

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039436**(13) **B9**

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

(15) Информация об исправлении
**Версия исправления: 1 (W1 B1)
исправления в формуле: п.1**

(51) Int. Cl. **C21D 7/02** (2006.01)
B21B 37/26 (2006.01)
C21D 8/04 (2006.01)

(48) Дата публикации исправления
2022.03.01, Бюллетень №3'2022

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.01.27

(21) Номер заявки
201990586

(22) Дата подачи заявки
2017.09.29

(54) СПОСОБ ХОЛОДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ

(31) **16191364.5**

(56) EP-A1-2090668
WO-A1-2009095264
WO-A1-2017021464
EP-A1-2924131
WO-A2-2008068352
WO-A1-2015107393

(32) **2016.09.29**

(33) **EP**

(43) **2019.10.31**

(86) **PCT/EP2017/074832**

(87) **WO 2018/060454 2018.04.05**

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

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

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

B9**039436**

(57) Изобретение относится к способу частичного упрочнения аустенитной стали посредством использования в течение холодной деформации эффекта упрочнения ПНД (пластичность, наведенная двойникованием), ПНД/ПНП или ПНП (пластичность, наведенная превращением). Холодную деформацию осуществляют посредством холодной прокатки по меньшей мере по одной поверхности (2, 3; 12) материала (1, 11), чтобы получить в материале (1, 11) по меньшей мере две последовательные области (5, 7; 14, 16) с различными механическими значениями толщины, предела текучести $R_{p0,2}$, прочности на растяжение R_m и удлинения, при соотношении (r) между отношением ΔF предельной нагрузки и отношением Δt толщины в интервале $1,0 > r > 2,0$, где области (5, 7; 14, 16) механически соединены друг с другом посредством переходной области (6; 15), толщина которой изменяется от толщины (t_1 , t_3) первой области (5, 14) в направлении деформации (4, 13) до толщины (t_2 , t_4) второй области (7, 16) в направлении деформации (4, 13). Кроме того изобретение относится к применению продукта холодной деформации.

Изобретение относится к способу холодной деформации аустенитной стали посредством использования в течение деформации эффекта упрочнения стали ПНД (пластичность, наведенная двойникованием), ПНД/ПНП или ПНП (пластичность, наведенная превращением), чтобы обеспечить в деформированных стальных продуктах области с различными значениями механических и/или физических характеристик.

В производстве транспортных систем, особенно кузовов автомобилей и железнодорожного транспорта, инженеры используют компоновки для обеспечения требуемых материалов в заданном месте. Такие возможности называют "конструкцией из различных материалов" или "изделия с заданными свойствами", такие как прокатанные на гибких валках заготовки, которые представляют собой металлические изделия, до штамповки имеющие различную толщину материала по своей длине, которые могут быть разрезаны для создания единой исходной заготовки. Прокатанные на гибких валках заготовки применяют в соответствующих защитных деталях, таких как стойки, поперечные и продольные элементы деталей автомобилей. Кроме того, в железнодорожном транспорте используют прокатанные на гибких валках заготовки в боковых стенках, крышах или соединительных элементах, а также в автобусах и грузовиках также используют прокатанные на гибких валках заготовки. Но в технике "требуемый материал" для прокатанных на гибких валках заготовок означает только то, что он обладает требуемой толщиной в заданном месте, поскольку в ходе прокатки на гибких валках механические свойства, такие как прочность на растяжение, сохраняются на том же уровне, так же как и отношение предельных нагрузок F , зависящее от толщины изделия, прочности на растяжение R_m и ширины материала между прокатанной на гибких валках областью и непрокатанной областью. Таким образом, невозможно создать области с различной прочностью и пластичностью для последующего процесса формовки. Обычно за процессом первоначальной прокатки на гибких валках или прокатки на эксцентриковых валках следуют процесс реакристаллизационного отжига и стадия оцинковывания.

DE 10041280 и EP 1074317 являются первоначальными патентами на прокатанную на гибких валках заготовку в целом. В них описан способ получения и оборудование для получения металлической полосы различной толщины. Способом для достижения этого является использование верхнего и нижнего валков и изменение межвалкового зазора. Однако в DE 10041280 и EP 1074317 ничего не говорится о влиянии толщины на прочность и удлинение и о корреляции между прочностью, удлинением и толщиной. Кроме того, не описан необходимый материал для данного соотношения, поскольку не описан какой-либо аустенитный материал.

