

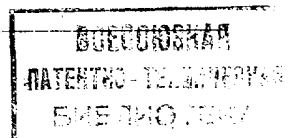


СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1652007 A1

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

(51) B 21 B 1/22



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4652199/02

(22) 20.02.89

(46) 30.05.91. Бюл. № 20

(71) Запорожский индустриальный институт

(72) В.А.Николаев, В.А.Сацкий, О.Н.Штехно,
В.С.Мовшович, В.Т.Тилик, С.С.Пилипенко
и Н.Н.Пиховкин

(53) 621.771.237.04 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР

№ 1529542, кл. В 21 В 1/22, 1988.

(54) СПОСОБ ПРОКАТКИ ПОЛОС НА ШИРО-
КОПОЛОСНОМ СТАНЕ

(57) Изобретение относится к листопрокат-
ному производству. Цель изобретения – по-
вышение качества путем увеличения

2

точности поперечного сечения полосы и ин-
тенсификация процесса. При смещении
раската вдоль горизонтальных валков и об-
жатии полосы в валках на свободные от по-
лосы участки валков подают охладитель в
1,15...1,8 раза меньше по сравнению с пода-
чей охладителя на участки валков, где в дан-
ный момент прокатывают полосу, и при этом
при смещении полосы из среднего положе-
ния по оси валков в крайнее положение об-
жатие полосы со стороны кромки,
находящейся у края бочки, увеличивают, а
со стороны кромки, находящейся в средней
части длины валков, обжатие уменьшают по
зависимости. 2 ил., 3 табл.

Изобретение относится к листопрокат-
ному производству.

Цель изобретения – повышение качест-
ва путем увеличения точности поперечного
профиля полосы и интенсификации процес-
са.

На фиг.1 изображена схема расположе-
ния оборудования непрерывного широкопо-
лосного стана горячей прокатки; на фиг.2 –
схема охлаждения горизонтальных рабочих
валков.

На фиг.1 показаны рабочий рольганг 1,
линейки-манипуляторы 2, нагретый сляб 3,
клетки черновой группы с горизонтальными
4 и вертикальными 5 валками, промежуточ-
ный рольганг 6, концевые ножницы 7, чисто-
вой окалиноломатель 8, чистовая группа
клетей 9 и отводящий рольганг 10, на фиг.2 –
рабочие валки 11, коллекторы 12–14, для
подачи охладителя 15 и полоса 16.

Способ осуществляют следующим обра-
зом.

Нагретый сляб 3 с $B < B_m$ подают от
нагревательной печи (не показана) по роль-
гангу 1 и смещают его линейками-манипуля-
торами 2 в заданное положение перед
первой клетью 4 черновой группы (B_m – мак-
симальная ширина полосы, прокатываемая
на данном стане; B – текущая ширина поло-
сы). При этом горизонтальные валки всех
клетей стана установлены в соответствии с
заданным режимом обжатия, а вертикаль-
ные валки 5 установлены автоматически в
соответствии с заданной программой обжа-
тия и положением раската (сляба) перед
первой клетью черновой группы, т.е. правые
по ходу прокатки валки сдвинуты в крайнее
правое положение, а левые валки в положе-
ние, необходимое для обеспечения попе-
речной деформации раската и получения
требуемой ширины полосы. При прокатке

(19) SU (11) 1652007 A1

полосы на левой стороне бочки горизонтальны валков левые вертикальные валки остаются в крайнем левом положении, а правые сдвигают в положение, необходимое для обеспечения поперечной деформации раската и получения требуемой ширины полосы. Соответствующим образом изменяют положение линеек 2 перед чистовой группой и перед каждой клетью чистовой группы стана. Все эти операции выполняются по заранее отработанной программе от управляющей вычислительной машины (УВМ).

В процессе прокатки на правом участке бочек (фиг.2) эта часть валков разогревается от металла и поэтому требует постоянного интенсивного охлаждения. Левая часть бочек валков не нагревается от прокатываемого металла и поэтому интенсивность охлаждения этой части валка должна быть меньше, причем интенсивность охлаждения тем меньше, чем меньше ширина полосы. Наименьшее снижение интенсивности охлаждения (в 1,5 раза) имеет место при прокатке узких полос. Например, для стана 1700 при прокатке полос с $B = 800-1030$ мм ($B/L = 0,47-0,60$) коэффициент уменьшения подачи охладителя на край бочки составляет $K_0 = 1,8$, а при прокатке полосы в средней части коэффициент $K_0 = 1,15$. При прокатке широкой полосы $B = B_m = 0,90L$ ($B = 1520$ мм) смещения полосы не производят и охладитель подает равномерно из всех секций коллекторов 12-14. Управление работой коллектора осуществляют через заранее подготовленную программу от УВМ.

