



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

C21D 1/18 (2006.01)

C21D 6/00 (2006.01)

C21D 7/13 (2006.01)

C21D 9/48 (2006.01)

C22C 38/38 (2006.01)

C22C 38/32 (2006.01)

C23C 2/06 (2006.01)

C23C 2/26 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009135392/02, 22.02.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.02.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

23.02.2007 EP 07003812.0

02.03.2007 EP 07004332.8

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2011 Бюл. № 9

(45) Опубликовано: 10.12.2012 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2001/0042393 A1, 22.11.2001. RU
2037550 C1, 19.06.1995. RU 2073070 C1,
10.02.1997. US 2007/0000117 A1, 04.01.2007. JP
2002-285311 A, 03.10.2002. EP 1621645 A1,
01.02.2006.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 23.09.2009(86) Заявка РСТ:
EP 2008/052213 (22.02.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/102012 (28.08.2008)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ВЛОТ Маргот Джулия (NL),
ВАН ТОЛ Роланд Теодор (NL)

(73) Патентообладатель(и):

ТАТА СТИЛ ЭЙМЕЙДЕН Б.В. (NL)

(54) СПОСОБ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИДАНИЯ ФОРМЫ КОНЕЧНОМУ ПРОДУКТУ С
ОЧЕНЬ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТЬЮ И ПОЛУЧЕННЫЙ ТАКИМ ОБРАЗОМ ПРОДУКТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к получению деталей для автомобилестроения термомеханической обработкой горячекатаных и/или холоднокатаных стальных полос или листов, снабженных слоем покрытия из цинкового сплава. Сталь полосы или листа содержит, в мас. %: $0,04 < C < 0,5$, $0,5 < Mn < 3,5$, $Si < 1,0$, $0,01 < Cr < 1$, $Ti < 0,2$, $Al < 2,0$, $P < 0,1$, $N < 0,015$,

$S < 0,05$, $B < 0,015$, железо и неизбежные примеси остальное, при этом $Ti - 3,4$ $N < 0,05$. Покрытие из цинкового сплава состоит из 0,3-2,3% Mg и 0,6-2,3% Al; необязательно самое большее 0,2% одного или более дополнительных элементов из Pb, Sb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr или Bi; неизбежных примесей; остальное цинк. Разрезают полосу или лист с получением листовой стальной заготовки, которую подвергают

термомеханической обработке для получения конечной детали с заданными свойствами. Обработка включает нагрев заготовки до температуры выше A_{c1} для, по меньшей мере, частичной аустенизации, придание формы заготовке с получением детали при

повышенной температуре и быстрое охлаждение детали. Получаемые детали имеют высокую прочность и коррозионную стойкость, а также хорошую способность к покраске, нанесению клея или фосфатированию. 2 н. и 6 з.п. ф-лы.

RU 2 4 6 9 1 0 2 C 2

RU 2 4 6 9 1 0 2 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C21D 1/18 (2006.01)*C21D* 6/00 (2006.01)*C21D* 7/13 (2006.01)*C21D* 9/48 (2006.01)*C22C* 38/38 (2006.01)*C22C* 38/32 (2006.01)*C23C* 2/06 (2006.01)*C23C* 2/26 (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009135392/02, 22.02.2008**(24) Effective date for property rights:
22.02.2008

Priority:

(30) Convention priority:

23.02.2007 EP 07003812.0**02.03.2007 EP 07004332.8**(43) Application published: **27.03.2011 Bull. 9**(45) Date of publication: **10.12.2012 Bull. 34**(85) Commencement of national phase: **23.09.2009**

(86) PCT application:

EP 2008/052213 (22.02.2008)

(87) PCT publication:

WO 2008/102012 (28.08.2008)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

VLOT Margot Dzhulija (NL),**VAN TOL Roland Teodor (NL)**

(73) Proprietor(s):

TATA STIL EhJMEJDEN B.V. (NL)**(54) METHOD OF THERMOMECHANICAL SHAPING OF FINISHED PRODUCT WITH VERY HIGH STRENGTH, AND PRODUCT PRODUCED IN SUCH WAY**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: steel strip or plate contains the following, wt %: $0.04 < C < 0.5$, $0.5 < Mn < 3.5$, $Si < 1.0$, $0.01 < Cr < 1$, $Ti < 0.2$, $Al < 2.0$, $P < 0.1$, $N < 0.015$, $S < 0.05$, $B < 0.015$, iron and inevitable impurities are the rest; at that, $Ti - 3.4$, $N < 0.05$. Coating made from zinc alloy contains 0.3 - 2.3% Mg and 0.6 - 2.3% Al; optionally, the highest content is 0.2% of one or more additional elements of Pb, Sb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr or Bi; inevitable impurities; zinc is the rest. Strip or plate is cut

so that steel plate workpiece is obtained, which is subject to thermomechanical treatment to obtain finished part with specified properties. Treatment includes heating of workpiece to the temperature that is higher than A_{cl} for at least partial austenisation, shaping of the workpiece so that the part is obtained at increased temperature and quick cooling of the part.

