

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.И. Колобнев, Л.Б. Хохлатова, Е.А. Лукина

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АЛЮМИНИЙ-ЛИТИЕВЫХ СПЛАВОВ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ОБРАБОТКИ

Под общей редакцией
академика РАН, профессора Е.Н. Каблова

МОСКВА
ВИАМ
2019

УДК 669.715:669.884

ББК 34.33

К61

Рецензенты: заведующий лабораторией Института металлургии и материаловедения РАН, профессор, доктор физико-математических наук *В.Ф. Шамрай*; профессор Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», доктор технических наук *В.С. Золоторевский*.

Колобнев Н.И., Хохлатова Л.Б., Лукина Е.А.

К61 Тенденции развития алюминий-литиевых сплавов и технологии их обработки / под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2019. – 367 с. : ил.

ISBN 978-5-905217-50-0

В монографии рассмотрены основные принципы создания алюминий-литиевых сплавов пониженной плотности на базе трех систем легирования: Al–Mg–Li, Al–Cu–Li, Al–Cu–Li–Mg. Особое внимание уделено свариваемым сплавам пониженной плотности, наиболее перспективным для применения в летательных аппаратах. Представлены результаты исследования как отечественных сплавов (1420, 1423, 1424, 1430, 1441, 1450, 1451, 1460, В-1461 и В-1469), так и зарубежных (2095, 2096, 2098, 2198, 2099, 2199, 2060).

Алюминиевые сплавы, легированные литием, отличаются от традиционных сплавов более высокими удельной прочностью, модулем упругости и усталостной долговечностью. Алюминий-литиевые сплавы многофазны благодаря комплексному легированию такими элементами, как Cu, Mg, Zr, Sc, Ag, Zn, и требуют особого подхода при оптимизации режимов термической обработки и технологических параметров изготовления полуфабрикатов. В связи с особенностями фазового состава необходимо применение многоступенчатой термической обработки с целью получения наилучшего количественного соотношения упрочняющих фаз и морфологии их выделения.

В монографии приведены результаты исследования структуры и свойств сплавов в зависимости от химического состава, режимов термической и термо-механической обработок, а также основные свойства новых алюминий-литиевых сплавов с высокими ресурсными характеристиками и вязкостью разрушения.

УДК 669.715:669.884

ББК 34.33

ISBN 978-5-905217-50-0

© ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

От издателя.	5
Введение	9
Глава 1. Тенденции развития алюминий-литиевых сплавов.	11
1.1. Роль ФГУП «ВИАМ» в истории развития алюминий-литиевых сплавов	11
1.2. Высокопрочные сплавы системы Al–Cu–Li	26
1.3. Сплавы средней прочности систем Al–Mg–Li и Al–Cu–Li–Mg	32
1.4. Свариваемые сплавы	47
1.5. Основные направления развития алюминий-литиевых сплавов нового поколения	55
Литература	66
Глава 2. Особенности алюминий-литиевых сплавов.	72
2.1. Металловедческие основы плакирования алюминий-литиевых сплавов	72
2.2. Физические свойства алюминий-литиевых сплавов	77
2.3. Особенности термической обработки алюминий-литиевых сплавов	78
2.4. Сверхпластичность алюминий-литиевых сплавов	117
Литература	123
Глава 3. Формирование структуры в полуфабрикатах из алюминий-литиевых сплавов	129
3.1. Особенности формирования структуры в листах из сплава 1420	129
3.2. Получение рекристаллизованной структуры в процессе горячей деформации в сплаве системы Al–Mg–Li	136
3.3. Формирование зеренной структуры и ее влияние на свойства листов из алюминий-литиевых сплавов	145
3.4. Снижение анизотропии в листах из сплава 1424	152
3.5. Текстура и зеренная структура листов из сплавов системы Al–Li–Mg	158

3.6. Влияние термомеханической обработки на структуру и свойства плит из сплава В-1461.....	162
3.7. Влияние кристаллографических ориентировок на свойства плит из алюминий-литиевых сплавов В-1461 и 1424.....	175
3.8. Оптимизация технологических схем прокатки плит из сплава В-1461 для снижения неоднородности структуры и механических свойств.....	183
Литература	189
Глава 4. Морфология выделений при распаде пересыщенного твердого раствора в алюминий-литиевых сплавах	193
4.1. Термодинамика твердого раствора в алюминий-литиевых сплавах.....	193
4.2. Особенности распада пересыщенного твердого раствора в алюминий-литиевых сплавах при старении.....	202
4.3. Фазовые превращения в процессе старения алюминий-литиевых сплавов.....	229
4.4. Длительные низкотемпературные нагревы.....	255
Литература	265
Глава 5. Промышленные алюминий-литиевые сплавы	271
5.1. Свойства промышленных алюминий-литиевых сплавов.....	271
5.2. Свариваемость промышленных алюминий-литиевых сплавов.....	331
Литература	359