

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8306

(13) С1

(46) 2006.08.30

(51)⁷ В 21В 1/02

(54) СПОСОБ ПРОКАТКИ ЗАГОТОВОК НА РЕВЕРСИВНОМ СТАНЕ

(21) Номер заявки: а 20031075

(22) 2003.11.21

(43) 2005.06.30

(71) Заявители: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод" (ВУ); Белорусский национальный технический университет (ВУ); Институт черной металлургии Национальной академии наук Украины (UA)

(72) Авторы: Андрианов Николай Викторович (ВУ); Горбанев Аркадий Алексеевич (UA); Жучков Сергей Михайлович (UA); Ленартович Дмитрий Владимирович (ВУ); Маточкин Виктор Аркадьевич (ВУ); Рябцев Олег Викторович (ВУ); Стеблов Анвер Борисович (ВУ); Тимошпольский Владимир Исаакович (ВУ); Тищенко Владимир Андреевич (ВУ); Мандель Николай Львович (ВУ)

(73) Патентообладатели: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод" (ВУ); Белорусский национальный технический университет (ВУ); Институт черной металлургии Национальной академии наук Украины (UA)

(56) RU 2111804 C1, 1998.

SU 1750753 A1, 1992.

SU 1503902 A1, 1989.

SU 1565550 A1, 1990.

SU 1577894 A1, 1990.

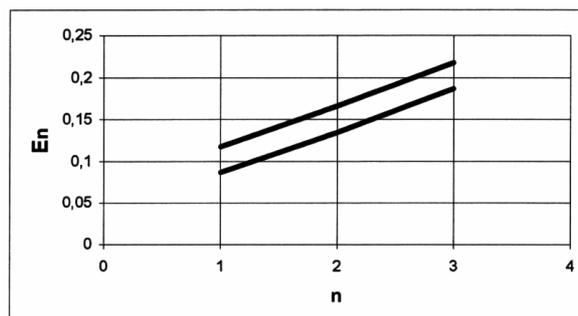
SU 1463358 A1, 1989.

(57)

Способ прокатки заготовок на реверсивном стане, включающий последовательную прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах с регламентированными обжатиями и кантовками между проходами и при передаче из калибра в калибр, и прокатку в чистовых калибрах валков реверсивного стана, **отличающийся** тем, что прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах осуществляют с увеличением относительного обжатия по проходам между кантовками исходя из соотношения:

$$\varepsilon_n = (0,09 \dots 0,12) + 0,05(n-1),$$

где ε_n - относительное обжатие; n - номер прохода после кантовки.



BY 8306 C1 2006.08.30

Изобретение относится к прокатному производству, в частности к технологии прокатки заготовок и крупносортовых профилей, преимущественно квадратного и круглого сечений, из слитков, полученных непрерывной разливкой, преимущественно легированных сталей с ограниченным ресурсом пластичности при низких температурах – инструментальных, подшипниковых сталей перлитного класса и других, и может быть использовано на реверсивных обжимных, заготовочных и крупносортовых прокатных станах.

Известны способы прокатки заготовок на реверсивном стане, включающие последовательную прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах с регламентированными обжатиями и кантовками между проходами и при передаче из калибра в калибр, и прокатку в чистовых калибрах валков реверсивного стана [1-3].

Недостатком известных способов является отсутствие регламента относительных обжатий при прокатке, обеспечивающих получение на реверсивном стане заготовок из легированных сталей различных классов без поверхностных дефектов. Это обстоятельство может приводить к образованию поперечных трещин при прокатке малопластичных сталей, переполнению калибров с образованием в последующих проходах закатов. Все это обуславливает высокий уровень поверхностных дефектов на заготовках. Особенно велика вероятность появления такого рода дефектов при прокатке заготовок из сталей с повышенной склонностью к уширению. Это стали ферритного класса, мартенситно-ферритного класса при температурах прокатки 1030-1060 °С, стали аустенитного класса при пониженных температурах прокатки и др. При прокатке заготовок из сталей с пониженной склонностью к уширению возможно незаполнение калибров и сваливание раскатов, а также образование морщин при прокатке.

