(19) UA (11) 77 352 (13) C2

(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: a200504424, 04.11.2003

(24) Дата начала действия патента: 15.11.2006

(30) Приоритет: 26.11.2002 US 60/429,853
15.01.2003 US 10/342,510

(46) Дата публикации: 15.11.2006C23C 2/06 20060101CFI20051220RHUA C21D 9/46 20060101CLI20051220RHUA C21D 6/00 20060101CLI20051220RHUA

(86) Заявка PCT:
PCT/US2003/035095, 20031104

(72) Изобретатель:
Гойдик Дейвид П., US

(73) Патентовладелец:
Ю-И-СИ ТЕКНОЛОДЖИС, ЛЛК, US

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СТАЛИ ДВУХФАЗНОЙ СТРУКТУРЫ И ОЦИНКОВЫВАНИЯ ДВУФАЗНОЙ СТАЛЬНОЙ ЛЕНТЫ

(57) Реферат:

Лист из двуфазной стали изготавливают, применяя температурно-временной цикл, который включает пропитку при температуре приблизительно 727°C (1340°F) - 775°C (1425°F) и выдержку при температуре в пределах 454-493°C (850-920°F) стали такого состава : углерод - 0,02-0,20, алюминий - 0,010-0,150, титан - максимально 0,01, кремний - максимально 0,5, фосфор - максимально 0,060, сера - максимально 0,030, марганец - 1,5-2,40, хром - 0,030-1,50, молибден - 0,03-1,50, при условии, что количества марганца, хрома и молибдена находятся в соотношении: Mn+6Cr+10Mo= как минимум 3,5%. Лист в форме ленты обрабатывают в непрерывной линии гальванизации или гальванической нормализации и получают продукт, преимущественно феррит-мартенситного состава.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2006, N 11, 15.11.2006. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.

UA 77352 C2

UA 77352 C2

(19) **UA** (11) **77 352** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY

(12) DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION

(21), (22) Application: a200504424, 04.11.2003

(24) Effective date for property rights: 15.11.2006

(30) Priority: 26.11.2002 US 60/429,853
15.01.2003 US 10/342,510

(46) Publication date: 15.11.2006C23C 2/06 20060101CFI20051220RHUA C21D 9/46 20060101CLI20051220RHUA C21D 6/00 20060101CLI20051220RHUA

(86) PCT application:
PCT/US2003/035095, 20031104

(72) Inventor:
Hoydick David P., US

(73) Proprietor:
UEC TECHNOLOGIES, LLC, US

(54) PROCESS FOR PRODUCTION DIPHASIC STRUCTURE STEEL AND GALVANIZING DIPHASIC STEEL BELT

(57) Abstract:

Dual phase steel sheet is made using a time/temperature cycle including a soak at the temperature of about 727°C (1340°F)-775°C(1425°F) and a maturing at 454-493°C (850-920°F), where the steel has the composition in weight percent, carbon: 0,02-0,20; aluminum: 0,010-0,150; titanium: 0,01 max; silicon: 0,5 max; phosphorous: 0,060 max; sulfur: 0,030 max; manganese: 1,5-2,40; chromium: 0,03-1,50; molybdenum: 0,03-1,50; on condition that the amounts of manganese, chromium and molybdenum have the ratio: (Mn+6Cr+10Mo)= at least 3,5%. The sheet in the form of a strip treated in a continuous galvanizing or galvannealing line, and the product of predominantly ferrite and martensite content is obtained.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2006, N 11, 15.11.2006. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

UA 77352 C2

UA 77352 C2

(19) **UA** (11) **77 352** (13) **C2**

(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВИНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
a200504424, 04.11.2003

(24) Дата набуття чинності: 15.11.2006

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької конвенції : 26.11.2002 US 60/429,853
15.01.2003 US 10/342,510

(46) Публікація відомостей про видачу патенту (деклараційного патенту): 15.11.2006C23C 2/06 20060101CFI20051220RHUA C21D 9/46 20060101CLI20051220RHUA C21D 6/00 20060101CLI20051220RHUA

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки відповідно до договору PCT:
PCT/US2003/035095, 20031104

(72) Винахідник(и):
Гойдік Дейвід П., US

(73) Власник(и):
Ю-І-СІ ТЕКНОЛОДЖІС, ЛЛК, US

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ СТАЛІ ДВОФАЗНОЇ СТРУКТУРИ ТА ОЦИНКУВАННЯ ДВОФАЗНОЇ СТАЛЕВОЇ СТРІЧКИ

(57) Реферат:

Лист з двофазної сталі виготовляють, застосовуючи температурно-часовий цикл, який включає просочення при температурі приблизно 727°C (1340°F) - 775°C (1425°F) і витримку при температурі у межах 454-493°C (850-920°F) сталі такого складу: карбон - 0,02-0,20, алюміній - 0,010-0,150, титан - максимально 0,01, кремній - максимально 0,5, фосфор - максимально 0,060, сульфур - максимально 0,030, манган - 1,5-2,40, хром - 0,030-1,50, молібден - 0,03-1,50, за умови, що кількості мангану, хрому і молібдену знаходяться у співвідношенні: Mn+6Cr+10Mo= щонайменше 3,5%. Лист у формі стрічки обробляють у безперервній лінії гальванізації або гальванічної нормалізації і одержують продукт, переважно ферит-мартенситного складу.

