

(19) C2 (11) 55414 (13) UA

(98) вул. Бобруйська, 46, м. Харків, 61054

(85) 1999-01-08

(74) Михайлюк Валентин Іванович, (UA)

(45) [2003-04-15]

(43) null

(24) 2003-04-15

(22) 1997-06-09

(12) null

(21) 99010101

(46) 2003-04-15

(86) 1997-06-09 PCT/NL97/00325

(30) 1003293 1996-06-07 NL

(54) СПОСІБ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СТАЛЕВОЇ СМУГИ СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛЬНОЙ ЛЕНТЫ METHOD FOR MANUFACTURE OF A STEEL STRIP

(56) DE 1950832 A, 25.04.96 2 EP 0306076 A, 08.03.89 2 EP 0666122 A, 09.08.95 2 DE 4322924 A, 27.10.94 2 IRON AND STEEL ENGINEER , vol.63, N10, Oct. 1986, p.36-43, Pittsburgh, US 3

(71)

(72) NL Конеліссен Маркус Корнеліс Марія NL Конеліссен Маркус Корнеліс Марія NL Конеліссен Маркус Корнеліс М
арія NL Гроот Алдрікус Марія NL Гроот Алдрікус Марія NL Гроот Алдрікус Марія NL ДЕН ХАРТОГ Хьюберт Віллем NL д
эн Хартог Хьюберт Виллэм NL Den Hartog Huibert Willem

(73) NL ХОГОВЕНС СТАЛЬ Б.В. NL ХОГОВЕНС СТАЛЬ Б.В. NL HOOGOVENS STAAL B.V.

Способ производства стальной ленты, в котором расплавленную сталь отливают в слэб на литейной машине непрерывного действия, а затем при использовании тепла литья транспортируют через печное устройство, подвергают обжатию в черновом устройстве и окончательно прокатывают в чистовом устройстве в стальную ленту желаемой конечной толщины непрерывным или полунепрерывным способом:

а) для производства стальной ленты, прокатанной в ферритной области, слэб прокатывают в черновом устройстве в аустенитной области, затем охлаждают до температуры, при которой сталь имеет, в основном, ферритную структуру, после чего ленту, слэб или часть слэба прокатывают в чистовом устройстве при скоростях, в основном, соответствующих скорости подачи в чистовое устройство и на последующие этапы обжатию, и, как минимум, в одной клетке чистового устройства прокатывают в ферритной области;

б) для производства стальной ленты, прокатанной в аустенитной области, ленту, выходящую из черного устройства, нагревают или поддерживают при температуре аустенитной области и прокатывают в чистовом устройстве в аустенитной области до конечной толщины, после чего охлаждают до температуры ферритной области;

а после достижения желаемой конечной толщины стальную ленту, прокатанную в аустенитной или ферритной области, разрезают на части желаемой длины, которые затем сматывают в рулон.

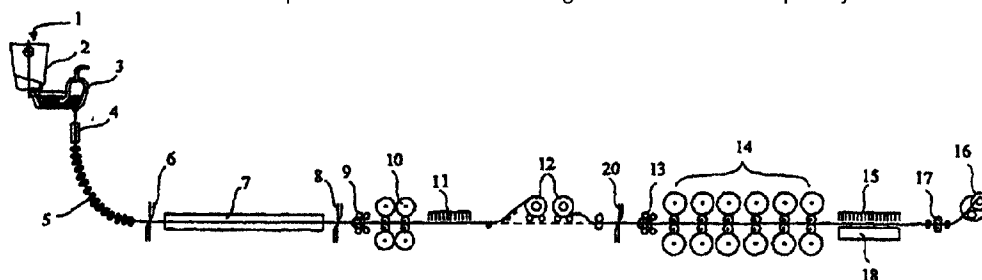
Спосіб виробництва сталевих смуг, в якому розплавлену сталь відливають в сляб на ливарній машині безперервної дії, а потім, при використанні тепла лиття, транспортують через пічний пристрій, піддають обтисненню в чорновому пристрої і остаточно прокатують в чистовому пристрої в сталеву смугу бажаної кінцевої товщини, де безперервним або напівбезперервним способом:

а) для виробництва сталевих смуг, прокатаної в феритній області, сляб прокатують в чорновому пристрої в аустенітній області, потім охолоджують до температури, при якій сталь має, в основному, феритну структуру, після чого смугу, сляб або частину сляба прокатують в чистовому пристрої при швидкостях, в основному, відповідних швидкості подання в чистовий пристрій і на подальші етапи обтиснення, і, як мінімум, в одній клітці чистового пристрою прокатують у феритній області;

б) для виробництва сталевих смуг, прокатаної в аустенітній області, смугу, що виходить з чорнового пристрою, нагрівають або підтримують при температурі аустенітної області і прокатують в чистовому пристрої в аустенітній області до кінцевої товщини, після чого охолоджують до температури феритної області;

а після досягнення бажаної кінцевої товщини сталеву смугу, прокатану в аустенітній або феритній області, розрізають на частини бажаної довжини, які потім намотують в рулон.

Method for the manufacture of a steel strip, whereby molten steel is cast in a continuous casting machine into a slab and, while making use of the casting heat, is conveyed through a furnace apparatus, is roughed in a roughing apparatus, and finish-rolled in a finishing apparatus into a steel strip of a desired finished thickness, whereby in an endless or semi-endless process: a) for the manufacture of a ferritically rolled steel strip, the slab is rolled in the roughing apparatus in the austenitic range and after the rolling in the austenitic range is cooled to a temperature whereby the steel has essentially a ferritic structure, and the strip, the slab or a part of the slab is rolled in the finishing apparatus at speeds essentially corresponding to the entry speed into the finishing apparatus and the subsequent thickness reductions and in at least one stand of the finishing apparatus is rolled in the ferritic range; b) for the manufacture of an austenitically rolled steel strip, the strip leaving the roughing apparatus is heated to or held at a temperature in the austenitic range and is rolled in the finishing apparatus essentially in the austenitic range to the finished thickness and, following that rolling, is cooled down to a temperature in the ferritic range; and the ferritically or austenitically rolled strip after reaching the desired finished thickness is cut to portions of the desired length which are subsequently coiled.



