

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2415191

СПЛАВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОЛЬГИ

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В.Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *Бажин Владимир Юрьевич (RU)*

Заявка № 2007140969

Приоритет изобретения 24 октября 2007 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 марта 2011 г.

Срок действия патента истекает 24 октября 2027 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

C22C21/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007140969/02, 24.10.2007

(72)

Автор(ы):

Бажин Владимир Юрьевич (RU)

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:

24.10.2007

(73)

Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В.Плеханова (технический университет)" (RU)

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.10.2007

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2009

(45) Опубликовано: 27.03.2011

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 2221891 C1, 20.01.2004. RU 2218437 C1, 10.12.2003. RU 2258094 C1, 10.08.2005. US 2003165397 A1, 04.09.2003. JP 2006-022405 A, 26.01.2006.

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия,
2, СПГГИ(ТУ), отдел ИС и ТТ

(54) СПЛАВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОЛЬГИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии сплавов на основе алюминия системы Al-Fe-Si, предназначенных для изготовления фольги, используемой в качестве упаковки в пищевой промышленности, медицине, химической промышленности. Сплав включает следующие компоненты, мас. %: железо 0,95-1,25, марганец 0,15-0,25, хром 0,025-0,035, ванадий 0,10-0,15, алюминий - остальное, при этом содержание кремния определено из соотношения содержания железа к кремнию, равного 3,0-3,5. Получается сплав, обладающий повышенными механическими свойствами и повышенной коррозионной стойкостью, а также пониженной анизотропией. 2 табл., 1 ил.

Изобретение относится к металлургии сплавов на основе алюминия системы Al-Fe-Si, предназначенных для изготовления фольги, используемой в качестве упаковки в пищевой промышленности, медицине, химической промышленности.

Известен сплав на основе алюминия марки 8006 (США, стандарт ASTM), имеющий следующий зарегистрированный в Aluminum Association химический состав (в мас. %):

Fe 1,20-2,00
Si 0,15-0,40
Mn 0,3-1,0
Cu 0,05-0,3
Mg <0,10
Zn <0,10
Al остальное.

Фольга из алюминиевого сплава 8006 предназначена под глубокую вытяжку и штамповку для производства пищевых контейнеров.

Недостатком известного сплава является то, что сплав имеет недостаточно высокие характеристики прочности, пластичности, которые необходимы для фольги под глубокую вытяжку. Повышенное содержание железа приводит к неравномерному распределению интерметаллидных соединений игольчатой формы, укрупнению интерметаллидных соединений, выпадению кристаллического кремния.

Неравномерное распределение крупных интерметаллидных соединений игольчатой формы не позволяет достичь необходимого уровня механических характеристик и низкую анизотропию свойств в получаемой заготовке и высокую коррозионную стойкость.

Фольга в отожженном состоянии из этого сплава имеет следующие характеристики: предел прочности при растяжении - до 135 МПа, предел текучести - до 75 МПа, относительное удлинение 9-11%.

Существующие технологии производства фольги не могут обеспечить выпуск продукции с необходимыми техническими требованиями для фольги под глубокую

вытяжку, а именно: со следующими характеристиками прочности и пластичности ($\sigma_{в} > 140$ МПа, $\sigma_{0,2} > 85$ МПа, $\delta > 12\%$) при минимальной анизотропии свойств.

Наиболее близким по технической сущности является сплав на основе алюминия (РСТ, заявка № WO 01/04369, С22С 21/00, опубл. 18.01.2001) следующего химического состава, мас. %:

Fe 0,5-3,0
Si 0,0005-0,2
Mn 0,5-4,0
Cu 0,005-0,2
Cr 0,01-0,5
Ti 0,01-0,5
Zr 0,01-0,5
Al остальное.

Недостатком известного сплава является невысокий уровень прочностных и пластических характеристик готового продукта, наличие анизотропии свойств, недостаточная коррозионная стойкость.

Причиной, обуславливающей возникновение указанного выше недостатка, является неравномерное распределение интерметаллидных соединений в алюминиевой матрице, размер и форма интерметаллидных соединений. Неравномерное распределение интерметаллидных соединений в алюминиевой матрице приводит к образованию фестонов - зон разупрочнения, где отсутствуют интерметаллидные соединения. Наличие крупных интерметаллидных соединений иглообразной формы приводит к возникновению дырчатости и обрывности при прокатке фольги.

Задачей изобретения является создание сплава на основе алюминия для получения фольги, характеризующегося равномерным распределением интерметаллидных соединений в алюминиевой

матрице, уменьшением размеров и степени игольчатости интерметаллидных соединений до оптимальных показателей.

Техническим результатом изобретения является повышение механических свойств, снижение анизотропии свойств и повышение коррозионной стойкости сплава на основе алюминия для получения фольги.

