

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ненахова Евгения Валентиновича «Динамические задачи теории теплового удара», представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертационная работа Ненахова Евгения Валентиновича посвящена разработке методологии математического моделирования теплового удара на основе локально-неравновесного процесса переноса теплоты в твёрдых телах.

Исследования термомеханических свойств материалов при резком скачкообразном изменении температуры необходимы для многих направлений современной промышленности, например для создания космических и гиперзвуковых летательных аппаратов. Разработка математических моделей теплового удара позволит оптимизировать размеры и форму защитных покрытий, тем самым увеличивая износостойкость покрытий и полезную нагрузку соответствующих аппаратов. Поэтому тема диссертации Ненахова Е.В. является **актуальной**.

Диссертационная работа включает разработанные автором математические модели теплового удара для различных режимов нагрева/охлаждения, их программную реализацию и оценку их точности. Автором рассмотрены различные типы граничных условий, выявлены наиболее опасные для материалов режимы нагрева и охлаждения. По результатам работы зарегистрировано три программных комплекса для ЭВМ. Таким образом диссертация Ненахова Е.В. является **практически значимой**.

**Научная новизна** работы состоит в разработке методами обобщённой термомеханики математических моделей теплового удара в условиях локально-неравновесного процесса переноса теплоты с учётом тепловой инерции в уравнении нестационарной теплопроводности.

**Достоверность научных результатов**, полученных Ненаховым Е.В., гарантирована соответствием построенных моделей реальным теплофизическим процессам, сопоставлением результатов с известными результатами других авторов, а также непротиворечивостью результатов, полученных с использованием различных математических моделей.

Работа содержит построение математических моделей теплового удара: модели классическими методами и методами обобщённой термомеханики. Работа содержит построение вычислительных алгоритмов, исследование их устойчивости и аппроксимации. В работе приведены данные о разработке комплекса программ для реализации построенного алгоритма. Содержание работы полностью **соответствует специальности 1.2.2 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**.

Работа Ненахова Е.В. **апробирована** на российских и международных научных конференциях, результаты работы отражены в 10 научных статьях, из них 3 статьи в изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus.

В качестве **замечаний** можно выделить следующие:

1. В формуле (1) иной порядок индексов в дивергенции  $\sigma_{j,i}$ .

Идел документационного  
обеспечения МАИ  
02 12 2021

2. В формуле (2) неверные индексы в левой части  $\epsilon_{ij}$ .
3. Объём автореферата (20 стр.) не соответствует стандарту (16 стр.).
4. Название публикации [1] указано с ошибкой. В Scopus входит переводная версия статьи.
5. В главе 2 рассмотрена математическая модель обобщённой термомеханики, однако время релаксации определяется с помощью численного аналога параболического уравнения теплопроводности. Из автореферата не ясно, по какой причине возможно данное упрощение.
6. Использование однотипных, но различных по смыслу обозначений  $\beta$  и  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  в главе 4 в рамках одной модели (формулы 25-31) не желательно.
7. На странице 4 присутствуют опечатки. В формуле (4) лишние запятые в индексах.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

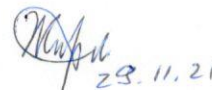
Из представленных в автореферате сведений следует, что поставленная в диссертационной работе цель достигнута. Работа выполнена на высоком научном уровне, содержит важные практические результаты. Диссертация Ненахова Е.В. «Динамические задачи теории теплового удара» соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям, выполненным по специальности 1.2.2 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, требованиям положения о порядке присуждения учёной степени ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Ненахов Евгений Валентинович заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заведующий кафедрой  
«Прикладная математика»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
доктор технических наук, профессор



Кувыркин  
Георгий  
Николаевич

Ассистент кафедры  
«Прикладная математика»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
кандидат физико-математических наук



Журавский  
Александр  
Владимирович

Подписи д.т.н, проф. Кувыркина Г.Н. и к.ф.-м.н. Журавского А.В. заверяю

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана).  
Почтовый адрес: 105005, г. Москва, Рубцовская наб. д. 2/18.  
Телефон: 8 (499) 263-65-41. Электронная почта: [fn2@bmsu.ru](mailto:fn2@bmsu.ru)



Я ЗАВЕРЯЮ

НАЧАЛЬНИКА УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ

НЕНАХОВА О.В.



ТЕЛ. 8-499-263-60-48