



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 190 488⁽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: 2001120881/02, 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 1346285, 23.10.1987. SU 275961, 25.01.1973. RU 97101897 A, 20.04.1999. RU 2006298 C1, 30.01.1994. RU 2016680 C1, 30.07.1994. 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), Сафьян Александр Матвеевич (UA), Парсенюк Евгений Александрович (UA), Акишин Владимир Викторович (UA), Приходько Игорь Юрьевич (UA), 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

$$P_{\text{пог}} = k_h \cdot [1 - 0,5(P_{\text{ср}} - 0,4) \cdot X$$

$$X(0,69 + \frac{1,45}{v}),$$

где $P_{\text{пог}}$ = P/V - погонное усилие прокатки

в последней клетки, тс/мм; P - усилие прокатки, тс; V - ширина полосы, мм; k_h - эмпирический коэффициент, характеризующий влияние толщины прокатываемых полос на требуемое погонное усилие в последней клетки, равный 1,3-1,5 тс/мм; v - скорость прокатки, м/с; 0,5 мм/тс; 0,69; 1,45 м/с - эмпирические коэффициенты; 0,4 тс/мм - эмпирическая величина; $P_{\text{ср}}$ - среднее значение погонных усилий в клетях, предшествующих последней, тс/мм, причем величину среднего погонного усилия прокатки определяют по формуле

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}{n-1}$$

где P_i - погонные усилия в клетях, предшествующих последней, тс/мм; n - число клетей стана. Изобретение обеспечивает повышение эффективности теплового регулирования плоскостности за счет увеличения теплового напора СОЖ. 1 табл.

RU 2 190 488 C1

RU 2 190 488 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 190 488** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁷ **B 21 B 1/28**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001120881/02, 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), Saf'jan Aleksandr
 Matveevich (UA), Parsenjuk Evgenij
 Aleksandrovich (UA), Akishin Vladimir
 Viktorovich (UA), Prikhod'ko Igor' Jur'evich
 (UA), 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 mills. SUBSTANCE: method comprises steps of passing steel strip through rolling stands; setting linear effort in last stand; controlling thermal profile of rolls by their sectional (zonal) cooling. At rolling process value of linear effort in last stand is set according to empiric formula:

$$P_1 = K_h \cdot [1 - 0,5(P_{ep} - 0,4)] \times \left(69 + \frac{1,45}{v} \right),$$

where

$P_1 = P/B$ is linear effort of rolling in last stand, ts/mm; P is rolling effort, ts; B is width of strip, mm; K_h is empiric coefficient

characterizing influence of strip width upon desired linear effort in last stand equal to 1.3-1.5 ts/mm; v is rolling rate, m/s; 0.5 mm/t s; 0.69; 1.45 m/s is empiric coefficients; 0.4 ts/mm is empiric value; P_m is mean value of linear efforts in stands before last one, ts/mm. Mean linear effort of rolling is determined according to given formula:

$$P_m = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}{n-1}$$

efforts in stands before last one, ts/mm); n is number of stands of rolling mill. EFFECT: enhanced efficiency of thermal control of planeness of rolled strip due to increased heat supply from cutting fluid, decreased wear of rolls. 1 tbl, 1 ex

RU 2 190 488 C 1

RU 2 190 488 C 1

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

Наиболее близким по своей технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому техническому решению 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]. Указанный способ не обеспечивает получение полос с высокой плоскостностью и одновременно рациональный расход опорных и рабочих валков. Это объясняется тем, что величина погонного усилия при его установлении в последней клетке в процессе прокатки по известному способу не регламентируется в зависимости от действия основных технологических факторов, оказывающих влияние на эффективность регулирования плоскостности по каналу секционного (зонного) охлаждения рабочих валков.

В известном способе усилие прокатки в последней клетке устанавливают исходя из субъективного опыта, накопленного обслуживающим персоналом стана в процессе прокатки полос аналогичного сортамента.

