

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **8206**

(13) **С1**

(46) **2006.06.30**

(51)⁷ **С 21D 1/02, 8/06**

(54)

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОКАТА

(21) Номер заявки: а 20040096

(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); Луценко Владислав Анатольевич (UA); Парусов Владимир Васильевич (UA); Тищенко Владимир Андреевич (ВУ); Маточкин Виктор Аркадьевич (ВУ); Бондаренко

Александр Николаевич (ВУ); Жучков Сергей Михайлович (UA); Тимошпольский Владимир Исаакович (ВУ); Эндерс Владимир Владимирович (ВУ); Стеблов Анвер Борисович (ВУ); Мандель Николай Львович (ВУ); Кириленко Олег Михайлович (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) ВУ а 20010835, 2003.
SU 1782241 А3, 1992.
RU 2025502 С1, 1994.
RU 2081182 С1, 1997.

(57)

Способ изготовления проката, включающий горячую прокатку, выдержку, охлаждение водой, охлаждение на воздухе до температуры ниже точки аустенитно-перлитного превращения A_1 на 100-200 °С со скоростью $(3...5)/d^2$ °С/с, где d - диаметр проката в см, и последующее охлаждение, **отличающийся** тем, что выдержку осуществляют в течение 0,15 с, охлаждение водой осуществляют до температуры 850 °С, а после охлаждения до температуры ниже точки A_1 на 100-200 °С осуществляют охлаждение в течение $(30...50) \cdot d^2$ секунд со скоростью $(5...20) \cdot d^2$ °С/с.

Изобретение относится к черной металлургии, в частности к термической обработке проката, и может быть использовано при изготовлении путем горячей прокатки и термической обработки с прокатного нагрева углеродистой катанки для стальных канатов и металлокорда.

Известны способы изготовления проката, включающие горячую прокатку, выдержку, охлаждение водой и на воздухе [1, 2].

Недостатком указанных способов является высокий разброс механических свойств по длине витка катанки.

В качестве прототипа принят способ изготовления проката, включающий горячую прокатку, выдержку, охлаждение водой, а охлаждение на воздухе производят со скоро-

ВУ 8206 С1 2006.06.30

ВУ 8206 С1 2006.06.30

стью, определяемой из выражения $V = (3...5)/d^2$, до температур ниже точки аустенитно-перлитного превращения A_1 на 100-200 °С, где V - скорость охлаждения, °С/с; d - диаметр проката, см, и последующее охлаждение [3].

Недостаток прототипа состоит в получаемой неравномерности механических свойств по длине витка и мотка катанки, что повышает расходный коэффициент при изготовлении проволоки и канатов.

Задача изобретения - повышение равномерности механических свойств по длине витка и мотка катанки.

Технический результат, достигаемый при использовании изобретения, состоит в том, что получаем равномерную мелкодисперсную перлитную структуру без бейнитно-мартенситных участков, которая при прочих равных условиях обеспечивает определенные стабильные механические свойства по длине витка и мотка катанки.

Поставленная задача решается тем, что в способе изготовления проката, включающем горячую прокатку, выдержку, охлаждение водой, охлаждение на воздухе до температур ниже точки аустенитно-перлитного превращения A_1 на 100-200 °С со скоростью $V = (3...5)/d^2$, где d - диаметр проката в см, и последующее охлаждение, согласно изобретению, выдержку осуществляют в течение 0,15 с, охлаждение водой осуществляют до температуры 850 °С, а после охлаждения до температуры ниже точки A_1 на 100-200 °С осуществляют охлаждение в течение $(30...50)d^2$ секунд со скоростью

$$V = (5...20)d^2,$$

где V - скорость охлаждения, °С/с;

d - диаметр проката, см.

Заявленное решение отличается от прототипа тем, что последующее охлаждение катанки осуществляют со скоростью, определяемой из выражения $V = (5... 20) \cdot d^2$, °С/с, в течение времени $\tau = (30...50) \cdot d^2$, с.