1. Спосіб виробництва сталевий смуги, за яким розплавлену сталь відливають в установці для безперервного розливання в плоску заготовку і, використовуючи теплоту розливу, переміщують її через піч, попередньо прокатують у пристрої для попередньої прокатки і прокатують начисто в пристрої для чистової прокатки в сталеву смугу до бажаної товщини готового виробу, який **відрізняється** тим, що прокатку сталевий смуги на останній стадії прокатки здійснюють в пристрої для нескінченної або напівнескінченної прокатки, і сталеву смугу, прокатану в феритному або аустенітному стані, по досягненні бажаної товщини готового виробу розрізають на частини бажаної довжини, які потім намотують в рулони.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для отримання сталевий смуги, прокатаної в феритному стані, плоску заготовку прокатують в пристрої для попередньої прокатки в аустенітному стані і після прокатки в аустенітному стані охолоджують до температури, при якій сталь має, в основному, феритну структуру, і смугу, плоску заготовку або частину плоскої заготовки прокатують в пристрої для чистової прокатки при швидкостях, переважно, відповідних швидкості входу в пристрій для чистової прокатки і подальшого обтиснення по товщині, і щонайменше в одній клітці пристрою для чистової прокатки прокатують у феритному стані, і сталеву смугу, прокатану в феритному стані, по досягненні бажаної товщини готового виробу розрізають на частини бажаної довжини, які потім намотують в рулони.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для виробництва сталевий смуги, прокатаної в аустенітному стані, смугу, що виходить із пристрою для попередньої прокатки, нагрівають до температури в аустенітній області або витримують при даній температурі і прокатують в пристрої для чистової прокатки, переважно в аустенітному стані, до товщини готового виробу і після даної прокатки охолоджують до температури в феритній області, сталеву смугу, прокатану в аустенітному стані, по досягненні бажаної товщини готового виробу розрізають на частини бажаної довжини, які потім намотують в рулони.
4. Спосіб за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що смугу в феритному стані після виходу її з пристрою для чистової прокатки змотують в оброблювальному пристрої в рулон при температурі намотування понад 650°C.
5. Спосіб за п. 2 або п. 4, який **відрізняється** тим, що після виходу з пристрою для чистової прокатки і перед охолодженням, якщо воно має місце, смугу в феритному стані нагрівають до температури, що перевищує температуру рекристалізації.
6. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що нагрів виконують шляхом генерування електричного струму в смузі, переважно, в індукційній печі.
7. Спосіб за будь-яким із пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що прокатку виконують при повністю безперервному процесі від безперервного розливання до нагрівання після пристрою для чистової прокатки.
8. Спосіб за будь-яким із пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що прокатку виконують при повністю безперервному процесі від безперервного розливання зі швидкістю розливання приблизно 8 м/хв або більше, включаючи прокатку в пристрої для чистової прокатки.
9. Спосіб за будь-яким із пп. 1-8, який **відрізняється** тим, що перед входом в пристрій для попередньої прокатки сталеву плоску заготовку розрізають на частини з отриманням плоскої заготовки приблизно такої ж довжини, як і робоча довжина печі.
10. Спосіб за будь-яким із пп. 1-9, який **відрізняється** тим, що плоску заготовку або частини плоскої заготовки подають у піч зі швидкістю, яка менше швидкості, з якою заготовку або частину плоскої заготовки витягують із печі.
11. Спосіб за будь-яким із пп. 1-10, який **відрізняється** тим, що після попередньої прокатки шляхом застосування термічного пристрою, наприклад, другої печі і/або щонайменше одного жарозахисного екрана і/або приймального короба розмотувача, який може бути забезпечений засобами для утримання тепла, смугу підтримують при заданій температурі або нагрівають.
12. Спосіб за будь-яким із пп. 1-11, який **відрізняється** тим, що сталеву плоску заготовку попередньо прокатують при швидкості, що перевищує відповідну швидкість розливання.
13. Спосіб за будь-яким із пп. 1-12, який **відрізняється** тим, що щонайменше одна прокатна клітка забезпечена робочим валком із швидкорізальною сталлю.
14. Спосіб за будь-яким із пп. 1-13, який **відрізняється** тим, що відлиті плоскі заготовки, або частини плоскої заготовки, або заздалегідь обтиснуті плоскі заготовки, або частини плоскої заготовки з'єднують одну з одною і прокатують до товщини готового виробу переважно в безперервному процесі.
15. Спосіб за будь-яким із пп. 1-14, який **відрізняється** тим, що перед входом сталевий смуги в пристрій для попередньої прокатки з неї видаляють окалину у разі наявності окалини на смузі.
16. Спосіб за будь-яким із пп. 1-15, який **відрізняється** тим, що перед входом сталевий смуги в пристрій для чистової прокатки з неї видаляють окалину у разі наявності окалини на смузі.
17. Спосіб за будь-яким із пп. 1-16, який **відрізняється** тим, що щонайменше в одній із прокатних клітей пристрою для чистової прокатки або пристрою для чорнової прокатки виконують прокатку зі змащенням.
18. Спосіб за будь-яким із пп. 1-17, який **відрізняється** тим, що тонка плоска заготовка на виході з кристалізатора має товщину 40 - 100 мм.
19. Спосіб за будь-яким з пп. 1-18, який **відрізняється** тим, що тонку плоску заготовку обтискують по товщині, в той час як серцевина плоскої заготовки є ще рідкою.
20. Спосіб за будь-яким із пп. 1-19, який **відрізняється** тим, що обтиснення по товщині в той час, коли серцевина плоскої заготовки є ще рідкою, становить 20 - 40%.
21. Спосіб за будь-яким із пп. 1-20, який **відрізняється** тим, що швидкість на виході з пристрою для чистової прокатки складає менше за 25 м/с, переважно, менше за 20 м/с.
22. Спосіб за будь-яким із пп. 1-21, який **відрізняється** тим, що тонку плоску заготовку гомогенізують в печі до температури 1050 - 1200 °C.
23. Спосіб за будь-яким із пп. 1-22, який **відрізняється** тим, що відношення ширини до товщини смуги, прокатаної в феритному або аустенітному стані, складає більше за 1500, переважно, більше за 1800 і, краще, більше за 2000.
24. Спосіб за будь-яким із пп. 2, 4-23, який **відрізняється** тим, що смугу, прокатану в феритному стані, намотують в рулон безпосередньо після виходу її з пристрою для чистової прокатки.
25. Спосіб за будь-яким із пп. 1-24, який **відрізняється** тим, що потік розплавленої сталі в кристалізаторі регулюють за допомогою електромагнітного гальма зі щонайменше двома полюсами.

26. Спосіб за будь-яким із пп. 1-25, який **відрізняється** тим, що потік розплавленої сталі в кристалізаторі регулюють шляхом використання вакуумного проміжного розливного пристрою.
27. Спосіб за будь-яким із пп. 3-23, 25, 26, який **відрізняється** тим, що смугу, прокатувану в аустенітному стані, яка виходить із пристрою для чистової прокатки, інтенсивно охолоджують перед намотуванням.
28. Спосіб за будь-яким із пп. 3-23, 25-27, який **відрізняється** тим, що високоміцну сталеву смугу виробляють шляхом виконання прокатки в двофазному аустенітно-феритному стані.
29. Спосіб за п. 27 або п. 28, який **відрізняється** тим, що для отримання високоміцної сталевих смуги вибирають температуру прокатки і обтиснення при плющенні в залежності від складу сталі і режиму охолодження.
30. Спосіб за будь-яким із пп. 27-29, який **відрізняється** тим, що отриману сталеву смугу використовують у рамних конструкціях для автомобілів.
31. Спосіб за будь-яким із пп. 27-30, який **відрізняється** тим, що отримана сталева смуга має товщину менше за 1,5 мм і відношення ширини до товщини більше за 1400.
32. Пристрій для виробництва сталевих смуг, що містить установку для безперервного розливання, призначену для відливання тонких плоских заготовок, піч для гомогенізації відливої плоскої заготовки, розділеної або не розділеної на частини, пристрій для попередньої прокатки і пристрій для чистової прокатки, який **відрізняється** тим, що він включає в себе пристрій для повторного нагріву, розташований за пристроєм для чистової прокатки, при цьому даний пристрій для повторного нагріву виконаний із можливістю видалення його з траєкторії руху смуги і з можливістю заміни його холодильною установкою для примусового форсованого охолодження смуги, прокатуваної в аустенітному стані.
33. Пристрій за п. 32, який **відрізняється** тим, що пристрій для повторного нагріву є індукційною піччю.
34. Пристрій за п. 32 або п. 33, який **відрізняється** тим, що він включає в себе термічний пристрій між пристроєм для попередньої прокатки і пристроєм для чистової прокатки, призначений для утримання смуги при більш високій температурі або нагріванні її до більш високої температури.
35. Пристрій за будь-яким із пп. 32-34, який **відрізняється** тим, що на якнайбільш короткій відстані за пристроєм для повторного нагріву або за холодильною установкою, при наявності її, встановлений намотувальний апарат для намотування смуги, прокатуваної в феритному стані.
36. Пристрій за будь-яким з пп. 32-35, який **відрізняється** тим, що за пристроєм для чистової прокатки і перед пристроєм для намотування смуги встановлена холодильна установка для інтенсивного охолодження катаної смуги.
37. Пристрій за п. 36, який **відрізняється** тим, що на якнайбільш короткій відстані за холодильною установкою встановлений намотувальний апарат для намотування смуги, прокатуваної в феритному стані.
38. Пристрій за будь-яким із пп. 32-37, який **відрізняється** тим, що за пристроєм для попередньої прокатки і перед пристроєм для намотування сталевих смуг передбачений пристрій для різання смуги.
39. Пристрій за будь-яким із пп. 32-38, який **відрізняється** тим, що безпосередньо за пристроєм для чистової прокатки встановлений закритий намотувальний апарат.
40. Пристрій за будь-яким із пп. 32-39, який **відрізняється** тим, що між пристроєм для попередньої прокатки і пристроєм для чистової прокатки передбачена холодильна установка.
41. Пристрій за будь-яким із пп. 32-40, який **відрізняється** тим, що кристалізатор установки для безперервного розливання оснащений електромагнітним гальмом.
42. Пристрій за будь-яким із пп. 32-41, який **відрізняється** тим, що установка для безперервного розливання оснащена вакуумним проміжним розливним пристроєм.

