



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **89558**

(13) **U**

(51) МПК

B21B 1/16 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 13544**

(22) Дата подання заявки: **21.11.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.04.2014**

(46) Публікація відомостей **25.04.2014, Бюл.№ 8**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Ємченко Андрій Валентинович (UA),
Смирнов Євген Миколайович (UA),
Кривицький Дмитро Володимирович
(UA),
Шум Валентин Борисович (UA),
Цуканов Владислав Іванович (UA),
Борискін Валентин Валентинович (UA),
Рудь Антон Вікторович (UA),
Суміна Вера Василівна (UA)**

(73) Власник(и):

**ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
"ДОНЕЦЬКСТАЛЬ"- МЕТАЛУРГІЙНИЙ
ЗАВОД",
вул. Івана Ткаченка, 122, м. Донецьк, 83062
(UA)**

(54) СПОСІБ ПРОКАТКИ СОРТОВИХ ПРОФІЛІВ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАРОК СТАЛІ

(57) Реферат:

Спосіб прокатки сортних профілів конструкційних марок сталі включає деформування безперервнолитої заготовки одночасно у парних калібрах, послідовно розташованих по ходу прокатки в чорновій і чистовій групах клітей. Починаючи з мінімальної і далі в наступних за мінімальною парях чистової групи клітей деформування ведуть з накопиченням деформації за визначеною залежністю.

UA 89558 U

Корисна модель належить до прокатного виробництва, конкретно до виробництва сортових профілів круглого або квадратного поперечного перерізу з безперервнолитого металу, і може бути використана на багатоклітьових безперервних станах.

Зазначений прокат в умовах багатоклітьових безперервних станів гарячої прокатки виготовляється з неперервнолитої заготовки малого перерізу (від 120x120 мм до 150x150 мм) з різних марок сталі. (В.К.Смирнов, В.А.Шілов, Ю.В.Інатович / Калибровка прокатных валков. - М.: Теплотехника, 2008. - стр. 159-172).

Найбільш часто для виробництва сортових профілів використовуються системи витяжних калібрів «овал-коло» і «овал-квадрат», які складаються з овальних і круглих (квадратних) калібрів, послідовно чергуються в напрямку прокатки. При цьому першим калібром в парі витяжних калібрів є овальний. Одним з основних параметрів процесу прокатки сортових профілів з безперервнолитої заготовки малих перерізів, який безпосередньо впливає на характеристики металургійної якості (поверхнєве дефектоутворення, і рівномірність бала результуючого зерна металу по перетину) кінцевого прокату, є накопичувальна деформація Λ ,

обумовлена з використанням залежності: $\Lambda = \sum \sqrt{3} \ln \mu_{\Sigma}$, де μ_{Σ} - сумарна витяжка.

Відомий спосіб прокатки сортових круглих і квадратних профілів, (В.Б.Бахтинов «Прокатное производство», М., «Металлургия», 1987, с. 175-180), що включає деформування безперервнолитої заготовки одночасно в декількох калібрах, послідовно розташованих по ходу прокатки. При цьому для отримання готових профілів використовують овальні калібри, що чергуються з круглими або квадратними калібрами, причому величину витяжки в овальних калібрах приймають до 2,2, а в квадратних - до 1,5. При необхідності предчистовий овальний калібр замінюють десятикутним.

Недоліком відомого способу прокатки є неможливість створення рівномірної деформації у всіх проходах, що не забезпечує стабілізацію розмірів зерна по перерізу готового прокату і погіршує його якість.

Найбільш близьким аналогом пропонованої корисної моделі є спосіб прокатки сортових профілів круглого або квадратного поперечного перерізу (RU, № 2346762 Cl, кл. B21B 1/16, опубл. 20.02.2009 р.), що включає деформування заготовки одночасно не менше ніж у 4 - 6 калібрах системи калібрів, що складається з овальних і круглих або квадратних діагональних калібрів, що чергуються, послідовно розташованих по ходу прокатки, при цьому співвідношення величин витяжок у двох суміжних калібрах змінюють за залежністю:

$$\mu_O / \mu_K = 0,0175 \cdot i^2 - 0,153 \cdot i + 1,458,$$

де μ_O - величина витяжки в попередньому овальному калібрі;

μ_K - те ж у подальшому круглому або квадратному калібрі;

i - порядковий номер непарного калібру проти ходу прокатки.