Следовательно, заявляемое техническое решение соответствует критерию новизны.

Сравнение заявляемого способа с известными техническими решениями в данной области техники не позволило выявить в них признаки, простое суммирование которых бы привело к решаемой изобретением задаче, следовательно, имеет место соответствие критерию "изобретательский уровень".

Заявляемый способ изготовления проката включает горячую прокатку, выдержку, охлаждение водой, охлаждение на воздухе со скоростью, определяемой из выражения $V = (3...5)/d^2$, до температур ниже точки аустенитно-перлитного превращения A_1 на 100-200 °С, последующее охлаждение со скоростью, определяемой из выражения:

$$V = (5...20) \cdot d^2,$$

где V - скорость охлаждения, °С/с; d - диаметр проката, см,

а время, в течение которого осуществляют последующее охлаждение, определяют из выражения:

$$\tau = (30...50) \cdot d^2,$$

где τ - время, с; d - диаметр проката, см.

Сущность заявляемого способа состоит в следующем. При переохлаждении аустенита ниже A_1 последний претерпевает превращение, так как оказывается в метастабильном состоянии. Размеры перлитных зерен и дисперсность (толщина) пластин феррита и цемента зависят от степени переохлаждения аустенита [4]. При небольших переохлаждениях число центров кристаллизации сравнительно мало, перлитные зерна получают крупными, межпластиночное расстояние большим. С увеличением переохлаждения аустенита число центров кристаллизации перлитных зерен резко увеличивается, а скорость роста замедляется, размеры перлитных зерен и межпластиночное расстояние уменьшаются, а прочность повышается.

В результате охлаждения со скоростью $V = (5...20) \cdot d^2$ в течение $\tau = (30...50) \cdot d^2$ получаем равномерную мелкодисперсную перлитную структуру по сечению. Такая структура

ВУ 8206 С1 2006.06.30

при прочих равных условиях обеспечивает повышение равномерности механических свойств по длине витка и мотка катанки.

Выражения $V = (5...20) \cdot d^2$ и $\tau = (30...50) \cdot d^2$ получены эмпирическим путем в результате статистической обработки зависимости качественных характеристик проката от скорости и времени охлаждения температур ниже A_1 на 100-200 °С, выраженного через квадрат диаметров проката.

Охлаждение со скоростью более $20 \cdot d^2$ приводит к получению участков бейнито-мартенситной структуры, что обуславливает снижение технологической пластичности. Охлаждение со скоростью менее $5 \cdot d^2$ нецелесообразно, т.к. это приводит к повышению эксплуатационных затрат на теплоизоляцию.

Охлаждение в течение времени менее $30 \cdot d^2$ не приводит к гарантированному получению необходимой структуры и свойств; охлаждение в течение более $50 \cdot d^2$ нецелесообразно, т.к. аустенит претерпевает за указанный временной интервал практически полное превращение, и дальнейшее охлаждение приводит лишь к неоправданному увеличению длины транспортера и эксплуатационных расходов.

Таким образом, обработка проката по предлагаемому способу способствует образованию в углеродистой катанке равномерной мелкодисперсной микроструктуры перлита, обеспечивающей получение равномерных прочностных свойств по длине витка и мотка катанки.

Пример конкретного выполнения способа

В потоке проволочного стана 150 Республиканского унитарного предприятия "Белорусский металлургический завод" при скорости прокатки 80 м/с изготавливали партию катанки диаметром 5,5 мм ($d = 0,55$ см) из стали 80 (0,84 % С) для металлокорда.

