



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016142179, 27.10.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.10.2016

Дата регистрации:
18.09.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.10.2016

(45) Опубликовано: 18.09.2017 Бюл. № 26

Адрес для переписки:

308015, Белгородская обл., г. Белгород, ул.
Победы, 85, НИУ "БелГУ", ОИС, Цуриковой
Н.Д.

(72) Автор(ы):

**Кайбышев Рустам Оскарович (RU),
Беляков Андрей Николаевич (RU),
Торганчук Владимир Игоревич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет" (НИУ "БелГУ") (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 20090074605 A1, 19.03.2009. RU
2401877 C2, 20.10.2010. RU 2329308 C2,
20.07.2008. RU 2544970 C2, 20.03.2015. RU
2074900 C1, 10.03.1997. US 9138797 B2,
22.09.2015. KR 1020070085757 A, 27.08.2007.
RU 2318882 C2, 10.03.2008.

(54) Способ получения листов из высокомарганцевой стали

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к получению листов из высокомарганцевой стали, используемых в областях, требующих хорошей способности к холодной формовке, в частности в автомобилестроении. Для повышения пластичности на уровне 30% и прочности стали осуществляют термическую обработку заготовки из высокомарганцевой стали путем её нагрева до 1050-1300°C, выдержки в течение одного часа и

охлаждения, горячую прокатку заготовки в диапазоне от 1000 до 1300°C с обжатием 30-90%, а затем дополнительно проводят теплую прокатку при температуре 500-700° с обжатием 40-70%. Изобретение позволяет получать детали сложной формы без использования составных и сварных конструкций, например, изготавливать сложные детали конструкций кузова автомобиля.
1 табл., 2 ил., 2 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C21D 8/02 (2006.01)
C21D 6/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2016142179, 27.10.2016**

(24) Effective date for property rights:
27.10.2016

Registration date:
18.09.2017

Priority:

(22) Date of filing: **27.10.2016**

(45) Date of publication: **18.09.2017** Bull. № 26

Mail address:

**308015, Belgorodskaya obl., g. Belgorod, ul. Pobedy,
85, NIU "BelGU", OIS, Tsurikovoj N.D.**

(72) Inventor(s):

**Kajbyshev Rustam Oskarovich (RU),
Belyakov Andrej Nikolaevich (RU),
Torganchuk Vladimir Igorevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Belgorodskij gosudarstvennyj
natsionalnyj issledovatel'skij universitet" (NIU
"BelGU") (RU)**

(54) **METHOD OF PRODUCING SHEETS FROM HIGH-MANGANESE STEEL**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: billet from high-manganese steel is thermally processed by heating it to 1050-1300°C, holding for one hour and cooling, hot rolling of the billet in the range of 1000 to 1300°C with a reduction of 30-90% are performed, and then warm rolling is additionally performed at a temperature of 500-700°C

with a reduction of 40-70%. The invention makes it possible to obtain details of complex shape without the use of composite and welded structures, for example, to manufacture complex details of the car bodywork.

EFFECT: increasing the ductility and strength of steel.

1 tbl, 2 dwg, 2 ex

RU 2 631 069 C 1

RU 2 631 069 C 1

Изобретение относится к области металлургии, а именно, способу получения листов из высокомарганцевой стали, используемых в областях, требующих хорошей способности к холодной формовке, в частности в автомобилестроении.

Изобретение относится к получению листов из высокомарганцевой сталей типа Fe-18Mn-xC, где x лежит в интервале от 0,3 до 0,7.

Высокомарганцевые аустенитные стали с эффектом пластичности, наведенной двойникованием, и пластичности, наведенной превращением, являются одними из наиболее перспективных материалов, используемых в автомобильной промышленности. Стали данного класса чрезвычайно пластичны и характеризуются высоким уровнем деформационного упрочнения, что делает их привлекательными для широкого применения в автомобильной промышленности.

Из существующего уровня техники известен способ, который включает горячую ковку и прокатку при температуре 1000°C, при этом химический состав исследуемых сталей близок к составу заявленных сталей данного изобретения [Work hardening associated with ϵ -martensitic transformation, deformation twinning and dynamic strain aging in Fe-17Mn-0.6C and Fe-17Mn-0.8C TWIP steels / M. Koyama, T. Sawaguchi, T. Lee, C.S. Lee, K. Tsuzaki // Materials Science and Engineering: A. — 2011. — Vol. 528, № 24. — P. 7310–7316].