Технический результат достигается за счет того, что в сплав, включающий алюминий, железо, кремний, марганец, хром, дополнительно вводится ванадий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|----------|-------------|
| Железо | 0,95-1,25 |
| Марганец | 0,15-0,25 |
| Хром | 0,025-0,035 |
| Ванадий | 0,10-0,15 |
| Алюминий | остальное, |

при этом содержание кремния определено из соотношения содержания железа к кремнию, равного 3,0-3,5.

Сплав указанного состава обладает высоким уровнем механических свойств, низкой анизотропией свойств и повышенной коррозионной стойкостью за счет получения мелкозернистой недедритной структуры, включающей равномерно распределенные в алюминиевой матрице эвтектику Al-Si и интерметаллидные соединения, содержащие алюминий, железо, хром, ванадий округлой формы и размером 0,7-1,2 мкм.

Уменьшение содержания железа до указанных пределов обеспечивает повышение характеристик прочности за счет образования интерметаллидных соединений и повышение характеристик пластичности и коррозионной стойкости за счет получения их равномерного распределения, округлости формы и размера 0,7-1,2 мкм. При повышении содержания железа более 1,25% увеличиваются прочностные характеристики, но резко уменьшается пластичность, что связано с повышением объемной доли интерметаллидных соединений, различной их формой и размерами. Содержания железа менее 0,95% вызывает снижение характеристик прочности.

Выбранное соотношение содержания железа к содержанию кремния 3,0-3,5 обеспечивает высокие характеристики прочности, пластичности, минимальную анизотропию свойств и коррозионную стойкость за счет получения мелкозернистой равномерной недедритной структуры с оптимальными размерами интерметаллидных соединений железа и эвтектики Al-Si и оптимальным распределением этих структурных составляющих. Соотношение содержания железа к содержанию кремния менее 3,0 приводит к снижению прочностных характеристик материала и образованию повышенной пористости (дырчатости) фольги тонких размеров из-за наличия избыточного количества эвтектики Al-Si грубых размеров. Соотношение содержания железа к содержанию кремния более 3,5 приводит к излишнему упрочнению и снижению пластических характеристик и повышению обрывности фольги, т.к. избыточное содержание железа способствует образованию игольчатых интерметаллидных соединений.

Уменьшение содержания марганца до указанных пределов обеспечивает повышение характеристик прочности и пластичности, коррозионной стойкости за счет положительного воздействия на форму железосодержащих фаз в алюминиевом сплаве. Марганец вызывает сфероидизацию частиц и позволяет уменьшать размер интерметаллидных соединений, что будет способствовать улучшению качества фольги за счет исключения дырчатости и обрывности при прокатке. Увеличение содержания марганца выше 0,25% вызывает снижение характеристик пластичности фольги.

Уменьшение содержания хрома в указанных пределах обеспечивает сохранение прочностных свойств и коррозионную стойкость фольговой заготовки при повышенных температурах. При содержании выше 0,035% характеристика пластичности фольги снижается. Содержание хрома в сплаве ниже 0,025% не оказывает воздействия на структуру и свойства фольговой заготовки.

Добавка ванадия приводит к образованию мелких интерметаллидных соединений, которые, являясь центрами кристаллизации, оказывают модифицирующее действие и измельчают структуру зерен, что обеспечивает повышение характеристик прочности, пластичности, минимальную анизотропию свойств и коррозионную стойкость. При увеличении содержания ванадия более 0,15% во время высокотемпературного отжига заготовки 500-540°C наблюдается рост аномально крупного зерна. При

уменьшении содержания ванадия менее 0,1% в предлагаемом сплаве снижается воздействие ванадия на образование интерметаллидных соединений.

Настоящий состав был опробован при изготовлении фольги толщиной 36 мкм из сплава на основе алюминия следующего состава, мас. %:

железо 1,05-1,23
 кремний 0,30-0,35
 марганец 0,19-0,24
 ванадий 0,12-0,15
 хром 0,030-0,034
 алюминий остальное.

Результаты испытаний приведены в таблицах 1 и 2. Химический состав сплавов приведен в таблице 1.

Химический состав сплавов

| № хим. состава | железо | кремний | марганец | ванадий | хром | алюминий |
|----------------|--------|---------|----------|---------|-------|-----------|
| 1 | 1,23 | 0,33 | 0,21 | 0,15 | 0,033 | Остальное |
| 2 | 1,21 | 0,31 | 0,19 | 0,13 | 0,030 | |
| 3 | 1,15 | 0,31 | 0,22 | 0,12 | 0,031 | |
| 4 | 1,09 | 0,32 | 0,24 | 0,12 | 0,031 | |
| 5 | 1,05 | 0,33 | 0,20 | 0,12 | 0,032 | |
| Прототип | 2,5 | 0,35 | 2,0 | - | 0,2 | |

Механические свойства фольги толщиной 36 мкм приведены в таблице 2.

