



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 112688

(13) C2

(51) МПК

C23C 2/04 (2006.01)

C23C 2/12 (2006.01)

C23C 2/28 (2006.01)

C21D 1/673 (2006.01)

C21D 8/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2014 12154	(72) Винахідник(и):	Алелі Крістіан (FR), Шассань Жюлі (BE), Корлю Беріль (BE)
(22) Дата подання заявки:	17.04.2012	(73) Власник(и):	АРСЕЛОРМІТТАЛ ІНВЕСТИГАСЬОН І ДЕСАРОЛЛО СЛ, CL/Chavarri, 6 E-48910 Sestao, Biskaia, Spain (ES)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.10.2016	(74) Представник:	Слободянюк Олександр Валентинович, реєстр. №138
(41) Публікація відомостей про заявку:	27.04.2015, Бюл.№ 8	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	EP 1225246 A1, 24.07.2002 US 20130206284 A1, 15.08.2013 US 20090238715 A1, 24.09.2009 UA 76547 C2, 15.08.2006 UA а 201009998, 25.11.2010
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.10.2016, Бюл.№ 19		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/FR2012/000149, 17.04.2012		

(54) СТАЛЕВИЙ ЛИСТ З ПОКРИТТЯМ ДЛЯ КАТОДНОГО ПРОТЕКТОРНОГО ЗАХИСТУ, СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТАКОГО ЛИСТА І ОДЕРЖАНА ЦИМ СПОСОБОМ ДЕТАЛЬ

(57) Реферат:

Винахід стосується сталевих листів з покриттям для катодного протекторного захисту, що містить від 5 до 50 мас. % цинку, від 0,1 до 15 мас. % кремнію і при необхідності до 10 мас. % магнію, сумарно до 0,3 мас. % додаткових елементів, а також додатково захисний елемент, вибраний з олова в кількості від 0,1 до 5 мас. %, індію в кількості від 0,01 до 0,5 мас. % та їх комбінацій, решта - алюміній і залишкові елементи або немінучі домішки. Також він стосується способу виготовлення деталей гарячим або холодним штампуванням та до деталей, що одержуються таким способом.

UA 112688 C2

Даний винахід стосується сталевих листів з покриттям для катодного протекторного захисту, вживаному, зокрема, при виготовленні деталей для автомобілів, а також в інших областях.

До теперішнього часу тільки покриття з цинку та його сплавів забезпечували ефективний захист від корозії внаслідок подвійного захисту: бар'єрного і катодного. Бар'єрний ефект отримують шляхом нанесення на сталеву поверхню покриття, яке перешкоджає будь-якому контакту між сталлю і корозійним середовищем. Цей ефект не залежить від виду покриття і підкладки. Навпаки, катодний протекторний захист заснований на тому, що цинк є менш благородним металом, ніж сталь, і що в корозійному середовищі він витрачається раніше стали. Такий катодний захист ефективний, зокрема, для тих зон, де сталь схильна до безпосередньої дії корозійної атмосфери, як, наприклад, кромки різь, де є порушені зони або сталь не має покриття або навколишнє цинкове покриття витрачається до дії на зону без покриття.

Проте зважаючи на свою низьку точку плавлення цинк викликає проблеми при зварюванні деталей через ризик свого випаровування. Для попередження цієї проблеми може бути зменшена товщина покриття, але тоді скорочується термін антикорозійного захисту. Крім того у разі потреби зміцнення листа під пресом, зокрема, при гарячому штампуванні в сталі відмічається утворення мікротріщин, кількість яких зростає після нанесення покриття. Також фарбування деяких деталей, які були заздалегідь оцинковані і зміцнені під пресом, вимагає застосування піскоструминної обробки перед фосфатацією внаслідок наявності крихкого окисного шару на поверхні деталі.

Наступна група металічних покриттів, зазвичай вживаних для захисту автомобільних деталей, це покриття на основі алюмінію і кремнію. Ці покриття не викликають утворення мікротріщин в сталі в процесі їх деформації зважаючи на присутність інтерметалічного шару Al-Si-Fe і володіють хорошою здатністю до забарвлення. Ці покриття дозволяють забезпечувати захист за допомогою бар'єрного ефекту і зварюваність, але катодний захист вони не створюють.