Винахід відноситься до способу виробництва сталюї смуги, по якому розплавлену сталь відливають в сляб на ливарній машині безперервної дії, а потім, з використанням тепла лиття, транспортують через пічний пристрій, піддають обтисненню в чорновому пристрої і остаточно прокатують в чистовому пристрої в сталюї смугу потрібної товщини, і до пристрою для здійснення цього способу.

Такий спосіб відомий з європейської патентної заявки EP 0 666 122.

Даний винахід особливо підходить для прокату тонких слябів товщиною менше за 150мм, краще менше за 100мм, ще краще в діапазоні товщини від 40 до 100мм.

У EP 0 666 122 описаний спосіб, в якому, після гомогенізації в тунельній пічі, тонкий сталюї сляб, що безперервно відливається, прокатують на декількох етапах гарячого прокату, тобто в аустенітнм діапазоні, в смугу товщиною менше за 2мм.

Для отримання такої кінцевої товщини в пристроях прокату і лініях прокату, які можуть бути реалізовані на практиці, пропонується піддавати сталюї смугу повторному нагріву принаймні після першої кліті стану, краще, за допомогою індукційної електропічі.

Між ливарною машиною безперервної дії і тунельною піччю знаходиться ріжучий пристрій, яким тонкий сталюї сляб, що безперервно відливається, може бути розрізаний на шматки приблизно однакової довжини, після чого ці шматки гомогенізують в тунельній пічі при температурі близько 1050 - 1150°C. Після виходу з тунельної пічі шматки можуть, якщо це потрібно, знов розрізані на половинні сляби з вагою, відповідної вазі рулону, який повинен бути виготовлен. Кожний половинний сляб прокатується в смугу бажаної кінцевої товщини і потім намотується за допомогою намотувального пристрою, встановленого після пристрою проката.

EP-A-0 306 076 відноситься до безперервного процесу виробництва сталюї смуги, прокатої в феритній області, і до пристрою для здійснення цього способу. Згідно з цією публікацією, тонкий сляб товщиною менше за 100мм відливають на ливарній машині безперервної дії, піддають гарячому прокату в аустенітній області, охолоджують до феритної області і потім намотують в рулон. У цьому способі має місце безперервний потік стали від ливарної машини безперервної дії до намотувального пристрою для намотування сталюї смуги, прокатої в феритній області.

DE-A-19 5201832 відноситься до способу і пристрою для виробництва сталюї смуги, що володіє властивостями холоднокатаної стали. Мета винаходу по DE-A-19 520 832 складається в створенні способу, який не вимагає етапу повторного нагріву до аустенітної області. DE-A-19 520 832 пропонує єдиний етап чорнового обтиснення без повторного нагріву з подальшим охолодженням смуги до феритної області і феритним прокатом в температурному діапазоні 850 - 600°C. У цьому способі сталюї смугу виготовляють за принципом «рулон за рулоном».

Задача даного винаходу складається у створенні способу відомого типу, який надає більше можливостей і, крім того, за допомогою якого сталюї смуга може бути виготовлена з більшою продуктивністю. Поставлена задача вирішується способом по винаходу, який відрізняється тим, що:

a. для виробництва сталюї смуги, прокатої в феритній області, сляб прокатують в чорновому пристрої в аустенітній області, потім охолоджують до температури, при якій сталь має в основному феритну структуру, після чого смугу, сляб або частину сляба прокатують в чистовому пристрої при швидкостях, які взагалі відповідні швидкості входу в чистовий пристрій і подачі на подальші етапи обтиснення, і як мінімум в одній кліті чистового пристрою прокатують в феритній області;

b. для виробництва сталюї смуги, прокатої в аустенітній області, смугу, що виходить з чорнового пристрою, нагрівають або підтримують при температурі аустенітної області і прокатують в чистовому пристрої в аустенітній області до кінцевої товщини, після чого охолоджують до температури феритної області;

a після досягнення бажаної кінцевої товщини сталюї смугу, прокату в аустенітній або феритній області, розрізають на частини бажаної довжини, які потім намотують в рулон.

У цьому контексті під «смугою» мається на увазі сляб, підданий обтисненням, як до, так і після досягнення кінцевої товщини.

Спосіб краще здійснюють як безперервний або напівбезперервний.

Винахід заснований на множині нових і оригінальних ідей.

Одна з нових ідей складається в можливості застосування способу,

яким за відомою колишньою технологією можна було виготовляти лише гарячекатану смугу, таким чином, що за допомогою цього способу, крім смуги, прокатої в аустенітній області, з використанням практично тих же засобів може бути отримана смуга, прокатана в феритній області, з властивостями холоднокатаної сталеної смуги.

Це відкриває можливість виробництва більш широкого діапазону сталених смуг в пристрої, яке само по собі відоме, зокрема, виробництва за його допомогою сталених смуг, які мають значно більш високу вартість на ринку. Крім того, як буде показано далі, спосіб дає особливу перевагу у разі прокату феритної смуги.

Друга нова ідея заснована на розумінні того, що існує можливість отримання значних переваг за рахунок способу, в якому не використовується принцип «рулон за рулоном», а здійснюється прокат одного або більше слябів в смугу бажаної кінцевої товщини напівбезперервним або безперервним образом. Напівбезперервний спосіб потрібно розуміти як спосіб, в якому декілька рулонів, краще більш трьох рулонів і ще краще більш п'яти рулонів звичайного розміру, намотаних з одного сляба, прокатують до кінцевої товщини за допомогою безперервного процесу принаймні в чистовому пристрої. У безперервному способі прокату слябів або - після чорнового пристрою - смуги з'єднують один з одним так, що в чистовому пристрої може бути здійснений безперервний технологічний процес, так що в безперервному або нагавбезперервном способі відсутній матеріальний зв'язок між сталлю в ливарній машині безперервної дії, з одного боку, і сталлю, що прокатується в чистовому пристрої, з іншого боку.

Початковою, точкою для традиційного способу виробництва сталеної смуги є гарячекатаний рулон, який також проводиться відомим способом, описаним в EP 0 666 112, шляхом розрізання сляба на частини, відповідно бажаній вазі рулону.

Звичайно цей вигляд гарячекатаного рулону має вагу від 16 до 30 тонн. Цей спосіб виробництва має серйозні недоліки. Один з недоліків складається в тому, що при великому співвідношенні ширини до товщини отриманої сталеної смуги регулювання профілю, іншими словами, змін товщини по ширині смуги, утруднено. Регулювання профілю особливо скрутне, коли смуга входить в чистовий пристрій і виходить з нього. Через нерівномірність потоку матеріалу, зокрема, через пов'язані з цим неоднорідності напруження і коливання температури, виникаючих в смузі, головна і хвостова частини гарячекатаної сталеної смуги, яка підлягає подальшому прокату, поведуться в чистовому пристрої інакше, ніж середня частина. Для підтримки головної і хвостової частин, що мають поганий профіль, як можна більш короткими, на практиці застосовують сучасні способи направленої управління і самоадаптації, а також цифрове моделювання. Незважаючи на ці прийоми, головні та хвостові частини кожного рулону повинні відбракувати; цей брак може складати десятки метрів смуги з коливаннями товщини в 4 рази або більш допустимого значення.

