РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 361 006** (13) **C2**

(51) МПК
C22C 38/16 (2006.01)
B21B 1/22 (2006.01)
B21B 1/26 (2006.01)
B21B 1/34 (2006.01)
C21D 8/04 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007133035/02, 03.09.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.09.2007

(43) Дата публикации заявки: **10.03.2009**

(45) Опубликовано: **10.07.2009** Бюл. № **19**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **DE 19547181 C1, 10.10.1996. RU 2288283 C1, 27.11.2006. RU 2165809 C1, 27.04.2001. RU 2212457 C1, 20.09.2003. RU 2010634 C1, 15.04.1994. JP 2003-003237 A, 08.01.2003. JP 2002-249850 A, 06.09.2002. JP 2000-001741 A, 07.01.2000. JP 03-006330 A, 11.01.1991.**

Адрес для переписки:
455002, Челябинская обл., г. Магнитогорск, ул. Кирова, 93, ОАО "ММК", отдел рационализации, изобретательства и патентной работы

(72) Автор(ы):
Буданов Анатолий Петрович (RU),
Бодяев Юрий Алексеевич (RU),
Распопов Александр Леонидович (RU),
Корнилов Владимир Леонидович (RU),
Антипанов Вадим Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Открытое акционерное общество "Магнитогорский металлургический комбинат" (RU)

(54) НИЗКОУГЛЕРОДИСТАЯ СТАЛЬ ДЛЯ ЭМАЛИРОВАНИЯ И СПОСОБ ЕЕ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к прокатному производству, в частности к технологии получения низкоуглеродистых сталей для эмалирования. Прокатывают сталь, содержащую углерод, кремний, марганец, серу, фосфор, алюминий, медь, титан, ниобий, азот и железо, при следующем соотношении, мас.%: углерод 0,003-0,006, кремний 0,01-0,03, марганец 0,06-0,15, сера 0,005-0,012, фосфор 0,008-0,015, алюминий 0,02-0,06, медь 0,03-0,04, титан - от более 0,024 до 0,04, ниобий - от более 0,048 до 0,065, азот 0,003-0,006, железо - остальное. Температуры конца прокатки $T_{кп}$ и смотки $T_{см}$ определяют из соотношений $T_{кп}$=970-13300·[C], °C, а $T_{см}=T_{кп}$-180, °C, где [C] - содержание в стали углерода, мас.%. Улучшаются потребительские свойства тонколистовой стали для эмалирования за счет устранения дефекта «рыбья чешуя». 2 н.п. ф-лы, 1 табл.

RU 2361006 C2

RU 2361006 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 361 006** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
C22C 38/16 (2006.01)
B21B 1/22 (2006.01)
B21B 1/26 (2006.01)
B21B 1/34 (2006.01)
C21D 8/04 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2007133035/02, 03.09.2007**

(24) Effective date for property rights:
03.09.2007

(43) Application published: **10.03.2009**

(45) Date of publication: **10.07.2009 Bull. 19**

Mail address:
455002, Cheljabinskaja obl., g. Magnitogorsk, ul. Kirova, 93, OAO "MMK", otdel ratsionalizatsii, izobretatel'stva i patentnoj raboty

(72) Inventor(s):
Budanov Anatolij Petrovich (RU),
Bodjaev Jurij Alekseevich (RU),
Raspopov Aleksandr Leonidovich (RU),
Kornilov Vladimir Leonidovich (RU),
Antipanov Vadim Grigor'evich (RU)

(73) Proprietor(s):
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Magnitogorskij metallurgicheskij kombinat" (RU)

(54) LOW-CARBON STEEL FOR ENAMELING AND METHOD OF ITS HOT ROLLING

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to rolling industry, particularly to process of receiving of low-carbon steels for enameling. It is rolled steel, containing carbon, silicon, manganese, sulphur, phosphorus, aluminium, copper, titanium, niobium, nitrogen and iron, at following correlation, wt %: carbon 0.003 - 0.006, silicon 0.01 - 0.03, manganese 0.06 - 0.15, sulphur 0.005 - 0.012, phosphorus 0.008 - 0.015, aluminium 0.02 - 0.06, copper 0.03 - 0.04, titanium from more than 0.024 up to 0.04, niobium from more than 0.048 to 0.065, nitrogen 0.003-0.006, iron is the rest. Finishing temperature T_f and winding T_w are defined from correlations T_f =970-13300 · [C], °C, a T_w-T_f - 180, °C, where [C] - content of carbon in steel, wt %.

EFFECT: improvement of consumer properties of sheet steel for enameling by means of defect correction "fishscale".

2 cl, 1 tbl, 1 ex

RU 2361006 C2

RU 2361006 C2

Изобретение относится к прокатному производству и может быть использовано при изготовлении листовой стали для эмалирования.