EFFECT: produced parts have higher strength and corrosion resistance, good ability to painting, application of adhesive or phosphatisation.

8 cl

Изобретение относится к способу термомеханического придания формы конечному продукту с очень высокой прочностью и полученному таким образом продукту.

Во многих известных решениях по высокопрочной стали повышение прочности связано с уменьшением способности к штампуемости. Для сталей, подобных трипп-
5 сталям, двухфазным сталям и даже TWIP-сталям, пытаются увеличить прочность стали путем тщательно отрегулированной комбинации химического состава и обработки. Многие из таких сталей имеют проблемы со свариваемостью. Химический состав сталей может быть таким, что свариваемость ухудшена, или сварка может
10 разрушить тщательно выработанную микроструктуру в результате воздействия тепла во время сварки. Это означает, что произведенная деталь, которую сваривают с другой деталью, может быть прочной вообще, но непрочной в месте сварных швов. Кроме того, вышеупомянутые стали все страдают от упругого последействия после
15 придания формы, причем все больше и больше, с увеличением предела текучести.

По меньшей мере, некоторые из этих проблем могут быть преодолены с помощью разделения способностей к формоизменению и тех способностей к формоизменению, которые требуются для использования. Характеристики, требуемые для
использования, получают вследствие термомеханической обработки с приданием
20 формы стальной детали. В отношении термомеханической обработки для придания формы можно указать, что такая обработка означает то, что придание формы и термическую обработку совмещают или с помощью операции придания формы с последующей термической обработкой, или с помощью операции придания формы во время термической обработки. Покрытие детали с целью коррозионной защиты
25 обычно проводят на обработанных деталях, которое требует тщательной очистки поверхностей и любых полых частей. К тому же термомеханическая обработка должна проводиться в контролируемой атмосфере для предотвращения какого-либо обезуглероживания и/или окисления металла в листе. Стальные листы, которые не
30 имеют какого-либо предварительного покрытия, требуют дополнительной обработки поверхности, такой как удаление окалины и/или нанесение покрытия. Если покрытие наносят на обработанную деталь, то поверхности и полые участки детали должны быть очень тщательно очищены. Упомянутая очистка может требовать применения кислот или щелочей, утилизация и хранение которых влекут за собой значительные
35 финансовые затраты и опасности для персонала и окружающей среды. Дополнительная обработка сталей с очень высокими механическими свойствами после покрытия может также быть причиной растрескивания, вызванного водородом, при цинковании электролитическим способом или изменения механических свойств
40 сталей в ванне для цинкования предварительно сформированных деталей.

По этой причине были предложены предварительно покрытые стали, пригодные для термомеханической обработки с приданием формы. Проблема с такими
покрытыми сталями заключается в том, что адгезия покрытия к стальной подложке является недостаточной и оно отслаивается до, во время или после термомеханической
45 обработки с приданием формы. Другой проблемой до сих пор считалась возможность плавления, текучести и загрязнения инструментами для формоизменения покрытия из цинкового сплава, нанесенного на металлическую поверхность в горячем состоянии во время тепловой обработки при температурах, превышающих температуру
50 плавления цинка. Это означало бы, что при серийном производстве качество имеющего форму продукта, вероятно, ухудшится как по качеству формы, так и поверхности или что формообразующие инструменты должны очищаться много раз для предотвращения этого ухудшения. К тому же в процессе горячей штамповки

наросст нагара может повредить формообразующие инструменты вследствие его абразивности, что уменьшит размерное и эстетическое качество получаемых деталей или потребует частого и дорогостоящего ремонта инструмента.

5 Целью изобретения является обеспечение способа получения предварительно покрытой горячекатаной или холоднокатаной стальной полосы или тонкого листа желательной толщины, имеющих превосходную способность к формоизменению, и который после термомеханической обработки с приданием формы, осуществленной на обработанной ленте или тонком листе, делает возможным получение предела
10 текучести выше 1000 МПа, значительного сопротивления ударам, усталости, истиранию и износу, наряду с сохранением хорошего сопротивления коррозии, а также хорошей способности к покраске, нанесению клея и фосфатированию, при этом покрытие проявляет превосходную адгезию к стальной подложке и покрывающие свойства по отношению к подложке до, во время и после термомеханической
15 обработки с приданием формы, таким образом сообщая всегда превосходную защиту от коррозии.

Целью изобретения также является обеспечить снабженную покрытием сталь, как описано выше в настоящем описании, которая позволяет проведение механической
20 части термомеханической обработки при повышенных температурах с последующим упрочнением в формообразующем инструменте, при этом покрытие проявляет превосходную адгезию и покрывающие свойства до, во время и после термомеханической обработки.