Дополнительное регулирующее воздействие выполняют нажимными устройствами клетки.

Например, на непрерывном стане холодной прокатки с клетями способ осуществляется следующим образом. После установки рулона в разматыватель стана щековины, имеющие индивидуальный привод устанавливают рулон в одно из крайних положений относительно средней линии стана. Перед заправкой полосы в клетю стана зазор между валками клетки выставляют в соответствии с выражением $\Delta h_k = 0,5 K \cdot \Delta h (B_m/L - B/L)$. Установка валков выполняется автоматически от управляющей вычислительной машины (УМ) по заранее подготовленной программе. Причем значения коэффициента K для всего сортамента стана установлены заранее. По экспериментальным данным для стана холодной прокатки коэффициент K равен $K = 0,12-0,58$. Установка валков в вертикальной плоскости выполняют нажимными устройствами или устройствами гидроизгиба

валков. При этом со стороны правой кромки полосы 24 (смещенной к краю бочки) обжатие полосы увеличивают на Δh_k , а со стороны левой кромки обжатие на величины уменьшают. Такое регулирование позволяет выравнивать обжатия на кромках и устранить неплоскостность полосы при неизменной средней по ширине толщине полосы.

Прокатываемая полоса сматывается на моталке в рулон, а плоскостность ее контролируется секционным тензометрическим роликом. При наличии показаний неплоскостности полосы производится дополнительное регулирование межвалкового зазора в клетю. Регулирование производится известными способами: гидроизгибом рабочих валков или тепловым профилированием их бочек. После выхода заднего конца полосы из клетки валки устанавливают (выравнивают) для прокатки полосы в средней части длины бочки. При смещении полосы в крайнее левое положение выполняют перекося валков при увеличении Δh_k со стороны левой кромки и уменьшении Δh_k со стороны правой кромки полосы.

При прокатке полос минимальной ширины величина Δh_k будут иметь максимальные значения, а при прокатке полос максимальной ширины $\Delta h_k = 0$, т.е. необходимость перекося валков отсутствует, так как полосы с B_m не смещают вдоль валков.

Способ опробован на непрерывном стане 1680 горячей прокатки. В первой серии полосы с конечной шириной $B = 1050-1250$ мм прокатывали в течение всей смены в черновой группе по обычной технологии (без смещения вдоль валка), а смещение производили перед чистовой группой ($n = 1/4$). Во второй серии в течение всей смены полосы прокатывали со смещением сляба перед первой клетью черновой группы ($n = 1/4$). В каждой серии полосы начинали прокатывать на новых рабочих валках. Эффективность способов оценивали по средней скорости прокатки в последней (десятой) клетю чистовой группы стана. Она оказалась следующей: при прокатке со смещением раската перед чистовой группой — $U_{ю} = 8,6$ м/с, а при прокатке со смещением сляба перед первой черновой клетью — $U_{ю} = 9,1$ м/с. Повышение средней скорости в чистовой группе при прокатке по предлагаемому способу обусловлено более равномерным поперечным профилем полосы и ее устойчивостью против самопроизвольного смещения вдоль бочки валков в процессе прокатки.

