

М. С. МИРГАЛОВСКАЯ

ФАЗА Q СИСТЕМЫ Al — Cu — Mg

(Представлено академиком Г. Г. Уразовым 8 I 1951)

Детальным исследованием центральной части диаграммы состояния системы Al — Cu — Mg подтверждено высказанное нами ранее предположение о существовании в системе пятой тройной интерметаллической фазы ⁽¹⁾.

При определении границ фазовых полей была обнаружена в одном из сплавов разреза, проходящего через центральную область, двухфазная структура, в основном состоящая из кристаллов неизвестной ранее фазы.

Новая фаза, обозначенная нами буквой Q, имеет большое сходство с фазами U и T этой же системы.

Сходство фаз было установлено не только в форме кристаллов, но и в отношении этих фаз к обычно применяемым травителям. Этим и объясняется то обстоятельство, что фаза Q ранее методом микроструктурного анализа не была обнаружена ⁽²⁻⁴⁾.

В результате проведенного нами микроструктурного исследования сплавов, отожженных при 400° в течение 45 дней, было установлено положение фазы, определены границы твердых растворов ее и построена схема изотермического разреза исследуемой области (см. рис. 1 и 2). Границы двухфазного поля (Q + T) установлены по данным микроструктурного анализа трех дополнительных разрезов (см. рис. 1).

Область твердых растворов фазы Q оказалась весьма незначительной, не более ~1,5% по содержанию любого из компонентов.

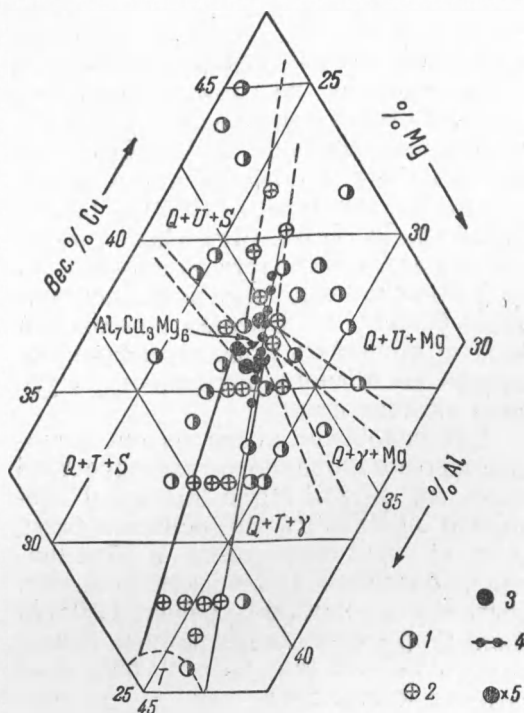


Рис. 1. Расположение фазовых полей в области существования фазы Q (400°). 1 — трехфазные сплавы, 2 — двухфазные сплавы, 3 — почти однофазные сплавы, 4 — сплавы, для которых определено α (18—100°), 5 — сплав, исследованный рентгенографически

Для определения химической природы фазы Q был изучен характер изменения свойств сплавов в области твердых растворов фазы. Были измерены температурные коэффициенты электросопротивления сплавов, составы которых отмечены точками на рис. 1.

Образцы для исследования были приготовлены по методу Н. И. Степанова, отожжены в вакуированной ампуле при 400° в течение 45 дней, после чего были закалены на воздухе. Измерения производились с помощью моста Томсона при 18 и 100°.



Рис. 2. Полиэдры фазы Q (35% Al, 37% Cu, 28% Mg); травление 2, 7% $\text{HNO}_3 + 0,7\% \text{HF}$, 5 сек. $\times 300$
Репрод. 3:4

Результаты измерений приведены в табл. 1. На рис. 3 приведена кривая изменения свойства в зависимости от состава сплавов. На кривой состав — свойство имеется явно выраженный сингулярный максимум. Наличие сингулярной точки на кривой свойства позволяет классифицировать фазу Q как фазу дальтонида типа.

Сингулярному максимуму кривой свойства соответствует на диаграмме

состояния состав: 35,5% Al, 36,8% Cu, 27,7% Mg.