UA 77352 C2

UA 77352 C2

Двофазну оцинковану сталеву стрічку виготовляють, використовуючи термічний профіль, пов'язаний з двошаровою послідовністю, яка включає ізотермічне витримування і витримку. На вході у ванну для нанесення покриття стрічка має температуру, близьку до температури розплавленого металу.

Добре відомою і розвиненою є процедура оцинковування, згідно з якою сталеву стрічку піддають термообробці і покривають металом. Звичайно холоднокатану сталеву стрічку нагріванням вводять у міжкритичний режим (між Ac_1 і Ac_2) для утворення аустеніту, після чого охолоджують таким чином, що частина аустеніту перетворюється у мартенсит з утворенням мікроструктури фериту і мартенситу. Для сприяння формуванню мартенситу у сталь додають такі присадки, як Mn, Si, Cr і Mo. Після цього виконують різні процедури, одну з яких описано [у патенті США 6 312 536. Згідно з цим патентом, холоднокатану сталеву стрічку використовують як основу для оцинковування гарячим зануренням, причому сталева стрічка має певний склад, який, як сказано, є сприятливим для формування в умовах процесу мікроструктури, що складається головним чином з фериту і мартенситу. У цьому патенті описано оцинкований двофазний продукт.

Згідно [з US 6 312 536], двофазну оцинковану сталеву стрічку виготовляють витримуванням холоднокатаної сталевої стрічки при температурі 780°C (1436°F) або вище, звичайно протягом 10-40сек. і потім охолодженням з швидкістю щонайменше 5°C за сек., звичайно 20-40°C/c, з подальшим внесенням у гальванізаційну ванну при температурі 460°C (860°F). Згідно з цим патентом, сталь має мати такий склад (% за масою):

Карбон	0,02-0,20
Титан	0,01 (макс.)
Фосфор	0,060 (макс.)
Манган	1,5-2,40
Молібден	0,03-1,50
Алюміній	0,010-0,150
Кремній	0,04 (макс.)
Сульфур	0,030 (макс.)
Хром	0,030-1,50

за умови, що кількості мангану, хрому і молібдену знаходяться у співвідношеннях:

3Mn+6Cr+Mo:8,1% (макс.)

Mn+6Cr+10Mo:щонайменше 3,5%.

[У патенті US 6 312 536] відзначено, що початкову термообробку (витримування) проводять при температурі щонайменше 780°C (1436°F) (див. кол. 5, рядки 64-64; кол. 6, рядки 2-4: "Для отримання бажаної мікроструктури і стабільного формоутворення необхідно нагрівати сталеву стрічку до 780°C або вище, тобто вище точки Ac_1 на приблизно 50°C.Тривалість нагрівання має перевищувати 10 сек. для одержання бажаної мікроструктури ферит + аустеніт". Далі в описі процесу відзначено, що сталевий лист охолоджують до температури електролізера (звичайно 440-470°C (824-878°F)) з середньою швидкістю охолодження вище 1°C/c і проводять через електролізер. Після електроосадження охолодження з швидкістю щонайменше 5 °C/c дає бажану мікроструктуру, переважно ферит-мартенситну. Як варіант, лист з гальванічним покриттям перед охолодженням можна підігрівати згідно з легувальною процедурою (гальванічною нормалізацією) після покриття металом, але до кінцевого охолодження.

[Автори US 6 312 536] не припускають можливості отримання двофазного продукту без створення високої температури на стадії витримування або того, що певна стадія витримки після низькотемпературного витримування може забезпечити формування бажаної мікроструктури.

Було виявлено, що всупереч твердженням [у US 6 312 536], не лише не є обов'язковим підтримання температури початкової термообробки на рівні 780°C (1436°F) або вище, але бажану двофазну мікроструктуру можна одержати, підтримуючи температуру протягом початкової термообробки (витримування) у межах від Ac_1+45°F (8°C), але від щонайменше 1340°F (727°C) до Ac_2+135°F (57°C), але не вище 1425°F (775°C). Нема необхідності підтримувати температуру 780°C або вище, за умови дотримання режимів решти процедури. Далі початкову обробку називатимемо "витримуванням". Процес згідно з винаходом залежить не лише від нижчої температури витримування; витримування при температурі від Aa_1+45°F (8°C) до 1425°F, звичайно при 1340 (727°C)-1420°F (773°C) має бути комбінована з подальшою суттєво ізотермічною термообробкою, яку називають стадією витримки, при температурі у межах 850-920°F (454-493°C). Під час цієї операції лист витримують при температурі 850 - 920°F (454-493°C), тобто при 885±35°F, протягом 20-100сек. перед охолодженням до кімнатної температури. Швидкість цього охолодження має становити щонайменше 5°C/c. Слід відзначити, що [у US 6 312 536] в описі процесу не згадується про стадію витримки будь-якої тривалості при будь-якій температурі. Нами було виявлено, що, якщо сталь, вказану [у US 6 312 536], витримують, згідно з цим патентом, при вищих температурах, наприклад, 1474°F (798°C), то одержана в результаті сталь не матиме бажаної переважно ферит-мартенситної мікроструктури, а міститиме значну кількість бейніту і/або перліту.