В табл. 1 представлены опыты по определению интенсивности охлаждения сво-

бодных от полосы участков валков без регулирования положения левого и правого нажимных устройств. Опыты выполняли при прокатке полос шириной $B = 1030$ мм и $h \approx 3$ мм. Расход воды на каждой секции коллектора измеряли расходомерами воды. Несколько плавков прокатывали при равномерном охлаждении всех участков валков клетки 10, а во втором случае по предлагаемому способу на каждом участке прокатывали $n = 1/5$ часть плавки, а эффективность охлаждения оценивали разницей температур по длине бочек рабочих валков клетки 10 (температуру измеряли хромель-копелевой термопарой в конце каждой серии опытов). Суммарный расход охладителя на рабочие валки клетки 10 составил $P_B \approx 300$ м³/ч. В опыте 1 полосы прокатывали при неизменном охлаждении валков из коллекторов 12–14 (фиг.2). В числителе для коллекторов 12 и 14 показана температура поверхности валков при прокатке на соответствующих участках, а в знаменателе – температура валков при прокатке на противоположных участках бочек, т.е. при прокатке на участке 12 в результате интенсивного охлаждения валков температура участка 14 снижается до $t = 26^\circ\text{C}$. Создается значительный перепад в температурах между серединой и участков 14 (~ 100 мм от торца валка), равный $\Delta t = 68 - 26 = 42^\circ\text{C}$, что ведет к утолщению кромок полосы при переходе к прокатке на этом участке вследствие уменьшения диаметра валков. По опытным данным утолщение этой кромки по сравнению с другой при таком методе охлаждения составляло 0,07–0,12 мм. В опытах 2–4 подачу охладителя на свободные участки валков уменьшали в $K_0 = 1,26$ –1,3 раза, а также уменьшали перепад температуры по длине бочки валка до $\Delta t = 22$ – 28°C , при этом уменьшалась и клиновидность кромок до 0,06–0,10 мм. В опытах 5–7 подачу охладителя на свободные участки валков уменьшали в $K_0 \approx 1,8$ раза, что привело к уменьшению клиновидности полос от 0,05–0,07 мм, что находится в допуске для прокатываемой полосы. В опытах 8–10 при $K_0 = 2,2$ –2,31 разнотолщинность кромок уменьшилась до 0,04–0,05 мм, однако температура валков в средней части превысила 80°C , что является недопустимым, так как приводит к увеличению сетки разгара поверхности и повышенному износу валков.

Таким образом, с точки зрения получения допустимых температур рабочих валков, нормального распределения температуры по длине бочки валков оптимальным является режим охлаждения валков с $K_0 = 1,25$ –1,8. Однако такое регулирование теп-

лового профиля валков еще не обеспечивает устранения клиновидности полос.

Проверку способа выполняли также в лаборатории на четырехвалковом стане с диаметром рабочих валков $D_1 = 70$ мм и опорных $D_2 = 100$ мм, длина бочки $L = 300$ мм, окружная скорость валков 0,21 м/с. Прокатывали полосы из алюминия толщиной $H \approx 1,0$ мм и шириной 160 и 220 мм с обжатием $\Delta h \approx 0,3$ мм. Максимальная возможная ширина полосы для этого стана $B_m = 0,9 L = 270$ мм, а величина осевого смещения полосы $a = \frac{B_m - B}{2} = \frac{270 - 160}{2} = 55$ мм.

Эффективность предлагаемого способа оценивали по разнице величин вытяжек кромок полосы (см. табл. 2).

$$\mu_n = L_{nn}/L_{nh}; \mu_l = L_{ln}/L_{lh},$$

где μ_n, μ_l – коэффициенты вытяжек по правой и левой кромкам полосы;

L_{nn}, L_{ln} – длина между керновыми отметками на исходной полосе ($L_{nn} = L_{ln} = 100$ мм);

L_{nh}, L_{lh} – расстояние между керновыми отметками на правой и левой кромках полосы после прокатки.

При прокатке полосы с одинаковым обжатием кромок разница между μ_n и μ_l равна нулю. Чем больше различие между μ_n и μ_l , тем большая неравномерность деформаций по ширине. В опыте полосы 1 и 9 прокатывали в середине длины бочек валков, а остальные полосы смещали на правую сторону валков. При прокатке в середине длины бочек валки настраивали на получение одинаковых вытяжек по кромкам полосы и выставляли одинаковые зазоры на концах валков. При прокатке в середине длины валков (опыты 1 и 9) получили одинаковые коэффициенты вытяжек по кромкам, т.е. $\mu_n = \mu_l$. В опытах 2 и 10 при смещении полос на правую сторону валков без регулирования положения валков получили максимальную разницу в μ_n и μ_l . При этом толщина правой кромки полосы существенно меньше чем левой и разница $\mu_l - \mu_n = 0,029$ –0,031. Этот результат обусловлен тем, что на правой части валков (участок ОС на фиг.2) усилие прокатки и упругие деформации валков и клетки существенно больше, чем на участке АО, где ширина рабочего участка валков и сила прокатки меньше. По этой причине упругие деформации клетки и валков меньше, а обжатие полосы и коэффициент вытяжки больше. Увеличение обжатия на правой кромке полосы и уменьшение обжатия полосы на левой кромке за счет перекося валков обеспечивает выравнивание вытяжек. Выравнивание вытяжек с допустимой разнотолщинностью имеет ме-

сто при $\Delta h_k = 0,02-0,07$ мм при $K = 0,12-0,58$ в опытах 4-7, 12-14. В этих опытах различие μ_n и μ_l находится в пределах $0-0,005$. При начальной толщине полос $H = 1,0$ мм толщины кромок полос прокатки будут иметь значения (для опыта 4) $h_n = 0,771$ мм и $h_l = 0,773$ мм, т.е. различие составляет всего $0,002$ мм, что допустимо (различие не превышает $0,3\%$).