Этот состав не может быть выражен формулой, коэффициенты которой были бы равны простым, целым числам. Ближайшему сочетанию атомов с относительно простыми коэффициентами соответствует формула $\text{Al}_7\text{Cu}_3\text{Mg}_8$ (35,8% Al, 36,4% Cu, 27,8% Mg). Сплав этого состава лежит в области однородности.

Так как приведенные выше составы очень близки, мы считаем возможным фазе Q приписать указанную формулу впредь до полного рентгеноструктурного анализа фазы.

Рентгеновское исследование порошка почти однородного сплава (состава 36,5% Al, 27,2% Mg и 36,3% Cu) позволило определить тип решетки фазы: фаза Q кристаллизуется в объемно-центрированной кубической решетке, постоянная которой равна 12,087 Å. Данные расчета дебаегранмы приведены в табл. 2 (см. табл. 2, рис. 4 на вклейке к стр. 297).

Пространственная группа не была определена, так как данные расчета дебаегранмы, приведенные выше, оказались недостаточными для однозначного решения: условию четности $h + k + l$ и $h + k$ удовлетворяют 6 групп (три пространственные группы класса Th — $m\bar{3}$ и три — класса Oh — $m\bar{3}m$). Для решения этого вопроса необходимы дополнительные исследования.

Удельный вес сплава указанного выше состава равен (при 25°)

3,022. Согласно формуле $N = \frac{\delta v}{m_H M}$ при $\delta = 3,022$ число атомов в элементарной ячейке сплава должно быть равным 94, что соответствует

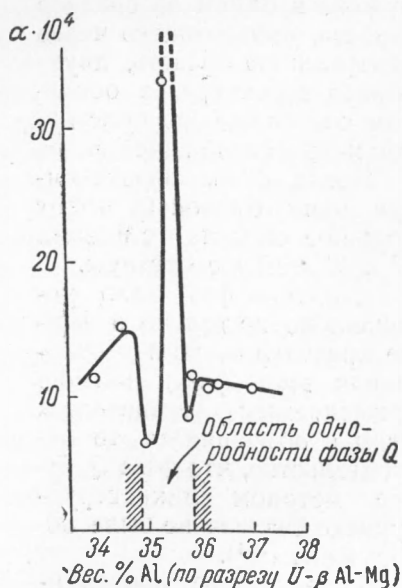


Рис. 3. Кривая зависимости температурного коэффициента электросопротивления от состава сплавов

Таблица 1

Зависимость температурного коэффициента электросопротивления из состава сплавов

№ сплава	Состав сплава в вес. %			R_t при $t = 18^\circ$	R_t при $t = 100^\circ$	α_{18-100°
	Al	Cu	Mg			
1	34,0	26,9	39,1	0,004495	0,004900	0,001121
2	34,4	27,2	38,5	0,002900	0,003250	0,001512
3	34,9	27,4	37,7	0,002096	0,002210	0,000671
4	35,4	27,6	37,0	0,003421	0,004300	0,003323
5	35,7	27,6	36,7	0,006405	0,006850	0,000860
6	35,8	27,8	36,3	0,004205	0,004600	0,001169
7	36,2	28,1	35,7	0,005540	0,006000	0,001031
8	36,4	28,3	35,3	0,005700	0,006200	0,001090
9	37,0	28,3	34,7	0,007500	0,008150	0,001077

Таблица 2

Таблица синусов фазы Q (сплав состава 36,5% Al, 27,2% Mg, 36,3% Cu; отожжен при 400° в течение 45 дней; режим трубки обычный; $\lambda - \text{Fe}$)

