

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **040743**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.07.22**

(21) Номер заявки  
**201890011**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.07.08**

(51) Int. Cl. **B21H 8/00** (2006.01)  
**B21B 1/22** (2006.01)  
**C21D 1/02** (2006.01)

---

(54) **СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛИ ИЗ АУСТЕНИТНОЙ ТВИП ИЛИ ТРИП/ТВИП СТАЛИ**

---

(31) **15176945.2**

(32) **2015.07.16**

(33) **EP**

(43) **2018.07.31**

(86) **PCT/EP2016/066318**

(87) **WO 2017/009244 2017.01.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ОУТОКУМПУ ОЮЙ (FI)**

(72) Изобретатель:  
**Фрёлих Томас, Линднер Стефан (DE)**

(74) Представитель:  
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатъев  
А.В. (RU)**

(56) EP-A1-2090668

---

(57) Изобретение относится к способу производства изделия из аустенитной ТРИП или ТРИП/ТВИП стали. Продукт (1) деформируют путем получения по меньшей мере одного отпечатка (16) на по меньшей мере одной поверхности продукта (1) проката для получения в деформированном продукте (5) областей высокопрочной стали, заключенных в матрицу материала, поддающегося пластической обработке. Настоящее изобретение также относится к применению изделия, в котором требуются области высокопрочной стали, заключенные в матрице пластичного материала.

---

**B1**

**040743**

**040743**

**B1**

Настоящее изобретение относится к способу производства изделия из аустенитной ТВИП или ТРИП/ТВИП стали. Отпечатки получают путем деформации продукта проката из стали в той области стального материала, которая необходима для использования изделия.

Перед производством изделий для транспортных систем, таких как автомобили, грузовики, автобусы, железнодорожные или сельскохозяйственные вагоны, следует рассчитать, какая прочность и толщина материала необходима для соответствия требованиям безопасности. Детали, имеющие более высокую, чем нужно, толщину материала, называют имеющими "завышенный запас прочности". Следовательно, нужно использовать устройства для использования нужного материала в нужном месте. Обычно расчет проводят с однородным с точки зрения механико-технологических величин материалом (предел текучести и предел прочности при растяжении, удлинение, твердость).

Международная публикация WO 2014/096180 относится к способу производства профилированных металлических полос, в котором металлическую полосу с заранее заданной толщиной материала, состоящего, в частности, из нержавеющей стали, наматывают на сердечник и пропускают через клетку прокатного стана, содержащую несколько валков. По меньшей мере часть валков, которые эффективно взаимодействуют с металлической полосой, снабжены заранее заданным рельефом поверхности, с помощью которого можно получить профили толщиной более 250 мкм с обеих сторон металлической полосы в зависимости от геометрии рельефа поверхности валков. После профилирования металлическую полосу наматывают на сердечник и, если необходимо, подвергают последующей термической обработке. Таким образом, предметом международной публикации WO 2014/096180 является достижение заранее заданного рельефа поверхности с обеих сторон металлической полосы, имеющей заранее заданную толщину полосы. Кроме того, международная публикация WO 2014/096180 не содержит каких-либо указаний на решение традиционной задачи нахождения компромисса между получением высокой прочности при сохранении высокого удлинения.

Предмет настоящего изобретения состоит в устранении некоторых недостатков уровня техники и разработке способа производства изделия из аустенитной стали, который влияет не только на толщину стального материала, но также оказывает влияние на другие механические свойства, такие как прочность и пластичность. Существенные признаки настоящего изобретения перечислены в прилагаемой формуле изобретения.

Согласно настоящему изобретению для производства изделия продукт проката из аустенитной стали с ТВИП (пластичностью, обусловленной двойникованием) эффектом повышения твердости или продукт проката из аустенитной стали при сочетании ТРИП (пластичностью, наведенной превращением) и ТВИП (пластичностью, обусловленной двойникованием) эффектов подвергают деформации с получением продукта с по меньшей мере одним отпечатком. В деформированном продукте сочетаются области высокопрочной стали, заключенные в матрице пластичного материала. Область высокой прочности имеет как высокую прочность, так и высокую твердость, в то время как область пластичного материала имеет высокое удлинение. Настоящее изобретение также относится к применению детали, где в одной и той же детали требуются области высокопрочной стали, заключенные в матрице пластичного материала.

