Исследование механических характеристик и кинетики распада твердого раствора в сплавах Al-Mn-Cu-Zr-Er

*Марданшина Т.М., Рыжакова О. M, Михайловская А. В.*

Сотрудник

Университет МИСИС, Россия, Москва

E-mail: t.mardanshina@mail.ru

Алюминиевые сплавы, благодаря своей низкой плотности, высокой коррозионной стойкости и значительной удельной прочности, широко используются в аэрокосмической, автомобильной и других отраслях промышленности как в России, так и за рубежом. Однако их применение для деталей, работающих при повышенных температурах, ограничено из-за снижения прочности и устойчивости к ползучести. Поэтому актуальной задачей является разработка новых составов сплавов и технологий их производства, направленных на повышение жаропрочности и сопротивления деформации при высокотемпературной эксплуатации.

Настоящая работа посвящена разработке составов и технологий производства листов алюминиевых сплавов, обладающих высокой прочностью при низких температурах. В рамках исследования будет сформирована структура сплавов с высокой плотностью дисперсоидных частиц, включая фазы с квазикристаллической структурой, которые будут выделены из пересыщенного твердого раствора алюминия. Кроме того, будет проведено детальное изучение механических свойств полученных сплавов, что позволит оптимизировать их состав и технологию производства для достижения максимальной эффективности.

Для исследования были отобраны сплавы Al-Mn-Cu-Zr-Er с добавками Ti, Si, V и Be, которые показали перспективность в литературном обзоре. Были выбраны конкретные композиции сплавов для изучения механизмов ползучести с учетом влияния дисперсоидов на механические свойства материалов. Выбор этих сплавов обусловлен потенциальным влиянием легирующих элементов на механизмы ползучести в зависимости от состава и структуры.

Цель работы заключалась в создании сплавов с максимально пересыщенным твердым раствором алюминия. Для этого плавка и разливка проводились в индукционной печи под аргоном (0,3 атм) после вакуумирования камеры до 10⁻² Па. Слитки толщиной 3 мм отливались в медную изложницу, затем прокатывались до 1 мм для исследования механических свойств и кинетики распада твердого раствора. Микроструктура образцов изучалась на этапах литья, прокатки и отжига с использованием светового микроскопа Zeiss в поляризованном свете.

Кинетика распада пересыщенного твердого раствора алюминия исследовалась путем измерения твердости в диапазоне температур 300–400 °C при времени отжига до 100 часов. В ходе эксперимента изучены изменения состава твердого раствора, растворение неравновесных фаз кристаллизационного происхождения и формирование дисперсоидов. Установлено, что кривые изменения твердости для всех сплавов демонстрируют схожую динамику, оставаясь в пределах экспериментальной погрешности.

Анализ микроструктуры показал, что цирконий в сплавах замедляет рекристаллизацию при низкотемпературном отжиге, тогда как при повышении температуры наблюдается частичная или полная рекристаллизация. Механические свойства сплавов исследованы методом одноосного растяжения при комнатной и повышенных температурах.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-19-00791, https://rscf.ru/project/* *23-19-00791/*