



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **119189** (13) **C2**
(51) МПК
C22C 38/04 (2006.01)
C21D 8/04 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2017 07087	(72) Винахідник(и):	Томас Грант Аарон (US), Баррус Лосз Жозе Мауро (US), Гарса-Мартінес Луїс Гонсало (US), Кейс Едді Рей (US), Петерсен Ерік (US), Растоджі Прабхат (US)
(22) Дата подання заявки:	14.01.2016	(73) Власник(и):	ЕЙКЕЙ СТИЛ ПРОПЕРТИС, ІНК., 9227 Centre Pointe Drive, West Chester, OH 45069, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.05.2019	(74) Представник:	Шпакович Тетяна Іванівна, реєстр. №240
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	62/103,286	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 2012138194 A1, 07.01.2012 US 2011048586 A1, 03.03.2011
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	14.01.2015		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.10.2017, Бюл.№ 19		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.05.2019, Бюл.№ 9		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/US2016/013338, 14.01.2016		

(54) ДВОФАЗНА СТАЛЬ З ПОКРАЩЕНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**(57) Реферат:**

Спосіб обробки двофазного сталевго листа. Спосіб включає нагрівання сталевго листа до першої температури (Т1), охолодження зазначеного сталевго листа до другої температури (Т2), забезпечення переходу сталевго листа до третьої температури (Т3) і охолодження сталевго листа до кімнатної температури. Т1 щонайменше вище температури, при якій сталевий лист зазнає перетворення в аустеніт і ферит. Т2 нижче температури (Ms) початку мартенситного перетворення. Швидкість охолодження до Т2 досить висока для перетворення щонайменше деякої кількості аустеніту в мартенсит.

UA 119189 C2

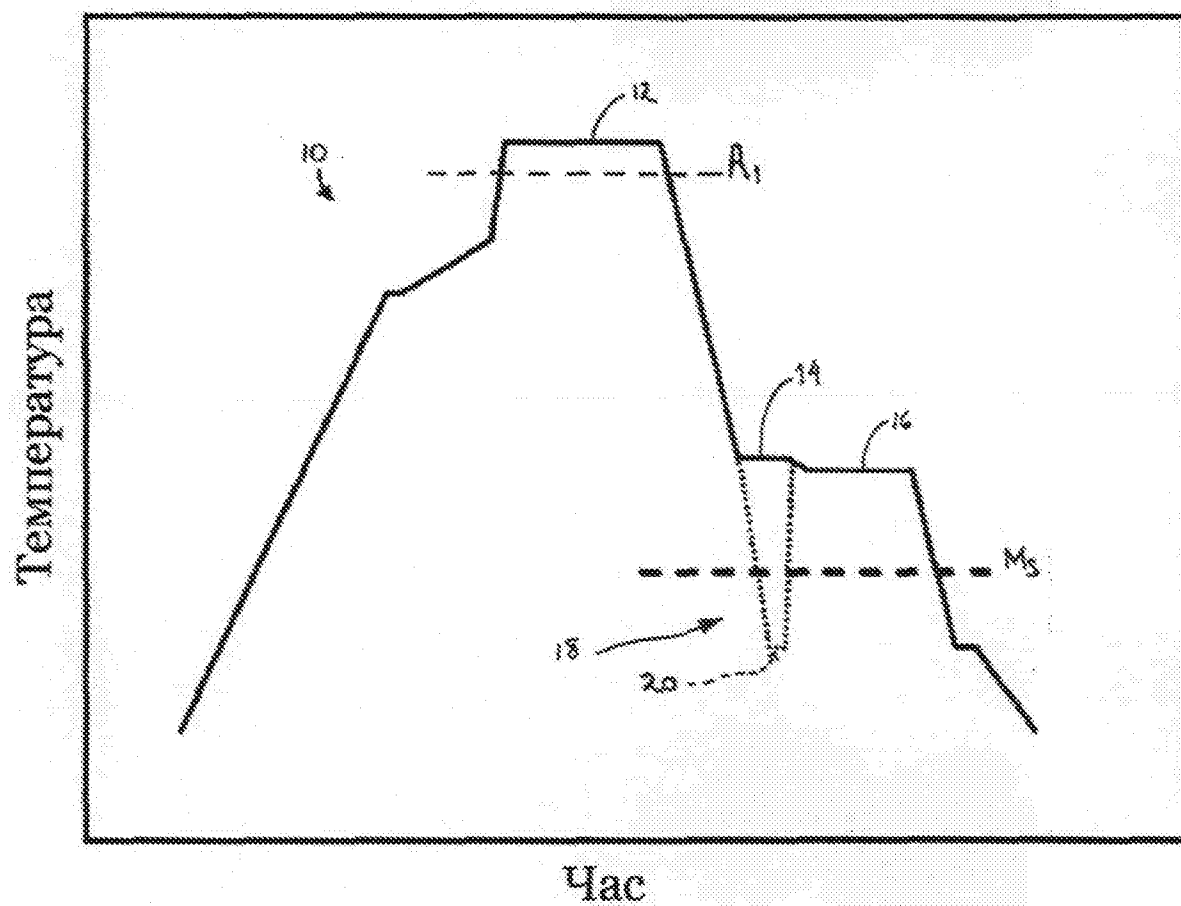


Fig. 1

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

[0001] Бажано одержувати сталі з високою міцністю і хорошими характеристиками формування. Цей винахід належить до складів сталей і способів обробки для одержання сталі із застосуванням способів термічної обробки, що забезпечують одержання сталі з високою

5 міцністю і/або здатністю до формування в холодному стані.

КОРОТКИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

[0002] Сталь згідно з цим винаходом одержують із застосуванням складу і модифікованого термічного способу, які спільно дозволяють одержати кінцеву мікроструктуру, що складається в цілому з фериту і другої фази, що у цілому містить мартенсит і бейніт (крім інших складових).

10 Для одержання такої мікроструктури склад містить конкретні легуючі добавки, а термічний спосіб включає гаряче цинкування/гаряче цинкування з наступним відпалом (HDG, англ.: hot-dip galvanizing/galvannealing) або інший термічний спосіб з його конкретною модифікацією.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

[0003] Прикладені креслення, які включені в даний опис і є його частиною, ілюструють варіанти реалізації і разом з наведеним вище загальним описом і наведеним нижче докладним описом варіантів реалізації служать для пояснення принципів даного винаходу.

[0004] На фіг. 1 показаний схематичний вид температурної кривої HDG з етапом загартування, виконаним до цинкування/цинкування з наступним відпалом.

[0005] На фіг. 2 показана температурна крива HDG згідно фіг. 1 із середньою швидкістю охолодження температурної кривої HDG, показаної пунктиром.

20 [0006] На фіг. 3 показаний схематичний вид альтернативної температурної кривої HDG з етапом загартування, виконаним після цинкування/цинкування з наступним відпалом.

ДОКЛАДНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

[0007] На фіг. 1 показана схематичне уявлення комбінації типової термічної кривої гарячого цинкування і модифікованої термічної кривої гарячого цинкування. Модифікований термічний цикл використовують для одержання високої міцності і хорошої здатності до формування двофазного сталевго листа (більш докладно описаний нижче). У сталевому листі із застосуванням двох термічних циклів, показаних на фіг. 1, сталевий лист після термічних циклів у цілому містить дві фази – першу фазу, що складається переважно з фериту, і другу фазу. Слід розуміти, що термін "друга фаза", використаний у цьому документі, у цілому використаний для позначення фази, що у цілому містить переважно мартенсит з деякою кількістю бейніту. Однак слід також розуміти, що така друга фаза може також включати будь-яку або більшу кількість цементиту і/або залишкового аустеніту. Крім того, слід розуміти, що хоча фіг. 1 показана відносно гарячого цинкування, в інших варіантах реалізації може бути використане цинкування з наступним відпалом або інший спосіб нанесення гарячого покриття. Ще в одних інших варіантах реалізації процеси нанесення гарячого покриття повністю опущені, і сталевий лист піддають тільки обробці з одержанням термічної кривої, як показано.

[0008] Суцільна лінія на фіг. 1 показує схематичний вид типової термічної кривої (10) гарячого цинкування або гарячого цинкування з наступним відпалом. Як можна побачити, типова термічна крива (10) включає нагрівання сталевго листа до максимальної температури (12) металу і у разі потреби витримку сталевго листа при максимальній температурі (12) металу протягом першого заздалегідь певного періоду часу. У цьому прикладі максимальна температура (12) металу щонайменше вище температури (A_1) перетворення аустеніту (наприклад, двофазна область, аустеніт + ферит). Таким чином, при максимальній температурі (12) металу щонайменше частина (за обсягом) сталі перетвориться в суміш аустеніту і фериту. Хоча на фіг. 1 показана максимальна температура (12) металу як температура винятково вище A_1 , слід розуміти, що в деяких варіантах реалізації максимальна температура металу може також включати температури вище температури, при якій ферит повністю перетворюється в аустеніт (A_3) (наприклад, однофазна область, аустеніт).

