



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C23C 2/12 (2019.02); C22C 38/00 (2019.02)

(21) (22) Заявка: 2018106794, 08.07.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
08.07.2016

Дата регистрации:  
15.04.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
30.07.2015 IB PCT/IB2015/001281

(45) Опубликовано: 15.04.2019 Бюл. № 11

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на  
национальной фазе: 28.02.2018

(86) Заявка PCT:  
IB 2016/000977 (08.07.2016)

(87) Публикация заявки PCT:  
WO 2017/017513 (02.02.2017)

Адрес для переписки:  
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО  
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

АЛЛЕЛИ, Кристиан (FR),  
МАЧАДО АМОРИМ, Тиаго (FR),  
ДЕ СТРИККЕР, Йост (BE),  
ВАН ДЕН БЕРГ, Криста, Годеливе, Оскар  
(BE)

(73) Патентообладатель(и):

АРСЕЛОРМИТТАЛ (LU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: EP 1225246 B1, 04.05.2011. RU  
2553128 C2, 10.06.2015. RU 2466210 C2,  
10.11.2012. RU 2544977 C2, 20.03.2015. WO  
2013156688 A1, 24.10.2013.

## (54) ЛИСТОВАЯ СТАЛЬ С НАНЕСЕННЫМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к листовой стали с нанесенным металлическим покрытием, используемым в автомобилестроении. Металлическое покрытие содержит, мас. %: от 2,0 до 24,0 цинка, от 7,1 до 12,0 кремния, от 1,1 до 8,0 магния, не более чем 3,0 железа и дополнительные элементы, выбранные из Pb, Ni, Zr или Hf, при

этом массовое содержание каждого дополнительного элемента не превышает 0,3, остальное представляет собой алюминий и неизбежные примеси. Соотношение Al/Zn в покрытии составляет более чем 2,9. Обеспечивается повышение степени защиты от коррозии до и после формовки. 3 н. и 22 з.п. ф-лы, 1 ил., 7 табл., 7 пр.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(19) **RU** (11) **2 684 801**<sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.  
*C23C 2/12* (2006.01)  
*C22C 38/00* (2006.01)

(52) CPC  
*C23C 2/12* (2019.02); *C22C 38/00* (2019.02)

(21) (22) Application: **2018106794, 08.07.2016**

(24) Effective date for property rights:  
**08.07.2016**

Registration date:  
**15.04.2019**

Priority:

(30) Convention priority:  
**30.07.2015 IB PCT/IB2015/001281**

(45) Date of publication: **15.04.2019** Bull. № 11

(85) Commencement of national phase: **28.02.2018**

(86) PCT application:  
**IB 2016/000977 (08.07.2016)**

(87) PCT publication:  
**WO 2017/017513 (02.02.2017)**

Mail address:  
**109012, Moskva, ul. Ilinka, 5/2, OOO "Soyuzpatent"**

(72) Inventor(s):

**ALLELY, Christian (FR),  
MACHADO AMORIM, Tiago (FR),  
DE STRYCKER, Joost (BE),  
VAN DEN BERGH, Krista, Godelieve, Oscar  
(BE)**

(73) Proprietor(s):

**ArcelorMittal (LU)**

(54) **SHEET STEEL WITH ALUMINUM-BASED METAL COATING**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to the field of metallurgy, namely, to steel sheets with a metallic coating used in the automotive industry. Metallic coating contains, in wt. %: from 2.0 to 24.0 of zinc, from 7.1 to 12.0 of silicon, from 1.1 to 8.0 of magnesium, not more than 3.0 of iron and additional elements

selected from Pb, Ni, Zr or Hf, while the mass content of each additional element does not exceed 0.3, the rest is aluminum and inevitable impurities. Ratio of Al/Zn in the coating is more than 2.9.

EFFECT: increased corrosion protection before and after molding.

25 cl, 1 dwg, 7 tbl, 7 ex

RU 2 684 801 C 1

RU 2 684 801 C 1

Настоящее изобретение относится к листовой стали с нанесенным металлическим покрытием. Изобретение является в особенности хорошо подходящим для использования при изготовлении автомобильных транспортных средств.

В общем случае используют покрытия на основе цинка, поскольку они делают  
5 возможной защиту от коррозии благодаря наличию барьерной защиты и катодной защиты. Барьерный эффект получают в результате нанесения на поверхность стали металлического покрытия. Таким образом, металлические покрытия предотвращают возникновение контакта между сталью и коррозионно-активной атмосферой. Барьерный эффект не зависит от природы покрытия и подложки. Наоборот, жертвенная катодная  
10 защита имеет в своей основе тот факт, что цинк представляет собой металл, менее благородный в сопоставлении со сталью. Таким образом, в случае возникновения коррозии в сопоставлении со сталью преимущественно будет расходоваться цинк. Катодная защита является существенной в областях, в которых сталь непосредственно подвергается воздействию коррозионно-активной атмосферы, подобных обрзным  
15 кромкам, где окружающий цинк будет расходоваться прежде стали.

Однако, в случае осуществления технологического процесса закалки под прессом в отношении таких листовых сталей с нанесенным покрытием из цинка, например, в результате горячей штамповки, в стали будут наблюдаться микротрещины, которые распространяются в направлении от покрытия. В дополнение к этому, стадия нанесения  
20 лакокрасочного покрытия на некоторые закаленные детали с нанесенным покрытием из цинка делает необходимым проведение операций по пескоструйной обработке перед фосфатированием вследствие наличия непрочного слоя оксидов на поверхности детали.