У пристроях, що використовуються в цей час, співвідношення ширини і товщини для смуги, прокатої в аустенітній області, в діапазоні 1200 - 1400 вважається практично досяжною межею; будь-яке підвищення цього співвідношення приводить до утворення дуже довгої головної і хвостової частини до досягнення стабільного режиму і, отже, до збільшення відбракування.

З іншого боку, для підвищення продуктивності переробки сировини в сталену смугу, як в аустенітній області, тобто гарячим прокатом, так і холодним прокатом, існує необхідність в збільшенні ширини при незмінній або зменшуваній товщині. На ринку бажані коефіцієнти відношення ширини до товщини 2000 і більш, однак по причинах, описаних вище, при використанні відомого способу це практично недосяжне.

У способі по винаходу є можливість чорнового обтиснення сталеної смуги, краще після виходу з пічного пристрою, безперервним способом в аустенітній області, прокат в чистовому пристрої до кінцевої товщини і подальшого розрізання в ріжучому пристрої на смуги бажаної довжини і їх намотування в рулони.

У напівбезперервном способі сляб доцільної довжини гомогенізує в пічі, після чого піддають чорновому обтисненню і чистовому прокату, де проміжного накопичення не відбувається, а сляб подають в чорновий стан і чистовий прокатний стан і прокатують.

Швидкість лиття слябів звичайної товщини складає близько 6м/хв. Однак принаймні чистовий прокат краще здійснювати при швидкості,

заснований на синтезованій швидкості лиття близько 12м/хв. Цього можна досягнути шляхом використання багатониткової ливарної машини або більшої кількості ливарних машин. Одночасно сляби, які виробляють можуть з'єднуватися між собою, утворюючи безперервний сляб. Інша альтернатива передбачає чорнове обтиснення слябів, потім з'єднання їх, можливо, в поєднанні з боксом для тимчасового зберігання рулонів. У обох випадках можливе проведення безперервного технологічного процесу прокату в чистовому пристрої.

При використанні багатониткової ливарної машини або більшої кількості ливарних машин можливе також безперервне завантаження лічного пристрою і постійна підтримка напівбезперервного процесу. Звісно, можливо також порулоне виробництво шляхом різання коротких слябів, хоч це не дає всіх вигід напівбезперервного або безперервного способу.

Напівбезперервний або безперервний спосіб має ряд переваг.

У відомому способі, в якому прокатують рулон за рулоном, кожна смуга, намотана в рулон після прокату, повинна подаватися в прокатний стан. Якщо потрібна мала кінцева товщина, то при подачі смуги в прокатний стан верхні валки лежать на нижніх, і кінцева товщина досягається за допомогою еластичної деформації валків і прокатного стану. Крім труднощів регулювання кінцевої товщини, відомий спосіб має такі додаткові недоліки, як низька швидкість входу і неможливість змазки під час прокату, оскільки це знижує тертя до такої міри, що валки не захоплюють смугу.

У безперервному або напівбезперервному способі прокату, смугу подають на прокат, після чого з цієї смуги намотують ряд рулонів. У такому способі можлива одноразова подача смуги без змазки, а потім змазка під час прокату. Змазка під час прокату має ряд переваг: знижений знос валків, знижені зусилля прокату і за рахунок цього менші значення кінцевої товщини, кращий розподіл напружень по поперечному перетину смуги і за рахунок цього краще регулювання текстури.

Крім того, безперервний або напівбезперервний прокат дає такі переваги, як збільшення досяжного діапазону співвідношень ширини-товщини в смузі, яка прокатана до кінцевої товщини, зменшення опуклості і підвищення вихідної швидкості смуги після проходження останнього прокату.

Випробування, імітаційне і математичне моделювання показали, що за допомогою цього способу можна досягнути співвідношень ширини-товщини більше за 1500, ще більше за 1800, а при досить високій швидкості прокат - більше за 2000 для матеріалу, прокатаного в аустенітній і феритній області. Краще використовується тонкий сляб товщиною від 40 до 100мм після виходу з мульди ливарної машини безперервної дії. Крім інших переваг, пов'язаних з більшою свободою у виборі форми мульди і поліпшенням регулювання потоку в мульді, сляб піддають обтисненню після виходу з мульди в такому режимі, коли його серцевина ще рідка (обтиснення з рідкою серцевиною, ОРС). Обтиснення звичайно утворюють в діапазоні від 20 до 40%. Переважна товщина сляба на вході в піч складає величину в діапазоні від 60 до 80мм. Встановлено, що можна прокатувати тонкий сляб з товщиною у вищезазначеному діапазоні в аустенітній області до кінцевої товщини 0,6 мм або навіть менш. Тому при ширині сляба або смуги 1500мм або більш при нинішньому рівні технології досяжно співвідношення ширини/товщини 2500.

Для досвідченого фахівця буде зрозуміло, що досяжні також більш низькі співвідношення ширини/товщини, але вище за співвідношення 1500, яке дає нинішній рівень технології.

Особливістю даного винаходу є не тільки можливість отримання високих співвідношень ширини/товщини, але і можливість отримання набагато меншої кінцевої товщини в аустенітній області, чому досі вважалося можливим і практично досяжним.

При аустенітнем прокаті, званому також гарячим прокатом, суворо виключається прокат в температурному діапазоні, в якому аустенітна і феритна структури матеріалу існують одночасно, оскільки в цій так званій двофазній області структура матеріалу непередбачувана. Основна причина цього складається в тому, що при зниженні температури нижче за 910°C процентний вміст аустенітного матеріалу зменшується дуже швидко. Більше за 80% стали в залежності від вмісту вуглецю трансформуються в ферит при температурі ~850°C.

При прокаті в двофазній області, тобто в температурній області, яка в основному лежить між 850 і 920°C, відповідні кількості аустеніта і фериту

розподілені неомогенно через неминучу неомогенність температури по поперечному перетину смуги. Оскільки трансформація з аустеніта в ферит пов'язана з температурними ефектами, об'ємними ефектами і ефектами формування, неомогенний розподіл аустеніта і ферита означає дуже погане регулювання профілю і структури смуги. Щоб уникнути прокат в двофазній області, звичайно не здійснюють прокат в аустенітній області до товщини менше за 1,5мм, у виняткових випадках - до 1,2мм. Спосіб безперервного або напівбезперервного прокат відкриває шлях для отримання меншої товщини, аж до 0,6мм, в аустенітній області. Краще використовують тонкий сляб з товщиною у вищезазначеному діапазоні. Краще сляб гомогенізують в пічі в температурній області від 1050 до 1200°C, краще від 1100 до 1200°C, тобто приблизно при 1150°C. У безперервному або напівбезперервному способі смугу безперервно подають в установку, навіть, краще, безпосередньо до і після ріжучого пристрою, який розрізає смугу на частих бажаної довжини. Тому можна підтримувати високу швидкість прокат без ризику, що смуга стане некерованою внаслідок аеродинамічних ефектів. Встановлено, що кінцева товщина в аустенітній області 0,6 - 0,7мм легко досяжна при вихідних швидкостях з останньої кліти чистового прокатного стану менше за 25м/с. У залежності від кількості клітей в чистовому прокатному стані і складу сталі, ці величини також досяжні при вихідних швидкостях 20м/с.

Спосіб по винаходу дуже ефективно використовує той факт, що прокаті зазнає тонкий сляб. У традиційному гарячому прокаті використовують сляб товщиною близько 250мм. Такий сляб з обох сторін має крайову область шириною близько 100мм, в якій відбувається падіння температури приблизно на 50°C; це означає, що досить широкі крайові області сляба значно холодніше, ніж середня частина. Аустенітне прокат такого сляба може проводитися тільки доти, поки ці крайові області не увійдуть в двофазний аустенітно-феритний діапазон температур. У тонких слябах ці крайові області значно вужчають (до декількох міліметрів), і падіння температури в цих крайових областях також значно менше (трохи градусів, 5 - 10°C). При аустенітному прокаті, що починається з тонких слябів, утвориться набагато більш обширна аустенітна робоча область.

