



(19) **RU**⁽¹¹⁾ **2 190 489**⁽¹³⁾ **C1**
 (51) МПК⁷ **B 21 B 1/28**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
 ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001120882/02, 26.07.2001
 (24) Дата начала действия патента: 26.07.2001
 (46) Дата публикации: 10.10.2002
 (56) Ссылки: БЕЛЯНСКИЙ А.Д. и др. Тонколистовая прокатка. Технология и оборудование. - М.: Металлургия, 1994, с.364 и 343. SU 275961, 25.01.1973. SU 1346285 A, 23.10.1987. RU 2016680 C1, 30.07.1994. RU 97101897 A, 20.04.1999. RU 2006298 C1, 30.01.1994. EP 0046423 B1, 24.02.1982.
 (98) Адрес для переписки:
 398040, г.Липецк, пл.Металлургов, 2, ОАО "НЛМК"

(71) Заявитель:
 Открытое акционерное общество "Новолипецкий металлургический комбинат" (RU)
 (72) Изобретатель: Скороходов В.Н. (RU), Чернов П.П. (RU), Акишин Владимир Викторович (UA), Сафьян Александр Матвеевич (UA), Приходько Игорь Юрьевич (UA), Парсенюк Евгений Александрович (UA), Ларин Ю.И. (RU), Долматов А.П. (RU), Рубанов В.П. (RU)
 (73) Патентообладатель:
 Открытое акционерное общество "Новолипецкий металлургический комбинат" (RU)

(54) СПОСОБ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ПОЛОС В НЕПРЕРЫВНОМ МНОГОКЛЕТЬЕВОМ СТАНЕ

(57) Реферат:
 Изобретение относится к черной металлургии, конкретнее к холодной прокатке стальных горячекатаных полос в непрерывном многоклетьевом стане. Задача изобретения заключается в снижении неплоскостности прокатываемых полос и расхода валков. Способ холодной прокатки горячекатаных полос в непрерывном многоклетьевом стане включает пропуск полос через прокатные клетки, установление погонного усилия в последней клетки, а также регулирование теплового профиля валков их секционным (зонным) охлаждением. В процессе прокатки величину погонного усилия в последней клетки устанавливают по эмпирической зависимости

$$P_{\text{пог}} = k_D \cdot \{1,24 \cdot e^{-0,4 \cdot (h_n - 0,35)} \cdot [1 - 0,11 \times \arctg(\nu - 15)] + 0,2 \cdot (h_n - 0,35)\},$$

где $P_{\text{пог}} = P/V$ - погонное усилие прокатки в последней клетки, тс/мм; P - усилие прокатки, тс; V - ширина полосы, мм; h_n - толщина полосы за последней n-ой клетью, мм; ν - скорость прокатки, м/с; $k_D = 0,8-1,0$ - эмпирический коэффициент, характеризующий влияние диаметра рабочих валков на погонное усилие, безразмерный; 1,24 тс/мм; 0,40 1/мм; 0,11 1/рад; 0,2 тс/мм² - эмпирические коэффициенты; 0,35 - минимальная толщина полосы за последней клетью, мм; 15 - эмпирическая величина, м/с. Изобретение обеспечивает повышение эффективности теплового регулирования плоскостности за счет увеличения теплового напора СОЖ. 1 табл.

RU 2 190 489 C1

RU 2 190 489 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 190 489** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁷ **B 21 B 1/28**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001120882/02, 26.07.2001

(24) Effective date for property rights: 26.07.2001

(46) Date of publication: 10.10.2002

(98) Mail address:
398040, g.Lipetsk, pl.Metallurgov, 2, OAO "NLMK"

(71) Applicant:
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Novolipetskij metallurgicheskij kombinat" (RU)

(72) Inventor: Skorokhodov V.N. (RU),
Chernov P.P. (RU), Akishin Vladimir
Viktorovich (UA), Saf'jan Aleksandr Matveevich
(UA), Prikhod'ko Igor' Jur'evich (UA), Parsenjuk
Evgenij Aleksandrovich (UA), Larin Ju.I.
(RU), Dolmatov A.P. (RU), Rubanov V.P. (RU)

(73) Proprietor:
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Novolipetskij metallurgicheskij kombinat" (RU)

