

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 31.1.002.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО -  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»  
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ  
ИНСТИТУТ» (НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» - ВИАМ), РОССИЙСКАЯ  
ФЕДЕРАЦИЯ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «21» мая 2024 г. № 3

О присуждении Трофимову Николаю Вадимовичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Новые материалы и технологии для литья изделий из магниевых сплавов» по специальности 2.6.17. – «Материаловедение» принята к защите 20 марта 2024 г. (протокол заседания №2) диссертационным советом 31.1.002.01, созданным на базе федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Российская Федерация, 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 17, приказ Минобрнауки России от 24.10.2022 г. № 1363/нк «О выдаче разрешения на создание совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Соискатель Трофимов Николай Вадимович «19» февраля 1992 года рождения, в 2015 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «МАТИ» - Российский государственный технологический

университет имени К.Э. Циолковского» по направлению «Материаловедение и технологии материалов».

В 2023 году окончил аспирантуру в НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ. Справка № 071 о сдаче кандидатских экзаменов выдана в НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ 14.07.2023 г.

Трофимов Николай Вадимович с 2013 года работает в НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ, с 2021 года в должности начальника сектора лаборатории № 624 «Магниево-литые алюминиевые сплавы».

Диссертация выполнена в лаборатории № 624 «Магниево-литые алюминиевые сплавы» федерального унитарного предприятия «Всероссийский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Правительство Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук Дуюнова Виктория Александровна – начальник научно-исследовательского отделения «Титановые, магниевые, бериллиевые и алюминиевые сплавы» федерального унитарного предприятия «Всероссийский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Официальные оппоненты:

- Ерисов Ярослав Александрович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Обработка металлов давлением» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (Самарский университет)» (г. Самара);

- Бобрышев Борис Леонидович, кандидат технических наук, доцент, генеральный директор ООО «Авангард-Лит» (г. Москва),

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет» (г. Москва) в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой «Материаловедение», профессором, доктором технических наук, Овчинниковым Виктором Васильевичем, и утвержденным проректором по

научной работе, кандидатом технических наук, Наливайко Андреем Юрьевичем, указал, что в работе Трофимова Николая Вадимовича с использованием современных методов исследования, широкомасштабного комплексного подхода к решению поставленных задач, а также проведения обширных исследований и получения обширного объема данных, можно сделать вывод о достоверности полученных результатов. В исследовательской части содержатся значимые практические результаты, опробованные и внедренные в производство. В работе обоснован выбор используемых компонентов, добавок, концентраций и технологических режимов. Проведены комплексные исследования флюсов, составов холоднотвердеющих смесей, а также технологии выплавки магниевых сплавов в индукционной печи с использованием защитной атмосферы.

Диссертационная работа написана на высоком научно-техническом уровне и является законченной работой. Решение поставленных задач изложены грамотно, разработанные материалы превосходят используемые в настоящее время в производстве.

Автор диссертационной работы Трофимов Николай Вадимович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 «Материаловедение».

Соискатель имеет 41 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 3 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы.

В опубликованных работах содержатся основные научные и практические результаты, изложенные в диссертационной работе соискателя: результаты выполненных работ по разработке состава универсального чешуированного флюса, выбору режима сушки универсального чешуированного флюса, а также развитию ресурсосберегающих технологических процессов в металлургии магния.

Все работы выполнены в соавторстве. Личный вклад соискателя состоит в анализе литературных данных по теме исследования, постановке цели и задач исследования, планировании и проведении экспериментов, выборе методов исследования; проведении испытаний и исследований составов литейных флюсов, холоднотвердеющей смеси, защитной газовой атмосферы и технологии ее

использования, параметров силы тока индуктора при выплавке на индукционной установке, выполнении анализа, обобщении и формулировании выводов, подготовке к публикации результатов исследований.

Наиболее значимые работы:

1. A. A. Leonov, V. A. Duyunova, Z. P. Uridiya, and N. V. Trofimov New Universal Flaky Flux for Cast Magnesium Alloys// Russian Metallurgy (Metally). 2019. №3 P. 268-272. [https://doi.org/ 10.1134/S003602951903008X](https://doi.org/10.1134/S003602951903008X).

2. Мухина И.Ю., Трофимов Н.В., Леонов А.А. // Развитие ресурсосберегающих технологических процессов в металлургии магния // Металлы. 2021. №6 С. 16-25.