Отже, нижчою температурною межею для операції витримування є Ac_1+45°F, але щонайменше 1340°F (727°C), оскільки практично для всіх сталей складу Ac_1 становить щонайменше 1295°F (702°C)_.

Склад сталевого листа має бути ідентичним наведеному [у US 6 312 536]:

UA 77352 C2

UA 77352 C2

Карбон	0,02-0,20
Титан	0,01 (макс.)
Фосфор	0,060 (макс.)
Манган	1,5-2,40
Молібден	0,03-1,50
Алюміній	0,010-0,150
Кремній	0,04 (макс.)
Сульфур	0,030 (макс.)
Хром	0,030-1,50

за умови, що кількості мангану, хрому і молібдену знаходяться у співвідношенні:

Mn+6Cr+10Mo: щонайменше 3,5%.

Згідно з винаходом, вміст кремнію має становити до 0,5%, а вміст карбону - 0,03-0,12%, хоча вміст карбону може бути таким же, як [у US 6 312 536].

Такий склад з модифікаціями далі називатимемо Склад А.

Задачею винаходу є спосіб виробництва двофазного сталевого листа, який включає витримування сталевого листа при температурі у межах від Ac_1+45°F, але щонайменше, 1340°F (727°C) до Ac_1+135°F, але щонайбільше 1425°F (775°C), протягом 20-90 сек., охолодження листа з швидкістю не нижче 1°C/c до температури 454-493°C і витримку листа при температурі у межах 850-920°F (454-493°C) протягом 20-100сек. Операція витримки може передувати гарячому зануренню або може починатись разом з гарячим зануренням, оскільки температура гальванізаційного резервуара також лежить у межах 850-920°F (454-493°C). Негайно після операції витримки, незалежно від того, оцинковують лист чи ні, лист можна охолодити до кімнатної температури з швидкістю щонайменше 5°C/c. В іншому варіанті після нанесення покриття лист може бути підданий звичайній гальванічній нормалізації, тобто нагріванню листа протягом 5-20сек. до температури, як правило, не вище приблизно 960°F (516°C) з подальшим охолодженням з швидкістю щонайменше 5 °C/c. Гальванічно-нормалізаційний цикл згідно з винаходом і термогальванізаційний цикли для порівняння наведені у Фіг.6.

Операцію гарячого занурення проводять більш-менш традиційно, тобто сталь вводять у контакт з розплавленим гальванізаційним металом протягом 5сек.; хоча у деяких випадках цей час можна скоротити, значне збільшення цього часу теж є припустимим, але не поліпшує результатів. Сталева стрічка звичайно має товщину від приблизно 0,7мм до приблизно 2,5мм, а товщина покриття звичайно становить приблизно 10мкм. Після операції витримки і покриття сталь з покриттям можна або охолодити до кімнатної температури, як це описано тут, або піддати гальванічній нормалізації (див. вище). Дотримуючись описаної вище процедури, отримують продукт з мікроструктурою, яка містить, головним чином, ферит і мартенсит.

При комерційному застосуванні оцинкування гарячим зануренням звичайно виконують як суттєво безперервний процес з використанням рулонів сталевої стрічки довжиною звичайно 1000-6000 футів (305-1830м). Спосіб згідно з винаходом забезпечує більш зручний контроль процесу не лише тому, що операцію витримування здійснюють при нижчій температурі, але й тому, що температуру стрічки легше підтримувати однаковою при вході у резервуар гарячого занурення і на виході з нього, не турбуючись про значний теплообмін між сталевою стрічкою і резервуаром цинку, який може підігрівати розплавлений цинк і обмежувати продуктивність.