Другими металлическими покрытиями, обычно используемыми для производства автомобильного транспортного средства, являются покрытия на основе алюминия и  
25 кремния. Вследствие наличия интерметаллического слоя Al-Si-Fe в случае осуществления технологического процесса закалки под прессом какой-либо микротрещины в стали не появятся. Кроме того, они демонстрируют хорошую пригодность для нанесения лакокрасочного покрытия. Они делают возможной защиту вследствие наличия барьерного эффекта и могут быть подвергнуты сварке. Однако, они не позволяют  
30 осуществлять катодную защиту, или они демонстрируют наличие очень низкой катодной защиты.

В патентной заявке EP1225246 раскрывается материал, плакированный сплавом Zn-Al-Mg-Si, где покрытие содержит, при выражении в % (масс.), Al: от, по меньшей мере, 45% до не более, чем 70%, Mg: от, по меньшей мере, 3% до менее, чем 10%, Si: от, по  
35 меньшей мере, 3% до менее, чем 10%, при этом остальное представляет собой Zn и неизбежные примеси, где соотношение Al/Zn находится в диапазоне 0,89-2,75, а плакирующий слой содержит объемную фазу  $Mg_2Si$ . В ней также раскрывается материал стали, плакированный сплавом Zn-Al-Mg-Si, где покрытие содержит, при выражении в % (масс.), Al: от, по меньшей мере, 45% до не более, чем 70%, Mg: от, по меньшей  
40 мере, 1% до менее, чем 5%, Si: от, по меньшей мере, 0,5% до менее, чем 3%, при этом остальное представляет собой Zn и неизбежные примеси, где соотношение Al/Zn находится в диапазоне 0,89-2,75, а плакирующий слой содержит чешуйчатую фазу  $Mg_2Si$ . Данные конкретные покрытия демонстрируют стойкость к коррозии без нанесенного лакокрасочного покрытия и кромочное сопротивление ползучести в секциях обрзных  
45 кромок после нанесения лакокрасочного покрытия.

Однако, изготовление конкретных фаз  $Mg_2Si$  – чешуйчатой или объемной – является сложным. Действительно, оно зависит от размера и соотношения между средним

размером короткого диаметра и длинным диаметром фаз  $Mg_2Si$  согласно наблюдению при использовании  $5^\circ$ -ного отполированного поперечного сечения. На размер наиболее преимущественным образом оказывает воздействие скорость охлаждения после плакирования при погружении в расплав. Кроме того, изготовление фаз  $Mg_2Si$  также  
5 зависит от количества Mg и Si.

С промышленной точки зрения вследствие данных критериев специфических особенностей может оказаться затруднительным получение фаз  $Mg_2Si$ . Поэтому имеет место риск неполучения желательной фазы  $Mg_2Si$ .

10 Цель изобретения заключается в предложении легкоформуемой листовой стали с нанесенным покрытием, демонстрирующей наличие усиленной защиты от коррозии, то есть, жертвенной катодной защиты в дополнение к барьерной защите, до и после формовки.

С точки зрения жертвенной защиты от коррозии электрохимический потенциал  
15 должен быть, по меньшей мере, на 50 мВ более отрицательным в сопоставлении с потенциалом для стали, то есть, соответствуя максимальному потенциалу – 0,78 В по отношению к потенциалу для насыщенного каломельного электрода (НКЭ). Предпочтительно не уменьшать потенциал до значения – 1,4 В/НКЭ, даже – 1,25 В/НКЭ, что будет задействовать быстрое расходование и, в заключение, будет уменьшать  
20 период защиты стали.

Этого добиваются в результате предложения листовой стали с нанесенным металлическим покрытием, соответствующей пункту 1 формулы изобретения. Листовая сталь с нанесенным покрытием также может включать любые характеристики из пунктов от 2 до 19 формулы изобретения, взятые индивидуально или в комбинации.

25 Изобретение также охватывает детали с нанесенным металлическим покрытием, демонстрирующие наличие жертвенной катодной защиты и соответствующие пункту 20 формулы изобретения. Деталь также может включать любые характеристики из пунктов от 21 до 24 формулы изобретения.

Изобретение также охватывает использование детали с нанесенным покрытием для  
30 изготовления автомобильного транспортного средства, соответствующее пункту 25 формулы изобретения.

Для иллюстрирования изобретения будут описываться различные варианты осуществления и пробы для неограничивающих примеров, в частности, при обращении к следующей далее фигуре:

35 Фигура 1 иллюстрирует один цикл коррозии в соответствии со 168 часами по нормативу VDA 233-102.

Исходя из следующего далее подробного описания изобретения станут очевидными и другие характеристики и преимущества изобретения.

