

## КИНЕТИКА РАСПАДА БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al-Co-Zr

Доц. Мишенина И.В.

Кафедра химии.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)

Быстрозакаленные сплавы очень часто являются пересыщенными, поэтому распад пересыщенных твердых растворов в процессе старения и при термообработке приводит во многих случаях к их упрочнению. Таким образом, изучение процессов, происходящих при термообработке, является важным в связи с возможностью их протекания при компактировании, например, при изостатическом прессовании.

Для исследования термической устойчивости быстрозакаленных сплавов системы Al-Co-Zr и изучения кинетики распада твердых растворов Co и Zr в Al были проведены изотермические отжиги при 470 К, 570 К, 670 К. Время протекания каждой стадии процесса распада пересыщенных твердых растворов переходных металлов в алюминии определялось по положению изломов на кривых “твердость – время отжига”. За время начала распада пересыщенных твердых растворов принимали время, при котором наблюдалось увеличение твердости. Выделившиеся фазы идентифицировали с помощью РФА. Методом сканирующей электронной микроскопии выявили образование пересыщенных твердых растворов и начало выделения интерметаллидных фаз.

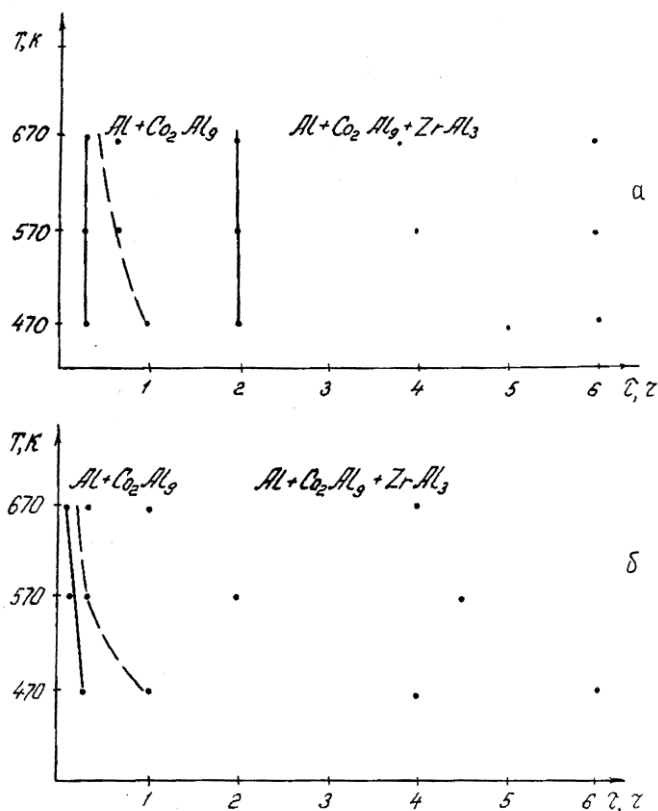
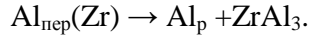


Рис. 1. T-T-T-диаграмма для быстрозакаленных сплавов состава:

а) Al-99,91 ат. %, Co-0,06 ат. %, Zr-0,03 ат. %;

б) Al-99,4 ат. %, Co-0,4 ат. %, Zr-0,2 ат. %.

Для изучения кинетики распада пересыщенного твердого раствора в быстрозакаленных сплавах системы Al-Co-Zr по результатам дюрOMETрического и рентгенофазового методов анализа были построены T-T-T диаграммы. На рис.1 представлены диаграммы быстрозакаленных сплавов системы Al-Co-Zr, имеющие состав: Al-99,91 ат. %, Co-0,06 ат. %, Zr-0,30 ат. %, Al-99,40 ат. %, Co-0,40 ат. %, Zr-0,20 ат. %, характеризующие температурно-временные параметры распада пересыщенных твердых растворов Co, Zr в Al. Из рис. 1 видно, что при распаде пересыщенного твердого раствора можно выделить две стадии по схеме:



Дифрактограммы сплавов указанных составов подтверждают последовательное выделение интерметаллидной фазы  $\text{Co}_2\text{Al}_9$ , а затем –  $\text{ZrAl}_3$ . Характер структурных изменений, происходящих при распаде пересыщенных твердых растворов, хорошо коррелирует с изменением твердости от времени отжига на кривых дисперсионного твердения. Так, переход однофазной структуры пересыщенного твердого раствора  $\text{Al}_{\text{пер}}(\text{Co,Zr})$  к трехфазной структуре  $\text{Al}_{\text{пер}}(\text{Co,Zr}) + \text{Al}_{\text{пер}}(\text{Zr}) + \text{Co}_2\text{Al}_9$  сопровождается увеличением твердости, а дальнейший переход трехфазной структуры к двухфазной смеси  $\text{Al}_{\text{пер}}(\text{Zr}) + \text{Co}_2\text{Al}_9$  твердого раствора  $\text{Al}_{\text{пер}}(\text{Zr})$  и мелкодисперсной фазы  $\text{Co}_2\text{Al}_9$  происходит с более низким приростом твердости (рис.2).