В качестве прототипа принят способ прокатки заготовок на реверсивном обжимном стане, включающий последовательную прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах с регламентированными обжатиями и кантовками между проходами и при передаче из калибра в калибр, и прокатку в чистовых калибрах валков реверсивного стана [4].

Недостатком прототипа является снижение качества готовой заготовки при прокатке легированных сталей, содержащих карбидообразующие легирующие элементы, в частности подшипниковых, легированных инструментальных и других сталей. Это происходит вследствие образования поперечных трещин на боковых гранях раската после его кантовки.

Как показали расчеты и экспериментальные исследования, выполненные на стане 850 Республиканского унитарного предприятия "Белорусский металлургический завод" (РУП БМЗ), поверхности раската, контактирующие с валками, охлаждаются до 720 ÷ 750 °С. После кантовки вследствие низкой теплопроводности таких сталей температура металла не успевает выровняться за счет внутреннего тепла, и прокатка в последующем после кантовки проходе происходит при большом температурном градиенте.

Известно [5], что при температуре ниже 900 °С происходит выделение из твердого раствора аустенита на границах зерен карбидов хрома, железа (цементита) и сложных карбидов, включающих несколько элементов. Выделенные по границам зерен карбиды имеют высокие прочность и хрупкость, что приводит к нарушению сплошности охлажденного поверхностного слоя металла и образованию трещин по границам зерен на охлажденной поверхности металла.

Задача, решаемая изобретением, состоит в регламентации относительных обжатий, которые гарантировали бы отсутствие трещин в процессе деформации раската после кантовки в ящичных калибрах и при передаче раскатов из калибра в калибр при прокатке легированных сталей, содержащих карбидообразующие легирующие элементы (подшипниковые, легированные инструментальные и другие стали) при минимальном количестве проходов.

Технический результат, достигаемый при использовании изобретения, состоит в повышении качества готового проката за счет исключения трещинообразования на поверхности деформируемых заготовок.

ВУ 8306 С1 2006.08.30

Решение поставленной задачи обеспечивается тем, что в способе прокатки заготовок на реверсивном стане, включающем последовательную прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах с регламентированными обжатиями и кантовками между проходами и при передаче из калибра в калибр, и прокатку в чистовых калибрах валков реверсивного стана, прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах осуществляют с увеличением относительного обжатия по проходам между кантовками исходя из зависимости:

$$\epsilon_n = (0,09...0,12) + 0,05(n-1),$$

где ϵ_n - относительное обжатие; n - номер прохода после кантовки.

Сравнение с прототипом, показывает, что заявляемый способ прокатки заготовок на реверсивном стане отличается тем, что прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах осуществляют с увеличением относительного обжатия по проходам между кантовками исходя из зависимости:

$$\epsilon_n = (0,09...0,12) + 0,05(n-1),$$

где ϵ_n - относительное обжатие; n - номер прохода после кантовки.

Следовательно, заявляемый способ соответствует критерию "новизна".

Сравнение с другими техническими решениями в данной области техники показало, что известен способ реверсивной прокатки заготовок из слитков малопластичных сталей, в котором с целью улучшения качества проката путем выравнивания по длине раската ресурса пластичности при прокатке в каждом проходе обжатие уменьшают по длине раската по экспоненциальному закону на величину $25 \div 100$ % величины обжатия в момент захвата металла валками [2]. Это способ предназначен для реализации процесса деформации слитков из сталей с ограниченным ресурсом пластичности, полученных с применением традиционной технологии - разливки стали в изложницы. В этом случае размеры поперечного сечения получаемого слитка неодинаковы по его длине, поэтому уменьшение величины обжатия по длине раската имеет смысл. При прокатке слитков из малопластичных легированных сталей, полученных непрерывной разливкой, размеры поперечного сечения получаемого слитка одинаковы по его длине, поэтому использование известного способа приведет к невозможности получения заготовок с одинаковыми размерами по длине. Поэтому известное техническое решение не может быть рекомендовано для решения поставленной задачи. Учитывая это, заявляемое решение соответствует критерию "изобретательский уровень".

