



ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук Алабина Александра Николаевича
на диссертационную работу Гордеевой Маргариты Игоревны
«Исследование влияния деформации, термической обработки и сварки на
фазовый состав, текстуру и анизотропию механических свойств материалов
авиационной техники из алюминий-литиевых сплавов 1441, 1461 и 1469»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и
сплавов

Актуальность темы диссертации

В представленной работе предложен подход совершенствования количественных методов анализа фазового состава применительно к промышленным Li-содержащим алюминиевым сплавам. Сформулированные в работе цель и решенные задачи, безусловно, являются актуальными, поскольку направлены на понимание причин и как следствие решение металлургических проблем, возникающих при получении деформированных полуфабрикатов, в частности, возникновение неоднородностей и анизотропии механических свойств полуфабрикатов, проявляющиеся в различии свойств в различных направлениях, в том числе и по сечению листового проката.

Разработанные в диссертации Гордеевой М.И. методы и подходы на примере Li-содержащих алюминиевых сплавов, используемых в изделиях ответственного назначения, вносят существенный вклад в развитие данной области науки и направлены на повышения надежности эксплуатации изделий авиационной техники.

Структура и основное содержание диссертации

Представленная Гордеевой М.И. диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов и списка цитируемой литературы, который включает 144 наименования источника. Работа включает в себя 169 страниц печатного текста, 77



рисунков и 22 таблицы. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, представлены научная новизна и практическая значимость, а также основные положения, выносимые на защиту, по результатам работы приведены сведения о публикациях, представлена структура и объем диссертации.

Первая глава посвящена литературному анализу развития Li-содержащих алюминиевых сплавов. Рассмотрены основные особенности фазового и структурного состава Li-содержащих алюминиевых сплавов и приведены литературные данные по их влиянию на свойства сплава, требования к инженерным свойствам для основных конструктивных элементов авиационной и космической техники, в том числе на примере сварных соединений и слоистых материалов. Показана ограниченность существующих методов оценки служебных свойств изделий из Li-содержащих алюминиевых сплавов, ввиду отсутствия регламентирования заданного структурно-фазового состояния. С использованием литературных данных показана необходимость разработки метода количественного фазового анализа для количественной характер корреляции между химическим составом, параметрами технологии и служебными свойствами.

Вторая глава описывает использованные в исследовании материалы, оборудование и методики проведения экспериментов. Материалом исследования послужили образцы промышленных сплавов в виде листового проката марок 1461, 1441 и 1469. Условия термической обработки образцов были подобраны так, чтобы получить максимальное количественное фазовое разнообразие. Подробно указана методика получения сварных соединений, указаны методы исследований образцов, в том числе рентгеноструктурные исследования, методика определения остаточных напряжений, методика определения механических свойств.

Третья глава диссертации посвящена разработке методов количественного фазового анализа для сплавов Al-Cu-Li-Mg и метода оценки объемных эффектов превращения в алюминиевых сплавах. В данной главе проведена оценка влияния содержания магния на фазовый состав и период решетки Al-твердого раствора на



примере системы Al-Cu-Li применительно к существующим сплавам. Проанализирована роль магния в формировании интерметаллидных фаз в сплавах этой системы, и влияние на период решетки, что позволяет эффективно оценивать объемные изменения в сплавах при термообработке и пластической деформации. Показаны условия, при которых случае неравномерного распада Al-твердого раствора по сечению деформированного полуфабриката может формироваться градиент напряжений, который может накапливаться при удалении поверхностных слоев и приводить к сильной деформации деталей. Это делает предлагаемый метод фазового анализа практически важным для оптимизации технологических операций, выполняемых при получении деформированных полуфабрикатов.

Четвертая глава диссертации направлена на количественное исследование влияния интерметаллидных фаз, оценку упрочняющего эффекта при старении, оценку текстуры и анизотропии механических свойств сплавов Al-Cu-Li. В данной главе выявлены закономерности влияния малых степеней деформации (при правке) на механизм процессов выделения интерметаллидных фаз и упрочняющий эффект старения сплавов системы Al-Cu-Li-Mg, в части объяснения возникновения значительной неоднородности и анизотропия механических свойств. С использованием количественного фазового анализа установлена взаимосвязь влияния различных степеней деформации при правке на упрочняющий эффект при старении.

В пятой главе приведено исследование распределение твердости, текстуры, фазового состава и остаточных напряжений в различных зонах соединения листов сплава 1469 сваркой трением с перемешиванием, что позволило выявить структурно-фазовые особенности сварных соединений сплавов систем Al-Cu-Li-Mg. Показаны закономерности изменения фазового состава в области сварного соединения, а также уровень остаточных напряжений. Построены распределения текстуры, фазового состава и твердости в различных зонах сварного шва.