3. M. A. Khaskov, A. A. Leonov, N. V. Trofimov, and V. A. Duyunova Choice of Conditions for Drying Fluxes for Magnesium Alloys Based on Thermal Analysis Data. // Theoretical Foundations of chemical engineering // 2023. V. 57. №4. P. 653-659. [https://doi.org/ 10.1134/S0040579523040164](https://doi.org/10.1134/S0040579523040164).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв на диссертацию ведущей организации – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет» («Московский Политех»). Отзыв ведущей организации, подписан доктором технических наук, профессором Овчинниковым Виктором Васильевичем и утвержден проректором по научной работе «Московский политехнический университет», кандидатом технических наук Наливайко Антоном Юрьевичем.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Материаловедение» протокол №8 от 09.04.2024 г.

Имеются следующие замечания:

- в работе проведен комплекс исследований флюсов и их влияние на магниевые сплавы, но при этом не отражена технология изготовления составов флюса;

- в работе выбраны параметры сушки флюса, однако не указано проводилась ли сушка в промышленных условиях и на каком объеме;

- в разделе 3.2.1 по разработке состава холоднотвердеющей смеси с противопригарной добавкой подробно исследовано влияние добавки на свойства и защитную способность, однако в работе отсутствуют исследования рентгеноструктурного анализа поверхности образцов с пригарами;

- в разделе 3.3.3 не описано проводилась ли выплавка на промежуточных режимах силы тока индуктора 75А, 125, 175А.

2. Отзыв на диссертацию официального оппонента Ерисова Ярослава Александровича, доктора технических наук, доцент, профессора кафедры «Обработка металлов давлением», федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева». Отзыв положительный.

Имеются замечания:

- в первой главе проведен достаточно полный и информативный обзор в части технологий, материалов и оборудования для производства магниевых сплавов. В связи с этим, непонятно наличие в начале многих разделов работы дополнительных обзоров, касающихся этих разделов, которые во много дублируют информацию, представленную в первой главе;

- описание всех результатов работы, отражающих научную новизну и практическую значимость, посвящена одна (третья) глава диссертации. В связи с этим, было бы логичным разделить ее на две самостоятельные главы – одну по разработке нового флюса и холоднотвердеющей смеси, а другую по разработке технологии выплавки. Это облегчило бы восприятие результатов работы;

- в разделе 3.1 при описании результатов разработки нового флюса приводятся свойства экспериментальных образцов флюса, но при этом не указываются свойства серийно применяемого флюса ВИ-2 (например, кривой дифференциальной сканирующей калориметрии; химического состава магниевых сплавов, полученных с его использованием; т.д.);

- в разделе 3.1.1 представлен режим сушки универсального чешуированного флюса, однако отсутствует информация о выборе временных параметров при ступенчатом режиме сушки;

- в части разработки состава холоднотвердеющей смеси не обоснован выбор противопригарных компонентов для проведения исследований. Кроме того, в работе не отражены физико-механические свойства смеси после повторного использования, а также сохранение ее свойств при многократной регенерации;

- в разделе 3.3.2 не описана максимальная мощность индукционной установки, ввиду чего не понятно, как повлияют на эксплуатацию печи и использованного тигля выбранные в работе режимы.

3. Отзыв на диссертацию официального оппонента Бобрышева Бориса Леонидовича», генерального директора, кандидата технических наук, доцента, ООО «Авангард-Лит». Отзыв положительный.

Имеются замечания:

- в разделе 3.1.1 описан процесс проведения сушки универсального чешуированного флюса, однако не совсем понятно, чем обусловлен выбор ступенчатого режима сушки, а не с постоянным нагревом;

- в разделе по ХТС не представлены результаты возможности термического разложения других экспериментальных составов;

- в работе представлены результаты испытаний составов холоднотвердеющей смеси спустя 1, 2 и 24 часа соответственно, но не описано, почему выбраны именно такие интервалы времени для испытаний;

- разработанный универсальный чешуированный флюс обладает пониженной влажностью по сравнению с серийным флюсом ВИ-2, не описано за счет чего удалось добиться такого показателя.

Отзывы на автореферат:

1. Отзыв федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», подписан доцентом кафедры «Материаловедение и технология обработки материалов», кандидатом технических наук Лукиной Елены Александровны.