Изобретение поясняется чертежом, где на фигуре представлена зависимость изменения относительного обжатия по проходам между кантовками, полученная на основании результатов экспериментальных исследований.

Способ осуществляется следующим образом.

Исходный слиток прямоугольного сечения, нагретый до температуры прокатки, последовательно прокатывают в черновых и промежуточных ящичных калибрах и в чистовых калибрах валков реверсивного стана. Прокатку осуществляют с несколькими проходами в каждом калибре. В процессе прокатки между двумя-тремя проходами осуществляют кантовку раската. Величины обжатий в каждом проходе и количество кантовок между проходами и при передаче из калибра в калибр регламентированы по условиям прокатки. При производстве заготовок и крупносортовых профилей, преимущественно квадратного и круглого сечений, из слитков, полученных непрерывной разливкой, из легированных сталей с ограниченным ресурсом пластичности прокатку в черновых и промежуточных ящичных калибрах осуществляют с увеличением относительного обжатия по проходам между кантовками. Величину относительного обжатия в каждом проходе после очередной кантовки устанавливают исходя из зависимости:

$$\epsilon_n = (0,09...0,12) + 0,05(n-1),$$

где ϵ_n - относительное обжатие; n - номер прохода после кантовки.

Указанная зависимость (фигура) получена на основании результатов экспериментальных исследований, целью которых было определение оптимальных условий деформации

ВУ 8306 С1 2006.08.30

металла при прокатке заготовок из слитков малопластичных сталей. Результаты этих исследований были обработаны с помощью методов математической статистики. Критериями оптимизации условий деформации металла при прокатке на реверсивном стане были отсутствие трещинообразования на поверхности деформируемого раската в процессе прокатки при минимальном количестве проходов. Использование полученной зависимости для расчета режима обжатий при прокатке заготовок и крупносортовых профилей на реверсивных обжимных, заготовочных и крупносортовых прокатных станах позволяет предупредить образование трещин на поверхности раската в процессе прокатки. При этом величины относительных обжатий обеспечивают минимальное количество проходов при прокатке слитков, полученных непрерывной разливкой, из легированных малопластичных сталей. Кроме того, при прокатке с пониженными температурами инструментальных, подшипниковых сталей перлитного класса и других.

Увеличение относительного обжатия по проходам после кантовки возможно благодаря тому, что в процессе прокатки в результате выделения тепла деформации разогреваются боковые поверхности деформируемого раската. Поэтому, по мере увеличения количества проходов после кантовки, можно увеличивать относительное обжатие. Вместе с тем, чрезмерное увеличение количества проходов после кантовки (прокатка с малыми относительными обжатиями) увеличивает общий цикл прокатки, что сопряжено с ростом энергозатрат на прокатку и снижением производительности стана. Если же количество проходов будет уменьшено (прокатка с большими относительными обжатиями), что имеет место при прокатке рядовых марок стали, то при прокатке малопластичных сталей это приведет к образованию трещин на боковых поверхностях раската, что является браковочным признаком.

Если величины относительного обжатия по проходам после очередной кантовки не будут увеличены, в соответствии с заявляемой зависимостью, при минимальном относительном обжатии в первом после кантовки проходе, то это приведет к необоснованному увеличению количества проходов при прокатке с соответствующими снижением производительности и увеличением расхода энергии на прокатку; при максимальном относительном обжатии в первом после кантовки проходе это приведет к образованию трещин на боковых поверхностях раската. Таким образом, иная регламентация величины относительного обжатия по проходам между кантовками приводит либо к повышенному расходу энергии на прокатку и снижению производительности, либо к повышенному трещинообразованию на боковых поверхностях раската.