При застосуванні у лінії безперервного оцинковування сталевою стрічки, яке включає вузол подачі стрічки і гальванізаційну ванну, винахід включає подачу рулону холоднокатаної стрічки Складу А у підігрівну зону лінії гальванізації, безперервне проведення стрічки через цю зону для її підігрівання до температури у межах від Ac_1+45°F (8°C), але щонайменше, 1340°F (727°C) до Ac_2+135°F (57°C), але щонайбільше 1425°F (775°C), проведення стрічки через зону витримування з температурою від Ac_1+45°F (8°C), але щонайменше, 1340°F (727°C) до Ac_2+135°F (57°C), але щонайбільше 1425°F (775°C) протягом 20-90сек., проведення стрічки через зону охолодження з швидкістю 1 °C/c, припинення охолодження стрічки, коли її температура знижується до температури у межах 885±35°F, але також ±30°F від температури гальванізаційної ванни (бажано ±20°F, найкраще ±10°F від температури ванни), витримання стрічки при температурі у межах ±30°F від температури гальванізаційної ванни (бажано ±20°F, найкраще ±10°F від температури ванни) протягом 20-100сек., проведення стрічки через гальванізаційну ванну, як варіант, гальванічну нормалізацію стрічки з покриттям і охолодження стрічки до зовнішньої температури. Температура гальванізаційної ванни становить приблизно 870°F (850-920°F) і може бути локалізована у початковій частині зони витримки або поблизу кінця цієї зони, або у будь-якому місці зони витримки, або безпосередньо після неї. Час перебування у ванні становить звичайно 3-6сек., але може варіюватись, зокрема, з збільшенням, можливо, до 10сек. Як було відзначено вище, після занурення сталі у цинкову ванну і видалення її звідти, стрічку за бажання можна у звичайний спосіб розігріти перед охолодженням до кімнатної температури для утворення гальванічно нормалізованого покриття.

У кресленнях:

Фіг.1 - загальний термічний цикл згідно з винаходом,

Фіг.2 - межа міцності на розтягування як функція температури витримування і часу витримки для циклу Фіг.1,

Фіг.3 - відношення текучості як функція температури витримування,

Фіг.4 - вплив температури витримування на відношення текучості в умовах, описаних у Прикладі 2,

UA 77352 C2

UA 77352 C2

Фіг.5 - інший графік відношення текучості в умовах, описаних у Прикладі 3,

Фіг.6 - парадигма термічного циклу згідно з винаходом.

Приклад 1

Зразки сталі були оброблені з різними температурами " витримування " згідно з загальним термічним циклом Фіг.1 - одному набору зразків відповідає крива з 35-секундною витримкою, другому набору зразків - крива з 70-секундною витримкою. Зразками були зразки холоднокатаної сталі Складу А, описаного вище, зокрема, у ній: карбон - 0,67%, Mn - 1,81%, Cr - 0,18% і Mo - 0,19% (за масою). Решта інгредієнтів була типовою для низькокарбонової спокійної сталі А1. Температури витримування змінювали з кроком 20 °F (7°C) у межах 1330-1510°F (720 - 822°C). Після охолодження були визначені механічні якості і мікроструктура модифікованих зразків. Фіг.2 містить графік залежності межі міцності на розтягування (ММР) одержаного продукту від температури витримування і тривалості витримки. У даному випадку метою була ММР 600 МПа, яка була досягнута при межах температур витримування 1350-1450°F (732-788°C) і при обох тривалостях витримки.

Метою Прикладу 1 було одержання переважної ферит-мартенситної мікроструктури. Відношення текучості, тобто відношення межі текучості (МТ) до ММР, вказує на присутність або відсутність двофазної ферит-мартенситної мікроструктури. Згідно з Прикладом 1, на ферит-мартенситну мікроструктуру вказує значення відношення текучості 0,5 або менше. Якщо відношення текучості перевищує приблизно 0,5, це вказує на наявність у мікроструктурі значної об'ємної фракції таких небажаних складових, як бейніт, перліт і/або Fe_3C. Фіг.3 містить графік залежності відношення текучості зразків від температури витримування при 35-секундній і 70-секундній витримках. Слід відзначити, що дуже низьке відношення текучості для обох кривих приблизно 0,45 досягається при температурах 1350-1430 °F (732-777°C), що відповідає оптимальній двофазності у цих межах температур витримування. Металографічний аналіз металевих зразків, витриманих при температурах 1350-1430°F (732-777°C), підтвердив ферит-мартенситну мікроструктуру. Кількісна металографія з використанням метода підраховування точок, показала вмісти мартенситу 14,5% і 13,5% при витримках тривалістю, відповідно, 70 і 35сек., при 880°F (304°C) для сталі, яку витримували при 1390 °F (755°C). (Зображення одержали за методом протравлювання Лепера, при якому ферит виглядає світло-сірим, мартенсит білим, а такі компоненти, як бейніт і перліт - чорними. При температурі витримування нижче приблизно 1350°F (732°C), як і очікувалось, карбід заліза (Fe_3C) залишається у мікроструктурі внаслідок недостатнього розчинення карбіду, і це обмежує утворення мартенситу під час охолодження.