Эффективность регулирования плоскостности по каналу теплового профилирования рабочих валков их секционным (зонным) охлаждением прямо зависит от теплового напора подаваемой на валки смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). Под тепловым напором здесь понимается разность температуры поверхности валка и температуры СОЖ. Чем выше тепловой напор, тем эффективнее регулирование теплового профиля валков и, следовательно, выше качество регулирования плоскостности. Воздействовать на увеличение теплового напора можно путем разогрева рабочих валков за счет увеличения погонного усилия прокатки, но с ростом усилия увеличивается износ рабочих и опорных валков. Имеются и другие негативные эффекты, связанные с нерегламентированным увеличением усилия прокатки в последней клетке. Например, ухудшается качество регулирования толщины полос. Таким образом, известным способом не решается техническая задача оптимизации, которая заключается в установлении погонного усилия прокатки на минимально достаточном уровне, обеспечивающем требуемый тепловой напор СОЖ за счет разогрева рабочих валков с учетом действия основных технологических параметров, оказывающих на него влияние.

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

Указанный технический эффект достигают тем, что способ холодной прокатки 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

$$P_{\text{пог}} = k_h \cdot [1 - 0,5(P_{\text{ср}} - 0,4)] \cdot \left(0,69 + \frac{1,45}{v} \right),$$

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

P - усилие прокатки в последней клетке, тс;

B - ширина полосы, мм;

k_h - эмпирический коэффициент, характеризующий влияние толщины прокатываемых полос на требуемое погонное усилие в последней клетке, равный 1,3-1,5, тс/мм;

v - скорость прокатки, м/с;

0,5 мм/тс; 0,69; 1,45 м/с - эмпирические коэффициенты;

0,4 тс/мм - эмпирическая величина;

$P_{\text{ср}}$ - среднее значение погонных усилий в клетках, предшествующих последней, тс/мм, причем величину среднего погонного усилия прокатки определяют по формуле

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}{n-1},$$

где P_i = P_1, P_2, \dots, P_{n-1} - погонные усилия в клетках, предшествующих последней, тс/мм;

n - число клетей стана.

Уменьшение неплоскостности прокатываемых полос будет происходить вследствие установления оптимального погонного усилия в последней клетке многоклетьевого стана в процессе холодной прокатки. Согласно способу устанавливают необходимое погонное усилие прокатки в последней клетке, достаточное для требуемого разогрева ее рабочих валков. Разогрев рабочих валков повышает тепловой напор СОЖ и, как следствие, эффективность регулирования плоскостности секционным (зонным) охлаждением. По предлагаемому способу при этом учитывается действие других технологических параметров, которые оказывают наибольшее влияние на теплосодержание рабочих валков.

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.

Коэффициент k_h в эмпирической зависимости учитывает влияние толщины прокатываемых полос на величину погонного усилия прокатки в последней клетке, которое необходимо устанавливать для достижения требуемого разогрева рабочих валков. На современных непрерывных многоклетьевых станах прокатывают полосы толщиной 0,35-2,5 мм. (Полосы толщиной менее 0,35 мм прокатывают на специализированных станах для производства жести.) С уменьшением толщины прокатываемых полос требуется большее значение погонного усилия прокатки для достижения технического эффекта. Максимальное значение коэффициента k_h =

1,5 тс/мм устанавливают при прокатке полос толщиной 0,35 мм, а минимальное значение $k_h = 1,3$ тс/мм - при прокатке полос толщиной 2,5 мм.

Экспериментально установлено, что теплосодержание полосы, входящей в последнюю клетку, зависит от среднего арифметического погонных усилий прокатки во всех клетках, предшествующей последней. Этот показатель отражает совместное влияние деформационного режима механических свойств полос, условий трения, а также конструктивных параметров многоклетьевого стана. Рабочий диапазон изменения P_{cp} в предложенной эмпирической зависимости принят 0,4-1,2 тс/мм. Эмпирическая величина 0,4 тс/мм является граничным значением среднего погонного усилия в клетках, предшествующих последней. Если прокатка в этих клетках ведется со средним погонным усилием менее 0,4 тс/мм, то при тех же толщине полосы и скорости прокатки погонное усилие в последней клетке для достижения эффекта устанавливают большим, чем при граничном значении среднего погонного усилия и наоборот, как следует из эмпирической зависимости.