Отже, метою заявленого винаходу є усунення недоліків, властивих відомим з рівня техніки покриттям, за рахунок використання сталевих листів з покриттям, що забезпечує ефективний захист від корозії, зокрема, до і після штампування. У тому випадку, коли сталеві листи призначені для зміцнення під пресом, зокрема, гарячим штампуванням, прагнуть також забезпечити стійкість до утворення мікротріщин в сталі і, переважно, по можливості найбільш широке робоче вікно за часом і температурою в процесі термообробки до зміцнення під пресом.

Відносно катодного протекторного захисту прагнуть досягти електрохімічний потенціал, який складав би, принаймні, 50 мВ і був би більш негативним, ніж електрохімічний потенціал сталі, тобто складав би мінімальну величину -0,75 В по відношенню до насиченого каломельного електрода (ECS). Проте при цьому прагнуть не допустити величини менших -1,4 В, і навіть -1,25 В, що призвело б до дуже швидкої витрати покриття і зменшило б у результаті тривалість захисту сталі.

Предметом винаходу є сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту, що містить від 5 до 50 мас.% цинку, від 0,1 до 15 мас.% кремнію і за необхідності до 10 мас.% магнію, сумарно до 0,3 мас.% додаткових елементів, а також що містить захисний елемент, вибраний з олова при вмісті від 0,1 до 5 мас.%, індію при вмісті від 0,01 до 0,5 мас.% та їх комбінацій, решта – алюміній і залишкові елементи або немінучі домішки.

Крім того сталевий лист згідно винаходу може характеризуватися наступними, взятими роздільно або разом, властивостями:

- захисним елементом покриття є олово при вмісті від 1 до 3 мас.%,
- захисним елементом покриття є індій при вмісті від 0,02 до 0,1 мас.%,
- покриття містить від 20 до 40 мас.% цинку і за необхідності від 1 до 10 мас.% магнію,
- покриття містить від 20 до 30 мас.% цинку і за необхідності від 3 до 6 мас.% магнію,
- покриття містить від 8 до 12 мас.% кремнію,
- покриття містить залізо в кількості від 2 до 5 мас.% у вигляді залишкового елементу,
- сталевий лист містить (мас.%): $0,15 < C < 0,5$, $0,5 < Mn < 3$, $0,1 < Si < 0,5$, $Cr < \%$, $Ni < 0,1$, $Cu < 0,1$, $Ti < 0,2$, $Al < 0,1$, $P < 0,1$, $S < 0,05$, $0,0005 < B < 0,08$, решта – залізо і немінучі при виплавці стали домішки,
- товщина покриття складає від 10 до 50 мкм,
- покриття наноситься зануренням в розплав.

Іншим предметом винаходу є спосіб виготовлення сталевих деталей з покриттям для катодного протекторного захисту, що включає наступні стадії, які здійснюються в наведеній послідовності і полягають в тому, що:

- готують сталевий лист згідно винаходу із заздалегідь нанесеним покриттям,
- розрізають лист для отримання листової заготовки,

- нагрівають листову заготовку в незахисній атмосфері до температури аустенізації T_m , що становить від 840 до 950 °C,

- витримують листову заготовку при температурі T_m протягом часу t_m , що становить від 1 до 8 хвилин,

5 - піддають листову заготовку гарячому штампуванню для отримання сталевих деталей з покриттям, яку охолоджують з швидкістю, при якій в мікроструктурі сталі присутній, принаймні, один компонент, вибраний з мартенситу і бейніту,

10 - при цьому температуру T_m , час t_m , товщину заздалегідь нанесеного покриття і вміст захисних елементів в покритті, тобто цинку і, за необхідності, магнію, вибирають з таким розрахунком, щоб кінцевий середній вміст заліза у верхній частині покриття зазначеної деталі складав менше 75 мас.%.
Згідно переважному варіанту виконання товщина заздалегідь нанесеного покриття складає не менше 27 мкм, вміст в покритті олова не менше 1 мас.%, вміст цинку не менше 20 мас.%.
Іншим предметом винаходу є деталь з покриттям для катодного протекторного захисту, що

15 виготовляється способом згідно винаходу або холодним штампуванням листа за винаходом і призначена, зокрема, для автомобільної промисловості.
Далі винахід описується детальніше з посиланням на приватні варіанти виконання як не обмежувальні приклади.

