

В диссертационный совет
24.2.323.01 на базе ФГБОУ ВО
«Липецкий государственный
технический университет» 398055,
Липецкая обл. г. Липецк, ул.
Московская, 30

ОТЗЫВ

официального оппонента Затонского Андрея Владимировича на диссертационную работу Жукова Петра Игоревича «Моделирование процесса нестационарного нагрева твердого тела с неявной адаптацией к его теплофизическим параметрам», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

Актуальность темы исследования. Работа посвящена разработке метода идентификации процессов нагрева при граничных условиях 3-го рода, которым соответствуют условия в пламенных печах металлургического производства. Уточнение динамики нагрева заготовок в режиме реального времени позволит повысить качество и эффективность производства, что весьма важно в современных условиях, когда спрос на качественные стали по известным причинам растет. В связи с изложенным, актуальность работы не вызывает сомнения, тем более, что автор не ограничивается конкретными примерами объектов, а выстраивает свой метод фундаментально, от математического описания.

Краткая характеристика основного содержания диссертации. Работа состоит из введения, 4-х глав, заключения и двух приложений. Текст диссертации состоит из 151 страницы машинописного текста и включает в себя 36 рисунков, 20 таблиц и 138 формул. Список использованной литературы содержит 112 наименований.

Содержание диссертации соответствует работам соискателя, опубликованным по ее тематике. На чужие материалы, использованные в диссертации, имеются ссылки. Краткое содержание глав диссертационной работы, основные выводы и результаты представлены в автореферате диссертации, содержащем 20 страниц.

Целью работы является разработка нового метода идентификации в режиме реального времени динамики нагрева твердого тела при нагреве в условиях 3-го рода с использованием математического моделирования и численных методов. Заявленная цель и задачи вполне отражают содержание и специфику проведенных исследований.

В первой главе автор на основе обзора существующих методов показывает их непригодность для непосредственного достижения цели.

Во второй главе рассмотрены методы адаптации динамических моделей нестационарной теплопроводности для граничных условий 3-го рода и сделан вывод о том, что без численных методов эта задача разрешима в недостаточной степени.

В третьей разработаны конечно-разностная математическая модель нестационарной теплопроводности с адаптацией к теплофизическим параметрам твердого тела и численный метода, который позволяет восстанавливать динамику нагрева в граничных условиях 3-го рода. Кроме того, исследованы алгоритмическая стабильность метода и его алгоритмическая сложность.

В четвертой главе метод апробирован на примере частного случая нестационарной теплопроводности в твердых телах из сталей, нагреваемых в методических промышленных печах. Показаны его преимущества по сравнению с моделями на основе инструментов статистического анализа. Предложена реализация метода в виде комплекса объектно-ориентированного программного обеспечения.

Научная новизна. В диссертационной работе представлены следующие результаты, обладающие научной новизной, имеющие практическую значимость:

1. Двумерная математическая модель нестационарной теплопроводности для граничных условий 3-го рода, позволяющая определять коэффициент теплообмена на границе тела.
2. Численный метод адаптации этой модели к сложным условиям нагрева.
3. Программный комплекс моделирования, реализующий научные продукты.

Теоретическая значимость диссертации заключается в развитии математического аппарата моделирования теплообмена и численных методов, связанных с подобными моделями.

Практическая значимость результатов исследования подтверждается свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ и определяется возможностью применения разработанных научных продуктов для повышения эффективности металлургического производства и качества продукции, а также в смежных областях.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов. Основные положения диссертационного исследования обсуждались на семинарах и научных конференциях, включая секцию предзащит на XIX-й ежегодной Всероссийской научной конференции «Управление большими системами». Кроме этого, достоверность результатов математического моделирования и разработки численного метода подтверждается корректной интерпретацией и использованием хрестоматийных первоисточников, посвященных численному моделированию нестационарной теплопроводности и методам стохастического градиентного спуска, развитием которых являются авторские научные продукты.

Результаты работы соответствуют пп. 2, 3, 8 паспорта специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Данная работа **соответствует требованиям** к содержанию и оформлению научно-квалификационной работы на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание автореферата в полной и исчерпывающей мере отражает основные положения диссертационной работы.

Замечания и вопросы по работе. К содержанию работы могут быть сделаны следующие замечания:

1. На стр. 60 работы автор предлагает заменить коэффициенты обеих сторон уравнения (57) на безразмерные, что вряд ли возможно, так как размерные остатки слева и справа имеют разные единицы измерения (К/с и K^2/m^2).

2. На стр. 63 автор делает допущение, что температура от поверхности нагреваемого тела до его центра меняется линейно, что навряд ли верно для тел сложной формы.

3. На стр. 100-102 автор доказывает качество метода на основании уменьшения невязки, однако формул ни для «средней абсолютной ошибки», ни тем более для «скользящего среднего» по ней мне обнаружить в тексте не удалось.

4. Экранные формы (рис. 31, 32) заставляют предположить, что разбиение по времени и пространству возложено на исследователя. Однако результаты расчетов, несомненно, будут от него зависеть. Никаких рекомендаций по выбору количества узлов я в работе обнаружить не смог.

Общее заключение

Несмотря на отмеченные недостатки, на основании анализа диссертации, автореферата и опубликованных автором работ можно сделать вывод о том, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, содержащей актуальные результаты исследований. Диссертация выполнена на достаточном научно-техническом уровне, написана технически грамотно и оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ. Совокупность результатов, полученных лично автором, позволяет квалифицировать ее как кандидатскую диссертацию. Результаты работы достоверны, выводы и заключения научно

обоснованы. Научная новизна, актуальность, теоретическая и практическая значимость, личный вклад автора не вызывает сомнений. Опубликованные работы и автореферат отражают основное содержание диссертации.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 17 научных работах, в том числе 4 – в ведущих рецензируемых журналах из Перечня ВАК. На программные комплексы получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

По объему, научной новизне и значимости результатов, представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней ВАК России, а ее автор Жуков Петр Игоревич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Жукова Петра Игоревича, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент заведующий кафедрой «Автоматизация технологических процессов» Березниковского филиала ФГАОУ ВО Пермский национальный исследовательский политехнический университет
доктор технических наук, профессор



Затонский Андрей Владимирович

0,02.2024

618404, Пермский край
ул. Тельмана д.7,
Тел. факс: +7(3424)2
E-mail: z Xenon@narod.ru

Докторская диссертация по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)»