Спосіб по винаходу має також перевагу, пов'язану з профілем смуги. Щоб смуга правильно прямувала при проходженні через різні прокатні стани, вона має опуклість, тобто злегка потовщену середню частину. Для запобігання деформаціям в подовжньому напрямі опуклість під час прокат повинна мати постійну величину. При обтісненні, або зменшенні товщини, це означає, що відносна величина опуклості збільшується. Такі високі відносні опуклості небажані. З іншого боку, при малій товщині смуги правильно направити кромки смуги неможливо.

У способі по винаходу здійснюють безперервне регулювання напряду смуги аж до намотувального пристрою, так що регулювання напряду сторін необов'язкове, і достатньою виявляється більш низька опуклість.

Спосіб по винаходу надає стальну смугу з новим поєднанням структури (аустенітного прокат до кінцевої товщини) і кінцевої товщини (менше за 1,2, краще менше за 0,9мм). Такі сталні смуги мають нові області застосування.

У цей час традиційною є така технологія, коли для отримання сталеної смуги товщиною менше за 1,2мм смугу, прокатану в аустенітній області, піддають холодному прокаті до кінцевої товщини, в тому числі і в тих випадках, коли не пред'являються вимоги у якості поверхні і формуємісті, що отримується при холодному прокаті.

Приклади застосування таких смуг включають сталні деталі, що вимагають лише обмеженої формуємісті і/або якості поверхні, наприклад, радіатори центрального опалювання, внутрішні деталі автомобілів, панелі для будівельної промисловості, бочки і труби.

Таким чином, спосіб по винаходу забезпечує отримання сталі нової якості для застосування в областях, в яких досі використовувалася набагато більш дорога холоднокатана сталь.

Інша перевага способу по винаходу складається в тому, що він придатний для виробництва високоміцної сталі з товщиною, недосяжною до цього часу прямим способом, яка потрібна, наприклад, в автомобільній промисловості. Для виробництва високоміцної сталі малої товщини відомий спосіб холодного прокат сталеної смуги, прокатаного до цього в аустенітній області, до бажаної товщини і потім отримання бажаних прочностних властивостей шляхом повторного нагріву смуги до

аустенітної області з подальшим регульованим охолодженням.

За допомогою способу по винаходу можливе виготовлення високоміцної сталі бажаної товщини прямим способом. Як згадувалося вище, тонкий сляб має вельми гомогенний температурний розподіл, що дає можливість, з одного боку, отримати малу кінцеву товщину, а з іншого боку, здійснювати прокат в двофазній області при гомогенній структурі. У результаті при малій товщині навіть в двофазній області виходить гомогенна і регульована структура. За рахунок вибору температури прокат і величини обтиснення в залежності від складу сталі (фазоутворюючих елементів), а також режиму охолодження можна отримувати бажану високоміцну сталь дешевим і ефективним способом. Таким чином, можливе виготовлення високоміцної сталі нормальної товщини прямим способом. Такі тонкі високоміцні сталі особливо потрібно в автомобільній промисловості, де є необхідність в міцних, але легких конструкціях з міркувань безпеки і споживання енергії. Це також відкриває шлях для використання нових конструкцій рам автомобілів. Прикладами таких високоміцних сталей є так звані двофазні сталі і ТРИП-сталі, склад і властивості яких вважаються включеними в даний опис шляхом цього посилання. Тому у виробництві високоміцних сталей з малою товщиною, прокат здійснюють в двофазній області. Цей спосіб являє собою варіант здійснення даного винаходу і розглядається як такий, який виконується на етапі b.

Збільшена робоча область, пов'язана з температурою гомогенізації, швидкістю прокат і температурою виходу з чистового прокатного стану досягається у варіанті способу по винаходу, в якому принаймні один етап обтиснення виконують в феритній області.

При цьому під феритною областю мається на увазі температурна область, в якій принаймні 75%, краще принаймні 90% матеріалу має феритну структуру. Краще уникати температурної області, в якій дві фази присутні одночасно. З іншого боку, краще виконувати етапи феритного прокат при такій високій температурі, щоб після намотування в рулон сталь перекристалізувалась в рулоні. Для низьковуглецевих сталей із вмістом вуглецю вище за 0,03% температура намотування знаходиться в діапазоні від 650 до 720°C, для наднизьковуглецевих сталей із вмістом вуглецю менше за 0,01% переважні температури; намотування в діапазоні від 650 до 770°C. Така стальна смуга, прокатана в феритній області, придатна для заміни звичайної холоднокатаної сталльної смуги або як висхідний матеріал для подальшого холодного прокат відомим способом і для відомих областей застосування.

У випадку низьковуглецевої сталі на стадії феритного прокат виготовляють стальну смугу, яка після перекристалізації в рулоні має грубозернисту структуру і тому відносно низька межа текучості. Така смуга добре підходить для подальшої обробки звичайними способами холодного прокат. Така смуга, якщо вона досить тонка, також придатна для заміни холоднокатаної смуги для застосування у великій кількості областей застосування.

Перевага використання наднизьковуглецевій сталі (вміст вуглецю менш 0,01%) складається в тому, що вона має низький опір деформації при високій температурі в феритній області. Крім того, цей тип сталі забезпечує можливість однофазного феритного прокат в широкому температурному інтервалі. Тому спосіб, описаний у винаході, може бути вельми вигідним в застосуванні до наднизьковуглецевих сталей для виробництва сталльної смуги з хорошими деформаційними властивостями.

Отримана смуга може бути піддана подальшій обробці звичайним способом, наприклад, цькуванню, можливо, холодному прокату, відпалу або наплавці металевого покриття і дресированню. Можливе також нанесення органічного покриття.

Напівбезперервний або безперервний спосіб по винаходу забезпечує можливість використання простої установки для здійснення ряду технологічних процесів, які, в залежності від вибраних температур і режимів прокат, додають стальним смугам нові властивості. Можливе прокат смуги в аустенітній області, аустенітно-феритне прокат в двофазній області або, в основному, в феритній області. Відносно температури ці області майже змикаються один з одним, однак шляхом прокат в цих областях отримують смуги для різних областей застосування.

Спосіб по винаходу має особливі переваги при виконанні в безперервному варіанті. У напівбезперервном варіанті прокатують сляби доцільної довжини. Це робиться по тій причині, що ливарні машини

безперервної дії, що є в цей час не забезпечують потоку маси, достатнього для технологічного процесу прокат.

Для регулювання потоку в мульті, щоб, крім іншого, підвищити внутрішню чистоту і якість поверхні, можна використати два або більш полярних електромагнітних гальма. З тими ж перевагами регулювання потоку в мульті можливе також при використанні вакуумного розливного жолоба в поєднанні з електромагнітним гальмом, як згадувалося вище, або без нього.

Додаткова перевага використання електромагнітного гальма або вакуумного розливного жолоба складається в можливості досягнення більш високих швидкостей лиття.

Очевидно, що для регулювання профілю смуги досить набагато більш простого управління із зворотним зв'язком.

Краще, щоб на етапі а, після виходу з чистового пристрою, феритна смуга намотувалася в рулон при температурі в намоточному пристрої вище за 650°C. Потім може статися перекристалізація стали в рулоні і в цьому випадку виключається додатковий етап перекристалізації.

Загальна проблема аустенітного і феритного прокат стали складається в регулюванні температури стали у взаємозв'язку з кількістю етапів прокат і величиною обтиснення за один етап прокат.