Однак, несподіваною є поява у мікроструктурі бейніту при температурах витримування вище приблизно 1430°F (777°C). Наприклад, металографічний аналіз показує вміст бейніту 8,5% у сталі, витриманою при температурі 1510°F (822°C), з тривалістю витримки 70сек. Ці дані дуже відрізняються від даних [US 6 312 536], згідно з якими ферит-мартенситна структура утворюється при температурі витримування вище 1436 °F (778°C). Нами було виявлено, що значна кількість бейніту у мікроструктурі утворюється, коли процес термообробки проводять при температурі нормалізаційної витримування у рекомендованих [US 6 312 536] межах і при температурі витримки поблизу 880°F (304°C). Для сталі, яку використали у цьому Прикладі, температурні межі гальванічної нормалізації, необхідні для утворення ферит-мартенситної мікроструктури, становили приблизно 1350-1430°F (732-777°C). Таблиця 1 містить дані, які ілюструють співвідношення між термічним процесом, відношенням текучості і компонентами мікроструктури для цього прикладу при різних температурних режимах витримування.

Таблиця 1

Температура витримування, °F (°C)	Температура витримки, °F (°C)	Тривалість витримки	Відношення текучості	Мартенсит, %	Бейніт, %
1330(723)	880(304)	35	0,50	<3	<1
1330(723)	880(304)	70	0,52	<3	<1
1390(755)	880(304)	35	0,45	14,5	<1
1390(755)	880(304)	70	0,44	13,5	<1
1510(822)	880(304)	35	0,52	4,5	11
1510(822)	880(304)	70	0,56	4,5	8,5

Приклад 2

Інша холоднокатана сталь Складу А була піддана термічним циклам, описаним у Прикладі 1 (Фіг.1). Склад цієї сталі лежав у межах Складу А і містив, зокрема: С - 0,12%, Mn - 1,96%, Cr - 0,24% і Mo - 0,18%. Решта інгредієнтів була типовою для низькокарбонової спокійної сталі А1. Фіг.4 ілюструє вплив температури витримування на відношення текучості для цієї сталі при тривалості витримки 70сек. при 880 °F (304°C). Крива залежності є подібною до кривих Фіг.3, а кристалографічний аналіз показав ті ж металогенні явища, як і у попередньому прикладі. Як і у попередньому прикладі, переважна ферит-мартенситна структура була утворена при температурах приблизно 1350-1425°F (732-775°C) і при температурі витримки приблизно 880°C (304°C).

Приклад 3

Як і у попередніх прикладах, третя холоднокатана сталь Складу А була піддана термічним циклам, показаним на Фіг.1. Ця сталь містила С - 0,076%, Mn -1,89%, Cr - 0,10%, Mo - 0,094% і Si - 0,34 (за масою). Решта інгредієнтів була типовою для низькокарбонової сталі. Після гальванічної нормалізації, як і в інших прикладах, були визначені одержані мікроструктури. Фіг.5 містить відношення текучості цього матеріалу як функцію температури витримування при тривалості витримки 70сек. Крива залежності є подібною кривим попередніх прикладів, з точними межами нормалізації (МН), які забезпечують двофазну ферит-мартенситну

UA 77352 C2

UA 77352 C2

структуру. Однак, криві виглядають зсунутими праворуч на приблизно 30 °С, відносно кривих попередніх прикладів. Причиною цього є те, що температура Ac_1 для цієї сталі є вищою за цю температуру у попередніх прикладах. Таблиця 3 містить температури витримування, необхідні для утворення ферит-мартенситу (ФМ) для кожної з сталей, і їх відповідні температури Ac_1 згідно з Ендрюсом. Бажані межі нормалізації виглядають як функція температури Ac_1. Природним є те, що, згідно з цими даними, межі температури витримування, необхідної для одержання двофазності, залежать від конкретного складу сталі і становлять від Ac_1+45°F, але від щонайменше 1340°F (727°С) до Ac_2+135°F, але не вище 1425°F (775°С), при температурі витримки в області 880°F (304°С), тобто (885±35°F).

Таблиця 2

С, % (мас.)	Mn, % (мас.)	Cr, % (мас.)	Mo, % (мас.)	Si, % (мас.)	Ac_1, °F(°C)	МН для ФМ, °F (°C)	Необхідні АР для двофаз-ної сталі (відносно Ac_1)
0,067	1,81	0,18	0,19	0,006	1304(706)	1350-1430 (732-777)	Ac_1+46 до Ac_1+126
0,012	1,96	0,24	0,18	0,006	1303(705)	1350-1420 (732-773)	Ac_1+47 до Ac_1+117
0,076	1,89	0,1	0,094	0,34	1318(714)	1380-1450 (742-788)	Ac_1+62 до Ac_1+132

Приклад 4

Таблиця 3 містить механічні властивості ще двох сталей з вмістом карбону, нижчим, ніж у попередніх сталей. Вони були оброблені згідно з Фіг.1 при температурах витримування 1365 (739°С), 1400 (760°С) і 1475°F (798°С) з витримкою тривалістю 70сек. при 880°F (304°С). Таблиця містить також необхідні межі температури для одержання двофазної сталі, обчислені через Ac_1 згідно з Прикладом 3. слід відзначити, що при температурах витримування 1365 (739)-1400°F (760°С), які лежать у бажаних межах температури витримування для обох сталей, були відзначені низькі характеристики відношення текучості ферит-мартенситних мікроструктур. Для сталей, витриманих при температурі 1475°F (798°С), яка лежить за цими межами, відношення текучості є значно вищим внаслідок присутності бейніту у мікроструктурі.