(54) **METHOD FOR COLD ROLLING OF STRIPS IN CONTINUOUS MULTISTAND ROLLING MILL**

(57) Abstract:

FIELD: ferrous metallurgy, namely rolling steel hot rolled strips in continuous multistand mill. SUBSTANCE: method comprises steps of passing strips through rolling stands; setting linear effort in last stand; controlling thermal profile of rolls by their sectional (zonal) cooling. At rolling process setting value of linear effort in last stand according to given formula:

$$P_1 = k_D \cdot \{1,24 \cdot e^{-0,4 \cdot (h_n - 0,35)} \cdot [1 - 0,11 \cdot \arctg(\nu - 15)] + 0,2 \cdot (h_n - 0,35)\}$$

, where $Pl=P/B$ is linear effort of rolling in last stand, ts/mm; P is rolling effort, ts; ν is rolling rate, m/s; $k_D = (0.8-1.0)$ is empiric factor characterizing influence of rolling roll diameter upon linear effort, dimensionless; 1.24 ts/mm; 0.40 1/mm; 0.11 1/rad; 0.2 ts/sq. mm is empiric coefficients; 0.35 is minimum thickness of strip after last stand, mm; 15 = empiric value, m/s. EFFECT: enhanced efficiency of thermal control of planeness degree of rolled products due to intensified heat supply from cutting fluid, lowered wear of rolls. 1 tbl, 1 ex

RU 2 1 9 0 4 8 9 C 1

RU 2 1 9 0 4 8 9 C 1

Изобретение относится к черной металлургии, конкретнее к холодной прокатке стальных полос в непрерывном многоклетьевом стане.

Наиболее близким по своей технической сущности к предлагаемому является способ холодной прокатки полос в непрерывном многоклетьевом стане, по которому в последней клетке устанавливают усилие прокатки (а не величину обжатия), причем в этой клетке осуществляется регулирование теплового профиля валков их секционным (зонным) охлаждением с целью обеспечения плоскостности прокатываемых полос. [См. А.Д. Белянский, Л.А. Кузнецов, И.В. Франценюк. Тонколистовая прокатка. Технология и оборудование. - М.: Металлургия, 1994, с. 364 и с. 343 соответственно].

Недостатком известного способа является низкая эффективность регулирования плоскостности полос по каналу секционного охлаждения рабочих валков, а также низкая планшетность готовых листов и полос. Это объясняется тем, что из-за нерегламентированного выбора величины погонного усилия прокатки в последней клетке не достигается оптимальная разность температур рабочих валков в последней клетке и смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), которая требуется для эффективного регулирования теплового профиля валков, а следовательно, плоскостности полос. В известном способе разность температур $\Delta t = t_b - t_{COЖ}$, где t_b - температура поверхности рабочих валков, °С, $t_{COЖ}$ - температура СОЖ, °С, недостаточна для обеспечения эффективного регулирования плоскостности по каналу теплового профилирования рабочих валков их секционным (зонным) охлаждением. Нерегламентированное регулирование величины погонного усилия прокатки в последней клетке стана приводит к повышению износа опорных и рабочих валков клетки.

Задача изобретения заключается в снижении неплоскостности прокатываемых полос и расхода валков.

Указанный технический эффект достигают тем, что способ холодной прокатки горячекатаных полос в непрерывном многоклетьевом стане включает пропуск полос через прокатные клетки, установление погонного усилия в последней клетке, а также регулирование теплового профиля рабочих валков этой клетки их секционным (зонным) охлаждением. В процессе прокатки величину погонного усилия в последней клетке устанавливают по эмпирической зависимости

$$P_{\text{пог}} = k_D \cdot \{1,24 \cdot e^{-0,4 \cdot (h_n - 0,35)} \cdot [1 - 0,11 \cdot \text{Xarctg}(v - 15) + 0,2 \cdot (h_n - 0,35)]\},$$

где $P_{\text{пог}}$ = P/V - погонное усилие прокатки в последней клетке, тс/мм;

P - усилие прокатки, тс;

V - ширина полосы, мм;

h_n - толщина полосы за последней n-ой клетью, мм;

v - скорость прокатки, м/с

$k_D = 0,8 \dots 1,0$ - эмпирический коэффициент, характеризующий влияние диаметра рабочих валков на погонное усилие, безразмерный;

