



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015132829, 06.08.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.08.2015Дата регистрации:
17.02.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.08.2015

(43) Дата публикации заявки: 09.02.2017 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 17.02.2017 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Кайбышев Рустам Оскарович (RU),
Малофеев Сергей Сергеевич (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: WO 2004041468 A2, 21.05.2004. RU
2013154360 A, 10.06.2015. RU 2465360 C2,
27.10.2012. WO 2008156532 A2, 24.12.2008. WO
03082512 A1, 09.10.2003.(54) СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ,
ПОЛУЧЕННЫХ СВАРКОЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано для повышения технологических и эксплуатационных характеристик сварных конструкций и сложных деталей, изготовленных из термически упрочняемых алюминиевых сплавов, полученных сваркой трением с перемешиванием, в частности, при изготовлении различных конструкций для автомобильной промышленности, например для производства дисков автомобильных колес. Сначала проводят послесварочную термическую обработку на твердый раствор с выдержкой в

печи в интервале температур от 450°C до 580°C в течение от 30 до 60 минут с последующей закалкой в воду. Затем осуществляют послесварочное искусственное старение в интервале температур от 160°C до 205°C в течение от 1 до 18 часов. Способ позволяет получать сварные конструкции из термически упрочняемых алюминиевых сплавов с высокими механическими свойствами и коэффициентом прочности соединений, близким к уровню основного материала. 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C21D 9/50 (2006.01)
B23K 20/12 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015132829, 06.08.2015**(24) Effective date for property rights:
06.08.2015Registration date:
17.02.2017

Priority:

(22) Date of filing: **06.08.2015**(43) Application published: **09.02.2017** Bull. № 4(45) Date of publication: **17.02.2017** Bull. № 5

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Kajbyshev Rustam Oskarovich (RU),
Malofeev Sergej Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Belgorodskij gosudarstvennyj
natsionalnyj issledovatel'skij universitet" (NIU
"BelGU") (RU)**(54) **METHOD OF INCREASING STRENGTH PROPERTIES OF WELDED JOINTS MADE BY FRICTION WELDING WITH MIXING**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention can be used to improve technological and operational characteristics of welded structures and complex parts made from thermally strengthened aluminium alloys obtained by friction welding with mixing, in particular, in making various structures for automotive industry, for example, for production of automotive wheel discs. First postwelding thermal treatment is performed to a solid solution with holding in the furnace at the temperature from 450 to

580 °C for 30–60 minutes with subsequent quenching in water. Then postwelding artificial ageing is performed within the temperature range from 160–205 °C for 1–18 hours.

EFFECT: method enables to obtain welded structures from thermally strengthened aluminium alloys with high mechanical properties and an adhesion coefficient close to the level of the main material.

1 cl, 1 tbl

RU 2 610 996 C 2

RU 2 610 996 C 2

Изобретение относится к области сварочного производства, в частности к способу повышения технологических и эксплуатационных характеристик сварных конструкций и сложных деталей, изготовленных из термически упрочняемых алюминиевых сплавов, полученных сваркой трением с перемешиванием.

5 Известен способ повышения прочностных свойств сварных соединений термически упрочняемых алюминиевых сплавов, в котором детали, соединенные сваркой трением с перемешиванием, подвергаются послесварочной термической обработке в интервале температур 320-400°F (160-205°C) от одного до нескольких часов (WO№2004/041468 A2, публ. 21.05.2004). Повышение прочностных свойств происходит за счет выделения
10 частиц вторых фаз, которые были частично или полностью растворены и/или укрупнились во время процесса сварки трением с перемешиванием.

Недостатком прототипа является то, что послесварочное старение, которое предложено в прототипе не оказывает влияния на перераспределение фаз, которые выделяются в процессе сварки трением с перемешиванием, а также не может уменьшить
15 размер уже выделившихся частиц, так как при определенных режимах сварки трением с перемешиванием вместо растворения частиц вторых фаз происходит их укрупнение, что снижает прочностные свойства сварного соединения. Вследствие указанного недостатка, повышение уровня прочностных свойств происходит на относительно
20 небольшой уровень и не может обеспечить достаточно высокой прочности соединения относительно основного материала (коэффициент прочности сварного соединения в этом случае составляет не более 80% от предела прочности основного материала).

320°F-400°F по шкале Фаренгейта в переводе соответствует 160°C-205°C Цельсия (Большая советская энциклопедия.-М.: Советская энциклопедия, 1969-1978; Берлин
25 А.Я. Техника лабораторной работы в органической химии издание второе, М.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1963, с.29).

Техническим результатом предлагаемого изобретения является создание способа повышения прочностных свойств сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием, обеспечивающего повышение коэффициента прочности таких
30 соединений, близкого к уровню основного материала.

