

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Авдюхиной Анастасии Алексеевны «Исследование параметров технологии производства, структуры, механических свойств прессованных полуфабрикатов из гранулированных магниевых сплавов МА2-1 и МА14», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Представленная к защите диссертационная работа А.А.Авдюхиной включает в себя результаты исследований, связанных с производством магниевых сплавов методами гранульной металлургии. Магниевые сплавы отличаются низкой плотностью и в связи с этим используются в промышленности как легкие конструкционные материалы, применение которых позволяет снизить собственный вес изделий. Наиболее важными областями применения этих материалов являются авиационная техника, аппараты, предназначенные для использования в космосе, и другие летательные аппараты. В последние годы, к магниевым сплавам как конструкционным материалам проявляется значительный интерес также со стороны автомобильной промышленности, где их использование, благодаря снижению собственного веса автомобилей, позволяет улучшить их динамические характеристики и уменьшить расход топлива. Использование гранульной металлургии рассматривается как один из перспективных путей повышения прочностных свойств магниевых сплавов, которые найдут важное практическое применение, и поэтому представленные в диссертации А.А.Авдюхиной исследования являются весьма актуальными.

В проведенных А.А.Авдюхиной исследованиях получено ряд новых научных результатов. Среди них следует отметить следующие.

1. Выявлены особенности строения гранул сплавов МА2-1 и МА14, полученных путем использования двух разных охлаждающих сред при распыления магниевых расплавов: жидкого азота и газообразного гелия, и прослежено, как эти особенности гранул проявляются в структуре и механических свойствах получаемых из них деформированных полуфабрикатов. Показано, что несмотря на определенные различия в размерах гранул, полученных в различных охлаждающих средах, и дисперсности их структур, механические свойства деформированных полуфабрикатов оказываются близкими. Это говорит о важности для свойств деформированных полуфабрикатов других факторов, в частности состава поверхности гранул.
2. Используя масс-спектроскопический анализ, установлены особенности состава пленок на поверхности гранул и обезгаживания гранул при их вакуумировании. Показано, что при вакуумировании гранул удаляется водород и определены температуры, при которых удаление водорода из гранул происходит наиболее интенсивно. Указаны химические реакции на поверхности гранул, по которым на их поверхности возникает газообразный водород, удаляющийся при вакуумировании.
3. Установлены кристаллографические текстуры, возникающие в деформированных полуфабрикатах (прутках) сплавов МА2-1 и МА14, приготовленных из гранул. Показано, что по интенсивности они существенно отличаются, по сравнению с текстурами аналогичных деформированных полуфабрикатов, полученных путем

горячей деформации слитков. (В случае гранулированных прутков интенсивности текстур меньше). Прослежена связь между образующимися в деформированных полуфабрикатах текстурах кристаллитов магниевого твердого раствора и анизотропией механических свойств полуфабрикатов. Предложена методология оценки вклада текстуры в анизотропию механических свойств прессованных полуфабрикатов.

Выполненная А.А.Авдюхиной работа имеет четкую практическую направленность. В ней правильно выбраны и опробованы с положительными результатами различные промышленные технологии производства деформированных (горячепрессованных) полуфабрикатов из гранул магниевых сплавов МА2-1 и МА14 и проведена их оценка, в частности сравнение способов с капсулированием гранул перед прессованием и непосредственной засыпкой их в контейнер для прессования. Следует также отметить ранее не использовавшийся и имеющий ряд преимуществ способ получения гранул с охлаждением капель магниевой расплава в инертном газе – гелии. В ходе исследований были получены и исследованы различного вида полуфабрикаты из гранул: полосы, прутки и трубы в том виде, в каком они могут быть использованы как конструкционные материалы в изделиях. Эти работы проводились в промышленных условиях и на промышленном оборудовании. Исследование полученных материалов подтвердило ожидаемые на них высокие прочностные свойства так, что практическая значимость проведенных исследований достаточно высокая.

Достоверность полученных А.А.Авдюхиной результатов не вызывает сомнения. Они получены при использовании известного и хорошо описанного технологического оборудования, современных надежных приборов для анализа состава, структуры и свойств получаемых материалов, согласованности в использованных технологиях, составе, структуре и свойствах этих материалов.