Катанку изготавливали следующим образом: горячая прокатка при температуре 1000 °С, выдержка 0,15 с, водяное охлаждение до температуры 850 °С, далее воздушное охлаждение со скоростью 10 °С/с до температуры 620 °С с последующим охлаждением со скоростью 7,865; 6,05 и 1,5125 °С/с (соответствует $V = 26 \cdot d^2$; $20,0 \cdot d^2$ и $5,0 \cdot d^2$) в течение 15,125; 9,075 и 6,05 с (соответствует $\tau = 50 \cdot d^2$; $30 \cdot d^2$ и $20 \cdot d^2$) разложенных витков на движущемся транспортере. Скорость охлаждения регулировали количеством работающих вентиляторов и положением термоизолирующих крышек.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Ре- жим обра- ботки про- ката	Скорость охлажде- ния, °С/с	Время охлажде- ния, с	Микроструктура		Разбег преде- ла прочно- сти по длине вит- ка и мотка, Н/мм ²	Номера работа- ющих вентиля- торов	Положение термоизоли- рующих крышек
			Перлит, балл - %	Бейнито- мартенсит- ная			
№ 1	7,865	15,125	1 б. - 50 %; 2 б. - 40 %	Есть	1050-1220	№ 1-10	Все открыты
№ 2	7,865	6,05	1 б. - 50 %; 2 б. - 40 %	Есть	1060-1220	№ 1-10	Все открыты
№ 3	6,05	15,125	1 б. - 80 %	Нет	1120-1220	№ 1-7	Все открыты
№ 4	6,05	9,075	1 б. - 80 %	Нет	1110-1210	№ 1-7	Все открыты
№ 5	6,05	6,05	1 б. - 50 %; 2 б. - 40 %	Есть	1070-1220	№ 1-7; 9-10	Все открыты
№ 6	1,5125	9,075	1 б. - 85 %	Нет	1120-1200	№ 1-7	Закр. № 17-22; Ост. - откр.
№ 7	1,5125	6,05	1 б. - 60 %; 2 б. - 30 %	Есть	1080-1220	№ 1-7; 10	Закр. № 17-22; Ост. - откр.
Требования ЗТУ 840-03-97			1 б. - не менее 50 %	Не допуска- ется	1090-1220		

BY 8206 C1 2006.06.30

Из приведенных в таблице данных следует, что при изготовлении катанки по режимам №№ 1, 2, 5 и 7 разброс прочностных характеристик составляет 140-180 Н/мм², а значения предела прочности и микроструктура не соответствуют требованиям нормативно-технической документации. При обработке проката по режимам №№ 3, 4 и 6 предел прочности соответствует требованиям ЗТУ 840-03-97, а разброс составляет 80-100 Н/мм².

Охлаждение со скоростью ниже 1,5125 °C/с, например 1,0 °C/с, нецелесообразно, так как требования по прочностным свойствам достигнуты, однако увеличатся эксплуатационные затраты на охлаждение катанки на транспортере. Охлаждение в течение времени более 15,125 с, например 17 с, также нецелесообразно, так как это приводит лишь к неоправданному увеличению длины теплоизолирующего участка транспортера.

Таким образом, использование заявляемого способа позволяет повысить стабильность прочностных свойств по длине витка и мотка катанки и, следовательно, решить поставленную задачу, а также получить заявляемый технический результат.

Источники информации:

1. Патент № 436 от 30.03.95 г. Способ изготовления проката. Республики Беларусь // Афіцыйны бюлетэнь. Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы. - 1995. - № 1(4). - С. 39.
2. Патент № 828 от 15.08.95 г. Способ изготовления проката. Республики Беларусь // Афіцыйны бюлетэнь. Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы. - 1995. № 3(6). - С. 133.
3. Заявка на изобретение № а 20010835 от 09.10.2001. Способ изготовления проката. Республика Беларусь. МПК С 21D 1/02, С 21D 8/06 (прототип).
4. Оптимизация структуры углеродистой катанки при двухстадийном охлаждении / В.В. Парусов, В.А. Луценко, В.А. Тищенко и др. // Сталь. - 2003. - № 4. - С. 62-64.