



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК
B32B 15/00 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01)
B23K 20/04 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008132750/02, 08.08.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.08.2008

(45) Опубликовано: 27.01.2010 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **КАРПОВ М.И. и др. Возможности метода вакуумной прокатки как способа получения многослойных композитов с нанометрическими толщинами слоев, Материаловедение, №1, 2004, с.48-53. RU 2271404 С2, 10.03.2006. SU 1624834 А1, 20.02.1995. JP 2003317210 А, 07.11.2003.**

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, ГОУ
ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана", ЦЗИС,
директору

(72) Автор(ы):

**Колесников Александр Григорьевич (RU),
Плохих Андрей Иванович (RU),
Мечиев Шамиль Таукаевич (RU),
Михальцевич Ирина Юрьевна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана" (RU)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛИСТОВ СО СТАБИЛЬНОЙ СУБМИКРО- И НАНОРАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРОЙ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано для изготовления многослойных металлических листов со слоистой субмикро- или наноразмерной структурой на основе одного металла. В качестве заготовок используют попеременно чередующиеся листы сплавов на основе одного металла, имеющих разное строение кристаллических решеток в интервале температур горячей обработки давлением. Каждый цикл обработки включает изготовление заготовок из листов, обработку их поверхности, сборку нарезанных листов в пакет, вакуумирование и нагрев пакета, пластическое деформирование пакета по высоте. В исходном состоянии используемые сплавы при нормальных условиях могут иметь одинаковую кристаллическую решетку, один из них имеет стабильную кристаллическую

решетку во всем диапазоне горячей обработки давлением, а второй претерпевает полиморфные превращения с образованием другой кристаллической решетки. Используемые сплавы могут иметь одинаковую кристаллическую решетку в исходном состоянии при нормальных условиях, при этом оба сплава претерпевают полиморфные превращения, но при разных температурах. Горячую обработку давлением осуществляют при температуре, находящейся между значениями температур полиморфных превращений обоих сплавов. Полученные многослойные листы имеют чередующиеся несмешанные слои со стабильными межслойными границами, отличающиеся друг от друга фазовым составом или структурой. 2 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
B32B 15/00 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01)
B23K 20/04 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008132750/02, 08.08.2008**

(24) Effective date for property rights:
08.08.2008

(45) Date of publication: **27.01.2010 Bull. 3**

Mail address:

**105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, GOU
VPO "MGU im. N.Eh. Baumana", TsZIS,
direktoru**

(72) Inventor(s):

**Kolesnikov Aleksandr Grigor'evich (RU),
Plokhikh Andrej Ivanovich (RU),
Mechiev Shamil' Tukaevich (RU),
Mikhal'tsevich Irina Jur'evna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet imeni N.Eh. Baumana" (RU)**

(54) METHOD FOR PRODUCTION OF METAL SHEETS WITH STABLE SUBMICRO- AND NANOSIZE STRUCTURE

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention may be used to produce multilayer metal sheets with flaky submicro- or nanosize structure on the basis of a single metal. Billets used are alternating sheets of alloys on the basis of a single metal, having various structure of crystal lattices in the range of hot forming temperatures. Every cycle of processing includes making billets out of sheets, processing of their surface, assembly of cut sheets into packet, vacuumising and heating of packet, plastic deformation of packet along height. In initial condition alloys used under normal conditions may have identical crystal lattice, one of them has stable

crystal lattice in the whole range of hot forming, and the second one goes through polymorphous transformations with development of another crystal lattice. Used alloys may have identical crystal lattice in initial condition under normal circumstances, besides both alloys go through polymorphous transformations, but at different temperatures. Hot forming is carried out at the temperature within values of polymorphous transformations temperatures of both alloys.

EFFECT: production of multilayer sheets, which have alternating non-mixed layers with stable interlayer borders, which differ from each other by phase composition or structure.

3 cl, 4 ex

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано для изготовления многослойных металлических листов, в том числе с субмикро- и наноразмерной структурой.

Известен способ получения многослойного листа, включающий составление пакета из попеременно чередующихся слоев стали и никеля, холодное прессование полученного пакета, дальнейшее горячее прессование и спекание, имеющие цель повышения прочности за счет уменьшения толщины слоев до 0,1-1 мкм [1].

Недостатком известного способа является длительность общего технологического цикла, необходимость применения дополнительной операции диффузионной сварки, а также использование в качестве разделительных прослоек в стальной многослойной заготовке никеля.

Известен способ получения многослойного материала, включающий составление пакета из попеременно чередующихся слоев стали и меди, обжиг полученного пакета на 15-20%, горячее спекание в вакууме, повторное осаивание на 15-20%, последовательное холодное прессование и отжиги, позволяющие получать пакет толщиной 4-5 мм и толщины слоев 100-200 ангстрем [2].