20 Як було відмічено, винахід стосується сталевих листів з покриттям, що містить захисний елемент, вибраний з олова, індію та їх комбінацій.
Зважаючи на їх відповідну наявність на ринку переважно застосовується олово в кількості від 0,1 до 5 мас.%, переважно від 0,5 до 4 мас.%, найпереважніше від 1 до 3 мас.%, і ще переважніше від 1 до 2 мас.%. Проте можна також застосовувати індій, що володіє більш вираженою захисною властивістю, ніж олово. Його можна застосовувати роздільно або в

25 комбінації з оловом в кількості від 0,01 до 0,5 мас.%, переважно від 0,02 до 0,1 мас.%, переважніше від 0,05 до 0,1 мас.%.
Покриття сталевих листів згідно винаходу містять також від 5 до 50 мас.% цинку і за необхідності до 10 мас.% магнію. Авторами винаходу було встановлено, що дані елементи в комбінації з наведеними вище захисними елементами дозволяють понизити електрохімічний

30 потенціал покриття по відношенню до сталі в середовищах, в яких містяться або не містяться іони хлоридів. Таким чином покриття згідно винаходу забезпечують катодний протекторний захист.
Переважно застосовується цинк, захисний ефект якого вищий захисного ефекту магнію і який простіше застосовувати, оскільки він менш окислюваний. Таким чином переважно застосовують цинк в кількості від 10 до 40 мас.%, від 20 до 40 мас.%, навіть від 20 до 30 мас.%, без комбінації або в комбінації з магнієм в кількості від 1 до 10 мас.%, навіть від 3 до 6 мас.%.
Покриття сталевих листів згідно винаходу містять також від 0,1 до 15 мас.%, переважно від 0,5 до 15 мас.%, переважніше від 1 до 15 мас.%, і навіть від 8 до 12 мас.%, кремнію, який

35 дозволяє, зокрема, додати листам велику стійкість до окислення при високій температурі. Завдяки присутній кремнію стає можливим застосування листів при температурі до 650 °C без ризику відшаровування покриття. Крім того кремній попереджає утворення товстого інтерметалічного шару із заліза-цинку під час нанесення покриття зануренням в розплав, який здатний понизити зчеплення і деформованість покриття. Таким чином, завдяки вмісту кремнію в кількості більше 8 мас.% покриття стають, зокрема, придатнішими до зміцнення під пресом і,

40 зокрема, до деформації гарячим штампуванням. Для цього переважно застосовується кремній в кількості від 8 до 12 мас.%. Його вміст понад 15 мас.% не бажаний, оскільки утворюється первинний кремній, який здатний погіршити властивості покриття, зокрема, корозійну стійкість.
Покриття для листів згідно винаходу може також містити сумарно до 0,3 мас.%, переважно до 0,1 мас.%, навіть менше 0,05 мас.%, додаткових елементів, таких, як Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, La, Ce, Cr, Ni, Zr або Bi. Ці різні елементи здатні, в числі іншого, поліпшити, наприклад, корозійну стійкість покриття або його крихкість і зчеплення. Середній фахівець, якому відомий вплив зазначених елементів на властивості покриття, може їх використовувати з урахуванням

45 додаткового необхідного призначення в кількості, відповідній цьому впливу і що становить, як правило, від 20 до 50 ч./млн. Крім того було перевірено і встановлено, що зазначені елементи не порушують основні властивості, потрібні в рамках заявленого винаходу.
У покриттях для листів згідно винаходу можуть також міститися залишкові елементи і немінучі домішки, обумовлені, зокрема, забрудненням ванн для гарячого цинкування під час пропуску сталевих стрічок, або домішки від тих, що живлять ці ванни, злитків або від злитків для живлення в способах вакуумного осадження. Як залишковий елемент можна зазначити,