50 [0009] Як зазначено вище, на типовій термічній кривій (10) сталевий лист витримують при максимальній температурі (12) металу протягом першої заздалегідь визначеної кількості часу. Слід розуміти, що певна кількість часу, при якій сталевий лист витримують при максимальній температурі (12) металу, може бути змінена деякою кількістю факторів, таких як певний хімічний склад сталевго листа або необхідна об'ємна кількість другої фази в сталевому листі при закінченні термічного циклу.

Крім того, у деяких випадках час витримки при максимальній температурі (12) металу може бути зменшений до нуля або бути близько до нуля. У випадках, коли час витримки зменшений, максимальна температура металу може бути збільшена, щоб компенсувати таке зменшення.

[0010] Як тільки заздалегідь визначений період часу пройшов, типова термічна крива (10)

60 включає швидке охолодження сталевго листа до проміжної температури (14). Потім сталевий

лист витримують при проміжній температурі (14) протягом другого заздалегідь певного періоду часу. Як правило, сталевий лист витримують при проміжній температурі (14) достатню кількість часу для забезпечення можливості досягнення сталевим листом температури, близької до температури ванни із цинком.

5 [0011] Також з посиланням на типову термічну криву (10), сталевий лист потім поміщають у бак для цинкування з рідким цинком або в установку для цинкування з наступним відпалом. На цьому етапі температура сталевих листа трохи зменшується до температури (16) ванни, яка нижче проміжної температури (14). Температура (16) ванни в цілому нижче проміжної температури (14), щоб уникнути утворення дросів при вході сталевих листа в рідкий цинк.

10 [0012] Сталевий лист залишається при температурі (16) ванни протягом тривалості цинкування. При застосуванні цинкування з наступним відпалом сталевий лист видаляють із ванни в деякий період часу і потім доводять до температури відпалу. Певна температура температури (16) ванни щонайменше вище точки плавлення цинку (наприклад, 419° C, 787° F). Однак слід розуміти, що в деяких прикладах температура (16) ванни може бути навіть вище залежно від конкретної конфігурації ванни для цинкування або установки для цинкування з наступним відпалом. Слід також розуміти, що у випадках, коли температура (16) ванни вище стосовно точки плавлення цинку, проміжна температура (14) може залишатися такою самою як показано, відповідно піднятися або навіть опуститися.

20 [0013] При закінченні процесу цинкування або цинкування з наступним відпалом сталевий лист охолоджують нижче температури (Ms) початку мартенситного перетворення, у такий спосіб викликаючи перетворення щонайменше деякої кількості аустеніту в мартенсит. Звичайно, можуть утворюватися інші складові, такі як бейніт, перліт або залишковий аустеніт, як описано вище. Ці складові разом з утворенням мартенситу утворюють те, що узагальнено названо в цьому документі другою фазою. Як описано вище, хоча друга фаза може містити деяку або 25 більшу кількість мартенситу, бейніту, перліту і/або залишкового аустеніту, слід розуміти, що друга фаза в цілому характеризується утворенням переважно мартенситу.

[0014] У деяких випадках доцільна модифікація типової термічної кривої (10), описаної вище. Наприклад, через етап цинкування або цинкування з наступним відпалом на типовій термічній кривій (10), середня швидкість охолодження від максимальної температури (12) металу до 30 температури (Ms) початку мартенситного перетворення може бути недостатньою для утворення необхідної об'ємної кількості мартенситу, замість цього утворюючи немартенситні продукти перетворення (наприклад, бейніт, цементит і/або перліт і т.п.). Це може відбутися незалежно від того, наскільки швидко сталевий лист охолоджують після цинкування або цинкування з наступним відпалом. Щоб урахувати цю відносно повільну середню швидкість охолодження, звичайна двофазна сталь, використовувана в такому способі, часто має високолегований склад 35 для збільшення здатності до зміцнення і, таким чином, уникання утворення немартенситних продуктів перетворення. Однак відносно високолегуючі добавки можуть бути небажаними через збільшення вартості і зниження механічних властивостей. Таким чином, може бути доцільним модифікувати типову термічну криву (10), описану вище, для підтримки у двофазних сталях 40 необхідної кількості мартенситу без високолегуючих добавок. Крім того, додаткові модифікації, описані нижче, такі як повторне нагрівання від температури нижче температури (Ms) початку мартенситного перетворення до проміжної температури (14), можуть додатково бути доцільні для поліпшення механічних властивостей, таких як ступінь розширення отвору (HER) або межа плинності (незалежно від конкретної кількості легуючих добавок).

45 [0015] У представлених варіантах реалізації модифікованої термічної кривої, поліпшення механічних властивостей були більш значні, ніж очікувалося, особливо при розгляданні відносно короткого часу відпускання (наприклад, тривалості часу, при якому сталевий лист витримують у ванні із цинком).

[0016] Як показано на фіг. 1, типова термічна крива (10), описана вище, може бути змінена з 50 урахуванням етапу (18) загартування, виконаного до етапу цинкування або цинкування з наступним відпалом, описаного вище. Як можна побачити, ця альтернативна процедура в цілому ідентична процедурі, описаній вище, за винятком частини процедури, що відноситься до проміжної температури (14). Зокрема, замість загартування сталевих листа від максимальної температури (12) металу до проміжної температури (14), сталевий лист гартують від 55 максимальної температури (12) металу до температури (20) загартування. Слід розуміти, що швидкість охолодження від максимальної температури (12) металу до температури (20) загартування в цілому досить висока для перетворення щонайменше деякої кількості аустеніту, що утворювався при максимальній температурі (12) металу, у мартенсит. Інакше кажучи, швидкість охолодження досить висока для перетворення аустеніту в мартенсит замість інших

немартенситних продуктів перетворення, таких як ферит, перліт або бейніт, які утворюються при відносно низьких швидкостях охолодження.

[0017] У цьому прикладі температура загартування нижче температури (M_s) початку мартенситного перетворення. Різниця між температурою (20) загартування і температурою (M_s) початку мартенситного перетворення може змінюватися залежно від індивідуального складу використовуваного сталевго листа. Однак у багатьох варіантах реалізації різниця між температурою (20) загартування і M_s достатньо велика для утворення переважно мартенситної другої фази.

[0018] Як тільки температура (20) загартування досягнута, температура сталевго листа підтримується на рівні температури загартування протягом заздалегідь певного часу загартування. Оскільки утворення мартенситу майже миттєве, певну кількість часу, під час якого сталевий лист перебуває при температурі загартування, у цілому невелике.

[0019] Після загартування до температури (20) загартування, сталевий лист повторно нагрівають до проміжної температури (14) або іншої температури, рівної температурі (16) ванни або близької до неї. У цьому прикладі повторне нагрівання відносно швидке і може бути виконане із застосуванням різних способів, таких як індукційне нагрівання, нагрівання пальником і/або інших відомих у цій галузі техніки способів. Після повторного нагрівання сталевий лист опускають у ванну із цинком. У ванні із цинком сталевий лист досягне температури (16) ванни, як описано вище, і залишиться там до закінчення цинкування. Конкретну кількість часу, при якому сталевий лист перебуває у ванні із цинком, в основному визначають за допомогою способу цинкування/цинкування з наступним відпалом. Однак слід розуміти, що в цей час мартенсит відпускається для поліпшення тим самим механічних властивостей сталевго листа. При застосуванні процесу цинкування з наступним відпалом сталевий лист може бути нагрітий до температури відпалу після вилучення з ванни.

[0020] Хоча етап повторного нагрівання описаний у цьому документі як пов'язаний з етапом нанесення покриття, таким як цинкування або цинкування з наступним відпалом, слід розуміти, що таке обмеження не передбачене. Наприклад, у деяких випадках може бути виконаний тільки етап повторного нагрівання, і потім спосіб може продовжитися так, як описано нижче. У таких прикладах сталевий лист витримують при проміжній температурі (14) або температурі (16) ванни незважаючи на те, що фактично він не зазнавав обробки із цинкуванням або цинкуванням з наступним відпалом. Крім того, у деяких прикладах сталевий лист можуть витримувати при більш низькій температурі (наприклад, 400°C) відносно температури (16) ванни, оскільки без застосування цинку нагрівання сталевго листа до точки плавлення цинку не обов'язково. Сталевий лист можуть витримувати при такій температурі будь-який придатний час, що буде очевидно для фахівця в цій галузі техніки через викладені в цьому документі принципи.

