



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003116892/02, 14.12.2001

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.12.2001

(30) Конвенционный приоритет:
21.12.2000 EP 00128050.2

(43) Дата публикации заявки: 27.12.2004

(45) Опубликовано: 10.06.2006 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2085607 C1, 27.07.1997. RU 2038405
C1, 27.06.1995. SU 324287 A, 23.11.1972. DE
19838018 A, 02.03.2000. FR 2717827 A,
29.09.1995.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 21.07.2003

(86) Заявка РСТ:
EP 01/14797 (14.12.2001)

(87) Публикация РСТ:
WO 02/50325 (27.06.2002)

Адрес для переписки:
101000, Москва, М.Златоустинский пер., 10,
кв.15, ЕВРОМАРКПАТ, пат.пов. И.А.Веселицкой,
рег. № 11

(72) Автор(ы):

ДАВЫДОВ Валентин Георгиевич (RU),
ФИЛАТОВ Юрий (RU),
ЛЕНКЦОВСКИ Бланка (DE),
ЕЛАГИН Виктор (RU),
ЗАКАРОВ Валерий (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ЕАДС ДОЙЧЛАНД ГМБХ. (DE)

(54) НЕСТАРЕЮЩИЙ АЛЮМИНИЕВЫЙ СПЛАВ В КАЧЕСТВЕ ПОЛУФАБРИКАТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к упрочняемым
естественным старением сплавам на основе
алюминия, предназначенным для использования в
виде полуфабрикатов в качестве конструкционного
материала. Сплав содержит следующие
компоненты, мас.-%: магний 5,0-5,6, титан 0,01-
0,05, бериллий 0,0001-0,005, цирконий 0,05-0,15,
скандий 0,18-0,30, церий 0,001-0,004, марганец
0,05-0,18, медь 0,05-0,15, цинк 0,05-0,15,

элементы из группы, содержащей железо и
кремний 0,04-0,24, при соотношении между
железом и кремнием в пределах от 1 до 5,
алюминий остальное. Техническим результатом
изобретения является разработка сплава,
обладающего улучшенными статическими и
динамическими прочностными свойствами,
способствующими повышению срока службы и
эксплуатационной надежности, а также снижению
веса конструкций, изготовленных из него. 2 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2003116892/02, 14.12.2001**

(24) Effective date for property rights: **14.12.2001**

(30) Priority:
21.12.2000 EP 00128050.2

(43) Application published: **27.12.2004**

(45) Date of publication: **10.06.2006 Bull. 16**

(85) Commencement of national phase: **21.07.2003**

(86) PCT application:
EP 01/14797 (14.12.2001)

(87) PCT publication:
WO 02/50325 (27.06.2002)

Mail address:
**101000, Moskva, M.Zlatoustinskij per., 10,
kv.15, EVROMARKPAT, pat.pov.
I.A.Veselitskoj, reg. № 11**

(72) Inventor(s):
**DAVYDOV Valentin Georgievich (RU),
FILATOV Jurij (RU),
LENKTsOVSKI Blanka (DE),
ELAGIN Viktor (RU),
ZAKAROV Valerij (RU)**

(73) Proprietor(s):
EADS DOJChLAND GMBKh. (DE)

(54) NON-AGING ALUMINUM ALLOY AS SEMIFINISHED PRODUCT FOR MAKING CONSTRUCTIONS

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy, alloys.

SUBSTANCE: invention relates to aluminum-base alloys strengthened by natural aging and designated for using as semifinished products for structural materials. Alloy comprises the following components, wt.-%: magnesium, 5.0-5.6; titanium, 0.01-0.05; beryllium, 0.0001-0.0005; zirconium, 0.05-0.15; scandium, 0.18-0.30; cerium, 0.001-0.004; manganese, 0.05-0.18; copper, 0.05-0.15; zinc, 0.05-0.15, and elements

of the group comprising iron and silicon, 0.04-0.24 in the ratio between iron and silicon in the ratio from 1 to 5, and aluminum, the balance. Invention provides the development of alloy showing the improved static and dynamic strengthening properties promoting to elongation of the working life and exploitation reliability, and reducing construction weight made of its.

EFFECT: improved and valuable properties of alloy.

2 tbl, 1 ex

Настоящее изобретение относится к составу сплавов, прежде всего природно-твердых сплавов-полуфабрикатов, которые в таком виде предназначены для применения в качестве материала для изготовления различных конструкций.

Природно-твердые алюминиевые сплавы, используемые в качестве полуфабриката для изготовления конструкций (см. ГОСТ 4784-74), находят широкое применение в металлургии, прежде всего, однако, в виде сплава АМгб, в состав которого входят следующие компоненты (мас. %):

10	магний	5,8-6,8
	марганец	0,5-0,8
	титан	0,02-0,1
	бериллий	0,0002-0,005
	алюминий	остальное

Однако сплав подобного состава не обладает достаточными прочностными свойствами, что проявляется прежде всего в малом условном пределе текучести $\sigma_{0,2}$ у подвергнутых холодной или горячей обработке давлением полуфабрикатов.