Спосіб, що пропонується володіє тією перевагою, що при правильному виборі перехідної товщини при переході з аустенітної області в феритну область виключається небажане прокат в так званій двофазній області, в якій аустенітний матеріал переходить в феритний матеріал і аустенітний і феритний матеріали присутні одночасно.

При правильному виборі температури гомогенізації в пічі і на стадіях обтиснення, а також швидкостей прокат, забезпечується можливість досягнення бажаної величини кінцевого обтиснення без доведення стали до температури нижче перехідної. Це тим більше важливе по тій причині, що при високих температурах, тобто при охолодженні з аустенітної області, процентний вміст аустенітної фази набагато більше залежить від температури, чим в тій області, де температури знижуються до переходу в повністю феритний матеріал.

Це дає можливість почати чистове феритне обтиснення при температурі, яка набагато вище перехідної температури, за рахунок чого в матеріалі присутній 100% фериту і, відповідно, лише невелика кількість аустеніта, що не впливає на властивості кінцевого продукту. Крім того, кількість фериту в цьому температурному діапазоні лише в деяких межах залежить від температури. При повністю аустенітному прокаті основна мета складається в підтримці температури стали на рівні трохи вище мінімальної. При виборі однієї або більше стадії обтиснення в феритном діапазоні потрібно тільки не перевищити певної максимальної температури. Цю вимогу виконати набагато легше.

При цьому забезпечується також той ефект, що, незважаючи на здійснення обтиснення в феритній області, температура під час всього процесу прокату може підтримуватися трохи вище за температуру, при якій в рулоні відбувається самочинна перекристалізація. На практиці можливо, незважаючи на величину перехідної температури 723°C, при певному високому вмісті вуглецю, починати чистовий феритний прокат при температурі близько 750 - 800°C, або навіть до 850°C в тих випадках, коли допустимі високі концентрації аустеніта, наприклад, 10%.

У поєднанні з описаними вище заходами досягається ще більша міра свободи, якщо це бажане, при використанні марок стали ULC (наднизковуглецеві) або ELC (особливо низковуглецеві), в яких вміст вуглецю складає менше ~ за 0,04%.

Переважний варіант здійснення способу по винаходу, що забезпечує більше можливостей для вибору параметрів прокату в феритній області, відрізняється тим, що після виходу з чистового пристрою і перед намотуванням, якщо вона є, феритною сталлюю смугою нагрівають до температури вище за температуру перекристалізації і, переважно, тим, що нагрів здійснюють шляхом генерування в смугі електричного струму, переважно в індукційній електропічі. За рахунок нагріву смуги після виходу з чистового пристрою до бажаної температури, переважно вище за температуру перекристалізації, допускається більший спад температури гад час чистового обтиснення. Отже, досягається велика свобода у виборі вхідної температури, коефіцієнта обтиснення за один прохід, кількості проходів прокату і будь-яких можливих додаткових етапів.

Найбільш відповідним способом нагріву, зокрема, для температури стали нижче точки Кюрі і при нормальній кінцевій товщині в інтервалі від

2,0 до 0,5мм є індуктивний нагрів, який може бути зроблений за допомогою загальнодоступних засобів.

Наступна важлива перевага цього варіанту здійснення пов'язана з швидкістю лиття сучасного покоління ливарних машин безперервної дії, що промислове випускаються для лиття тонких слябів з сталі. Такі ливарні машини мають швидкість лиття, тобто швидкість, при якій відлитий сляб виходить з ливарної машини, близько 6м/хв при товщині сляба менше за 150мм, і особливо менше за 100мм. У відомій традиційній технології така швидкість без вживання спеціальних заходів при виробництві феритної смуги повністю безперервним способом по даному винаходу створює певні проблеми. У способі, згаданому вище, в якому стальна смуга нагрівається після чистового прокату, робить можливим більший спад температури в чистовому апараті і, таким чином, дозволяє здійснювати прокат при більш низькій вхідній швидкості. Цей переважний варіант відкриває шлях для повністю безперервного процесу, навіть при використанні ливарних машин безперервної дії, що мають в цей час.

Модельні випробування і математичне моделювання показали, що повністю безперервний процес прокату феритної смуги можливий при швидкостях лиття близько 8м/хв або більш. У принципі, тоді повинне бути можливим і виключення операції додаткового нагріву після чистового прокату. Однак, як вже вказувалося, щоб зберігати велику свободу вибору параметрів прокату, такий етап нагріву буває бажано використати, крім інших причин, і для нагріву кромок смуги.

Зокрема, при використанні даного способу для виробництва феритної смуги, у разі відмінностей між швидкістю лиття і бажаною швидкістю прокату в чистових валків, з урахуванням коефіцієнта обтиснення, краще розрізати відлитий сляб на частині максимальної можливої довжини.

Верхнє значення цієї довжини буде обмежене відстанню між вихідною стороною ливарної машини і вхідною стороною першої кліти чорного пристрою. При забезпеченні температурної гомогенізації відлитого сляба такий сляб на практиці може бути розрізаний на частині приблизно такої ж довжини, як довжина пічного пристрою. Для реальної установки це означає розрізання на частині довжиною близько 200м, з яких може бути виготовлене 5 - 6 рулонів смуги нормальних розмірів в безперервному технологічному процесі, який тут також називається напівбезперервним процесом.

Найбільш відповідним способом для цього є завантаження пічного пристрою відлитим слябом або частинами сляба, підданими або не підданими попередньому обтисненню. Потім пічний пристрій працює як буфер для партії слябів, частин сляба або смуг, кожний з яких після цього може зазнавати напівбезперервний аустенітний прокат і, якщо бажано, подальшому феритному прокату без регулярних головних і хвостових втрат.

Щоб отримати шматки бажаної довжини, використовують ріжучий пристрій, сам по собі відомий, який розташований між ливарною машиною безперервної дії і пічним пристроєм.

Щоб поліпшити гомогенізацію відлитого сляба і узгодити більш високу швидкість прокату чорного пристрою і/або чистового пристрою з продуктивністю ливарної машини безперервної дії, переважно, щоб на етапі а швидкість подачі сляба або шматків сляба в пічний пристрій була більш низької, ніж швидкість видобування з пічного пристрою.

У тому випадку, якщо стальна смуга отримана аустенітним, або гарячим прокатом відповідно до вищеописаного етапу b, смуга повинна прокатуватися в чистовому пристрої в основному в аустенітній області. Як вказувалося вище, під час охолодження з аустенітної області при відносно малих змінах температури з'являються вельми значні кількості фериту. Щоб запобігти дуже сильному охолодженню і, отже, дуже сильне утворення фериту, краще на етапі b після чорного обтиснення підтримувати температуру смуги або нагріванням смуги за допомогою термічного пристрою, такого як другий пічний пристрій, і/або одного або більш теплових екранів і/або рулонних боксів, оснащених або не оснащених засобами утримання тепла або нагріву.

Термічний пристрій може бути розміщений вище або нижче маршруту сталюї смуги або зніматися з маршруту, якщо вон не може залишатися на цьому маршруті, коли не використовується.

Модельні випробування і математичне моделювання показали, що при нинішньому стані технології технічно неможливо здійснити прокат безперервним способом сталюго тонкого сляба завтовшки 150мм або

менш, наприклад, 100мм або менш, до кінцевої товщини близько 0,5 - 0,6мм повністю в аустенітній області.

Враховуючи цю обставину, краще розділити технологічний процес аустенітного прокату на ряд послідовних оптимально вибраних і оптимально узгоджених підпроцесів.

Така оптимальна узгодженість може бути досягнута в наступному варіанті здійснення способу по винаходу, який відрізняється тим, що на етапі b сталний сляб піддають чорновому обтисненню при більш високій швидкості, ніж швидкість лиття, і більш переважна тим, що сталну смугу піддають кінцевому обтисненню при більш високій швидкості, ніж швидкість чорнового обтиснення.