Недостатком известного способа является длительность общего технологического цикла, необходимость применения дополнительной операции диффузионной сварки, а также использование в качестве разделительных прослоек в стальной многослойной заготовке меди.

Известен наиболее близкий по технической сущности способ получения многослойных металлических листов со структурой нанометрического диапазона методом прокатки, включающий подготовку поверхности металлических слоев, сборку пакета из последовательно чередующихся листов взаимно не растворимых друг в друге металлов, предварительную прокатку пакета на вакуумном прокатном стане, последующую холодную прокатку пакета до толщины, равной толщине одного исходного слоя, составляющего композит, раскрой полученного проката, последующую сборку пакета и повторение описанного технологического цикла до получения толщины слоев в заготовке, равной 10-20 нм [3].

Недостатком известного способа является невозможность формирования слоистой структуры в заготовках, состоящих из однородных (то есть на основе одного металла) металлических листов, в частности железа.

Задача изобретения - получение металлических листов на основе одного металла со стабильной субмикро- и наноразмерной структурой (в диапазоне размеров зерен менее одного мкм до нескольких десятков нм).

Указанная задача решается тем, что в качестве заготовок используют попеременно чередующиеся листы сплавов на основе одного металла, имеющие разное стабильное строение кристаллических решеток в интервале температур горячей обработки давлением.

Способ получения металлических листов со стабильной субмикро- и наноразмерной структурой включает мерную резку заготовок из листов, обработку их поверхности, сборку нарезанных листов в пакет, вакуумирование и нагрев пакета, пластическое деформирование пакета по высоте. Способ отличается тем, что в качестве заготовок используют попеременно чередующиеся листы сплавов на основе одного металла, имеющих разное строение кристаллических решеток в интервале температур горячей обработки давлением.

В исходном состоянии при нормальных условиях используемые сплавы могут иметь и одинаковую кристаллическую решетку, но при этом один из них должен иметь

стабильную кристаллическую решетку во всем диапазоне горячей обработки давлением, а второй сплав претерпевать полиморфные превращения с образованием другой кристаллической решетки в этом диапазоне температур.

Также в исходном состоянии при нормальных условиях используемые сплавы могут иметь одинаковую кристаллическую решетку и оба сплава могут претерпевать полиморфные превращения, но при разных температурах, а горячую обработку давлением должны осуществлять при температуре, находящейся между значениями температур полиморфных превращений обоих сплавов.

Таким образом, способ получения металлических листов со слоистой структурой состоит из следующих операций.

При осуществлении способа, например, в качестве исходных заготовок используют листы из α - и γ -сплавов на основе железа, имеющих разное строение кристаллических решеток (ОЦК и ГЦК соответственно) и сохраняющих свое кристаллическое строение во всем температурном интервале обработки давлением. Из исходных листов вырезают мерные заготовки с одинаковыми размерами в плане. Обработку поверхности проводят для удаления технологической смазки, поверхностных загрязнений, окалины и могут осуществлять механическими, химическими и комбинированными способами. После обработки поверхности, попеременно чередуя листы из α - и γ -сплавов, осуществляют сборку нарезанных листов в пакет. Собранный пакет помещают в капсулу. Капсула выполнена в виде короба из тонколистового металла с крышкой и технологическим отверстием. После укладки пакета в капсулу крышку заваривают герметичным швом и откачивают из ее полости воздух через технологическое отверстие. После чего технологическое отверстие заваривают.

Подготовленную капсулу нагревают в печи до температуры обработки давлением и пластически деформируют по высоте в валках прокатного стана до толщины, при которой возможна горячая прокатка. Минимальная толщина ограничена теплофизическими свойствами прокатываемого материала и зависит от его способности сохранять заданный интервал температуры за время прокатки.

При достижении минимально возможной толщины заготовку режут на мерные части и зачищают с удалением остатков капсулы. Вновь сформированный пакет, состоящий из полученных многослойных листовых заготовок, вновь герметизируют в капсулу и повторно (возможно неоднократно) проводят описанный цикл обработки.

Результатом многократно повторенного технологического цикла является плоская заготовка заданного размера, в поперечном сечении которой расположены чередующиеся несмешанные слои заданной толщины, отличающиеся друг от друга фазовым составом (типом кристаллической решетки) и/или структурой (размером зерна).

