

ОБЩЕСТВО  
С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
125130 Москва  
ул.Клары Цеткин  
д.33 стр.14  
Тел. (495)-450-36-42  
e-mail: [avangardlit@mail.ru](mailto:avangardlit@mail.ru)



ИНН/КПП 7743770122 / 774301001  
ОГРН 1107746098393 ОКВЭД 24.53  
Расч. сч. 40702810538110013566  
Корр.сч. 30101810400000000225  
Сбербанк России ПАО  
БИК 044525225

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВСЕ ВИДЫ ЛИТЬЯ ОСНАСТКА ТЕХНОЛОГИИ

Исх. № **153** от 07 апреля 2025 г.

На Ваш № от 2025 г.

Учёному секретарю  
диссертационного Совета 31.1.002.01  
к.т.н. Горбовцу М.А.

105005, г. Москва, ул. Радио, д.17

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Акининой Марии Владимировны  
**«Разработка и исследование деформируемого магниевых сплава системы  
Mg-Zn-Zr-P3Э(Y,Nd,La) с повышенным уровнем прочностных и  
жаропрочных характеристик»,**

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по  
специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и  
сплавов»

В связи с высокими требованиями к изделиям авиационной, космической, военной и других отраслей промышленности, нужны современные решения, в частности, использование современных материалов позволяющих существенно повысить практически весь комплекс свойств сплавов (снижение массы изделий, повышенная жёсткость, стабильность механических свойств, устойчивость к вибрации и др.).

К таким материалам безусловно относятся деформируемые магниевые сплавы, наиболее перспективными из которых являются сплавы, легированные РЗЭ. Это подтверждает несомненную актуальность диссертационной работы.

**В первой главе** автором отражены все основные вопросы, касающиеся теории и практики создания высокопрочных магниевых деформируемых сплавов.

Проанализированы все основные двойные и многокомпонентные диаграммы состояния, показано влияние различных легирующих элементов на структуру и свойства сплавов. На основе тщательного анализа литературы чётко сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

**Во второй главе** представлены объекты, методика и методы экспериментальных исследований. Следует отметить широкий спектр современных методов анализа практически всех свойств изучаемого материала (физические, технологические, эксплуатационные и др.).

**В третьей главе** автор представил подробные результаты разработки состава сплава при легировании неодимом, иттрием и лантаном. Проанализировано влияние каждого элемента сплава, включая влияние основных элементов – цинка и циркония на комплекс свойств, что позволило разработать и

запатентовать новый сплав ВМД16.

**В четвёртой и пятой главах** диссертационной работы поэтапно подробно рассмотрено влияние технологии получения деформированных полуфабрикатов от технологии плавки и литья, режимов термической обработки до технологии обработки давлением.

Обоснована необходимость полного отказа от использования при плавке любых солевых флюсов, приводящее к неконтролируемому угару дорогостоящих РЗЭ и существенно ухудшающее коррозионные свойства.

Проведён анализ и определена наиболее подходящая композиция газовой защитной среды (ГЗС) – аргон-элегаз. Выбранная ГЗС позволила обеспечить существенное снижение вредных примесей (до 5 раз) в сплаве.

Изученная автором тонкая структура позволила констатировать наличие LPSO-фаз и цирконидов цинка, повышающих уровень прочностных свойств.

С использованием выбранной ГЗС в промышленных условиях были изготовлены крупногабаритные слитки сплава ВМД16 высокого качества с равномерными свойствами по длине и по сечению слитка. Для обеспечения гарантированного получения высокого уровня свойств прессованных полуфабрикатов были разработаны режимы двухступенчатой термообработки, во время проведения которой наблюдается положительное изменение состава LPSO-фаз, выражающееся в выравнивании содержания цинка и иттрия, что позволяет улучшить способность сплава к пластической деформации.

