



(51) МПК
B23K 20/12 (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01)
B23K 103/10 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B23K 20/12 (2006.01); C22F 1/04 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016142127, 27.10.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 27.10.2016

Дата регистрации:
 29.01.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.10.2016

(45) Опубликовано: 29.01.2018 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

**Высоцкий Игорь Васильевич (RU),
 Малофеев Сергей Сергеевич (RU),
 Тагиров Дамир Вагизович (RU),
 Кайбышев Рустам Оскарлович (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: EP 2687313 A1, 22.01.2014. RU
 2468114 C1, 27.11.2012. RU 2575264 C1,
 20.02.2016. RU 2482944 C1, 27.05.2013. WO 00/
 34544 A2, 15.06.2000.

(54) Способ изготовления сварных конструкций из термически неупрочняемых алюминиевых сплавов

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано при изготовлении сварных конструкций из термически неупрочняемых алюминиевых сплавов с применением сварки трением с перемешиванием. Осуществляют равноканальное угловое прессование исходной заготовки по маршруту ВС не менее чем за 8 проходов с комбинированием температуры нагрева в диапазоне 250-500°C из условия получения рекристаллизованной структуры алюминиевого сплава заготовки с объемной долей рекристаллизационных зерен не менее 75%. Затем проводят изотермическую прокатку полученной

заготовки при температуре, не менее, чем температура проведения прессования, и не более чем на 50°C превышающей упомянутую температуру, с получением листовых полуфабрикатов заданного размера. После чего соединяют полученные листовые полуфабрикаты сваркой трением с перемешиванием. Выбирают частоту вращения инструмента и скорость его подачи из условия получения структуры сварного соединения, идентичной структуре полуфабриката алюминиевого сплава. Предлагаемый способ обеспечивает повышение эксплуатационной надёжности сварных конструкций.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B23K 20/12 (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01)
B23K 103/10 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B23K 20/12 (2006.01); *C22F 1/04* (2006.01)

(21)(22) Application: **2016142127, 27.10.2016**

(24) Effective date for property rights:
27.10.2016

Registration date:
29.01.2018

Priority:

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

(45) Date of publication: **29.01.2018** Bull. № 4

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Vysotskij Igor Vasilevich (RU),
Malofeev Sergej Sergeevich (RU),
Tagirov Damir Vagizovich (RU),
Kajbyshev Rustam Oskarovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD FOR MANUFACTURING WELDED STRUCTURES FROM THERMALLY NONHARDENABLE ALUMINIUM ALLOYS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: equal channel angular pressing of the part blank is carried out along the route of the aircraft in not less than 8 passes with the combination of the heating temperature in the range of 250-500°C according to the condition for obtaining a recrystallized structure of the aluminium alloy of the blank with a volume ratio of recrystallization grains of at least 75%. The isothermal rolling of the resulting blank is then carried out at a temperature not less than the pressing temperature and not exceeding the mentioned

temperature by more than 50°C, to produce sheet semi-finished products of a predetermined size. After that, the obtained sheet semi-finished products are joined by friction stir welding. The tool rotation speed and feed rate are selected according to the condition for obtaining a weld joint structure identical to the structure of the aluminium alloy semi-finished product.

EFFECT: increasing operational reliability of welded structures.

1 cl

RU 2 643 029 C1

RU 2 643 029 C1

Настоящее изобретение относится к области сварки трением с перемешиванием, в частности к области сварки трением с перемешиванием термически неупрочняемых алюминиевых сплавов.

Из уровня техники известно, что сварные соединения термически неупрочняемых алюминиевых сплавов, в частности системы Al-Mg-Sc-Zr, получаемые сваркой трением с перемешиванием (S. Malopheyev, V. Kulitskiy, S. Mironov, D. Zhemchuzhnikova, R. Kaibyshev, Friction-stir welding of an Al-Mg-Sc-Zr alloy in as-fabricated and work-hardened conditions, Materials Science & Engineering A, 2014, v.600, pp. 159-170), обладают различным уровнем механических характеристик в основном материале и сварном шве из-за сильного различия структурных составляющих указанных областей. Это приводит к таким негативным последствиям как локализация деформации в зоне сварного соединения, влекущая за собой быстрое разрушение сварных конструкций.

Задачей предлагаемого изобретения является создание сварных конструкций из термически неупрочняемых алюминиевых сплавов методом сварки трением с перемешиванием, структура и свойства которых будут равны по всему объёму получаемого изделия, что позволит обеспечить высокую надёжность конструкции в процессе эксплуатации.

