

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **8958**

(13) **С1**

(46) **2007.02.28**

(51)<sup>7</sup> **В 21В 1/02**

(54)

**СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК  
НА РЕВЕРСИВНОМ СТАНЕ**

(21) Номер заявки: а 20040095

(22) 2004.02.13

(43) 2005.09.30

(71) Заявители: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод"; Белорусский национальный технический университет; Государственное научное учреждение "Институт тепло- и массообмена имени А.В.Лыкова Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(72) Авторы: Андрианов Николай Викторович (ВУ); Тимошпольский Владимир Исаакович (ВУ); Тищенко Владимир Андреевич (ВУ); Маточкин Виктор Аркадьевич (ВУ); Бондаренко Александр Николаевич (ВУ); Жучков Сергей Михайлович (UA); Горбанев Аркадий Алексеевич (UA); Эндерс Владимир Владимирович (ВУ); Стеблов Анвер Борисович (ВУ); Мандель Николай Львович (ВУ); Трусова Ирина Александровна (ВУ)

(73) Патентообладатели: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод"; Белорусский национальный технический университет; Государственное научное учреждение "Институт тепло- и массообмена имени А.В.Лыкова Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(56) RU 2055654 C1, 1996.

SU 1671383 A1, 1991.

RU 2009734 C1, 1994.

RU 2111804 C1, 1998.

(57)

1. Способ производства заготовок на реверсивном стане, включающий нагрев слитков до температуры прокатки в нагревательной печи, транспортирование к рабочей клетки реверсивного стана, последовательную прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах и чистовых калибрах валков с кантовками раската при передаче из калибра в калибр, **отличающийся** тем, что нагрев слитков в нагревательной печи с верхним и нижним подводом тепла к слиткам ведут с дифференцированной подачей тепла на верхнюю и нижнюю грань слитка, причем температуру нагрева под прокатку верхней грани слитка поддерживают уменьшенной по отношению к температуре нагрева под прокатку нижней грани слитка, а кантовки раската при прокатке в черновых и промежуточных ящичных калибрах осуществляют перед каждым нечетным проходом.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что температуру нагрева под прокатку верхней грани слитка устанавливают равной 0,94-0,98 температуры нагрева под прокатку нижней грани слитка.

**ВУ 8958 С1 2007.02.28**

Изобретение относится к прокатному производству, в частности, к технологии прокатки заготовок и крупносортных профилей, преимущественно квадратного и круглого сечений, из слитков (блюмов), полученных непрерывной разливкой, и может быть использовано на реверсивных обжимных, заготовочных и крупносортных прокатных станах.

Известны способы производства заготовок на реверсивном стане, включающие нагрев заготовок до температуры прокатки в нагревательной печи, транспортирование к рабочей клетки реверсивного стана, последовательную прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах и чистовых калибрах валков с кантовками раската при передаче из калибра в калибр перед нечетными проходами [1-4].

Недостатком известных способов является снижение качества готового проката - заготовок вследствие их искривления при выходе из чистового калибра и в процессе прокатки, вызванного различием температуры граней слитка, подаваемого под прокатку, и раската в процессе прокатки. Это обусловлено тем, что при транспортировании слитка к рабочей клетки, а также в процессе реверсивной прокатки температура граней слитка и раската неодинакова вследствие различия энтропии граней слитка и раската, от конвективного и лучевого теплообмена и контактного теплообмена этих граней с охлаждаемыми элементами технологического оборудования стана. Искривление по длине раската в процессе прокатки затрудняет работу технологического оборудования стана (линеек манипулятора), в отдельных случаях приводит к возникновению аварийных ситуаций на стане, что увеличивает расходный коэффициент металла и количество брака.

В качестве прототипа принят способ производства заготовок на реверсивном стане, включающий нагрев заготовок до температуры прокатки в нагревательной печи, транспортирование к рабочей клетки реверсивного стана, последовательную прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах и чистовых калибрах валков с кантовками раската при передаче из калибра в калибр перед нечетными проходами [5].

