

Утверждаю

Зам. ген. директора по науке,

Ученый секретарь ОАО НИАТ

д.т.н., профессор

В.Н. Егоров

«17» ноября 2017 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Гордеевой Маргариты Игоревны «Исследование влияния деформаций, 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 работы.

Применение алюминий-литиевых сплавов в изделиях авиационной техники является одним из основных направлений снижения весовых характеристик изделий. Многочисленные исследования этих сплавов показали, что высокие эксплуатационные свойства в них достигаются усложнением состава и технологии получения полуфабрикатов, что формирует необычный характер корреляций между составом, структурой, технологией и служебными свойствами. Для этих сплавов характерны: эффект охрупчивания при длительных эксплуатационных нагревах, анизотропия и неоднородность механических свойств по сечению полуфабрикатов. Такие особенности этих сплавов обусловлены фазовой и структурной нестабильностью, а также выраженной кристаллографической текстурой, которая формируется в сплавах на всех этапах получения полуфабрикатов и изделий. Для интерпретации этих особенностей сплавов с

литием необходимо совершенствование количественных методов фазового анализа и исследование закономерностей влияния различных технологических воздействий (деформация, термическая обработка, сварка) на фазовый состав, текстуру и анизотропию механических свойств сплавов этих систем легирования с целью повышения их эксплуатационной надежности.

Значительная неоднородность и анизотропия механических свойств в плитах из высокопрочного сплава В1461 проявляется по направлениям полуфабриката и по сечению плиты в процессе фрезерования из них деталей авиационной техники, что создаёт значительные затруднения в производственном цикле изготовления деталей. Данная работа посвящена исследованию причин структурной неоднородности этих сплавов и сварных соединений листов из сплавов с литием, выполненных сваркой трением с перемешиванием (СТП) и изыскание путей их устранения, что является весьма актуальной научно-практической задачей. Диссертационная работа Гордеевой М.И., направлена на совершенствование количественных методов фазового анализа и совершенствование количественных методов исследования текстуры и анизотропии механических свойств алюминий - литиевых сплавов, обеспечивающих повышение эксплуатационной надежности данных сплавов.

Научная новизна работы

Наиболее важным научным результатом работы является разработка метода количественного фазового анализа для сплавов системы Al-Cu-Li-Mg, что позволило установить зависимость влияния магния на увеличение доли интерметаллидных фаз, а также существенному увеличению его концентрации в твердом растворе, при этом, наблюдается эквивалентное снижение концентрации меди, что необходимо учитывать при оптимизации составов этих сплавов.

Для алюминиевых сплавов количественный анализ создаваемых интерметаллидных фаз является важным фактором позволяющим оценивать упрочняющий эффект старения, формирование текстуры и анизотропии механических свойств сплавов Al-Cu-Li. Это связано с тем, что интерметаллидные фазы в этих сплавах присутствуют в дисперсном виде (<10 нм) и непосредственно на рентгенограмме невозможно их обнаружение. Установлено, что период решетки твердого раствора не зависит от размера выделения фаз, а зависит только от суммарного количества легирующего элемента, выделившегося из твердого раствора в виде соответствующей интерметаллидной фазы.

Проведенные автором исследования, влияния степени предварительной деформации (СПД) на эффект упрочнения, позволили установить зависимость изменения эффекта упрочнения от степени деформации и определить, что диапазон максимальной интенсивности упрочнения соответствует СПД 4-10%, при этом наблюдается не только количественное увеличение фазы (T_1), но и увеличение геометрических параметров фазы (δ'), что обеспечивает дополнительный эффект упрочнения.

Одним из важных научных результатов работы является проведение исследований структурного состояния различных зон сварных соединений крупногабаритных сварных конструкций из сплава В-1469, полученных методом СТП, позволившие установить причину разупрочнения материала сварного шва. Данный метод сварки позволяет повысить отношение прочности сварного шва к прочности основного материала до 75%, однако, наблюдаемое уменьшение количества более сильной упрочняющей фазы T_1 в материале сварного шва не компенсируется увеличением доли δ' -фазы, что приводит к эффекту разупрочнения.