- в автореферате отсутствует информация об используемом оборудовании для изготовления экспериментальных составов флюса;

- в автореферате представлены 3 режима выплавки с использованием индукционной печи, но при этом отсутствует информация о проведенных исследованиях на максимальной мощности индукционной печи выше 150А;

2. Отзыв федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» подписан заведующим кафедрой металловедения цветных металлов, кандидатом технических наук Солониным Алексеем Николаевичем.

- в разделе, посвященном термическому разложению смеси, не указано какой процент смеси можно использовать повторно;

- в работе описано использование газов для рафинирования и модифицирования магниевых сплавов при выплавке, однако не ясно проводилось ли исследование по выбору смесей или газов для указанных процессов;

- все представленные в работе замечания механических свойств (минимальные значения, средние величины, разброс) кратны 10 и 5. Не понятно, каким образом были получены эти значения, и как проводилась статистическая обработка данных.

3. Отзыв акционерного общества «Машиностроительное конструкторское бюро» «Факел» имени академика П.Д. Грушина, подписан главным металлургом Даниловым Сергеем Александровичем.

- не описано проводились ли исследования по использованию 100% термически обработанной смеси

4. Отзыв публичного акционерного общества «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина», подписан заместителем главного конструктора ПАО «Ил» по технологичности Куликовым Владимиром Владимировичем.

- в автореферате отсутствует уточнение, что компоненты флюса с большей плотностью, чем плотность магниевой расплава, осаждаются, адсорбируя неметаллические включения в процессе выстаивания расплава и, тем самым, обеспечивая рафинирование сплава.

5. Отзыв федерального государственного бюджетного учреждения «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского», подписан директором проектного комплекса

«Гражданская авиационная техника» доктором технических наук Пуховым Андреем Александровичем.

- отсутствуют данные по анализу поверхностных дефектов (газовых раковин и др.), возможных при заливке отливок.

6. Отзыв филиала акционерного общества «ОДК» ОМО им. П.И. Баранова», подписан главным металлургом Садовниковым Сергеем Александровичем.

- в автореферате не описано, какие газы использовались для модифицирования и рафинирования магниевых сплавов в процессе выплавки в защитной атмосфере и использовались ли вообще.

7. Отзыв закрытого акционерного общества «Интехмаш», подписан генеральным директором, доктором технических наук, Панаевым Василием Григорьевичем.

- в части отсутствия исследований поверхностных дефектов образованных после заливки магниевых сплавов в формы из холоднотвердеющих смесей с различными противопригарными компонентами.

8. Отзыв акционерного общества «Объединенная двигателестроительная корпорация», подписан ведущим специалистом «Группы специальных методов литейного производства», кандидатом технических наук, Санниковым Андреем Владимировичем и заместителем генерального директора – руководителем приоритетного технологического направления «Технологии двигателестроения», кандидатом технических наук Бакрадзе Михаилом Михайловичем. Имеются замечания:

- противопригарная добавка карбамида  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$  в составе защитной присадки для магниевых сплавов известна. В чем заключается новизна разработанной холоднотвердеющей смеси?

- разработанный режим сушки исследуемого флюса на основании анализа кривых дегидратации может вызывать сложности при воспроизведении в произведенных условиях.

- в работе исследована коррозионная стойкость магниевых сплавов после обработки различными флюсовыми композициями и при использовании

бесфлюсовой плавки в защитной газовой атмосфере. Есть ли различия в коррозионной стойкости сплавов при использовании этих способов?

Все отзывы носят положительный характер. В отзывах отмечено, что диссертационная работа является завершенной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, решающей важную задачу по использованию новых материалов при производстве изделий из магниевых сплавов. Работа соответствует требованиям и критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявленным к диссертациям на соискание степени кандидата наук, а ее автор, Трофимов Николай Вадимович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. «Материаловедение»

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

- доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Обработка металлов давлением» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева») Ерисов Ярослав Александрович является специалистом в области исследований металлических материалов. Под руководством и при непосредственном участии Ерисова Я.А. выполнен огромный объем научно-исследовательских работ, является автором научных трудов, учебных пособий и методик в области легких сплавов. Ерисовым Я.А. опубликовано более 180 публикаций в высокорейтинговых журналах в том числе входящих в международную базу Scopus и Web of Science, а также сделаны выступления в отечественных и в международных конференциях.