В US 2006033347 описаны гибкие прокатные валки для применения во множестве решений автомобилестроения, а также способ применения листового материала различной толщины. Кроме того, в US 2006033347 описаны кривые необходимой толщины листа, которые являются важными для различных деталей. Но не описано влияние на прочность и удлинение, корреляция между прочностью, удлинением и толщиной, а также необходимый для данного соотношения материал.

В WO 2014/202587 описан способ получения деталей автомобиля с переменной толщиной полосы. WO 2014/202587 относится к применению упрочняемых штамповкой мартенситных низколегированных сталей, таких как 22MnB5 для технологий горячей штамповки. Но не описана взаимосвязь механико-технологических параметров с толщиной, а также не описаны аустенитные материалы специальной микроструктуры.

Целью настоящего изобретения является устранение недостатков известного уровня техники и обеспечение улучшенного способа холодной деформации аустенитной стали посредством использования в течение деформации эффекта упрочнения аустенитной стали ПНД (пластичность, наведенная двойникованием), ПНД/ПНП или ПНП (пластичность, наведенная превращением), чтобы получить области в продуктах из аустенитной стали, которые имеют различные значения механических и/или физических характеристик. Основные признаки настоящего изобретения включены в прилагаемую формулу изобретения.

В способе в соответствии с настоящим изобретением в качестве исходного материала используют горячедеформированную или холодноедеформированную полосу, лист, пластину или рулон из аустенитной ПНД-, или ПНП/ПНД-, или ПНП-стали различной толщины. Снижение толщины при дополнительной холодной деформации исходного материала сочетается с особым и сбалансированным изменением механических свойств материала, таких как предел текучести, прочность на растяжение и удлинение. Дополнительную холодную деформацию осуществляют посредством холодной прокатки на гибких валках или холодной прокатки на эксцентриковых валках. Толщину материала изменяют вдоль одного направления, в частности, в продольном направлении материала относительно направления холодной деформации стали. При использовании способа по изобретению холодноедеформированный материал имеет заданную толщину и заданную прочность в той части деформированного изделия, где это необходимо. Это основано на создании соотношения между прочностью, удлинением и толщиной. Таким образом, в настоящем изобретении используют преимущества холоднокатаного на гибких валках или холоднокатаного на эксцентриковых валках материала, и устраняют недостатки получения только гомогенных механических характеристик известного уровня техники по всему полностью деформированному продукту.

В способе по изобретению материал подвергают холодной деформации посредством холодной про-

катки, чтобы получить по меньшей мере две области в материале с различным конкретным соотношением толщины, предела текучести, прочности на растяжение и удлинения в продольном и/или поперечном направлении холоднодеформированного материала. Области имеют контакт друг с другом преимущественно через продольную и/или поперечную переходную область между этими областями. В последовательных областях с различными механическими характеристиками до и после переходной области предельную нагрузку F_1 до деформации и предельную нагрузку F_2 после деформации материала определяют по формулам:

$$F_1 = R_{m1} * w * t_1 \quad (1)$$

и

$$F_2 = R_{m2} * w * t_2 \quad (2),$$

где t_1 и t_2 представляют собой толщину областей до и после холодной прокатки, R_{m1} и R_{m2} представляют собой прочность на растяжение областей до и после холодной прокатки и w представляет собой ширину материала. Тогда, при сохранении ширины w материала постоянной, отношение ΔF предельной нагрузки в процентах для толщин t_1 и t_2 составляет:

$$\Delta F = (F_2/F_1)*100 \quad (3),$$

и соответственно, отношение Δt толщины в процентах для нагрузок F_1 и F_2 составляет:

$$\Delta t = (t_2/t_1)*100 \quad (4).$$

Тогда соотношение ΔF к Δt составляет:

$$r = \Delta F / \Delta t = R_{m2}/R_{m1} \quad (5).$$

Кроме того, соотношение r_Φ между соотношением r и степенью Φ формоизменения в процентах определяется формулой:

$$r_\Phi = (r/\Phi)*100 \quad (6).$$

В соответствии с изобретением, соотношение r в стали между холоднокатаной областью и областью без прокатки составляет $1,0 > r > 2,0$, предпочтительно $1,15 > r > 1,75$, и отношение ΔF предельной нагрузки для толщины в области без прокатки и в холоднокатаной области в процентах составляет более 100%. Кроме того, степень Φ формоизменения составляет $5 \leq \Phi \leq 60$, предпочтительно $10 \leq \Phi \leq 40$, и отношение r_Φ составляет более 4,0.