К уровню техники относится также природно-твердый алюминиевый сплав, используемый в качестве полуфабриката для изготовления конструкций (см. патент RU 2085607, МПК С 22 С 21/06) и имеющий в качестве наиболее близкого аналога предлагаемого в изобретении сплава следующий химический состав (мас. %):

25	магний	3,9-4,9
	титан	0,01-0,1
	бериллий	0,0001-0,005
	цирконий	0,05-0,15
	скандий	0,20-0,50
	церий	0,001-0,004
	алюминий	остальное

Такой известный сплав не обладает достаточной статической и динамической прочностью, но одновременно с этим характеризуется хорошей обрабатываемостью в производственном процессе, высокой коррозионной стойкостью, высокой свариваемостью и высокой пригодностью к работе в условиях низких температур.

В настоящем изобретении предлагается новый природнотвердый алюминиевый сплав в качестве полуфабриката, в состав которого в указанных ниже количествах (мас. %) помимо магния, титана, бериллия, циркония, скандия и церия дополнительно входят марганец, медь, цинк и элементы из группы, включающей железо и кремний, при соотношении между железом и кремнием в пределах от 1 до 5:

40	магний	5,0-5,6
	титан	0,01-0,05
	бериллий	0,0001-0,005
	цирконий	0,05-0,15
	скандий	0,18-0,30
	церий	0,001-0,004
	марганец	0,05-0,18
	медь	0,05-0,15
45	цинк	0,05-0,15
	элементы из группы,	
	включающей железо и кремний	0,04-0,24
	алюминий	остальное

Предлагаемый в изобретении сплав отличается от традиционных сплавов тем, что в его состав в указанных ниже количествах (мас. %) дополнительно входят марганец, медь, цинк, а также элементы из группы, включающей железо и кремний, при соотношении между железом и кремнием в пределах от 1 до 5:

магний	5,0-5,6
--------	---------

	титан	0,01-0,05
	бериллий	0,0001-0,005
	цирконий	0,05-0,15
	скандий	0,18-0,30
5	церий	0,001-0,004
	марганец	0,05-0,18
	медь	0,05-0,15
	цинк	0,05-0,15
	элементы из группы,	
	включающей железо и кремний	0,04-0,24
10	алюминий	остальное

Достижимый с помощью изобретения технический результат состоит в улучшении статических и динамических прочностных свойств сплава, благодаря чему повышаются срок службы и эксплуатационная надежность, а также снижается удельный вес подверженных статическим и динамическим нагрузкам изготовленных из него конструкций, прежде всего конструкций различных атмосферных и космических летательных аппаратов, включая таковые, работающие на криогенном топливе.

Основой сплава предлагаемого в изобретении химического состава с предлагаемым в изобретении соотношением между содержащимися в нем химическими компонентами является в первую очередь пластичная матрица, которая образована твердым раствором магния, марганца, меди и цинка в алюминии.

Особо высокая пригодность предлагаемого в изобретении сплава к работе под воздействием динамической знакопеременной нагрузки обусловлена высокой пластичностью его матрицы. Вторичные выделения в виде высокодисперсных интерметаллических частиц, содержащих алюминий, скандий, цирконий, титан и другие присутствующие в сплаве переходные металлы, придают этому сплаву не только высокую статическую прочность, но и высокую трещиностойкость при знакопеременной нагрузке. Заданное соотношение между железом и кремнием позволяет оптимизировать морфологию образующихся при застывании первичных интерметаллических соединений, которые преимущественно состоят из алюминия, железа и кремния и которые повышают статическую прочность сплава при сохранении на неизменном уровне его динамической прочности и пластичности.

Пример

В электрической печи приготавливали расплав из алюминия марки А85, магния марки МГ90, меди марки МО, цинка марки ТsО и вводимых в качестве добавки двойных лигатур в виде двойных систем, таких, например, как алюминий-титан, алюминий-бериллий, алюминий-цирконий, алюминий-скандий, алюминий-церий, алюминий-марганец, алюминий-железо и силумин, после чего из предлагаемого в изобретении сплава с минимальным (состав 1), оптимальным (состав 2) и максимальным (состав 3) содержанием компонентов, включая сплавы с выходящим за существующие в настоящее время ограничения содержанием компонентов (составы 4 и 5), а также из традиционного сплава (состав 6) методом полунепрерывного литья отливали плоские болванки размером 165×550 мм (таблица 1).