Механические свойства фольги толщиной 36 мкм

| № хим. состава | Предел прочности, МПа | | Предел текучести, МПа | | Относительное удлинение, % | |
|----------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|----------------------------|-------|
| | 20°С | 300°С | 20°С | 300°С | 20°С | 300°С |
| 1 | 165 | 115 | 115 | 90 | 18,5 | 22,0 |
| 2 | 155 | 108 | 110 | 85 | 16,5 | 19,0 |
| 3 | 160 | 110 | 107 | 90 | 16,5 | 23,0 |
| 4 | 145 | 105 | 110 | 87 | 17,5 | 24,0 |
| 5 | 140 | 100 | 100 | 85 | 15,5 | 22,0 |
| Прототип | 144 | 108 | 105 | 86 | 10,0 | 16,5 |

Распределение показателей анизотропии приведены на чертеже.

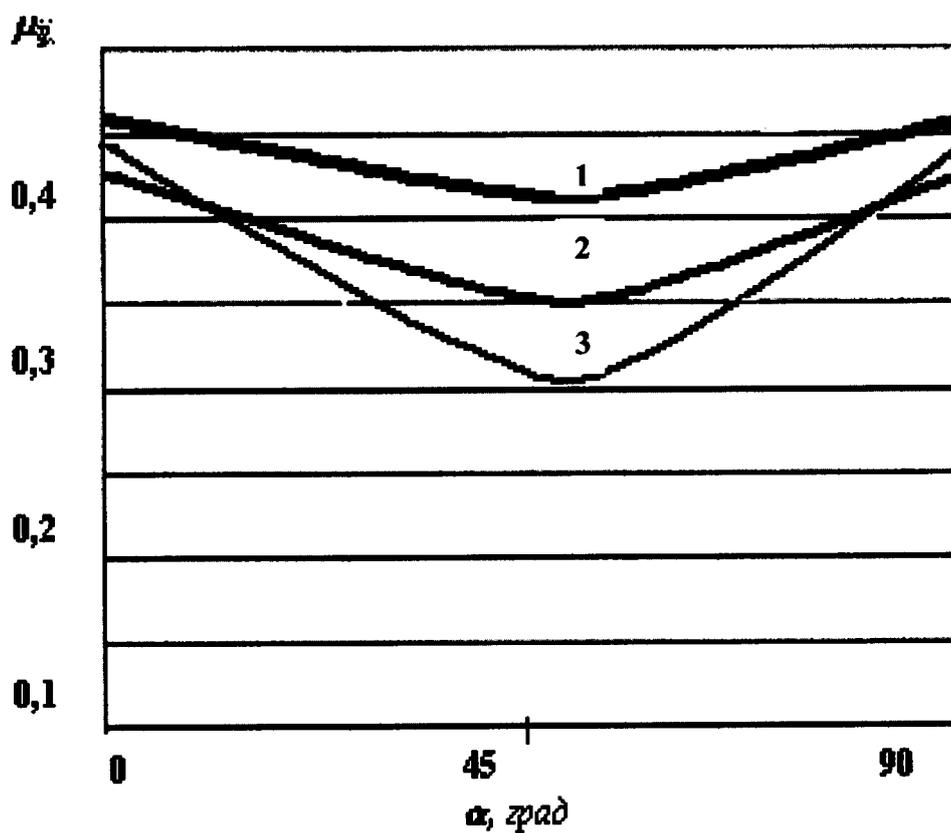
Таким образом, предложен сплав на основе алюминия для получения фольги с высокими механическими свойствами, минимальной анизотропией и хорошей коррозионной стойкостью. Это позволяет эффективно использовать фольгу, полученную из предлагаемого сплава, для производства пищевых контейнеров и в качестве упаковки в медицине и химической промышленности. Применение предложенного сплава для производства изделий из фольги повышает выход годной продукции на операциях штамповки и глубокой вытяжки на 15-20%.

Формула изобретения

Сплав на основе алюминия для получения фольги, включающий железо, кремний, марганец, хром, отличающийся тем, что он дополнительно содержит ванадий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|----------|-------------|
| Железо | 0,95-1,25 |
| Марганец | 0,15-0,25 |
| Хром | 0,025-0,035 |
| Ванадий | 0,10-0,15 |
| Алюминий | Остальное, |

при этом содержание кремния определено из соотношения содержания железа к кремнию, равного 3,0-3,5.



1 – полоса из предлагаемого сплава 2 – полоса из сплава 8079 3 – полоса из сплава 8006