Для холоднокатаного материала с различной толщиной в соответствии с изобретением максимальную допустимую нагрузку рассчитывают на каждую область постоянной толщины. В известном способе с подвергаемым отжигу материалом только толщина является влияющим параметром, принимая в расчет, что ширина является постоянной по всему рулону, так же как и прочность на растяжение, из-за условий отжига. В соответствии с изобретением, при различных уровнях упрочнения прочность на растяжение R_m является вторым влияющим параметром и формулы (1) и (2) могут быть преобразованы в формулу (5). Формула (3) показывает с помощью отношения усилий областей различной толщины и с помощью соотношения r в формуле (5), что она может быть связана с соотношением между толщиной и t прочностью на растяжение R_m . Для катаных материалов, изготавливаемых в соответствии с настоящим изобретением, соотношение r должно составлять $1,0 > r > 2,0$, предпочтительно $1,15 > r > 1,75$. Это означает, что для материалов, используемых в настоящем изобретении, возможно то, что области меньшей толщины могут нести более высокую нагрузку. Влияние возрастающего деформационного упрочнения превосходит влияние снижающейся толщины. В результате настоящего изобретения значение ΔF в формуле (3) должно всегда быть $\geq 100\%$.

Другой путь описания материала, изготавливаемого по настоящему изобретению, может быть представлен формулой (6), в которой указано соотношение между специфичной для данного материала степенью Φ формоизменения и соотношением r из формулы (5). Степень формоизменения представляет собой параметр деформации, который в общем описывает длительные геометрические изменения компонента в ходе процесса формовки. Таким образом, соотношение формулы (6) может быть использовано в качестве показателя того, насколько большие усилия следует предпринять для достижения дополнительного преимущества по прочности. В настоящем изобретении r_Φ должен составлять $\geq 4,0$, в противном случае попытка достичь лучшего значения нагрузки является экономически нецелесообразной.

Затем холоднодеформированный продукт по изобретению можно разрезать на листы, пластины, полосы или непосредственно поставлять в виде рулона или полосы.

Преимущество настоящего изобретения состоит в том, что холоднодеформированная ПНД- или ПНП/ПНД- или ПНП-сталь сочетает в себе области высокой прочности с уменьшенной толщиной, а с другой стороны, области более высокой толщины с улучшенной пластичностью. Таким образом, настоящее изобретение отличается от других известных изделий, заготовки которых прокатывают на гибких валках, сочетанием уменьшения толщины с особым и сбалансированным локальным изменением механических свойств листа, пластины или рулона способом холодной прокатки. Таким образом, нет необходимости в энергетически затратной и дорогостоящей термической обработке, такой как упрочне-

ние под прессом.

С помощью настоящего изобретения возможно получить катаный на гибких валках или катаный на эксцентриковых валках материал таким образом, что оказываются локально доступными области с более высокой пластичностью и более высокой толщиной, где материал может быть утончен и в то же время упрочнен. С другой стороны, существуют тонкие области высокой прочности для таких областей деталей, как днище детали глубокой вытяжки, где обычно эффект упрочнения и уменьшение толщины не могут быть реализованы из-за слишком низкой степени деформации в течение процесса глубокой вытяжки.

Материал, который пригоден для получения соотношения между прочностью, удлинением и толщиной, удовлетворяет следующим условиям:

сталь с аустенитной микроструктурой и ПНД-, ПНП/ПНД- или ПНП-эффектом упрочнения;

сталь, упрочненная холодной обработкой в ходе ее изготовления;

сталь с содержанием марганца от 10 до 25 мас.%, предпочтительно от 14 до 20 мас.%;

нержавеющая сталь, которая обладает указанными эффектами микроструктуры и имеет содержание никеля $\leq 4,0$ мас.%;

сталь, легированная внедренными высвобожденными атомами азота и углерода с содержанием (C+N) от 0,4 до 0,8 мас.%;

ПНД-сталь с определенной энергией дефектов упаковки от 18 до 30 мДж/м², предпочтительно от 20 до 30 мДж/м², что делает эффект обратимым при сохранении полностью стабильной аустенитной микроструктуры,

ПНП-сталь с энергией дефектов упаковки 10-18 мДж/м².

Аустенитная ПНД-сталь может представлять собой нержавеющую сталь с содержанием хрома более 10,5 мас.% и, в особенности, характеризующаяся легирующей системой CrMn или CrMnN. Кроме того, такая легирующая система в особенности характеризуется тем, что содержание никеля является низким (≤ 4 мас.%) для снижения стоимости материалов и формирования неволатильной стоимости деталей в течение нескольких лет серийного производства. Один преимущественный химический состав содержит, в мас.%, 0,08-0,30% углерода, 14-26% марганца 10,5-16% хрома, менее 0,8% никеля и 0,2-0,8% азота.

