

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОМОГЕНИЗАЦИИ СЛИТКОВ ИЗ СПЛАВА АД31Г

Тарасенко В.Ю.¹, Окладникова Н. В.²

научный руководитель канд. тех. наук Дроздова Т. Н.¹

¹Сибирский федеральный университет

²ООО «ЛПЗ «Сегал»

Сплав АД31Г системы Al–Mg–Si применяется в качестве конструкционного и декоративного материала. Интерес к нему обусловлен комплексом ценных свойств: хорошей коррозионной стойкостью, технологичностью, высокой пластичностью, способностью подвергаться цветному анодированию, эмалированию и эматалированию. Вследствие высокой пластичности в горячем состоянии из него можно изготавливать очень сложные по конфигурации тонкостенные полые полуфабрикаты. Качество полуфабрикатов зависит от химического состава сплава, условий деформации, исходной структуры слитков, а также от термической обработки изделий. Для слитков из сплава АД31Г применяют гомогенизационный отжиг, который используют для устранения неоднородностей структуры, обеспечения требуемой технологичности сплава при прессовании и получения гарантированного уровня механических свойств деформированных полуфабрикатов. В процессе гомогенизации слитков из сплава АД31Г должно быть обеспечено:

– растворение упрочняющей фазы Mg_2Si и перевод ее в мелкодисперсные частицы, распределение которых по телу зерна обеспечивается регламентированной скоростью охлаждения;

– изменение морфологии железосодержащих фаз $\beta(Al_5FeSi) \rightarrow \alpha(Al_8Fe_2Si)$ для уменьшения их вредного влияния, так как эти частицы имеют меньший размер, чем выделения β -фазы.

Степень превращения β -фазы в α -фазу должна быть не менее 95 %, хотя на практике чаще всего считают достаточным уровень 90 %. Это достигается изотермической выдержкой слитков при температуре вблизи неравновесного солидуса сплава, при которой происходит фрагментация частиц $\alpha(Al_8Fe_2Si)$ шрифтообразной формы и превращение фазы $\beta(Al_5FeSi)$ в фазу $\alpha(Al_8Fe_2Si)$ в результате частичного перехода в твердый раствор содержащегося в ней кремния. Прохождение трансформации железосодержащих фаз является лимитирующим процессом при назначении длительности выдержки гомогенизации.

Интенсивность протекания трансформации частиц железосодержащих фаз зависит от дисперсности исходной литой структуры: чем тоньше ветви дендритов (то есть меньше дендритный параметр) и чем мельче зерно, тем быстрее она будет проходить при гомогенизации слитка. Все это способствует улучшению технологичности сплава при прессовании, которое выражается в снижении сопротивления деформации, возможности производства тонкостенных профилей сложной формы, повышении уровня механических свойств в состоянии Т5, улучшении качества поверхности профилей и увеличении выхода годного. Важное значение имеет также повышение скорости истечения металла до 40 %, по сравнению с прессованием не гомогенизированных слитков.

Цель работы – выбор наиболее эффективной длительности выдержки на основе оценки изменения количества железосодержащих фаз в слитках и анализа механических свойств профилей.

В работе исследовали слитки диаметром 178 и 215 мм из сплава АД31Г, отлитые полунепрерывным литьем в водоохлаждаемый кристаллизатор. Анализируемые плавки не существенно отличались по химическому составу (0,50-0,58% Mg, 0,45-0,50% Si, 0,35% Fe, 0,08% Mn). Все слитки подвергали гомогенизационному отжигу при температуре 570-580 °С в течение 3-5,5 часов.

Исследование микроструктуры образцов осуществляли на микроскопе OLYMPUS GX51. Зеренную структуру образцов изучали после анодного оксидирования. Образцы после оксидирования наблюдали в поляризованном свете. Количественную оценку микроструктуры проводили в программе анализа цифровых изображений Image Expert Pro 3.

