

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации **Мочуговского Андрея Геннадьевича** на тему «Особенности распада твердого раствора и сверхпластичность магналиев, легированных цирконием, марганцем и эрбием», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 29 октября 2019 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 24.06.2019, протокол № 10.

Диссертация выполнена на кафедре металловедения цветных металлов НИТУ «МИСиС».

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры металловедения цветных металлов НИТУ «МИСиС» Михайловская Анастасия Владимировна.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 10 от 24.06.2019) в составе:

1. Белов Николай Александрович, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС» – председатель комиссии;
2. Кудря Александр Викторович, д.т.н., профессор, профессор кафедры металловедения и физики прочности НИТУ «МИСиС»;
3. Капуткина Людмила Михайловна, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС»;
4. Рохлин Лазарь Леонович, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории металловедения цветных и легких металлов (№18) федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук;
5. Захаров Валерий Владимирович, д.т.н., старший научный сотрудник, начальник лаборатории металловедения и технологии алюминиевых сплавов ОАО «Всероссийский институт легких сплавов».

В качестве ведущей организации утверждено АО «Композит».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Показана возможность образования $L1_2$ -фаз по прерывистому и непрерывному механизмам распада в сплавах Al-Mg-Zr, Al-Mg-Zr-Sc, Al-Mg-Zr-Er, содержащих 0,2-0,25масс.%Zr.
- Установлено, что двухступенчатый отжиг слитков сплава Al-3%Mg-0,25%Zr обеспечивает формирование высокой плотности $L1_2$ дисперсоидов, что повышает стабильность структуры листов, увеличивает их прочностные характеристики и обеспечивает сверхпластичное состояние, а введение в сплав 0,25%Er приводит к дополнительному увеличению предела текучести и относительного удлинения при сверхпластической деформации.
- Установлено, что в магналиях, содержащих 1,0-1,2%Mn низкотемпературный отжиг обеспечивает формирование выделений квазикристаллической фазы с размерами 17-70 нм, повышающих температуру начала рекристаллизации и прочностные характеристики сплавов.
- Показана эффективность использования сплавов Al-3Mg-0,25Zr и Al-3Mg-0,25Er-0,25Zr как материалов плакировки для получения сверхпластичных при повышенных

скоростях деформации листов высокопрочного сплава Al-4Zn-4Mg-3Ni-0,8Cu-0,25Zr с повышенной коррозионной стойкостью.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Установлено, что в сплавах на основе Al-3Mg с содержанием 0,25 %Zr, в том числе дополнительно легированных Sc или Er, возможны непрерывный и прерывистый распад пересыщенного твердого раствора с выделением фазы Al₃Zr с L1₂ структурой.
- Показано, что благодаря высокой плотности L1₂ дисперсоидов двухступенчатый отжиг слитков сплава Al-Mg-Zr и сплавов дополнительно легированных Mn или Er позволяет обеспечить сверхпластичное состояние и достичь более высоких по сравнению с одноступенчатыми режимами прочностных характеристик листов.
- Установлено, что низкотемпературный отжиг сплавов Al-3Mg легированных 1,0-1,2 % марганца приводит к формированию выделений квазикристаллической фазы размером 17-70 нм, обеспечивающих повышенную прочность и стабильность структуры листов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Предложенные двухступенчатые режимы термообработки обеспечивают уровень механических свойств и показатели сверхпластичности, недостижимые традиционными режимами обработки в сплавах на основе системы Al-3Mg, легированных Zr и совместно Zr с Er или Mn.
- Показано, что полученные по разработанным режимам листовые полуфабрикаты сплава Al-Mg-Zr-Er обладают высокоскоростной сверхпластичностью и повышенными механическими свойствами.
- Разработана и защищена патентом РФ технология получения сверхпластичного листа сплава системы Al-Zn-Mg-Ni-Cu плакированного сплавами Al-Mg-ПМ/РЗМ. Полученные листы обладают коррозионной стойкостью, высоким уровнем механических свойств, и могут быть использованы для сверхпластической формовки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для экспериментальных работ использовано современное оборудование, использованы современные методики сбора и обработки информации и статистический анализ.

Полученные результаты характеризуются внутренним согласием, не противоречат современным представлениям металловедения и результатам ранее опубликованных работ по тематике.

Личный вклад соискателя состоит в:

активном участии в постановке всех экспериментов, изготовлении и подготовке образцов для исследования, разработке основных методик экспериментов, проведении всех основных экспериментов, исследовании микроструктуры, анализе полученных результатов, активном участии в обсуждении полученных результатов, формировании основных выводов, подготовке и написании научных публикаций.

Соискатель представил 8 опубликованных работ по теме диссертации, в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, из них 7 в индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science/Scopus.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения степени кандидата наук в НИТУ «МИСиС» соискателем учёной степени не нарушен.

Диссертация Мочуговского Андрея Геннадьевича соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней на основании выполненных автором исследований предложены новые составы и технологии термомеханической обработки алюминиевых сплавов, обладающих сверхпластичностью и повышенной по сравнению с аналогами прочностью, показана эффективность их использования в качестве защищающего от коррозии плакирующего материала для высокопрочного алюминиевого сплава с сохранением высокоскоростной сверхпластичности.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Мочуговскому Андрею Геннадьевичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против нет, недействительных бюллетеней нет

Председатель Экспертной комиссии


Н.А. Белов

29.10.19