

Исследование влияния металлургической наследственности шихтовых материалов на процессы формирования кристаллической структуры алюминиевых сплавов

Магистрант Арабей А.В.
Научный руководитель – Рафальский И.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Основными факторами, влияющими на процесс формирования кристаллической структуры литых изделий, являются не только химический состав сплава, но также исходное состояние шихтовых материалов (размеры кусков, окисленность, кристаллическая структура) и способ их ввода в расплав. Общеизвестно, что состояние сплава в жидкой фазе и, как следствие, процессы формирования структурных составляющих сплава при кристаллизации могут существенно изменяться в зависимости от условий выплавки: температуры и скорости нагрева, времени выдержки при определенной температуре, модифицирующей обработки и т.п.

Целью исследования являлось установление закономерностей влияния металлургической наследственности шихтовых материалов, вводимых в сплавы в жидком состоянии в виде лигатуры, на процессы формирования кристаллической структуры рабочих сплавов.

В качестве объекта исследования были выбраны сплавы системы Al-Si заэвтектического состава, являющейся одной из наиболее перспективных для получения поршней, с содержанием кремния 15-16% (масс.). Приготовление сплавов осуществляли в электрических печах сопротивления СНОЛ с автоматическим регулятором температуры.

В качестве исходных шихтовых материалов использовали технически чистый алюминий марки А9 и лигатуру следующего состава: 30-32% кремния, 0,8-1,2% железа, остальное – алюминий. Исходные шихтовые материалы (алюминий, лигатуру) предварительно плавил в печи в отдельных тиглях при температуре 950-1000 °С в течение 1 часа и после снятия окисной пленки и перемешивания заливали небольшими порциями в графитовые тигли. Часть лигатуры охлаждали вместе с печью для получения крупнокристаллической структуры – медленноохлажденной (МО) лигатуры (рисунок 1а), другую часть этой же лигатуры использовали для получения мелкокристаллических быстроохлажденных гранул (БГ) заливкой из жидкого состояния в воду (рисунок 1б). МО-лигатуру после охлаждения дополнительно подвергали механическому измельчению до размеров 1-3 см.

Исследуемые сплавы получали путем ввода в жидкий алюминий при температуре 900-950°С предварительно подогретой до температуры 520-530°С лигатуры (для минимизации потерь тепла расплавом алюминия при вводе лигатуры) из расчета 50% лигатуры и 50% алюминия. Охлаждение сплавов осуществлялось на воздухе, скорость охлаждения сплавов в жидком состоянии определялась по кривой охлаждения сплава и составляла 1,8-2 °С/с. Затем проводили металлографический анализ образцов проб на оптическом микроскопе с увеличением от 65 до 500 крат.



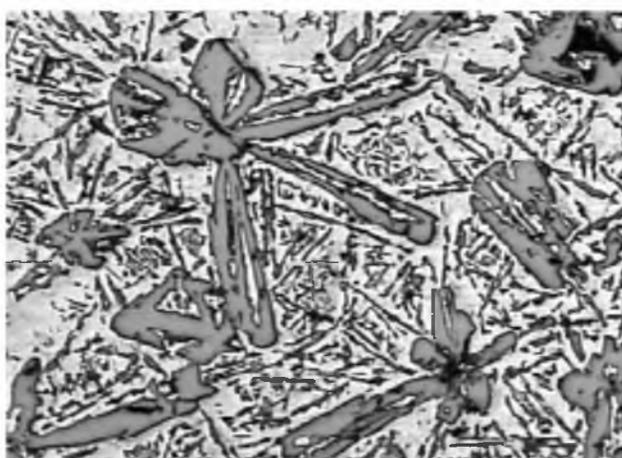
а)



