

## ОТЗЫВ

### официального оппонента

на диссертационную работу Мартыненко Сергея Витальевича «Совершенствование технологии изготовления крупногабаритных тонкостенных стальных отливок с применением уточненной по свойствам материалов компьютерной модели», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3. Литейное производство

#### Актуальность работы

Повышение надежности и эффективности железнодорожного транспорта страны является важной государственной задачей. С этих позиций особо следует выделить высоконагруженные литые детали тележек грузовых вагонов – стальные рамы боковые и балки надрессорные.

Для повышения надежности работы указанных конструкций необходимо дальнейшее совершенствованию литейных технологий с целью обеспечения необходимого качества литых заготовок.

Успешное решение поставленных задач в современных условиях невозможно без применения компьютерного моделирования и автоматизированного проектирования (САПР) технологических процессов литья. Акцент в представленной работе сделан на уточненном компьютерном моделировании на базе получения достоверных по свойствам формовочных материалов и сталей при изготовлении отливок в песчано-глинистых формах. Это позволяет разработать метод корректировки теплофизических свойств применяемых материалов, повысить точность компьютерных моделей и достоверность прогнозирования возможных литейных дефектов в отливках. Важно отметить, что для решения поставленных задач были использована отечественная программа LVMFlow.

С этих позиций данная работа, нацеленная на совершенствование технологии изготовления сложных и ответственных стальных отливок для грузового железнодорожного транспорта, представляется актуальной.

Оценка структуры и содержание диссертации.

Работа изложена на 160 страницах машинописного текста, состоит из 5 глав, включает 106 рисунков и 3 приложения.

Автореферат отражает содержание диссертации, результаты которой достаточно полно освещены в печати (8 публикаций). защищены 6 патентами РФ.

Изложение материала в диссертации логично, все защищаемые положения последовательно доказываются.

**Первая глава** обосновывает актуальность, техническую возможность и необходимость решить научно-прикладную задачу достоверного моделирования процессов литья крупногабаритных стальных отливок для обеспечения их качества, прежде всего – за счет формирования баз данных материалов в САПР литейной оснастки и технологии изготовления литых заготовок. Это послужило основанием для формулирования научных задач диссертационного исследования. Нерешенные на текущий момент задачи в этом направлении включают 1) разработку метода корректировки базы данных формовочных материалов; 2) настройку и верификацию компьютерной модели технологических процессов применительно к крупногабаритной тонкостенной отливке; 3) компьютерный анализ условий образования литейных дефектов в крупногабаритных тонкостенных отливках при литье в объемные песчано-глинистые формы с последующим применением результатов моделирования для совершенствования технологий их изготовления.

**Вторая глава** содержит сведения о материалах и методиках их исследований.

**Защищаемые положения** отражают основные научные результаты, полученные автором, и доказательно изложены в третьей, четвертой и пятой главах диссертации.

**Первое защищаемое положение позиционирует** метод САПР литейной оснастки и технологии изготовления литых заготовок. Разработанный двухэтапный метод корректировки базы данных формовочных материалов содержит математическое обеспечение, которое реализовано в виде автономного программного модуля. Разработанный программный модуль



использован автором в составе компьютерного моделирования технологий литья в песчаные формы в программной среде LVMFlow.

**Второе защищаемое положение позиционирует** уточненную и верифицированную компьютерную модель технологии изготовления крупногабаритных тонкостенных стальных отливок способом литья в песчаные формы в программной среде LVMFlow. Автором раскрываются количественные опции компьютерной модели, обеспечивающие достоверные результаты вычислений на расчетной сетке параметра усадочных дефектов. Доказательством точности модели являются приведенные в диссертации результаты сравнения расчетных и соответствующих экспериментальных данных о дефектах в опасных сечениях отливок и раковинах в них.

**Третье защищаемое положение позиционирует** результаты компьютерного моделирования процессов затвердевания крупногабаритных отливок «Рама боковая» и «Балка надрессорная» в песчано-глинистой форме, выявляющие влияние конструктивных элементов на расположение и величину усадочных дефектов в отливках.

**Четвертое защищаемое положение позиционирует** усовершенствованные и внедренные технологии изготовления отливок «Рама боковая» и «Балка надрессорная».