Одной или более из этих целей достигают с помощью обеспечения способа
25 термомеханической обработки с приданием формы конечному продукту с очень высокой прочностью, который включает в себя этапы:

- обеспечения снабженной покрытием горячекатаной и/или холоднокатаной стальной полосы или тонкого листа, содержащей (все процентные содержания в
30 мас.%):

0,04% < углерод < 0,5%

0,5% < марганец < 3,5%

кремний < 1,0%

35 0,01% < хром < 1%

титан < 0,2%

алюминий < 2,0%

фосфор < 0,1%

азот < 0,015% N

40 серу < 0,05%

бор < 0,015%

неизбежные примеси

остальное - железо,

причем сталь покрыта слоем покрытия из цинкового сплава, при этом цинковый
45 сплав состоит из 0,3-4,0% Mg и 0,05-6,0% Al; необязательно самое большее 0,2% одного или более дополнительных элементов; неизбежных примесей; причем остатком является цинк;

- разрезания тонкого стального листа для получения заготовки из тонколистовой
50 стали;

- термомеханического придания формы заготовке из тонколистовой стали до конечного продукта с его конечными свойствами.

Предпочтительно, содержание титана больше, чем количество, требуемое для

стехиометрического связывания азота, так что $Ti > 3,4 N$. Если весь азот связывается с титаном, то азот уже не может реагировать с бором. Может быть использован минимальный уровень содержания алюминия в 0,05%, поскольку не является важным предотвращение всех реакций между Fe и Zn. Без какого-либо алюминия толстые твердые кристаллы сплава Fe-Zn нарастают на стальной поверхности, и толщина покрытия не может быть ровно отрегулирована чистовой обработкой газом. Содержание алюминия в 0,05% является достаточным для предотвращения проблематичного образования сплава Fe-Zn. Предпочтительно, минимальное содержание алюминия в слое покрытия из цинкового сплава составляет, по меньшей мере, 0,3%. Бор, главным образом, необходим для подавления образования феррита, для того чтобы позволить образование мартенсита при более низких критических скоростях охлаждения, таким образом ограничивая риск деформации обработанных давлением изделий во время охлаждения. Если бор реагирует с азотом, то получающееся соединение BN больше не является эффективным. Предпочтительно, количество титана подгоняют к содержанию азота, для того чтобы не добавлять слишком много титана, потому что это дорогостоящий легирующий элемент. Кроме того, избыток титана может реагировать с углеродом с образованием частиц карбида титана, и эти жесткие частицы могут испортить формообразующие инструменты или вызвать их чрезмерный износ. Предпочтительно, максимальное содержание титана поэтому ограничено до $Ti - 3,4N < 0,05\%$, но более предпочтительно $Ti - 3,4N < 0,02\%$. Предпочтительно, суммарное количество дополнительных элементов в цинковом сплаве составляет самое большее 0,2%. Хром, марганец и углерод добавляют в состав стали согласно изобретению для их воздействия на способность к упрочнению. К тому же углерод делает возможным достижение высоких механических свойств благодаря его влиянию на твердость мартенсита. Алюминий вводят в состав, для того чтобы связывать кислород и защитить действенность бора. Считают, что алюминий также предотвращает рост аустенитного зерна. Сталь в тонком листе может подвергаться обработке для глобуляризации сульфидов, образованных с кальцием, который имеет действие по улучшению усталостной прочности тонкого листа. Фосфор составляет, предпочтительно, $< 0,05\%$.

Покрытие из цинкового сплава может быть нанесено в линии горячего цинкования погружением в расплав и может комбинироваться с непрерывной рекристаллизацией или этапом восстановительного отжига. В варианте воплощения изобретения операцией термомеханической обработки с приданием формы является операция штамповки.

Покрытая стальная полоса согласно изобретению проявляет превосходные коррозионные характеристики. Кроме того, слой покрытия из цинкового сплава, содержащего магний, обеспечивает смазывание во время этапа термомеханической обработки с приданием формы, и адгезия слоя покрытия до, во время и после термомеханической обработки с приданием формы является хорошей. К тому же элементы слоя покрытия из цинкового сплава цинкового сплава диффундируют в стальную подложку во время продолжительного воздействия нагрева, когда покрытый стальной материал нагревают до температуры горячей штамповки, таким образом получая диффузионное покрытие, пока магний и алюминий окисляются. Это диффузионное покрытие уже обеспечивает стальную подложку коррозионной защитой несмотря на то, что это, как считают, способствует адгезии из цинкового сплава из слоя покрытия к стальной подложке. Толщина Zn-диффузионного слоя должна быть выбрана такой, чтобы достигалась активная коррозионная защита после

этапа штамповки и охлаждения.

