

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО Al-Cu СПЛАВА ПОСЛЕ ТИКСОТРОПНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Аникин А.И.

Руководитель – доцент, канд. техн. наук. Аникина В.И.
ФГАОУ ВПО Сибирский Федеральный Университет, г.Красноярск

В работе были получены структуры неэвтектического типа в эвтектическом алюминиево-медном сплаве за счет реализации механизма гетерогенизации, прошедшего при кристаллизации нагретого выше температуры эвтектики и охлажденного сплава.

Существует большое количество теорий, объясняющих влияние термической обработки на формирование эвтектических фаз в интервалах температур, не превышающих температур эвтектического равновесия. Актуальностью настоящей работы явилось изучение обнаруженного в ходе исследования явления влияния предкристаллизационных процессов, развивающихся в температурной области на несколько градусов выше начала температур фазового превращения на формирование конечной структуры сплавов. Для экспериментов были отлиты образцы из сплава Al – 33%Cu. Структура образцов в исходном литом состоянии представляла собой типичную немодифицированную эвтектику (рис.1.1).

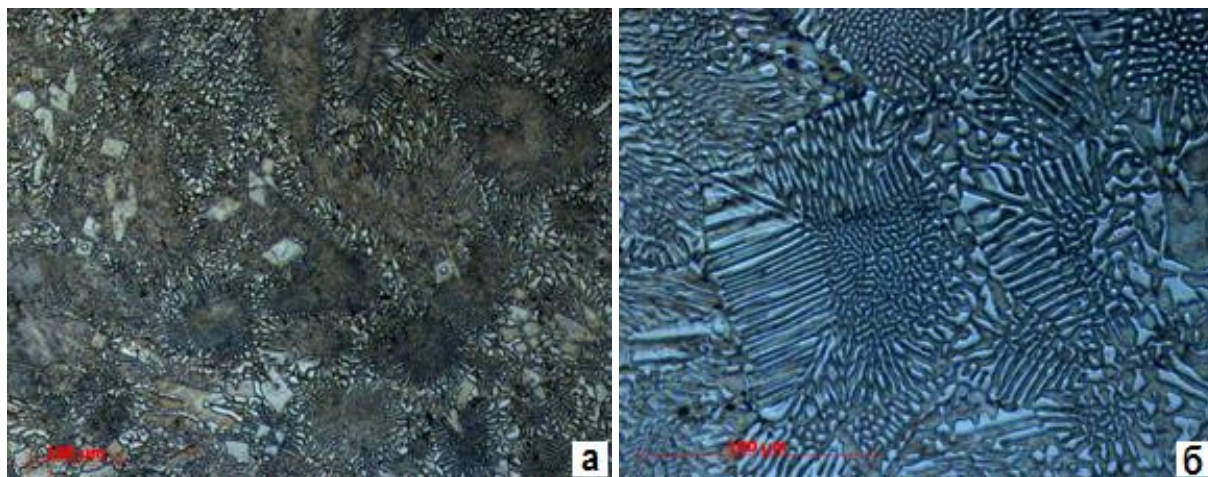


Рисунок 1.1 - Микроструктура сплава Al-33 %Cu в литом состоянии
а) x200 б) x500

Сотовая структура литого образца эвтектического состава является классическим примером секториального строения монокристаллов[1]. На рисунке 1.1 б показано поперечное сечение колоний $\alpha + \text{CuAl}_2$, выращавших в сплаве эвтектического состава [67% по массе Al] закристаллизованного в условиях существенного охлаждения (литье в металлическую форму).

Микроструктуру разреза можно объяснить с помощью объемной модели, представленной диметрической проекцией и схемой секториального роста (рис.1.2 а, б). Модель и сопровождающие ее микроснимки отражают специфику эвтектического варианта структуры песочных часов. Шесть четырехугольных эвтектических пирамид опираются усеченными вершинами на базовый кристалл. Пирамиды состоят из CuAl_2 фазы, пронизанной α -стержнями [1].

На поперечном сечении (рис.1.1 б) по величине центрального квадрата с сотовой структурой можно судить об удаленности сечения от структурного центра колонии.

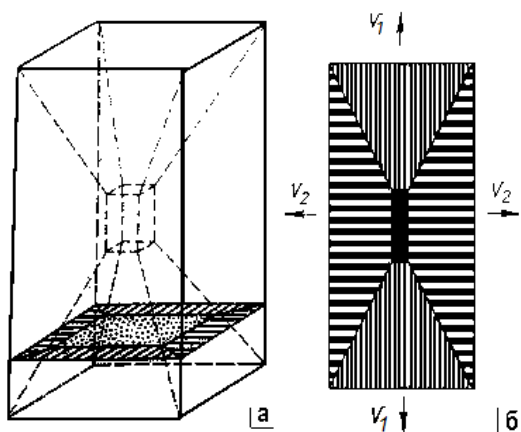


Рисунок 1.2 – Схема секториального роста эвтектической колонии $\alpha + \text{CuAl}_2$

В ходе проведения испытаний литые образцы помещали в металлические ящики и засыпали песком для предотвращения их деформирования и окисления. Проведение термообработки осуществляли в камерной печи LMV 02/12.

Закалочный эксперимент предусматривал изучение характера изменения гетерогенного строения слабopерегретого расплава выше температуры эвтектического равновесия (547°C) в течение определенного времени.

