

Отзыв

научного консультанта на диссертационную работу Колтыгина Андрея Вадимовича по теме «Развитие основ совершенствования существующих и разработки новых сплавов на основе магния и инновационных технологий получения из них отливок ответственного назначения литьём в песчаные формы», представленную к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.3 - «Литейное производство»

Колтыгин А.В. окончил Московский ордена Октябрьской революции и ордена Трудового Красного Знамени институт стали и сплавов (ныне – НИТУ МИСИС) с присвоением квалификации «Инженер-металлург» по специальности «Литейное производство черных и цветных металлов» в 1992 г. В 1993 г. поступил в очную аспирантуру на кафедру ТЛП (ныне – ЛТиХОМ) НИТУ МИСИС. В 1996 г. Колтыгин А.В. окончил аспирантуру, успешно защитив кандидатскую диссертацию по специальности 05.16.04 – «Литейное производство». В настоящее время он работает по основному месту работы в должности доцента кафедры литейных технологий и художественной обработки материалов (ЛТиХОМ) НИТУ МИСИС на 0,75 ставки.

В своей работе Колтыгин А.В. всегда творчески подходит к решению любой задачи, детально планирует и проводит научные эксперименты, анализирует и обобщает полученные результаты, делает обоснованные выводы, достигая поставленных целей. Является высококвалифицированным преподавателем, выполняющим все виды учебной работы на высоком научном и методическом уровне. Колтыгина А.В. отличает широкий диапазон научных интересов – литье и кристаллизация легких сплавов, моделирование литейных процессов, современные способы производства отливок, цифровые технологии в литейном производстве, материаловедение.

Колтыгин А.В. активно участвует в научно-исследовательской работе кафедры ЛТиХОМ и Инжинирингового центра «Литейные технологии и материалы» (ИЦ ЛТМ), в т.ч. как руководитель и ответственный исполнитель НИР и НИОКТР по проектам РФФИ, Минобрнауки РФ, а также хозяйственным работам. Регулярно представляет устные и стендовые доклады, являясь участником свыше 100 российских и международных научных конференций. Автор и соавтор свыше 200 научных работ, в том числе около 45 трудов по теме диссертационного исследования, из которых 15 – в журналах из баз данных Scopus/WoS.

В диссертационной работе Колтыгин Андрей Вадимович предложил общий подход к управлению составом и свойствами магниевых литейных сплавов, обеспечивающий баланс механических и технологических свойств, на основании которого были предложены новые экспериментальные сплавы, превосходящие существующие по целому ряду свойств, а также разработал практические способы адаптации современных промышленных магниевых сплавов к условиям литья в разовые песчаные формы из ХТС на основе использования методов компьютерного моделирования.

В первой главе диссертации проведен обзор мировых литературных источников, на основе которого показано, что структура производства магниевого литья в мире и в России различна. Делается вывод от том, что отечественная литейная отрасль развивается в отличном от общемировых тенденций направлении. В мировой индустрии преобладают технологии массового производства отливок, направленные на получение высоких эксплуатационных свойств при минимальных затратах для автомобилестроения, приборостроения и других массовых отраслей производства. В отечественном литейном

производстве, ориентированном прежде всего на авиа- и ракетостроение, требуются технологии, обеспечивающие достаточно высокий уровень эксплуатационных свойств магниевых отливок при достаточно малой серийности производства и частой смене номенклатуры. Это ориентирует отечественную литейную отрасль на использование технологий литья в разовые песчаные формы, изготавливаемые с использованием ХТС. К литейным магниевым сплавам предъявляются повышенные требования по прочности, жаропрочности, пожаробезопасности, коррозионной стойкости и т.п. В то же время, промышленные магниевые сплавы еще не исчерпали своего потенциала и могут быть успешно применены для магниевых отливок. Но их применение в данном качестве требует адаптации к новым условиям производства, ориентированным на использование технологии бесфлюсовой плавки и литья в формы из ХТС.

Во второй главе диссертации рассматриваются вопросы оптимизации составов промышленных магниевых сплавов для получения отливок при литье в формы из ХТС на примере сплавов МЛ10 и МЛ19. Из-за снижения скорости охлаждения металла при затвердевании качество металла, полученного в разовые формы, сильнее зависит от состава сплава, чем в случае кокильного литья, поэтому переход на ХТС формы сопряжен с некоторыми трудностями. Использовались как методы компьютерного моделирования диаграмм состояния и литейных процессов, так и традиционные методы исследования структуры и свойств сплавов. Методики экспериментов также были описаны.

В третьей главе диссертации описаны особенности формирования герметичности и усадочной пористости в магниевых литейных сплавах. В этой главе проведены сравнительные исследования различных промышленных магниевых сплавов системы Mg-P3M-Zn-Zr, используемых для получения герметичных отливок, с целью выявления сплавов, обладающих лучшей герметичностью, и определения основных причин появления негерметичности в отливках: МЛ10 (ГОСТ 2856-79), Elektron 21 (UNS M12310), ZE41A (ASTM B 80-15), ZE63A (ISO B275), EZ33A (ASTM B 80-15). На основе результатов компьютерного моделирования и экспериментального определения свойств исследуемых сплавов описан механизм формирования герметичности в отливках и предлагаются пути ее повышения. Предложен экспериментальный сплав, повышающий герметичность отливок по сравнению с промышленным сплавом МЛ10, используемым ранее. Проведенные на ПАО АК «Рубин» испытания показали, что герметичность предложенного сплава выше, чем у МЛ10. Тем самым доказано на практике, что определяющим условием для получения герметичной отливки является узкий температурный интервал кристаллизации сплава и наличие в структуре отливки достаточного количества эвтектической составляющей для блокирования усадочных пустот.