Практическая значимость работы

Разработан метод количественного фазового анализа и на её основе создана и зарегистрирована программа (№2016663886) для определения количества T_1 и δ фаз в сплавах системы Al-Cu-Li-Mg, что открывает возможность сопоставления вариаций фазового состава для уже известных сплавов и тех, которые могут быть разработаны в будущем. Предлагаемый метод дает возможность по новому проанализировать соотношение между составом и служебными свойствами промышленных сплавов и на этой основе выявить количественные корреляции между этими характеристиками и найти направления оптимизации состава сплавов для обеспечения необходимого комплекса служебных свойств.

Исследование влияние холодной прокатки на свойства исследованных сплавов показали, что устранение неоднородности свойств в плитах из сплава Al-Cu-Li достигается повышением степени предварительной деформации с её однородностью получаемой путем замены процесса растяжения на 2-3% холодную прокатку с обжатием не менее 5-6%.

Неоднородность прочностных свойств в 80 мм плите сплава В1461, обусловлена различием текстуры по сечению плиты, которая формируется при его прокатке и эта текстура не меняется при последующей термической обработке, включающей закалку, правку растяжением и трехступенчатое старение. В этом случае с помощью количественных методов оценки текстуры и ориентационных факторов упрочнения оказалось возможным избежать не эффективных в данном случае попыток поиска технологии термической обработки, что могло бы привести к значительным затратам в виду сложного характера многоступенчатой термической обработки.

Достоверность результатов работы подтверждается тем, что все основные научные выводы и рекомендации получены с помощью

комплексного исследования структуры, фазового состава и механических свойств алюминий-литиевых сплавов с использованием современных высокоэффективных приборов и установок. Автору удалось подтвердить выделения интерметаллидных фаз (дельта-штрих, тэта и T_1 -фазы) не только по параметру решетки, но и непосредственно на рентгенограммах.

В качестве замечаний можно отметить:

1. В работе приводятся оригинальные данные по формированию текстуры, фазового состава и остаточных напряжений при сварке трением с перемешиванием, однако эти результаты не сопоставляются с аналогичными данными для традиционных технологий сварки с расплавлением, что снижает ценность полученных результатов для перспективной в авиации технологии СТП.

2. К сожалению, при идентификации интерметаллидных фаз в сплавах не использовали метод просвечивающей электронной микроскопии, что повысило бы достоверность полученных результатов.

3. В 4-главе предлагается заменить операцию растяжения плит прокаткой, что на наш взгляд является недостаточно обоснованным, поскольку прокатка может дать аналогичный упрочняющий эффект для последующей термообработки, однако не обеспечивает эффект правки листов, которая достигается при их растяжке.

4. В работе на основе разработанного метода количественного фазового анализа проводится сопоставление прочности сплава В-1469 с примерно одинаковым содержанием δ' и T_1 -фаз и сплава 1441 содержащего практически только δ' – фазу, однако при этом не дается количественной характеристики относительного упрочняющего эффекта этих фаз, что позволило бы прогнозировать свойства разрабатываемых Al-Cu-Li сплавов.

Сделанные замечания не снижают научную и практическую ценность рассматриваемой диссертации, которая является законченной научно-

квалификационной работой, в которой на основании проведенных автором всесторонних исследований установлены зависимости влияния деформаций, термической обработки и сварки на фазовый состав, текстуру и анизотропию механических свойств материалов авиационной техники из алюминий-литиевых сплавов 1441, 1461 и 1469 и обоснованы технологические решения, внедрение которых вносит заметный вклад в развитие экономики и обороноспособности страны.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

По научному уровню полученных результатов, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа полностью соответствует требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а её автор Гордеева Маргарита Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Отзыв рассмотрен на заседании наименование структурного подразделения, протокол № 4 от 16 ноября 2017 года. На заседании присутствовало 12 членов из 14. Результаты голосования: «за» – 12, против – нет, воздержавшихся – нет.

Начальник НИЛ, к.т.н.  Иванчук С.Б.

Начальник НИЛ, к.т.н.  Румянцев Ю.С.

РФ, Москва, 117587, Кировоградская ул. 3

Открытое Акционерное Общество «Национальный институт авиационных технологий»

Электронный адрес: info@niat.ru

Телефон: 8-495-311-06-72

28.11.2017г. 