50 не порушують основні властивості, потрібні в рамках заявленого винаходу.
У покриттях для листів згідно винаходу можуть також міститися залишкові елементи і немінучі домішки, обумовлені, зокрема, забрудненням ванн для гарячого цинкування під час пропуску сталевих стрічок, або домішки від тих, що живлять ці ванни, злитків або від злитків для живлення в способах вакуумного осадження. Як залишковий елемент можна зазначити, 60 зокрема, залізо, яке може бути присутнім в кількості до 5 мас.%, як правило, від 2 до 4 мас.%, у

ваннах для нанесення покриттів зануренням в розплав.

Нарешті в покриттях для листів згідно винаходу міститься алюміній, вміст якого може складати від близько 20 до близько 90 мас.%. Цей елемент забезпечує захист листів від корозії за рахунок бар'єрного ефекту. Він піднімає температуру плавлення і температуру

5 випаровування покриття, забезпечуючи тим самим простіше застосування, зокрема, гарячого штампування в широкому діапазоні часу і температури. Це може представляти інтерес, зокрема, у тому випадку, коли склад сталі листа і/або кінцева мікроструктура, передбачена для деталі, робить необхідним проходження через аустенізацію при високій температурі і/або протягом тривалих відрізків часу.

10 Отже очевидно, що залежно від необхідних властивостей деталей згідно винаходу покриття може складатися переважно з цинку або алюмінію.

Товщина покриття складає переважно від 10 до 50 мкм. Дійсно, при товщині менше 10 мкм захист стрічки від корозії може виявитися недостатнім. При товщині більше 50 мкм захист від корозії виходить за рівень, потрібний, зокрема, в автомобільній області. Крім того у тому

15 випадку, коли покриття з такою товщиною піддається дії високої температури і/або протягом тривалих періодів часу, то існує небезпека розплавлення верхньої частини шару покриття, яка може пролитися на пічні катки або всередину штампувального устаткування, що може призвести до їх пошкодження.

Відносно сталі, вживаної для листа згідно винаходу, слід зазначити, що її тип не є критичним, оскільки покриття може володіти достатнім зчепленням.

Проте в деяких випадках застосування, що вимагають підвищених показників механічної міцності, як, наприклад, автомобільні конструкційні деталі, переважно, щоб склад сталі був таким, щоб межа міцності деталі при розтягуванні складала від 500 до 1600 МПа, з урахуванням умов застосування.

25 При такому діапазоні міцнісних показників переважно, зокрема, застосовувати сталь, до складу якої входять в мас. %: $0,15 < C < 0,5$, $0,5 < Mn < 3$, $0,1 < Si < 0,5$, $Cr < 1$, $Ni < 0,1$, $Cu < 0,1$, $Ti < 0,2$, $Al < 0,1$, $P < 0,1$, $S < 0,05$, $0,0005 < B < 0,08$, решта – залізо і неминучі при виплавці стали домішки. Прикладом наявною в продажі сталі служить сталь 22MnB5.

У тому випадку, коли необхідний рівень міцності складає близько 500 МПа, переважно застосовувати сталь наступного складу в мас. %: $0,040 = C = 0,100$, $0,80 = Mn = 2,00$, $Si = 0,30$, $S = 0,005$, $P = 0,030$, $0,010 = Al = 0,070$, $0,015 = Nb = 0,100$, $0,030 = Ti = 0,080$, $N = 0,009\%$, $Cu = 0,100$, $Ni = 0,100$, $Cr = 0,100$, Мо-пермалой = 0,100, Ca = 0,006%, решта - залізо і неминучі при виплавці сталі домішки.

30 Сталеві листи можуть виготовлятися гарячою прокаткою і за необхідності піддаватися холодній прокатці, що залежить від кінцевої необхідної товщини, яка може коливатися в межах від 0,7 до 3 мм.