[0021] Після завершення цинкування, цинкування з наступним відпалом або іншого подібного термічного способу сталевий лист охолоджують до кімнатної температури, аналогічно описаному вище. Відповідно, у цьому прикладі сталевий лист спочатку нагрівають до максимальної температури (12) металу для утворення аустеніту і у деяких випадках фериту. Потім сталевий лист охолоджують від максимальної температури (12) металу до температури (20) загартування для утворення мартенситу або інших складових другої фази. Після загартування сталевий лист повторно нагрівають приблизно до температури ванни із цинком для здійснення цинкування або в деяких випадках цинкування з наступним відпалом. Нарешті, сталевий лист охолоджують до температури навколишнього середовища.

[0022] На фіг. 2 показано порівняння середньої швидкості (30) охолодження типової термічної кривої (10) і середньої швидкості (32) охолодження типової термічної кривої (10), модифікованої з урахуванням етапу (18) загартування. Як можна побачити, етап (18) загартування по суті зменшує середню швидкість охолодження типової термічної кривої (10). У прикладах, де описаний у цьому документі спосіб використовується в безперервних лініях цинкування або цинкування з наступним відпалом, середня швидкість охолодження може щонайменше частково залежати від швидкості подачі лінії цинкування/цинкування з наступним відпалом. Наприклад, при застосуванні швидкості подачі приблизно 30 м/хв середня швидкість охолодження із застосуванням типової термічної кривої (10) становить приблизно 17°C/сек , у той час як середня швидкість охолодження із застосуванням описаних у цьому документі модифікацій становить приблизно 48°C/сек . У прикладах, де застосовують швидкості подачі приблизно 91 м/хв , середня швидкість охолодження із застосуванням типової термічної кривої (10) становить приблизно 6°C/сек , у той час як середня швидкість охолодження із застосуванням модифікацій, описаних у цьому документі, становить приблизно 16°C/сек . Ще в одних інших прикладах, де застосовують швидкості подачі приблизно 120 м/хв , середня швидкість охолодження із застосуванням типової термічної кривої (10) становить приблизно

4 °C/сек, у той час як середня швидкість охолодження із застосуванням модифікацій, описаних у цьому документі, становить приблизно 12° C/сек.

[0023] Незалежно від досягнутої конкретної швидкості охолодження, слід розуміти, що поліпшені механічні властивості сталевих листів можуть бути досягнуті шляхом повторного нагрівання сталевих листів, як описано вище. Ці поліпшення можуть бути отримані незалежно від того, чи містить сталевий лист склади звичайних двофазних сплавів або склади з відносно низьким вмістом легуючих елементів, описаних у цьому документі.

[0024] У варіантах реалізації, де досягаються зменшені швидкості охолодження, слід розуміти, що при додаванні етапу (18) загартування до типової термічної кривої (10) мартенсит утворюється більш швидко через зменшення середньої швидкості охолодження. Оскільки умови підвищують схильність до утворення мартенситу, у сталевому листі потрібно менше легуючих елементів. Таким чином, коли етап (18) загартування включений у типову термічну криву (10), описану вище, двофазна сталь може бути оцинкована або оцинкована з наступним відпалом по суті з меншою кількістю легуючих елементів. Незважаючи на меншу кількість легуючих елементів, сталевий лист може мати аналогічний вміст мартенситу після термічної обробки, що й звичайні двофазні сталі, оброблені із застосуванням тільки типової термічної кривої (10).

[0025] Слід розуміти, що в деяких прикладах може бути доцільно модифікувати типову термічну криву (10) таким чином, що етап (18) загартування виконують після цинкування/цинкування з наступним відпалом, замість виконання до цього. Один такий приклад можна побачити на фіг. 3. На фіг. 3 етап (18) загартування може бути виконаний, аналогічно описаному вище, зі швидким охолодженням сталевих листів нижче температури (Ms) початку мартенситного перетворення. Коли етап (18) загартування виконують після цинкування або цинкування з наступним відпалом, як показано на фіг. 3, середня швидкість охолодження від максимальної температури (12) металу до проміжної температури (14) або температури (16) ванни аналогічна середній швидкості (30) охолодження для типової термічної кривої (10), показаної на фіг. 2. Оскільки це відносно низька швидкість охолодження, слід розуміти, що утворення мартенситу буде зменшено, що аналогічно має місце на типовій термічній кривій (10). Для одержання необхідного рівня мартенситу при його меншому утворенні може знадобитися більша кількість легуючих елементів. Таким чином, застосування етапу (18) загартування після цинкування або цинкування з наступним відпалом не приведе до зменшення витрат, пов'язаних зі зменшенням вмісту легуючих елементів. Однак застосування етапу (18) загартування після цинкування або цинкування з наступним відпалом тим не менш буде сприяти поліпшеним механічним властивостям, таким як ступінь розширення отвору (HER) і межа плинності. У деяких прикладах ці поліпшення механічних властивостей сталевих листів можна зрівняти з поліпшеннями, досягнутими за допомогою застосування етапу (18) загартування до цинкування або цинкування з наступним відпалом.

[0026] У деяких змінах способу, при яких етап (18) загартування застосовують після цинкування або цинкування з наступним відпалом, може також бути виконаний етап (40) відпускання, при якому сталевий лист нагрівають до заздалегідь визначеної температури вище або нижче температури (Ms) початку мартенситного перетворення на заздалегідь визначений період часу після етапу (18) загартування. При застосуванні такого етапу відпускання середня швидкість охолодження також аналогічна середній швидкості (30) охолодження для типової термічної кривої (10), показаної на фіг. 2. Таким чином, для утворення переважно мартенситної другої фази буде також необхідний високий вміст легуючих елементів. Однак такий етап відпускання додатково поліпшує механічні властивості, такі як ступінь розширення отвору (HER) і межа плинності.

[0027] Сталевий лист може містити різні легуючі елементи, звичайно присутні у звичайних двофазних сталях. Наприклад, у деяких варіантах реалізації вуглець забезпечує поліпшену міцність. Наприклад, збільшення концентрації вуглецю в цілому знижує температуру Ms, знижує температуру перетворення для інших немартенситних складових (наприклад, бейніту, фериту, перліту) і збільшує час, необхідний для утворення немартенситних продуктів. Крім того, збільшена концентрація вуглецю може поліпшити твердість матеріалу, таким чином, затримуючи утворення немартенситних складових поруч із серцевиною матеріалу, де швидкості охолодження можуть бути місцево придушені. Однак слід розуміти, що добавки вуглецю можуть бути обмежені, оскільки значна концентрація вуглецю призведе до шкідливого впливу на зварюваність. Крім того, вуглець у великих концентраціях може впливати на здатність до формування. Таким чином, вміст вуглецю в цілому зберігається приблизно в діапазоні 0,067-0,14% за масою.

[0028] У деяких варіантах реалізації марганець забезпечує підвищену міцність шляхом зниження температур перетворення інших немартенситних складових і збільшення кількості

мартенситу. Марганець може додатково поліпшити схильність сталевго листа до утворення мартенситу шляхом збільшення здатності до зміцнення. Марганець також може збільшити міцність за рахунок зміцнення твердого розчину. Однак наявність марганцю в більших концентраціях може погіршити здатність до формування. Таким чином, вміст марганцю в цілому

5 презентовано в концентраціях приблизно 1,65-2,9% за масою.

[0029] У деяких варіантах реалізації для розкислення виконують добавки алюмінію. Однак добавки алюмінію понад певний рівень можуть призвести до погіршення здатності до формування. Відповідно, алюміній у цілому представлений у концентраціях приблизно 0,015-0,07% за масою.

10 [0030] У деяких варіантах реалізації для забезпечення двофазної структури, що складається переважно з фериту і мартенситу, може бути доданий кремній. Однак коли вміст кремнію збільшується понад певні концентрації, цинк не буде так ефективно зчеплюватися зі сталевим листом. Відповідно, кремній у цілому представлений у концентраціях приблизно 0,1-0,25% за масою.