1,24 тс/мм; 0,40 1/мм; 0,11 1/рад; 0,2 тс/мм² - эмпирические коэффициенты;

0,35 - минимальная толщина полосы за последней клетью, мм;

15 - эмпирическая величина, м/с

Уменьшение неплоскостности прокатываемых полос будет происходить вследствие оптимизации установления погонного усилия прокатки в последней клетке многоклетьевого стана холодной прокатки. Между погонным усилием прокатки и разогревом валков имеется взаимосвязь, вытекающая из физической сущности процесса холодной прокатки тонкой и широкой полосы. Увеличение погонного усилия приводит к увеличению работы сил трения и работы формоизменения. В результате закономерного увеличения тепловыделения в очаге деформации увеличивается теплосодержание рабочих валков. Это создает благоприятные условия для эффективного регулирования теплового профиля валков их секционным (зонным) охлаждением. Одновременно увеличение погонного усилия прокатки повышает износ опорных и рабочих валков, а также ухудшает условия работы тонкого регулятора толщины полос. Следовательно, необходимо оптимизировать величины погонных усилий прокатки, повышающих эффективность регулирования теплового профиля валков без увеличения их износа, который возрастает при увеличении погонного усилия прокатки. Установление усилия прокатки применительно к тонколистовым станам равносильно установлению погонного усилия прокатки, под которым везде по тексту понимается усилие прокатки, отнесенное к ширине прокатываемой полосы, тс/мм.

Предлагаемый способ применим при прокатке полос толщиной 0,35-2,5 мм при скоростях 5-30 м/с.

Диапазон значений эмпирического коэффициента k_D в пределах 0,8-1,0 объясняется одной из закономерностей процесса листовой прокатки, согласно которой чем меньше диаметр рабочих валков, тем меньше усилие прокатки, необходимое для деформирования металла. Поэтому в предложенной эмпирической зависимости минимальному значению диаметра рабочих валков $D_{\text{min}}=400$ мм соответствует $k_D=0,8$, а при максимальном значении $D_{\text{max}}=615$ мм применяется коэффициент $k_D=1,0$.

Эмпирическая величина 15 м/с в предложенной зависимости по физическому смыслу соответствует граничному (или базовому) значению скорости прокатки. Если скорость прокатки меньше этого значения, то при одной и той же конечной толщине полос погонное усилие прокатки следует увеличивать по сравнению с тем его значением, которое требуется при скорости $v=15$ м/с. Наоборот, при увеличении скорости выше 15 м/с погонное усилие прокатки следует уменьшать для достижения технического эффекта.

Анализ научно-технической и патентной литературы показывает отсутствие совпадения отличительных признаков заявляемого способа с признаками известных технических решений. На основе этого делается вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию

"изобретательский уровень". Ниже даны варианты осуществления изобретения, не исключая другие варианты в пределах формулы изобретения.

Пример. В процессе холодной прокатки пропускают горячекатаные полосы через клетки многоклетьевого стана, устанавливают погонное усилие в последней клетке, регулируют тепловой профиль насеченных рабочих валков этой клетки посредством их секционного (зонного) охлаждения.

В процессе прокатки величину погонного усилия в последней клетке устанавливают по эмпирической зависимости

$$P_{\text{пог}} = k_D \cdot \{1,24 \cdot e^{-0,4 \cdot (h_n - 0,35)} \cdot [1 - 0,11 \cdot \arctg(v - 15)] + 0,2 \cdot (h_n - 0,35)\},$$

где $P_{\text{пог}}=P/B$ - погонное усилие прокатки в последней клетке, тс/мм;

P - усилие прокатки, тс;

B - ширина полосы, мм;

h_5 - толщина полосы за последней 5-ой клетью, мм;

v - скорость прокатки, м/с

$k_D = 0,8 \dots 1,0$ - эмпирический коэффициент, характеризующий влияние диаметра рабочих валков на погонное усилие, безразмерный;

1,24 тс/мм; 0,40 1/мм; 0,11 1/рад; 0,2 тс/мм² - эмпирические коэффициенты;

0,35 - минимальная толщина полосы за последней клетью, мм;

15 - эмпирическая величина, м/с.