Обычно считается, что Mg-содержащие цинковые слои более жесткие, чем не содержащие Mg цинковые слои. Несмотря на то что это обычно означает то, что слои являются более хрупкими, авторы изобретения обнаружили, что адгезия слоя
 5 покрытия из цинкового сплава была настолько лучше и что даже при высоком контактном давлении во время придания формы слой покрытия из цинкового сплава не поддается воздействию давления и остается на месте, чтобы защитить продукт от коррозии во время и после придания формы. Это может быть, как полагают, из-за
 10 того, что добавление Mg является полезным в содействии смазке между покрытой сталью и (горячими) формообразующими инструментами. Авторы изобретения полагают, что образование оксида Mg на слое цинкового сплава защищает цинк от испарения. Уменьшенное испарение цинка является также полезным на выступающем
 15 участке во время горячего цинкования путем погружения в расплав. Выступ является местом, где полоса входит в цинковую ванну. Обычно цинк испаряется и образует пыль (цинка и оксида цинка) на более холодных участках, которая может упасть на полосу и поверхность цинковой ванны на выступе. Это может вести к дефектам в цинковом покрытии. Оксид Mg на поверхности ванны ограничивает испарение цинка
 20 на этом участке и снижает вероятность дефектов в цинковом покрытии. Наконец, фосфатируемость улучшается в результате добавления Mg.

Из-за образования Fe_2Al_5 слой покрытия всегда содержит некоторое количество железа, даже если ванна для нанесения слоя покрытия не содержит железо в качестве
 25 дополнительного элемента, как описано выше. Железо составляет неизбежную примесь ввиду того, что используют стальную подложку. Железо не является дополнительным элементом и, предпочтительно, не должно превышать 1,5% или, более предпочтительно, - 1,0%. В варианте воплощения изобретения содержание железа в слое покрытия ограничено 0,6% и ниже, предпочтительно - 0,4%. Даже более
 30 предпочтительно, количество ограничено 0,2% и ниже.

Авторы изобретения обнаружили, что стали согласно изобретению обеспечивают превосходную смачиваемость подложки слоем покрытия из цинкового сплава согласно изобретению, превосходную адгезию во время термомеханической
 35 обработки с приданием формы, быстрое образование интерметаллического слоя железо-цинк при воздействии высокой температуры, превосходное закрытие трещины для любых трещин, образовавшихся в покрытии во время штамповки, хорошую стойкость к истиранию во время штамповки и обеспечивают хорошую коррозионную стойкость до, во время и после термомеханической операции, включая в себя защиту
 40 кромок деталей вследствие гальванического взаимодействия цинка со сталью. Таким образом, получают комбинацию стальной подложки, имеющей желательные механические свойства, с превосходной коррозионной защитой. Содержание алюминия ограничено 6%, потому что свыше 6% ухудшается свариваемость.

Дополнительным элементом, который мог быть добавлен в небольшом количестве,
 45 менее 0,2 мас.%, может быть Pb или Sb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr или Bi. Pb, Sn, Bi и Sb обычно добавляют для образования блесков. Такие небольшие количества дополнительного элемента не изменяют в значительной степени свойства ни покрытия, ни ванны для обычных применений. Предпочтительно, когда присутствуют
 50 один или более дополнительных элементов в покрытии из цинкового сплава, то каждый присутствует в количестве < 0,02 мас.%, предпочтительно, каждый присутствует в количестве < 0,01 мас.%. Это связано с тем, что дополнительные элементы не меняют коррозионную стойкость в значительной степени по сравнению с

добавлением магния и алюминия и дополнительные элементы делают покрытую стальную полосу более дорогостоящей. Дополнительные элементы обычно добавляют только для предотвращения шлаковых выделений в ванне с расплавленным цинковым сплавом для горячего цинкования погружением в расплав или для образования блесков в слое покрытия. Дополнительные элементы, таким образом, поддерживают на как можно более низком уровне содержания. Количество цинкового сплава на одной стороне стальной полосы должно быть между 25 и 600 г/м². Это соответствует толщине между примерно 4 и 95 мкм. Предпочтительно, толщина составляет между примерно 3 и 20 мкм (50-140 г/м²), потому что более толстые покрытия не являются необходимыми для большинства применений. Слой покрытия из цинкового сплава согласно изобретению улучшает защиту от коррозии при толщине самое большее 12 мкм. Более тонкий слой покрытия является полезным для сваривания вместе двух тонких листов стали со слоем покрытия согласно изобретению, например, лазерной сваркой. В предпочтительном варианте воплощения слой покрытия из цинкового сплава имеет толщину 3-10 мкм, причем это является предпочтительным диапазоном толщины для автомобильных применений. Согласно дополнительному варианту воплощения слой покрытия из цинкового сплава имеет толщину 3-8 мкм или даже 7 мкм. Такая толщина является предпочтительной, когда важны улучшенные лазерные сварные швы, которые получают без прокладки.

В одном варианте воплощения покрытая сталь включает в себя следующий состав (все процентные содержания в мас.%):

0,15% < углерод < 0,5%

0,5% < марганец < 3%

0,1% < кремний < 0,5%

0,01% < хром < 1%

титан < 0,2%

алюминий < 0,1%

фосфор < 0,1%

азот < 0,01%

сера < 0,05%

0,0005% < бор < 0,015%

неизбежные примеси

остальное - железо.

В варианте воплощения изобретения стальная подложка состоит только из легирующих элементов, которые однозначно заявлены. Другие элементы, такие как кислород или редкоземельные элементы, могут только присутствовать в качестве неизбежных примесей, и остальное - железо.