Пример 1

Для получения многослойных листов толщиной 1,5 мм в качестве исходных заготовок используются металлические карточки толщиной 0,5 мм из сталей марок 08X18N10 (γ -сплав) и 08X18 (α -сплав). Карточки в количестве по 50 шт. каждой марки стали после промывки в ультразвуковой ванне попеременно укладывают в одну капсулу. Капсулы с пакетом карточек вакуумируют при разрежении $(6,67 \div 13,3) \cdot 10^{-4}$ Па и герметизируют.

Подготовленные таким образом капсулы нагревают в печи сопротивления до температуры 1100°C и прокатывают на листовом прокатном стане.

Микроструктура заготовок, полученных после первого цикла прокатки, не имеет общих зерен на границах между слоями. Последующие исследования, проведенные

методом микрорентгеноспектрального анализа, показали отсутствие диффузии легирующих элементов между слоями. Это подтверждает правильность выбора используемых технологических режимов обработки, позволяющих сохранить стабильность межслойных границ.

Из полученных на первом переделе заготовок были повторно изготовлены карточки исходных размеров.

Цикл обработки был повторен троекратно. В результате были получены заготовки с толщинами слоев менее 0,4 мкм (400 нм). Последующая операция холодной прокатки позволила получить заготовки толщиной 0,5 мм с толщиной слоев менее 150 нм.

При соответствующем подборе оборудования, размеров заготовок (карточек) по толщине, их количества в пакете возможно получение аналогичной структуры за один цикл обработки.

Пример 2

В качестве исходных заготовок используют листы сталей 08X18 (α -сплав) и 30ХГСА. Прокатку проводят при температуре, обеспечивающей полное протекание полиморфного превращения структуры стали 30ХГСА в структуру γ -сплава.

В этом случае при горячей прокатке температуру нагрева заготовки выбирают таким образом, чтобы обеспечить формирование различных типов кристаллических решеток в обоих материалах. Максимально возможная температура нагрева в этом случае лимитируется только максимально допустимой температурой обработки давлением.

Пример 3

В качестве исходных заготовок используют листы из технического чистого железа и стали У8. Максимально возможная температура нагрева для обработки давлением в данном случае не должна превышать температуру полиморфного превращения технического чистого железа, а минимальная температура обеспечивать полное протекание полиморфного превращения стали У8. При этой температуре слои технического чистого железа сохраняют решетку ОЦК (α -сплав), а слои стали У8 имеют решетку ГЦК (γ -сплав).

В этом случае при горячей прокатке температуру нагрева заготовки выбирают таким образом, чтобы обеспечить формирование различных типов кристаллических решеток в совместно деформируемых слоях.

Пример 4

В качестве заготовок используют попеременно чередующиеся листы ВТ1-0 (α -сплав) и ВТ19 (псевдо β -сплав) на основе титана.

В этом случае при горячей прокатке температуру нагрева заготовки выбирают таким образом, чтобы обеспечить формирование различных типов кристаллических решеток в обоих материалах. Максимально возможная температура нагрева в этом случае лимитируется началом полиморфного превращения в α -сплаве.

Источники информации

1. АС СССР №418353, кл. В32В 31/00, В32В 5/00, 1972 г.
2. АС СССР №442089, кл. В32В 15/00, 1972 г.
3. Карпов М.И., Внуков В.И. и др. «Возможности метода вакуумной прокатки как способа получения многослойных композитов с нанометрическими толщинами слоев». «Материаловедение», №1, 2004 г., стр.48-53.

Формула изобретения

1. Способ получения многослойного металлического листа с субмикро- или

наноразмерной структурой слоев, обладающего стабильностью межслойных границ, включающий мерную резку исходных заготовок из листов, обработку их поверхности, сборку нарезанных заготовок в пакет, вакуумирование, горячую обработку давлением пакета путем его нагрева и пластического деформирования по высоте с
5 получением многослойного листа, отличающийся тем, что в качестве исходных заготовок используют листы из сплавов на основе одного металла, имеющих разное строение кристаллических решеток в интервале температур горячей обработки давлением, которые при сборке попеременно чередуют.

10 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что используют заготовки из сплавов, которые в исходном состоянии при нормальных условиях имеют одинаковую кристаллическую решетку, причем один из сплавов имеет стабильную кристаллическую решетку во всем диапазоне горячей обработки давлением, а второй сплав претерпевает полиморфные превращения с образованием другой
15 кристаллической решетки в этом диапазоне температур.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что используют заготовки из сплавов, которые в исходном состоянии при нормальных условиях имеют одинаковую кристаллическую решетку, и оба сплава претерпевают полиморфные превращения
20 при разных температурах, при этом горячую обработку давлением осуществляют при температуре между температурами полиморфных превращений обоих сплавов.

25

30

35

40

45

50