Використання відомого способу не забезпечує високу якість готового прокату, що характеризується значним поверхневим дефектоутворенням і нерівномірністю бала результуючого зерна металу по перегину готового прокату. Це обумовлено нерівномірним опрацюванням литої структури викликаним прийнятим характером розподілу витяжок по проходах, а отже і характером накопичення деформації.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу прокатки сортових профілів конструкційних марок сталі, в якому за рахунок регламентації характеру (залежності) накопичення деформації забезпечується поліпшення опрацювання литої структури, що приводить до зниження поверхневого дефектоутворення і підвищенню рівномірності бала результуючого зерна металу по перерізу готового прокату, що призводить до підвищення якості прокату.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі прокатки сортових профілів конструкційних марок сталі, що включає деформування безперервнолитої заготовки одночасно у парних калібрах, послідовно розташованих по ходу прокатки в чорновій і чистовій групах клітей, згідно з корисною моделлю, починаючи з мінімальної і далі в наступних за мінімальною парам чистової групи клітей, деформування ведуть з накопиченням деформації за залежністю:

$$\Lambda = -0,9945 + 1,1628 \cdot i + 1,1933 \cdot a - 0,1697 \cdot i^2 - 0,2563 \cdot a^2 - 0,3858 \cdot i \cdot a,$$

де i - порядковий номер пари суміжних калібрів проти ходу прокатки ($i=1$ - остання пара суміжних калібрів з чистовим,

a - величина відношення площі поперечного перерізу прокатуваного профілю до площі поперечного перерізу профілю мінімального діаметра з ряду.

Опитне випробування заявлюваного способу прокатки здійснювали на типовому безперервному середньосортovому стані 390.

Для цього під час прокатки круглих сортових профілів близького діаметра (12, 13 та 14 мм), відповідно до вимог ГОСТ 2590-2006 з безперервнолитої сортової заготовки малого перерізу 125×125 мм, яка була відлита з конструкційної марки сталі машинобудівного сортаменту (сталь 45), варіювали накопиченням деформації в парах суміжних калібрів, починаючи з входу заготовки в стан. Результати випробування оцінювали шляхом зіставлення кількості поверхневих дефектів на поверхні початкової заготовки та на готовому профілі з неї. Для цього, перед прокаткою опитної партії металу (близько 160 т) всі заготовки були пронумеровані та з чотирьох боків візуально обстежені на наявність поверхневих дефектів. Результати обстеження заносили до протоколу.

Для опробування різних режимів деформування з накопиченням деформації усі обстежені заготовки розділили на 4-ри партії.

Кожну партію деформували за власним режимом. Були випробувані наступні режими деформування з накопиченням деформації:

- діючий на стані;

- відповідно до технології прокатки круглих профілів, яка була вибрана як найближчий аналог;

- режим (накопичення деформації, яке зменшується), який зменшується від першої пари суміжних клітей до останньої;

- комбінований режим, відповідно до нового способу прокатки. Порівняльні результати виробництва суміжних круглих профілів діаметром 12, 13 та 14 мм наведені в таблиці 1.

У подальшому заготовки кожної партії у чіткій послідовності саджали в піч та після нагрівання прокатували. З прокату, який отримували з кожної заготовки, формували окрему пачку. Кожний готовий профіль візуально обстежували на наявність поверхневих дефектів. Крім того, з кожної пачки готового прокату відбирали пробу для дослідження рівномірності балу результуючого зерна в перерізі готового профілю.

Режими прокатки суміжних круглих профілів діаметром 12,13 и 14 мм, відповідно до запропонованого способу наведено у таблиці 2.

Аналіз отриманих результатів (табл.1) щодо наявності на готовому прокаті поверхневих дефектів показав високі результати, а саме обсяг додаткового зачищення поверхні склав майже 4,7 % проти 20,1 % у найближчому аналогу. Експериментальні прокатки також засвідчили, що відхилення від запропонованого режиму накопичення деформації, суттєвим чином погіршує отримані результати щодо зменшення обсягів додаткового зачищення поверхні готового прокату.

Також, було виконане дослідження щодо рівномірності бала результуючого зерна в різних частинах поперечного перерізу розкатів. Як критерій було вибрано відношення розмірів зерна в двох областях, які розташовані на осях симетрії та примикають до поверхні розкату. Вибір такого критерію є оправданим, оскільки враховується можливий характер прикладання найбільшої деформації в горизонтальних та вертикальних клітях.

