

Изобретение относится к металлургии сплавов, в частности к сплавам системы алюминий-кремний, предназначенных для изготовления из литого нетермоупрочненного состояния деталей и изделий неотчетливого назначения в различных отраслях народного хозяйства.

Известен литейный алюминиевый сплав [1], следующего состава, мас. %:

Кремний	5,0-10,0
Медь	0,5-3,0
Магний	0,1-3,5
Марганец	0,1-0,4
Церий	0,1-0,3
Алюминий	Остальное

Сплав характеризуется неудовлетворительными механическими свойствами.

$\sigma_B = (144 - 151)$  МПа,  $\delta = 0,5\%$  (литье в песчано-глинистые формы без термической обработки), плохой обрабатываемостью резанием и низкой стойкостью к коррозионному растрескиванию (КР). Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к заявляемому является литейный сплав на основе алюминия, [2], содержащий, мас. %:

Кремний	7,0-10,0
Медь	1,0-8,0
Магний	0,2-0,6
Марганец	0,1-0,6
Иттрий	0,2-1,0
Алюминий	Остальное

Свойства сплава следующие:  $\sigma_B = 240$  МПа,  $\delta = 4,0\%$  Обрабатываемость резанием деталей из указанного сплава остается неудовлетворительной, стойкость к коррозионному растрескиванию - низкой.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать сплав на основе алюминия, путем ввода в сплав новых и изменения процентного содержания известных компонентов, обеспечивающих получение нетермоупрочняемых сплавов с повышенной пластичностью (5-6%) при сохранении высокой прочности (240-270 МПа), улучшенной обрабатываемостью резанием и стойкостью к коррозионному растрескиванию.

Поставленная задача решается тем, что литейный сплав на основе алюминия, включающий кремний, медь, магний, марганец и иттрий, согласно изобретению, дополнительно содержит стронций и/или лантан при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Кремний	8,0-12,0
Медь	1,0-2,0
Магний	0,05-0,35
Марганец	0,02-0,50
Иттрий	0,01-0,50
Стронций и/или	
Лантан	0,02-0,050
Алюминий	Остальное,

причем отношение суммарного содержания иттрия и стронция и/или лантана к меди составляет (0,015-1,0):1.

Ниже в таблице приведены примеры, иллюстрирующие данное изобретение.

Механические свойства, предел прочности  $\sigma_B$ , МПа, и относительное удлинение  $\delta$ , %, определяли согласно ГОСТа СССР 1497-84. Обрабатываемость резанием характеризовали:

1) постоянной времени стружкообразования  $T_p$ , сек., которая определялась экспериментально по методике В. А. Кудинова (В. А. Кудинов "Динамика станков", М. "Машиностроение", 1967, с. 136-140);

2) безразмерным коэффициентом  $\beta$ , учитывающим условия резания и свойства материала (данные для расчетов взяты из книги В. И. Попова и В. И. Локтева "Динамика станков", изд-во "Техника", Киев, 1975 г.);

3) наростообразованием. величина наростов измерялась в мм с точностью до второго знака после запятой.

Стойкость к коррозионному растрескиванию (КР) оценивалась временем (в сутках) до появления первой визуальной трещины при статических деформациях  $0,7\sigma_B$  и  $0,9\sigma_B$  в растворе поваренной соли согласно ГОСТа СССР 9.019-74 ("Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание").

Увеличение содержания кремния более 12,0% приводит соответственно к увеличению количества эвтектического кремния в структуре отливок, что снижает пластичность сплава. При содержании кремния менее 8,0% малое количество эвтектической составляющей не обеспечивает высокие показатели прочности.

Повышение содержания меди свыше 2,0% приводит к выделению хрупких интерметаллидных фаз в структуре сплава, что отрицательно сказывается на пластичности и стойкости к коррозионному растрескиванию. При содержании меди менее 1,0% снижается прочность, неудовлетворительной становится обрабатываемость резанием.

Повышение содержания магния в сплаве выше 0,35% приводит к охрупчиванию сплава за счет образования большого количества фазы  $Mg_2Si$ . Понижение содержания магния в сплаве ниже 0,05% вызывает снижение легированности  $\alpha$ -Al твердого раствора и появление малого количества мелких единичных кристаллов  $Mg_2Si$ , что не обеспечивает требуемые физико-механические свойства.

Содержание марганца выше 0,50% приводит к образованию грубых первичных кристаллов фазы  $(Fe, Mn)Si_2Al_{15}$ , охрупчивающих сплав и ухудшающих обрабатываемость резанием, а также снижающих стойкость к КР. При содержании марганца ниже 0,02% образуется недостаточно легированный твердый раствор  $\alpha$ -Al, что не обеспечивает высокую прочность сплава и хорошую обрабатываемость резанием.