При небольших обжатиях Δh_k (опыты 3 и 11) различие в коэффициентах вытяжек значительно и составляет $\mu_l - \mu_n = 0,012-0,021$, а при больших обжатиях и перекосах валков (опыты 8 и 15) наблюдается утонение правых кромок полосы и значительная разница в коэффициентах вытяжек кромок ($-0,01-0,012$) при $K = 1,08-1,39$.

Таким образом, оптимальными являются значения коэффициента, равные $K = 0,12-0,58$. В определенных условиях (новые рабочие валки с большим диаметром, прокатка малоуглеродистой стали) на каждом участке длины валков прокатывают последовательно несколько полос данной плавки до получения допустимой минимальной неравномерности износа, а затем очередные полосы передают на следующий участок. С целью определения допустимого количества полос, последовательно прокатываемых на одном участке, проведены специальные исследования. Прокатывали полосы $2,7 \times 1030$ мм со смещением полосы вдоль оси горизонтальных валков с предлагаемыми режимом охлаждения валков и регулированием межвалкового зазора в клетях стана. Плавки содержали 30-32 сляба. В опытах смещение слябов выполняли каждый раз после прокатки 2 слябов ($n = 1/25-1/16$ часть плавки) через 4 сляба ($n = 1/7,5-1,8$), через 6 слябов ($n = 1/5-1/5,3$), через 8 слябов ($n = 1/3,75-1/4$), через 10 слябов ($n = 1/3$) и через 15-16 слябов ($n = 1/2$ часть). После каждой плавки узких полос прокатывали плавку широких полос с размерами $3,5 \times 1410$ мм и на первом рулоне измеряли поперечный профиль полосы.

Как следует из табл. 3, при прокатке указанного профиля частота включения находится в пределах 120 в 1 ч, что неблагоприятно для условий работы привода вертикальных валков. В опытах 2-4 частота включений привода вертикальных валков уменьшается в $2-5,5$ раза, а местное утол-

щение на широкой полосе на участках А (фиг.2), соответствующих кромкам узкой полосы, не превышает допустимых величин. В опыте 5 при $n = 1/2$ узкие кромки полосы вырабатывают участки А валков и на широкой полосе остаются местные утолщения высотой $\delta_{yt} = 0,02-0,03$ мм, что при дальнейшей холодной прокатке вызывает образование местной волнистости. Таким образом, оптимальным для предлагаемого способа является отношение $n = 1/3-1/8$.

На непрерывных широкополосных станах горячей прокатки для получения качественного профиля полос в чистовой группе клеток производят 4-5 перевалок рабочих валков в сутки. Использование способа прокатки полос по прототипу обеспечивает снижение числа перевалок рабочих валков чистовой группы до 2-3 в сутки. Предлагаемый способ с рекомендуемым регулированием теплового профиля валков и межвалкового зазора позволяет сократить число перевалок до 1-2 в сутки.

Формула изобретения

Способ прокатки полос на широкополосном стане, включающий смещение раската вдоль горизонтальных валков, установку несимметричных зазоров между валками, неоднородную подачу охладителя по длине бочки валков и обжатие полосы валками, отличающийся тем, что, с целью повышения качества путем увеличения точности поперечного сечения полосы и интенсификации процесса, охладитель подают на свободные от полосы участки бочки в $1,15...1,8$ раза меньше, чем на участки, контактирующие с полосой, а обжатие по кромкам полосы изменяют по сравнению с обжатием в средней части на величину $\Delta h_k = 0,5 \cdot K \cdot \Delta h \cdot (B_m/L - B/L)$, повышая его со стороны края бочки, к которому смещена полоса, и уменьшая с противоположной стороны, где $0,5$ - численный коэффициент, распределяющий обжатие между правой и левой кромками полосы; K - коэффициент, учитывающий влияние жесткости валкового узла, клетки и полосы, а также величину абсолютного обжатия ($K = 0,11...0,58$); h - длина бочки валков, мм; B_m и B - максимальная и текущая ширины полосы; Δh - обжатие в средней части полосы, мм.