Таблица 1														
Сплав	Состав	Химический состав, мас. %												
		Магний	Титан	Бериллий	Цирконий	Скандий	Церий	Марганец	Медь	Цинк	Железо	Кремний	Железо/кремний*	Алюминий
Сплав по изобретению	1	5,0	0,01	0,0001	0,05	0,18	0,001	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	1	остальное
	2	5,3	0,03	0,003	0,1	0,24	0,002	0,12	0,1	0,1	0,10	0,03	3,33	остальное
	3	5,6	0,05	0,005	0,15	0,30	0,004	0,18	0,15	0,15	0,2	0,04	5	остальное
Сплав с увеличенным содержанием элементов	4	4,5	0,005	0,00005	0,01	0,12	0,0005	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,5	остальное
	5	6,0	0,1	0,01	0,2	0,36	0,008	0,25	0,25	0,25	0,5	0,08	6,25	остальное
Известный сплав	6	4,4	0,05	0,003	0,1	0,3	0,002	-	-	-	-	-	-	остальное
Примечание:														
* Соотношение между содержанием железа и кремния.														

При получении сплава в условиях металлургического производства в качестве добавки

можно использовать лом и отходы сплавов алюминия и магния.

Литые болванки подвергали гомогенизации и механической обработке до толщины, равной 140 мм. После этого болванки подвергали горячей прокатке при температуре 400°C до толщины, равной 7 мм, а затем холодной прокатке до толщины, равной 4 мм.

Полученные в результате холодной прокатки листы подвергали термической обработке в электрической печи. Полученные в результате термообработанные листы служили материалом для испытаний.

Вырезанные из листов стандартные поперечные образцы использовали для определения статического предела прочности при растяжении (σ_B , $\sigma_{0,2}$, δ), а также динамической прочности по следующим показателям:

- число циклов нагружения до разрушения (N) при определении малоциклового усталости (МЦУ), для чего образцы испытывали при эффективном коэффициенте концентрации напряжений $K_t=2,5$ и максимальном напряжении $\sigma_{max}=160$ МПа,

- скорость распространения трещины da/dN при коэффициенте интенсивности напряжений $\Delta K=31,2$ МПа $\sqrt{м}$,

- критический коэффициент интенсивности напряжений K_C в плоском напряженном состоянии при ширине образца (B) 160 мм.

Все испытания проводили при комнатной температуре. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2							
Сплав	Состав	Свойства термообработанных листов					
		σ_B [МПа]	$\sigma_{0,2}$ [МПа]	δ [%]	МЦУ [число циклов] ($K_t=2,5$; $\sigma_{max}=160$ МПа)	da/dN [мм/цикл] ($\Delta K=31,2$ МПа $\sqrt{м}$)	K_C [МПа $\sqrt{м}$] (B=160 мм)
Сплав по изобретению	1	390	275	17	150×10^3	$2,3 \times 10^{-3}$	62
	2	400	280	16	140×10^3	$2,5 \times 10^{-3}$	63
	3	410	290	15	140×10^3	$3,3 \times 10^{-3}$	62
Сплав с увеличенным содержанием элементов	4	370	260	18	130×10^3	$3,8 \times 10^{-3}$	62
	5	420	315	13	110×10^3	$4,0 \times 10^{-3}$	60
Известный сплав	6	380	275	15	130×10^3	$3,8 \times 10^{-3}$	62

Приведенные в таблице 2 данные подтверждают, что предлагаемый в изобретении сплав обладает более высокой статической и динамической прочностью по сравнению с традиционным сплавом. Подобные свойства позволяют на 10-15% уменьшить вес изготавливаемых из предлагаемого в изобретении сплава конструкций и тем самым сократить производственные расходы, что имеет важное значение прежде всего в авиационной промышленности. Высокая пригодность предлагаемого в изобретении сплава к работе в условиях воздействия статических и динамических нагрузок, а также тот факт, что предлагаемый в изобретении сплав является природно-твердым сплавом, который обладает высокой коррозионной стойкостью и хорошей свариваемостью, позволяют использовать его в конструкции совершенно новых атмосферных и космических летательных аппаратов, морских судов либо наземных и иных транспортных средств, конструкционные элементы которых соединяются сваркой. Предлагаемый в изобретении сплав можно использовать в качестве основного материала в сварных конструкциях, а также в качестве присадочного материала при выполнении сварных соединений.

Формула изобретения

Природно-твердый алюминиевый сплав в качестве полуфабриката для изготовления конструкций, отличающийся тем, что в его состав в указанных ниже количествах, мас.%, помимо магния, титана, бериллия, циркония, скандия и церия дополнительно входят марганец, медь, цинк, а также элементы из группы, включающей железо и кремний, при соотношении между железом и кремнием в пределах от 1 до 5:

Магний	5,0-5,6
Титан	0,01-0,05

5

Бериллий	0,0001-0,005
Цирконий	0,05-0,15
Скандий	0,18-0,30
Церий	0,001-0,004
Марганец	0,05-0,18
Медь	0,05-0,15
Цинк	0,05-0,15
Элементы из группы, включающей железо и кремний	0,04-0,24
Алюминий	Остальное

10

15

20

25

30

35

40

45

50