Такая сталь часто содержит титан и ниобий, а одной из характеристик ее является, так называемый, показатель водородного охрупчивания (по сути - показатель способности стали к эмалированию), который определяет относительную разность пластичности стали в исходном состоянии и после пребывания ее в течение двух часов в H_2SO_4 при комнатной температуре. Краткая характеристика процесса эмалирования приведена, например, в «Политехническом словаре», 3-е изд., М., «Советская энциклопедия», 1989, с.623. Процесс горячей прокатки тонколистовой низколегированной стали для эмалирования имеет свои отличительные особенности (например, характерные только для него температуры конца прокатки $T_{кп}$ и смотки $T_{см}$). Влияние этих параметров на свойства горячекатаной листовой стали достаточно подробно показано в книге П.И.Полухина и др. «Прокатное производство», 3-е изд., М., «Металлургия», 1982, с.417-422.

Известна сталь, содержащая 0,08…0,30 вес.% углерода, марганец, хром и другие элементы, в которой с целью повышения ее пластичности и ударной вязкости содержатся ванадий и кальций (см. а.с. СССР №969778, кл. С22С 38/38, опубл. в БИ №40, 1982 г.). Однако эта сталь непригодна для эмалирования.

Наиболее близким аналогом к заявляемой стали является низкоуглеродистая сталь 08Ю по ГОСТ 9045. Эта сталь содержит углерод, кремний, марганец, серу, фосфор, алюминий, медь, железо и характеризуется тем, что она содержит не более 0,07 мас.% углерода, не более 0,01 мас.% кремния, 0,02…0,35 мас.% марганца, не более 0,06 мас.% меди, 0,02…0,07% алюминия, не более 0,025 мас.% серы, не более 0,02 мас.% фосфора, что позволяет использовать ее для штамповки изделий с особо сложной вытяжкой.

Недостатком известной стали является относительно небольшая величина ее показателя водородного охрупчивания, что может привести к появлению на эмалированных листах характерного дефекта - «рыбья чешуя».

Известен способ горячей прокатки тонколистовой стали, при котором температуру конца прокатки принимают в пределах 780…800 град. С, а охлаждение проката ведут со скоростью 9…13 град/сек, передавая рулонные полосы на травление при температуре 60…80 град. С (см. пат. РФ №2164248, кл. С21Д 8/04, опубл. в БИ №6, 2001 г.). Однако этот способ непригоден для прокатки низкоуглеродистой стали, предназначенной на эмалирование.

Наиболее близким аналогом к заявляемому способу является технология горячей прокатки низкоуглеродистой никель-алюминиевой стали для эмалирования, описанная в пат. РФ №2165809, кл. В21В 1/22, опубл. в БИ №12, 2001 г.

Эта технология с заданными температурами конца прокатки и смотки характеризуется тем, что принимают $T_{кп}$=760…800 град. С, а $T_{см}$=680…700 рад. С. Недостатком такой технологии является непригодность ее к производству горячекатаной IF-стали для эмалирования, содержащей не более 0,007 мас.% углерода.

Технической задачей настоящего изобретения является улучшение потребительских свойств тонколистовой стали для эмалирования за счет устранения дефекта «рыбья чешуя».

Поставленная задача решается тем, что низкоуглеродистая сталь для эмалирования содержит углерод, кремний, марганец, серу, фосфор, алюминий, медь, железо, титан, ниобий, азот и железо при следующем соотношении компонентов, мас.%:

углерод	0,003…0,006
кремний	0,01…0,03
марганец	0,06…0,15
сера	0,005…0,012
фосфор	0,008…0,015
алюминий	0,02…0,06
медь	0,03…0,04
титан	от более 0,024 до 0,04
ниобий	от более 0,048 до 0,065
азот	0,003…0,006
железо	остальное

способ горячей прокатки низкоуглеродистой стали для эмалирования включает прокатку с температурой конца прокатки $T_{кп}$ и температурой смотки $T_{см}$, в отличие от ближайшего аналога прокатывают сталь вышеуказанного состава, а температуры $T_{кп}$ и $T_{см}$ определяют из соотношений: $T_{кп}$=970-13300·[C], °C, а $T_{см}=T_{кп}$-180, °C, где [C] - содержание в стали углерода, мас.%.

Приведенные математические соотношения для $T_{кп}$ и $T_{см}$ получены в результате обработки опытных данных и являются эмпирическими.

Сущность заявляемого технического решения заключается в оптимизации состава низкоуглеродистой полосовой стали, предназначенной для эмалирования, а также основных параметров ($T_{кп}$ и $T_{см}$) ее горячей прокатки, зависящих от содержания в стали углерода. В результате этого исключается появление дефекта «рыбья чешуя» на эмалированном металле, что улучшает его потребительские свойства.

При реализации предлагаемого изобретения, во-первых, к производству принимается (по сопроводительной документации) только та сталь, состав которой соответствует рекомендуемому; во-вторых, по фактическому содержанию в стали углерода определяются и реализуются температуры конца прокатки и смотки.

Опытную проверку изобретения осуществляли при производстве горячекатаной полосовой стали для эмалирования, которую прокатывали на непрерывном широкополостном стане (НШПС) ОАО «ММК».

Результаты опытов представлены в таблице.

С этой целью при прокате на НШПС 2500 низкоуглеродистых сталей с различным содержанием компонентов варьировали $T_{кп}$ и $T_{см}$, оценивая результаты по выходу качественной стали (прежде всего - без вышеупомянутого дефекта) с эмалевым покрытием.

