

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Кищик Анны Алексеевны
«Разработка сплавов на основе системы Al-Mg с высокоскоростной
сверхпластичностью», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности

05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Метод сверхпластической формовки (СПФ) используемый для получения из листовых заготовок цельных изделий сложной формы имеет ряд преимуществ, в том числе обусловленных возможностью использовать матрицы из дешевых материалов (например, чугуна), сократить число соединений в конструкциях, уменьшить остаточные напряжения, и, при грамотных конструкторских решениях, снизить массу конечных изделий. Для проявления эффекта сверхпластичности необходима мелкозернистая структура с размером зерна менее 10 мкм, при этом, чем меньше зерно, тем выше скорости формовки, а значит и выше производительность СПФ. В промышленных сплавах для СПФ размер зерна, как правило, составляет 7-10 мкм. В результате, равномерная деформация до 300-400%, необходимая для получения большинства деталей, достигается при скоростях деформации не выше 10^{-3} с^{-1} , что обуславливает низкую производительность метода. Увеличение скорости формовки на порядок позволит значимо повысить производительность СПФ и экономическую целесообразность ее применения. Сплавы на основе системы Al-Mg являются одними из наиболее востребованных для сверхпластической формовки. В этой связи, поставленная в диссертационной работе цель - разработать новые сплавы на основе системы Al-Mg для высокоскоростной сверхпластической формовки, безусловно, является актуальной.

Автором исследовано большое количество сплавов от представителей классических магналиев системы Al-Mg-Mn с различным содержанием магния до сплавов с новым химическим составом, полученных путем легирования магналиев добавками переходных металлов с целью оптимизации гетерогенности их микроструктуры. Несомненным плюсом представленной работы является детальное исследование эволюции микроструктуры сплавов и их фазового состава в процессе технологического передела и сверхпластического течения. Значительное внимание уделено особенностям распада пересыщенного Mn, Zr, Sc твердого раствора и анализу параметров формирующихся дисперсоидов. В сплавах предложенных составов в присутствии 6-8% микронных частиц в зависимости от сочетания дисперсоидообразующих элементов показана возможность формирования перед началом высокотемпературной деформации

двух типов микроструктуры: рекристаллизованной с размером зерна 3-5 мкм в сплавах с марганцем и практически нерекристаллизованной - в сплавах с повышенным содержанием циркония или скандия. Показано, что благодаря оптимальной гетерогенности микроструктуры, сплавы, подвергнутые традиционной термомеханической обработке, применяемой в промышленности, способны к сверхпластичности при повышенных скоростях деформации вплоть до 10^{-1} с^{-1} . Проведена экспериментальная высокоскоростная сверхпластическая формовка модельных деталей из листов экспериментального сплава, лучшая формуемость которого по сравнению со стандартным AA5083sp подтверждена тестированием в промышленных условиях. Подтверждена возможность получения методом всесторонней изотермическойковки (ВИК) полуфабрикатов с (ультра)мелким зерном, обеспечивающим высокоскоростную сверхпластичность. Показано, что увеличение объёмной доли крупных частиц вторых фаз значительно повышает однородность микроструктуры, формирующейся в результате ВИК, благодаря эффекту стимулирования зарождения новых зерен.

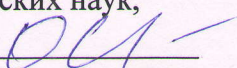
Научная новизна и практическая значимость результатов их достоверность и обоснованность не вызывают сомнений. Результаты диссертационной работы обсуждены на конференциях всероссийского и международного уровней и в достаточной степени опубликованы (в виде 8 публикаций в рекомендованных ВАК изданиях и одном международном патенте).

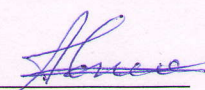
По автореферату диссертационной работы можно сделать следующие замечания:

1) На стр. 7 автореферата автор отмечает, что «структура сплавов с добавками Mn и Sr после литья аналогична двойным сплавам, частиц фаз, содержащих ПМ не наблюдали». Речь здесь идет о сплавах, подвергнутых гомогенизации? Из текста также непонятно, когда выделялись дисперсоиды, и что с ними происходило на каждом этапе обработки (гомогенизация, гетерогенизация, деформация, рекристаллизационный отжиг). Какие механизмы приводили к формированию конгломератов дисперсоидов при увеличении содержания магния в исследуемых сплавах?

2) Автор использует ВИК только как конечную операцию подготовки структуры сплавов, при этом, из литературы следует, что показатели сверхпластичности сплавов могут быть существенно улучшены при использовании ВИК как промежуточной операции в получении листовых заготовок сплавов. Целесообразно рассмотреть возможность применения комплексной термомеханической обработки для улучшения свойств разработанных сплавов. В автореферате также не указаны размеры образцов для ВИК и не совсем понятно, как восстанавливалась их исходная форма при ковке, если, как написано на стр. 6 автореферата, «деформация шла по двум из трех осей»?

Представленные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки работы Кищик А.А., полученные диссертантом результаты соответствуют поставленной цели и задачам исследования, диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой выполненной на высоком научном уровне, а ее автор Кищик Анна Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Старший научный сотрудник ИПСМР РАН
кандидат физико-математических наук,
Ситдилов Олег Шамилович 
Адрес электронной почты: sitdikov.oleg@imsp.ru

Старший научный сотрудник ИПСМР РАН
кандидат технических наук,
Автократова Елена Викторовна 
Адрес электронной почты: avtokratova@imsp.ru

Адрес: 450001, Респ. Башкортостан, г. Уфа, ул. Ст. Халтурина, 39
Телефон: +73472823856

Подпись Ситдикова О.Ш. и Автократовой Е.В. заверяю
31 мая 2021 г.

начальник отдела кадров
Соседкина Т.П.