Первые выделения фазы  $\text{Co}_2\text{Al}_9$  должны образовываться у фронта кристаллизации; они ликвидируют обогащенный Co и Zr слой жидкости и одновременно затормаживают свой рост. В условиях интенсивного непрерывного охлаждения это приводит к увеличению переохлаждения и дальнейшему росту пересыщенного твердого раствора в глубь расплава за барьером из выделений фазы  $\text{Co}_2\text{Al}_9$ .

Учитывая подобный механизм кристаллизации пересыщенного твердого раствора, можно по-новому оценивать влияние легирующих компонентов на устойчивость пересыщенных твердых растворов быстрозакаленных сплавов. Описанный механизм кристаллизации пересыщенных твердых растворов можно наблюдать в системах с большой подвижностью легирующих элементов, например Al-Mn, Al-Fe, Al-Co [1]. Твердый раствор в этих системах распадается при достаточно низких температурах и в короткое время.

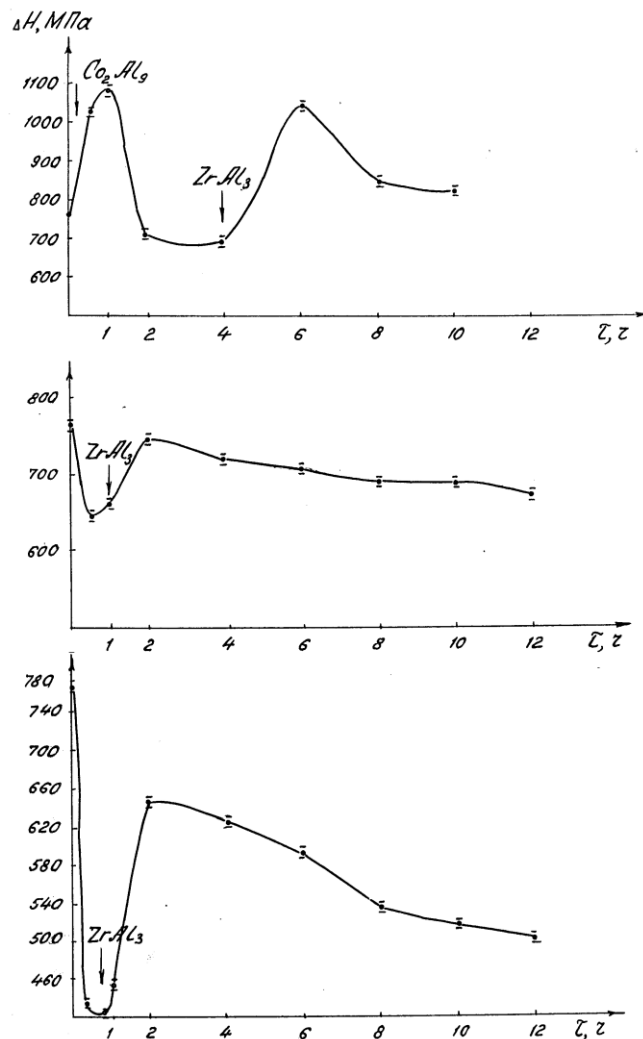
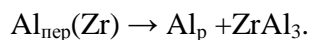


Рис.2. Влияние времени отжига на твердость быстрозакаленных сплавов состава Al-99,4 ат. %, Co-0,4 ат. %, Zr-0,2 ат. %

а) при 470 К, б) при 570 К, в) при 670 К.

Увеличение содержания легирующих компонентов свыше 0,66 ат. % Co и 0,33 ат. % Zr приводит к изменению фазового состава. При этом происходит совместная кристаллизация двух фаз: пересыщенного твердого раствора  $Al_{пер}(Zr)$  и интерметаллической фазы  $Co_2Al_9$ . Дальнейший распад пересыщенного твердого раствора Zr в Al происходит по схеме:



Установленные в настоящей работе величины дисперсионного твердения (H) быстрозакаленных сплавов (БЗС) системы Al-Co-Zr выше для более высоколегированных сплавов, т.к. увеличивается объемная доля упрочняющей интерметаллической фазы. Максимальная твердость в исследуемых быстрозакаленных сплавах достигается при температуре термической обработки 470К после 4ч. отжига и составляет – 1930 МПа. Изучение кинетики распада пересыщенных твердых растворов БЗС системы Al-Co-Zr показало, что значительное упрочнение исследуемых сплавов происходит за счет выделения фазы  $Co_2Al_9$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Гайдар И. В., Полеся А. Ф.* Послойное исследование метастабильных сплавов на основе алюминия. В кн.: Вопросы формирования метастабильной структуры сплавов. Днепропетровск. 1985. С.103.