Для того чтобы дополнительно улучшить качество покрытия из цинкового сплава, может быть использован этап отжига с гальванической обработкой после этапа покрытия цинковым сплавом и до этапа охлаждения до температуры окружающей среды. Этап отжига с гальванической обработкой может включать в себя нагревание полосы, например, в течение 20-40 секунд от 470 до 550°C, сразу вслед за горячим цинкованием погружением в расплав, для того чтобы достигнуть содержания железа в покрытии из цинкового сплава вплоть до 15%, предпочтительно - между 7 и 13%, например примерно 10%.

В варианте воплощения изобретения термомеханическая обработка с приданием формы включает в себя придание формы стальной тонколистовой заготовке с получением продукта при температуре окружающей среды, воздействие на

упомянутый продукт термической обработки путем нагревания продукта свыше A_{c1} , для того чтобы, по меньшей мере, частично аустенизировать продукт, с последующим быстрым охлаждением продукта, для того чтобы получить конечный продукт с его конечными свойствами. Быстрое охлаждение предпочтительно осуществляют, пока продукт является несвободным, например, в формообразующих инструментах или нагревающих инструментах, чтобы исключить искажения формы или коробление, происходящие во время охлаждения. Необязательно избавляются от любого припуска после штамповки продукта и до термической обработки. Альтернативно или дополнительно может быть осуществлена отделка конечного продукта после термической обработки, например, с помощью лазерной резки. Отделка также может быть осуществлена, пока продукт термически обрабатывается или охлаждается.

Этот вариант воплощения предусматривается для ситуации, в которой механическая обработка отделена от термической обработки, то есть этап придания формы осуществляют при температуре окружающей среды и термическую обработку осуществляют после этапа придания формы, чтобы придать продукту его конечные свойства. Стальной тонкий лист режут для получения стальной тонколистовой заготовки, стальной тонколистовой заготовке придают форму для получения продукта, деталь, полученную таким образом, затем нагревают до температуры свыше A_{c1} для, по меньшей мере, частичной аустенитизации заготовки и быстро охлаждают, предпочтительно, со скоростью охлаждения выше, чем критическая скорость охлаждения, и, предпочтительно, в прессе, чтобы придать конечному продукту высокие механические свойства.

Этот вариант воплощения также относится к способу получения продукта, начиная с покрытого тонкого листа, в котором после придания формы покрытие продукта подвергают нагреву со скоростью более $5^{\circ}\text{C}/\text{с}$ и которая может превышать $600^{\circ}\text{C}/\text{с}$. В другом варианте воплощения изобретения термомеханическую обработку с приданием формы осуществляют с нагревом стальной тонколистовой заготовки до температуры свыше A_{c1} , такой как температура выше 750°C , для, по меньшей мере, частичной аустенитизации заготовки, а также осуществляют придание формы заготовке с получением продукта при повышенной температуре и быстрое охлаждение продукта для получения конечного продукта с его конечными свойствами.

В этом варианте воплощения стальной тонкий лист режут для получения стальной тонколистовой заготовки, причем стальной тонкий лист нагревают до температуры свыше A_{c1} для, по меньшей мере, частичной аустенитизации заготовки, затем стальной тонколистовой заготовке придают форму, чтобы получить продукт, а деталь, полученную таким образом, затем быстро охлаждают, предпочтительно, со скоростью, более высокой, чем критическая скорость охлаждения, для придания ей высоких механических свойств. Отделка припусков и охлаждение продукта являются такими, как описано выше. В предпочтительном варианте воплощения операция отделки совмещена с операцией штамповки, при этом устройство для отделки предусмотрено в формообразующих инструментах, для того чтобы отделать продукт сразу после штамповки продукта в прессе.

В другом варианте воплощения изобретения термомеханической обработки с приданием формы включает в себя придание формы стальной тонколистовой заготовке до продукта-предшественника при температуре окружающей среды, подвергание упомянутого продукта-предшественника термической обработке путем нагревания его выше A_{c1} для, по меньшей мере, частичной аустенитизации продукта-предшественника, придание ему формы при повышенной температуре и быстрое

охлаждение для получения конечного продукта с конечными свойствами. Таким образом, могут быть достигнуты значительно более высокие степени деформации, потому что напряжение деформации предшественника будет по существу снято или даже снято полностью, до второй деформации при повышенной температуре. В

предпочтительном варианте операцию отделки совмещают с операцией штамповки, при этом устройство для отделки предусмотрено в формообразующих инструментах, для того чтобы отделать продукт сразу после штамповки продукта в прессе.