Во время производства деформированного продукта по меньшей мере один отпечаток формируют на по меньшей мере одной поверхности деформированного продукта путем механического контакта между продуктом проката и оборудованием для деформации, таким как стан холодной прокатки. Отпечаток имеет геометрию, которая зависит от требований по использованию деформированного продукта. В сравнении с уровнем техники, деформированный продукт по меньшей мере с одним отпечатком имеет более хорошее удлинение в сочетании с прочностью, более хорошие усталостные характеристики и более низкое разрастание трещин, более низкое упругое последствие во время деформации, а также большую безопасность во время срока службы деформированного продукта.

Продукт проката выполнен из стали, имеющей аустенитную микроструктуру. В стали присутствует ТВИП (пластичность, обусловленная двойникованием) эффект повышения твердости или сочетание ТРИП (пластичность, наведенная превращением) и ТВИП (пластичность, обусловленная двойникованием) эффектов с энергией дефекта упаковки в диапазоне 20-30 мДж/м<sup>2</sup>. Аустенитная сталь содержит 10-25% (мас.) марганца, предпочтительно 14-18% (мас.) марганца, и имеет высвобожденные из междоузельных соединений атомы азота (N) и углерода (C) при содержании (C+N), находящемся в диапазоне 0,4-0,8% (мас.). В случае, когда сталь имеет метастабильную аустенитную микроструктуру с ТРИП эффектом отверждения, полученная энергия дефекта упаковки меньше 20 мДж/м<sup>2</sup>. В этом случае сталь также содержит 10-20,5% (мас.) хрома, предпочтительно 13-17% (мас.) хрома и 3,5-9,5% (мас.) никеля.

Продукт проката по настоящему изобретению преимущественно представляет собой листовой прокат, полосу, а также рулонную полосу, панель или толстую листовую сталь. Начальная толщина продукта проката перед деформацией составляет 0,15-4,0 мм, предпочтительно 0,8-2,0 мм. Продукт проката преимущественно деформируют путем холодной прокатки, так что по меньшей мере один из валков является профилированным для формирования по меньшей мере одного отпечатка с требуемой геометрией на поверхности продукта проката в направлении, перпендикулярном направлению проката. В предпочтительных воплощениях настоящего изобретения по меньшей мере один валок профилирован так, что образуются два или более отпечатков с желательной геометрией на поверхности продукта проката в на-

правлении, перпендикулярном направлению проката, или в направлении, параллельном направлению проката, или как в направлении, перпендикулярном направлению проката, так и в направлении, параллельном направлению проката. В одном воплощении настоящего изобретения профили по меньшей мере на одном валке для образования отпечатков могут быть по существу похожи друг на друга, а в другом воплощении настоящего изобретения профили по меньшей мере на одном валке для образования отпечатков могут также по существу отличаться друг от друга. Согласно настоящему изобретению только один рабочий валок стана холодной прокатки имеет необходимый профиль и, следовательно, деформируется только одна поверхность продукта проката. Однако также возможно, что профилированными являются оба рабочих валка стана холодной прокатки и, следовательно, деформируются две поверхности продукта проката. После деформации деформированный продукт может быть смотан в рулон для дальнейшей обработки в виде смотанного в рулон продукта, но деформированный продукт можно также использовать при дальнейшей обработке в виде плоского деформированного продукта.

Отпечаток в деформированном продукте по настоящему изобретению имеет геометрию медовых сот, волны, треугольника, прямоугольника, круга, креста, линии, рыбьей чешуи, паутины или любого сочетания этих геометрических форм. Геометрия отпечатка зависит от применения деформированного продукта, так как области в деформированном продукте с разными значениями механических свойств формируются с помощью отпечатка. Основываясь на различных значениях механических свойств, деформированный продукт имеет, в частности, хорошие усталостные характеристики, как однородный материал, обладающий свойствами только пластичной области.

