(19) **RU** (11) **2 122 044** (13) **C1**

(51) МПК[6] **C 22 C 38/06**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 94040155/02, 04.11.1994

(30) Приоритет: 08.11.1993 EP 93118045.9

(46) Дата публикации: 20.11.1998

(56) Ссылки: EP 0465686 A1, 15.01.92. US 4684505 A, 04.08.87. SU 768846 A, 07.10.80. US 5238645 A, 24.08.93. FR 2458597 A, 02.01.81.

(71) Заявитель:
Асеа Браун Бовери АГ (CH)

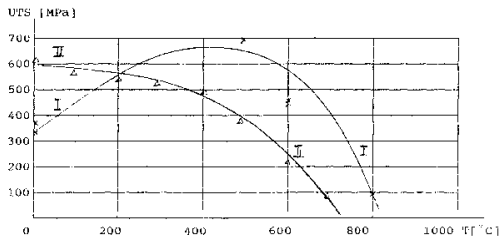
(72) Изобретатель: **Мохамед Назми (EG), Коррадо Носеда (CH), Маркус Штаублли (CH)**

(73) Патентообладатель:
Асеа Браун Бовери АГ (CH)

(54) СПЛАВ ЖЕЛЕЗА С АЛЮМИНИЕМ

(57) Реферат:

Сплав на основе железа и алюминия содержит следующие компоненты, ат.%: алюминий 12-18; хром 0,1-10; ниобий 0,1-2,0; кремний 0,1-2,0; бор 0,1-5; титан 0,01-2,0, а также мг/кг: углерод 100-500; цирконий 50-200; железо - остальное. Техническим эффектом изобретения является повышение механических свойств при температурах свыше 700°C и значительное улучшение свариваемости. 1 з.п.ф-лы, 3 табл.,1 ил.



RU 2122044 C1

RU 2122044 C1

(19) **RU** (11) **2 122 044** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[6] **C 22 C 38/06**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 94040155/02, 04.11.1994

(30) Priority: 08.11.1993 EP 93118045.9

(46) Date of publication: 20.11.1998

(71) Applicant:
Asea Braun Boveri AG (CH)

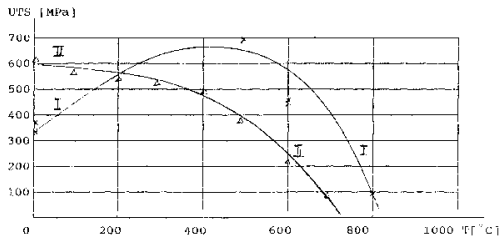
(72) Inventor: Mokhamed Nazmi (EG),
Korrado Noseda (CH), Markus Shtaubli (CH)

(73) Proprietor:
Asea Braun Boveri AG (CH)

(54) ALLOY CONTAINING IRON AND ALUMINIUM

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy. SUBSTANCE: alloy based on iron and aluminium has the following components, %: aluminium, 12-18; chrome, 0.1-10; niobium, 0.1-2; silicon, 0.1-2.0; boron, 0.1-5; titanium, 0.01-2; carbon, 100-500 mcg/kg; zirconium, 50-200 mg/kg; and iron, the balance. EFFECT: enhanced mechanical properties at temperatures above 700 C, improved weldability. 2 cl, 3 tbl, 1 dwg



RU 2122044 C1

RU 2122044 C1

Сплавы железа с алюминием могут применяться в термически сильно нагруженных и подверженных окисляющим и/или корродирующим воздействиям деталях термических машин. Там во все возрастающей мере они должны заменить специальные стали, а также суперсплавы на основе никеля.

В литературной статье "Acceptable Aluminium Additions for Minimal Environmental Effect in Iron - Aluminium Alloys", Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 288, s. 971-976, В.К. Сикка и другие описывают сплав железа с алюминием с содержанием около 16 вес.% алюминия и около 5 вес.% хрома, который при необходимости содержит около 0,1 вес.% углерода, и/или циркония, и/или 1 вес.% молибдена. Известный сплав имеет при комнатной температуре по сравнению со сплавами железа с алюминием с содержанием алюминия от 22 до 28 вес.% значительно более высокую пластичность. При температуре 700°С предел прочности при растяжении этого сплава с механическим напряжением около 100 МПа относительно невелик. Поэтому изготовленные из сплава детали не следовало бы применять при температурах выше 700°С.

В основе изобретения, как это указано в пункте 1 формулы изобретения, лежит задача разработки сплава железа с алюминием, который отличается хорошими механическими свойствами при температурах свыше 700°С. Задачей изобретения является также надлежащее применение этого сплава.