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в достаточном количестве рецензируемых журналов, входящих в перечень ВАК РФ и включенных в международные базы данных Scopus и Web of Science, обсуждены на всероссийских и международных конференциях. Опубликованные научные труды соответствуют теме и содержанию диссертационной работы.

**Научная новизна** результатов диссертационного исследования характеризуется следующими положениями. В работе предложен новый подход к составлению температурных зависимостей теплопроводности и удельной теплоемкости песчано-глинистых смесей для компьютерного моделирования технологий изготовления крупногабаритных деталей способом литья. Разработанный метод корректировки теплофизических свойств отличается наличием экспериментального этапа измерений нестационарного

температурного поля при затвердевании крупногабаритной отливки в цеховых условиях и последующего расчетного этапа восстановления точек температурных зависимостей свойств формовочных материалов с использованием алгоритма Левенберга-Марквардта. Предложенный подход позволил автору сформировать базу данных формовочных материалов, применяемых в условиях Уралвагонзавода, для компьютерного моделирования технологий литья в программной среде отечественной САПР LVMFlow. Определенные зависимости теплофизических свойств отличаются широким температурным диапазоном от комнатной температуры до температуры выше ликвидуса углеродистых сталей и включают эмпирически существующие, но не учитываемые имеющимися математическими моделями явления неоднородного поведения смесей в объеме массивной песчаной формы.

**Достоверность** полученных научных результатов подтверждается корректным использованием общепризнанного и лучшего в своем классе программного обеспечения, современными методами компьютерного моделирования, согласованностью экспериментальных наблюдений с классической теорией затвердевания отливок в песчаных формах.

**Практическую значимость** представляют разработанные соискателем усовершенствованные технологии изготовления ответственных стальных отливок «Рама боковая» и «Балка надрессорная», обеспечивающие повышенное качество по усадочным дефектам. Практическая значимость диссертации подтверждается актом внедрения технологий в условиях Уралвагонзавода с экономическим эффектом 161.35 миллионов рублей.

### **Замечания по диссертации**

1. В тексте не указана версия LVMFlow, с которой работал автор.
2. В табл. 3.3 на с.62 не уточнены версии представленных программ, но каждая версия имеет свою информационную базу, а также откорректированные данные по различным свойствам материалов.
3. Не указаны методики и оборудование, которое использовали для получения экспериментальных данных.



4. Не акцентировано внимание на температуропроводности используемой стали, которая позволяет оценить распределение температуры по разным стенкам сечения отливки и спрогнозировать вероятность образования горячих трещин.

5. Не понятно выражение «...создан новый материал...» на с.61, т.к. не представлено содержание этого материала.

6. Не представлены основные технологические параметры используемых экзотермических стержней и оболочек: теплотворная способность, температура начала загорания смеси, температура горения, их удельный расход на единицу массы прибыли.

7. Не представлены также составы используемых экзотермических стержней и оболочек.

8. В общих выводах должны быть отражены конкретные результаты, а не перечисление выполненных работ.

Высказанные замечания касаются скорее дальнейшего развития темы и не влияют на положительную оценку диссертации по существу, в работе решены актуальные задачи и получены результаты, имеющие высокий уровень теоретической и практической значимости для дальнейшего развития методов компьютерного моделирования в литейном производстве, а также САПР литейной оснастки и технологии изготовления литых заготовок.

### **Заключение по диссертации**

Диссертационная работа Мартыненко Сергея Витальевича выполнена в соответствии с паспортом специальности 2.6.3. Литейное производство, является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые решения актуальной технологической задачи в области сложного и ответственного стального литья для современного железнодорожного транспорта, что имеет важное народнохозяйственное значение для страны.

Основные положения, рекомендации и выводы аргументированы, достоверны, согласуются с общими закономерностями литейных процессов, подтверждаются практическими данными.

Диссертация и автореферат соответствуют критериям, установленным п.9 Положения о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» для диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук; ее автор, Мартыненко Сергей Витальевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3. Литейное производство.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры «Пирометаллургические  
и литейные технологии», ФГАОУ ВО  
«Южно-Уральский государственный  
университет (национальный  
исследовательский университет)»



Кулаков Борис  
Алексеевич

24 мая 2022 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»,

Адрес: 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

Телефон: +7 (351) 267-90-96, E-mail: [kulakov@ysu.ru](mailto:kulakov@ysu.ru)

Подпись Кулакова Бориса Алексеевича