При использовании ТВИП (пластичность, обусловленная двойникованием) эффекта повышения твердости или сочетания ТРИП (пластичность, наведенная превращением) и ТВИП (пластичность, обусловленная двойникованием) эффектов в деформированном продукте по настоящему изобретению степень повышения твердости зависит от степени деформации и, следовательно, степень повышения твердости коррелирует с глубиной отпечатка. Глубина профиля отпечатков может отличаться на одном деформирующем валке и, следовательно, может отличаться только геометрия отпечатков. Отпечатки с одной стороны продукта проката могут быть деформированы с глубиной вплоть до 30% расчетного от начальной толщины продукта проката. В случае, когда требуется изменить эффект повышения твердости, полученный при деформации продукта проката, эффект повышения твердости является обратимым путем отжига при температуре в диапазоне 900-1250°C, предпочтительно 900-1050°C.

Деформированный продукт по меньшей мере с одним отпечатком согласно настоящему изобретению можно использовать в качестве изделия, по меньшей мере, в следующих целевых областях:

высокопрочный лист или рулон с упругим последствием, подходящим для конструкции корпуса автомобиля,

деталь конструкции корпуса автомобиля, такая как балки, стойки кузова, капот, защитная дуга, бампер, сминаемая коробка усилителя бампера (крэш-бокс), трансмиссионный туннель или элемент сиденья, например, поперечная труба,

подвергаемая усталостным нагрузкам деталь автомобиля или железнодорожного вагона, такая как ходовая часть, рычаг управления, промежуточный накопитель или стойка амортизатора,

влияющий на жесткость элемент железнодорожного вагона, такой как боковая стена или пол,

труба или профиль для конструкций в автобусах, грузовиках, железнодорожных вагонах или стальных строительных конструкциях.

Деформированный продукт, произведенный в соответствии с настоящим изобретением, более подробно описан со ссылкой на следующие чертежи, где:

фиг. 1 схематически иллюстрирует одно предпочтительное воплощение настоящего изобретения в виде деформации, видимой сбоку после стадии деформации,

фиг. 2 иллюстрирует частичное и увеличенное изображение воплощения, показанного на фиг. 1,

фиг. 3 иллюстрирует эффект глубины отпечатков и

фиг. 4 иллюстрирует сравнение свойств между деформированным продуктом по изобретению и деформированным стандартным материалом.

Материал на фиг. 1-4 представляет собой аустенитную нержавеющую сталь, обладающую ТВИП эффектом и содержащую в качестве основных компонентов, помимо железа, в % (мас.): 0,3% углерода, 16% марганца, 14% хрома, менее 0,5% никеля и 0,3% азота.

Согласно фиг. 1 плоская полоса 1 проходит через стан холодной прокатки, что проиллюстрировано через работу валков 2 и 3. Валки 2 и 3 профилированы для создания отпечатков как в направлении, перпендикулярном направлению проката, так и в направлении, параллельном направлению проката, причем эти отпечатки образуют структуру 4 пчелиных сот на поверхностях деформированной полосы 5.

На фиг. 2 показана одна часть деформированной полосы 5 с фиг. 1. Исходная толщина плоской полосы обозначена номером 13, а глубина отпечатка величиной 30%-номером 14. Деформированная полоса 5 с деформированной толщиной 12 имеет на поверхностях недеформированные области 15, характеризующиеся высокой пластичностью и высоким удлинением. Отпечатки 16, образованные путем работы валков 2 и 3 (фиг. 1) стана холодной прокатки, образуют сильно деформированные области, характеризующиеся высокой прочностью и высокой жесткостью, на поверхностях деформированной полосы с

толщиной 12.

На фиг. 3 показаны результаты испытаний в координатах, где на горизонтальной оси представлены точки измерения в испытуемом образце, который был деформирован в соответствии с настоящим изобретением. Испытуемый образец был деформирован в пяти областях 21, 22, 23, 24 и 25, имеющих разную глубину отпечатка, составляющую 180, 80, 75, 90 и 155 мкм соответственно. По вертикальной оси координат представлена локальная твердость по Виккерсу (HV1). Результаты испытаний на фиг. 3 показывают, что твердость по Виккерсу (HV1) прямо пропорциональна глубине отпечатка в испытуемом образце.