Аустенитная нержавеющая ПНП/ПНД-сталь может представлять собой нержавеющую сталь с легирующей системой CrNi, такую как стали 1.4301 или 1.4318, CrNiMn, такую как сталь 1.4376, или CrNiMo, такую как сталь 1.4401. Кроме того, ферритно-аустенитные двухфазные нержавеющие ПНП/ПНД-стали, такие как стали 1.4362 и 1.4462 предпочтительны для способа по настоящему изобретению.

Аустенитная нержавеющая ПНП/ПНД-сталь 1.4301 содержит, в мас.%, менее 0,07% углерода, менее 2% кремния, менее 2% марганца, 17,50-19,50% хрома, 8,0-10,5% никеля, менее 0,11% азота, остальное составляет железо и неизбежные примеси, встречающиеся в нержавеющих сталях. Аустенитная нержавеющая ПНП/ПНД-сталь 1.4318 содержит, в мас.%, менее 0,03% углерода, менее 1% кремния, менее 2% марганца, 16,50-18,50% хрома, 6,0-8,0% никеля, 0,1-0,2% азота, остальное составляет железо и неизбежные примеси, встречающиеся в нержавеющих сталях. Аустенитная нержавеющая ПНП/ПНД-сталь 1.4401 содержит, в мас.%, менее 0,07% углерода, менее 1% кремния, менее 2% марганца, 16,50-18,50% хрома, 10,0-13,0% никеля, 2,0-2,5% молибдена менее 0,11% азота, остальное составляет железо и неизбежные примеси, встречающиеся в нержавеющих сталях.

Ферритно-аустенитная двухфазная нержавеющая ПНП/ПНД-сталь 1.4362 содержит, в мас.%, менее 0,03% углерода, менее 1% кремния, менее 2% марганца, 22,0-24,0% хрома, 4,5-6,5% никеля, 0,1-0,6% молибдена, 0,1-0,6% меди, 0,05-0,2% азота, остальное составляет железо и неизбежные примеси, встречающиеся в нержавеющих сталях. Ферритно-аустенитная двухфазная нержавеющая ПНП/ПНД-сталь 1.4462 содержит, в мас.%, менее 0,03% углерода, менее 1% кремния, менее 2% марганца, 22,0-24,0% хрома, 4,5-6,5% никеля, 2,5-3,5% молибдена, 0,10-0,22% азота, остальное составляет железо и неизбежные примеси, встречающиеся в нержавеющих сталях.

При использовании аустенитных нержавеющих материалов нет необходимости в нанесении дополнительного покрытия на поверхность. В случае использования материала для деталей транспортного средства достаточно стандартной катафорезной покраски кузова автомобиля. Это является комплексным преимуществом, в особенности для подвергающихся влажной коррозии деталей, в отношении выигрыша по стоимости, сложности изготовления и защиты от коррозии.

Кроме того, благодаря нержавеющей ПНД- или ПНП/ПНД-стали возможно избежать последующего процесса оцинковывания после осуществления процесса холодной прокатки на гибких валках или холодной прокатки на эксцентриковых валках. При сравнении с известными свойствами нержавеющих сталей, конечный холоднокатаный материал обладает улучшенными свойствами с точки зрения отсутствия образования окалина и теплостойкости.

Преимуществами полностью аустенитных ПНД-сталей являются немагнитные свойства в таких условиях, как условия при штамповке или сварке. Следовательно, полностью аустенитные ПНД-стали по-

ходят для применения в качестве катаных на гибких валках заготовок для деталей электромобилей на аккумуляторных источниках питания.

В настоящем изобретении описан способ изготовления прокаткой различных областей в виде рулона или полосы, где

ширина продукта составляет $650 \leq t \leq 1600$ мм;

исходная ширина составляет $1,0 \leq t \leq 4,5$ мм;

может быть использован промежуточный отжиг в ходе деформации и отжиг после деформации для получения однородных свойств материала.

Компонент, изготавливаемый в соответствии с изобретением, представляет собой:

автомобильный компонент, такой как втулка подушки безопасности, деталь кузова автомобиля, такую как элемент рамы, нижняя рама, стойка, поперечина рамы, желобок (channel), лонжерон;

деталь грузовых транспортных средств с полуобработанным листом, трубкой или профилем;

деталь железнодорожного транспорта непрерывной длины ≥ 2000 мм, такую как боковая стенка, днище, крыша;

трубку, изготовленную из полосы или рулонной полосы;

навесную деталь автомобиля, такую как авариный усилитель боковой двери;

деталь с немагнитными свойствами для электромобиля на аккумуляторных источниках питания гнутая профилированная или полученная гидравлической формовкой деталь для транспортных областей применения.