№ линии	Интенсивность линии	θ	$\sin^2 \theta$ эксп.	$\sin^2 \theta$ расч.	Σh^2	$h\bar{k}l$	Примечание
1	сл.	$14^\circ 40'$	0,0641	0,0640	10	310	510 β , 431 β
2	сл. +	$21^\circ 50'$	0,1383	—	—	—	
3	оч. сл.	$23^\circ 28'$	0,1586	0,1536	24	422	
4	с. +	$24^\circ 17'$	0,1691	0,1664	26	510, 431	
5	оч. сл.	$24^\circ 42'$	0,1746	—	—	—	
6	сл.	$25^\circ 56'$	0,1912	—	—	—	линия T -фазы 600 β -442 β
7	с. +	$28^\circ 42'$	0,2306	0,2304	36	600, 442	
8	сл.	$29^\circ 31'$	0,2428	0,2432	38	611, 532	
9	"	$31^\circ 59'$	0,2806	0,2816	44	622	
10	оч. сл.	$33^\circ 37'$	0,3065	0,3072	48	444	
11	"	$39^\circ 10'$	0,3989	0,3968	62	651	752 β
12	"	$39^\circ 59'$	0,4129	—	—	—	
13	сл. +	$41^\circ 13'$	0,4342	0,4352	68	820, 644	
14	сл. +	$42^\circ 57'$	0,4642	0,4608	72	822, 660	
15	с.	$45^\circ 06'$	0,5017	0,4992	78	752	
16	сл.	$46^\circ 26'$	0,5251	0,5248	82	910, 833	
17	оч. сл.	$47^\circ 58'$	0,5516	0,5504	86	655	
18	ср. +	$48^\circ 85'$	0,5624	0,5632	88	664	
19	ср.	$52^\circ 99'$	0,6374	0,6400	100	860, 1000	
20	"	$54^\circ 38'$	0,6649	0,6656	104	862, 1020	
21	ср. —	$58^\circ 38'$	0,7292	0,7296	114	871, 855	1130, 970
22	сл.	$62^\circ 19'$	0,7841	0,7808	122	873, 954	
23	оч. сл.	$63^\circ 21'$	0,7990	0,8064	126	963	
24	с.	$65^\circ 49'$	0,8321	0,8320	130	1130, 970	
25	сл.	$67^\circ 52'$	0,8580	0,8576	134	776	
26	ср. +	$71^\circ 02'$	0,8944	0,8960	140	1062	

$$\sin^2 \theta = 0,00640 \Sigma h^2; a = 12,087 \text{ \AA}$$

содержанию в ячейке примерно 6 (экспериментально 5,9) групп $\text{Al}_7\text{Cu}_3\text{Mg}_6$.

Следует отметить, что методом рентгеновского анализа определить фазу Q в смеси фаз трудно, так как углы отражений наиболее ярких линий фаз T , S и Q близки.

Так, $(\lambda - \text{Fe}) \sin^2 \theta$ фазы $Q = 0,1691$; фазы $T = 0,1726$; фазы $Q = 0,2306$; фазы $T = 0,2294$; фазы $S = 0,2382$.

Этим, очевидно, объясняется тот факт, что и при рентгеновском исследовании сплавов центральной части системы фаза Q ранее не была обнаружена (⁶).

В процессе проведения данного исследования нам стала известна работа (⁷), в которой сообщалось о существовании в центральной части системы фазы Y , приблизительного состава $\text{Al}_7\text{Cu}_3\text{Mg}_6$.

Автор считает своим приятным долгом выразить благодарность акад. Г. Г. Уразову за ценные указания и постоянное внимание к данной работе.

Институт общей и неорганической химии
им. Н. С. Курнакова
Академии наук СССР

Поступило
26 XII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. Г. Уразов и М. С. Миргаловская, Рефераты научно-исслед. работ. Отд. хим. наук АН СССР, 1944, стр. 24. ² H. Nishimura, Memoirs of the College of Engineering Kyoto Imp. University, 10, № 1, 18 (1937). ³ Д. А. Петров и Г. С. Берг, ЖФХ, 20, в. 12, 1475 (1946). ⁴ Г. Г. Уразов и М. С. Миргаловская, Изв. СФХА, 19, 514 (1949). ⁵ М. С. Миргаловская и Е. С. Макаров, там же, 18, 117 (1949). ⁶ F. Laves u. H. Witte, Metallwirtschaft, 15, 15 (1936). ⁷ D. Strawbridge, W. Hume-Rothery and A. Little, Journ. Inst. of Metals, 74, 191 (1948).