Для отримання кращої якості поверхні краще, принаймні на одному з етапів a або b, перед входом сталної смуги в чорновий пристрій, видалити з її поверхні плівку окалини, що є на ній. Це запобігає появі зухвалених поверхневих дефектів впресовання в поверхню оксидів, присутніх на ній, під час чорнового обтиснення. Може застосовуватися звичайний спосіб видалення оксиду з використанням водяних струменів високого тиску, за винятком таких, які приводять до дуже великих теплових втрат сталного сляба.

Для отримання хорошої якості поверхні краще, принаймні на одному з етапів a або b, перед входом сталної смуги в чистовий пристрій, видалити з її поверхні плівку окалини, що є на ній. При використанні, наприклад, водяних струменів високого тиску, можна видалити будь-який оксид, що утворився. Охолоджуючий вплив водяних струменів впливає на температуру, але вона залишається в допустимих межах. Якщо це бажане, у разі феритного прокату, смуга може бути піддана повторному нагріву після чистового прокату і перед охолодженням.

Наступний переважний варіант способу по винаходу відрізняється тим, що принаймні в одній з клітей чистового прокатного пристрою здійснюють прокат зі змазкою. Цим забезпечується зниження зусиль прокату і більш високий коефіцієнт обтиснення за один прохід, а також поліпшення розподілу напружень і деформацій по поперечному перетину сталної смуги.

Винахід також відноситься до пристрою для виробництва сталної смуги, придатного, крім інших цілей, для здійснення способу по винаходу, представляючий собою пристрій для виробництва сталної смуги, зокрема, придатне для здійснення способу по одному з раніше описаних пунктів. Пристрій включає ливарну машину безперервної дії для лиття тонких слябів, пічний пристрій для гомогенізації відлитого сляба, розділеного або не розділеного на частини, чорновий пристрій і чистовий пристрій.

Подібний пристрій відомий з ЕР 0 666 122. Для розширення можливостей пристрою в плані вибору параметрів прокату, пристрій краще містить пристрій повторного нагріву, розташований після чистового пристрою, де пристрій повторного нагріву переважно являє собою індукційну електропідігрів. Таке конструктивне виконання робить весь технологічний процес менш залежним від змін температури в пристроях прокату і на проміжних етапах.

Особливий варіант конструкції для виробництва аустенітної смуги при підтримці смуги в аустенітній області протягом всього процесу прокату відрізняється тим, що між чорновим пристроєм і чистовим пристроєм розташований термічний пристрій для підтримки температури смуги або нагріву смуги до більш високої температури.

У цьому варіанті запобігається або меншає охолодження між пристроями прокату, або навіть може бути зроблений повторний нагрів.

Термічний пристрій може бути виконаний у вигляді одного або більш теплових екранів, ізотермічного або намоточного пристрою, що підігрівається, або пічного пристрою, або ж їх поєднання.

Забезпечуючи можливість охолодження після чистового пристрою смуги, отриманим аустенітним прокатом, до температури в межах феритної області, наступний варіант конструкції відрізняється тим, що пристрій повторного нагріву встановлений з можливістю зняття з маршруту і заміни пристроєм охолодження для примусового охолодження смуги, отриманим аустенітним прокатом. У цьому варіанті досягається той ефект, що пристрій загалом залишається коротким. Пристрій охолодження переважно має дуже високу охолоджуючу здатність на одиницю довжини, за рахунок чого обмежується спад температури під час феритного прокату.

Цей варіант має особливе значення в зв'язку зі специфічним варіантом, який відрізняється тим, що на мінімальній відстані після

пристрою повторного нагріву або після пристрою охолодження, якщо воно є, встановлений намотувальний пристрій для намотування смуги, прокатаного в феритній області.

Щоб мати можливість направляти широку тонку феритну смугу на вихід з чистового пристрою на високій швидкості, запобігти втратам матеріалу, а також збільшити потужність виробництва і продуктивність процесу, важливо, щоб головна частина феритної смуги могла захоплюватися намотувальним пристроєм і намотуватися в ньому на мінімальній відстані після виходу.

Далі винахід буде описаний на прикладі необмежуючого варіанту виконання відповідно до малюнків.

На кресленнях показані:

Фіг.1 - схематичний вигляд збоку пристрою по винаходу;

Фіг.2 - графік змін температури в сталі в залежності від місцезнаходження в пристрої;

Фіг.3 - графік змін товщини стали в залежності від місцезнаходження в пристрої.

На Фіг.1 позицією 1 позначена ливарна машина безперервної дії для лиття тонких слябів. У даному описі це означає, що ливарна машина безперервної дії придатна для лиття з сталі тонких слябів товщиною менше за 150мм, або краще менше за 100мм. Позицією 2 позначений ливарний ківш, з якого розплавлена сталь переходить в розливний жолоб 3, який в цьому варіанті виконання являє собою вакуумний розливний жолоб. Під цим розливним жолобом 3 розташована мульда 4, в яку розплавлена сталь заливається і принаймні частково затверджується. Якщо потрібно, мульда 4 може бути оснащена електромагнітним гальмом. Вакуумний розливний жолоб і електромагнітне гальмо не є необхідними компонентами, і кожний з них може бути використаний окремо і забезпечує можливість досягнення більш високої швидкості лиття і отримання поліпшеної якості структури сталі, що відливається. Звичайна ливарна машина безперервної дії має швидкість лиття близько 6м/хв. За допомогою допоміжних засобів, таких як вакуумний розливний жолоб і/або електромагнітне гальмо, швидкість лиття може бути збільшена до 8м/хв або більш. Затверджений сляб подають в тунельну піч 7 довжиною, наприклад, 200 - 250м. Як тільки сляб дійде до кінця пічі 7, його розрізають на частини за допомогою ріжучого пристрою 6. Кожна частина сляба являє собою кількість стали, відповідно п'яти-шести звичайним рулонам. У пічі є камера для накопичення декількох таких частин сляба, наприклад, трьох. За рахунок цього досягається той ефект, що компоненти установки, розташовані після пічі, можуть продовжувати роботу в той момент, коли в ливарній машині безперервної дії змінюється ливарний ківш і повинно початися лиття нового сляба. Одночасно при накопиченні в пічі збільшується період часу, протягом якого частини сляба знаходяться в пічі, що також забезпечує кращу температурну гомогенізацію частин сляба. Швидкість входу сляба в піч відповідає швидкості лиття і тому складає близько 0,1м/с. Після пічі 7 розташований пристрій зняття оксиду 9, в цьому випадку - за допомогою струменів, що подаються під високим тиском (близько 400 атмосфер) і що збивають оксид, що утворився на поверхні сляба. Швидкість проходження сляба через установку зняття оксиду і швидкість входу в пічний пристрій 10 складає близько 0,15м/с. Прокатний пристрій 10 виконує функцію чорнового пристрою і включає дві чотиривалкових кліті. У разі крайньої необхідності може бути також встановлений ріжучий пристрій 8.