Таблиця 3

С, % (мас.)	Mn, % (мас.)	Cr, % (мас.)	Mo, % (мас.)	Ac_1, °F (°C)	Ac_1+45-Ac_1 +135(°F)	Температура витримування	Межа текучості (МПа)	ММТ (МПа)	Відношення текучості
0,032	1,81	0,2	0,2	1305(735)	1350-1435	1365(739°С)	223	473	0,47
0,032	1,81	0,2	0,2	1305(735)	1350-1435	1400(760°С)	226	474	0,48
0,032	1,81	0,2	0,2	1305(735)	1350-1435	1475(798°С)	261	462	0,56
0,044	1,86	0,2	0,2	1304(735)	1349-1434	1365(739°С)	244	559	0,44
0,044	1,86	0,2	0,2	1304(735)	1349-1434	1400(760°С)	239	548	0,44
0,044	1,86	0,2	0,2	1304(735)	1349-1434	1475(798°С)	265	519	0,51

Приклад 5

Попередні приклади базувались на лабораторних дослідженнях, але були також проведені випробування прокаткою, які підтвердили описані вище схеми термообробки для виготовлення двофазного сталевого продукту як оцинковуванням гарячим зануренням, так і гальванічною нормалізацією. Таблиця 4 містить результати таких випробувань для оцинкованої сталі. Сталі, наведені у таблиці, мають практично однаковий склад і, отже, однакові температури Ac_1. З цих температур були обчислені температурні межі витримування для утворення двофазності, а саме, 1350-1440°F (732-782°С). Температура і тривалість витримки добре відповідали різним сталям, а температура нормалізації (витримування) є головним фактором, різним для різних матеріалів. Таблиця містить також механічні якості відповідно до відношень текучості. Сталі 1-4 були витримані згідно з винаходом і мали очікуване відношення текучості нижче 0,5. Металографічний аналіз сталей 1-4 показав наявність ферит-мартенситної мікроструктури з вмістом мартенситу 15%. Сталь 5 обробляли у режимі поза бажаними межами витримування і одержали відносно високе відношення текучості приблизно 0,61. Металографічний аналіз показав у цьому матеріалі вміст бейніту 11%. Однакові результати були одержані для обробки як оцинковуванням, так і нормалізацією.

Таблиця 4

Сталь	1	2	3	4	5
Карбон	0,067	0,067	0,067	0,067	0,077
Mn	1,81	1,81	1,81	1,81	1,71
Cr	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19
Mo	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Ac_1 (°F)	1304(706°С)	1304(706°С)	1304(706°С)	1304(706°С)	1306(707°С)
Ac_1+45- Ac_1+135(°F)	1349-1439 (732-782°С)	1349-1439 (732-782°С	1349-1439 (732-782°С	1349-1439 (732-782°С	1351-1441 (733-783°С
Температура витримування	1370(796)	1383(744)	1401 (760)	1421 (773)	1475 (798)
Температура витримки	878 (303)	881 (304)	885(306)	888 (307)	890 (308)
Тривалість витримки	70	70	70	70	64
Межа текучості	292	299	294	296	327
ММТ	606	610	614	618	538

UA 77352 C2
UA 77352 C2

Відношення текучості	0,48	0,49	0,48	0,48	0,61

Формула винаходу

1. Спосіб виготовлення листа сталі у початковій двофазній мікроструктурній стадії, що містить, мас. %: карбон - 0,02-0,20, алюміній - 0,010-0,150, титан - максимально 0,01, кремній - максимально 0,5, фосфор - максимально 0,060, сульфур - максимально 0,030, манган - 1,5-2,40, хром - 0,030-1,50, молібден - 0,03-1,50, за умови, що кількість мангану, хрому і молібдену знаходиться у співвідношенні: Mn+6Cr+10Mo= щонайменше 3,5%,

який включає витримування зазначеного сталевого листа при температурі у межах від A_{C1}+8°C (45°F), але щонайменше 727°C (1340°F), до A_{C1}+57°C (135°F), але не вище 775°C (1425°F), протягом 20-90 с, охолодження листа з швидкістю не нижче 1°C/с до температури 454-493°C (850-920°F) і витримку листа при температурі у межах 454-493°C (850-920°F) протягом 20-100 с.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що зазначеним сталевим листом є сталева стрічка, а спосіб реалізують безперервно на стрічці довжиною щонайменше 305 м (1000 футів).

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що включає нанесення на зазначений сталевий лист покриття у резервуарі розплавленого гальванізаційного металу при температурі у межах 454-493°C (850-920°F) перед, під час або негайно після зазначеної витримки.