Итак, сталь согласно изобретению применяют в одном из трех типов операций термомеханической обработки с приданием формы, начинающихся от заготовки, полученной из полосы или тонкого листа:

А) придание формы заготовке с получением продукта, подвергание упомянутого продукта термической обработке путем нагревания его выше A_{c1} , для, по меньшей мере, частичной аустенитизации с последующим быстрым охлаждением для получения конечного продукта с конечными свойствами; это иногда называют холодной штамповкой;

В) нагревание заготовки до температуры выше A_{c1} для, по меньшей мере, частичной аустенитизации, придание формы заготовке с получением продукта при повышенной температуре с последующим быстрым охлаждением для получения конечного продукта с конечными свойствами; это иногда называют горячей штамповкой;

С) придание формы заготовке до продукта-предшественника, подвергание упомянутого продукта-предшественника термической обработке путем нагревания его выше A_{c1} для, по меньшей мере, частичной аустенитизации, придание формы продукту-предшественнику с получением продукта при повышенной температуре с последующим быстрым охлаждением для получения конечного продукта с конечными свойствами; это может быть названо холодной штамповкой с последующей горячей штамповкой;

Во всех случаях быстрое охлаждение предпочтительно осуществляют при скорости охлаждения, более высокой, чем критическая скорость охлаждения, для придания высоких механических свойств. Получающийся конечный продукт не проявляет упругого последствия, потому что напряжения, вызванные этапом штамповки,

устранили с помощью термообработки. Охлаждение предпочтительно осуществляют, пока продукт еще находится в штамповочном прессе.

Во всех случаях обработка стали включает в себя этап нагревания до температуры, по меньшей мере, такой, когда в стали начинается аустенитное превращение (A_{c1}). Температура подогревания зависит от желательной степени аустенизации, причем полная аустенизация достигается при температуре свыше A_{c3} . Верхняя температура ограничивается ростом зерна при высоких температурах и испарением слоя покрытия. Следовательно, подходящая максимальная температура составляет $A_{c3}+50^{\circ}\text{C}$ или даже $A_{c3}+20^{\circ}\text{C}$. Температура подогрева зависит от достигаемой температуры и толщины материала, причем более толстый материал требует больше времени для достижения повсеместно однородной температуры. Состав стали оптимизирован, для того чтобы ограничить укрупнение зерен во время термической обработки. Если желательной микроструктурой после охлаждения является полностью мартенситная, то температура подогрева должна быть выше A_{c3} . Эти температуры A_{c1} и A_{c3} могут быть легко определены на дилатометре. Для полностью мартенситной структуры и для стали, имеющей состав по примеру, скорость охлаждения должна превышать критическую скорость закалки, которая составляет примерно $30^{\circ}\text{C}/\text{с}$ для аустенизации

при 950°C в течение 5 минут, причем тонкий лист имеет толщину примерно 1,5 мм. Критическая скорость охлаждения может быть также определена с использованием дилатометра, такого как марки 805A/D фирмы Bähr.

Возможно получить ферритно-бейнитную или ферритно-мартенситную структуры в любом из способов А, В или С путем нагревания до температуры между A_{c1} и A_{c3} с последующим соответственным охлаждением. Согласно достигаемому уровню стойкости и приложенной термической обработке одна или несколько фаз присутствует/присутствуют в соответственных пропорциях в конечной микроструктуре. Выбор температуры отжига определяет фракцию аустенита во время отжига. В комбинации с составом и скоростью охлаждения может быть получена желательная микроструктура после охлаждения. Для наиболее высоких уровней прочности конечная микроструктура преимущественно или даже полностью состоит из мартенсита. Некоторое количество остаточного аустенита может присутствовать в конечной микроструктуре после охлаждения. Металлографическое исследование после термической или термомеханической обработки на дилатометре делают возможным определение правильных параметров обработки для заданного химического состава стали.

В варианте воплощения изобретения цинковый сплав включает в себя 0,3-2,3 мас.% магния и 0,05-2,3 мас.% алюминия. С ограничением уровня магния до самое большее 2,3% уменьшается образование оксидных дросовых выделений на цинковой ванне, в то время как коррозионная защита остается на достаточно высоком уровне. С ограничением содержания алюминия улучшается свариваемость. Предпочтительно, алюминий составляет 0,6-2,3 мас.%. В предпочтительном варианте воплощения содержание кремния в слое цинкового сплава находится ниже 0,0010 мас.%. В варианте воплощения изобретения цинковый сплав содержит 0,3-4,0 мас.% магния и 0,05-1,6 мас.% алюминия. Предпочтительно, алюминий составляет 0,3-2,3 мас.%.

Согласно предпочтительному варианту воплощения стальную полосу снабжают слоем покрытия из цинкового сплава, причем цинковый сплав содержит 1,6-2,3 мас.% магния и 1,6-2,3 мас.% алюминия. Это является предпочтительным вариантом воплощения, так как при таких величинах коррозионная защита покрытия является максимальной и на коррозионную защиту не влияют небольшие изменения по составу. Свыше 2,3 мас.% магния и алюминия - покрытие становится достаточно дорогим и может стать хрупким и может снизиться качество поверхности покрытия.