В четвертой главе диссертации рассмотрено влияние составов смеси защитных газов на окисление магниевого расплава. Были проанализированы различные защитные составы, используемые в мировой практике. Наиболее перспективными признаны составы, где в качестве активного газа используются SF_6 или хладон HFC-R134a, а в качестве газаносителя - сухой воздух, двуокись углерода или азот. Было исследовано влияние этих составов на магниевые сплавы, в основном на сплав МЛ19. Показано, что при использовании в качестве активных газов SF_6 и фреона HFC-R134a общим для образующихся оксидных плен является наличие фторида магния MgF_2 . Также проводилось изучение возможности использования жидких активных компонентов для создания защитных газовых сред при плавке магниевых сплавов. Была предложена смесь хладона

ФК 5-1-12 в количестве 0,1-10 об. % и газа-носителя аргона. Предложена технология использования жидкого хладона ФК 5-1-12 для создания защитной газовой атмосферы. Предложены оптимальные газовые смеси для плавки конкретных промышленных сплавов МЛ19 и МЛ10. Смеси опробованы в промышленных условиях. Также были исследованы различные ХТС для получения отливок и установлено, что наилучшие результаты при литье в ХТС можно получить, используя комбинированные ингибиторы горения, создающие защитную атмосферу внутри формы и в то же время защищающие кварцевый песок от прямого контакта с расплавом, например, 0,25 % S+0,25 % KBF₄. Применение ингибиторов позволяет использовать для магниевых сплавов не только пеп-сет ХТС, но и другие ХТС, например, no-bake с кислотными отвердителями и альфа-сет.

Пятая глава диссертации посвящена разработке новых магниевых сплавов с улучшенными свойствами. Показано, что требуемого высокого уровня свойств сплавов можно достичь только путем контроля микроструктуры сплавов. Наилучшей перспективой в качестве легирующих компонентов для новых магниевых сплавов обладают РЗМ. Описана разработка двух новых экспериментальных сплавов, обладающих повышенной стойкостью к возгоранию и повышенной прочностью по сравнению с промышленными сплавами. Показано, что, комбинируя легкие и тяжелые РЗМ, можно добиться разных результатов, например, повышения механических свойств или стойкости сплава к возгоранию. Делается вывод о том, что предельные механические свойства, которые можно достичь на литейных магниевых сплавах системы Mg-РЗМ-Zn-Zr после термообработки, находятся в районе 300 МПа для предела прочности на растяжение.

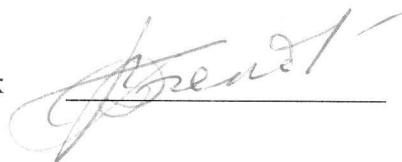
В шестой главе описывается промышленное применение результатов исследований. В рамках выполнения совместных работ с ПАО «ОДК-Кузнецов» решена важная народно-хозяйственная задача серийного получения качественных крупногабаритных отливок из магниевых сплавов для нужд отечественной промышленности. Применение бесфлюсовой плавки магниевых сплавов, основанной на использовании смеси активного газа SF₆ и газа-носителя CO₂, на ПАО «ОДК-Кузнецов» позволило получить качественные крупногабаритные магниевые отливки для авиастроения. Применение пеп-сет технологии для получения форм и стержней на основе ХТС показало свою пригодность для получения качественных крупногабаритных магниевых отливок. Также в рамках выполнения совместных работ на ПАО АК «Рубин» разработан и внедрен технологический процесс плавки и разливки магниевых сплавов, содержащих редкоземельные металлы и цирконий, в защитной газовой атмосфере. Процесс приготовления расплава включает использование готового сплава МЛ10, обработку расплава аргоном и применение защитной газовой атмосферы на базе смеси инертного газа (Ar) и активного газа SF₆. Данные материалы для приготовления магниевых сплавов, содержащих редкоземельные металлы и цирконий, ранее на ПАО АК «Рубин» не применялись.

В заключении отмечено, что в ходе выполнения работы решалась важная народно-хозяйственная задача модернизации отечественного литейного производства магниевых отливок для авиастроения.

Работа является полностью завершенной, а полученные результаты работы развивают направление создания современных магниевых литейных сплавов и технологий получения литых деталей из них.

Считаю, что диссертационная работа Колтыгина Андрея Вадимовича полностью соответствует требованиям НИТУ МИСИС, предъявляемым к работам на соискание ученой степени доктора технических наук, а сам Колтыгин Андрей Вадимович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.3 - «Литейное производство».

Научный консультант,
профессор, доктор технических наук



В.Д. Белов

ПОДПИСЬ _____ ЗАВЕРЯЮ
Проректор по безопасности
и общим вопросам
НИТУ МИСИС _____ И.М. Исаев