15 [0031] У деяких варіантах реалізації для здрібнювання феритних зерен додають ніобій. Таке здрібнювання зерен необхідне для поліпшення здатності до формування і якості зварювання. Однак, якщо концентрації ніобію перевищують визначену кількість, здатність до формування сталевго листа буде погіршена. Відповідно, ніобій у цілому представлений у концентраціях приблизно 0-0,045% за масою. В альтернативному варіанті реалізації в деяких прикладах ніобій

20 представлений у концентраціях приблизно 0,015-0,045% за масою.
[0032] У деяких варіантах реалізації для поліпшення здатності до зміцнення і/або для здрібнювання феритних зерен додають ванадій. При додаванні ванадій у цілому є присутнім у концентраціях не більше 0,05% за масою.

25 [0033] У деяких прикладах для поліпшення здатності до формування і якості зварювання додають хром. Однак добавки хрому, що перевищують певні концентрації, призведуть до низької якості поверхневих властивостей. Відповідно, хром може бути присутнім у концентраціях приблизно 0-0,67% або 0,2-0,67% за масою.

[0034] В інших варіантах реалізації для збільшення здатності до зміцнення може бути використаний молібден. При застосуванні молібден може бути присутнім у концентраціях

30 приблизно 0,08-0,45% за масою. В інших варіантах реалізації нижню межа концентрації молібдену додатково зменшують або навіть повністю виключають.

[0035] У деяких варіантах реалізації для збільшення міцності додають титан і бор. Слід розуміти, що в деяких варіантах реалізації титан і бор можуть бути використані спільно, окремо один замість іншого або можуть взагалі не використовуватися. При застосуванні титан

35 представлений у концентраціях приблизно 0,01-0,03% за масою. При застосуванні бор представлений у концентраціях приблизно 0,0007-0,0013% за масою.
[0036] У варіантах реалізації, у яких титан і бор додають спільно, титан у цілому є присутнім у прийнятних концентраціях по суті для запобігання формуванню нітридів бору. Таким чином, титан може бути включений для з'єднання з азотом до його з'єднання з бором. При деяких

40 обставинах титан присутній у концентраціях приблизно 3,43 рази від масового відсотка азоту. При присутності в таких концентраціях титан у цілому з'єднується з азотом, таким чином, запобігаючи формуванню нітридів бору.
[0037] В інших варіантах реалізації можуть бути виконані зміни в концентраціях елементів і конкретних обраних елементах. Звичайно, при виконанні таких змін слід розуміти, що вони

45 можуть виявляти бажаний або небажаний ефект на мікроструктуру сталевго листа і/або механічні властивості у відповідності із властивостями, описаними вище для кожної заданої легуючої добавки.

ПРИКЛАД 1

50 [0038] Варіанти реалізації сталевго листа були отримані зі складами, наведеними нижче в Таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічні склади в масових %

Позна- чення плавлення	C		Mn		Al		Si		Nb	
	Мін	Макс	Мін	Макс	Мін	Макс	Мін	Макс	Мін	Макс
A	0,08	0,10	1,70	1,90	0,03	0,06	0,15	0,25	0,015	0,025
B	0,067	0,08	1,65	1,82	0,02	0,07	0,15	0,25	-	0,001
C	0,10	0,12	2,10	2,30	0,03	0,06	0,15	0,25	-	0,003
D	0,10	0,12	1,75	1,90	0,02	0,07	0,15	0,25	0,035	0,045
E	0,11	0,13	2,40	2,70	0,03	0,06	0,15	0,25	-	0,004
F	0,08	0,10	2,00	2,20	0,03	0,07	0,40	0,50	0,040	0,060
G	0,09	0,10	2,25	2,42	0,015	0,07	0,10	0,20	0,035	0,045
H	0,12	0,14	2,70	2,90	0,03	0,06	0,15	0,25	-	0,004
H	0,11	0,13	2,45	2,60	0,015	0,05	0,42	0,58	0,035	0,045

Продовження таблиці 1

Хімічні склади в масових %

Позна- чення плавлення	V		Cr		Mo		Ti		B	
	Мін	Макс	Мін	Макс	Мін	Макс	Мін	Макс	Мін	Макс
A	-	0,010	0,20	0,30	-	0,02	0,01	0,03	-	0,001
B	0,030	0,050	-	-	0,16	0,20	0,01	0,02	-	0,001
C	-	0,010	0,20	0,30	0,25	0,35	-	0,003	-	0,001
D	-	0,008	0,20	0,30	0,15	0,20	0,01	0,020	-	0,001
E	-	0,008	0,30	0,40	0,35	0,45	-	0,005	-	0,0007
F	-	0,008	0,20	0,30	0,30	0,40	-	0,008	-	0,001
G	-	0,008	0,57	0,67	0,08	0,12	-	0,030	0,0007	0,0013
H	-	0,008	0,30	0,40	0,35	0,45	-	0,005	-	0,0007
H	-	0,020	0,57	0,63	-	0,05	0,015	0,025	0,0012	0,002

ПРИКЛАД 2

- 5 [0039] Варіанти реалізації сталевих листів, отриманих зі складів, наведених вище в Таблиці 1, були піддані механічним випробуванням. Механічні властивості для обраної кількості складів, наведених у Таблиці 1, наведені нижче в Таблиці 2.

Таблиця 2

Механічні властивості для обраних складів, представлених у Таблиці 1

Приклад позначення плавлення	Сплав №	Темпера- тура загарту- вання (°C)	Подов- ження, відповідне до межі плинності (%)	Межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Повне подов- ження (%)	HER (%)	Примітки
D		Не застосовно	0	420	780	15	20	Порівняльний приклад
D	4	250	1,4	690	780	15	60	
G		Не застосовно	0	650	980	11	20	Порівняльний приклад
F	6	250	1	840	980	13	50	
I		Не застосовно	0	800	1180	8	-	Порівняльний приклад
I	9	250	2,4	1120	1165	10	55	

ПРИКЛАД 3

5 [0040] Варіанти реалізації сталевих листів були отримані зі складами, наведеними нижче в Таблиці 3. Конкретні склади, показані в Таблиці 3, засновані на діапазонах складів, наведених у Таблиці 1.

Таблиця 3

Хімічні склади в масових %

Сплав №	Приклад позначення плавлення	Al	B	C	Ca	Cr	Cu	Mn	Mo
1	C без Mo	0,042	0,0005	0,094	<0,0003	0,25	<0,003	2,19	<0,003
2	C	0,037	0,0004	0,093	<0,0003	0,25	<0,003	2,27	0,3
3	D без Mo	0,041	0,0004	0,1	<0,0003	0,25	<0,003	1,86	<0,003
4	D	0,039	0,0004	0,1	<0,0003	0,25	<0,003	1,87	0,18
5	F без Mo	0,046	0,0004	0,087	<0,0003	0,25	<0,003	2,04	<0,003
6	F	0,044	0,0004	0,086	<0,0003	0,25	<0,003	2,09	0,35
7	G без Mo	0,037	0,0012	0,092	<0,0003	0,61	<0,003	2,24	<0,003
8	G	0,036	0,0013	0,091	<0,0003	0,61	<0,003	2,26	0,096
9	H без Mo	0,043	0,0006	0,13	<0,0003	0,35	<0,003	2,76	<0,003
10	H	0,04	0,0005	0,13	<0,0003	0,34	<0,003	2,72	0,4
11	I без Cr	0,029	0,0025	0,12	0,0003	<0,003	<0,003	2,47	<0,003
12	I	0,028	0,0026	0,12	0,0003	0,58	<0,003	2,48	<0,003

Продовження таблиці 3

Хімічні склади в масових %

Сплав №	Приклад позначення плавлення	N	Nb	Ni	P	S	Si	Sn	Ti	V
1	C без Mo	0,0004	<0,003	<0,003	<0,003	0,0004	0,19	<0,003	<0,003	<0,003
2	C	0,0005	<0,003	<0,003	0,003	0,0006	0,18	<0,003	<0,003	<0,003
3	D без Mo	0,0012	0,042	<0,003	<0,003	0,0004	0,2	<0,003	0,015	<0,003
4	D	0,0011	0,042	<0,003	<0,003	0,0002	0,2	<0,003	0,015	<0,003
5	F без Mo	0,001	0,053	<0,003	<0,003	0,0005	0,43	<0,003	<0,003	<0,003
6	F	0,001	0,053	<0,003	<0,003	0,0005	0,43	<0,003	<0,003	<0,003
7	G без Mo	0,0004	0,04	<0,003	<0,003	0,0005	0,14	<0,003	<0,003	<0,003
8	G	0,0004	0,043	<0,003	<0,003	0,0004	0,15	<0,003	<0,003	<0,003
9	H без Mo	0,0006	<0,003	<0,003	<0,003	0,0004	0,19	<0,003	<0,003	<0,003
10	H	0,0008	<0,003	<0,003	<0,003	0,0004	0,19	<0,003	<0,003	<0,003
11	I без Cr	0,0008	0,042	<0,003	<0,003	0,0004	0,49	<0,003	0,021	<0,003
12	I	0,0011	0,045	<0,003	<0,003	0,0005	0,49	<0,003	0,021	<0,003

ПРИКЛАД 4

10 [0041] Варіанти реалізації сталевих листів, отриманого зі складами, наведеними вище в Таблиці 3, були піддані механічним випробуванням. Механічні властивості для кожного сплаву, наведеного в Таблиці 3, наведені нижче в Таблиці 4 через 15.