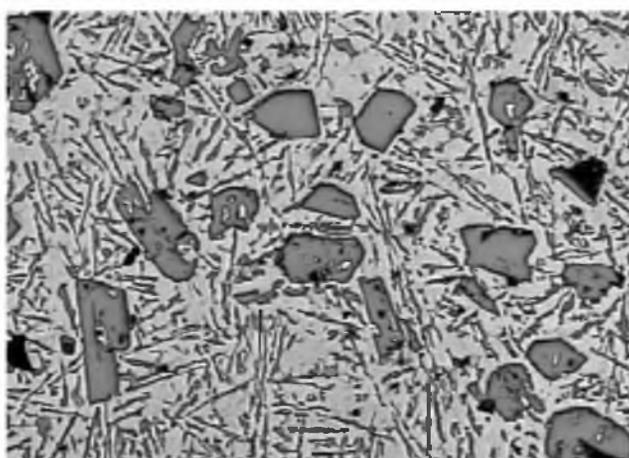
б)

а - медленноохлажденная (МО) лигатура;
б - быстроохлажденная гранулированная (БГ) лигатура
Рисунок 1 – Внешний вид лигатур в зависимости от скорости охлаждения

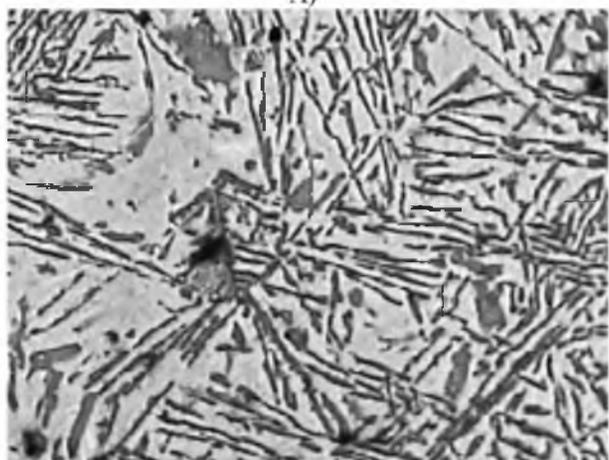
Результаты металлографического анализа исследованных сплавов представлены на рисунках 2, 3.



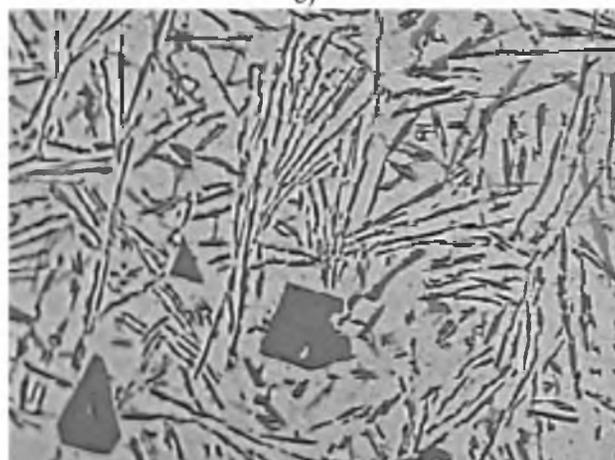
А)



б)

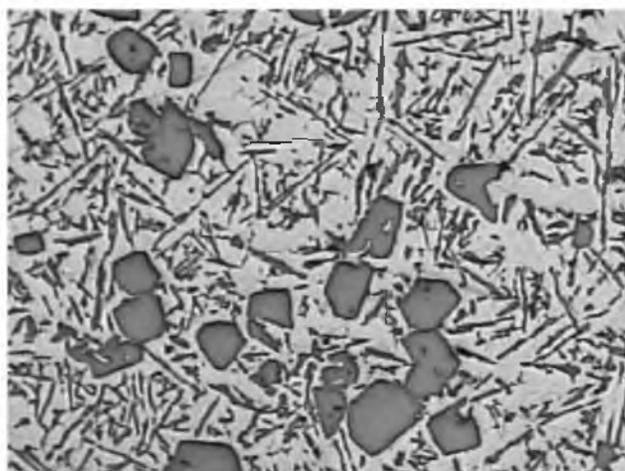


в)

