

УДК 669.715:621.78

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДЕФОРМИРУЕМЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al-Mg-Si НА ПАРАМЕТРЫ УРАВНЕНИЯ ДИАГРАММЫ ТЕМПЕРАТУРА-ВРЕМЯ-ПРЕДЕЛ ТЕКУЧЕСТИ

Ильяс Бенариеб

*Магистр 1 года,**кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: Ю.А. Пучков,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»*

Современные дисперсионно-твердеющие деформируемые алюминиевые сплавы системы Al-Mg-Si широко применяются в машиностроении и строительстве благодаря хорошему сочетанию механических, коррозионных и технологических свойств. Для этих сплавов характерны высокая технологичность, надежность, коррозионная стойкость и удельная прочность [1,2].

Для упрочнения данных сплавов проводят термическую обработку из закалки и старения. Устойчивость пересыщенного твердого раствора (ПТР) при закалке, в первую очередь, определяется химическим составом сплава. Необходимую информацию об устойчивости твердого раствора дают диаграммы изотермических превращений (С-кривые) или диаграммы температура-время-свойство (ТВС) [3], которые описываются следующим уравнением [4,5]:

$$\tau_c(T) = -k_1 \cdot k_2 \cdot \exp\left(\frac{k_3 \cdot k_4^2}{RT(k_4 - T)^2}\right) \cdot \exp\left(\frac{k_5}{RT}\right) \quad (1)$$

Цель данной работы заключалась в определении влияния химического состава на устойчивость ПТР сплавов системы Al-Mg-Si. Для этого была разработана методика расчета параметров k_2 и k_3 уравнения (1), и на основе имеющихся диаграмм температура-время-условный предел текучести данных сплавов [6,7] построены регрессионные модели зависимости этих параметров от химического состава.

В таблице 1 приведены результаты расчета параметров уравнения С-кривых ряда деформируемых сплавов в состоянии Т6.

Таблица 1. Марки сплавов системы Al-Mg-Si, их химический состав и параметры k_i уравнения С-кривых достижения 95% $\sigma_{0,2}^{\max}$ в состоянии Т6

Марки сплавов	Содержание легирующих элементов, % масс.						Параметры уравнения С-кривых				
	Mg	Si	Cu	Fe	Mn	Cr	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
6082	0,59	0,92	0,1	0,5	0,75	0,25	-0,05	$7,09 \cdot 10^{-4}$	575	768	57
6007	0,81	1,18	0,02	0,39	0,14	0,14	-0,11	$1,01 \cdot 10^{-12}$	1104	817	131
6205	0,53	0,76	-	0,14	0,11	0,12	-0,11	$3,71 \cdot 10^{-10}$	408	746	131
6061	0,55	0,68	0,03	0,11	0,01	0,01	-0,11	$6,31 \cdot 10^{-9}$	283	744	131
6061	0,89	0,65	0,23	0,7	0,15	0,05	-0,05	$7,70 \cdot 10^{-4}$	279	794	57
6061	0,98	0,66	0,23	0,38	0,12	0,12	-0,11	$1,74 \cdot 10^{-9}$	462	806	131
6063	0,6	0,3	0,1	0,16	0,02	0,1	-0,11	$6,59 \cdot 10^{-11}$	97	714	131

В результате аппроксимации построены линейные регрессионные модели следующего вида:

$$k_2 = (5,9 - 18,8 \cdot C_{Mg} + 3,3 \cdot C_{Si} - 1,6 \cdot C_{Mn} + 23,7 \cdot C_{Cu} + 13,9 \cdot C_{Fe} - 1,6 \cdot C_{Cr}) \cdot 10^{-4}$$

$$k_3 = -815 + 1991 \cdot C_{Mg} + 206 \cdot C_{Si} + 609 \cdot C_{Mn} - 3409 \cdot C_{Cu} - 163 \cdot C_{Fe} + 6 \cdot C_{Cr},$$

где C_i – концентрация химического элемента, % масс.

Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования предела текучести в различных точках фасонных изделий из деформируемых сплавов системы Al-Mg-Si в состоянии T6.

Литература

1. Колобнев Н.И., Бер Л.Б., Хохлатова Л.Б. Структура, свойства и применение сплавов системы Al-Mg-Si-(Cu) // *Металловедение и термическая обработка металлов*. - 2011. - № 9. - с. 40-45.
2. Овчинников В.В., Грушко О.Е. Высокотехнологичный свариваемый алюминиевый сплав В1341 системы Al-Mg-Si // *Машиностроение и инженерное образование*. - 2005. - № 3. - С. 2–11.
3. Диаграммы изотермического распада раствора в алюминиевых сплавах. В.Г. Давыдов, В.В. Захаров, Е.Д. Захаров, И.И. Новиков. Справочник по ред. И.И. Новикова. М.: Металлургия, 1973. - с.152.
4. Staley J.T. Quench Factor Analysis of Aluminum Alloys. *Mat. Sci. Tech.*, 1987. 3 (11). - p. 923-935.
5. Пучков Ю.А., Фам Хонг Фу. Построение диаграмм достижения свойств термически упрочняемых алюминиевых сплавов методом торцевой закалки // *Заготовительные производства в машиностроении*. - 2015. - № 3. - с. 33-38.
6. George F. Vander Voort. Atlas of time-temperature diagrams for nonferrous alloys. ASM International, 1991. - p. 474.
7. Tiryakioglu M., Shuey R.T. Quench Sensitivity of an Al-7 Pct Si-0.6 Pct Mg Alloy Characterization and Modeling. *Metall. Mater. Trans.* – 2007, Vol. B. - 38:575-582.