- кандидат технических наук, доцент, генеральный директор ООО «Авангард-Лит» Бобрышев Борис Леонидович, является одним из ведущих ученых в области изготовления легких сплавов на основе магния, что подтверждается большим количеством публикаций посвященных исследованию свойств легких сплавов, а также современных технологий производства из них. Под руководством Бобрышева Б.Л. выпущены патенты в области легких сплавов, а также он является

автором более 50 публикаций. Бобрышев Б.Л. долгое время являлся преподавателем кафедры «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургического производства» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

- федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» является одним из лучших технических вузов страны имеющим в своем составе кафедру по направлению 2.6.17. «Материаловедение». Образовательный процесс построен на основе выполнения научно-исследовательских работ в области материаловедения. Большое внимание в университете уделяется проектной деятельности, благодаря которой теоретические знания опробуются на практике. Заключение было подготовлено заведующим кафедрой «Материаловедение» профессором, доктором технических наук Овчинниковым Виктором Васильевичем.

Список основных публикаций сотрудников ведущей организации за последние 5 лет:

1. Комаров Е.В., Монастырский В.П. Оценка коэффициента теплоотдачи открытой поверхности кристаллизующейся отливки в окружающую среду. // В книге: Актуальные проблемы науки и техники. 2023. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный редактор Н.А. Шевченко. Ростов-на-Дону, 2023. С.973-975

2. Овчинников В.В., Дриц А.М., Растопчин Р.Н. Влияние присадочной проволоки на структуру и свойства соединений листов сплава 1565чм, выполненных плазменной сваркой. //Заготовительные производства в машиностроении. 2023. Т. 21.№1. С. 12-18.

3. Монастырский В.П., Бессонов В.А., Комарова Е.В. Опыт применения новой модели пористости СКМ ЛП «ПОЛИГОНСОФТ» для прогнозирования усадочных дефектов в отливках. // Заготовительные производства в машиностроении. 2023. Т. 21. №2. С.51-57.

4. Овчинников В.В., Акопян Т.К., Проценко Е.О. Поляков Д.А. Показатели свариваемости при сварке плавлением перспективных алюминиевых сплавов на основе системы Al-Ca-Zn-Mg. // Научные технологии в машиностроении. 2023. №4 (142). С. 11-23.

5. Старовойтов Д.К., Хайруллин И.М., Латыпов Р.А. Лазерная сварка изделий полученных методом прямого лазерного выращивания из порошковых материалов. // В сборнике: Современные проблемы и направления развития металловедения и термической обработки металлов и сплавов. Сборник научных статей 3-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика А.А. Байкова. Отв. редактор Е.В. Агеев. Курск, 2022. С. 158-163.

6. Овчинников В.В., Гуреева М.А., Манаков И.Н. Металловедение: макро- и микроструктуры литейных алюминиевых сплавов. – Учеб. пособие для академического бакалавриата / М.А. Гуреева, В.В. Овчинников, И.Н. Манаков – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 254 с.

7. Абраимов Н.В., Гейкин В.А., Овчинников В.В., Самойленко В.М., Шаронова Н.И. Материаловедение и технология материалов. Монография. – М: Наука и технологии, 2021 – 512 с. ISBN 978-5-93952-038-6.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- показано, что снижение в составе флюса хлоридов за счет повышения фторида кальция с добавками оксида магния и тетрафторбората калия, а также подобранным режимом сушки флюса позволяет понизить его влажность, при сохранении насыпной плотности на уровне серийного флюса ВИ2, сохранить его структурную особенность – чешуированную форму, предотвратить расщипывание флюса и тем самым сохранить его потенциал.

- с помощью программного обеспечения Netzsch Thermokinetics и данных термического анализа смоделированы ТГА-кривые дегидратации универсального чешуированного флюса

- выбранная противопопригарная добавка карбамида позволяет не только предотвращать возгорание расплава в форме и сохранять физико-механические

свойства смеси, но и повторно использовать регенерированную смесь в производстве.

- проведены исследования влияния защитной способности добавки карбамида на магниевые расплавы в процессе термического воздействия и на механические и коррозионные характеристики магниевых сплавов.

