

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Битюцкого Александра Дмитриевича на тему «Применение аддитивных технологий в литейном производстве для изготовления художественных и ювелирных изделий с целью повышения их качества и художественной привлекательности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 26 декабря 2024 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 14 октября 2024 г., протокол № 23.

Диссертация выполнена на кафедре литейных технологий и художественной обработки материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ МИСИС), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Ивлева Лидия Петровна, к.т.н., доцент кафедры литейных технологий и художественной обработки материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 23 от 14 октября 2024 г.) в составе:

1. Аксенов Андрей Анатольевич – д.т.н, эксперт научного проекта кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС - председатель комиссии;

2. Жукова Любовь Тимофеевна - д.т.н, директор Института прикладного искусства, заведующая кафедрой технологии художественной обработки материалов и ювелирных изделий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»;

3. Изотов Владимир Анатольевич - д.т.н., профессор кафедры материаловедения, литья и сварки федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева»;

4. Семенов Константин Геннадьевич - д.т.н., профессор кафедры «Технологии обработки материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»;

5. Прусов Евгений Сергеевич – д.т.н., профессор кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана методика проектирования и изготовления литейных моделей изделий, разработанных с применением топологической оптимизации, позволяющая обеспечить высокую точность воспроизведения конфигурации художественных и ювелирных отливок, снизить их массу при сохранении эксплуатационных характеристик;
- предложены алгоритмы выбора аддитивной технологии и материала для производства литейных и мастер-моделей, а также оригинальный подход к выбору параметров топологической оптимизации, учитывающие особенности ювелирного и художественного литья и требования к качеству поверхности изделий;
- доказана эффективность применения заливки под избыточным давлением для гипсо-кристобалитовых литейных форм, что позволило устранить дефекты, связанные с недоливками и неслитинами, особенно при производстве ажурных отливок сложной конфигурации из сплавов CrM925 и M67/33;
- предложен подход к разработке литейных моделей с элементами литниково-питающих систем, позволяющий повысить технологичность сборки модельного блока и обеспечить художественную ценность бионических структур и сложных рельефных элементов на поверхности изделий;
- разработана матрица значений параметров топологической оптимизации ювелирных и художественных изделий, реализованная в цифровой форме, а также предложена классификация моделей ювелирных и художественных изделий по способу производства с описанием особенностей их конфигураций.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- исследованы процессы топологической оптимизации художественных отливок и описаны зависимости алгоритма постобработки изделия от геометрической структуры изделия;
- разработана методика изготовления изделий из сплавов CrM925 и M67/33 с применением топологической оптимизации методом литья по выплавляемым моделям на основании исследования закономерностей формообразования литейных моделей, влияния способа заливки расплава, температуры опоки и количества питателей на проливаемость сложно геометрических полостей литейной формы;
- предложены оптимальные пропорции формовочных материалов, обеспечивающие отсутствие геометрической деформации, пригара и пористости на поверхности отливок из сплавов CrM925 и M67/33, содержащие от 50% до 55% кристобалита, от 25% до 35% кварца, от 20% до 25% гипса, и содержание воды в смеси от 32 до 40 мл на 100 г формомассы;
- разработана и внедрена методика проектирования и изготовления литейных моделей с применением топологической оптимизации и аддитивных технологий, эффективность которой подтверждена опытно-промышленным опробованием на предприятии литейного производства;
- предложен модернизированный алгоритм топологической оптимизации для создания литейных моделей ювелирных и художественных изделий, что позволило адаптировать методы генеративного проектирования к литейному производству

художественных и ювелирных отливок и разработать программное обеспечение для автоматизации проектирования литейных моделей.