В варианте воплощения изобретения стальную полосу снабжают слоем покрытия из цинкового сплава, в котором цинковый сплав содержит 0,05-1,3 мас.% алюминия и/или 0,3-1,3 мас.% магния. Предпочтительно, алюминий составляет 0,6-2,3 мас.%. С этими меньшими количествами алюминия и магния не являются необходимыми существенные изменения обычной ванны и устройства горячего цинкования погружением в расплав несмотря на то, что магний при уровнях между 0,3 и 1,3 мас.% значительно улучшает коррозионную стойкость. Обычно для таких количеств магния добавляли более 0,5 мас.% алюминия для предотвращения образования большего количества оксидных выделений на ванне, чем для обычных ванн; оксидные выделения могут вести к дефектам в покрытии. Покрытия с такими количествами магния и алюминия являются оптимальными для применений с высокими требованиями к качеству поверхности и улучшенной коррозионной стойкостью.

Предпочтительно, цинковый сплав содержит 0,8-1,2 мас.% алюминия и/или 0,8-1,2 мас.% магния. Такие количества магния и алюминия являются оптимальными для обеспечения покрытия с высокой коррозионной стойкостью, превосходным качеством

поверхности, превосходной штампуемостью и хорошей свариваемостью при ограниченных дополнительных расходах по сравнению с обычным горячим цинкованием погружением в расплав.

Согласно предпочтительному варианту воплощения стальную полосу обеспечили 5
слоем покрытия из цинкового сплава горячим цинкованием погружением в расплав, в котором количество алюминия в мас.% является таким же, как количество магния в мас.% плюс или минус максимум 0,3%. Обнаружили, что шлаковые выделения, образованные на ванне, сдерживаются до значительного уровня, когда количество 10
алюминия равняется или почти равняется количеству магния.

В варианте воплощения изобретения покрытая стальная подложка включает в себя:

0,15% < углерод < 0,40%

0,8% < марганец < 1,5%

0,1% < кремний < 0,35%

0,01% < хром < 1%

титан < 0,1%

алюминий < 0,1%

азот < 0,01%

фосфор < 0,05%

серу < 0,03%

0,0005% < бор < 0,01%,

неизбежные примеси

остальное - железо,

при этом $Ti > 3,4N$.

В предпочтительном варианте воплощения изобретения покрытая стальная подложка включает в себя:

0,15-0,25% C

1,0-1,5% Mn

0,1-0,35% Si

максимум 0,8% Cr, предпочтительно, 0,1-0,4% Cr

максимум 0,1% Al

0-0,05% Nb, предпочтительно, максимум 0,03%

0-0,01% N

0,01-0,07% Ti

фосфор < 0,05%, предпочтительно, < 0,03%

серу < 0,03%

0,0005 < бор < 0,008%,

неизбежные примеси

остальное - железо,

при этом $Ti > 3,4N$.

Предпочтительно, В составляет, по меньшей мере, 0,0015%. Было обнаружено, что 45
влияние бора становится особенно очевидным, если содержание бора составляло, по меньшей мере, 15 миллионных частей (15 ppm).

В предпочтительном варианте воплощения покрытая стальная подложка включает в себя:

0,15-0,25% C

1,0-1,5% Mn

0,1-0,35% Si

максимум 0,8% Cr, предпочтительно, 0,1-0,4% Cr

максимум 0,1% Al

0-0,05% Nb, предпочтительно, максимум 0,03%

0-0,01% N

0,0015-0,008% B

5 0,01-0,07% Ti, при этом $Ti > 3,4N$

неизбежные примеси

остальное - железо.

Изобретение также относится к применению покрытой горячекатаной и/или
10 холоднокатаной стали для получения деталей, несущих и/или предохраняющих от
проникновения или вспомогательных, для наземного моторного транспортного
средства, таких как, например, брус бампера автомобиля, усилитель двери или
усилитель средней стойки кузова автомобиля.

Полосу или тонкий лист согласно изобретению предпочтительно получают путем
15 непрерывной горячей прокатки толстой или тонкой литой плоской заготовки, обычно
имеющей толщину между 300 и 50 мм. Они могут быть получены непосредственным
литьем ленты толщиной между 1 и 20 мм, необязательно с последующими одним или
более проходами горячей прокатки. Этот горячекатаный материал-предшественник
20 может быть покрыт и использован согласно изобретению, но он может быть
холоднокатаным в зависимости от желательной конечной толщины. После холодной
прокатки его тогда покрывают покрытием согласно изобретению. Этапу нанесения
покрытия может предшествовать этап отжига, для того чтобы изменить
деформированную микроструктуру холоднокатаной полосы восстановлением или
25 рекристаллизацией, чтобы сделать ее более формуемой. Полоса или тонкий лист потом
могут быть использованы на этапе термомеханического придания формы.

Покрытие имеет, в частности, функцию защиты основного тонкого листа от
горячей, а также холодной коррозии. Механические свойства тонкого листа в
30 конечном состоянии согласно изобретению позволяют использовать огромное
разнообразие методов придания формы, в частности глубокую листовую штамповку.
Термическая обработка, примененная во время процесса деформации в горячем
состоянии или после придания формы, делает возможным получение высоких
значений прочности, которые могут превышать предел прочности 1500 МПа и предел
35 текучести 1200 МПа. Конечные механические свойства регулируются и зависят от
химического состава, особенно содержания углерода, стали и термической обработки
этого.