- выбран состав и концентрация защитной газовой смеси при выплавке магниевых сплавов и установлены параметры силы тока индуктора при выплавке в индукционной плавильной установке, обеспечивающие однородность химического состава по всему объему отливки и требуемый уровень механических свойств.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что установлены закономерности влияния хлоридов и фторида металлов с добавками оксида магния и тетрафторбората на физические, защитные и рафинирующие свойства флюса, которые в дальнейшем позволят обеспечить высокую коррозионную стойкость, исключить флюсовую коррозию и повысить чистоту получаемых магниевых сплавов. На основании данных дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) теоретически обоснован ступенчатый режим сушки универсального чешуированного флюса, который позволяет реализовать его потенциал, а именно снизить структурные напряжения в частицах флюса и сохранить его чешуированную форму.

Результаты ДСК позволили установить возможность разложения компонентов холоднотвердеющей смеси, а также обосновать защитную способность используемой противопригарной добавки при контакте магниевых расплавов с холоднотвердеющей смесью.

Установленные режимы силы тока индуктора позволяют повысить однородность химического состава и требуемый уровень свойств, как существующих, так и перспективных новых магниевых сплавов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработан состав универсального чешуированного флюса, обеспечивающий защиту от окисления магниевые сплавы, а также оказывающий рафинирующий эффект;

- установлен температурно-временной режим сушки универсального чешуированного флюса, обеспечивающий сохранение его технологических характеристик, защитных и рафинирующих свойств ;

- разработана нормативная документация на изготовление нового универсального чешуированного флюса и холоднотвердеющей смеси с противопопригарной добавкой (ТИ 1.595-24-1177-2018);

- в производственных условиях предприятия АО «МКБ «Факел» опробована разработанная холоднотвердеющая смесь с противопопригарной добавкой при литье изделий предприятия из магниевого сплава марки МЛ5 системы Mg-Al-Zn. Акт опробования от 28.12.2020 г.;

- на промышленном предприятии Филиала АО «ОДК» «ОМО им. П.И. Баранова» внедрен технологический процесс плавки в защитной атмосфере магниевого сплава МЛ10 системы Mg-PЗЭ-Zr. Акт внедрения от 23.12.2022 г.;

- определен интервал силы тока равный 100-150А в индукторе установки индукционной плавильной марки ИСТ-0,05/0,1-Г-УХЛ4, обеспечивающий равномерное распределение циркония и РЗЭ по объему отливки из магниевого сплава ВМЛ25 системы Mg-PЗЭ-Zr и повышение механических свойств.

Оценка достоверности результатов исследования обеспечена большим объемом экспериментов и полученных данных, исход которых подтверждает справедливость формулируемых соискателем выводов. Автором выстроена грамотная последовательность действий при проведении исследований.

Личный вклад Трофимова Н.В. состоит в том, что в результате анализа литературных данных по теме исследования, им была поставлена цель: разработать универсальный чешуированный флюс и холоднотвердеющую смесь с улучшенными технологическими характеристиками для выплавки и литья магниевых сплавов ВМЛ18, МЛ5пч системы Mg-Al-Zn и ВМЛ25, МЛ10 системы Mg-PЗЭ-Zr и изделий из них, для достижения которой был решен ряд задач по

проведению исследований, выбору материалов и технологических параметров литья. Помимо перечисленного, автором была осуществлена подготовка и публикация результатов исследования.

Трофимовым Н.В. самостоятельно, либо при его непосредственном участии были проведены: экспериментальные исследования; анализ полученных результатов, разработка составов универсального чешуированного флюса, разработка состава холоднотвердеющей смеси с противопригарной добавкой, выбор составов защитных смесей и их концентраций для выплавки магниевых сплавов, выбор технологических параметров силы тока в индукторе при выплавке магниевых сплавов, проведение опробования состава холоднотвердеющей смеси, внедрение технологического процесса плавки магниевого сплава МЛ10 в защитной атмосфере.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы и высказаны следующие критические замечания:

1. Возможно ли, распространение разработанных составов флюса и холоднотвердеющей смеси на другие системы легирования?

2. С точки зрения физики процесса защиты от окисления, какими преимуществами и эффективностью обладает новый флюс по сравнению с серийным флюсом?

3. Проведенный ДСК состава холоднотвердеющей смеси показал что начало разложения добавки карбамида происходит при 130 °С, что обеспечивает защиту после его разложения?

4. В работе не отражено, проводился ли рентгенографический контроль полученных отливок и какие результаты получены?

5. За счет чего удалось добиться пониженной влажности разработанного флюса по сравнению с серийным флюсом?

