

## ГЕНЕЗИС МИКРОСТРУКТУРЫ СПЛАВОВ Al-Si и Al-Cu В ТВЕРДО-ЖИДКОМ СОСТОЯНИИ

Аникин А.И., Бурлуцкая Д. М.,  
научный руководитель д-р. техн. наук. Беляев С.В.  
*Сибирский Федеральный Университет*

Для экспериментов были отлиты образцы из сплава АК-12, которые помещали в металлические ящики и засыпали песком для предотвращения их деформирования и окисления. Нагрев проводили до температуры на несколько градусов выше точки эвтектики, выдерживали при этой температуре определенное время. Скорость охлаждения образцов (на воздухе, с печью, в воде) оказывала большое влияние на формирование габитуса кремнистой фазы, поэтому образцы охлаждались печью до температуры, которая соответствовала минимальной концентрации кремния в  $\alpha$  - твердом растворе, а затем – резко – в воде.

Все образцы в исходном литом состоянии имели типичную немодифицированную эвтектическую структуру. В структуре сплава АК12 (рис.1.1) видна типично игольчатая эвтектика (Al—Si) и избыточные дендритные кристаллы алюминиевого твердого раствора, что характерно как для доэвтектического сплава, так и для эвтектического, закристаллизованного в условиях существенного охлаждения (литье в металлическую форму).

Закалочный эксперимент предусматривал изучение характера изменения гетерогенного строения слабо перегретого расплава выше температуры эвтектического равновесия ( $577^{\circ}\text{C}$ ) в течение определенного времени. Незамедлительное резкое охлаждение (в холодной воде), предотвращая диффузионное перераспределение компонентов, за тысячные доли секунды (скорость охлаждения  $\sim 10^4$  град/сек) сохраняет в закаленном образце степень гетерогенности раствора, возникшего при нагреве и длительном выдерживании. Структура закаленного образца (рис.1.2.) отражает неоднородное распределение компонентов в таком растворе.

Следовательно, в жидком растворе в результате гетерогенизации возникли кластеры, обогащенные алюминием (светлые области), а также кластерные участки, обогащенные кремнием (темные компактные кристаллы кремния, достаточно крупные, имеющие кристаллографическую огранку). Такой характер структуры закаленного образца является важным свидетельством того, что области в жидком расплаве, обогащенные кремнием, не становятся сплошными кремниевыми кристаллами при сколь-угодно длительной выдержке (исследованной в работе) в субкристаллическом интервале температур выше точки эвтектического равновесия.

Все структуры, для различных условий длительности выдержки и охлаждения являются лишь отражением преобразования разнородных и однородных кластеров и взаимодействия при преобразовании их для формирования зародышей кристаллизации и роста кристаллов соответствующих фаз.

Структура эвтектического сплава, полученная в результате предложенной термической обработки, представляет собой  $\alpha$  - твердый раствор на базе алюминия, по которому распределена кремнистая фаза в виде крупных компактных кристаллов.

Нагрев эвтектических сплавов до температуры, на несколько градусов превышающей точку эвтектики, вызывает расплавление, результатом которого является формирование кластерной смеси. Такая смесь состоит из микрообъемов, характеризующихся наличием порядка, отвечающего кристаллическому строению фаз, при плавлении которых эти кластеры образовались.



Рисунок 1.1 - Микроструктура сплава АК12 в литом состоянии

Конечная форма образующихся кристаллов зависит, как от степени гомогенизации структуры сплава и гетерогенизации образующегося эвтектического расплава выше точки эвтектики в начальные периоды выдержки при температурах слабого перегрева, так и от условий взаимодействия сформированных кластеров между собой при последующем охлаждении. Разная скорость охлаждения определяет рост кристаллов различной формы и размеров (от мелких ориентированных, разориентированных компактных до крупно-игольчатых и крупных компактных кристаллов).

Закономерность охлаждения кластеризованного расплава с печью была использована и для эвтектического сплава Al-33,2%Cu, в результате чего получили гетерофазное разделение двойной (пластинчатой) эвтектики ( $\alpha + \text{CuAl}_2$ ) (рис.1.3) на округлые частицы  $\alpha$ -твердого раствора на фоне  $\text{CuAl}_2$  (рис.1.4).

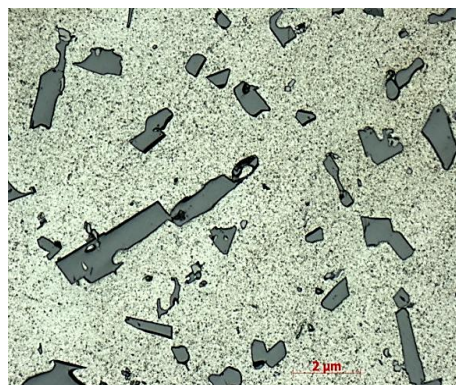


Рисунок 1.2 - Микроструктура сплава АК12 в термообработанном состоянии

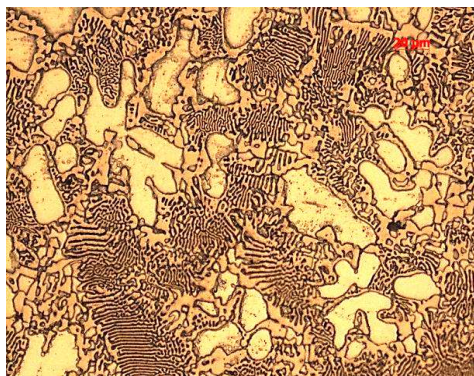


Рисунок 1.3 - Микроструктура сплава Al-33,2%Cu. Исходное литое состояние

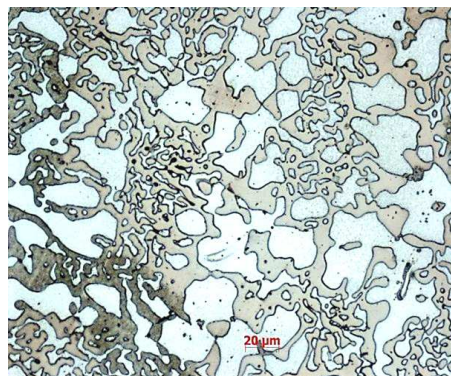


Рисунок 1.4- Микроструктура сплава Al-33,2%Cu, в термообработанном состоянии.

Таким образом, в настоящей работе обнаружено явление влияния предкристаллизационных процессов, развивающихся в температурной области на несколько градусов выше начала температур фазового превращения на формирование конечной структуры сплавов. Сущность обнаруженного явления - гетерогенизация исходного металлического расплава, происходящая в связи с перераспределением компонентов сплава между кластерными образованиями, возникающими в таком растворе до развития фазового превращения. Это явление может найти разнообразные применения при получении слитков и отливок из сплавов эвтектического типа.

#### Список источников

1. Таран Ю. Н., Мазур В. И. Структура эвтектических сплавов. М., «Металлургия», 1978. 312 с.
2. Биронт В. С., Аникина В. И., Ковалева А. А. «Дилатометрический анализ структурных превращений в алюминиево-кремниевых сплавах при термоциклической обработке». Молодежь и цветная металлургия: сборник статей Международной научно-практической конференции – Красноярск: ИПК СФУ, 2009.