По диссертации можно сделать следующие замечания.

1. В диссертации достаточно большое внимание уделено исследованиям присутствия в водорода в гранулах и возможности его удаления с использованием масс-спектрометра. Проведение этих исследований следовало бы описать более подробно. Во-первых, следует указать, каким образом и когда водород мог попасть в гранулы. Из приведенных на Рис.2.1-2.2 схем установок получения гранул следует, что процесс грануляции происходит в инертной атмосфере без водорода. Значит, этот элемент оказывается на поверхности гранул где-то в другом месте. Где именно? Можно и нужно ли избегать этого загрязнения гранул водородом. Во-вторых, указанные на Рис. 3.11-3.13 результаты масс-спектроскопического анализа показывают испарение с поверхности гранул не только водорода H_2 , но и других атомов и молекул. Следует указать, какие могут быть эти вещества. В третьих, было бы лучше для определения температур наиболее интенсивного испарения водорода из гранул проследить этот процесс в режимах непрерывного, а не ступенчатого их нагрева, как это сделано в работе диссертанта.
2. В работах диссертанта подтверждено, что в результате кристаллизация с высокой скоростью гранулы сплавов МА2-1 и МА14 характеризуются очень дисперсной структурой с малыми размерами дендритных ячеек и мелкими кристаллами

эвтектических фаз. Присутствие эвтектических фаз свидетельствует о неравновесных условиях кристаллизации. Диссертант также считает, что «эти структурные изменения наследуются деформированными полуфабрикатами, что приводит к существенному повышению их механических свойств». Однако, при этом не учитывается то, что при производстве деформированных полуфабрикатов из гранул их структура существенно изменяется. В результате нагрева гранул при компактировании и затем горячего прессования кристаллы неравновесных эвтектических фаз могут растворяться в магниевом твердом растворе. При этом происходит горячая деформация, сопровождающаяся полигонизацией и рекристаллизацией магниевом твердого раствора гранул. Не учитывается также возможность попадания в деформированные полуфабрикаты частиц поверхностных пленок гранул.

3. Стр.140. Для объяснения более высокого предела текучести полуфабриката сплава МА14, полученного из гранул, по сравнению с пределом текучести полуфабриката этого сплава, сделанного из слитка, предполагается, что «при быстром охлаждении гранул образуется более пересыщенный твердый раствор, что способствует выделению дисперсных интерметаллидов при последующей их деформации» и как результат, к дополнительному упрочнению. С этим объяснением нельзя согласиться, так как в сплавах с эвтектическим превращением, к которым относится система Mg-Zn, являющаяся основой для сплава МА14, при ускоренной кристаллизации в неравновесных условиях, наоборот, твердый раствор становится обедненным легирующим элементом.
4. В диссертации имеются опечатки, которые следует устранить. Так на изотермическом разрезе диаграммы состояния Mg-Zn-Zr указана область существования двойного соединения Mg_2Zr , в то время как в двойной системе Mg-Zr никакие двойные соединения не образуются. На стр.94, 95 делается ссылка на Рис.3.14, а Рис.3.14 в диссертации отсутствует.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по производству деформированных полуфабрикатов из гранул магниевых сплавов МА2-1 и МА14 с более высокими прочностными свойствами, чем у полуфабрикатов таких же сплавов, полученных по обычной технологии с использованием слитков. Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 9 международных и российских семинарах и конференциях, опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 3 статьи в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области производства деформируемых магниевых сплавов.

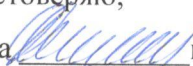
Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

По научному уровню полученных результатов, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п.9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства

РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор Авдюхина Анастасия Алексеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Рохлин Лазарь Леонович
Главный научный сотрудник
Лаборатория металлостроения цветных и легких металлов,
ФГБУН Институт металлургии и материаловедения
им. А.А.Байкова Российской академии наук
Доктор технических наук, профессор



Подпись Рохлина Л.Л. удостоверяю,
Ученый Секретарь Института  к.т.н. Фомина О.Н.

Печать организации:

Адрес организации: 119334 Москва, Ленинский проспект, 49
ФГБУН Институт металлургии и материаловедения
им. А.А.Байкова Российской академии наук
Электронный адрес: imet@imet.ac.ru
Телефон: 8 499 135 20 60