

В. И. МИХЕЕВА и О. Н. КРЮКОВА

**ПОЛИТЕРМИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ТВЕРДОГО
РАСТВОРА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ В СИСТЕМЕ Al—Mg—Zn**

(Представлено академиком И. И. Черняевым 25 X 1946)

Твердые растворы магния и цинка в алюминии являются основой высокопрочных алюминиевых сплавов, известных под названием сплавов ЗМ.

Для выбора практических композиций этих сплавов большой интерес представляет знание пределов распространения алюминиевого твердого раствора при разных температурах.

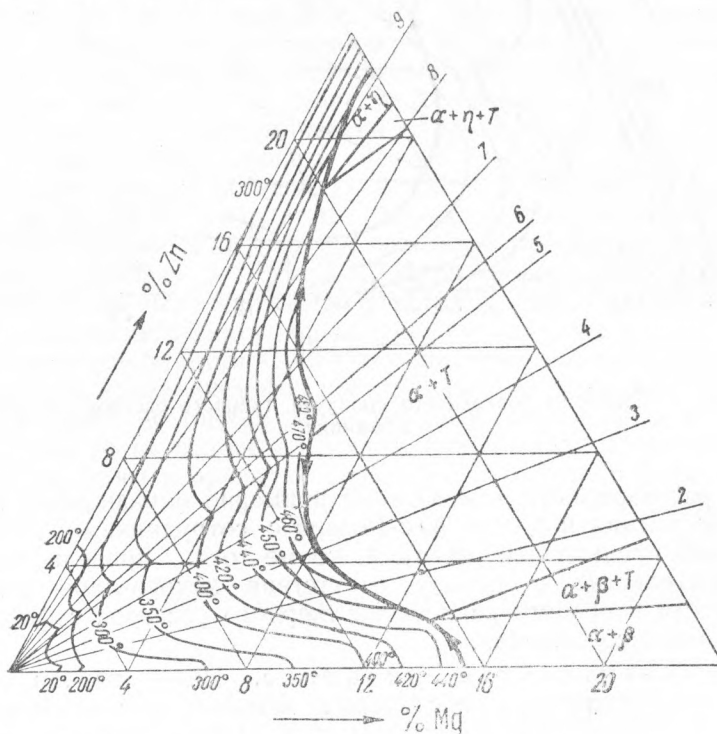


Рис. 1. Изотермы совместной растворимости магния и цинка в алюминии в твердом состоянии

Зандер и Мейснер ⁽¹⁾ впервые установили, что алюминий при 475° растворяет 28% соединения MgZn₂ и при 25° 4—5%. П. Я. Сальдау и М. И. Замоториным ⁽²⁾ найдена растворимость соединения MgZn₂ в алюминии при температурах 475 (эвт.); 460; 400; 300 и 25° соответ-

ственно: 30,0; 24,7; 13,99; 3,57 и 1,58%. А. А. Бочваром и М. О. Кузнецовым ⁽³⁾ изучены изотермы совместной растворимости магния и цинка в алюминии для 450; 400 и 200°. Они являются плавными линиями; однако в области, более богатой цинком, на изотермах 400 и 200° наблюдается небольшой максимум, нарушающий плавное течение изотерм. В работе Финка и Виллея ⁽⁴⁾ изотермы совместной растворимости слагаются из отрезков, отвечающих поверхностям выделения фаз β , T и $MgZn_2$. Растворимость падает от прибавления каждого из компонентов, особенно в области равновесия с тройной интерметаллической фазой T ($Al_2Mg_3Zn_3$), где наблюдается совершенно плавный