Таблиця 4

Механічні властивості сплаву № 1, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відпне до межі плинності (%)	Напруга 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
1	800	180	250	30	466	50				562	556	726	8	14	-	61	
1	800	180	250	30	466	50				522	526	699	9	16	-	61	
1	800	180	250	30	466	100				489	474	677	9	18	-	88	
1	800	180	250	30	466	100				389	378	643	15	23	-	88	
1	800	180	250	30	466	100				498	485	678	10	19	-	88	
1	800	180	250	30	466	120				467	450	665	10	17	-	75	
1	800	180	250	30	466	120				471	454	664	10	14	-	75	
1	800	180	250	60	466	40				465	475	660	10	17	58	65	
1	800	180	250	120	466	80				480	453	665	10	16	55	95	
1	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				392	384	649	14	22	-	55	Порівняльний приклад
1	825	180	250	60	466	40				577	570	728	8	13	55	81	
1	825	180	250	120	466	80				664	668	767	5	10	59	102	
1	850	180	250	30	466	50				762	772	848	5	8	-	109	
1	850	180	250	30	466	50				736	745	823	5	9	-	109	
1	850	180	250	30	466	100				763	768	834	5	8	-	102	
1	850	180	250	30	466	100				759	768	832	5	8	-	102	
1	850	180	250	30	466	120				725	731	805	5	8	-	110	
1	850	180	250	30	466	120				735	742	809	4	8	-	110	
1	850	180	250	60	466	40				868	870	915	5	9	62	91	
1	850	180	250	120	466	80				819	823	859	4	7	62	96	

Таблиця 5

Механічні властивості сплаву № 2, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відпне до межі плинності (%)	Напруга 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
2	800	180	250	30	466	50				577	584	811	9	15	-	49	
2	800	180	250	30	466	50				575	581	813	9	16	-	49	
2	800	180	250	30	466	100				623	628	855	8	14	-	21	
2	800	180	250	30	466	100				583	583	836	8	14	-	21	
2	800	180	250	30	466	120				484	474	850	9	14	-	32	
2	800	180	250	30	466	120				435	418	843	10	15	-	32	
2	800	180	250	60	466	40				673	687	849	7	9	62	27	
2	800	180	250	120	466	80				678	684	857	8	14	62	56	
2	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				469	457	843	10	16	-	24	Ср.
2	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				459	453	829	10	16	-	24	Ср.
2	825	180	250	60	466	40				716	726	855	6	10	63	83	
2	825	180	250	120	466	80				815	824	891	6	11	63	92	
2	850	180	250	30	466	50				891	914	990	5	7	-	86	

Таблиця 5

Механічні властивості сплаву № 2, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відповідне до межі плинності (%)	Напруження 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
2	850	180	250	30	466	50				878	901	975	5	9	-	86	
2	850	180	250	30	466	100				845	864	938	4	7	-	106	
2	850	180	250	30	466	100				836	863	940	4	7	-	106	
2	850	180	250	30	466	120				843	866	943	4	7	-	93	
2	850	180	250	30	466	120				828	845	931	4	8	-	93	
2	850	180	250	60	466	40	977	971	0	969	973	1007	5	9	64	78	
2	850	180	250	120	466	80	951	946	0	949	946	978	5	9	64	104	

Таблиця 6

Механічні властивості сплаву № 3, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відповідне до межі плинності (%)	Напруження 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
3	800	180	250	30	466	50				606	606	764	9	15	-	51	
3	800	180	250	30	466	50				595	595	756	10	15	-	51	
3	800	180	250	30	466	100				626	628	765	9	13	-	53	
3	800	180	250	30	466	100				609	609	752	8	12	-	53	
3	800	180	250	30	466	120				625	625	766	9	12	-	43	
3	800	180	250	30	466	120				593	595	746	9	13	-	43	
3	800	180	250	60	466	40	619	612	1	613	612	760	10	16	60	52	
3	800	180	250	120	466	80	622	616	1	616	618	745	10	17	59	52	
3	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				561	559	748	11	15	-	37	Пор. пр. ін.
3	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				579	578	758	11	15	-	37	Пор. пр. ін.
3	825	180	250	60	466	40	582	572	1	575	574	732	12	18	59	69	
3	825	180	250	120	466	80	576	568	1	568	570	711	11	18	59	70	
3	850	180	250	30	466	50	679,2	678,7	0,44	672	674	770	8	12	-	66	
3	850	180	250	30	466	50	668,7	663	0,4	667	665	760	9	14	-	66	
3	850	180	250	30	466	100	669,2	651	1,47	658	658	744	9	14	-	67	
3	850	180	250	30	466	100	626,5	620,3	0,73	621	621	728	9	14	-	67	
3	850	180	250	30	466	120	681,9	655,6	1,93	656	657	739	9	13	-	85	
3	850	180	250	30	466	120	654,1	637,9	2,22	638	640	733	8	13	-	85	
3	850	180	250	60	466	40	649	608	3	609	610	698	12	22	59	78	
3	850	180	250	120	466	80	624	594	2	595	595	697	12	20	58	84	
3	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50	580,2	577,4	0,7	580	580	706	12	18	-	89	Пор. пр. ін.
3	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50				556	556	697	12	20	-	89	Пор. пр. ін.

Таблиця 7

Механічні властивості сплаву № 4, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відповідне до межі плинності (%)	Напруга 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
4	800	180	250	30	466	50				711	724	866	7	10	-	36	
4	800	180	250	30	466	50				698	713	855	8	12	-	36	
4	800	180	250	30	466	100				721	734	860	6	7	-	63	
4	800	180	250	30	466	100				717	728	857	5	7	-	63	
4	800	180	250	30	466	120				713	722	863	8	12	-	43	
4	800	180	250	30	466	120				702	707	845	9	12	-	43	
4	800	180	250	60	466	40				705	706	854	8	14	59	34	
4	800	180	250	120	466	80				755	765	877	7	12	62	53	
4	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				609	615	841	9	14	-	35	Пор. пр. ін.
4	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				606	608	839	10	15	-	35	Пор. пр. ін.
4	825	180	250	60	466	40				689	693	820	9	13	60	57	
4	825	180	250	120	466	80				679	679	819	9	15	63	69	
4	850	180	250	30	466	50	720,5	719,7	0,18	719	720	814	8	13	-	53	
4	850	180	250	30	466	50				722	726	824	7	11	-	53	
4	850	180	250	30	466	100	705,5	701	0,26	704	705	799	8	12	-	62	
4	850	180	250	30	466	100	710,5	708	0,05	708	710	804	7	10	-	62	
4	850	180	250	30	466	120	720,8	709,6	0,06	710	710	796	8	12	-	94	
4	850	180	250	30	466	120	689,6	688,7	0,04	689	690	779	8	12	-	94	
4	850	180	250	60	466	40	717	694	1	695	695	785	9	15	59	65	
4	850	180	250	120	466	80	695	675	1	682	682	779	9	15	58	58	
4	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50				626	628	775	10	16	-	63	Пор. пр. ін.
4	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50				624	625	771	10	14	-	63	Пор. пр. ін.