Диссертационная работа заканчивается основными выводами и списком использованных литературных источников.

Содержание автореферата Гордеевой М.И. соответствует содержанию диссертации.

Оценка научной новизны диссертации



Наиболее значимыми результатами диссертационной работы Гордеевой М.И., обуславливающими ее научную новизну, являются:

- предложенная методика количественного фазового анализа для сплавов системы Al-Cu-Li-Mg, которая основана на методах количественного рентгеноструктурного исследования, включающая количественный фазовый анализ;
- количественная оценка влияния степени деформации при правке на упрочняющий эффект старения плит из сплава 1461. Показаны условия максимальной степени упрочнения деформированных полуфабрикатов.
- на примере сплавов системы Al-Cu-Li-Mg объяснение эффекта разупрочнения материала сварного шва.
- для сплавов системы Al-Cu-Li показано возникновение значительно более высоких значений объемных эффектов при выделении интерметаллидных фаз, по сравнению со сплавами системы Al-Mg-Li.

Практическая ценность результатов диссертационного исследования

Практическую ценность представляет разработанная методика количественного фазового анализа, на основе которой создана и зарегистрирована расчетная программа.

Показана необходимость повышения степени предварительной деформации деформированных полуфабрикатов в виде листового проката, заменив растяжение на 2-3 % холодной прокаткой с обжатием не менее 5-6 %, что обуславливает устранение неоднородности свойств в плитах сплава 1461 системы Al-Cu-Li.

Предложенная количественная оценка влияния отношения Cu/Li может быть использовано для прогнозирования свойств сплавов системы Al-Cu-Li.

Предложен способ оптимизации служебных свойств сварных соединений из сплавов системы Al-Cu-Li за счет контроля формирования в фиксированных зонах сварного соединения пиковых остаточных напряжений.

Полученные результаты работы полностью соответствуют поставленным целям и задачам.

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается применением современных методов исследований, таких как количественные



рентгеновские методы, использованием современного испытательного и аналитического оборудования и корректной статистической обработкой полученных результатов.

Апробация и публикации основных положений работы

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на 5 российских и международных научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, в том числе 5 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 3 зарегистрированные программы для ЭВМ.

Основные вопросы и замечания по работе

Несмотря на описанные достоинства и, в целом, положительное впечатление от работы, в диссертации имеются и некоторые **недостатки**.

1. Очевидно, что в исследовательской работе сделано допущение, что количественно фазовый состав рассматриваемых сплавов равномерен по всему сечению деформированных полуфабрикатов. Однако в условиях литья слитков, особенно крупногабаритных, ввиду присутствия ликвационных процессов и неравномерной скорости кристаллизации по сечению слитка, всегда присутствует химическая неоднородность, которая также, в определенной степени, вносит свой вклад, в большей или меньшей степени, в структурную неоднородность.
2. В работе большое внимание уделено рентгеновским методам исследования структуры, однако металлографические методы практически не использованы.
3. В методике недостаточно описана способ получения исходных образцов Li-содержащих алюминиевых сплавов.
4. В практической значимости отсутствует данные о конкретных практических результатах использования предложенных методик, в частности, на какую величину может быть увеличен ресурс и надежность изделий авиационной техники?
5. В практическую значимость возможно было бы добавить сформулированные требования к оптимальной структуре (количество вторичных упрочняющих фаз), обеспечивающей оптимальное сочетание служебных характеристик.

Указанные замечания и пожелания, тем не менее, не снижают общей научной ценности и практической значимости диссертационной работы.



РУСАЛ

Заключение

Диссертационная работа Гордеевой М.И. соответствует научной специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, имеющую ряд важных научных и прикладных результатов.

Диссертационная работа «Исследование влияния деформации, термической обработки и сварки на фазовый состав, текстуру и анизотропию механических свойств материалов авиационной техники из алюминий-литиевых сплавов 1441, 1461 и 1469» полностью удовлетворяет требованиям пунктов 9 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Гордеева Маргарита Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Официальный оппонент:

Начальник отдела

технологий производства новых видов продукции

РУСАЛ Глобал Менеджмент Б.В.

кандидат технических наук

А.Н. Алабин

Дата подписания отзыва: «24» ноября 2017 г.

121096, ул. Василисы Кожинной, д. 1

Москва, Россия

РУСАЛ Глобал Менеджмент Б.В.

Тел. (495) 720-51-70 доб.64-99 E-mail: Aleksandr.alabin@rusal.com

29.11.2017

Handwritten signature

Подпись
ЗАВЕРЯЮ
Отдел кадров
ДАТА « »