Далее настоящее изобретение описано более подробно со ссылками на прилагаемые чертежи, где на фиг. 1 показано предпочтительное воплощение настоящего изобретения, представленное схематически и в аксонометрической проекции;

на фиг. 2 показано еще одно предпочтительное воплощение настоящего изобретения, представленное схематически и в аксонометрической проекции.

На фиг. 1 часть ПНД-материала 1 обработана холодной прокаткой на гибких валках как по верхней поверхности 2, так и по нижней поверхности 3 при направлении прокатки 4. Часть материала 1 содержит первую область 5, в которой материал является толстым, и материал является более пластичным и в то же время упрочненным. Часть материала также содержит переходную область 6, в которой толщина материала является переменным параметром, так что толщина уменьшается от первой области 5 ко второй области 7, где материал имеет более высокую прочность, но более низкую пластичность.

На фиг. 2 часть ПНД материала 11 обработана холодной прокаткой на гибких валках только по верхней поверхности 12 при направлении 13 прокатки. Как в воплощении на фиг. 1, часть материала 11 содержит первую область 14, в которой материал является толстым, и материал является более гибким и в то же время упрочненным. Часть материала 11 также содержит переходную область 15, в которой толщина материала является переменным параметром, так что толщина уменьшается от первой области 14 ко второй области 16, где материал имеет более высокую прочность, но более низкую пластичность.

Способ в соответствии с настоящим изобретением испытывали с использованием аустенитных ПНД- (пластичность, наведенная двойникованием) сталей, химические составы которых в мас.% представлены в нижеследующей табл. 1.

Таблица 1

Сплав	Cr	Mn	Ni	C	N
A (расплав 1)	16	18	≤ 2	0,3	0,4
B (расплав 2)	14	15	≤ 2	0,3	0,6
C (расплав 3)	12	20	≤ 2	0,08	-
D (расплав 4)	6	14	0,5	0,08	0,2
E (расплав 5)	18	6	2,5	0,06	-

Сплавы А - С и Е представляют собой аустенитные нержавеющие стали, тогда как сплав D представляет собой аустенитную сталь.

Измерения предела текучести $R_{p0,2}$, прочности на растяжение R_m и удлинения A_{80} для каждого сплава А - Е осуществляли до и после холодной прокатки на гибких валках, при которой сплавы прокатывали как по верхней поверхности, так и по нижней поверхности. Результаты, а также исходные толщины и получаемые толщины, указаны в нижеследующей табл. 2.

Таблица 2

Сплав	Исходная толщина, мм	Исходный предел текучести, МПа	Исходная прочность на растяжение, МПа	Исходное удлинение А80	Полученная толщина, мм	Полученный предел текучести, МПа	Полученная прочность на растяжение, МПа	Полученное удлинение А80
А (расплав 1)	2,0	520	965	51	1,6	1040	1280	13
В (расплав 2)	1,0	770	1120	33	0,9	1025	1250	14
С (расплав 3)	2,0	490	947	45	1,4	1180	1392	7
Д (расплав 4)	1,6	380	770	41	1,3	725	914	14
Е (расплав 5)	1,5	368	802	50	1,2	622	1090	15

Результаты в табл. 2 показывают, что предел текучести $R_{p0,2}$ и прочность на растяжение R_m существенно возрастают в ходе прокатки на гибких валках, тогда как удлинение A_{80} существенно снижается в ходе прокатки на гибких валках.

Способ в соответствии с настоящим изобретением также испытывали с использованием аустенитных или ферритно-аустенитных двухфазных стандартизованных ПНП (пластичность, наведенная превращением) или ПНП/ПНД-сталей, химические составы которых, в мас.%, представлены в ниже следующей табл. 3.

Таблица 3

Марка стали	Cr	Mn	Ni	C	Mo	N
1.4301	18	1,2	8,0	0,04	-	-
1.4318	17	1,0	7,5	0,02	-	0,14
1.4362	22	1,3	3,8	0,02	-	0,10
1.4401	17	1,2	10,5	0,02	2,2	-
1.4462	22	1,4	5,8	0,02	3,0	0,17

В табл. 3 марки 1.4362 и 1.4462 представляют ферритно-аустенитные двухфазные нержавеющие стали, а марки 1.4301, 1.4318 и 1.4401 представляют аустенитные нержавеющие стали.