Таблиця 8

Механічні властивості для сплаву № 5, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відповідне до межі плинності (%)	Напруга 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
5	800	180	250	30	466	50	559,2	557,7	0,6	561	560	782	12	17	-	-	
5	800	180	250	30	466	50	579,7	579,6	0,23	580	580	803	11	16	-	-	
5	800	180	250	30	466	100	575,9	575,7	0,27	572	571	803	11	17	-	28	
5	800	180	250	30	466	100	613	612,3	0,37	607	607	810	10	14	-	28	
5	800	180	250	30	466	120	565,3	560,7	0,85	567	567	785	11	17	-	36	
5	800	180	250	30	466	120	551,1	550,7	0,74	557	556	805	10	15	-	36	
5	800	180	250	60	466	40	574	572	1	575	576	788	11	16	60	32	
5	800	180	250	120	466	80				634	634	830	10	15	59	40	
5	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				493	490	805	11	16	-	34	Пор. пр. ін.
5	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				499	495	788	11	16	-	34	Пор. пр. ін.
5	825	180	250	60	466	40				536	536	735	13	18	58	55	

Таблиця 8

Механічні властивості для сплаву № 5, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відносьне до межі плинності (%)	Напруга 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
5	825	180	250	120	466	80	541	535	1	538	537	734	11	18	56	55	
5	850	180	250	30	466	50	650,7	626,2	0,44	628	628	755	11	17	-	51	
5	850	180	250	30	466	50	559,3	551,5	1,6	553	552	735	12	17	-	51	
5	850	180	250	30	466	100	581,7	579,7	0,58	580	580	760	11	16	-	66	
5	850	180	250	30	466	100	563	562	0,95	563	563	735	11	17	-	66	
5	850	180	250	30	466	120	609,1	597,7	1,36	599	599	757	12	18	-	61	
5	850	180	250	30	466	120	590,4	565,1	1,27	586	586	737	11	19	-	61	
5	850	180	250	60	466	40	593	580	1	585	584	731	13	19	57	64	
5	850	180	250	60	466	40	593	580	1	585	584	731	13	19	57	64	
5	850	180	250	120	466	80	564	553	1	553	553	716	12	20	56	49	

Таблиця 9

Механічні властивості сплаву № 6, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відносьне до межі плинності (%)	Напруга 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
6	800	180	250	30	466	50				593	592	964	8	12	-	30	
6	800	180	250	30	466	50				604	603	975	8	12	-	30	
6	800	180	250	30	466	100				557	552	995	8	12	-	24	
6	800	180	250	30	466	100				554	548	991	8	11	-	24	
6	800	180	250	30	466	120				551	547	972	8	14	-	23	
6	800	180	250	30	466	120				559	556	983	8	13	-	23	
6	800	180	250	60	466	40	793	791	1	793	798	997	8	13	67	23	
6	800	180	250	120	466	80	741	739	0	739	739	987	8	13	65	33	
6	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				598	613	1003	7	13	-	24	Пор. пр. ін.
6	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				602	618	1002	7	12	-	24	Пор. пр. ін.
6	825	180	250	60	466	40	814	812	0	814	815	989	8	12	64	46	
6	825	180	250	120	466	80	885	866	2	879	866	964	9	14	65	53	
6	850	180	250	30	466	50	731,1	710,4	1,28	714	715	873	9	16	-	36	
6	850	180	250	30	466	50	724,6	718	1,27	725	725	874	10	16	-	36	
6	850	180	250	30	466	100	685,6	682,2	0,83	694	696	899	9	13	-	50	
6	850	180	250	30	466	100	693,8	693	1,06	702	703	899	8	14	-	50	
6	850	180	250	30	466	120	720,6	702,4	1,29	706	707	892	9	16	-	43	
6	850	180	250	30	466	120	715,3	706,2	1,34	708	708	889	9	15	-	43	
6	850	180	250	60	466	40	792	762	1	782	767	878	9	15	64	62	
6	850	180	250	120	466	80	807	776	2	782	786	893	9	15	62	58	

Таблиця 10

Механічні властивості сплаву № 7, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відпідне до межі плинності (%)	Напруга 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
7	800	180	250	30	466	50				688	697	929	8	12	-	36	
7	800	180	250	30	466	50				697	709	941	8	12	-	36	
7	800	180	250	30	466	100				666	678	915	6	9	-	41	
7	800	180	250	30	466	100				719	733	936	7	7	-	41	
7	800	180	250	30	466	120				567	566	928	8	11	-	32	
7	800	180	250	30	466	120				563	563	918	8	11	-	32	
7	800	180	250	60	466	40	655	653	0	637	638	919	9	13	64	32	
7	800	180	250	120	466	80	797	790	1	792	791	956	8	13	62	37	
7	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				542	550	938	9	14	-	30	Пор. пр. ін.
7	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				553	562	950	8	11	-	30	Пор. пр. ін.
7	825	180	250	60	466	40	704	702	1	705	704	904	9	15	65	48	
7	825	180	250	120	466	80	773	760	1	763	763	895	8	13	62	63	
7	850	180	250	30	466	50	1031,7	1031,3	0,08	940	1031	1074	4	6	-	58	
7	850	180	250	30	466	50	1041,5	1040,6	0,1	951	1040	1076	3	5	-	58	
7	850	180	250	30	466	100	1003,7	1000,4	0,062	926	1004	1053	4	6	-	64	
7	850	180	250	30	466	100	1035,9	1030,2	0,77	940	1032	1067	5	6	-	64	
7	850	180	250	30	466	120	948,8	947,6	0,12	904	948	1016	5	8	-	58	
7	850	180	250	30	466	120	953,3	953,1	0,14	913	953	1019	5	6	-	58	
7	850	180	250	60	466	40	979	948	0	970	951	979	1	8	67	64	
7	850	180	250	120	466	80	1032	988	0	984	992	1032	1	9	65	58	
7	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50				675	697	927	7	12	-	55	Пор. пр. ін.
7	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50				666	691	911	7	12	-	55	Пор. пр. ін.

Таблиця 11

Механічні властивості сплаву № 8, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відпідне до межі плинності (%)	Напруга 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
8	800	180	250	30	466	50				731	750	978	8	12	-	35	
8	800	180	250	30	466	50				753	783	982	6	11	-	35	
8	800	180	250	30	466	100				739	762	970	6	9	-	42	
8	800	180	250	30	466	100				733	754	966	5	5	-	42	
8	800	180	250	30	466	120				557	554	970	8	10	-	37	
8	800	180	250	30	466	120				549	546	960	8	10	-	37	
8	800	180	250	60	466	40	766	764	1	767	773	960	8	12	64	39	
8	800	180	250	120	466	80	867	852	1	863	856	987	8	13	66	34	

Таблиця 11

Механічні властивості сплаву № 8, наведеного в Таблиці 3

Спла в №	Тем- пера- ра 1 (°C)	Час при темпе- ратурі 1 (с)	Тем- пера- тура 2 (°C)	Час при темпе- ратурі 2 (с)	Тем- пера- тура 3 (°C)	Час при темпе- ратурі 3 (с)	Верх- ня межа плин- ності (МПа)	Ниж- ня межа плин- ності (МПа)	Подов- ження , відпо- відне до межі плин- ності (%)	Напру- га 0,5% при подов- женні і при наван- тажен- ні (МПа)	Умов- на межа плин- ності (МПа)	Межа міцно- сті (МПа)	Рівно- мірне подов- ження (%)	Повне подов- ження (%)	Твер- дість (HRA)	Сту- пін розши- рення отвору (%)	Примітки
8	800	180	Пропу- щений	Пропу- щений	466	50	1008,5	1007,8	0,083	945	1008	1069	5	8	-	28	Пор. пр. ін.
8	800	180	Пропу- щений	Пропу- щений	466	50				579	601	994	8	12	-	28	Пор. пр. ін.
8	825	180	250	60	466	40	860	849	1	852	855	975	8	12	66	52	
8	825	180	250	120	466	80	875	854	1	872	852	931	7	11	63	62	
8	850	180	250	30	466	50	999,9	131,6	0,029	930	1007	1048	3	5	-	58	
8	850	180	250	30	466	50				948	1024	1071	3	6	-	58	
8	850	180	250	30	466	100				937	1006	1063	3	6	-	49	
8	850	180	250	30	466	100				889	932	1005	5	8	-	49	
8	850	180	250	30	466	120				579	610	1003	7	11	-	69	
8	850	180	250	30	466	120				897	965	1034	4	6	-	69	
8	850	180	250	60	466	40	1090	1037	0	1036	1048	1090	1	7	66	66	
8	850	180	250	120	466	80	1068	1022	0	1009	1029	1068	1	9	64	89	
8	850	180	Пропу- щений	Пропу- щений	466	50				648	692	931	7	11	-	55	Пор. пр. ін.
8	850	180	Пропу- щений	Пропу- щений	466	50				667	688	939	7	11	-	55	Пор. пр. ін.

