

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Гарибяна Бориса Александровича «Математическое моделирование теплофизического эксперимента на основе численных методов расщепления и идентификации», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Решение теплофизических задач невозможно без знания характеристик тел, участвующих в теплообмене. Изучение идёт по двум направлениям: экспериментальному исследованию и теоретическому прогнозу.

Чрезвычайно перспективными являются экспериментальные методы кратковременных измерений теплофизических характеристик веществ и материалов, базирующиеся на стадии иррегулярного теплового режима, с граничными условиями второго рода. В методе мгновенного нагрева линейного источника теплоты исследуемый образец, приведенный в контакт с источником теплоты, зондируется кратковременным температурным полем, где температура источника совмещает функции приемника теплоты, и содержит информацию о свойствах образца. Метод позволяет сократить физический процесс измерений для жидкостей и газов до величин порядка 10^{-4} – 10^{-2} секунд, а для дисперсных материалов – 1 секунды. Можно отметить, что в известных нестационарных методах это время измеряется десятками минут, а в стационарных методах, и вовсе – часами.

Возможности метода мгновенного нагрева линейного источника теплоты, эффективность и ограниченность применения для класса твердых, в том числе дисперсных материалов, было одной из задач диссертанта Гарибяна Б.А.. Идеализированная модель, лежащая в основе экспериментальной методики предполагает нестационарный нагрев бесконечно тонкого линейного источника, расположенного в плоскости раздела полуграниченных сред с разными свойствами. Реальная модель же должна учитывать такие факторы, как: собственная теплоемкость, ограниченность его длины, конечные размеры контактирующих сред, зависимости свойств от температуры, степени дисперсности материала и, самое важное – наличие в тепловой системе контактного сопротивления. Рассмотрение и учет указанных факторов, а также решение задачи о восстановлении коэффициента теплопроводности твердых образцов, на основе математического моделирования процесса теплопереноса, применения численных методов, было задачей диссертанта. Также задачей ставилось развитие методов теоретического прогнозирования теплофизических характеристик переноса в твердых неоднородных материалах, где критерием выступает интеграл «действие».

Считаю, что с поставленными задачами диссертант успешно справился. Вместе с тем наиболее важным, по моему мнению, результатом работы является использование в рамках метода элементарной ячейки обобщенной проводимости – интеграла «действие» или принципа наименьшего «действия». Этот фундаментальный принцип, играющий огромную роль в механике и оптике, несомненно, расширяет возможности прогнозирования теплофизических характеристик дисперсных материалов. Автор работы – Гарибян Б.А. продемонстрировал это в расчетах тепловых свойств неоднородных материалов, в том числе используемых в авиационной технике.

Диссертационная работа посвящена математическому моделированию, разработке приближенно-аналитических и численных методов решения прямых задач теплопереноса и задач идентификации по восстановлению характеристик теплопереноса. Она состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы.

Во введении обоснована актуальность, новизна, поставлены цель и задачи работы, проведен обзор литературных источников.

В первой главе дана исходная физическая постановка задачи оценивания теплофизических характеристик образца в эксперименте, проводимом методом линейного источника, рассмотрены и проанализированы две идеализированные математические модели, лежащие в основе эксперимента, и имеющие аналитическое решение. Обоснована важность математической постановки и решения (с применением методов вычислительной теплопередачи) более сложной задачи теплопереноса в системе «источник-образец-подложка», позволяющей изучить влияние факторов иррегулярной стадии, а также восстановить тепловые свойства образца, сравнением результатов численного решения с данными опыта.

Основные результаты работы содержатся в следующих главах диссертации.

Во второй главе реализована численно математическая модель теплового процесса в системе «источник-образец-подложка» метода мгновенного нагрева линейного источника теплоты. Предложен критерий и дана оценка влияния контактного термического сопротивления на информативную составляющую эксперимента. Предложены методы и реализованы численно соответствующие алгоритмы по идентификации теплопроводности образца.

В третьей главе функционал «действие», являющийся аналогом энергии стационарного электрического поля рассмотрен в качестве характеристики температурного поля и сформирован алгоритм его применения в рамках метода элементарной ячейки теории обобщенной проводимости. Получены новые приближенно-аналитические формулы для эффективной теплопроводности бинарных неоднородных материалов с разными типами структур. Предложены также методика и алгоритм численного определения эффективной теплопроводности с помощью функционала «действие» посредством счета на установление.

В четвертой главе описан, разработанный автором комплекс прикладных программ, позволяющих прогнозировать теплопроводность твердых неоднородных материалов различной структуры. С помощью данного комплекса программ автором получены и проанализированы оценки коэффициента теплопроводности как теоретически – для абстрактных элементарных ячеек, и практически – на основе сеточных зависимостей экспериментальных данных.

Диссертация Гарибяна Б.А. представляет законченную научно-квалификационную работу, выполнена на достойном уровне и имеет большое практическое значение. В мире ежедневно создаются десятки новых материалов, в том числе теплозащитных, и работа, позволяющая прогнозировать их свойства, обладает несомненной ценностью.

Гарибян Б.А. обладает ярко выраженной научной добросовестностью, трудолюбием, хорошо знает математику, ее приближенные и численные методы. Считаю, что диссертант выполнил работу, соответствующую требованиям ВАК, а ее автору – Гарибяну Борису Александровичу может быть присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный руководитель:
д.т.н., проф. кафедры «Физика» МАИ

Г.Г. Спирин

Подпись Спирина Г.Г. заверяю.
Декан факультета
«Прикладная математика и физика» МАИ

С.С. Крылов