В рамках изобретения в выгодном случае может быть использована любая сталь.  
40 Однако, в случае потребности в стали, характеризующейся высокой механической прочностью, в частности, для деталей конструкции автомобильного транспортного средства, может быть использована сталь, характеризующаяся сопротивлением растяжению, превосходящим 500 МПа, в выгодном случае находящимся в диапазоне от 500 до 2000 МПа, до или после термообработки. Массовый состав листовой стали  
45 предпочтительно представляет собой нижеследующее:  $0,03\% \leq C \leq 0,50\%$ ;  $0,3\% \leq Mn \leq 3,0\%$ ;  $0,05\% \leq Si \leq 0,8\%$ ;  $0,015\% \leq Ti \leq 0,2\%$ ;  $0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$ ;  $0\% \leq Cr \leq 2,50\%$ ;  $0\% \leq S \leq 0,05\%$ ;  $0\% \leq P \leq 0,1\%$ ;  $0\% \leq B \leq 0,010\%$ ;  $0\% \leq Ni \leq 2,5\%$ ;  $0\% \leq Mo \leq 0,7\%$ ;  $0\% \leq Nb \leq 0,15\%$ ;  $0\% \leq N \leq 0,015\%$ ;  $0\% \leq Cu \leq 0,15\%$ ;  $0\% \leq Ca \leq 0,01\%$ ;  $0\% \leq W \leq 0,35\%$ , при этом

остальное представляет собой железо и неизбежные примеси от изготовления стали.

Например, листовая сталь представляет собой продукт 22MnB5, имеющий следующий далее состав:  $0,20\% \leq C \leq 0,25\%$ ;  $0,15\% \leq Si \leq 0,35\%$ ;  $1,10\% \leq Mn \leq 1,40\%$ ;  $0\% \leq Cr \leq 0,30\%$ ;  $0\% \leq Mo \leq 0,35\%$ ;  $0\% \leq P \leq 0,025\%$ ;  $0\% \leq S \leq 0,005\%$ ;  $0,020\% \leq Ti \leq 0,060\%$ ;  $0,020\% \leq Al \leq 0,060\%$ ;  $0,002\% \leq B \leq 0,004\%$ , при этом остальное представляет собой железо и неизбежные примеси от изготовления стали.

Листовая сталь может представлять собой продукт Usibor®2000, имеющий следующий далее состав:  $0,24\% \leq C \leq 0,38\%$ ;  $0,40\% \leq Mn \leq 3\%$ ;  $0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$ ;  $0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$ ;  $0\% \leq Cr \leq 2\%$ ;  $0,25\% \leq Ni \leq 2\%$ ;  $0,020\% \leq Ti \leq 0,10\%$ ;  $0\% \leq Nb \leq 0,060\%$ ;  $0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$ ;  $0,003\% \leq N \leq 0,010\%$ ;  $0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$ ;  $0,0001\% \leq P \leq 0,025\%$ ; при этом необходимо понимать то, что уровни содержания титана и азота удовлетворяют соотношению  $Ti/N > 3,42$ ; и то, что уровни содержания углерода, марганца, хрома и кремния удовлетворяют соотношению:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\% ,$$

причем состав необязательно содержит одного или нескольких представителей из следующих далее:  $0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$ ;  $0,001\% \leq W \leq 0,30\%$ ;  $0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%$ , при этом остальное представляет собой железо и неизбежные примеси от изготовления стали.

Например, листовая сталь представляет собой продукт Ductibor®500, имеющий следующий далее состав:  $0,040\% \leq C \leq 0,100\%$ ;  $0,80\% \leq Mn \leq 2,00\%$ ;  $0\% \leq Si \leq 0,30\%$ ;  $0\% \leq S \leq 0,005\%$ ;  $0\% \leq P \leq 0,030\%$ ;  $0,010\% \leq Al \leq 0,070\%$ ;  $0,015\% \leq Nb \leq 0,100\%$ ;  $0,030\% \leq Ti \leq 0,080\%$ ;  $0\% \leq N \leq 0,009\%$ ;  $0\% \leq Cu \leq 0,100\%$ ;  $0\% \leq Ni \leq 0,100\%$ ;  $0\% \leq Cr \leq 0,100\%$ ;  $0\% \leq Mo \leq 0,100\%$ ;  $0\% \leq Ca \leq 0,006\%$ , при этом остальное представляет собой железо и неизбежные примеси от изготовления стали.

Листовая сталь может быть получена в результате горячей прокатки и необязательно холодной прокатки в зависимости от желательной толщины, которая может, например, находиться в диапазоне от 0,7 до 3,0 мм.

Изобретение относится к листовой стали с нанесенным металлическим покрытием, содержащим от 2,0 до 24,0% (масс.) цинка, от 7,1 до 12,0% (масс.) кремния, необязательно от 1,1 до 8,0% (масс.) магния и необязательно дополнительные элементы, выбираемые из Pb, Ni, Zr или Hf, при этом уровень массового содержания каждого дополнительного элемента уступает 0,3% (масс.), причем остальное представляет собой алюминий и необязательно неизбежные примеси и остаточные элементы, где соотношение Al/Zn составляет более, чем 2,9. Металлические покрытия, соответствующие изобретению, демонстрируют наличие высокого уровня жертвенной защиты.

Предпочтительно металлическое покрытие не содержит элементов, выбираемых из числа Cr, Mn, Ti, Ce, La, Nd, Pr, Ca, Bi, In, Sn и Sb или их комбинаций. В еще одном предпочтительном варианте осуществления металлическое покрытие не содержит какого-либо из следующих далее компонентов сплава: Cr, Mn, Ti, Ce, La, Nd, Pr, Ca, Bi, In, Sn и Sb. Действительно, как это представляется без желания связывать себя какой-либо теорией, в случае наличия в покрытии данных компонентов сплава будет иметь место риск изменения свойств покрытия, таких как электрохимический потенциал, вследствие их возможных взаимодействий с существенными элементами покрытий.