Задача решается тем, что исходную заготовку термически неупрочняемого алюминиевого сплава подвергают равноканальному угловому прессованию (РКУП) при температурах от 250 до 290°C и при температурах от 310 до 500 °C не менее 8 проходов, по маршруту ВС, что обеспечивает формирование в заготовке рекристаллизованной структуры с размером зерна от 0,1 до нескольких десятков микрон, доля которой будет не менее 75%. После чего проводится изотермическая прокатка заготовки при температуре, близкой или равной температуре РКУП и не превышающей эту температуру более чем на 50°C с целью получения листовых полуфабрикатов требуемых размеров с сохранением структуры и механических свойств, полученных в результате РКУП. Затем из этих листовых полуфабрикатов изготавливают неразъемные сварные соединения или конструкции сваркой трением с перемешиванием с частотой вращения инструмента в диапазоне от 300 до 1200 об/мин и скоростью от 10 до 6000 мм/мин. При этом параметры сварки трением с перемешиванием подбираются таким образом, чтобы в сварном шве сформировать структуру, близкую или идентичную структуре листовых полуфабрикатов. Это обеспечит близкий или равный уровень механических и пластических свойств сварного шва со свойствами листовых полуфабрикатов, что гарантирует равномерное нагружение сварного соединения или конструкции и, как следствие, отсутствие локализации деформации, приводящей к катастрофическому разрушению.

Маршрут ВС равноканального углового прессования подразумевает поворот заготовки вокруг своей продольной оси на угол 90° после каждого прохода. Индекс С указывает на то, что во время прессования направление поворота сохраняется, то есть всегда против или всегда по часовой стрелке.

При осуществлении заявленного способа сварные конструкции обладают высоким уровнем эксплуатационной надёжности из-за равного по всему объёму изделия уровня механических свойств.

Осуществление изобретения

Способ создания сварных конструкций с однородной структурой и свойствами по всему объёму состоит из трёх технологических операций:

1) РКУП заготовки алюминиевого сплава. Проводится при температурах от 250 до 290°C и при температурах от 310 до 500°C. При этом осуществляется не менее 8 проходов

по маршруту ВС. Такая комбинация параметров прессования позволит сформировать в заготовке алюминиевого сплава структуру с размером зерна от 0,1 до нескольких десятков микрон с объёмной долей рекристаллизованных зерен не менее 75%. Данная технологическая операция позволяет сформировать в заготовке структуру, аналогичную той, что возникает в зоне перемешивания сварного шва, полученного сваркой трением с перемешиванием. Это позволит получить близкий или равный уровень прочностных и пластических свойств в сварном шве и основном материале и, следовательно, получить однородность свойств по всему объёму сварного изделия;

2) Изотермическая прокатка, осуществляемая при температуре, не ниже температуры РКУП и не превышающей эту температуру более чем на 50°C. Цель данной технологической операции – получение листовых полуфабрикатов необходимого размера с сохранением структуры и свойств, полученных после РКУП.

3) Сварка трением с перемешиванием полученных полуфабрикатов для получения конечного изделия. При этом параметры сварки подбираются таким образом, чтобы обеспечить структуру сварного соединения, близкую или идентичную структуре основного материала полуфабрикатов, т.е. сравнимый размер зерна и плотность дислокаций. Так, частота вращения инструмента выбирается в диапазоне от 300 до 1200 об/мин, а скорость подачи сварочного инструмента от 10 до 6000 мм/мин.

Известно, что когда уровень механических характеристик сварного соединения ниже, чем основного материала, то при превышении предела текучести это приводит к локализации деформации в шве с почти мгновенным разрушением.

Однородность структурных элементов основного материала и сварных соединений обеспечит получение одинакового уровня механических характеристик во всём объёме сварной конструкции. Так, если в процессе эксплуатации произойдёт превышение уровня пластичности, то это не приведёт к локализации деформации и быстрому разрушению конструкции, так как нагрузка будет равномерно распределена по всему сварному соединению, включая основной материал. Следовательно, предлагаемый способ изготовления приведёт к повышению эксплуатационной надёжности сварных конструкций.

(57) Формула изобретения

Способ изготовления сварных конструкций из термически неупрочняемых алюминиевых сплавов, включающий равноканальное угловое прессование исходной заготовки, которое осуществляют по маршруту ВС не менее чем за 8 проходов с комбинированием температуры нагрева в диапазоне 250-500°C из условия получения рекристаллизованной структуры алюминиевого сплава заготовки с объёмной долей рекристаллизационных зерен не менее 75%, после чего проводят изотермическую прокатку полученной заготовки при температуре, не менее, чем температура проведения прессования, и не более чем на 50°C превышающей упомянутую температуру, с получением листовых полуфабрикатов заданного размера, а затем соединяют полученные листовые полуфабрикаты сваркой трением с перемешиванием, при этом выбирают частоту вращения инструмента и скорость его подачи из условия получения структуры сварного соединения, идентичной структуре полуфабриката алюминиевого сплава.