

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ГОМОГЕНИЗАЦИОННОГО ОТЖИГА НА МИКРОСТРУКТУРУ СЛИТКОВ ИЗ СПЛАВА АД31Г

Шамсутдинова М.Г., Антонов М. М.

научный руководитель канд. техн. наук Орелкина Т. А.

Сибирский федеральный университет

Сплав АД31 относится к малолегированным деформируемым сплавам на основе системы Al-Mg-Si. Преимуществом сплавов этой системы, при средней прочности, является высокая технологичность при деформации и хорошее качество поверхности. Свойства деформированных полуфабрикатов существенно зависят от микроструктуры слитков. В литом состоянии микроструктура неравновесная, дендритная ликвация приводит к выделению по границам ячеек эвтектических фаз: Mg_2Si , β (Al_5FeSi) пластинчатой и α (Al_8Fe_2Si) скелетообразной формы. Частицы железистых фаз охрупчивают сплав и из-за недостаточной пластичности повышают сопротивление деформации. С целью повышения технологичности слитков при прессовании назначают отжиг - гомогенизацию. Основными процессами при отжиге слитков являются: растворение неравновесной фазы Mg_2Si эвтектического происхождения и выравнивание концентрации магния и кремния в объеме зерна; трансформация железосодержащей фазы β в α , фрагментация и сфероидизация α фазы; и при охлаждении распад пересыщенного твердого раствора с выделением фазы Mg_2Si . Изменение формы и размеров железистых фаз после отжига повышает пластичность и технологичность сплава.

Целью работы является исследование влияния режимов гомогенизационного отжига на фазовый состав слитков сплава АД31Г и количественные параметры железосодержащих фаз. Были исследованы слитки из сплава АД31Г, полученные с использованием порошкового модификатора и изучена микроструктура слитков в литом и отожженном состоянии.

Трансформация железосодержащей фазы β в α , фрагментация и сфероидизация α фазы определена по программе Axiovision Rel. 4.5 фирмы Carl Zeiss; количественными параметрами измерений являлись максимальный, минимальный размеры, показатель сферичности (функция FormCircle) и объемная доля частиц железосодержащих фаз. Показатель сферичности (FC) указывает на процессы сфероидизации частиц, чем ближе значение его к единице, тем ближе форма частицы к сферической.

Для выбора температуры отжига были использованы результаты термического анализа, с применением дифференциально – сканирующей калориметрии, выполненные на приборе NETZSCH STA 449 C Jupiter. По термическим кривым нагрева и охлаждения установлено, что температура солидуса исследуемого сплава соответствует 635 °С. Гомогенизационный отжиг образцов из слитков проводили при температурах 580, 590, 600, 610, 620, 630 °С и времени выдержки 1, 2, 3, 4 часов. Осуществляли количественную обработку микроструктур литого и отожженного сплава по режимам: 580 °С с выдержкой 3 часа, 590 °С с выдержкой 3 часа, 600 °С с выдержкой 2 и 3 часа, и 610, 620, 630 °С с выдержкой 1 час.

На микроструктуре образцов в литом и отожженном состоянии определяли объемную долю и показатель сферичности частиц железосодержащих фаз. В таблице представлено изменение объемной доли фаз в зависимости от температуры термической обработки сплава АД31Г.

Таблица – Зависимость объемной доли железосодержащих фаз и показателя сферичности частиц фаз от режимов гомогенизационного отжига

Режимы отжига		Объемная доля фаз	Показатель сферичности частиц фаз (FC)
Температура, °С	Время, ч		
Литой		2,8	0,55
580	3	1,5	0,63
590	3	1,2	0,64
600	3	1,2	0,63
600	2	-	0,56
610	1	1,4	0,66
620	1	1,4	0,64
630	1	1,4	0,62

Из таблицы следует, что объемная доля железистых фаз после исследуемых режимов отжига составляет 1,5 – 1,2 %. Однако, отжиг при температуре 610 - 630 °С с выдержкой 1 час обеспечивает объемную долю α и β фаз примерно такую же, как отжиг при 580 - 590 °С с выдержкой 3 часа. Процессы фрагментации и сфероидзации частиц фаз приводят к увеличению показателя сферичности частиц, по сравнению с литым состоянием. По значениям показателя сферичности было вычислено относительное количество частиц железосодержащих фаз, имеющие $FC \geq 0,5$, и построены гистограммы в зависимости от режимов отжига (представлены на рисунке). Из гистограмм следует, что при температурах отжига 600 - 630 °С и одинаковой выдержке этот показатель возрастает. Следовательно, высокотемпературный кратковременный отжиг более эффективен, что подтверждается результатами предыдущих исследований.



Рисунок - Относительное количество частиц железосодержащих фаз, $FC \geq 0,5$ при различных режимах отжига.

Рекомендуемым режимом гомогенизационного отжига можно считать режим, при котором функция FC максимальна, т.е. приближена к единице. Таким образом, по результатам исследований работы следующие режимы гомогенизации обеспечивают наиболее высокие значения показателя FC: отжиг при 580 °С с выдержкой 3ч; при 610, 620 °С, с выдержкой 1ч. Нагрев выше температуры 620 °С не рекомендуется, т.к. в микроструктуре сплава появляется вторичная пористость.