Технический результат достигается тем, что в предлагаемом способе повышения прочностных свойств сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием, выполненных из термически упрочняемых алюминиевых сплавов, включающем послесварочное искусственное старение в интервале температур 160°C-
35 205°C от одного до нескольких часов, сначала проводят послесварочную термическую обработку на твердый раствор выдержкой в печи в интервале температур от 450°C до 580°C и выдержкой в данном интервале от 30 минут до нескольких часов с последующей закалкой в воду, а затем послесварочное искусственное старение.

40 Отличительные признаки:

- термическая обработка на твердый раствор выдержкой в печи в интервале температур от 450°C до 580°C и выдержкой в данном интервале от 30 минут до нескольких часов с последующей закалкой в воду, приводит к полному растворению
45 частиц вторых фаз, которые выделились и/или укрупнились в процессе сварки трением с перемешиванием;

- последующее искусственное старение в интервале температур 160°C-205°C в течение нескольких часов приводит к выделению частиц вторых фаз из пересыщенного твердого раствора, что способствует повышению коэффициента прочности таких соединений,

близкого к уровню основного материала.

Пример осуществления предлагаемого изобретения.

В качестве свариваемых деталей использовали листы толщиной 6 мм термически упрочняемого алюминиевого сплава АА6061, относящего к системе Al-Mg-Si. В данной системе сплавов прочностные характеристики достигаются путем закалки в воду с последующим искусственным старением. Для используемого сплава АА6061 использовали следующую термическую обработку (ТО): выдержка в печи при 530 °С в течение 1 часа, закалка в воду, затем искусственное старение при 160 °С в течение 18 часов с охлаждением на воздухе. В результате подобной термической обработки предел текучести сплава составил 185 МПа, предел прочности 385 МПа, удлинение до разрушения около 20%. Затем листы были соединены методом сварки трением с перемешиванием встык. После процесса соединения сварные соединения были помещены в печь, разогретую до 530 °С, на 1 час. После выдержки при данной температуре сварные соединения охладили (закалили) в воде и сразу же поместили в другую печь, разогретую до 160 °С. В этой печи сварные соединения выдерживали в течение 18 часов. После выдержки соединения охлаждали на воздухе.

Механические испытания сварных соединений проводили на образцах, вырезанных поперек сварных соединений таким образом, чтобы все зоны сварного соединения, включая основной материал, находились в рабочей (испытываемой) части образца. Испытания основного материала показали, что предел текучести, предел прочности и относительное удлинение до разрыва составили 320 МПа, 355 МПа и 13%, соответственно (таблица 1). Механические испытания сварных соединений, обработанных по способу, описываемому в данном изобретении, показали, что их прочностные характеристики практически достигли уровня основного материала (таблица 1). Предел текучести составил 320 МПа, предел прочности 340 МПа, а относительное удлинение около 8%. Данное повышение прочностных свойств было достигнуто за счет полного растворения частиц в сварном соединении при закалке и повторного его выделения при последующем искусственном старении. За счет этого, в сварном соединении фазовый состав и морфология частиц вторых фаз соответствует фазовому составу и морфологии частиц в основном материале. В результате этого, уровень прочностных свойств сварного соединения достигает уровня близкого прочности основного материала.

Для полного выявления эффекта предложенного способа упрочнения сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием, были определены прочностные свойства сварных соединений сразу после сварки и соединения, обработанные по способу, описанному в прототипе, то есть старение при 160 °С в течение 18 часов. В случае сварных соединений без какой-либо послесварочной обработки предел текучести составил 130 МПа, предел прочности 200 МПа, а относительное удлинение до разрушения около 8,5% (таблица 1). В случае послесварочной термической обработки по прототипу предел текучести составил 185 МПа, предел прочности 225 МПа, а относительное удлинение до разрушения около 3,5% (таблица 1).

Таблица 1

Результаты испытаний сплава АА6061 и выполненных из него сварных соединений

Состояние	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Удлинение до разрушения, %
-----------	-----------------------	-----------------------	----------------------------

Лист сплава AA6061 после ТО	320	355	13
Сварное соединение без ТО	130	200	8,5
Сварное соединение с ИС	185	225	3,5
Сварное соединение с ТО	290	340	8

5 Таким образом, предложенный способ позволяет получать сварные конструкции из термически упрочняемых алюминиевых сплавов с повышенными механическими свойствами и коэффициентом прочности таких соединений, близким к уровню основного материала. Предложенный способ может быть использован для изготовления различных конструкций для автомобильной промышленности, в частности для производства
10 дисков автомобильных колес.

(57) Формула изобретения

Способ термической обработки сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием, выполненных из термически упрочняемых алюминиевых сплавов, включающий послесварочное искусственное старение, отличающийся тем, что сначала
15 проводят послесварочную термическую обработку на твердый раствор с выдержкой в печи в интервале температур от 450°C до 580°C в течение от 30 до 60 минут с последующей закалкой в воду, а затем послесварочное искусственное старение в интервале температур от 160°C до 205°C в течение от 1 до 18 часов.

20

25

30

35

40

45