Недостатками данного технического решения являются сложный многостадийный процесс изготовления конечного продукта, заключающийся в горячей ковке при 1000°C, горячей прокатке при 1000°C, последующем отжиге при температуре 1000°C в атмосфере аргона и закалке в воду. При этом, после такого рода термо-деформационной обработки пластичность заявленных сталей, при комнатной температуре, варьируется от 65 до 76%, в зависимости от содержания углерода. Известен также способ, показанный в статье [Stacking fault energy and deformation mechanisms in Fe-xMn-0.6C-yAl TWIP steel/ Kim J-K and De Cooman B. C. // Materials Science and Engineering: A. — 2016. - Vol. 676 — P. 216–31], часть сталей в которой попадает в диапазон концентрации легирующих элементов, заявленных для данного патента. Исходные слитки отжигали при температуре 1200°C в течение 2 часов, после чего подвергали горячей прокатке и последующей холодной прокатке. Затем проводили рекристаллизационный отжиг при 800°C 100 секунд. Недостатком данного способа является получение заготовок с относительно низким пределом текучести. Также, известен способ получения высокомарганцевых листов с высокими показателями ударопрочности, включающий в себя предварительный нагрев слитка в диапазоне температур 1050-1300°C (1200°C 1 час), после чего термообработанный слиток подвергают горячей прокатке, при этом максимальная температура не должна превышать 1300°C, причем нижний диапазон температур варьируется в районе 1000°C. Далее, данный лист прокатывают в холодную до степени обжатия от 30 до 80% (US 2009/0074605 A1, 19.03.2009). Недостатком данного метода является использование широкой номенклатуры сталей с разным химическим составом для получения необходимых механических свойств, а также включение дополнительной стадии холодной прокатки, для получения высоких показателей прочностных характеристик, при этом существенно снижается пластичность. Так, например, увеличение предела прочности с 939,9 до 1209,7 МПа сопровождается снижением пластичности от 60,4 до 22,2%, при 20% обжатия. Такие показатели пластичности ставят под сомнение возможность изготовления из этой стали сложных деталей (US 2009/0074605 A1, 19.03.2009).

Задачей предлагаемого изобретения является получения листов из высокомарганцевой стали, обладающих высокими показателями прочности и пластичности, не прибегая к холодной прокатке и отжигам.

Поставленная задача решается с помощью предлагаемого способа получения листов высокомарганцевых сталей, включающего термическую обработку заготовки в диапазоне 1050-1300°C, в течение одного часа, горячую прокатку в диапазоне от 1000 до 1300°C, причем горячую прокатку проводят с обжатием в диапазоне 30-90%, а также дополнительно проводят теплую прокатку в диапазоне 500-700° с обжатием в диапазоне 40-70%.

Задача достигается тем, что, варьируя параметры деформационно-термической обработки, получаем лист с заданными механическими свойствами. В данном способе используется двухстадийная прокатка: горячая (1050-1300°C) прокатка 30-90% и последующая теплая прокатка (500-700°C), обжатие при которой может варьироваться в диапазоне 40-70%. Благодаря такой последовательности удается получить высокие показатели прочностных характеристик (предел текучести от 250 МПа до 950 МПа, предел прочности от 833 МПа до 1310 МПа) при высоких показателях пластичности (относительное удлинение от 30 до 90%), при этом используя высокомарганцевую сталь С – 0,3...0,7%; Мn – 16...20%; Al ≤ 0.05%; Р менее 0,03%; Si – 0,1...0,5%; S ≤ 0.05%; N – 0,002...0,005%; Fe – баланс после горячей и/или горячей и теплой прокаток. В ходе теплой прокатки преимущественно проходят процессы динамического возврата, а в некоторых случаях полигонизации, в результате, образуются деформированные зерна, вытянутые вдоль направления прокатки со средним поперечным размером порядка 10 мкм от исходного 50-100 мкм после горячей прокатки.

Заявляемая совокупность признаков позволяет достичь высоких показателей прочностных характеристик при сохранении пластичности на высоком уровне 30% и более, благодаря чему повышается технологичность производства металлических изделий.

Осуществление изобретения

Высокомарганцевая сталь со следующим химическим составом: С – 0,3...0,7%; Мn – 16...20%; Al ≤ 0.05%; Р менее 0,03%; Si – 0,1...0,5%; S ≤ 0.05%; N – 0,002...0,005%; Fe – баланс (также предусмотрено содержание Ni ≤ 0.006% и V ≤ 0.007%) в исходном состоянии после литья. Проводится термическая обработка, направленная на выравнивание химического состава в слитке (гомогенизационный отжиг). Температура гомогенизационного отжига выбирается в интервале 1050-1300°C, время выдержки от 1 до 5 часов с последующим охлаждением на воздухе. На следующем этапе заготовка, после гомогенизационного отжига, закладывается в прогретую до 1050-1300°C печь (температура выбирается с учетом того, чтобы на заготовке не образовывались дефекты в результате продольной прокатки с заданным обжатием). После того как стабилизируется температура в печи, заготовка прогревается из расчета 1 миллиметр толщины в минуту. Следующей операцией идет продольная листовая прокатка, которая осуществляется на холодных валках. Валки должны быть изготовлены из инструментальной штамповой стали, диаметр валков не менее 300 мм, скорость вращения валков от 1 до 10 метров в минуту. Прокатка осуществляется с обжатием 10% от предыдущего значения толщины листа, после каждого прохода заготовка нагревается в печи до заданной температуры. По достижении общего обжатия в 30-90% лист охлаждают на воздухе. После охлаждения заготовки проводится операция по удалению окалины путем ее химического растворения в концентрированной соляной кислоте (данная операция необходима для получения бездефектного поверхностного слоя при дальнейшей прокатке). Далее осуществляется теплая прокатка в диапазоне температур 500-700°C. Аналогично с предыдущим этапом прокатка проводится на холодных валках до общего обжатия в 40-70% предварительно нагретого в печи листа до температуры

