

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9551

(13) С1

(46) 2007.08.30

(51)⁷ В 21В 1/02, 1/08

(54)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
СТАЛЬНОГО ПРОКАТА ИЗ ПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ**

(21) Номер заявки: а 20040875

(22) 2004.09.17

(43) 2006.04.30

(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)

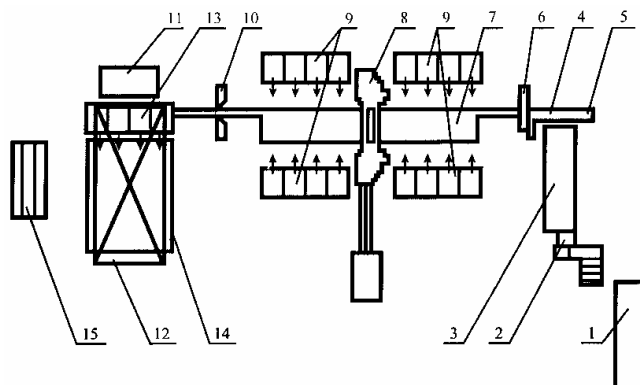
(72) Авторы: Андрианов Николай Викторович; Стеблов Анвер Борисович; Маточкин Виктор Аркадьевич; Тимошпольский Владимир Исаакович; Тищенко Владимир Андреевич; Котов Игорь Валентинович; Андрианов Дмитрий Николаевич; Ленартович Дмитрий Владимирович; Мандель Николай Львович (ВУ)

(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) Тимошпольский В.И. и др. Теплотехнология металлургических мини-заводов. - Мн.: Навука і тэхніка, 1992. - С. 6-10.
SU 1726077 А1, 1992.
SU 640482, 1982.
SU 1617005 А1, 1990.

(57)

Технологическая линия изготовления стального проката из подшипниковой стали, включающая подогревательную газопламенную печь, нагревательную газопламенную печь для нагрева непрерывно-литой заготовки, средство удаления окалины, задающий рольганг реверсивного прокатного стана, реверсивный прокатный стан с раскатным столом и реечный рольганг-холодильник, отличающаяся тем, что раскатный стол реверсивного



ВУ 9551 С1 2007.08.30

ВУ 9551 С1 2007.08.30

прокатного стана снабжен средством скоростного воздушного охлаждения проката, а речный рольганг-холодильник снабжен средством ступенчатой тепловой обработки проката, выполненным в виде устройства предварительного высокоскоростного водовоздушного управляемого охлаждения проката до 900 °С - 700 °С и устройства термостатирования проката до 700 °С - 200 °С в виде экрана теплового потока, расположенного над рольгангом-холодильником.

Полезная модель относится к металлургии, к технологии изготовления сортового проката из непрерывнолитых заготовок подшипниковой стали, нагреваемых в печах с шагающим подом и последующей прокаткой на дуо-реверсивной клети прокатного стана.

Известна линия изготовления сортового проката из подшипниковой стали из непрерывнолитых заготовок, получаемых на машинах криволинейного типа непрерывного литья (МНЛЗ), включающая накопитель мерных заготовок, систему задающих рольгангов, подогревательную печь, нагревательную печь и реверсивный прокатный стан [1].

Известная линия производства изготовления сортового проката из подшипниковой стали на реверсивных станах реализует технологию нагрева заготовок перед прокаткой в нагревательной печи и горячую прокатку на реверсивном стане с заданными деформационно-скоростными условиями прокатки.

На заводах "Днепроспецсталь" и Челябинском металлургическом заводе используют ступенчатый нагрев непрерывнолитой заготовки из стали ШХ15, который заключается в нагреве до 1300-1280 °С в сварочной зоне нагревательной печи, а затем производят охлаждение заготовок перед выдачей из печи до температуры поверхности металла 1180 °С. Ступенчатый нагрев перед прокаткой способствует получению однородного качества нагрева металла по сечению и обеспечению структурной полосчатости не более 4-го балла по ГОСТ 801-78.