Недостатком прототипа является сложные условия работы технологического оборудования стана при его реализации, низкий коэффициент использования металла и снижение выхода годного при производстве заготовок. Это вызвано тем, что в процессе прокатки раскат, а при выходе из чистового калибра заготовки - искривляются. Это происходит из-за различия температуры различных граней слитка, подаваемого под прокатку, и раската в процессе прокатки, обусловленного различием энтропии граней слитка и раската от конвективного и лучевого теплообмена и контактного теплообмена этих граней с охлаждаемыми элементами технологического оборудования стана при транспортировании слитка к рабочей клетки, а также в процессе реверсивной прокатки. Указанные обстоятельства вызывают искривление по длине раската в процессе прокатки, что затрудняет работу технологического оборудования стана (линеек манипулятора), а в отдельных случаях приводит к возникновению аварийных ситуаций на стане и расходного коэффициента металла увеличению. Искривление по длине заготовок после прокатки является браковочным признаком.

Как показали расчеты и экспериментальные исследования, выполненные на стане 850 Республиканского унитарного предприятия "Белорусский металлургический завод" (РУП БМЗ), поверхности раската, контактирующие охлаждаемыми элементами технологического оборудования стана при транспортировании слитка к рабочей клетки, а также в процессе реверсивной прокатки с роликами раскатных полей, расположенных перед и за реверсивной клетью, охлаждаются интенсивнее. Температура металла перед прокаткой и в процессе прокатки не успевает выровняться за счет внутреннего тепла, и поэтому прокатка происходит при значительном температурном градиенте между гранями раската, что приводит к искривлению заготовок и раската.

Задача, решаемая изобретением, состоит в создании условий нагрева и режима обжатий раската, в частности, его кантовок в процессе прокатки, обеспечивающих компенсацию температурного градиента слитка, подаваемого под прокатку, и раската в процессе прокатки, происходящего из-за энтропии граней слитка и раската от конвективного и лу-

чевого теплообмена и контактного теплообмена этих граней с охлаждаемыми элементами технологического оборудования стана при транспортировании слитка к рабочей клетки, а также в процессе реверсивной прокатки с кантовками раската.

Технический результат, достигаемый при использовании изобретения, состоит в стабилизации работы технологического оборудования стана, повышении коэффициента использования металла и выхода годного при производстве заготовок.

Решение поставленной задачи обеспечивается тем, что в способе производства заготовок на реверсивном стане, включающем нагрев слитков до температуры прокатки в нагревательной печи, транспортирование к рабочей клетки реверсивного стана, последовательную прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах и чистовых калибрах валков с кантовками раската при передаче из калибра в калибр перед нечетными проходами, согласно изобретению, нагрев слитков в нагревательной печи с верхним и нижним подводом тепла к слиткам ведут с дифференцированной подачей тепла на верхнюю и нижнюю грань слитка, причем температуру нагрева под прокатку верхней грани слитка поддерживают уменьшенной по отношению к температуре нагрева под прокатку нижней грани слитка, а кантовки раската при прокатке в черновых и промежуточных ящичных калибрах осуществляют перед каждым нечетным проходом.

В способе температуру нагрева под прокатку верхней грани слитка устанавливают равной 0,94-0,98 температуры нагрева под прокатку нижней грани слитка.

Сравнение с прототипом показывает, что заявляемый способ производства заготовок на реверсивном стане отличается тем, что нагрев слитков в нагревательной печи ведут с дифференцированной подачей тепла на верхнюю и нижнюю грань слитка, причем температуру нагрева под прокатку верхней грани слитка поддерживают уменьшенной по отношению к температуре нагрева под прокатку нижней грани слитка, а кантовки раската при прокатке в черновых и промежуточных ящичных калибрах осуществляют перед каждым нечетным проходом, при этом температуру нагрева под прокатку верхней грани слитка устанавливают равной 0,94-0,98 температуры нагрева под прокатку нижней грани слитка.

Следовательно, заявляемый способ соответствует критерию "новизна".

Сравнение с другими техническими решениями в данной области техники показало, что известен способ производства заготовок на реверсивном стане, в котором для обеспечения требуемого формоизменения металла режимом обжатий предусматривается кантовка раската перед нечетными проходами, в частности перед третьим, пятым, девятым, тринадцатым и пятнадцатым [5]. При реализации этого режима обжатий прокатка в пятом-восьмом и девятом-двенадцатом проходах сопровождается увеличением разницы температур между гранями раската вследствие того, что одна из его граней, контактирующая охлаждаемыми элементами технологического оборудования стана охлаждается интенсивнее. Это вызывает возникновение температурного градиента между гранями раската, приводящего к его искривлению. В этой связи режим обжатий, реализуемый в известном техническом решении не может быть рекомендован для решения поставленной задачи. Учитывая это, заявляемое решение соответствует критерию "изобретательский уровень".