На фиг. 4 показаны результаты испытаний, когда удлинение ( $A_{80}$ ) и предел текучести при растяжении  $R_{p0,2}$  измеряли на испытуемых образцах, причем испытуемые образцы (изобретение\_1-5) были деформированы для образования отпечатков на поверхности материала в соответствии с настоящим изобретением. Другие испытуемые образцы (старый\_1-5) не были деформированы для сравнения. На фиг. 4 показано, что недеформированные испытуемые образцы имеют более высокие величины удлинения, чем деформированные испытуемые образцы, однако, недеформированные испытуемые образцы характеризуются значительным снижением предела текучести по сравнению с деформированными испытуемыми образцами. Деформация для образования отпечатков на поверхности материала одновременно обеспечивает как высокую прочность, так и высокое удлинение.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ производства изделия из аустенитной ТВИП или ТРИП/ТВИП стали, отличающийся тем, что продукт (1) проката деформируют путем получения по меньшей мере одного отпечатка (16) на по меньшей мере одной поверхности продукта (1) проката для получения в деформированном продукте (5) областей стали, имеющих повышенную прочность и твердость, по сравнению с недеформированными областями, имеющими более высокую пластичность, причем области, имеющие повышенную прочность и твердость, заключены в матрицу из недеформируемых областей.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что исходная толщина (13) продукта (1) проката перед деформацией составляет 0,15-4,0 мм, предпочтительно 0,8-2,0 мм.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что глубина (14) отпечатка составляет до 30% от исходной толщины (13) продукта (1) проката.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что ТРИП или ТРИП/ТВИП эффект прямо пропорционален глубине (14) отпечатка.

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что деформация продукта (1) проката представляет собой холодную прокатку, так что по меньшей мере один валок (2, 3) является профилированным валком (2, 3) для создания по меньшей мере одного отпечатка (16) в направлении, перпендикулярном направлению проката, с требуемой геометрией на поверхности продукта (1) проката.

6. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что деформация продукта (1) проката представляет собой холодную прокатку, так что по меньшей мере один валок (2, 3) является профилированным валком (2, 3) для создания двух или более отпечатков (16) в направлении, параллельном направлению проката, с требуемой геометрией на поверхности продукта (1) проката.

7. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что деформация продукта (1) проката представляет собой холодную прокатку, в которой по меньшей мере один валок (2, 3) является профилированным валком (2, 3), для создания двух или более отпечатков (16) как в направлении, перпендикулярном направлению проката, так и в направлении, параллельном направлению проката, с требуемой геометрией на поверхности продукта (1) проката.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что отпечаток (16) имеет геометрию пчелиных сот, волны, треугольника, прямоугольника, круга, креста, линии, рыбьей чешуи, паутины или любого сочетания этих геометрических форм.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что эффект повышения твердости, полученный в результате деформации продукта (1) проката, является обратимым путем обжига при температуре в диапазоне 900-1250°C, предпочтительно 900-1050°C.

10. Применение изделия из аустенитной ТВИП или ТРИП/ТВИП стали с деформированными отпечатками (16), имеющей области высокопрочной стали, заключенные в матрицу пластичного материала, в качестве высокопрочного листа или рулона с упругим последствием, подходящим для конструкции корпуса автомобиля.

11. Применение изделия из аустенитной ТВИП или ТРИП/ТВИП стали с деформированными отпечатками (16), имеющей области высокопрочной стали, заключенные в матрицу пластичного материала, в качестве детали конструкции корпуса автомобиля, такого как балки, стойки кузова, капот, защитная дуга, бампер, сминаемая коробка усилителя бампера (крэш-бокс), трансмиссионный туннель.

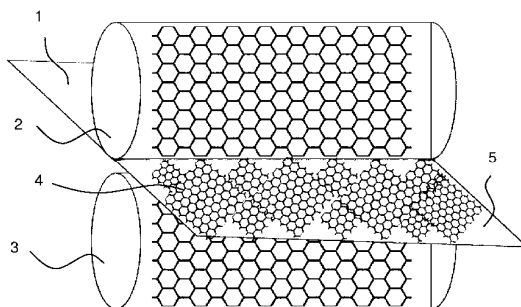
12. Применение изделия из аустенитной ТВИП или ТРИП/ТВИП стали с деформированными отпечатками (16), имеющей области высокопрочной стали, заключенные в матрицу пластичного материала, в качестве элемента опоры, такого как поперечная труба.