Таблиця 12

Механічні властивості сплаву № 9, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Тем- пера- ра 1 (°C)	Час при темпе- ратурі 1 (с)	Темпе- ратура 2 (°C)	Час при темпе- ратурі 2 (с)	Темпе- ратура 3 (°C)	Час при темпе- ратурі 3 (с)	Верх- ня межа плин- ності (МПа)	Ниж- ня межа плин- ності (МПа)	Подов- ження, відпо- відне до межі плин- ності (%)	Напру- га 0,5% при подов- женні і при наван- тажен- ні (МПа)	Умов- на межа плин- ності (МПа)	Межа міц- ності (МПа)	Рівно- мірне подов- ження (%)	Повне подов- ження (%)	Твер- дість (HRA)	Сту- пін розши- рення отвору (%)	При- мітки
9	800	180	250	30	466	50				867	913	1040	6	9	-	-	
9	800	180	250	30	466	50				870	937	1042	6	9	-	-	
9	800	180	250	30	466	100				800	835	1001	7	10	-	-	
9	800	180	250	30	466	100				800	846	997	7	11	-	-	
9	800	180	250	30	466	120				847	884	1015	6	9	-	-	
9	800	180	250	30	466	120				879	911	1015	6	10	-	-	
9	800	180	250	60	466	40				890	923	998	6	9	65	58	
9	800	180	250	120	466	80				816	839	969	7	11	64	63	
9	800	180	Пропу- щений	Пропу- щений	466	50				543	543	958	9	15	-	-	Пор. пр. ін.
9	825	180	250	60	466	40				968	998	1046	5	8	69	71	
9	825	180	250	120	466	80	1008	1001	0	985	1003	1028	5	9	67	53	
9	850	180	250	30	466	50				870	932	1043	6	8	-	-	
9	850	180	250	30	466	50				863	913	1038	6	9	-	-	
9	850	180	250	30	466	100				894	936	1042	5	8	-	-	
9	850	180	250	30	466	100				882	923	1039	6	10	-	-	

Таблиця 12

Механічні властивості сплаву № 9, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відносно до межі плинності (%)	Напруження 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
9	850	180	250	30	466	120				758	817	1121	6	10	-	-	
9	850	180	250	30	466	120				844	887	1011	6	10	-	-	
9	850	180	250	30	466	120				537	542	955	9	14	-	-	
9	850	180	250	60	466	40				989	1006	1045	5	9	64	54	
9	850	180	250	120	466	80	1000	998	0	990	998	1040	5	9	64	71	

Таблиця 13

Механічні властивості сплаву № 10, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відносно до межі плинності (%)	Напруження 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
10	800	180	250	30	466	50				845	911	1150	6	9	-	-	
10	800	180	250	30	466	50				831	899	1148	6	9	-	-	
10	800	180	250	30	466	100				710	735	1137	7	10	-	-	
10	800	180	250	30	466	100				727	755	1132	7	10	-	-	
10	800	180	250	30	466	120				820	860	1147	7	10	-	-	
10	800	180	250	30	466	120				762	796	1138	7	9	-	-	
10	800	180	250	60	466	40	1019	1013	1	974	1017	1139	7	11	68	34	
10	800	180	250	120	466	80	928	923	1	927	928	1132	8	12	68	43	
10	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				666	711	1158	6	11	-	-	Пор. пр. ін.
10	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				648	684	1134	6	9	-	-	Пор. пр. ін.
10	825	180	250	60	466	40	1089	1078	1	1013	1081	1149	6	11	68	41	
10	825	180	250	120	466	80	1077	1069	1	1014	1069	1125	6	10	69	41	
10	850	180	250	30	466	50				825	885	1125	6	9	-	-	
10	850	180	250	30	466	50				839	900	1126	6	9	-	-	
10	850	180	250	30	466	100				861	918	1129	6	9	-	-	
10	850	180	250	30	466	100				855	909	1118	6	9	-	-	
10	850	180	250	30	466	120				730	796	1130	6	9	-	-	
10	850	180	250	60	466	40				1000	1057	1120	6	9	68	48	
10	850	180	250	120	466	80				993	1040	1113	6	9	65	49	

Таблиця 14

Механічні властивості для сплаву № 11, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відповідне до межі плинності (%)	Напруження 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
11	800	180	250	30	466	50				692	706	1047	8	12	-	26	
11	800	180	250	30	466	50				667	676	1037	9	12	-	26	
11	800	180	250	30	466	100				719	751	1027	7	9	-	31	
11	800	180	250	30	466	100				714	738	1021	7	7	-	31	
11	800	180	250	30	466	120				608	611	1041	9	12	-	28	
11	800	180	250	30	466	120				621	623	1056	10	14	-	28	
11	800	180	250	60	466	40				727	731	1042	9	14	64	26	
11	800	180	250	120	466	80				769	776	1085	9	13	68	28	
11	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				590	599	1070	9	12	-	26	Пор. пр. ін.
11	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				582	602	1060	9	12	-	26	Пор. пр. ін.
11	825	180	250	60	466	40	778	768	1	775	777	1029	9	13	63	36	
11	825	180	250	120	466	80	820	807	1	820	809	995	9	15	61	36	
11	850	180	250	30	466	50	1094,7	173,7	0,061	940	1094	1132	6	8	-	40	
11	850	180	250	30	466	50				958	1112	1141	3	9	-	40	
11	850	180	250	30	466	100	1048,8	1047,4	0,08	893	1048	1105	6	8	-	44	
11	850	180	250	30	466	100	1075,1	151,3	0,097	907	1071	1127	5	9	-	44	
11	850	180	250	30	466	120				907	1037	1114	6	9	-	45	
11	850	180	250	30	466	120				894	1011	1107	6	9	-	45	
11	850	180	250	60	466	40				1049	1100	1162	1	5	67	42	
11	850	180	250	120	466	80				1035	1072	1130	1	5	67	81	
11	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50				668	720	1047	7	10	-	35	Пор. пр. ін.
11	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50				675	712	1046	7	11	-	35	Пор. пр. ін.

Таблиця 15

Механічні властивості для сплаву № 12, наведеного в Таблиці 3

Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа плинності (МПа)	Нижня межа плинності (МПа)	Подовження, відповідне до межі плинності (%)	Напруження 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа плинності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
12	800	180	250	30	466	50				650	687	1194	7	10	-	21	
12	800	180	250	30	466	50				660	698	1188	7	9	-	21	
12	800	180	250	30	466	100				770	815	1136	8	11	-	23	
12	800	180	250	30	466	100				897	924	1138	8	10	-	23	
12	800	180	250	30	466	120				641	693	1171	8	11	-	23	
12	800	180	250	30	466	120				656	710	1176	6	9	-	23	
12	800	180	250	60	466	40				811	819	1169	8	12	67	26	
12	800	180	250	120	466	80				760	766	1168	8	12	67	25	