До и после прокатки на гибких валках для марок, представленных в табл. 3, определяли значения таких механических характеристик, как предел текучести $R_{p0,2}$, прочность на растяжение R_m и удлинение, и результаты, а также исходная толщина до прокатки на гибких валках и полученная толщина после прокатки на гибких валках, указаны в нижеследующей табл. 4.

Таблица 4

Марка стали	Исходная толщина, мм	Исходный предел текучести, МПа	Исходная прочность на растяжение, МПа	Исходное удлинение, А80	Полученная толщина, мм	Полученный предел текучести, МПа	Полученная прочность на растяжение, МПа	Полученное удлинение А80
1.4301	2,0	275	680	56	1,4	900	1080	12
1.4318	2,0	390	735	47	1,4	905	1090	20
1.4362	2,0	550	715	31	1,4	1055	1175	5
1.4401	2,0	310	590	53	1,4	802	935	13
1.4462	2,0	655	825	32	1,2	1190	1380	5

Результаты в табл. 4 показывают, что помимо аустенитных нержавеющих ПНД-сталей, также и двухфазные нержавеющие ПНП- или ПНД/ПНП-стали с содержанием аустенита более 40 об.%, предпочтительно более 50 об.%, обладают высокой стабильностью упрочненных областей в ходе прокатки на гибких валках.

Для ПНП, ПНД/ПНП и ПНП-сталей в соответствии с изобретением исследовали влияние степени Φ формоизменения. В табл. 5 представлены результаты для аустенитной нержавеющей стали В с низким содержанием никеля, представленной в табл. 1.

Таблица 5

ϕ , %	R_m , МПа	t , мм	F , Н/мм	ΔF , %	r	r_0
0	935	2	1870			
5	1020	1,9	1938	104	1,09	21,8
10	1080	1,8	1944	104	1,16	11,6
20	1340	1,6	2144	115	1,43	7,2
25	1410	1,5	2115	113	1,51	6,0
40	1650	1,2	1980	106	1,76	4,4
50 *	1800	1	1800	96	1,93	3,9
60 *	1890	0,8	1512	81	2,02	3,4

*Выходит за рамки изобретения

В табл. 6 представлены результаты для аустенитной нержавеющей стали 1.4318.

Таблица 6

φ, %	Rm, МПа	t, мм	F, Н'мм	ΔF, %	г	г _φ
0	715	2	1430			
10	800	1,8	1440	101	1,12	11,2
20	925	1,6	1480	103	1,29	6,5
25	990	1,5	1485	104	1,38	5,5
40	1280	1,2	1536	107	1,79	4,5
50	1440	1	1440	101	2,01	4,0
60 *	1565	0,8	1252	88	2,19	3,6
* Выходит за рамки изобретения						

В табл. 7 представлены результаты для двухфазной аустенитно-ферритной нержавеющей стали 1.4362.

Таблица 7

φ, %	Rm, МПа	t, мм	F, Н'мм	ΔF, %	г	г _φ
0	715	2	1430			
5	805	1,9	1530	107	1,13	22,5
10	900	1,8	1620	113	1,26	12,6
20	1080	1,6	1728	121	1,51	7,6
25	1125	1,5	1688	118	1,57	6,3
40	1310	1,2	1572	110	1,83	4,6
50*	1366	1	1366	96	1,91	3,8
* Выходит за рамки изобретения						

В табл. 8 представлены результаты для двухфазной аустенитно-ферритной нержавеющей стали 1.4362.

Таблица 8

φ, %	Rm, МПа	t, мм	F, Н'мм	ΔF, %	г	г _φ
0	825	2	1650			
5	910	1,9	1729	105	1,10	22,1
10	1020	1,8	1836	111	1,24	12,4
20	1165	1,6	1864	113	1,41	7,1
25	1250	1,5	1875	114	1,52	6,1
40	1405	1,2	1686	102	1,70	4,3
50*	1470	1	1470	89	1,78	3,6
60*	1495	0,8	1196	72	1,81	3,0
* Выходит за рамки изобретения						

В табл. 9 представлены результаты для аустенитной нержавеющей стали 1.4301.