Сплав в соответствии с изобретением даже при температурах от 700 до 800°С еще обладает механическими свойствами, которые позволяют использовать его в механически незначительно нагруженных деталях. Наряду с этим сплав в соответствии с изобретением отличается отличной стойкостью при тепловых ударах и поэтому с особым преимуществом может использоваться в подверженных нагрузкам с изменением температуры деталях тепловых установок, как, в частности, в качестве корпуса или части корпуса газовой турбины или турбонагнетателя или в качестве соплового кольца, в частности, для турбонагнетателя. Помимо этого сплав можно получать с очень небольшими затратами с помощью литья или литья и прокатки. Другое преимущество сплава в соответствии с изобретением заключается в том, что его компоненты содержат исключительно металлы, которые можно приобрести сравнительно недорого и независимо от стратегического и политического влияния.

На чертеже представлена диаграмма, на которой показан предел прочности при растяжении UTS (МПа) сплава I в соответствии с изобретением и сплава II в соответствии с уровнем техники в зависимости от температуры T (°С).

В табл. 1 приведен состав сплава I (в соответствии с предпочтительным примером выполнения изобретения).

В табл. 2 приведен состав сплава II (в соответствии с уровнем техники).

Сплав I выплавляется в электродуговой печи в присутствии аргона в качестве защитного газа. В качестве исходных материалов служили отельные элементы со степенью чистоты выше 99%. Расплав отливался в виде отливки диаметром около 100 мм и высотой около 100 мм. Отливка вновь расплавлялась в вакууме и также в вакууме отливалась в форме цилиндрических стержней диаметром около 12 мм и длиной около 70 мм, в форме каротелей с минимальным диаметром около 10 мм, с максимальным диаметром около 16 мм и длиной около 65 мм или в форме дискообразных пластин диаметром 80 мм, толщиной до 14 мм и радиусом у кромки пластины около 1 мм. В ходе последующей технологической операции в дискообразных пластинах вдоль их оси выполнялось соответственно отверстие диаметром 19,5 мм. Из цилиндрических стержней и каротелей были изготовлены испытуемые образцы для испытаний на растяжение. Пластины предназначены для определения стойкости при тепловых ударах. В соответствии с выбранными размерами испытуемые образцы для определения механической прочности и стойкости при тепловых ударах были изготовлены из имеющегося в продаже и используемого в большом объеме в качестве материала для корпуса газовых турбин сплава II и родственного сплава с меньшим содержанием на 25% кремния и с меньшим содержанием на 40% молибдена.

Испытания на растяжение проводились в зависимости от температуры. В результате для сплава I в соответствии с изобретением был получен предел прочности при растяжении, который при температуре 800°С с механическим напряжением около 100 МПа был значительно выше, чем предел прочности при растяжении сплава II в соответствии с уровнем техники. Соответствующее относится также и к не показанному на диаграмме сплаву в соответствии с уровнем техники с уменьшенным содержанием кремния и молибдена.

С помощью дискообразных пластин определялась стойкость от тепловых ударов по Гленни. По две пластины каждого сплава циклически нагревались соответственно в псевдоожиженном слое до температуры 650 °С и затем охлаждались с помощью сжатого воздуха до температуры 200°С. После определенного количества таких циклов нагревания и охлаждения затем было подсчитано количество возможно образующихся на кромке пластин трещин длиной более 2 мм. В табл. 3 указано суммированное количество появившихся на обеих пластинах трещин в зависимости от количества циклов для сплава I в соответствии с изобретением, а также для обоих сплавов в соответствии с уровнем техники.

Из этого видно, что при использовании в качестве материала для корпусов газовых турбин сплавов в соответствии с уровнем техники уже после 240 циклов появляются нежелательные трещины, в то время как сплав в соответствии с изобретением даже после 740 циклов еще не имеет трещин.

Сплав в соответствии с изобретением превосходит используемые сплавы в соответствии с уровнем техники не только относительно механической прочности при температурах выше 700°С, но и с точки зрения стойкости при тепловых ударах.

RU 2122044 C1

RU 2122044 C1

Поэтому сплав в соответствии с изобретением может использоваться с большим преимуществом в качестве материала для деталей тепловых установок, которые при температурах от 700 до 800°С обладают еще сравнительно высокой механической прочностью и которые, как корпус газовых турбин, подвержены воздействию нагрузок при изменении температур.

Изготовленный в соответствии с изобретением сплав имеет хорошие прочностные свойства при температурах от 700 до 800°С и большую стойкость при тепловых ударах тогда, когда содержание алюминия составляет минимум 12 и максимум 18 вес. %. Если содержание алюминия уменьшается ниже 12 вес.%, то ухудшается неокисляемость, коррозинностойкость и стойкость при тепловых ударах сплава в соответствии с изобретением. Если содержание алюминия более 18 вес.%, то сплав приобретает все более хрупкие свойства.