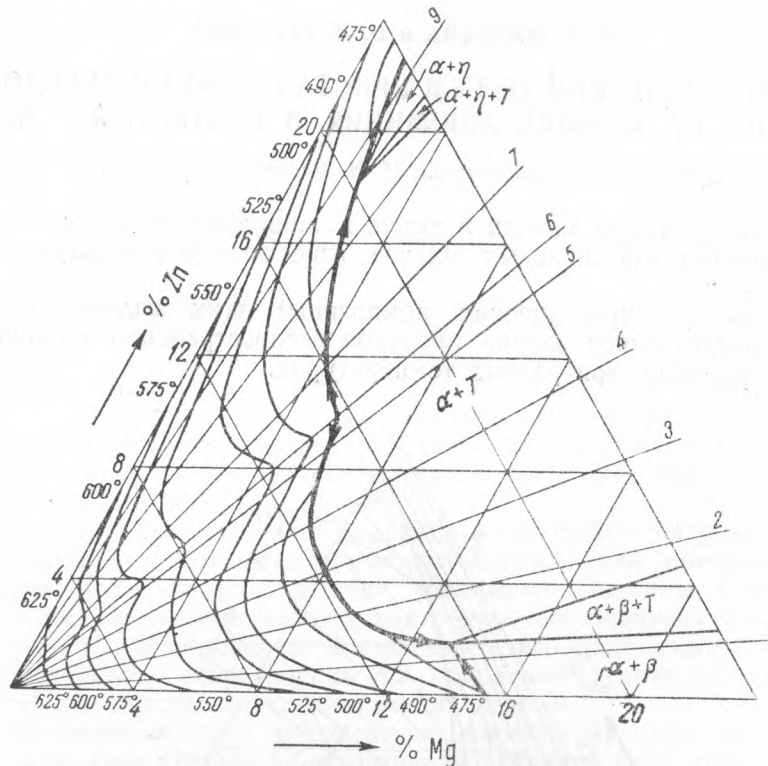


Рис. 2. Изотермы поверхности солидуса твердого раствора на основе алюминия

минимум растворимости, отвечающий примерно одинаковому весовому отношению магния и цинка. Юм-Розери с сотрудниками ⁽⁵⁾ подтвердили данные предыдущей работы и, кроме того, привели теоретические доказательства в пользу отсутствия какого-либо максимума растворимости в области равновесия твердого раствора с фазой интерметаллического соединения.

Экспериментальная методика. Нами изучен фазовый состав сплавов разрезов с постоянным весовым отношением магния к цинку: 92 : 8 (1), 77 : 23 (2), 65 : 35 (3), 52,8 : 41,2 (4), 40 : 60 (5), 35,8 : 64,2 (6), 27,1 : 72,9 (7), 84,32 : 15,68 (8) и 7 : 93 (9) при температурах: 20; 200; 300; 350; 400; 420; 440; 450; 460; 470; 480; 490; 500; 525; 550; 600 и 625°. Сплавы каждого разреза, запаянные в эвакуированные трубки из стекла пирекс, выдерживались в печи, снабженной терморегулятором, дающим постоянство температуры $\pm 2^\circ$, до установления фазового равновесия. Затем следовала закалка в воду и изучение микроструктуры. При выборе режима нагревания и времени выдержки при 488

разных температурах мы руководствовались данными изучения диаграммы плавкости (6).

Растворимость в твердом состоянии. Если величину совместной растворимости магния и цинка в алюминии для разных температур нанести на треугольник Гиббса и соединить точки, отвечающие одинаковым температурам, то получается система изотерм совместной растворимости (рис. 1). Часть из них замыкается на двойных системах, другая же часть высокотемпературных изотерм замыкается на политермической линии максимальной растворимости. Как и в случае твердого раствора на магниевой основе системы $Al-Mg-Zn$ (7), изотермы растворимости для алюминиевого твердого раствора представляют собой линии сложной кривизны, состоящие как бы из нескольких ветвей. Максимум растворимости в части, более богатой магнием, отвечает равновесию алюминиевого твердого раствора одновременно с двумя фазами — T и β . Равным образом, незначительное изменение кривизны изотерм в более богатой цинком области отвечает равновесию алюминия с двумя фазами T и η ($MgZn_2$). Новым фактом, установленным настоящей работой, является существование максимума совместной растворимости магния и цинка в алюминии в области равновесия с тройной интерметаллической фазой T при отношении магния к цинку около 2:3. При понижении температуры этот максимум смещается к большему относительному содержанию цинка, и по мере подхода к максимуму политермической линии (486°) он постепенно сглаживается.

Изотермы поверхности солидус. Изотермы поверхности солидус (рис. 2) также обладают при более низких температурах ($470-500^\circ$) максимумом растворимости, отвечающим примерно разрезу $Al-36\% Mg, 64\% Zn$. При повышении температуры максимум растворимости смещается к разрезу $Al-MgZn_2$.

Заключение. Политермический объем кристаллизации твердого раствора на алюминиевой основе в системе $Al-Mg-Zn$ представляет собой сложную пространственную фигуру. С боков он ограничен двойными системами $Al-Mg$ и $Al-Zn$, от жидкого состояния отделен поверхностью солидус и в твердом состоянии ограничивается поверхностями выделения фаз: β , T , $MgZn_2$, $MgZn_5$ и Zn . Поверхность солидус и поверхность выделения фазы T ($Al_2Mg_3Zn_3$) обладают пространственными складками несингулярного типа, а изотермы, соответственно, максимумами растворимости. Существование этих максимумов не может быть объяснено изменением фазового состава, но, возможно, указывает на существование нестойких молекулярных образований в пределах твердого раствора на основе алюминия, отвечающих нестойким химическим соединениям в пределах тройной бертоллидной фазы T (8).

Поступило
25 X 1946

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. Sander u. L. Meisner, Z. anorg. Chem., **154**, 144 (1926); Z. Metallkunde, **15**, 180 (1923). ² П. Я. Сальдау и М. И. Замоторин, Изв. СФХА, **7**, 31 (1931). ³ А. А. Бочвар и М. О. Кузнецов, Тр. Минцветметзолото, в. 1, 19 (1933). ⁴ L. Fink and L. A. Willey, Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. Met. Div., **124**, 78 (1937). ⁵ E. Butchers, A. T. Little, G. V. Raynor, M. A. W. Hume-Rothery, J. Inst. Met., **69**, 209, 415, 423 (1943). ⁶ В. И. Михеева и О. Н. Крюкова, ДАН, **50**, 243 (1945). ⁷ В. И. Михеева и О. Н. Крюкова, ДАН, **50**, 247 (1945). ⁸ В. И. Михеева, Изв. АН СССР, ОХН, № 6, 296 (1944).