Предпочтительно соотношение Al/Zn является меньшим или равным 8,5. Предпочтительно соотношение Al/Zn находится в диапазоне от 3,0 до 7,5, в выгодном случае от 4,0 до 6,0. Как это представляется без желания связывать себя какой-либо

теорией, в случае неудовлетворения данных условий будет иметь место риск ухудшения жертвенной защиты вследствие наличия в покрытии фаз, обогащенных по цинку, не в достаточном количестве.

5 В одном предпочтительном варианте осуществления слой покрытия, кроме того, содержит фазу Al-Zn.

В выгодном случае металлическое покрытие содержит от 10,0 до 20,0%, предпочтительно от 10,0 до 15,0%, (масс.) цинка.

Предпочтительно металлическое покрытие содержит от 8,1 до 10,0% (масс.) кремния.

10 В выгодном случае покрытие содержит от 3,0 до 8,0% (масс.) магния, предпочтительно от 3,0 до 5,0% (масс.) магния. Как это было установлено без желания связывать себя какой-либо теорией, добавление магния в вышеупомянутом диапазоне приводит к дополнительному улучшению антикоррозионных свойств.

15 Предпочтительно микроструктура упомянутого покрытия содержит фазу  $Mg_2Si$ . В еще одном предпочтительном варианте осуществления микроструктура упомянутого покрытия дополнительно содержит фазу  $MgZn_2$ .

В выгодном случае количество алюминия составляет более, чем 71%, предпочтительно более, чем 76%, (масс.).

20 Покрытие может быть осаждено при использовании любых способов, известных для специалистов в соответствующей области техники, например, технологического процесса гальванизации при погружении в расплав, технологического процесса электрогальванизации, физического осаждения из паровой фазы, такого как струйное нанесение покрытия при осаждении из паровой фазы или магнетронное распыление. Предпочтительно покрытие осаждают в результате осуществления технологического процесса гальванизации при погружении в расплав. В данном технологическом процессе 25 листовую сталь, полученную в результате прокатки, погружают в ванну расплавленного металла.

30 Ванна содержит цинк, кремний, алюминий и необязательно магний. Она может содержать дополнительные элементы, выбираемые из Pb, Ni, Zr или Hf, при этом уровень массового содержания каждого дополнительного элемента составляет менее, чем 0,3% (масс.). Данные дополнительные элементы, помимо прочего, могут улучшать пластичность, адгезию покрытия на листовой стали.

35 Ванна также может содержать и неизбежные примеси и остаточные элементы от подпитки слитков или от прохождения листовой стали в ванне расплава. Остаточный элемент может представлять собой железо при уровне содержания, достигающем вплоть до 3,0% (масс.).

Толщина покрытия обычно находится в диапазоне от 5 до 50 мкм, предпочтительно от 10 до 35 мкм, в выгодном случае от 12 до 18 мкм или от 26 до 31 мкм. Температура ванны обычно находится в диапазоне от 580 до 660°C.

40 После осаждения покрытия листовую сталь обычно омывают по обеим сторонам листовой стали с нанесенным покрытием при использовании газа, эжектируемого из сопел. После этого листовую сталь с нанесенным покрытием охлаждают.

Предпочтительно скорость охлаждения является большей или равной  $15^{\circ}C.сек^{-1}$  между началом затвердевания и концом затвердевания. В выгодном случае скорость 45 охлаждения между началом и концом затвердевания является превосходящей или равной  $20^{\circ}C.сек^{-1}$ .

После этого может быть реализована прокатка в валках дрессировочной клетки, которая делает возможной нагартовку листовой стали с нанесенным покрытием и

придает ей шероховатость, облегчающую последующее профилирование. В целях улучшения, например, адгезионного сцепления или стойкости к коррозии могут быть использованы обезжиривание и обработка поверхности.

5 После этого листовая сталь с нанесенным покрытием, соответствующая изобретению, может быть профилирована при использовании любого способа, известного для специалистов в соответствующей области техники, например, в результате холодной штамповки и/или горячей формовки.

10 В одном предпочтительном варианте осуществления деталь получают в результате холодной штамповки. В данном случае листовую сталь с нанесенным покрытием разрезают для получения заготовки, а после этого подвергают холодной штамповке в целях получения детали.

15 В еще одном предпочтительном варианте осуществления деталь с нанесенным покрытием получают в результате осуществления технологического процесса закалки под прессом, включающего горячую формовку. В данном случае данный способ включает следующие далее стадии:

20 А) получение листовой стали с предварительно нанесенным металлическим покрытием, содержащим от 2,0 до 24,0% (масс.) цинка, от 7,1 до 12,0% (масс.) кремния, необязательно от 1,1 до 8,0% (масс.) магния и необязательно дополнительные элементы, выбираемые из Pb, Ni, Zr или Hf, при этом уровень массового содержания каждого дополнительного элемента составляет менее, чем 0,3% (масс.), причем остальное представляет собой алюминий и неизбежные примеси и остаточные элементы, где соотношение Al/Zn составляет более, чем 2,9,

В) резка листовой стали с нанесенным покрытием для получения заготовки,

25 С) термическая обработка заготовки при температуре в диапазоне от 840 до 950°C для получения в стали полностью аустенитной микроструктуры,

Д) перевод заготовки в прессовый штамп,

Е) горячая формовка заготовки для получения детали,

30 F) охлаждение детали, полученной на стадии Е), в целях получения в стали микроструктуры, являющейся мартенситной или мартенситно-бейнитной или образованной из, по меньшей мере, 75% равноосного феррита, от 5 до 20% мартенсита и бейнита в количестве, меньшем или равном 10%.