Нагрев проводили до температуры на несколько градусов выше точки эвтектики, выдерживали при этой температуре.

Охлаждение образцов с печью до температуры максимальной растворимости меди в алюминии со скоростью 0,01-0,03 град/с приводит к гетерофазному разделению двойной (пластинчатой) эвтектики ($\text{Al} + \text{CuAl}_2$) за счет диффузионных процессов на округлые частицы α -твердого раствора меди в алюминии на фоне CuAl_2 .

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.

Нагрев образца вблизи температуры эвтектического равновесия и выдержка при этой температуре обеспечивали протекание контактного плавления в сплаве на межфазных границах, и перераспределение структурных составляющих. На микроснимке образца наблюдается полное отсутствие прежней сотовой структуры и равномерное перераспределение фаз(рис.1.3).

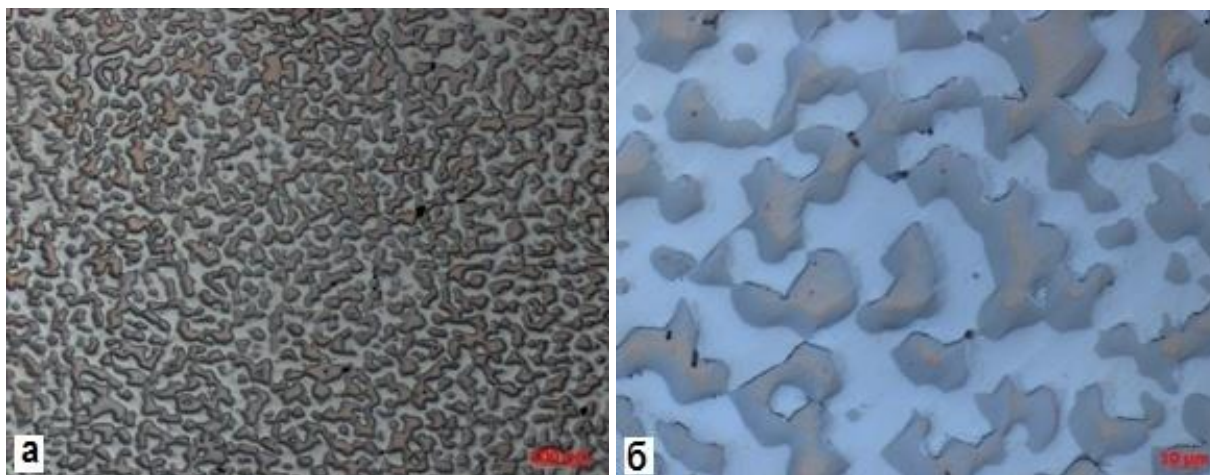


Рисунок 1.3 - Микроструктура сплава (Al-33 %Cu) в закаленном состоянии при увеличении x100 (а) и x500 (б)

Уменьшение длительности выдержки приводит к сохранению в структуре сотового строения, неравномерного распределения фаз и призматической формы кристаллов CuAl_2 , что отражает тетрагональную упаковку фазы(рис. 1.4).

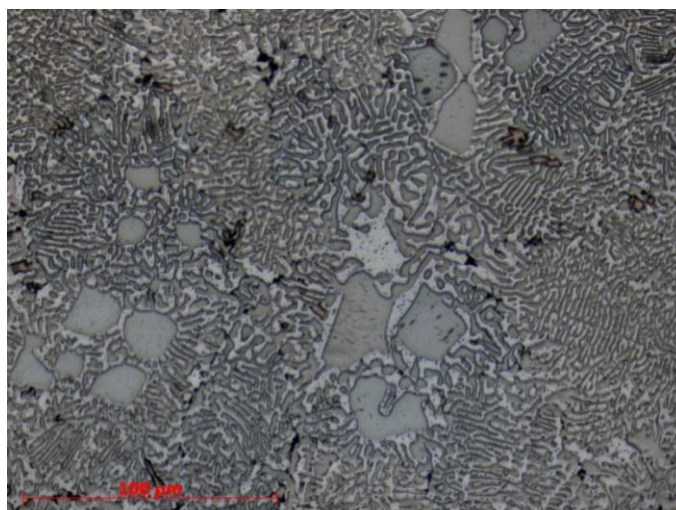


Рис. 1.4 – Микроструктура образца (Al-33%Cu) в закаленном состоянии $T_3=545$; $\tau_{\text{выдерж.}}=30$ мин; Охлаждение в воду.

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

Конечная форма полученных кристаллов зависит, как от степени гомогенизации структуры сплава и гетерогенизации образующегося эвтектического расплава выше температуры эвтектики в начальные периоды выдержки при температурах слабого перегрева, так и от условий взаимодействия сформированных кластеров между собой при последующем охлаждении.

Нагрев эвтектического сплава до температуры, на несколько градусов превышающей температуру 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.

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. Результатом проведенного исследования является разделение микроструктуры эвтектического сплава Al – 33%Cu на отдельные составляющие. Это явление может найти разнообразные применения при изготовлении слитков и отливок из сплавов эвтектического типа, а также для получения в структуре фаз заданных размеров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ 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.
3. Патент №2525872 «Способ формирования микроструктуры эвтектического сплава Al-Si».