4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що температуру зазначеного сталевого листа під час зазначеного покриття підтримують з максимальним відхиленням ±11°C (±20°F) від температури розплавленого металу для мінімізації теплопередачі між зазначеною сталевою стрічкою і зазначеним розплавленим металом.

5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що після його реалізації зазначений сталевий лист охолоджують до зовнішньої температури з швидкістю щонайменше 5°C/с, а двофазна мікроструктура проявляється як мікроструктура з перевагою фериту і мартенситу.

6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що включає гальванічну нормалізацію зазначеного сталевого листа і охолодження покритого у такий спосіб листа з швидкістю щонайменше 5 °C/с, двофазна мікроструктура проявляється як мікроструктура з перевагою фериту і мартенситу.

7. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вміст карбону у зазначеній сталі становить 0,03-0,12 мас. %.

8. Спосіб по суті безперервного оцинковування сталевої стрічки у лінії гальванізації з гальванізаційною ванною,

який включає подачу рулону сталевої стрічки, що містить, мас. %: карбон - 0,02-0,20, алюміній - 0,010-0,150, титан - максимально 0,01, кремній - максимально 0,5, фосфор - максимально 0,060, сульфур - максимально 0,030, манган - 1,5-2,40, хром - 0,030-1,50, молібден - 0,03-1,50, за умови, що кількість мангану, хрому і молібдену знаходиться у співвідношенні: Mn+6Cr+10Mo= щонайменше 3,5%, у зону підігрівання зазначеної лінії гальванізації, безперервне проведення зазначеної стрічки через цю зону для її підігрівання до температури 727°C (1340°F) – 775°C (1425°F), проведення зазначеної стрічки через зону витримування з температурою у межах від 727°C (1340°F) до 773°C (1420°F) протягом 20-90 с, проведення стрічки через зону охолодження для охолодження зазначеної стрічки з швидкістю вище 1°C/с, припинення охолодження зазначеної стрічки, коли температура зазначеної стрічки знижується до температури, що відрізняється на значення у межах ±17°C (±30°F) від температури зазначеної гальванізаційної ванни, витримування зазначеної стрічки при температурі 454-493°C (850-920°F) і у межах 17°C (30°F) від температури зазначеної гальванізаційної ванни протягом 20-100 с, проведення зазначеної стрічки через зазначену гальванізаційну ванну і охолодження зазначеної стрічки до зовнішньої температури.

9. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що час перебування зазначеної стрічки у зазначеній гальванізаційній ванні становить 3-6 с.

10. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що зазначене охолодження у зазначеній зоні охолодження проводять з швидкістю 2-22°C/с (5-40°F/с).

11. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що зазначена стрічка входить у зазначену гальванізаційну ванну при температурі у межах 6°C (10°F) від температури зазначеної гальванізаційної ванни.

12. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що зазначену стрічку вводять у зазначену гальванізаційну ванну негайно після припинення зазначеного охолодження.

13. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що зазначену стрічку вводять у зазначену гальванізаційну ванну приблизно наприкінці зазначеного періоду 20-100 с.

14. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що оцинкована сталева стрічка, виготовлена у цей спосіб, має переважну ферит-мартенситну мікроструктуру з менш ніж 5% інших морфологічних складових.

15. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що вміст карбону у зазначеній сталевій стрічці становить 0,03-0,12 мас. %.

16. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що зазначену сталеву стрічку піддають гальванічній нормалізації перед охолодженням до зовнішньої температури.

17. Спосіб виготовлення оцинкованої сталевої стрічки, що має переважну ферит-мартенситну мікроструктуру, а зазначена сталь містить, мас. %: карбон - 0,02-0,20, алюміній - 0,010-0,150, титан - максимально 0,01, кремній - максимально 0,5, фосфор - максимально 0,060, сульфур - максимально 0,030, манган - 1,5-2,40, хром -

UA 77352 C2

UA 77352 C2

0,030-1,50, молібден - 0,03-1,50, який включає витримування зазначеної сталевої стрічки при температурі у межах від A_{C1}+8°C (45°F), але щонайменше 727°C (1340°F), до A_{C1}+57°C (135°F), але не вище 775°C (1425°F), протягом щонайменше 20 с, охолодження стрічки з швидкістю не нижче 1 °C/с, проведення зазначеної стрічки через гальванізаційний резервуар з часом перебування 2-9 с для покриття зазначеної стрічки у будь-який час з одночасною витримкою стрічки при температурі у межах 474±19°C (885±35°F) протягом 20-100 с і охолодження стрічки з покриттям до зовнішньої температури.

18. Спосіб за п. 17, який **відрізняється** тим, що зазначену стрічку піддають гальванічній нормалізації перед охолодженням до зовнішньої температури.

19. Спосіб за п. 17, який **відрізняється** тим, що зазначена стрічка протягом зазначеного часу перебування має температуру у межах 11°C (20°F) від температури гальванізаційного резервуара.