40 Действительно, после получения листовой стали с предварительно нанесенным металлическим покрытием, соответствующей настоящему изобретению, имеет место резка для получения заготовки. Для заготовки используют термическую обработку в печи в незащитной атмосфере при температуре аустенизации  $T_m$  обычно в диапазоне от 840 до 950°C, предпочтительно от 880 до 930°C. В выгодном случае упомянутую заготовку выдерживают в течение времени пребывания  $t_m$  в диапазоне 1 - 12 минут, предпочтительно от 3 до 9 минут. Во время термической обработки перед горячей формовкой покрытие формирует слой сплава, характеризующийся высокой стойкостью к коррозии, истиранию, износу и усталости.

45 Затем после термической обработки заготовку переводят в устройство для горячей формовки и подвергают горячей формовке при температуре в диапазоне от 600 до 830°C. Горячая формовка включает горячую штамповку и роликовую формовку. Предпочтительно заготовку подвергают горячей штамповке. После этого деталь охлаждают в устройстве для горячей формовки или после перевода в специфическое устройство для охлаждения.

Скорость охлаждения контролируемо выдерживают в зависимости от состава стали таким образом, чтобы конечная микроструктура после горячей формовки содержала

бы главным образом мартенсит, предпочтительно содержала бы мартенсит или мартенсит и бейнит, или была бы образована из, по меньшей мере, 75% равноосного феррита, от 5 до 20% мартенсита и бейнита в количестве, меньшем или равном 10%.

5 Таким образом, деталь с нанесенным покрытием, соответствующая изобретению, может быть получена в результате холодной или горячей формовки, но также и с применением любой подходящей для использования комбинации из холодной штамповки и горячей формовки.

В одном предпочтительном варианте осуществления деталью является подвергнутая закалке под прессом стальная деталь, имеющая переменную толщину, то есть, 10 подвергнутая закалке под прессом стальная деталь изобретения может иметь толщину, которая не является однородной, но которая может варьироваться. Действительно, возможными являются достижение желательного уровня механического сопротивления в зонах, которые в наибольшей степени подвергаются воздействию внешних напряжений, и экономия массы в других зонах детали, подвергнутой закалке под прессом, что, таким 15 образом, вносит свой вклад в уменьшение массы транспортного средства. В частности, детали, имеющие неоднородную толщину, могут быть произведены в результате непрерывной подвижной прокатки, то есть, в результате осуществления технологического процесса, когда толщина листа, полученная после прокатки, является переменной в направлении прокатки, соотносясь с нагрузкой, которую прикладывали 20 через валки к листу во время технологического процесса прокатки.

Таким образом, в условиях изобретения возможным является изготовление в выгодном случае деталей транспортных средств, имеющих варьирующуюся толщину, в целях получения, например, катаной заготовки с заданными характеристиками. Говоря конкретно, деталь может представлять собой передний обвязочный брус, поперечину 25 сидения, брус боковины платформы кузова, поперечину приборной панели, передний усилитель пола, заднюю поперечину пола, задний обвязочный брус, центральную стойку, дверное кольцо или переднее сидение рядом с водителем.

Для автомобильной области применения после стадии фосфатирования деталь погружают в ванну для нанесения электроосаждаемого покрытия. Обычно толщина 30 слоя фосфата находится в диапазоне 1 - 2 мкм, а толщина слоя электроосаждаемого покрытия находится в диапазоне от 15 до 25 мкм, предпочтительно является уступающей или равной 20 мкм. Катафоретический слой обеспечивает дополнительную защиту от коррозии.

После стадии нанесения электроосаждаемого покрытия могут быть осаждены и 35 другие слои лакокрасочного покрытия, например, грунтовочное покрытие лакокрасочного покрытия, слой покрытия основы и слой покрывного покрытия.

Перед нанесением на деталь электроосаждаемого покрытия деталь прежде подвергают обезжириванию и фосфатированию в целях обеспечения адгезии при катафорезе.

40 Теперь изобретение будет разъяснено на пробах, реализованных только для информации. Они не являются ограничивающими.

#### Примеры

Для всех образцов использующиеся листовые стали представляют собой продукт 22MnB5. Состав стали представляет собой нижеследующее: C = 0,2252%; Mn = 1,1735%; 45 P = 0,0126%; S = 0,0009%; N = 0,0037%; Si = 0,2534%; Cu = 0,0187%; Ni = 0,0197%; Cr = 0,180%; Sn = 0,004%; Al = 0,0371%; Nb = 0,008%; Ti = 0,0382%; B = 0,0028%; Mo = 0,0017%; As = 0,0023% и V = 0,0284%.

Все покрытия осаждали в результате осуществления технологического процесса

гальванизации при погружении в расплав. Все покрытия имеют толщину 15 мкм.