Таблица 1

Опыт	Расход воды, м ³ /ч. по секциям			Температура участков валков, t°С			Коэффициент K ₀	Разнотолщинность кромок полос, мм	Положение полосы в валках
	12	13	14	12	13	14			
1	117	165	119	46 24	68	48 26	1.02	0.07-0.12	Л.С.П
2	118	170	91	48	62	34	1.03	0.06-0.1	П
3	96	178	121	36	64	47	1.26	0.06-0.1	Л
4	108	180	110	52	70	54	-	0.05-0.06	С
5	117	175	65	46	65	44	1.8	0.05-0.07	П
6	66	177	118	42	67	46	1.8	0.05-0.07	Л
7	102	178	103	52	72	50	-	0.04-0.05	С
8	117	181	53	59	82	58	2.2	0.04-0.05	П
9	51	170	118	57	81	56	2.31	0.04-0.05	Л
10	88	179	90	61	85	63	-	0.02-0.03	С

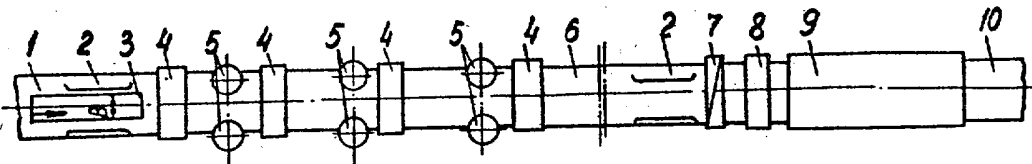
Примечание. Л, С, П - положение полосы на левом, в середине и на правом краю бочки валка

Таблица 2

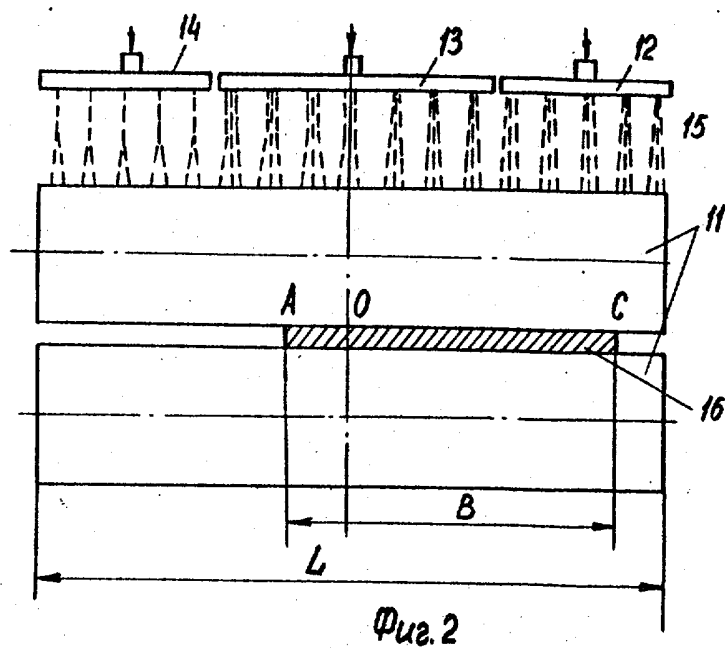
Опыт	В, мм	а, мм	$\frac{B_{кл} - B}{L}$	Δh_k , мм	K	μ_k	μ_n	$\mu_k - \mu_n$
1	160	0	0.367	-	-	1.293	1.293	0
2	160	55	0.367	-	-	1.311	1.280	0.031
3	160	55	0.367	0.01	0.053	1.306	1.285	0.021
4	160	55	0.367	0.02	0.11	1.297	1.292	0.005
5	160	55	0.367	0.04	0.21	1.298	1.292	0.004
6	160	55	0.367	0.06	0.32	1.295	1.293	0.002
7	160	55	0.367	0.08	0.43	1.293	1.293	0
8	160	55	0.367	0.12	0.64	1.288	1.300	0.012
9	220	0	0.167	-	-	1.285	1.285	0
10	-	25	0.167	-	-	1.294	1.282	0.012
11	220	25	0.167	0.01	0.115	1.288	1.283	0.005
12	220	25	0.167	0.02	0.233	1.285	1.283	0.002
13	220	25	0.167	0.03	0.35	1.284	1.284	0
14	220	25	0.167	0.05	0.58	1.282	1.286	-0.004
15	220	25	0.167	0.06	0.7	1.280	1.290	-0.010

Таблица 3

Опыт	n	δ_{yt} , мм	Частота включения привода вертикальных валков в 1 ч
1	1/15-1/16	0	120
2	1/7,5-1/8	0	60
3	1/3,75-1/4	До 0,01	30
4	1/3	До 0,01	11
5	1/2	0,02-0,03	15



Фиг. 1



Редактор Е.Копча Составитель В.Зисельман
Техред М.Моргентал Корректор С.Шевкун

Заказ 1734 Тираж 347 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101