Таблиця 15

Механічні властивості для сплаву № 12, наведеного в Таблиці 3

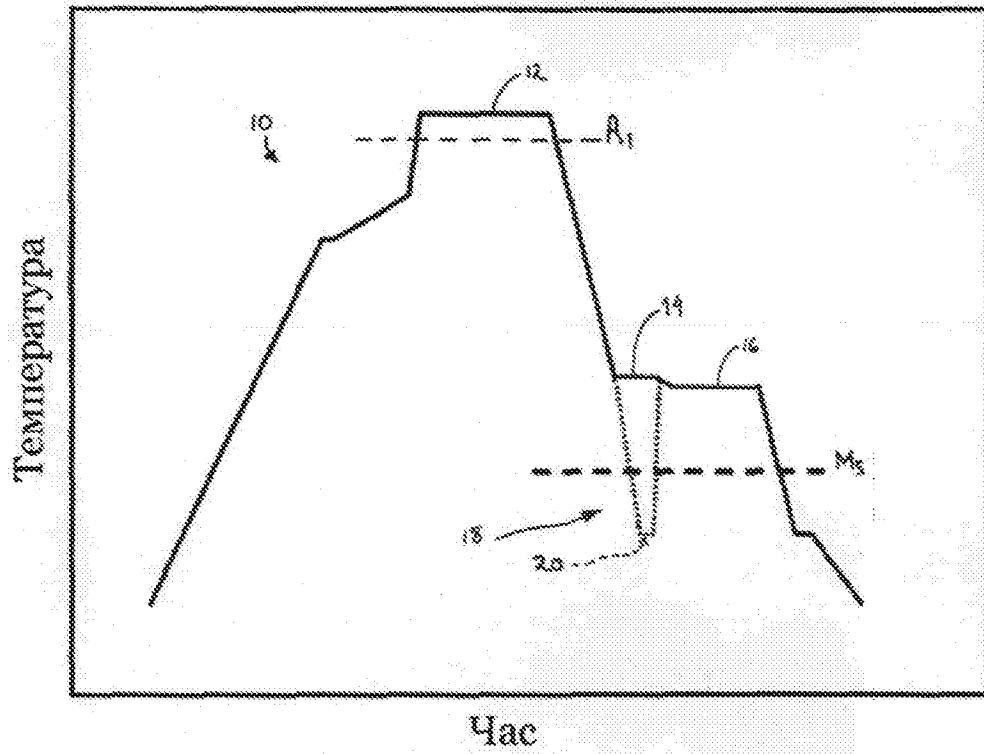
Сплав №	Температура 1 (°C)	Час при температурі 1 (с)	Температура 2 (°C)	Час при температурі 2 (с)	Температура 3 (°C)	Час при температурі 3 (с)	Верхня межа пластичності (МПа)	Нижня межа пластичності (МПа)	Подовження, відповідне до межі пластичності (%)	Напруження 0,5% при подовженні при навантаженні (МПа)	Умовна межа пластичності (МПа)	Межа міцності (МПа)	Рівномірне подовження (%)	Повне подовження (%)	Твердість (HRA)	Ступінь розширення отвору (%)	Примітки
12	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				661	720	1205	7	10	-	20	Пор. пр. ін.
12	800	180	Пропущений	Пропущений	466	50				676	738	1225	7	10	-	20	Пор. пр. ін.
12	825	180	250	60	466	40	849	846	1	852	856	1153	8	13	66	50	
12	825	180	250	120	466	80	1080	1034	2	1001	1038	1133	7	12	67	41	
12	850	180	250	30	466	50				913	1072	1196	7	10	-	30	
12	850	180	250	30	466	50				934	1102	1199	6	10	-	30	
12	850	180	250	30	466	100				912	1080	1192	7	9	-	32	
12	850	180	250	30	466	100				943	1109	1199	7	9	-	32	
12	850	180	250	30	466	120				837	954	1186	7	10	-	34	
12	850	180	250	30	466	120				829	956	1181	7	9	-	34	
12	850	180	250	60	466	40	1177	1138	3	1048	1141	1178	7	11	68	49	
12	850	180	250	120	466	80	1133	1088	2	1051	1098	1152	7	10	66	60	
12	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50				727	831	1206	6	10	-	35	Пор. пр. ін.
12	850	180	Пропущений	Пропущений	466	50				736	868	1230	6	10	-	35	Пор. пр. ін.

[0042] Як буде зрозуміло, даний винахід може бути виконаний з різними змінами, не виходячи за рамки об'єму і сутності винаходу. Таким чином, обмеження даного винаходу слід визначати з прикладеної формули винаходу.

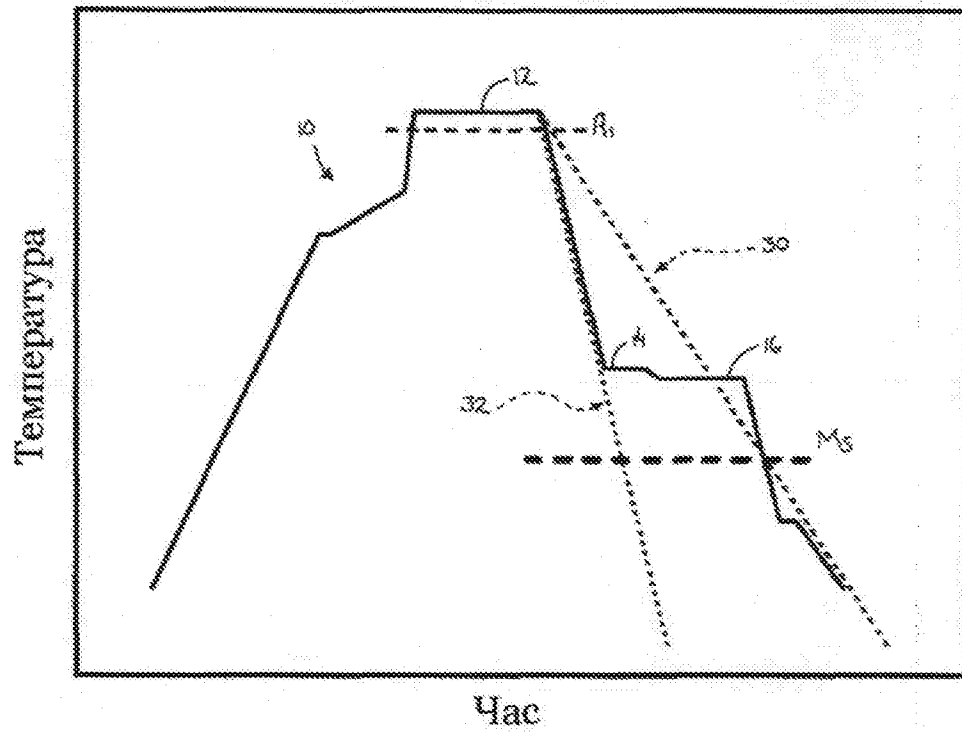
ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

- Спосіб обробки двофазного сталевго листа, що включає:
 - нагрівання сталевго листа до першої температури (T1), причому T1 є щонайменше вищою за температуру, при якій сталевий лист зазнає перетворення в аустеніт і ферит з утворенням щонайменше деякої кількості аустеніту в сталевому листі;
 - охолодження зазначеного сталевго листа до другої температури (T2) шляхом охолодження при швидкості охолодження, причому T2 є нижчою за температуру (Ms) початку перетворення в мартенсит, а швидкість охолодження є достатньо високою для перетворення щонайменше деякої кількості аустеніту в мартенсит;
 - перехід сталевго листа до третьої температури (T3), яка є вищою за температуру Ms, причому перехід сталевго листа до T3 включає повторне нагрівання сталевго листа від T2 до T3; і
 - охолодження сталевго листа до кімнатної температури.
- Спосіб за п. 1, який додатково включає гаряче цинкування або цинкування з наступним відпалом сталевго листа після його переходу до T3.
- Спосіб за п. 2, в якому гаряче цинкування або цинкування з наступним відпалом виконують при температурі вище Ms.
- Спосіб за п. 1, в якому етап охолодження сталевго листа до T2 здійснюють до етапу переходу сталевго листа до T3.
- Спосіб за п. 1, в якому етап охолодження сталевго листа до T2 здійснюють достатньо швидко для перетворення всього аустеніту в мартенсит.
- Спосіб за п. 1, в якому зазначений сталевий лист містить наступні елементи, у масових відсотках:

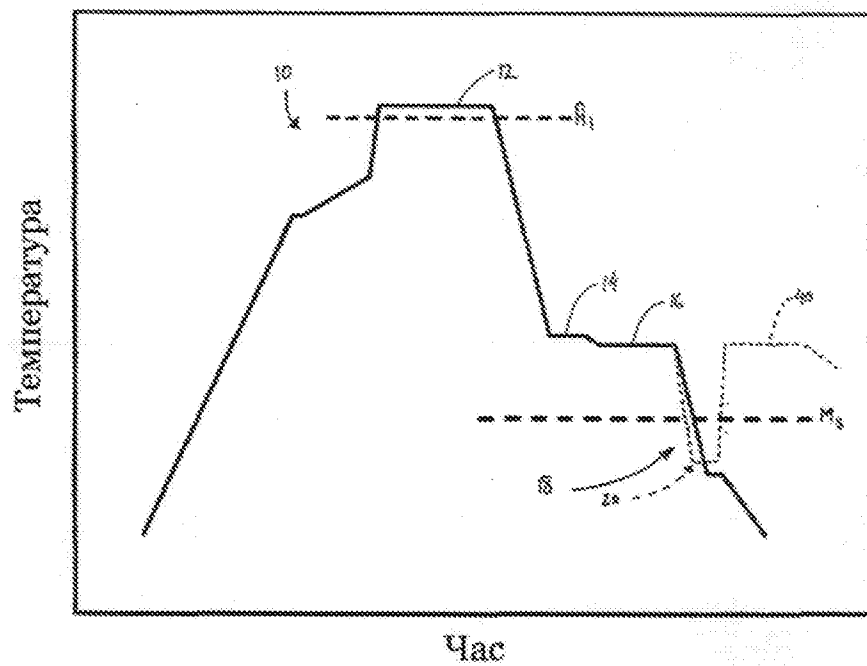
- 0,067-0,14 вуглецю,
 1,65-2,9 марганцю,
 0,10-0,25 кремнію,
 0,45 або менше молібдену,
 5 0,045 або менше ніобію,
 0,67 або менше хрому і
 решта являє собою залізо та інші випадкові домішки.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601