Пример 1. Испытание на потенциал для обрезной кромки:

Пробы 1 - 4 получали и подвергали испытанию на электрохимический потенциал.

Реализовали испытание, заключающееся в измерении потенциала для обрезных кромок листовой стали с нанесенным покрытием. С данной целью каждую листовую сталь погружали в раствор, содержащий 2,43% (масс.) сульфата натрия и 0,1% (масс.) хлорида натрия. В раствор окунали также и насыщенный каломельный электрод (НКЭ). Измеряли потенциал связи для обрезных кромок. Результаты продемонстрированы в следующей далее таблице 1:

Пробы	Покрытие				Толщина (мкм)	Потенциал связи (В/НКЭ)
	Al	Si	Zn	Mg		
1 *	81	9	10	-	15	- 0,84
2 *	77	9	10	4	15	- 0,84
3 *	73	9	10	8	15	- 0,84
4	91	9	-	-	15	- 0,625

\*: примеры, соответствующие изобретению.

Пробы, соответствующие изобретению, (пробы 1 - 3) характеризуются меньшим потенциалом связи в сопоставлении с покрытием, содержащим алюминий и 9% (масс.) кремния. Потенциалы связи для проб 1 - 3 в соответствии с требованиями составляют менее, чем – 0,78 В/НКЭ.

Пример 2. Испытание на коррозию обрезной кромки:

Пробы от 5 до 12 получали и подвергали испытанию на коррозию для оценки защиты обрезной кромки листовых сталей с нанесенными покрытиями.

Все пробы погружали в раствор, содержащий 2,43% (масс.) сульфата натрия и 0,1% (масс.) хлорида натрия, на 50 часов. Наличие коррозии на обрезных кромках листовой стали с нанесенным покрытием наблюдали невооруженным глазом: 0 обозначает превосходно, другими словами, имеется маленькая коррозия, или коррозия отсутствует, а 5 обозначает очень плохо, другими словами, на обрезных кромках имеется большая коррозия. Результаты продемонстрированы в следующей далее таблице 2:

Пробы	Покрытие				Толщина (мкм)	Коррозия
	Al	Si	Zn	Mg		
5 *	86	9	5	-	15	2
6 *	81	9	10	-	15	1,5
7 *	71	9	20	-	15	1
8 *	77	9	10	4	15	0
9 *	73	9	10	8	15	0
10 *	67	9	20	4	15	0
11 *	63	9	20	8	15	0
12	91	9	-	-	15	5

\*: примеры, соответствующие изобретению.

Пробы от 5 до 11 демонстрируют наличие очень хорошей защиты от коррозии на обрезных кромках листовой стали с нанесенным покрытием. В противоположность этому, проба 12 не демонстрирует наличия достаточной стойкости к коррозии на обрезных кромках.

Пример 3. Испытание на электрохимическое поведение:

Пробы от 13 до 16 получали и подвергали испытанию на электрохимический потенциал.

Реализовали испытание, заключающееся в измерении электрохимического потенциала

для поверхности листовой стали с нанесенным покрытием. Листовые стали и покрытия разделяли и погружали в раствор, содержащий 5% (масс.) хлорида натрия, при pH 7. В раствор окунали также и насыщенный каломельный электрод (НКЭ). Измеряли потенциал связи для поверхности с течением времени. Результаты продемонстрированы в следующей далее таблице 3:

Пробы	Покрытие				Толщина (мкм)	Потенциал связи (В/НКЭ)
	Al	Si	Zn	Mg		
13 *	81	9	10	-	15	- 0,98
14 *	77	9	10	4	15	- 0,98
15 *	73	9	10	8	15	- 0,99
16	0,2	-	99,8	-	7	- 1,00

\*: примеры, соответствующие изобретению.

Пробы от 13 до 15 демонстрируют наличие жертвенной защиты, такой как в случае покрытия из цинка. Потенциалы связи в соответствии с требованиями составляют менее, чем – 0,78 В/НКЭ.

Пример 4. Испытание на коррозию:

Пробы от 17 до 20 получали и подвергали испытанию на коррозию для оценки защиты листовых сталей с нанесенными покрытиями.

Реализовали испытание, заключающееся в осуществлении для листовой стали с нанесенным покрытием циклов коррозии в соответствии с нормативом VDA 233-102. С данной целью пробы помещали в камеру, где на пробах испаряли водный раствор хлорида натрия при 1% (масс.) при расходе 3 мл.час<sup>-1</sup>. Температура варьировалась в диапазоне от 50 до – 15°C, а влагосодержание варьировалось в диапазоне от 50 до 100%. Фигура 1 иллюстрирует один цикл в соответствии со 168 часами, то есть, одной неделей.

Наличие коррозии на листовой стали с нанесенным покрытием наблюдали невооруженным глазом: 0 обозначает превосходно, другими словами, имеется маленькая коррозия, или коррозия отсутствует, а 5 обозначает очень плохо, другими словами, имеется большая коррозия. Результаты продемонстрированы в следующей далее таблице 4:

Пробы	Покрытие				Толщина (мкм)	Количество циклов					
	Al	Si	Zn	Mg		1	5	7	10	15	20
17 *	81	9	10	-	15	0	0	0,5	1	3	4
18 *	77	9	10	4	15	0	0	0	0	0	0
19 *	73	9	10	8	15	0	0	0	0	0	0
20	0,2	-	99,8	-	7	0	2	4	НД	НД	НД

\*: примеры, соответствующие изобретению, НД: не делали.