При изучении влияния технологии изготовления прессованных полуфабрикатов на структуру и свойства сплава ВМД16, автором определены режимы прессования, позволившие получить бездефектные прутки диаметрами от 45 до 161 мм и полосы сечением от 16x65 до 40x310 мм. Предложены температурные интервалы деформации, обеспечивающие оптимальное сочетание механических свойств  $\sigma_B=320-335$  МПа,  $\sigma_{0,2}=250-265$  МПа,  $\sigma_5=12,0-14,5\%$  и определена нецелесообразность проведения рекристаллизационного отжига.

Изученные в главе 6 диссертационной работы свойства при высоких температурах убедительно показывают преимущества разработанного сплава ВМД16 по сравнению серийными сплавами – повышение прочностных характеристик в 1,5 – 2 раза при высокой стабильности этих свойств.

Результатом представленной диссертантом работы явилась паспортизация сплава ВМД16, общая квалификация которого приведена в главе 7.

**Научная новизна** представленной диссертационной работы может быть выражена следующими положениями:

- теоретически обоснован и экспериментально подтверждён синергетический эффект совместного легирования магния РЗЭ иттриевой и цериевой подгрупп с формированием впервые обнаруженных новых интерметаллидных фаз, обеспечивающих повышенный уровень прочностных свойств сплава,
- впервые установлено, что применение ГЗС для защиты расплава существенно (до 5 раз) снижает содержание вредных примесей и приводит к возникновению в сплаве высокодисперсных цирконидов цинка, повышающих на 10-15% уровень прочностных свойств,

- доказан факт самозарождения в литом состоянии LPSO-фаз, сохраняющихся при термической обработке и в деформированном состоянии,

дополнительно повышающих уровень прочностных свойств.

Несомненным достоинством представленной диссертационной работы является **системный подход** автора в решении заявленных задач, позволяющий без дополнительных изысканий использовать разработанные в, методики и технологические процессы для перспективных изделий из магниевых деформируемых сплавов, востребованных в народном хозяйстве.

В рассматриваемой работе научные результаты, выводы, установленные закономерности базируются на результатах многочисленных экспериментов. Наиболее значимые результаты получены при использовании современных методов исследования, современных технических средств и программного обеспечения.

В качестве нескольких замечаний и пожеланий, которые, несомненно, не снижают ценности диссертационной работы следует отметить:

1. Научная новизна изложена по отношению к названию и цели работы недостаточно подробно. В п.1 научной новизны следовало бы особенно выделить, что синергетический эффект от совместного легирования РЗЭ разных групп был практически подтверждён автором впервые.

2. В главе 4, в разделе, посвящённом выбору композиции ГЗС, следовало бы указать её количественный состав. Также не ясно, почему предпочтение было отдано ГЗС аргон-элегаз, а не композиции гелий-элегаз.

Указанные замечания не снижают общего высокого уровня диссертационной работы. Автореферат отражает содержание диссертации, а обоснованность и достоверность результатов не вызывают сомнений.

**Считаю, что из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что представленная диссертационная работа Акининой Марии Владимировны соответствует специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка» (технические науки), актуальна, представляет собой законченное исследование, содержащее научную и практическую новизну и имеющее практическую значимость.**

Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в п.9 Положения о присуждении учёных степеней, а её автор Акинина Мария Владимировна, заслуживает присвоения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. - «Металловедение и термическая обработка» (технические науки).

Сведения о лице, представившем отзыв:

Бобрышев Борис Леонидович, Генеральный директор, кандидат технических наук, доцент

Почтовый адрес 125130, г. Москва, ул. Клары Цеткин, д.33, стр. 14

тел.: +7 (495) 450-36-42, +7 (926) 711-70-04 e-mail avangardlit@mail.ru

Общество с ограниченной ответственностью «АВАНГАРД-ЛИТ»,  
генеральный директор

«07» апреля 2025 г

Подпись Бобрышева Б.Л. удостоверяю



Б.Л. Бобрышев

Начальник отдела  
(управления кадрами  
и трудовыми отношениями)

Корнеева А.В.