На листи може бути нанесене покриття будь-яким відповідним способом, наприклад, електроосадженням або способом осадження у вакуумі або під тиском, близьким до атмосферного, таким, як осадження напыленням магнетроном, холодною плазмою або, наприклад, вакуумним випаровуванням, проте переважно застосовувати спосіб гарячого нанесення покриття зануренням в металічний розплав. Дійсно було відмічено, що поверхневий катодний захист є значнішим при покриттях, нанесених зануренням в розплав, ніж при покриттях, нанесених іншими способами.

45 Потім листи згідно винаходу можуть бути деформовані будь-яким способом, відповідним для отримання необхідної структури і форми деталей, що виготовляються, наприклад, холодним штампуванням.

Проте листи згідно винаходу придатні, зокрема, для виготовлення деталей, що зміцнюються під пресом, а саме, при гарячому штампуванні.

50 Цей спосіб включає підготовку листа із заздалегідь нанесеним покриттям згідно винаходу та його різання для отримання листової заготовки. Потім листову заготовку нагрівають в печі в не захисній атмосфері до температури аустенізації T_m в діапазоні 840 – 950 °C, переважно 880 – 930 °C, після цього її витримують при зазначеній температурі T_m протягом часу t_m , що становить 1 – 8 хвилин, переважно 4 – 6 хвилин.

Температура T_m і час витримки t_m залежать від типу сталі, а також від товщини штампованих листів, і повинні повністю відповідати аустенітній області до деформації листів. Чим вища температура T_m , тим коротший час витримки t_m і навпаки. Крім того швидкість підйому температури також впливає на зазначені параметри, висока швидкість (що перевищує, наприклад, 30 °C/c) дозволяє скоротити час витримки t_m .

60 Потім листову заготовку переміщують в інструмент гарячого штампування і штампують. Після цього отриману деталь охолоджують або усередині самого штампувального інструменту,

або після переміщення в спеціальний пристрій, що охолоджує.

Швидкість охолодження у будь-якому випадку контролюється з врахуванням складу сталі з тим, щоб кінцева мікроструктура після гарячого штампування містила, принаймні, один компонент, вибраний з мартенситу і бейніту, для досягнення необхідної межі механічної

міцності.

Важливим моментом для гарантії того, що отримана гарячим штампуванням деталь з покриттям володітиме хорошим катодним протекторним захистом, є регулювання температури T_m , часу t_m , товщини заздалегідь нанесеного покриття і вмісту в ньому захисного елементу (захисних елементів): цинку і за необхідності магнію, так, щоб кінцевий середній вміст заліза у верхній частині покриття деталі складав менше 75 мас.%, переважно менше 50 мас.%, навіть менше 30 мас.%. Товщина цієї верхньої частини складає принаймні 5 мкм.

Дійсно, під дією нагріву до температури T_m аустенізації залізо підкладки дифундує в заздалегідь нанесене покриття і підвищує електрохімічний потенціал. Для підтримки достатнього катодного захисту необхідно обмежити середній вміст заліза у верхній частині кінцевого покриття деталі.

При цьому можливо обмежувати температуру T_m і/або час витримки t_m . Також можливо збільшити товщину заздалегідь нанесеного покриття для попередження розповсюдження фронту дифузії до поверхні покриття. В цьому відношенні переважно використовувати сталевий лист із заздалегідь нанесеним покриттям товщиною не менше 27 мкм, переважно не менше 30 мкм, і навіть 35 мкм.

Для обмеження втрати катодної потужності кінцевого покриття можна також збільшити вміст захисного елементу (захисних елементів), таких, як цинк і, при необхідності, магній в заздалегідь нанесеному покритті.

В усякому разі середній фахівець в змозі впливати на ці різні параметри з врахуванням типу сталі для отримання сталевих деталей з покриттям, яка зміцнюється під пресом, зокрема, при гарячому штампуванні, і що володіє необхідними властивостями завдяки винаходу.

Для пояснення деяких варіантів виконання винаходу були проведені дослідні застосування.