Пробы от 17 до 19 демонстрируют наличие превосходной защиты от коррозии, в частности, при содержании в покрытии магния (пробы 18 и 19).

Пример 5. Испытание на коррозию в отношении процарапанных проб:

Пробы от 21 до 24 получали и подвергали испытанию на коррозию для оценки защиты листовых сталей с нанесенными покрытиями.

Сначала все пробы процарапывали на ширину 0,5, 1 и 2 мм, после этого все пробы подвергали воздействию циклов коррозии в соответствии с нормативом VDA 233-102, что представлено на фигуре 1.

Наличие коррозии на листовой стали с нанесенным покрытием в области царапин наблюдали невооруженным глазом: 0 обозначает превосходно, другими словами, в

области царапины имеется маленькая коррозия, или коррозия отсутствует, а 5 обозначает очень плохо, другими словами, в области царапины имеется большая коррозия. Результаты продемонстрированы в следующей далее таблице 5:

5	Пробы	Покрытие				Толщина (мкм)	Количество циклов					
		Al	Si	Zn	Mg		1	2	3	4	5	6
	21 *	81	9	10	-	15	0	0	0,5	1	2	3
	22 *	77	9	10	4	15	0	0	0	0	0	0
	23 *	73	9	10	8	15	0	0	0	0	0	0,5
	24	0,2	-	99,8	-	10	0	0	0	1	2	3

10 \*: примеры, соответствующие изобретению.

Пробы, соответствующие изобретению, (пробы от 21 до 23) демонстрируют наличие превосходной защиты от коррозии, в частности, при содержании в покрытии магния (пробы 22 и 23).

15 Пример 6. Испытание на коррозию в отношении термообработанных и процарапанных проб:

Пробы от 25 до 28 получали и подвергали испытанию на коррозию для оценки защиты листовых сталей с нанесенными покрытиями после аустенизационной обработки.

20 Все пробы разрезали в целях получения заготовки. После этого заготовки нагревали при температуре 900°C в течение времени пребывания, варьирующегося в диапазоне от 5 до 10 минут. Заготовки переводили в прессовый штамп и подвергали горячей штамповке в целях получения деталей. После этого детали охлаждали для получения закалки в результате мартенситного превращения. Все пробы подвергали воздействию 6 циклов коррозии в соответствии с нормативом VDA 233-102, что представлено на фигуре 1.

25 Наличие коррозии на листовой стали с нанесенным покрытием в области царапин наблюдали невооруженным глазом: 0 обозначает превосходно, другими словами, в области царапины имеется маленькая коррозия, или коррозия отсутствует, а 5 обозначает очень плохо, другими словами, в области царапины имеется большая коррозия. Результаты продемонстрированы в следующей далее таблице 6:

30	Пробы	Покрытие				Толщина (мкм)	Время пребывания (мин)	
		Al	Si	Zn	Mg		5	10
	25 *	71	9	20	-	15	1	1
	26 *	77	9	10	4	15	0,5	0,5
	27 *	73	9	10	8	15	2	3
35	28	91	9	-	-	15	5	5

35 \*: примеры, соответствующие изобретению.

Пробы от 25 до 27 демонстрируют наличие хорошей защиты от коррозии в сопоставлении с покрытием, содержащим алюминий и кремний, (проба 28).

40 Пример 7. Испытание на электрохимическое поведение:

Пробы от 29 до 40 получали и подвергали испытанию на электрохимический потенциал после аустенизационной обработки.

45 Все пробы разрезали в целях получения заготовки. После этого заготовки нагревали при температуре 900°C в течение времени пребывания 5 минут. Заготовки переводили в прессовый штамп и подвергали горячей штамповке в целях получения деталей. После этого детали охлаждали для получения закалки в результате мартенситного превращения.

Реализовали испытание, заключающееся в измерении электрохимического потенциала для поверхности листовых сталей с нанесенным покрытием. Листовые стали и покрытия

разделяли и погружали в раствор, содержащий 5% (масс.) хлорида натрия, при pH 7. В раствор также окунали и насыщенный каломельный электрод (НКЭ). Измеряли степень жертвенной защиты, также называемую гальванической связью, с течением времени. Другими словами, оценивали то, насколько долго покрытие остается жертвенным в данных условиях. Результаты продемонстрированы в следующей далее таблице 7:

Пробы	Покрытие				Толщина (мкм)	Гальваническая связь (часы)
	Al	Si	Zn	Mg		
29	88	2	10	-	15	0
30	83	2	15	-	15	0
31	80	5	15	-	15	0
32 *	81	9	10	-	15	16
33 *	77	9	10	4	15	45
34 *	73	9	10	8	15	7
35 *	76	9	15	-	15	26
36 *	83	9	15	2	15	84
37 *	71	9	20	-	15	140
38 *	67	9	20	4	15	91
39 *	63	9	20	8	15	14
40	91	9	-	-	15	0

\*: примеры, соответствующие изобретению.

Пробы от 32 до 39, соответствующие изобретению, демонстрируют наличие и сохранение жертвенной защиты с течением времени.

