

УТВЕРЖДАЮ

Директор по развитию бизнеса и новых технологий



АО «Арконик СМЗ»

кандидат технических наук

А.М. Дриц

«15» 04 2019

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Кищика Михаила Сергеевича

Тема: «Формирование микроструктуры в алюминиевом сплаве 1565ч путем термической и термомеханической обработки»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Актуальность работы

На сегодняшний день сплавы типа магналий широко используются в машиностроении благодаря своему уникальному комплексу свойств. Одним из основных параметров, влияющих на свойства конечных изделий, является микроструктура материала, формирующаяся в процессе термического и термомеханического воздействия.

Повышение прочностных характеристик является актуальной технической задачей. Также стоит отметить необходимость снижения количества сварных соединений в конечных изделиях в виду того, что зачастую шов уступает своими характеристиками основному материалу.

Сверхпластическая формовка (СПФ) является одним из эффективных способов изготовления тонкостенных деталей при мало – и среднесерийном производстве. Благодаря использованию метода СПФ можно значительно снизить массу конструкций, получить цельные полые изделия с глубоким и сложным рельефом за одну технологическую операцию. СПФ позволяет уменьшить количество стыков и швов в изделиях, что повышает их качество и уменьшает вес. СПФ обладает рядом технологических преимуществ по сравнению с традиционными процессами листовой штамповки такими, как сокращение затрат на инструмент (до 10 раз), короткие сроки изготовления оснастки и увеличение коэффициента использования металла.

Для реализации сверхпластической формовки необходимы листы, имеющие микрозернистую структуру с размером зерна менее 10 мкм, и чем меньше этот параметр, тем выше показатели сверхпластичности. Методы формирования мелкозернистой структуры в сверхпластичных алюминиевых сплавах разнообразны. Один из путей формирования стабильного ультрамелкого зерна – оптимизация гетерогенности микроструктуры, т.е. фазового состава и параметров частиц вторых фаз, состава твердого раствора, влияющих на процессы структурообразования в комплексе с использованием методов интенсивной пластической деформации.

Также эффективным способом получения мелкозернистой структуры является интенсивная пластическая деформация (ИПД). Основными преимуществами ИПД является получение ультрамелкозернистой структуры с преимущественно высокоугловыми границами, однородность во всём объёме материала и, как следствие, отсутствие анизотропии свойств и сохранение исходной геометрии, несмотря на высокую деформацию.

Всесторонняя изотермическая ковка (ВИК) позволяет получать ультрамелкозернистую структуру в массивных образцах. Основной идеей данной обработки является многократное повторение операцииковки с постоянной сменной осидеформации что, позволяет возвращаться к исходным размерам в конце цикла.

Таким образом, задача разработки режимов получения микрозёрненной структуры в промышленных сплавах типа магналий, обеспечивающих увеличение эффективности сверхпластической формовки и повышение механических свойств является актуальной и требует решения.

Научная новизна

1. Установлено, что в сплаве на основе системы Al–Mg (1565ч) выделение частиц β – фазы (Al_3Mg_2) в процессе гетерогенизационного отжига в комплексе с холодной деформацией позволяет получить более равноосную и мелкозернистую структуру по сравнению с промышленной технологией, за счет повышения вблизи частиц β – фазы числа мест зарождения новых зерен при рекристаллизации. Формирование мелкозернистой структуры позволяет повысить механические свойства при комнатной температуре и улучшить показатели сверхпластичности, что подтверждает применимость гетерогенизационного отжига для сплавов данного типа.

2. Показано, что в процессе всесторонней изотермической осадки сплава 1565ч при температуре 350–400 °С и выше происходит формирование областей ультрамелкозернистой структуры с размером зерна 1–2 мкм посредством

динамической/постдинамической рекристаллизации и областей крупных слабодеформированных зерен размерами 50–100 мкм, при этом увеличение накопленной степени деформации приводит к уменьшению крупнозернистого объема, а применение гетерогенизационного отжига в промежуточных этапах всесторонней осадки, обеспечивающего выделение β -фазы в теле деформированных зерен, практически устраняет бимодальность структуры в центральном сечении образца и обеспечивает уменьшение размера зерен.

3. Показано, что всесторонняя изотермическая осадка обеспечивает увеличение равноосности и уменьшение среднего размера частиц фаз кристаллизационного происхождения и вторичных дисперсоидов в сплаве 1565ч.

Теоретическая и практическая значимость

1. Показано, что применение гетерогенизационного отжига к листовым заготовкам в промышленных условиях позволяет сформировать микрозеренную структуру и убрать ее анизотропию, за счёт чего повышается относительное удлинение при комнатной температуре на 2–5% в направлении, перпендикулярном направлению прокатки, и обеспечивается сверхпластичное состояние при подсолидусных температурах с удлинениями до 400% и коэффициентом скоростной чувствительности 0,5–0,7.

2. Показано, что всесторонняя изотермическая осадка является эффективным способом получения ультрамелкозернистой структуры в массивных заготовках из слитка сплава системы Al–Mg 1565ч и может рассматриваться как альтернатива такой технологической операции, как горячая прокатка, так как позволяет получить более высокие механические свойства, в том числе достичь уровня предела текучести характерного для высокопрочных алюминиевых сплавов, и обеспечить способность к сверхпластической деформации при повышенных скоростях.