Приклади

Приклад 1. Покриття з Al-Si-Zn-In-Fe

Досліди проводилися на холоднокатаних листах із сталі 22MnB5 завтовшки 1,5 мм з покриттям товщиною близько 15 мкм, нанесеним зануренням в розплав і що містив, в мас. %: 20 цинку, 10 кремнію, 3 заліза, 0,1 індію, решта – алюміній і неминучі домішки.

Ці листи піддали традиційним електрохімічним вимірюванням в середовищі 5%-го NaCl з використанням насиченого каломельного електроду як електрод порівняння.

Було відмічено, що електрохімічний потенціал листа з покриттям склав -0,95 В/насичений каломельний електрод (ECS). Отже лист згідно винаходу володів хорошим катодним протекторним захистом. За тих же умов вимірювання було встановлено, що аналогічний лист, але з покриттям, що не містило ані цинку, ані індій, володів електрохімічним потенціалом -0,70 В/ecs, що не забезпечує катодний захист для сталі.

Для оцінки залишкового захисту після гарячого штампування були проведені додаткові дослідні, що полягали в нагріві листів згідно винаходу, аналогічних тим, що раніше застосовувалися, до температури 900 °C протягом різних періодів часу. Було відмічено, що електрохімічний потенціал листа, який обробляли протягом 3 хвилин, складав все ще -0,95 В/ecs, що підтверджує збереження катодного протекторного захисту. При тривалішому часі обробки середній вміст заліза у верхній частині покриття на глибині 5 мкм перевищив 75 мас.%, а електрохімічний потенціал знизився до -0,70 В/ecs.

Що ж до розповсюдження мікротріщин покриття у напрямку до листа, то було відмічено утворення товстого інтерметалічного шару по межі розділу «сталь/покриття», причому інтерметалічний шар завжди присутній після аустенізації.

Приклад 2. Покриття з Al-Si-Zn-Mg-Sn-Fe

Досліди проводилися на холоднокатаних листах із сталі 22MnB5 завтовшки 1,5 мм з покриттям з середньою товщиною близько 17 мкм, нанесеним зануренням в розплав і що містив, в мас. %: 10 кремнію, 10 Zn, 6 Mg, 3 заліза, 0,1 олова, решта – алюміній і неминучі домішки.

Ці листи піддали традиційним електрохімічним вимірюванням в середовищі 5%-го NaCl з використанням насиченого каломельного електроду як електрод порівняння.

Було відмічено, що електрохімічний потенціал листа з покриттям склав -0,95 В/насичений каломельний електрод (ECS), тоді як електрохімічний потенціал аналогічного листа з покриттям, що містило 10% кремнію, решта – алюміній і неминучі домішки, склав -0,70 В/ecs.

Отже, лист згідно винаходу володів хорошим катодним протекторним захистом.

Для оцінки залишкового захисту після гарячого штампування були проведені додаткові досліді, що полягали в нагріві листів згідно винаходу, аналогічних тим, що раніше застосовувався, до температури 900 °С протягом різних періодів часу. Було відмічено, що електрохімічний потенціал листа, який обробляли протягом 2 хвилин, складав все ще - 0,95 В/свс, що підтверджує збереження катодного протекторного захисту. При тривалішому часі обробки середній вміст заліза у верхній частині покриття на глибині 5 мкм перевищив 75 мас.%, а електрохімічний потенціал знизився до -0,70 В/свс.

Після цього встановили, що застосування покриття з середньою товщиною 27 мкм дозволяє збільшити час аустенізації Т_т до 5 хвилин при 900 °С при збереженні катодного захисту.

Що ж до розповсюдження мікротріщин покриття у напрямку до листа, то було відмічено утворення товстого інтерметалічного шару по межі розділу «сталь/покриття», причому інтерметалічний шар завжди присутній після аустенізації.