Увеличение скорости прокатки в рабочем диапазоне ее изменения 5-30 м/с приводит к увеличению теплосодержания рабочих валков. Поэтому, согласно изобретению погонное усилие в последней клетке снижают по мере увеличения скорости. Степень влияния фактора скорости в эмпирической зависимости учтена соответствующей составляющей и коэффициентами 0,69 - безразмерным и 1,45 м/с.

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 исключающие другие варианты в пределах формулы изобретения.

Пример. В процессе холодной прокатки пропускают 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 прокатки в последней клетке устанавливают по эмпирической зависимости

$$P_{\text{пог}} = k_h \cdot [1 - 0,5(P_{\text{cp}} - 0,4)] \cdot \left(0,69 + \frac{1,45}{v}\right),$$

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

P - усилие прокатки в последней клетке, тс;

V - ширина полосы, мм;

k_h - эмпирический коэффициент, характеризующий влияние толщины прокатываемых полос на требуемое погонное усилие в последней клетке, равный 1,3-1,5, тс/мм;

v - скорость прокатки, м/с;

0,5 мм/тс; 0,69; 1,45 м/с - эмпирические коэффициенты;

0,4 тс/мм - эмпирическая величина;

P_{cp} - среднее значение погонных усилий в клетках, предшествующих последней, тс/мм, причем величину среднего погонного усилия прокатки определяют по формуле

$$P_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}{n-1},$$

где $P_i = P_1, P_2, \dots, P_{n-1}$ - погонные усилия в клетках, предшествующих последней, тс/мм; n - число клеток стана.

Прокатывают полосы из стали 1сп на пятиклетьевом стане.

В таблице приведены примеры осуществления способа с различными технологическими параметрами.

В первом примере из-за несоответствия значения коэффициента k_h , оптимальному значению погонное усилие прокатки выше требуемого, поэтому имел место повышенный износ опорных валков - 3,2 мм на диаметр за одну кампанию (допустимый 1,5-2,0 мм). 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), так как значение коэффициента k_h установлено за пределами низким для толщины полос 2,5 мм. В результате ухудшилась плоскостность (средняя ошибка плоскостности составила 5,5 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).

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.

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

Формула изобретения:

Способ холодной прокатки 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

$$P_{\text{пог}} = k_h \cdot [1 - 0,5(P_{\text{cp}} - 0,4)] \cdot \left(0,69 + \frac{1,45}{v}\right),$$

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

P - усилие прокатки в последней клетке, тс;

V - ширина полосы, мм;

K_n - эмпирический коэффициент, характеризующий влияние толщины прокатываемых полос на требуемое погонное усилие в последней клетке, равный 1,3-1,5, тс/мм;

v - скорость прокатки, м/с;

0,5 мм/тс; 0,69; 1,45 м/с - эмпирические коэффициенты;

0,4 тс/мм - эмпирическая величина;

P_{cp} - среднее значение погонных усилий в

клетях, предшествующих последней, тс/мм, причем величину среднего погонного усилия прокатки определяют по формуле

$$P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}{n-1}$$

где P_i - погонные усилия в клетях предшествующих последней, тс/мм;

n - число клеток стана.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

-5-

RU 2190488 C1

RU 2190488 C1

Технологические параметры	Варианты реализации				
	1	2	3	4	5
I	2	3	4	5	6
k_n	1,7	1,5	1,4	1,3	1,1
Толщина полосы за 5-ой клетью– h_5 , мм	0,35	0,35	1,40	2,50	2,50
Среднее погонное усилие прокатки в клетях 1-4 – P_{cp} , тс/мм	0,4	0,4	0,8	1,2	1,2
Скорость прокатки – V , м/с	5	5	17,5	30	30
Погонное усилие прокатки в 5-ой клетке– $P_{пог}$, тс/мм	1,67	1,47	0,87	0,58	0,49
Средняя ошибка плоскостности* – I-UNIT**	2,6	2,8	2,5	2,6	5,5
Износ опорных валков за одну кампанию, мм (на диаметр)	3,2	2,0	1,8	1,7	1,6

*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 (1м) 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", 1998г.)