ti в хімічному складі сталі сприяє підвищенню міцності при взаємодії з хромом і зміцненню структури. Молібден сприяє утворенню чистих сполук, які покращують глибоку цементацію, що сукупно допомагає зменшенню зерна. Титан дозволяє одержати потрібну структуру сталі: рівномірно утворює дисперсні карбіди.

Якщо сумарний вміст вказаних компонентів становить нижче 0,35 %, вплив елементів на властивості сталі не забезпечить необхідні показники конструктивної міцності  $\sigma_B$ ,  $\sigma_T$ ,  $\sigma_{-1}$  а збільшення, за рівень 0,50 %, не тільки приведе до утворення в структурі надмірної кількості нітридів і карбідів, але й до подорожчання сталі.

В результаті сумарний вміст забезпечує підвищення довготривалої міцності, що робить запропоновану сталь особливо придатною для використання у тяжких умовах експлуатації.

Технічний результат використання винаходу полягає в тому, що запропонований вміст сталі забезпечує одержання дрібнозернистої феритно-перлітної структури, яка гарантує підвищення показників конструктивної міцності до  $\sigma_B=1300$  МПа,  $\sigma_T=700$  МПа,  $\sigma_{-1}=350$  МПа, при збереженні достатньої пластичності.

Запропоновану сталь виплавили та сифонним способом розлили по виливницях. Одержали комплектні виливки круглого перерізу, призначені для виробництва колісних бандажів. На багатосупортних станках зливки розрізали на індивідуальні заготовки, які, після нагрівання у кільцевій печі, піддали деформуванню на пресо-прокатній лінії. Після деформування і термічної обробки готові колісні бандажі охолодили і передали до лабораторії для вирізки зразків і проведення випробувань за ДСТУ. Механічні випробування показали такі результати (табл.)

Таблиця

Показники механічних властивостей

№ п/п	Сталь	Механічні властивості (середні значення)						
		$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_{-1}$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	НВ	КСУ <sup>+20°C</sup> , МДж/м <sup>2</sup>
1	Згідно з ДСТУ-398	1000	620	250	11	20	269	0,25
2	Запропонована сталь	1300	700	350	12	22	280	0,30

Зразок 1 має менший рівень втомленої міцності внаслідок невідповідної кількості легуючих елементів.

Кращі результати, одержані при випробуваннях металу зразка 2, який виконано з металу відповідно до винаходу. З наведеного в таблиці видно більш висока утомна міцність запропонованої сталі, яка призведе до підвищення експлуатаційної надійності колісного бандажа.

Таким чином, запропонована сталь для виготовлення колісних бандажів, що має відповідний винаходу склад, має кращі показники конструктивної міцності: підвищені міцність, в'язкість, утомну міцність (табл.) Завдяки цьому зростають характеристики утомності, швидкість зародження і зростання тріщин.

Практичні дослідження підтвердили, що бандажі виготовлені з запропонованої сталі мають істотні переваги над бандажами, виготовленими із відомої сталі. Сталь для виготовлення

колісних бандажів, за рахунок підвищення утомної міцності та стійкості проти утворення і росту тріщин, забезпечує їх високу експлуатаційну надійність.

Задача винаходу виконана, технічний результат досягнуто.

5

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Сталь для виготовлення колісних бандажів рейкових транспортних засобів, що містить залізо, вуглець, марганець, кремній, хром, молібден, ванадій, титан, яка **відрізняється** тим, що має такий склад, мас. %:

C	0,60-0,64
Mn	0,60-0,80
Si	0,40-0,50
Cr	0,3-0,4
Mo	0,2-0,3
V	0,10-0,13
Ti	0,05-0,07
P	не більше 0,009
S	не більше 0,005
Fe	решта,

10 при цьому сумарний вміст Mo+V+Ti знаходиться в діапазоні 0,35-0,50 мас. %.

---

Комп'ютерна верстка М. Мацело

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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