Приклад 3. Покриття з Al-Zn-Si-Sn-Fe з In або без In

Були проведені схожі додаткові досліді на холоднокатаних листах із сталі 22MnB5 завтовшки 1,5 мм з покриттям товщиною близько 32 мкм, нанесеним зануренням в розплав. Склади покриттів наведені в наступній таблиці:

Позначення	%Al	%Zn	%Si	%Sn	%Fe	%In
A	76	10	10	1	3	-
B	66	20	10	1	3	-
C	56	30	10	1	3	-
D	46	40	10	1	3	-
E	45,9	40	10	1	3	0,1

Результати цих дослідів свідчать про те, що завдяки винаходу були набуті необхідних позитивних властивостей.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту, що містить від 5 до 50 мас. % цинку, від 0,1 до 15 мас. % кремнію та захисний елемент, вибраний з олова в кількості від 0,1 до 5 мас. %, індію в кількості від 0,01 до 0,5 мас. % та їх комбінацій, залізо в кількості від 2 до 5 мас. % та решта - алюміній і немінучі домішки.

2. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту за п. 1, який **відрізняється** тим, що захисним елементом є олово в кількості від 1 до 3 мас. %.

3. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту за п. 1, який **відрізняється** тим, що захисним елементом є індій в кількості від 0,02 до 0,1 мас. %.

4. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що покриття додатково містить до 10 мас. % магнію і/або сумарно до 0,3 мас. % додаткових елементів, таких як Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, La, Ce, Cr, Ni, Zr або Bi.

5. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що покриття містить від 20 до 40 мас. % цинку і при необхідності від 1 до 10 мас. % магнію.

6. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту за п. 5, який **відрізняється** тим, що покриття містить від 20 до 30 мас. % цинку і при необхідності від 3 до 6 мас. % магнію.

7. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту за будь-яким з пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що покриття містить від 8 до 12 мас. % кремнію.

8. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту за будь-яким з пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що до складу сталі входять, мас. %: $0,15 < C < 0,5$, $0,5 < Mn < 3$, $0,1 < Si < 0,5$, $Cr < 1$, $Ni < 0,1$, $Cu < 0,1$, $Ti < 0,2$, $Al < 0,1$, $P < 0,1$, $S < 0,05$, $0,0005 < B < 0,08$, решта - залізо і немінучі при виплавці сталі домішки.

9. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту за будь-яким з пп. 1-8, який **відрізняється** тим, що товщина покриття складає від 10 до 50 мкм.

10. Сталевий лист з покриттям для катодного протекторного захисту за будь-яким з пп. 1-9, який **відрізняється** тим, що покриття нанесене зануренням в розплав.

11. Спосіб виготовлення деталі зі сталі з покриттям для катодного протекторного захисту, який включає наступні стадії, що здійснюються в наведеній послідовності і полягають в тому, що:

- готують сталевий лист із заздалегідь нанесеним покриттям за будь-яким з пп. 1-10,
- розрізають лист для одержання листової заготовки,

- нагрівають листову заготовку в незахисній атмосфері до температури аустенізації T_m , що становить від 840 до 950 °С,
- витримують листову заготовку при зазначеній температурі T_m протягом часу t_m , що становить від 1 до 8 хвилин,
- 5 - піддають листову заготовку гарячому штампуванню для одержання сталевих деталей з покриттям, яку охолоджують з швидкістю, при якій в мікроструктурі сталі присутній принаймні один компонент, вибраний з мартенситу і бейніту,
- при цьому температура T_m , час t_m , товщина заздалегідь нанесеного покриття і вміст в ньому захисних елементів: цинку і при необхідності магнію, вибирають так, щоб кінцевий середній
- 10 вміст заліза у верхній частині покриття зазначеної деталі складав менше 75 мас. %.
- 12. Спосіб за п. 11, який **відрізняється** тим, що заздалегідь нанесене покриття має товщину не менше 27 мкм, і покриття містить олово в кількості не менше 1 мас. % і цинк в кількості не менше 20 мас. %.
- 13. Сталева деталь з покриттям для катодного протекторного захисту, виготовлена способом за п. 11 або 12.
- 15 14. Сталева деталь з покриттям для катодного протекторного захисту, виготовлена холодним штампуванням листа за будь-яким з пп. 1-10.

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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