500-700°C. Далее, при необходимости, удаляется оксидный слой в концентрированной соляной кислоте. Такая последовательность деформационной обработки позволяет существенно уменьшить средний поперечный размер зерна, относительно направления прокатки, что является одним из ключевых факторов совокупности высоких показателей

5 прочности и пластичности заявленных высокомарганцевых сталей.

Примеры осуществления

Пример 1. Лист высокомарганцевой стали Fe - 0,6%С - 18%Mn (С – 0,6%; Mn – 18%; Al ≤ 0.012%; P менее 0,03%; Si – 0,24%; S ≤ 0.05%; N – 0,0044%; Ni ≤ 0.006%; V ≤ 0.007% и Fe – баланс) был повергнут деформационно-термической обработке. Сначала исходный материал в литом состоянии в виде слитка был подвергнут гомогенизационному отжигу в печи при температуре 1150°C в течение 1-го часа, с последующим охлаждением на воздухе. Затем из слитка вырезали заготовку для дальнейшей продольной листовой прокатки. Прокатка проводится на двухвалковом стане со скоростью 2 метра в минуту, диаметр валков 350 мм. Заготовка закладывается в прогретую до 1150°C печь и

10 выдерживается при заданной температуре из расчета 1 миллиметр толщины в минуту, далее осуществляется прокатка на холодных валках, с общим обжатием 60%, по 10% за проход от предыдущей толщины. На следующей стадии проводится операция по удалению окалины химическим способом (растворение в концентрированной соляной кислоте). Для получения высоких прочностных показателей далее проводится теплая

15 продольная листовая прокатка при температуре 500°C с общим обжатием в 60%, по 10% за проход от предыдущей толщины. В таблице 1 представлены результаты механических испытаний теплокатанного листа высокомарганцевой стали (Механические испытания на растяжения проводились по ГОСТ 1497-84 при комнатной температуре).

Данный пример характеризуют следующие графические материалы:

25 Фиг. 1 – микроструктура стали, подвергнутой горячей (1150°C) и теплой (500°C) прокаткам.

Фиг. 2 - Таблица 1. Механические свойства листа высокомарганцевых сталей, подвергнутых горячей и теплой прокаткам.

Пример 2. Отличается от примера 1 тем, что температура теплой прокатки составляет

30 700°C.

Такая последовательность операций позволяет получить листы высокомарганцевой стали с высокими показателями прочностных и пластических свойств, пластичность на уровне 30% и более процентов, что позволяет получать детали сложной формы без использования составных и сварных конструкций, например, изготавливать сложные

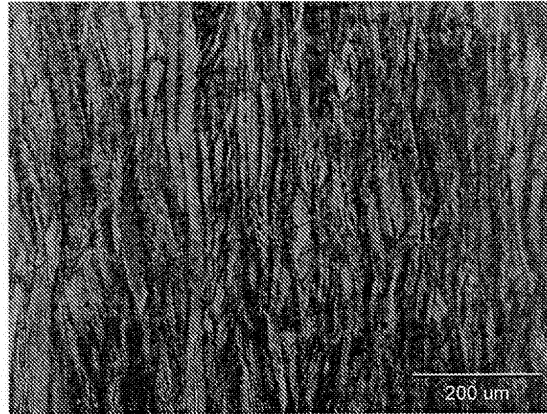
35 детали конструкций кузова автомобиля.

(57) Формула изобретения

40 Способ получения листов высокомарганцевых сталей, включающий термическую обработку заготовки путем нагрева до 1050-1300°C, выдержки в течение одного часа и охлаждения, горячую прокатку при температуре от 1000 до 1300°C, отличающийся тем, что горячую прокатку проводят с обжатием 30-90%, а затем дополнительно осуществляют теплую прокатку при 500-700°C с обжатием 40-70%.

45

Способ получения листов
из высокомарганцевой стали



Фиг.1

Таблица 1			
Механические свойства листа высокомарганцевых сталей, подвергнутых горячей и теплой прокаткам			
Способ деформационно-термической обработки	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Относительное удлинение до разрушения, %
Пример 1			
После горячей (1150°C) и теплой (500°C) прокатки	950	1310	35
Пример 2			
После горячей (1150°C) и теплой (700°C) прокатки	575	1090	55

Фиг.2