Экспериментальные исследования условий реализации заявляемого способа выполнены в условиях реверсивного обжимного стана 850 Республиканского унитарного предприятия "Белорусский металлургический завод" (РУП БМЗ) при прокатке круглых заготовок диаметром из непрерывнолитых слитков размерами сечения 300×400 мм подшипниковой стали марок ШХ15 и ШХ15СГ. В процессе выполнения исследований варьировали режимы обжатий металла при прокатке, на основании которых была установлена зависимость, определяющая величину относительного обжатия в каждом проходе после очередной кантовки. При проведении исследований оценивали качество поверхности готового проката и промежуточных раскатов и время (цикл) прокатки одной заготовки. Результаты экспериментов были обработаны с помощью методов математической статистики, на основании которых была получена заявляемая зависимость.

С использованием этой зависимости был разработан и опробован на стане 850 новый режим прокатки круглой заготовки диаметром 130 мм из непрерывнолитого слитка сечением 300×400 мм стали ШХ15СГ. Некоторые параметры этого режима, иллюстрирующие сущность заявляемого способа, представлены в таблице. Величины абсолютных обжатий металла Δh по проходам после кантовки установлены исходя из заявляемой зависимости, определяющей интенсивность увеличения относительных обжатий в каждом проходе после очередной кантовки.

ВУ 8306 С1 2006.08.30

Применение нового режима обжатий, регламентирующего степень увеличения относительных обжатий, обеспечило отсутствие трещин в процессе деформации раската после кантовки в ящичных калибрах и при передаче раскатов из калибра в калибр при прокатке легированных сталей, содержащих карбидообразующие легирующие элементы, в частности подшипниковых сталей марок ШХ15 и ШХ15СГ. Прокатка при этом осуществляется с минимально возможным количеством проходов. Некоторые параметры нового режима прокатки круглой заготовки диаметром 130 мм из непрерывнолитого слитка сечением 300 × 400 мм стали ШХ15СГ на стане 850, иллюстрирующие сущность заявляемого способа, приведены в таблице.

№	Форма	Проход	Металл			Обж. абс. отн		Ушир., Δb, мм
			Н, мм	В, мм	площ. ω, мм ²	Δh, мм	ε, %	
		0	300	400	119250			
1		1	335	310	107000	65	10,3	10
		2	285	320	93800	50	12,3	10
		3	270	295	82800	50	11,7	10
		4	220	310	71400	50	13,8	15
		5	175	320	58500	45	18,1	10
2		6	259	195	52000	61	11,1	20
		7	204	210	43800	55	15,8	15
		8	154	220	34400	37	21,5	10
3		9	160	175	28700	37	16,6	21
		10	135	185	25200	37	12,2	10
4		11	148	148	21600	37	14,3	13
5		12	119,7	167	16500		23,6	
6		13	130,8		13430		18,6	

Это позволило повысить качество готового проката за счет исключения трещинообразования на поверхности деформируемых заготовок, уменьшить отбраковку готовой продукции без существенного повышения энергозатрат на прокатку и снижения производительности стана. Таким образом, интегрально обеспечено повышение технико-экономических показателей работы стана.

Реализация заявляемого способа на других обжимных, заготовочных, крупносортовых станах даст возможность повысить технико-экономические показатели производства за счет уменьшения расходных коэффициентов металла при производстве заготовок из легированных сталей с ограниченным ресурсом пластичности, а также при низких температурах - инструментальных, подшипниковых сталей перлитного класса и других.

Источники информации:

1. Патент РФ 2111804, МПК⁶ В 21В 1/02, 3/02, 1997.
2. Патент Украины 8259, МПК⁴ В 21В 1/02, 29.03.96, 1996.
3. Патент Украины А 13826, МПК⁵ В 21В 1/02, 29.06.93, 1997.
4. Литовченко Н.В., Диомидов Б.Б. Курдюмова В.А. Калибровка валков сортовых станов. - М.: Металлургиздат, 1963. - С. 141-145 (прототип).
5. Чижиков Ю.М. Процессы обработки давлением легированных сталей и сплавов. - М.: Металлургия, 1965. - С. 499.