13. Применение изделия из аустенитной ТВИП или ТРИП/ТВИП стали с деформированными отпечатками (16), имеющей области высокопрочной стали, заключенные в матрицу пластичного материала, в качестве подвергаемой усталостным нагрузкам детали автомобиля или железнодорожного вагона, такой как ходовая часть, рычаг управления, промежуточный накопитель или стойка амортизатора.

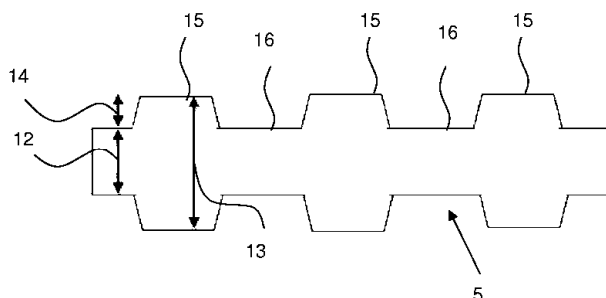
14. Применение изделия из аустенитной ТВИП или ТРИП/ТВИП стали с деформированными отпечатками (16), имеющей области высокопрочной стали, заключенные в матрицу пластичного материала, в качестве влияющего на жесткость элемента железнодорожного вагона, такого как боковая стена или пол.

15. Применение изделия из аустенитной ТВИП или ТРИП/ТВИП стали с деформированными отпечатками (16), имеющей области высокопрочной стали, заключенные в матрицу пластичного материала, в качестве трубы или профиля для конструкций в автобусах, грузовиках, железнодорожных вагонах.

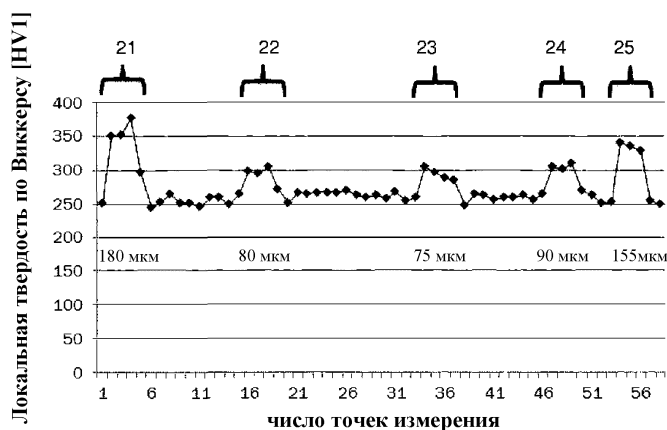
16. Применение изделия из аустенитной ТВИП или ТРИП/ТВИП стали с деформированными отпечатками (16), имеющей области высокопрочной стали, заключенные в матрицу пластичного материала, в качестве трубы или профиля для конструкций в стальных строительных конструкциях.



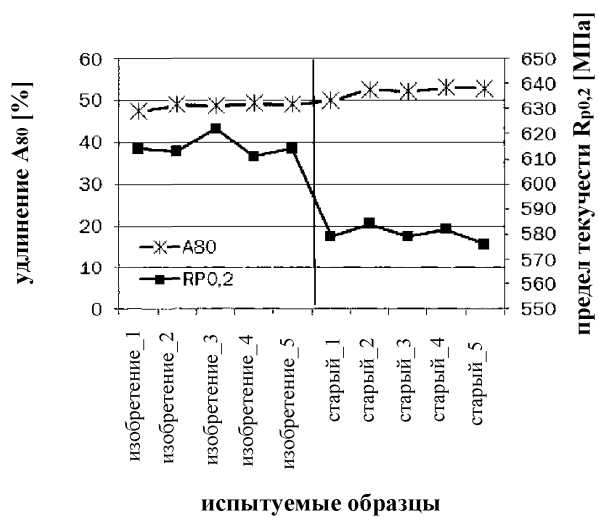
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4