Таблица 9

φ, %	Rm, МПа	t, мм	F, Н'мм	ΔF, %	г	г _φ
0	665	2	1330			
5	698	1,9	1326	100	1,05	21
10	760	1,8	1368	103	1,14	11,4
20	925	1,6	1480	111	1,39	6,95
25	1005	1,5	1508	113	1,51	6,05
40	1155	1,2	1386	104	1,74	4,34
50*	1290	1	1290	97	1,94	3,88
60*	1465	0,8	1172	88	2,20	3,67
* Выходит за рамки изобретения						

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения холоднокатаного материала из аустенитной стали посредством использования в течение холодной деформации эффекта упрочнения ПНД (пластичность, наведенная двойникованием), ПНД/ПНП или ПНП (пластичность, наведенная превращением), отличающийся тем, что холодную деформацию осуществляют посредством холодной прокатки по меньшей мере по одной поверхности (2, 3; 12) материала (1, 11), деформируемого со степенью (Φ) формоизменения в интервале $5 \leq \Phi \leq 60\%$, чтобы получить в материале (1, 11) по меньшей мере две последовательные области (5, 7; 14, 16) с различными механическими значениями толщины, предела текучести $R_{p0.2}$, прочности на растяжение R_m и удлинения, при соотношении (r) между отношением ΔF предельной нагрузки и отношением Δt толщины в интервале $1,0 < r < 2,0$, при этом $\Delta F = (F_2/F_1) \times 100$, где F_1 и F_2 представляют собой предельные нагрузки для материала до и после холодной прокатки, соответственно, а $\Delta t = (t_2/t_1) \times 100$, где t_1 и t_2 представляют собой толщину областей до и после холодной прокатки, соответственно, где области (5, 7; 14, 16) механически соединены друг с другом посредством переходной области (6; 15), толщина которой изменяется от толщины (t_1, t_3) первой области (5, 14) в направлении деформации (4, 13) до толщины (t_2, t_4) второй области (7, 16) в направлении деформации (4, 13).

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что холодную прокатку осуществляют посредством холодной прокатки на гибких валках.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что холодную прокатку осуществляют посредством холодной прокатки на эксцентриковых валках.

4. Способ по любому из предшествующих пп.1-3, отличающийся тем, что степень (Φ) формоизменения находится в интервале $10 \leq \Phi \leq 40\%$, а соотношение (r) находится в интервале $1,15 < r < 1,75$.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что деформируемый материал представляет собой аустенитный ПНД-материал.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что деформируемый материал представляет собой аустенитную нержавеющую сталь.

7. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что деформируемый материал представляет собой ПНП/ПНД-материал.

8. Способ по п.7, отличающийся тем, что деформируемый материал представляет собой аустенитную двухфазную нержавеющую сталь.

9. Способ по п.7, отличающийся тем, что деформируемый материал представляет собой ферритно-аустенитную двухфазную нержавеющую сталь, содержащую более 40 об.% аустенита, предпочтительно более 50 об.% аустенита.

10. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что деформируемый материал представляет собой ПНП-материал.

11. Применение холоднокатаного материала, получаемого по п.1, содержащего по меньшей мере две последовательные области (5, 7; 14, 16) с различными механическими значениями, деформированные со степенью (Φ) формоизменения в интервале $5 \leq \Phi \leq 60\%$ и имеющие соотношение (r) между отношением ΔF предельной нагрузки и отношением Δt толщины в интервале $1,0 < r < 2,0$, при этом $\Delta F = (F_2/F_1) \times 100$, где F_1 и F_2 представляют собой предельные нагрузки для материала до и после холодной прокатки, соответственно, а $\Delta t = (t_2/t_1) \times 100$, где t_1 и t_2 представляют собой толщину областей до и после холодной прокатки, соответственно, в качестве материала для изготовления автомобильного компонента, втулки подушки безопасности, детали кузова автомобиля, такой как элемент рамы, нижняя рама, стойка, поперечина рамы, желобок, лонжерон.

12. Применение холоднокатаного материала, получаемого по п.1, содержащего по меньшей мере две последовательные области (5, 7; 14, 16) с различными механическими значениями, деформированные со степенью (Φ) формоизменения в интервале $5 \leq \Phi \leq 60\%$ и имеющие соотношение (r) между отношением ΔF предельной нагрузки и отношением Δt толщины в интервале $1,0 < r < 2,0$, при этом $\Delta F = (F_2/F_1) \times 100$, где F_1 и F_2 представляют собой предельные нагрузки для материала до и после холодной прокатки, соответственно, а $\Delta t = (t_2/t_1) \times 100$, где t_1 и t_2 представляют собой толщину областей до и после холодной прокатки, соответственно, в качестве материала для изготовления детали грузовых транспортных средств с обработанным листом, трубкой или профилем.