Прокатывают полосы из стали 08пс на пятиклетьевом стане.

В таблице приведены примеры осуществления способа с различными технологическими параметрами.

В первом примере из-за несоответствия значения коэффициента k_D оптимальному значению погонное усилие прокатки выше требуемого, поэтому имел место повышенный износ опорных валков - 3,0 мм на диаметр за одну кампанию. Отмечен повышенный износ рабочих валков, потребовавший дополнительной смены комплекта рабочих валков пятой клетки.

В пятом примере погонное усилие прокатки не соответствовало оптимальному значению (было меньше). В результате ухудшилась плоскостность (средняя ошибка

плоскостности составила 5,2 IU). Средняя ошибка плоскостности более 5,0 IU приводит к переводу листового проката в низшую категорию плоскостности (ПН) по ГОСТ 19904-90 или в брак (беззаказную продукцию).

5 В оптимальных примерах 2-4 имеется соответствие между исходными технологическими параметрами и установленным погонным усилием прокатки, чем обеспечиваются наилучшие условия достижения технического эффекта. Средняя ошибка плоскостности полос не превышала 2,8 IU, что отвечает условиям получения металла высших категорий плоскостности ПО, ПВ по ГОСТ 19904-90.

10 Таким образом, применение изобретения позволяет уменьшить отбраковку холоднокатаных полос и листов по плоскостности на 5-6% и уменьшить расход опорных и рабочих валков на 4% и 3% соответственно.

Формула изобретения:

20 Способ холодной прокатки горячекатаных полос в непрерывном многоклетьевом стане, включающий пропуск полос через прокатные клетки, установление погонного усилия в последней клетке, а также регулирование теплового профиля рабочих валков этой клетки их секционным охлаждением, отличающийся тем, что в процессе прокатки величину погонного усилия в последней клетке устанавливают по эмпирической зависимости

$$30 P_{\text{пог}} = k_D \cdot \{1,24 \cdot e^{-0,4 \cdot (h_n - 0,35)} \cdot [1 - 0,11 \cdot \arctg(v - 15)] + 0,2 \cdot (h_n - 0,35)\},$$

где $P_{\text{пог}}=P/B$ - погонное усилие прокатки в последней клетке, тс/мм;

P - усилие прокатки, тс;

B - ширина полосы, мм;

h_n - толщина полосы за последней n-ой клетью, мм;

v - скорость прокатки, м/с;

40 $k_D = 0,8 \dots 1,0$ - эмпирический коэффициент, характеризующий влияние диаметра рабочих валков на погонное усилие, безразмерный;

1,24 тс/мм; 0,40 1/мм; 0,11 1/рад; 0,2 тс/мм² - эмпирические коэффициенты,

45 0,35 - минимальная толщина полосы за последней клетью, мм;

15 - эмпирическая величина, м/с.

50

55

60

Технологические параметры	Варианты реализации				
	1	2	3	4	5
k_D	1,1	1,0	0,91	0,8	0,7
Скорость прокатки— v , м/с	5,0	5,0	17,5	30,0	30,0
Толщина полосы за 5-ой клетью— h_5 , мм	0,35	0,35	1,40	2,50	2,50
Диаметр рабочих валков— D , мм	615	615	510	400	400
Погонное усилие прокатки— $P_{\text{пог}}$, тс/мм	1,58	1,44	0,84	0,70	0,61
Средняя ошибка плоскостности*— I-UNIT**	2,7	2,8	2,4	2,5	5,2
Износ опорных валков за одну кампанию, мм (на диаметр)	3,0	2,0	1,9	1,8	1,8

*Средняя по длине и ширине прокатываемых полос ошибка плоскостности в единицах I-UNIT получена с помощью стрессометрической измерительной системы.

**I-UNIT—параметр оценки качества листовой продукции по плоскостности—величина, характеризующая изменение длины контрольных лент относительно базовой длины (1 м) исходного образца перед разделением его на ленты. Изменение длины одной ленты на 0,01 мм относительно 1 м длины исходного листа соответствует одному I-UNIT (IU) (См., например Божков А.И., Настич В.П. Плоскостность тонколистового проката.—М.: «СП ИНТЕРМЕТИНЖИНИРИНГ», 1998 г.)

RU 2190489 C1

RU 2190489 C1