Таблиця 1

Режими накопичення деформації	Зменшення обсягу додаткового зачищення поверхні прокату, %	Середній розмір аустенітного зерна, мкм				A _{ВВ} /A _{ГВ}	
		Вісь X-X (горизонтальна)		Вісь Y-Y (вертикальна)		Радіальний напрям	Тангенціальний напрям
		Радіальний напрям	Тангенціальний напрям	Радіальний напрям	Тангенціальний напрям		
Діючий на стані	0,0	24,6	29,5	30,8	38,4	1,25	1,30
Відповідно до найближчого аналога	17,8 ÷ 22,4 20,1	31,6	27,6	27,4	34,8	1,15	1,26
Зменшувальний режим	15,7 ÷ 21,76 18,73	23,7	28,0	29,1	36,7	1,23	1,31
Комбінований (відповідно до нового способу)	23,5 ÷ 27,3 25,4	22,4	23,7	25,8	28,0	1,13	1,16

Таблиця 2

Круглий профіль Ø 12 мм (базовий); a ₁ =1,0														Суміжні круглі профілі	
№ кліт	Код калібру	Розміри калібру, мм			Розміри розкату, мм			Площа поперечного перерізу розкату, мм ²	Коефіцієнт витяжки	№ пари суміжних калібрів	Сумарна витяжка у парі калібрів, μ _Σ пари	Накопичення деформації від початку прокатки Λ _Σ	Ступінь накопичення деформації в парі, Λ	Ø 13 мм a ₂ =1,180	Ø 14 мм a ₃ =1,359
		ширина	глибина	зазор	висота	ширина	квадрат (круг)								
					126	126	126	15598							
1	BX-002	155	30	16	76	148		10613	1,47	I	1,963	1,168	1,168	1,174	1,179
2	BO-002	102	37,5	23	98	96,2		7941	1,336						
3	OV-001	140	21,3	14,5	57	112,4		5373	1,478						
4	RD-002	75	30	12	72	71	72	4067	1,323	II	1,955	2,329	1,161	1,166	1,170
5	OV-002	115	16	7	39	85,5		2808	1,446						
6	RD-003	55	20	12	52	51,5	52	2128	1,32						
7	OV-004	67	10	9,3	29,3	64,2		1485	1,433	IV	1,802	4,469	1,020	1,088	1,015
8	RD-004	41	16,5	6	39	38,1	39	1180	1,258						
9	OV-005	53	8,5	4,5	21,5	49,6		827,8	1,426						
10	RD-005	31,5	12,5	4	29	28,6	29	659,1	1,256	V	1,791	5,479	1,010	0,959	0,908
11	OV-006	41,3	6,5	3	16	37,3		468,4	1,407						
12	RD-006	24	9	5	23	20,9		391,3	1,197						
13	OV-007	33,5	4,5	4,4	13,4	28		312,9	1,25	VII	1,516	7,102	0,721	0,653	0,567
14	RD-007	19,4	7,05	4	18,1	18	18,1	257,9	1,213						
15	OV-008	26,5	4	2,1	10,1	23,9		190,7	1,352						
16	RD-008	14,4	6,05	2	14,1	14,1	14,1	156,3	1,22	VIII	1,649	7,968	0,866	0,797	0,700
17	OV-009	19	2,75	3,8	9,3	17,2		132,3	1,182						
18	RD-009	12,3	5,05	2	12,1	12,1	12,1	115,2	1,149						

Обробка даних металографічного аналізу темплетів, які були відібрані від різних партій готового прокату засвідчила, що у разі реалізації пропонованого способу відношення розміру зерна на вертикальній осі A_{BV} до розміру зерна на горизонтальній осі A_{GV} майже на 15÷25 % нижче, ніж показник A_{BV}/A_{GV} при реалізації інших схем накопичення деформації. Наявність більш високого рівня різнозеренності в металі, безумовно, негативно вплине на якість кінцевих металевих виробів, оскільки саме розмір зерна забезпечує однакові властивості металу у різних точках поперечного перерізу.

- Техніко-економічні дослідження засвідчили, що використання даної корисної моделі в умовах типового середньосортного стану дозволить зменшити обсяг додаткового зачищення поверхні круглого прокату з конструкційних марок сталі близько 20÷25 % з одночасним збільшенням прибутку від реалізації прокату з більш якісними споживчими властивостями. Крім того, підвищення стабільності бала зерна метала в різних областях перерізу зменшить загальні витрати при його подальшій переробці, особливо після термічної обробки.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Спосіб прокатки сортових профілів конструкційних марок сталі, що включає деформування безперервнолитої заготовки одночасно у парних калібрах, послідовно розташованих по ходу прокатки в чорновій і чистовій групах клітей, який **відрізняється** тим, що починаючи з мінімальної і далі в наступних за мінімальною парам чистової групи клітей деформування ведуть з накопиченням деформації за залежністю:

$$\Lambda = -0,9945 + 1,1628 \cdot i + 1,1933 \cdot a - 0,1697 \cdot i^2 - 0,2563 \cdot a^2 - 0,3858 \cdot i \cdot a,$$

- де i - порядковий номер пари суміжних калібрів проти ходу прокатки ($i=1$ - остання пара суміжних калібрів з чистовим,
 a - величина відношення площі поперечного перерізу прокатуваного профілю до площі поперечного перерізу профілю мінімального діаметра з ряду.

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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

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