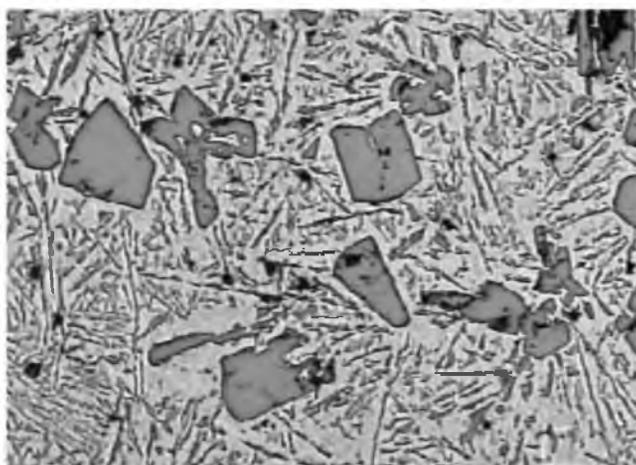


г)

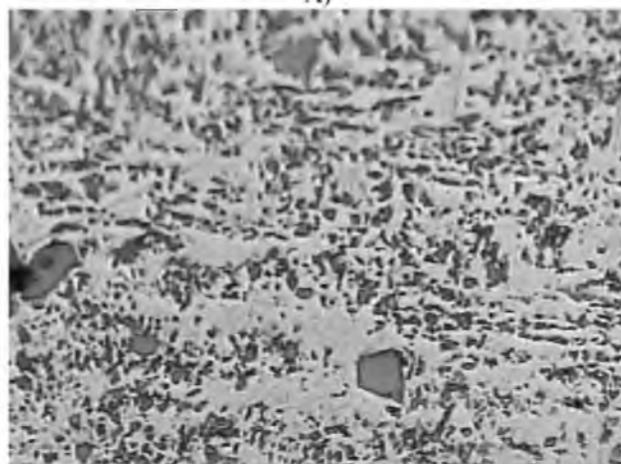
а – время выдержки сплава после ввода лигатуры в жидком состоянии 10 мин. (x125);
б - время выдержки сплава после ввода лигатуры в жидком состоянии 30 мин. (x125);
в – участок эвтектики, время выдержки сплава после ввода лигатуры 10 мин. (x250);
г – участок эвтектики, время выдержки сплава после ввода лигатуры 30 мин. (x250)
Рисунок 2 - Микроструктура сплава Al-16%Si, полученного из МО-лигатуры



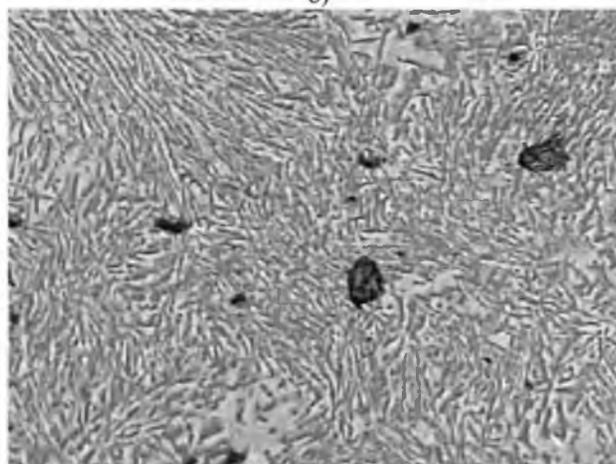
А)



б)



В)



г)

а – время выдержки сплава после ввода лигатуры в жидком состоянии 10 мин. (x125);

б - время выдержки сплава после ввода лигатуры в жидком состоянии 30 мин. (x125);

в – участок эвтектики, время выдержки сплава после ввода лигатуры 10 мин. (x250);

г – участок эвтектики, время выдержки сплава после ввода лигатуры 30 мин. (x250)

Рисунок 3 - Микроструктура сплава Al-16%Si, полученного из БГ-лигатуры

Как видно из представленных данных, формирование кристаллической структуры в сплавах, полученных из лигатур с различной металлургической предысторией получения, является различной. Полученные данные могут быть использованы для разработки технологических процессов получения литых изделий из алюминиевых сплавов с мелкодисперсной структурой первичных и эвтектических фаз.