20. Спосіб за п. 17, який **відрізняється** тим, що зазначена стрічка протягом зазначеного часу перебування має температуру у межах 6°C (10°F) від температури гальванізаційного резервуара.

UA 77352 C2

UA 77352 C2

Фіг. 1

UA 77352 C2

UA 77352 C2

Фіг. 2

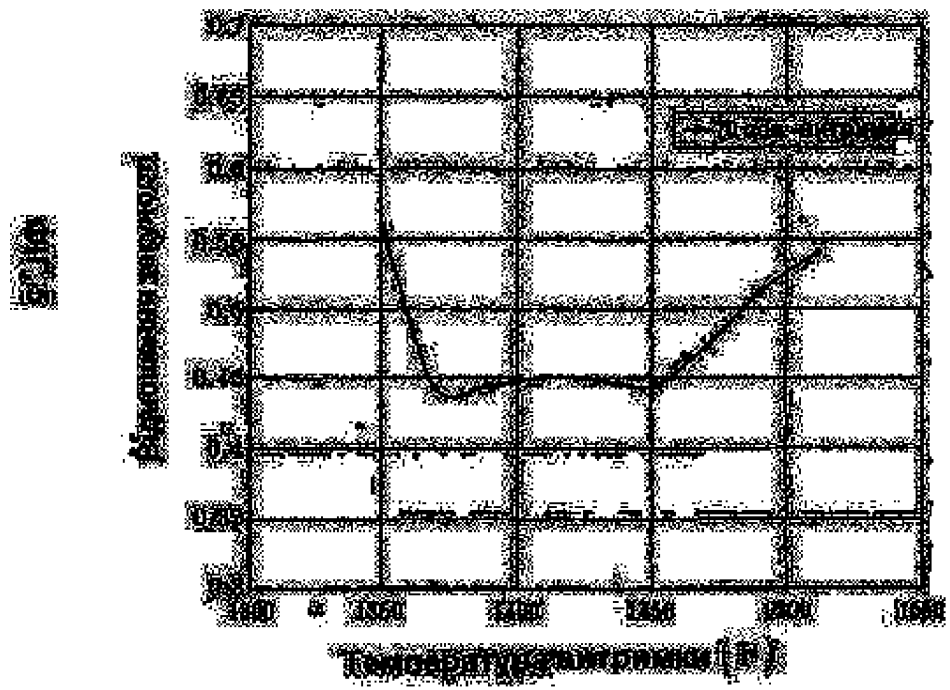
UA 77352 C2

UA 77352 C2

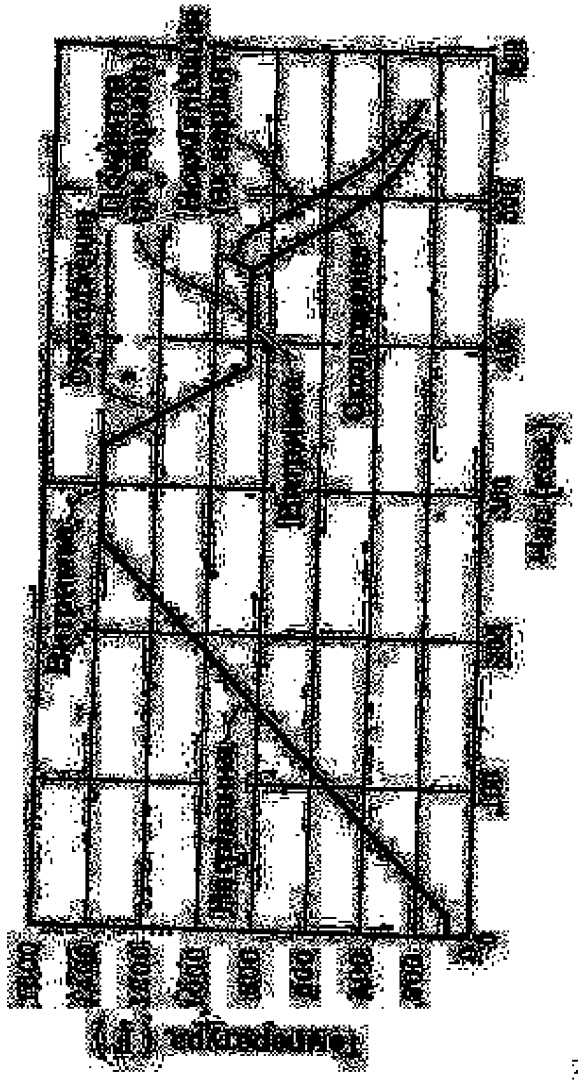
Фіг.3

Фіг.4

UA 77352 C2



UA 77352 C2



Фіг. 6

Офіційний бюлетень "Промислоава власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2006, N 11, 15.11.2006. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.

UA 77352 C2

UA 77352 C2