Благодаря добавлению легирующей присадки хрома от 0,1 до 10 вес.% хрома повышается стойкость при тепловых ударах, улучшается неокисляемость и коррозинностойкость. Одновременно с помощью хрома улучшается пластичность. Однако добавление хрома более 10 вес.% вновь ухудшает механические свойства.

Путем добавления легирующей присадки ниобия от 0,1 до 2 вес.% повышается твердость и прочность сплава в соответствии с изобретением. Наряду с ниобием или вместо него в качестве легирующей присадки можно добавлять также от 0,1 до 2 вес.% вольфрама и/или тантала.

Содержание кремния от 0,1 до 2 вес.% кремния улучшает литейные свойства сплава в соответствии с изобретением и благоприятно сказывается на неокисляемости и коррозионностойкости. Кроме того, кремний повышает твердость.

Благодаря добавлению легирующих присадок бора от 0,1 до 5 вес.% и титана от 0,01 до 2 вес.% значительно повышается стойкость при тепловых ударах, неокисляемость и коррозионностойкость сплава в соответствии с изобретением. Это обусловлено прежде всего тем, что в этом случае в сплаве образуется тонкодисперсный диборид титана TiB_2. При высоких температурах и при вызывающих окисление и/или коррозию условиях на поверхности сплава в соответствии с изобретением образуется содержащий в основном окислы алюминия защитный слой. Фаза диборида титана способствует значительной стабилизации этого защитного слоя, так как фаза диборида титана в виде игольчатых кристаллитов проникает из сплава в защитный слой и в результате этого способствует особенно хорошему сцеплению защитного слоя с находящимся под ним сплавом. Содержание бора не должно составлять более 5 вес.%, а содержание титана должно быть не более 2 вес. %, так как в ином случае образуется слишком много диборида титана и сплав приобретает хрупкие свойства. Если содержание бора менее 0,1 вес.% и титана менее 0,01 вес.%, то значительно ухудшаются стойкость при тепловых ударах, неокисляемость и коррозионностойкость сплава в соответствии с изобретением.

Незначительное повышение механической прочности и одновременно значительное улучшение свариваемости достигается благодаря добавлению легирующих присадок: от 100 до 500 мг/кг углерода и от 50 до 200 мг/кг циркония.

Особенно хорошие показатели механической прочности и стойкости при тепловых ударах имеют сплавы следующего состава: от 14 до 16 вес.% алюминия, от 0,5 до 1,5 вес.% ниобия, от 4 до 6 вес.% хрома, от 0,5 до 1,5 вес.% кремния, от 3 до 4 вес.% бора, от 1 до 2 вес.% титана, около 300 мг/кг углерода, около 100 мг/кг циркония, остальное - железо.

Формула изобретения:

1. Сплав на основе железа и алюминия, содержащий хром, ниобий, кремний и бор, отличающийся тем, что он дополнительно содержит титан, углерод и цирконий при следующем соотношении компонентов, ат.%:

Алюминий - 12 - 18
Хром - 0,1 - 10,0
Ниобий - 0,1 - 2,0
Кремний - 0,1 - 2,0
Бор - 0,1 - 5,0
Титан - 0,01 - 2,0
а также, мг/кг:
Углерод - 100 - 500
Цирконий - 50 - 200
Железо - Остальное

2. Сплав по п.1, отличающийся тем, что он содержит компоненты при следующем соотношении, ат.%:

Алюминий - 14 - 16
Хром - 4 - 6
Ниобий - 0,5 - 1,5
Кремний - 0,5 - 1,5
Бор - 3 - 4
Титан - 1 - 2
а также, мг/кг:
Углерод - Около 300
Цирконий - Около 100
Железо - Остальноел

RU 2122044 C1

RU 2122044 C1

Таблица 1

Компонен	Процентное содержание
Алюминий	16,00
Хром	5,00
Ниобий	1,00
Кремний	1,00
Бор	3,53
Титан	1,51
Углерод	300 мг/кг
Цирконий	100 мг/кг
Железо	остальное

Таблица 2

Компонен	Процентное содержание
Кремний	4,00
Углерод	3,35
Молибден	1,00
Марганец	0,30
Фосфор	0,01
Сера	0,05
Железо	остальное

Таблица 3

Количество циклов	Количество трещин более 2 мм		
	Сплав I (изобретение)	Сплав II	Другой сплав
		(уровень техники)	
140	0	0	0
240	0	2	1
340	0	2	4
540	0	4	4
740	0	4	8

RU 2122044 C1

RU 2122044 C1