#### (57) Формула изобретения

1. Листовая сталь с нанесенным металлическим покрытием, содержащим от 2,0 до 24,0 мас.% цинка, от 7,1 до 12,0 мас.% кремния, от 1,1 до 8,0 мас.% магния, не более чем 3,0 мас.% железа и дополнительные элементы, выбранные из Pb, Ni, Zr или Hf, при этом массовое содержание каждого дополнительного элемента не превышает 0,3 мас.%, причем остальное представляет собой алюминий и неизбежные примеси, при этом соотношение Al/Zn составляет более чем 2,9.

2. Листовая сталь по п. 1, в которой соотношение Al/Zn является меньшим или равным 8,5.

3. Листовая сталь по п. 2, в которой соотношение Al/Zn находится в диапазоне от 3,0 до 7,5.

4. Листовая сталь по п. 3, в которой соотношение Al/Zn находится в диапазоне от 4,0 до 6,0.

5. Листовая сталь по любому из пп. 1-4, в которой микроструктура металлического покрытия содержит фазу Al-Zn.

6. Листовая сталь по любому из пп. 1-5, в которой покрытие содержит от 10,0 до 20,0 мас.% цинка.

7. Листовая сталь по п. 6, в которой покрытие содержит от 10,0 до 15,0 мас.% цинка.

8. Листовая сталь по любому из пп. 1-7, в которой покрытие содержит от 8,1 до 10,0 мас.% кремния.

9. Листовая сталь по любому из пп. 1-8, в которой покрытие содержит от 3,0 до 8,0 мас.% магния.

10. Листовая сталь по п. 9, в которой покрытие содержит от 3,0 до 5,0 мас.% магния.

11. Листовая сталь по любому из пп. 1-10, в которой микроструктура упомянутого покрытия содержит фазу Mg<sub>2</sub>Si.

12. Листовая сталь по любому из пп. 1-11, в которой микроструктура упомянутого покрытия содержит фазу  $MgZn_2$ .

13. Листовая сталь по любому из пп. 1-12, в которой количество алюминия составляет более чем 71 мас. %.

5 14. Листовая сталь по любому из пп. 1-13, в которой количество алюминия составляет более чем 76 мас. %.

15. Листовая сталь по любому из пп. 1-14, в которой толщина покрытия находится в диапазоне от 5 до 50 мкм.

10 16. Листовая сталь по п. 15, в которой толщина покрытия находится в диапазоне от 10 до 35 мкм.

17. Листовая сталь по п. 16, в которой толщина покрытия находится в диапазоне от 12 до 18 мкм.

18. Листовая сталь по п. 16, в которой толщина покрытия находится в диапазоне от 26 до 31 мкм.

15 19. Листовая сталь по любому из пп. 1-18, в которой покрытие не содержит элементов, выбранных из Cr, Mn, Ti, Ce, La, Nd, Pr, Ca, Bi, In, Sn и Sb или их комбинаций.

20. Деталь с нанесенным металлическим покрытием, полученная из листовой стали с нанесенным покрытием по любому из пп. 1-19 посредством ее горячей формовки и/или холодной штамповки.

20 21. Деталь по п. 20, являющаяся подвергнутой закалке под прессом стальной деталью, имеющей переменную толщину.

22. Деталь по п. 21, в которой указанная переменная толщина получена посредством осуществления технологического процесса непрерывной гибкой прокатки.

25 23. Деталь по любому из пп. 20-22, являющаяся изготовленной на заказ прокатной заготовкой.

24. Деталь по любому из пп. 20-23, представляющая собой передний обвязочный брус, поперечину сидения, брус боковины платформы кузова, поперечину приборной панели, передний усилитель пола, заднюю поперечину пола, задний обвязочный брус, центральную стойку, дверное кольцо или переднее пассажирское сидение.

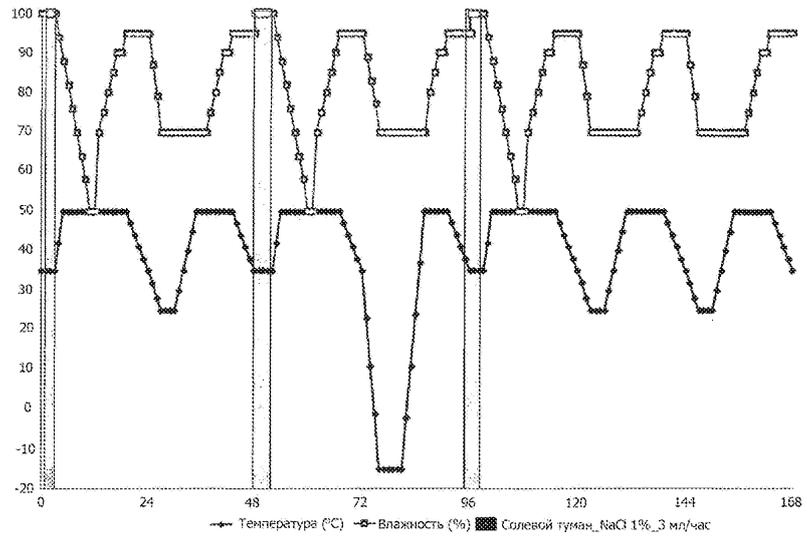
30 25. Применение детали по любому из пп. 20-24 для изготовления автомобильного транспортного средства.

35

40

45

1/1



ФИГ. 1