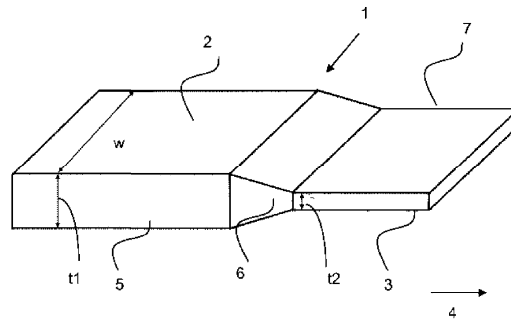
13. Применение холоднокатаного материала, получаемого по п.1, содержащего по меньшей мере две последовательные области (5, 7; 14, 16) с различными механическими значениями, деформированные со степенью (Φ) формоизменения в интервале $5 \leq \Phi \leq 60\%$ и имеющие соотношение (r) между отношением ΔF предельной нагрузки и отношением Δt толщины в интервале $1,0 < r < 2,0$, при этом $\Delta F = (F_2/F_1) \times 100$, где F_1 и F_2 представляют собой предельные нагрузки для материала до и после холодной прокатки, соответственно, а $\Delta t = (t_2/t_1) \times 100$, где t_1 и t_2 представляют собой толщину областей до и после холодной прокатки, соответственно, в качестве материала для изготовления детали железнодорожного транспорта непрерывной длины ≥ 2000 мм, такой как боковая стенка, днище, крыша.

14. Применение холоднокатаного материала, получаемого по п.1, содержащего по меньшей мере

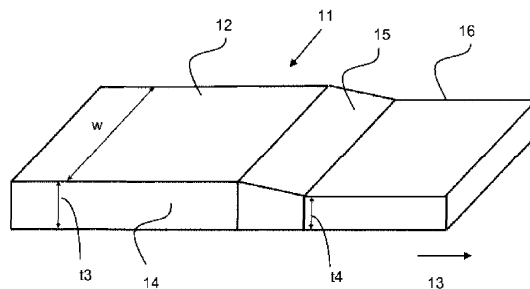
две последовательные области (5, 7; 14, 16) с различными механическими значениями, деформированные со степенью (Φ) формоизменения в интервале $5 \leq \Phi \leq 60\%$ и имеющие соотношение (γ) между отношением ΔF предельной нагрузки и отношением Δt толщины в интервале $1,0 < \gamma < 2,0$, при этом $\Delta F = (F_2/F_1) \times 100$, где F_1 и F_2 представляют собой предельные нагрузки для материала до и после холодной прокатки, соответственно, а $\Delta t = (t_2/t_1) \times 100$, где t_1 и t_2 представляют собой толщину областей до и после холодной прокатки, соответственно, в качестве материала для изготовления трубки.

15. Применение холоднокатаного материала, получаемого по п.1, содержащего по меньшей мере две последовательные области (5, 7; 14, 16) с различными механическими значениями, деформированные со степенью (Φ) формоизменения в интервале $5 \leq \Phi \leq 60\%$ и имеющие соотношение (γ) между отношением ΔF предельной нагрузки и отношением Δt толщины в интервале $1,0 < \gamma < 2,0$, при этом $\Delta F = (F_2/F_1) \times 100$, где F_1 и F_2 представляют собой предельные нагрузки для материала до и после холодной прокатки, соответственно, а $\Delta t = (t_2/t_1) \times 100$, где t_1 и t_2 представляют собой толщину областей до и после холодной прокатки, соответственно, в качестве материала для изготовления навесной детали автомобиля, такой как аварийный усилитель боковой двери.

16. Применение холоднокатаного материала, получаемого по п.1, содержащего по меньшей мере две последовательные области (5, 7; 14, 16) с различными механическими значениями, деформированные со степенью (Φ) формоизменения в интервале $5 \leq \Phi \leq 60\%$ и имеющие соотношение (γ) между отношением ΔF предельной нагрузки и отношением Δt толщины в интервале $1,0 < \gamma < 2,0$, при этом $\Delta F = (F_2/F_1) \times 100$, где F_1 и F_2 представляют собой предельные нагрузки для материала до и после холодной прокатки, соответственно, а $\Delta t = (t_2/t_1) \times 100$, где t_1 и t_2 представляют собой толщину областей до и после холодной прокатки, соответственно, в качестве материала для изготовления детали с немагнитными свойствами для электромобиля на аккумуляторных источниках питания.



Фиг. 1



Фиг. 2