К примеру, обработанный Са стальной тонкий лист согласно изобретению,
40 содержащий 0,21% углерода, 1,27% марганца, 0,012% фосфора, 0,001% серы, 0,18%
кремния, 0,031% алюминия, 0,014% меди, 0,020% никеля, 0,18% хрома, 0,0050% азота,
0,018% титана, 0,002% бора, покрывают слоем покрытия из цинкового сплава
согласно изобретению.

Согласно изобретению тонкий стальной лист, который может иметь толщину
45 между 0,25 мм и 15 мм и, предпочтительно, между 0,3 и 5 мм и который может быть
свернут в рулон или в виде тонких листов, имеет хорошие свойства для придания
формы и хорошую стойкость к коррозии, а также хорошую способность к покраске,
нанесению клея или фосфатированию.

50 Тонкий лист, покрытый стальной продукт, обеспечивает хорошую стойкость к
коррозии в поставляемом состоянии, во время термомеханических обработок для
придания формы, а также во время применения обработанного сложнопрофильного
продукта. После термической обработки получают значительный предел прочности,

который может превышать 1200 МПа или даже выше.

Формула изобретения

1. Способ термомеханической обработки с приданием формы конечной
5 высокопрочной детали, включающий:

- обеспечение покрытой горячекатаной и/или холоднокатаной стальной полосы или
листа, содержащих (все процентные содержания в мас.%):

0,04% < углерод < 0,5%

10 0,5% < марганец < 3,5%

кремний < 1,0%

0,01% < хром < 1%

титан < 0,2%

алюминий < 2,0%

15 фосфор < 0,1%

азот < 0,015%

серу < 0,05%

бор < 0,015%

20 Ti - 3,4 N < 0,05%

неизбежные примеси,

остальное - железо,

причем сталь покрыта слоем покрытия из цинкового сплава, при этом цинковый
сплав состоит из 0,3-2,3% Mg и 0,6-2,3% Al; необязательно, самое большее, 0,2%

25 одного или более дополнительных элементов из Pb, Sb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr
или Bi; неизбежных примесей; причем остатком является цинк;

- разрезание стальной полосы или листа для получения листовой стальной
заготовки;

30 - термомеханическую обработку с приданием формы листовой стальной заготовке
для получения конечной детали с заданными свойствами, включающую нагрев
заготовки до температуры выше Ac1 для, по меньшей мере, частичной аустенизации,
придание формы заготовке с получением детали при повышенной температуре, и
быстрое охлаждение детали для получения конечной детали с заданными свойствами.

35 2. Способ по п.1, включающий

- обеспечение покрытой горячекатаной и/или холоднокатаной стальной полосы или
листа, содержащих (все процентные содержания в мас.%):

0,15% < углерод < 0,5%

40 0,5% < марганец < 3%

0,1% < кремний < 0,5%

0,01% < хром < 1%

титан < 0,2%

алюминий < 0,1%

45 фосфор < 0,1%

азот < 0,01%

серу < 0,05%

0,0005% < бор < 0,015%

50 неизбежные примеси,

остальное - железо,

причем сталь покрыта слоем покрытия из цинкового сплава, при этом цинковый
сплав состоит из 0,3-2,3% Mg и 0,6-2,3% Al; необязательно, самое большее, 0,2%

одного или более дополнительных элементов; неизбежных примесей; причем остатком является цинк;

- разрезание стальной полосы или листа для получения тонколистовой стальной заготовки;

5 - термомеханической обработки с приданием формы тонколистовой стальной заготовке с получением конечной детали с заданными свойствами.

3. Способ по п.1 или п.2, в котором покрытие из цинкового сплава содержит 1,6-2,3% Mg и 1,6-2,3% Al.

10 4. Способ по п.1 или 2, в котором сталь включает в себя:

$0,15\% < C < 0,40\%$

$0,8\% < Mn < 1,5\%$

$0,1\% < Si < 0,35\%$

$0,01\% < Cr < 1\%$

15 $0 < N < 0,01\%$

Ti < 0,1%, и при этом Ti > 3,4 N,

алюминий < 0,1%

фосфор < 0,05%

20 серу < 0,03%

$0,0005\% < \text{бор} < 0,01\%$

неизбежные примеси,

остальное - железо.

5. Способ по п.1 или 2, в котором сталь включает в себя, по меньшей мере, 0,0015%

25 В.

6. Способ по п.1 или 2, в котором сталь содержит Ti - $3,4 N < 0,02\%$.

7. Способ по п.1 или 2, в котором деталью является деталь автомобиля.

8. Деталь для наземного моторного транспортного средства, полученная способом
30 по любому из пп.1-7 в виде бруса бампера автомобиля, усилителя двери или усилителя средней стойки кузова автомобиля.