6. Для решения задачи по обеспечению однородности расплава легирующими элементами, какие методики использовались, и какие допуски у Вас получились?

7. Как в настоящее время решают проблемы по предотвращению горения магниевых расплавов в формах?

8. На все разработанные материалы имеются паспорта. В Вашей работе получены повышенные результаты механических свойств, в связи с этим планируется ли разработка дополнений к паспорту?

Соискатель Трофимов Н.В. согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Использование флюса и состава холоднотвердеющей смеси возможно и на других системах легирования магниевых сплавов. Флюс также будет оказывать защиту от окисления в процессе плавки и рафинирующий эффект при процессе рафинирования, в этом плане флюс универсален. Состав холоднотвердеющей смеси с противопригарной добавкой будет также образовать защитную среду в форме при разложении противопригарной добавки карбамида.

2. Флюс ВИ-2, который сейчас применяется – является порошкообразным. В процессе выплавки порошкообразный флюс равномерно распределить по поверхности расплава при работающей вытяжке не возможно. Разработанный флюс имеет чешуирированную форму, тем самым не повышает запыленность рабочей зоны. Флюс состоит из частиц 20-30мм, которые равномерно покрывают поверхность расплава и моментально расплавляются, образуя защитную пленку на поверхности. Так как была определена температура плавления флюса до 530 °С. Также разработанный флюс, является универсальным. Помимо поверхностной защиты флюс оказывает рафинирующий эффект за счет очищения магниевых расплавов от неметаллических включений. Серийный флюс ВИ-2 в этом плане менее эффективен, так как в своем составе содержит в основном только хлориды, которые оказывают только поверхностную защиту, а для рафинирования используют другой флюс, содержащий в своем составе компоненты с более высокой плотностью.

3. В результате разложения карбамида защиту обеспечивают продукты его разложения аммиак и углекислый газ.

4. В работу не вошли данные по рентгенографическому контролю, но контролю подвергались все отливки. Отливки, отлитые в формы, содержащие добавку карбамида, содержат слабую степень микрорыхлоты в соответствии с альбомом шкал микрорыхлот для отливок из магниевых сплавов систем Mg-Al-Zn

и Mg-Zn-Zr по сравнению с отливками, отлитыми в формы с другими противопопригарными компонентами, где выявлена сильная степень микрорыхлоты.

5. В состав флюса входит хлорид магния, который обладает повышенной влажностью, но другие компоненты, такие как фторид кальция, оксид магния и тетрафторборат калия подбирались, чтобы исключить дополнительное влагонасыщение флюса и тем самым уйти от повышенной влажности. В случае высокого содержания влаги во флюсе, при взаимодействии с магниевым расплавом, будет происходить насыщение расплава водородом.

6. Для определения однородности химического состава были изготовлены отливки и отобраны пробы стружки с 5 различных мест на верхней средней и нижней части отливки. По результатам исследований установлено, что разница по содержанию легирующих элементов не превышала 0,3 % между верхней и нижней частью отливки. При использовании серийной технологии разница по содержанию того же циркония может составлять до 0,5% в зависимости от области от которой отобрана проба.

7. В настоящее время используют импортные добавки и противопопригарные покрытия различные, а также предпринимаются попытки предотвратить горение металла в форме за счет наполнения форм углекислым газом.

8. При получении повышенных результатов механических свойств на сплавах при изменении технологии изготовления сплавов будут проведены работы по разработке дополнения к паспорту.

9. Соискатель указал, что указанные замечания и недостатки будут учтены в дальнейшей научной работе.

На заседании «21» мая 2024 г. диссертационный совет принял решение, что представленная диссертационная работа соискателя Трофимова Н.В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических работ. За проведенные исследования, посвященным новым материалам и технологии используемым при литье изделий из магниевых сплавов,

имеющие важное значение для отечественной промышленности, присудить Трофимову Николаю Вадимовичу ученую степень кандидата технических наук по научной специальности 2.6.17. – «Материаловедение».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов технических наук по специальности 2.6.17. – «Материаловедение», участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

д.т.н.



*подпись*

Антипов

Владислав Валерьевич

*фамилия, имя, отчество  
(полностью)*

Ученый секретарь

диссертационного совета

к.т.н.

*подпись*

Горбовец

Михаил Александрович

*фамилия, имя, отчество  
(полностью)*

Дата оформления заключения: «21» мая 2024 г.