

## ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Царева А.Б.

Научный руководитель – доцент Аникина В.И.

*Сибирский федеральный университет*

Алюминиево-магниевые сплавы обладают высокими прочностными свойствами и коррозионной стойкостью. Конструкции из них не меняют форму под воздействием даже значительных нагрузок и обладают низким удельным весом, что дает особые преимущества при изготовлении отливок больших размеров и сложной конфигурации.

В данной работе исследовали влияние различных режимов термической обработки на структуру алюминиево-магниевого сплава. Химический состав сплава приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав сплава

Элемент	Al	Mg	Si	Fe	Zn	Cu	Mn	Прочие
Состав, %	86,4436	11,2345	0,9314	0,4629	0,3827	0,2144	0,0406	До 1

Исследовали структуры литого, отожженного, закаленного, состаренных после закалки и состаренных литых образцов.

С помощью микрорентгеноструктурного анализа определили фазы, отвечающие определенным составам.

В литом состоянии сплав имеет четкое дендритное строение  $\alpha$ -твердый раствор и сложную эвтектику ( $\alpha + \text{CuAl}_2 + \text{Mg}_2\text{Si} + \text{Al}_2\text{CuMg} + \text{Al}_x\text{Mg}_5\text{CuSi}$ ), которая по литературным данным состоит из перечисленных фаз, подтвержденных нами при помощи микрорентгеноструктурного анализа.

Данный сплав подвергали отжигу при температуре 350°C при различной выдержке и охлаждающих средах (с печью, в масле). Отжиг приводил к исключению дендритного строения и равномерному распределению фаз по всему образцу. Медленное охлаждение (с печью), а также увеличение времени выдержки при отжиге приводили к укрупнению и увеличению количества выделившихся фаз. Охлаждение в масле фиксирует эти фазы.

После закалки с температуры 435°C после выдержки в течение 20 часов наблюдали равномерное распределение частиц по всему объему: на светлом фоне –  $\alpha$ -твердого раствора, выделившиеся темные фазы -  $\text{Mg}_2\text{Si}$  и светлые включения -  $\text{Al}_8\text{Mg}_5$ .

При старении закаленных образцов при температуре 100 °C наблюдали растворение включений  $\text{Al}_8\text{Mg}_5$  и укрупнение фазы  $\text{Mg}_2\text{Si}$ . При этом, чем больше время старения, тем больше это заметно.

Старение литого образца приводило к заметному растворению фаз. при увеличении времени выдержки сложная эвтектика, расположенная по границам зерна, медленно растворялась.

Таблица 2

## Механические свойства сплава

Режим термической обработки		Микротвердость, НV, кгс/мм <sup>2</sup>	Твердость НВ, кгс/мм <sup>2</sup>	Предел прочности, МПа
Отжиг				
Т, С°	τ, час			
350	20	82,72	–	–
350	6 (масло)	80,43	72,2	
	6 (печь)	65,03	72,1	
	8 (масло)	68,92	68,6	
	8 (печь)	70,43	67,7	
	10 (масло)	68,52	75,4	
	10 (печь)	70,45	75,3	–
Старение литого сплава		79,30	71,8	73,30
170	3	78,80	73,5	76,9
	6	80,00	75,3	135,0
	9	81,70	75,0	147,4
	12	81,90	–	–
435	Закалка 20	73,20	–	–
	Старение	3	77,53	65,8
6		77,06	67,9	120,7
9		78,00	66,5	158,3
12		78,54	70,7	160,3
15		78,81	72,9	–

Из табл. 2 видно, что механические свойства зависят от режимов термической обработки. При температуре закаливания происходит растворение присутствующих фаз  $Mg_2Si$ ,  $Al_8Fe_2Si$ ,  $Al_8Mg_5$ , которые в определенных количествах выделяются при старении, что обеспечивает изменение механических характеристик – твердости и прочности. Максимальное упрочнение достигается при старении закаленного сплава. Старение литого сплава в меньшей степени приводит к увеличению прочностных характеристик, чем закаленного, что очевидно связано с частичным растворением и поэтому неравномерным выделением упрочняющих фаз по сечению дендритов.