Анализ микроструктуры слитков был проведен на основании количественной оценки структурных составляющих сплава АД31Г. Исследование микроструктуры показало, что в процессе гомогенизации объемная доля избыточных фаз в слитках Ø215 мм уменьшается в 1,8 раза, в слитках Ø178 мм - в 1,4 раза. Площадь фазы $\alpha(\text{Fe}_2\text{SiAl}_8)$ во всех слитках уменьшается ~ в 1,4 раза, а размер игольчатой фазы $\beta(\text{FeSiAl}_5)$ практически не изменяется, в литом состоянии составляет ~ 11,4 мкм, в гомогенизированном - 10,6 мкм. Закономерности в изменении размера фаз при уменьшении времени выдержки при гомогенизации не установлено, можно лишь отметить тенденцию к некоторому уменьшению. Оценка степени трансформации железосодержащих фаз позволила установить, что снижение времени гомогенизации с 3,75 до 3 ч. не приводит к изменению объемной доли фаз в слитках Ø178 мм, которая находится на уровне 85-88%. Сокращение длительности выдержки гомогенизации слитков до 4 часов недостаточно для завершения процессов изменения морфологии фаз $\beta(\text{Al}_5\text{FeSi}) \rightarrow \alpha(\text{Al}_8\text{Fe}_2\text{Si})$, степень трансформации фаз составляет 81%. Гомогенизация в течение 4,4-5,5 часов обеспечивает завершение диффузионных процессов железосодержащих фаз, при этом степень трансформации по сечению практически одинакова и составляет 86-89%.

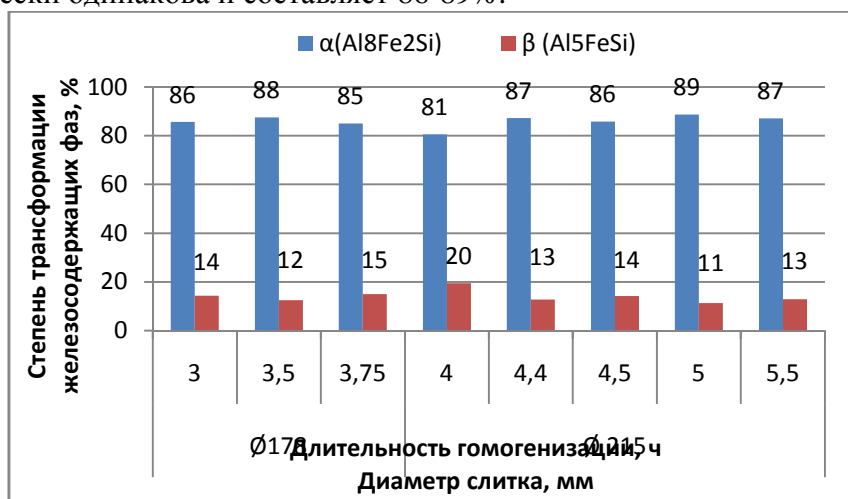


Рисунок 1- Зависимость изменения степени трансформации железосодержащих фаз от длительности выдержки

Размер зерна в слитках Ø178 мм составляет в среднем 280 мкм, а в слитках Ø215 мм зерно более крупное, средний размер 315 мкм.

Механические свойства профилей, изготовленных из всех исследованных опытных плавок, соответствуют требованиям ГОСТ 22233–2001, имеют запас прочностных и пластических характеристик. Сравнительный анализ механических свойств деформированных полуфабрикатов после закалки и искусственного старения показал, что временное сопротивление разрыву и предел текучести профилей, изготовленных из слитков Ø178, в среднем на 10 МПа выше, чем из слитков Ø215, при этом относительное удлинение практически одинаково ~ 11%.

На основании полученных результатов рекомендовано сократить длительность гомогенизации слитков Ø 215 мм с 5,5 до 4,4 ч, а слитков Ø 178 мм с 3,75 до 3 ч. Установлено, что сокращение длительности гомогенизации не приводит к снижению технологических и механических свойств и позволяет получать профили, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 22233–2001.