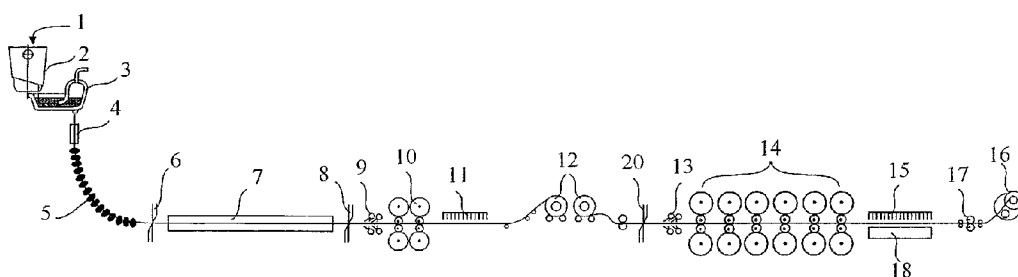
Фіг.2 показує, що температура сталю сляба, після розливного жолоба складає величину близько 1450°C, падає в конвеєрі нижче за рівень ~1150°C і гомогенізується при цьому значенні в пічному пристрої. Інтенсивне обприскування водою в пристрої зняття оксиду 9 знижує температуру сляба до приблизно 1150°C - 1050°C. Це відноситься як до аустенітного, так і до феритного способів а і f, відповідно. У двох клітях чорнового пристрою 10 температура сляба падає при кожному проході через валки ще на ~50°C, так що сляб, що мав початкову товщину близько 70мм, формується при проміжній товщині 42мм в сталю смугу товщиною близько 16,8мм при температурі близько 950°C. Графік змін товщини смуги в залежності від її місцезнаходження показаний на Фіг.3. Цифри означають товщину в мм. Після чорнового пристрою 10 розташований пристрій охолодження 11 і набір рулонних боксів 12, а також, якщо потрібно, додатковий пічний пристрій (не показано). У разі виробництва сталі, прокатої в аустенітній області, смуга, що виходить з прокатного пристрою 10, може тимчасово зберігатися і гомогенізуватися

в рулонних боксах 12, а якщо потрібно додаткове збільшення температури, вона нагрівається в пристрої нагріву (не показано), розташованому після рулонного боксу. Досвідченому фахівцю буде зрозуміло, що пристрій охолодження 11, рулонні бокси 12 і пічний пристрій (не показано) можуть розмішуватися також в інших положеннях один відносно одного. Внаслідок зменшення товщини прокатана смуга виходить з рулонних боксів з швидкістю близько 0,6м/с. Після пристрою охолодження 11, рулонних боксів 12 або пічного пристрою (не показано) розташована друга установка зняття оксиду 13 з тиском води близько 400 атмосфер для повторного видалення оксидної окалини, яка могла утворитися на поверхні прокатаної смуги. Якщо потрібно, може бути також встановлений другий ріжучий пристрій для обрізання головної і хвостової частин смуги. Після цього смугу подають на лінію прокату, що являє собою, наприклад, шість четиривалкових клітей, послідовно пов'язаних один з одним. У разі виробництва аустенітної смуги можливе отримання бажаної кінцевої товщини, наприклад, 0,6мм при використанні усього п'яти клітей. Товщина, що отримується в кожній кліті, при початковій товщині сляба 70мм, показана у верхньому ряду цифр на Фіг.3. Після виходу з лінії прокату 14 смугу, що має кінцеву температуру близько 900°C і товщину 0,6мм, інтенсивно охолоджують в пристрої охолодження 15 і змотують в рулон в намотувальном пристрої 16. Швидкість входу в намотувальний пристрій складає близько 13 - 25м/с. У випадку, якщо здійснюється виробництво феритної сталі, то сталю смугу, що виходить з чорного пристрою 10, необхідно інтенсивно охолоджувати в пристрої охолодження 11. Цей пристрій охолодження може бути також розташований між клітьми чистового стану. Також може бути використане природне охолодження, що використовується або що не використовується між клітьми. Потім смуга обходить рулонні бокси 12 і, якщо це бажане, пічний пристрій (не показано), а після цього її піддають видаленню оксидів в установці зняття оксиду 13. Тепер смуга має температуру в феритній області близько 750°C. Як вказано вище, частина матеріалу може все ще мати аустенітну структуру, але, в залежності від вмісту вуглецю і бажаної якості чистового прокату, це може бути прийнятне. Для доведення феритної смуги до бажаної кінцевої товщини близько 0,5 - 0,6мм використовують всі шість клітей лінії прокату 14.

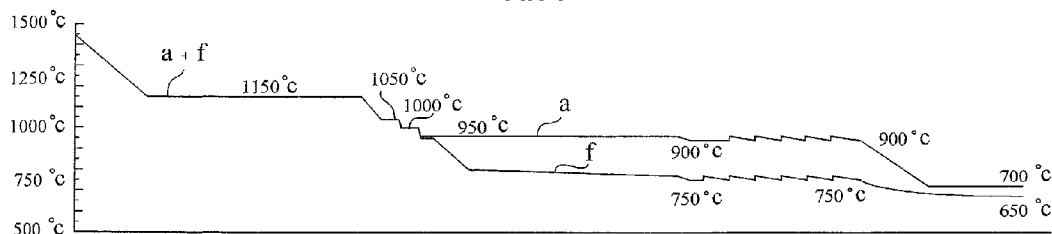
Принаймні одна кліть лінії прокату 14, більш переважна остання кліть, яка має робочі валки з швидкоріжучей сталі. Такі робочі валки мають високу стійкість до зносу і, отже, тривалий термін служби при хорошій якості сталі, що прокатується, низький коефіцієнт тертя, сприяючий зниженню зусиль прокату, і високу твердість. Ця остання властивість сприяє тому, що стає можливим прокат при високих зусиллях, за рахунок чого забезпечується отримання меншої кінцевої товщини. Діаметр робочого валка краще складає близько 500мм. Як і при прокаті смуги в аустенітній області, у разі феритного прокату здійснюється практично однакове обтиснення на одну кліть, за винятком обтиснення в останній кліті. Це характеризується змінами температури, представленими на Фіг.2, і змінами товщини, представленими в нижньому рядку на Фіг.3 для феритного прокату, в залежності від місцезнаходження. Тенденція температури показує, що на виході, смуга має температуру набагато вищу за температуру перекристалізації. Тому, щоб запобігти утворенню оксиду, може бути бажано при використанні пристрою охолодження 15 охолодити смугу до бажаної температури намотування, при якій все ще може відбуватися перекристалізація. Якщо температура на виході з лінії прокату 14 дуже низька, то за допомогою пічного пристрою 18, розташованого після лінії прокату, феритна смуга може бути доведена до бажаної температури намотування. Пристрій охолодження 15 і пічний пристрій 18 можуть бути розташовані поруч один з одним або один після одного. Можлива також заміна одного пристрою іншим в залежності від того, здійснюється феритний або аустенітний прокат. У разі виробництва феритної смуги прокату, як було вказано вище, здійснюють безперервним способом. Іншими словами, смуга, що виходить з пристрою прокату 14 і, можливо, пристрою охолодження 15 або пічного пристрою 18, має більшу довжину, ніж звичайна довжина для намотування одного рулону, і безперервному прокаті зазнає частина сляба, довжина якого відповідає повній довжині пічі або більш. Для розрізання смуги на шматки бажаної довжини, відповідної нормальним розмірам рулону, встановлений ріжучий пристрій 17. Шляхом оптимального вибору різних компонентів пристрою і етапів технологічного процесу, здійснюваного при їх шляху, такого як

гомогенізація, прокат, охолодження і тимчасове зберігання, можна забезпечити роботу цього пристрою з однією ливарною машиною безперервної дії, а в умовах існуючої технології використовуються дві ливарні машини безперервної дії, щоб погодити обмежену швидкість лиття з набагато більш високими швидкостями лиття, застосовуваними звичайно. Якщо це бажане, безпосередньо після лінії прокату 14 може бути встановлена додаткова, так звана замкнена моталка для поліпшення регулювання переміщення смуги і температури смуги. Пристрій по винаходу придатний для смуг з шириною в діапазоні від 1000 до 1500 мм при товщині аустенітної смуги близько 1,0 мм і товщині феритної смуги 0,5 - 0,6 мм. Час гомогенізації в пічному пристрої 7 складає близько 10 хвилин для витримки трьох слябів довжиною, відповідною довжині пічі. У разі аустенітного прокату рулонний бокс придатний для вмісту двох смуг повної довжини.

Спосіб і пристрій по винаходу найбільш застосовні у виробництві тонкої аустенітної смуги, наприклад, з кінцевою товщиною менше за 1,2 мм. Через утворення фестонів внаслідок анізотропії така смуга найбільш придатна для подальшого феритного обтіснення з метою використання як пакувальна сталь, наприклад, для виготовлення банок для напоїв.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3