Технология известной линии может быть реализована только с использованием нагревательной газопламенной печи, конструктивно спроектированной для обеспечения позонного нагрева, что не всегда приемлемо для изготовления технологий сортового проката из подшипниковой стали, реализующих печи сквозные прямоточные без пережимов между зонами нагрева. В условиях реверсивного прокатного стана, например, типа БМЗ "850" ступенчатый нагрев затруднителен, так как печь используется прямоточная без пережимов между зонами нагрева. В этом случае целесообразно отработать режим нагрева с интенсификацией нагрева в зонах 4 и 5 до максимально возможной по условиям эксплуатации печи и сократить расход газа в зонах выдачи 6-7 с соотношением расхода газ-воздух, обеспечивающим недожог газа в этих зонах, с дожиганием в зонах 4-5. Длительность нахождения металла в томильной зоне должна быть по возможности максимальной.

Выданная из печи заготовка с минимальной длительностью охлаждения на воздухе передается к дуо-клетки реверсивного стана.

В качестве прототипа принята линия для изготовления стального проката 80-150 мм из подшипниковой стали из непрерывнолитых заготовок, получаемых на машинах криволинейного типа непрерывного литья (МНЛЗ), включающая накопитель мерных заготовок, систему задающих рольгангов, подогревательную газопламенную печь, нагревательную газопламенную печь для нагрева непрерывнолитой заготовки, средство удаления окалины, задающий рольганг реверсивного прокатного стана, например реверсивный прокатный стан 850 с раскатным столом и речный рольганг-холодильник [2].

Линия-прототип обладает теми же недостатками, что и известные аналоги. При ее высокой производительности технологический процесс газопламенного нагрева в печи не всегда может быть согласован с технологией реверсивной прокатки. При нагреве бьюма в газопламенной нагревательной печи в зонах контакта бьюма с водоохлаждаемыми балками наблюдается подстуживание бьюма, вызывающее развитие неоднородного температурно-

ВУ 9551 С1 2007.08.30

го поля по сечению и длине блюма, которое наследуется при прокатке и сопровождается неоднородностью деформируемости блюма и сопровождается изгибом раската при прокатке, что затрудняет задачу раската в калибр.

В основу заявленного технического решения поставлена задача компенсации температурного градиента, образующегося после печного нагрева перед задачей блюма в первую клетку стана, что направлено на повышение качества проката и снижение энергозатрат.

Технический результат, получаемый при решении поставленной задачи, проявляется в выравнивании температурного поля в теле блюма и выражается повышением деформируемости проката и стабилизации работы систем автоматического управления и регулирования процесса скоростного индукционного нагрева с режимами прокатки блюма на дуо-реверсивном прокатном стане.

В основу технического решения положена также задача повышения качества непрерывнолитой заготовки путем управления процессом градиента температур между внутренними слоями и наружными слоями заготовки.

Поставленная задача достигается тем, что в технологической линии изготовления стального проката из подшипниковой стали, включающей подогревательную газопламенную печь, нагревательную газопламенную печь для нагрева непрерывнолитой заготовки, средство удаления окалины, задающий рольганг реверсивного прокатного стана, реверсивный прокатный стан с раскатным столом и реечный рольганг-холодильник, согласно изобретению, раскатный стол реверсивного прокатного стана снабжен средством скоростного воздушного охлаждения проката, а реечный рольганг-холодильник снабжен средством ступенчатой тепловой обработки проката, выполненным в виде устройства предварительного высокоскоростного водо-воздушного управляемого охлаждения проката до $900\text{ }^{\circ}\text{C}\dots 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ и устройства термостатирования проката до $700\text{ }^{\circ}\text{C}\dots 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ в виде экрана теплового потока, расположенного над рольгангом-холодильником.

Для лучшего понимания полезная модель поясняется чертежом, где фигура - технологическая схема линии изготовления сортового проката.

Непрерывно-литая заготовка-блум, получаемая на машинах криволинейного типа непрерывного литья - МНЛЗ, задается в линию реверсивного прокатного стана непосредственно с печного нагрева. Линия изготовления сортового стального проката 80-150 мм из подшипниковой стали включает технологически взаимосвязанные между собой автоматической системой управления газопламенную подогревательную печь 1, загрузочный рольганг 2 для газопламенной нагревательной печи 3, рольганг выдачи 4, рольганг возврата 5, средство 6 удаления с блюма окалины путем гидросбива, раскатный стол 7 реверсивного прокатного стана 8, снабженный средством 9 воздушного охлаждения проката, пилу 10 горячей резки для получения заданного мерного сортового проката, средство 11 сбора горячих заготовок проката, реечный рольганг-холодильник 12, снабженный средством ступенчатой тепловой обработки проката, выполненным в виде устройства 13 предварительного высокоскоростного водо-воздушного управляемого охлаждения проката до $900\text{ }^{\circ}\text{C}\dots 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ и устройства 14 термостатирования проката до $700\text{ }^{\circ}\text{C}\dots 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ в виде экрана теплового потока, расположенного над реечным рольгангом-холодильником, и колодцы 15 замедленного охлаждения проката.