Иттрий в составе медистых силуминов позволяет повысить прочность и пластичность, но не оказывает достаточного влияния на стойкость к коррозионному растрескиванию. Сплавы с содержанием иттрия выше 0,50% характеризуются повышенной склонностью к КР за счет образования крупных интерметаллидных соединений, которые неравномерно располагаются в объеме отливок и, являясь в ряде случаев анодами, стимулируют КР сплавов. Содержание иттрия ниже 0,01 % отрицательно сказывается на пластичности сплавов и их обрабатываемости резанием.

Введение меди в алюминиевые сплавы, так необходимое для повышения прочностных свойств, Обрабатываемости резанием, отрицательно сказывается на стойкости к КР. Находясь в алюминиевом твердом растворе, медь сдвигает коррозионный электродный потенциал алюминия в положительную сторону, при этом величина потенциала зависит от концентрации меди, и чем положительное значение потенциала, тем с большей скоростью корродируют алюминиевые сплавы. Снизить отрицательное влияние меди на КР удастся дополнительным введением в состав стронция и/или лантана. Иттрий, стронций и/или лантан, совместно введенные в состав сплава (см. табл.), образуют сложные интерметаллидные фазы, благоприятно влияющие на стойкость сплавов к КР, а также на пластичность и обрабатываемость резанием. При содержании стронция (и/или лантана) выше 0,50% (что в сумме с иттрием превышает 1,0%) образуются самостоятельно существующие интерметаллидные фазы типа  $AlSiSr(Y, La)$ , которые приводят к ухудшению свойств. Содержание стронция (и/или лантана) ниже 0,03% (что в сумме с иттрием ниже 0,03%) недостаточно для улучшения пластичности, обрабатываемости резанием и повышения стойкости к КР.

Достаточный уровень прочности, повышение пластичности, обрабатываемости резанием и стойкости к КР достигаются при определенном соотношении суммарного содержания иттрия и стронция и/или лантана к содержанию меди, которое составляет (0,015-1,0):1. Иттрий, стронций, лантан, изменяя фазовые равновесия на диаграмме состояния, изменяют границу растворимости легирующих элементов в  $\alpha$ -Al твердом растворе при комнатной температуре. При соотношении  $(Y + Sr+La):Cu$  превышающем 1,0 или не достигающим значения 0,015 эффект положительного воздействия указанных выше элементов на свойства медистых силуминов не наблюдается.

Из таблицы следует, что дополнительное введение стронция и/или лантана в соотношении (суммарно с иттрием) с медью равно (0,015-1,0): 1 приводит к повышению пластичности в 1,2-1,5 раза при сохранении высокой прочности, что для медистых силуминов является весьма существенным. Обрабатываемость резанием заявляемого сплава лучше, чем известного, что обеспечивает более стационарные условия резания: у заявляемого сплава  $T_p = 0,017-0,018$  сек.,  $\beta = 18,36-19,44$ ; у известного эти показатели хуже. Стойкость к КР повышается в 4-6 раз. Кроме того, улучшение указанных выше физико-механических свойств достигается рациональным и экономным легированием по сравнению с известным сплавом, что является важным моментом в производстве широкого ассортимента деталей для легкой и пищевой промышленности.

№ состава	Содержание компонентов, % (по массе)								Соотношение $(Y+Sr+La):Cu$	$T_p^*$ (сек)	$\beta^*$	Наростообразование, мм	Предел прочности $\sigma_B$ , МПа	Относительное удлинение $\delta$ , %	Время до появления первой трещины, сут.	
	Si	Cu	Mg	Mn	Y	Sr	La	Al							при деформации 0,7 $\sigma_B$	при деформации 0,9 $\sigma_B$
Заявляемый																
1	8,0	2,0	0,05	0,50	0,01	0,01	0,01	ост.	0,015:1	0,018	19,44	-	240	6,0	120	90
2	10,0	1,5	0,20	0,26	0,25	0,25	0,25	ост.	0,500:1	0,018	19,44	-	250	5,6	120	90
3	12,0	1,0	0,35	0,02	0,33	0,33	0,34	ост.	1,0:1	0,017	18,36	-	270	5,0	120	90
4	8,0	2,0	0,05	0,50	0,01	0,02	-	ост.	0,015:1	0,018	19,44	-	240	6,0	120	90
5	8,0	2,0	0,05	0,50	0,01	-	0,02	ост.	0,015:1	0,018	19,44	-	240	6,0	120	90
6	12,0	1,0	0,35	0,02	0,50	0,50	-	ост.	1,0:1	0,018	19,44	-	242	5,8	120	90
7	12,0	1,0	0,35	0,02	0,50	-	0,50	ост.	1,0:1	0,018	19,44	-	242	5,8	120	90
Известный з.с. № 404882 (СССР)	7,0-10,0	1,0-8,0	0,2-0,6	0,1-0,6	-	0,2-1,0	-	ост.	-	0,008-0,010	9,0-11,0	0,14-0,10	240	4,0	30	15

\*  $T_p$  - время стружкообразования,  $\beta$  - безразмерный коэффициент. Определены для скорости резания  $V = 270$  М/мин., подачи  $S = 0,25$  мм/об.