Способ осуществляется следующим образом.

Исходный слиток (непрерывнолитой блюм) прямоугольного сечения, нагревают до температуры прокатки в нагревательной печи с верхним и нижним подводом тепла к слиткам. Нагрев слитков в нагревательной печи осуществляют с дифференцированной подачей тепла на верхнюю и нижнюю их грани. При этом температуру нагрева под прокатку верхней грани слитка поддерживают уменьшенной по отношению к температуре нагрева под прокатку нижней грани заготовки. Исследования, выполненные в условиях реверсивного обжимного стана 850 РУП БМЗ при прокатке заготовок квадратного сечения размерами 125×125 мм из непрерывнолитых слитков размерами сечения 300×400 мм широкого марочного сортамента (низко-, средне- и высокоуглеродистых, подшипниковых, инструментальных, низколегированных и других марок стали), показали, что в этом слу-

## ВУ 8958 С1 2007.02.28

чае температура нагрева под прокатку верхней грани  $T_{в.г.}$  заготовки должна составлять 0,94-0,98 температуры нагрева под прокатку нижней грани  $T_{н.г.}$  заготовки.

Нагретый блюм по рольгангу транспортируют к рабочей клетки реверсивного стана. В процессе транспортирования нижняя грань слитка, контактирующая охлаждаемыми элементами технологического оборудования стана, охлаждается интенсивнее. Температурный градиент между гранями слитка, созданный в процессе транспортирования, компенсируется созданной ранее неравномерностью нагрева под прокатку верхней и нижней граней слитка.

В этой связи, если отношение  $T_{в.г.} / T_{н.г.}$  будет меньше 0,94, то будет недогрета верхняя грань заготовки; если  $T_{в.г.} / T_{н.г.}$  будет больше 0,98, то она будет перегрета. И в том и в другом случае это приведет к искривлению раската в процессе прокатки, так как либо не будет компенсирован температурный градиент между гранями слитка, создаваемый в процессе транспортирования слитка к реверсивной клетки, либо созданная ранее неравномерность нагрева под прокатку верхней и нижней граней слитка будет больше требуемой для компенсации этого градиента.

Перед первым проходом слиток кантуют на  $90^\circ$ . Этим предупреждается возможность увеличения градиента температур между гранями раската в процессе последующей прокатки в первом черновом ящичном калибре.

Прокатку в реверсивной клетки осуществляют первоначально в черновых и промежуточных ящичных калибрах. Окончательное формирование сечения заготовки осуществляют в чистовых калибрах валков. В процессе прокатки в черновых и промежуточных ящичных калибрах для изменения направления обжатия и обеспечения требуемого формоизменения металла раскат кантуют на  $90^\circ$ . Кантовки раската при прокатке в черновых и промежуточных ящичных калибрах осуществляют перед каждым нечетным проходом. При прокатке заготовок квадратного сечения в качестве чистовых калибров используют предчистовой ромбический и чистовой квадратный диагональный калибры. Перед прокаткой в предчистовом калибре раскат кантуют на  $45^\circ$ , а перед прокаткой в чистовом калибре раскат кантуют на  $90^\circ$ .

Кантовки раската перед каждым нечетным проходом при прокатке в черновых и промежуточных ящичных калибрах обеспечивает выравнивание температур граней раската в процессе прокатки за счет того, что все грани попеременно контактируют с охлаждаемыми элементами технологического оборудования стана (роликами раскатных полей) в процессе реверсивной прокатки. Это предупреждает искривление раската по его длине в процессе прокатки. Указанные обстоятельства благоприятно сказываются на работе технологического оборудования стана, предупреждает возможность создания аварийной ситуации на стане, вызванной манипуляциями с искривленным раскатом, что предупреждает увеличение расходного коэффициента металла. Выравнивание температур граней раската в процессе прокатки способствует получению ровного (не искривленного) по длине готового проката - заготовки, что предупреждает увеличение количества брака.