3. Разработана и защищена Ноу–Хау №52–013–2014 ОИС от «12» декабря 2014 г технология получения листов сплава 1565ч для последующей сверхпластической формовки, обеспечивающая ультрамелкозернистую структуру после предложенной термомодеформационной обработки, необходимую для сверхпластической формовки конечных изделий из листов повышенной толщины (3–5 мм).

4. Разработана и защищена Ноу–Хау №32–013–2015 ОИС от «06» октября 2015 г. технология получения равноосной микрозеренной структуры в листах сплава системы Al–Mg, обеспечивающая повышение механических свойств за счёт образования более равноосной микрозеренной структуры.

5. Разработана и защищена Ноу-Хау №39–013–2016 ОИС от «15» ноября 2016 г.: Технология получения равноосной микрозеренной структуры в сплаве системы Al–Mg с сохранением исходной геометрии полуфабрикатов, позволяющая получить микроструктуру со средним размером зерна менее 2 мкм и коэффициентом формы 0,9.

Достоверность полученных результатов обеспечена решением поставленных задач с использованием комплекса современных, взаимодополняющих методов и оборудования, проведением экспериментов с необходимой выборкой и статической обработкой данных.

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы из 165 наименований, изложена на 118 страницах, содержит 63 рисунка и 12 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, определены цель и задачи исследования, описаны научная и практическая значимость, личный вклад автора.

В первой главе рассмотрена система Al–Mg, сплавы этой системы, влияние примесей и тд. Описано явление сверхпластичности в алюминиевых сплавах и основные требования для получения высоких показателей этого феномена. Подробно проанализированы основные методы получения ультрамелкозернистой структуры, включающие в себя торможение роста зерна, создание мест предпочтительного зарождения центров рекристаллизации, холодную деформацию с последующей статической рекристаллизацией и интенсивную пластическую деформацию. Рассмотрены основные методы интенсивной пластической деформации. Сделаны выводы по обзору литературы.

Во второй главе описан исследуемый материал, его химический состав, методы их получения и обработки, основные методики анализа и использованное оборудование. Представлена разработанная схема всесторонней изотермической осадки (ВИО).

В третьей главе рассмотрено влияние гетерогенизационного отжига в интервале температур 130–280 °С и времени выдержки 6–24 ч, включенного в технологию получения листа между горячей и холодной прокаткой на 50–80%, его влияние на микроструктуру, механические свойства и показатели сверхпластичности.

В четвертой главе рассмотрена эволюция микроструктуры сплава 1565ч в процессе всесторонней изотермической осадки в интервале температур 200–500 °С. В разделе 1 описаны результаты по схеме всесторонней изотермической осадки, при которой за одну осадочную операцию накапливается 0,5 логарифмической деформации и 1,5 за один

полный цикл с возвращением к исходным размерам образца. В разделе 2 описаны результаты по схеме всесторонней изотермической осадки, при которой за одну операцию осадки накапливается 0.7 логарифмической деформации и 2.1 за один полный цикл. Приведены выводы по всем представленным этапам.

В процессе обсуждения по диссертационной работе возникли следующие вопросы и замечания:

1. Из литературного обзора не ясно, почему автором для проведения исследований выбран именно сплав 1565ч
2. Нет испытаний листов в трех направлениях (продольном, поперечном и под углом в 45 градусов), что не дает возможность оценить анизотропию свойств.
3. Не понятно, что является критерием сохранения технологической пластичности при выборе четырех режимов приведенных на рис. 21.
4. Для оценки целесообразности использования СПФ штамповки для получения деталей необходимо оценить их свойства после проведения штамповки в условиях сверхпластичности.
5. Следует объяснить, с чем связано заметное различие в характере кривых текучести на рис 38 б и 38 в.

Эти замечания не ставят под сомнение основные выводы диссертации.

В целом можно заключить, что научное исследование, проведенное Кишиком Михаилом Сергеевичем, заслуживает высокой оценки. Результаты работы имеют значительную научную и практическую ценность. Автореферат полностью отражает содержание представленной диссертации. Основные результаты опубликованы в печати.

Диссертация Кишика Михаила Сергеевича представляет законченную научную работу. По актуальности, научной новизне, практической значимости и достоверности сформулированных выводов диссертация соответствует специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», а ее автор Кишик Михаил Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация рассмотрена и обсуждена. Отзыв принят на заседании рабочей группы по развитию новых технологий АО «Аркони́к СМЗ».

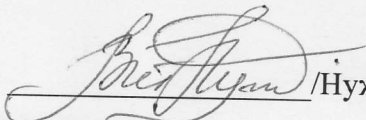
Результаты голосования: за - 6 чел., против - нет, воздержались – нет.

Протокол №1 от «15» апреля 2019 года.

Отзыв составил:

Должность: менеджер по новым технологиям АО «Аркони́к СМЗ», к.т.н.

Подпись/ФИО:



/Нуждин В.Н./

Тел.: +7 495 777 04 04

Адрес эл. почты: mtrinfo@arconic.com

Данные о ведущей организации:

Полное наименование: Акционерное общество «Аркони́к СМЗ»

Адрес: 443051, РФ, г. Самара, ул. Алма-Атинская, д. 29, стр. 33/34

Тел.: +7 495 777 04 04

Адрес эл. почты: mtrinfo@arconic.com