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

- предложен автоматизированный способ разработки конфигураций ювелирных и художественных отливок, обеспечивающий снижение их массы при сохранении эксплуатационных характеристик;
- сформированы практические рекомендации по трехмерной печати выплавляемых моделей с элементами литниково-питающей системы и созданию пресс-форм для увеличения выхода годной продукции при изготовлении ювелирных и художественных отливок с топологически оптимизированной геометрической структурой;
- разработано программное обеспечение по выбору алгоритма топологической оптимизации моделей ювелирных и художественных изделий, получаемых методом 3D-печати и литья по выплавляемым моделям;
- создана цифровая система подбора аддитивных технологий и материалов, способствующих высокоточной передаче сложных геометрических структур и повышению качества поверхности литейных моделей и мастер-моделей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, включая передовые системы компьютерного моделирования литейных процессов Flow-3D Cast, программное обеспечение для топологической оптимизации SolidWorks, Ansys Mechanical и Autodesk Fusion 360, а также инструменты подготовки моделей к 3D-печати Materialise Magics, Netfabb, 3D Sprint и UltiMaker Cura, соответствующих методик исследования;
- для экспериментальных работ: результаты были получены на современном сертифицированном и аттестованном оборудовании, включая индукционную вакуумную литейную машину Indutherm VC 600, 3D-принтеры ProJet CPX 3510, Formlabs Form 3 и Wanhao Duplicator i3, а также 3D-сканер GOM ATOS Q. Предварительная калибровка оборудования и повторяемость результатов в различных условиях подтверждают воспроизводимость полученных данных. Все испытания соответствуют рекомендациям действующих ГОСТ;
- теоретические положения базируются на проверяемых и известных данных, а результаты исследований согласуются с опубликованными экспериментальными данными в смежных областях, что свидетельствует о их высокой научной обоснованности. Проведено сравнение авторских экспериментальных данных с результатами, полученными в рамках независимых исследований по аналогичной тематике, что позволило подтвердить качественное и количественное совпадение полученных результатов;
- сформированные в цифровом виде результаты диссертационной работы зарегистрированы в качестве программного обеспечения для ЭВМ в реестре Роспатента, что подтверждается двумя свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Личный вклад соискателя состоит в том, что:

- автором проведен полный цикл научно-исследовательской работы, включающий формулирование целей и задач, подбор и обоснование методик исследований и реализации поставленных задач. Соискатель самостоятельно провел детальный анализ научно-технической литературы, включая зарубежные источники, что позволило сформировать теоретическую основу работы;

- Битюцкий Александр Дмитриевич лично участвовал в разработке методики изготовления экспериментальных образцов ювелирных изделий из сплавов CrM925 и M67/33 методом литья по выплавляемым моделям с использованием топологически оптимизированных литейных моделей, а также в исследовании и оптимизации состава формовочной смеси и способов плавки и литья. Соискателем проведены моделирование и оптимизация конфигураций изделий в системах SolidWorks, Ansys Mechanical, Autodesk Fusion 360, а также проведено моделирование литейных процессов в Flow-3D Cast;

- соискатель разработал и применил на практике алгоритмы выбора параметров аддитивных технологий и топологической оптимизации, реализованные в виде двух программных продуктов, на которые получены свидетельства о государственной регистрации в Роспатенте. Обработка и интерпретация экспериментальных данных выполнены лично автором. Основные результаты исследования были подготовлены и представлены соискателем в виде научных публикаций, а также доложены на профильных конференциях и семинарах.

Соискатель представил 21 опубликованную работу, из них две работы в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, и два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

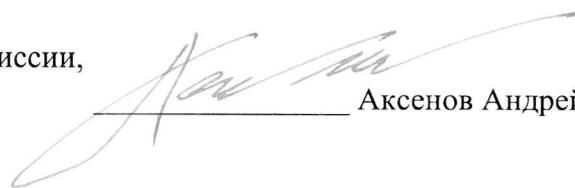
Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Битюцкого Александра Дмитриевича соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований разработана методика изготовления фасонных художественных и ювелирных отливок с применением топологической оптимизации, включая оптимизацию параметров заливки, соотношения формовочных материалов и методов механической обработки отливок, которые минимизируют дефекты поверхности изделий. Разработанная методика, рекомендации и программное обеспечение внедрены в деятельность литейного предприятия полного цикла производства и обработки, а их эффективность подтверждена опытно-промышленным опробованием, что отражено в соответствующих актах.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Битюцкому Александру Дмитриевичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4, против нет, недействительных нет

Председатель Экспертной комиссии,
д.т.н., профессор



Аксенов Андрей Анатольевич

26.12.2024 г.