Пример.

На МНЛЗ-3 производили непрерывную разливку непрерывнолитых заготовок со скоростью 0,6 м/мин различного типоразмера. После газорезки непрерывнолитой заготовки получали блюмы $250\times 300\times 2500\dots 5000$ и $300\times 400\times 3000\dots 5000$ из стали ШХ15, ШХ15СГ. С МНЛЗ непрерывнолитые заготовки, далее блюмы с температурой $600\dots 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ укладывают в штабель, укрывают теплоизолирующим колпаком и охлаждают не менее 36 ч.

Посад заготовок осуществляют в подогревательную 4-х зонную печь, в которой за 1,5-2,5 ч нагрева они нагреваются до температуры $700-850\text{ }^{\circ}\text{C}$.

BY 9551 C1 2007.08.30

Далее блюмы пересаживают в нагревательную газопламенную печь, где нагревают до температуры деформации 1160-1180 °С.

Далее заготовки выдают на рольганг транспортировки к реверсивной дуо-клетки прокатного стана 850. Реверсивную прокатку осуществляют в 9-13 проходов в зависимости от сечения блюма и диаметра проката.

Далее технология охлаждения проката рассматривается на примере круга диаметром 100 мм из стали 15ШХСГ. В процессе прокатки заготовки охлаждают на раскатном столе посредством скоростного воздушного охлаждения до 1060 °С.

При применении струйного обдува заготовки воздухом с помощью направленных вентиляторов возможно добиться суммарного коэффициента теплоотдачи $\approx 200 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$. При этом падение среднемассовой температуры заготовки составит от 50 °С до 120 °С. Далее осуществляют транспортировку проката к пиле горячей резки. Время транспортировки $\approx 25 \text{ с}$. После обрезания переднего дефектного конца заготовка перемещается на упор для порезки на мерные длины и поступает на средство 11 сбора горячих заготовок проката и реечный рольганг-холодильник 12, снабженный средством ступенчатой тепловой обработки проката, выполненным в виде устройства 13 предварительного высокоскоростного водо-воздушного управляемого охлаждения проката до 900 °С...700 °С. В это время участок раската, прошедший пилу горячей резки, попадает в зону водо-воздушного испарительного охлаждения. При достижении суммарного коэффициента теплоотдачи в $\approx 700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ в течение 20 с среднемассовое падение температуры составит порядка 120 °С. Таким образом, среднемассовая температура заготовки при поступлении на холодильник составит около 890 °С.

При последующем интенсивном охлаждении водовоздушной смесью за 4 шага перемещения заготовки по холодильнику прокат остывает до 700-750 °С.

Далее на устройстве 14 происходит замедленное охлаждение проката до 750 °С...200 °С под тепловым защитным экраном, расположенным над реечным рольгангом-холодильником. При охлаждении проката на холодильнике в зависимости от времени года конечная температура колеблется от 150 до 80 °С.

Далее заготовки подвергаются термообработке в колодцах 15 замедленного охлаждения проката по установленному ступенчатому режиму в течение 33 ч.

На основании новой технологии предложены рабочие режимы нагрева под прокатку для подшипниковой стали марок ШХ15, ШХ15СГ, которые позволяют осуществлять прокатку на реверсивном дуо-стане 850 при производительности стана до 150 т/ч без образования дефектов в виде горячих трещин и требуемой микроструктурой (карбидная неоднородность) по сравнению с известной линией.

Разработанные режимы нагрева и прокатки подшипниковых марок сталей прошли опытное опробование в условиях БМЗ и обеспечили высокое качество проката с поставкой опытных партий проката диаметром 80, 90, 100, 115, 130 мм в объеме более 1000 т на ОАО "МПЗ".

Источники информации:

1. SU 1726077 A1, 1992, SU 640482, 1982, SU 1617005 A1, 1990.
2. Тимошпольский В.И., Феоктистов Ю.В., Стеблов А.Б. и др. Теплотехнология мини-заводов. - Мн.: Наука и техника, 1992. - 158 с.