На основании результатов экспериментальных исследований, определяющих условия реализации заявляемого способа, выполненных на стане 850 РУП БМЗ при прокатке заготовок квадратного сечения размерами  $125 \times 125$  мм из непрерывнолитых слитков размерами сечения  $250 \times 300$  мм из различных марок стали, широкого сортамента разработаны новые режимы прокатки заготовок, опробованные на этом стане. В таблице приведен типовой режим прокатки, разработанный на основании результатов исследования условий реализации заявляемого способа.

Средняя температура нагрева блюмов под прокатку сталей сортамента стана 850 РУП БМЗ колеблется в пределах  $1160-1270^\circ\text{C}$ . По абсолютной величине температурный перепад между верхней  $T_{в.г.}$  и нижней  $T_{н.г.}$  гранями заготовки составлял при прокатке различных марок стали порядка  $30-50^\circ\text{C}$ . Это обеспечило компенсацию температурного градиента между гранями слитка, созданного в процессе транспортирования.

# ВУ 8958 С1 2007.02.28

**Режим прокатки заготовок квадратного сечения размерами 125×125 мм  
из непрерывнолитых слитков размерами сечения 250×300 мм,  
разработанный на основании результатов исследования условий  
реализации заявляемого способа.**

Калибр		Проход	Металл		Площадь поперечного сечения, $\omega$ , мм <sup>2</sup>	Коэффициент вытяжки, $\mu$	Обжатие		Уширение $\Delta b$ , мм
№	Форма		Высота, Н, м	Ширина, В, мм			абсолют. $\Delta h$ , мм	относит. $\delta$ , %	
1	=■=	0 <sub>х</sub>	250	300	74250				
		1	237	260	62550	1,187	63	15,8	10
		2 <sub>х</sub>	187	275	51400	1,217	50	17,8	15
2	=■=	3	214	200	43150	1,191	61	16,1	13
		4 <sub>х</sub>	166	210	34650	1,245	48	19,7	10
3	=■=	5 <sub>х</sub>	170	180	30100	1,151	40	13,1	14
		6 <sub>х</sub>	146	185	26150	1,151	24	13,1	5
4	=■=	7 <sub>х45</sub>	152	152	22650	1,155		13,4	6
5	=◆=	8 <sub>х</sub>	159,9	200	18450	1,228		18,5	
6	=◆=	9	$\frac{164,9 \quad 164,9}{126,6 \times 126,6}$		15780	1,169		14,5	

Первоначально прокатка в реверсивной клети осуществляется в черновых 1, 2 и промежуточных 3, 4 ящичных калибрах. Перед каждым нечетным проходом при прокатке в этих калибрах раскат кантуют на 90°. Изменение направления обжатия при прокатке обеспечивает требуемое формоизменение металла, а кантовки раската перед каждым нечетным проходом обеспечивают выравнивание температур граней раската в процессе прокатки. При таких параметрах прокатки и кантовки грани раската попеременно контактируют с охлаждаемыми элементами технологического оборудования стана. В чистовых калибрах валков 5 и 6 завершают формирование сечения заготовки.

Строгая регламентация режима кантовок раската при прокатке в черновых и промежуточных ящичных калибрах предупредила образование температурного градиента между гранями раската в процессе прокатки. Это обеспечило получение ровного (не искривленного) по длине готового проката - заготовки.

Реализация заявляемого способа за счет создания условий нагрева и режима обжатий раската, в частности, его кантовок в процессе прокатки, обеспечивающих компенсацию температурного градиента слитка перед прокаткой и раската в процессе прокатки, позволила решить поставленную техническую задачу - стабилизировать работу технологического оборудования стана, снизить расход металла и увеличить выход годного при производстве заготовок.

Использование предложенного способа на других обжимных, заготовочных, крупносортовых станах даст возможность повысить технико-экономические показатели производства за счет уменьшения расходных коэффициентов металла и стабилизации работы технологического оборудования стана.

# ВУ 8958 С1 2007.02.28

Источники информации:

1. Патент Украины 8259, МПК<sup>4</sup> В 21В 1/02, 1996.
2. Патент Украины А 13826, МПК<sup>5</sup> В 21В 1/02, 29.06.93, 1997.
3. Патент Украины 10002, МПК<sup>5</sup> В 21В 1/02, 1996.
4. Заявка Российской Федерации 93010896/02, МПК<sup>6</sup> В 21В 1/00, 1995.
5. Бахтинов Б.П., Штернов М.М. Калибровка прокатных валков. - М.: Metallurgizdat, 1953. - С. 371 (прототип).