Наилучшие результаты (выход качественного эмалированного металла в пределах 98,5…99,5% за счет отсутствия дефекта «рыбья чешуя») получены при реализации предлагаемого технического решения. Отклонения от рекомендуемого содержания компонентов в стали, а также от заявляемых величин $T_{кп}$ и $T_{см}$ ухудшали достигнутые показатели.

При содержании в стали углерода менее 0,003%, кремния менее 0,01%, марганца менее 0,06%, серы менее 0,005%, фосфора менее 0,008%, алюминия менее 0,02%, меди менее 0,03%, титана менее 0,024%, ниобия менее 0,048%, азота менее 0,003 формируется недостаточное количество «ловушек» для водорода в микроструктуре стали, в результате чего после процесса эмалирования водород сосредотачивается на границе раздела «металл-эмалевое покрытие», создавая высокое парциальное давление, приводя к сколу эмалевого покрытия в виде дефекта «рыбья чешуя».

Увеличение содержания в стали углерода более 0,006%, кремния более 0,03%,

марганца более 0,15%, серы более 0,012%, фосфора более 0,015%, алюминия более 0,06%, меди более 0,04%, титана более 0,04%, ниобия более 0,065%, азота более 0,006% снижает выход бездефектного металла до 80% из-за снижения показателя водородного охрупчивания до 38…43% и увеличения количества разрывов стали при штамповке изделий из-за ухудшения физико-механических свойств: увеличения предела текучести до 195…210 Н/мм и снижения относительного удлинения до 33…37%. Вероятно, это связано с уменьшением стали к насыщению водородом за счет более плотной упаковки кристаллической решетки, что приводит к ухудшению ее эмалируемости, а также наличием по границам зерен грубых фаз (карбидов титана и ниобия), которые в процессе штамповки, надрезая ферритную матрицу, снижают пластические свойства стали. В результате в процессе эмалирования образуется дефект «рыбья чешуя».

При повышении температуры конца прокатки $T_{кп}$>970-13300·[C] и $T_{см}$>$T_{кп}$-180, °C увеличивается размер зерна феррита, в результате чего уменьшается длина межзеренных границ, что отрицательно сказывается на показателе водородного охрупчивания (он снижается до 30…35%) и в процессе эмалирования приводит к образованию дефекта «рыбья чешуя».

При снижении температуры конца прокатки $T_{кп}$<970-13300·[C] и $T_{см}$<$T_{кп}$-180, °C, во-первых, формируется разнобалльная структура зерен феррита, во-вторых, не в полной мере освобождается ферритная матрица от атомов внедрения (титана и ниобия и т.п.), которые снижают пластические свойства стали, ухудшая ее штампуемость, и в процессе эмалирования приводят к образованию дефекта «рыбья чешуя».

Пример конкретного выполнения

На непрерывном широкополосном стане горячей прокатки 2500 прокатывается полосовая сталь со следующим содержанием компонентов (мас.%): углерод - 0,005; кремний - 0,02; марганец - 0,1; титан - 0,03; ниобий - 0,05; медь - 0,035; алюминий - 0,04; азот - 0,005; сера - 0,008; фосфор - 0,012; железо - остальное.

Параметры горячей прокатки:

$T_{кп}$=970-13300·[C]=970-13300·0,005≅904 град. С;

$T_{см}$=$T_{кп}$-180=904-180=724 град. С.

Дефект «рыбья чешуя» на эмалированной стали отсутствует.

№ опыта	C	Si	Mn	Ti	Nb	Cu	Al	N	S	P	$T_{кп}$	$T_{см}$	Дефект «рыбья чешуя»
1	0,002	0,009	0,05	0,01	0,03	0,02	0,01	0,002	0,004	0,007	943	763	Есть
2	0,005	0,02	0,1	0,03	0,05	0,035	0,04	0,005	0,008	0,012	904	724	Нет
3	0,007	0,04	0,2	0,05	0,08	0,05	0,07	0,007	0,02	0,02	877	697	Есть

Формула изобретения

1. Низкоуглеродистая сталь для эмалирования, содержащая углерод, кремний, марганец, серу, фосфор, алюминий, медь, титан, ниобий, азот и железо, отличающаяся тем, что она содержит компоненты при следующем соотношении, мас.%:

углерод	0,003-0,006
кремний	0,01-0,03
марганец	0,06-0,15
сера	0,005-0,012
фосфор	0,008-0,015
алюминий	0,02-0,06
медь	0,03-0,04
титан	от более 0,024 до 0,04

ниобий	от более 0,048 до 0,065
азот	0,003-0,006
железо	остальное

2. Способ горячей прокатки низкоуглеродистой стали для эмалирования, включающий прокатку с температурой конца прокатки $T_{кп}$ и температурой смотки $T_{см}$, отличающийся тем, что прокатывают сталь по п.1, а температуры $T_{кп}$ и $T_{см}$ определяют из соотношений: $T_{кп}$=970-13300·[C], °C, а $T_{см}=T_{кп}$-180, °C, где [C] - содержание в стали углерода, мас.%.