

КОНДУКТИВНЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС В МАТЕРИАЛАХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИНТЕНСИВНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ

А. А. ОРЕХОВ, Л. Н. РАБИНСКИЙ

Московский авиационный институт (НИИ), Российская Федерация

Г. В. ФЕДОТЕНКОВ

Московский авиационный институт (НИИ),

НИИ механики МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

В связи с бурным развитием современных технологий и созданием новых материалов к настоящему времени сформировался достаточно широкий круг задач физики и механики сплошной среды, к которому классические методы решения задач теплопереноса в твёрдых телах в чистом виде не применимы. Интенсивное развитие методов и технологий, позволяющих генерировать и использовать потоки теплового излучения большой мощности и кратковременной длительности, возможность применения концентрированных потоков энергии в различных сферах современных технологий от медицины и биотехнологий до способов создания и обработки современных материалов и разрушения горных пород, приводит к необходимости создания математических моделей сред и элементов конструкций, которые обладают неклассическими усложнёнными свойствами, а также изучения многообразия физико-механических эффектов, сопровождающих воздействие высокоинтенсивных потоков энергии на вещество. Актуальными в настоящее время, остаются задачи построения математических моделей быстропротекающих нестационарных процессов в телах и элементах конструкций с усложнёнными свойствами.

Представлено решение пространственной нестационарной задачи о действии подвижного источника теплового потока, индуцированного воздействием лазерного излучения на поверхность полупространства, с использованием принципа суперпозиции и метода функций влияния. Для описания процесса лазерного нагрева использовано гиперболическое уравнение нестационарной теплопроводности с учётом времени релаксации. Разработан и реализован численно-аналитический алгоритм, позволяющий определять распределение температуры как по поверхности, так и по глубине полупространства. Результаты работы могут быть использованы при определении вклада кондуктивной составляющей в общий теплообмен материалов, подвергающихся воздействию интенсивных тепловых потоков (лазерная обработка поверхности, лазерные аддитивные технологии, обтекание и нагрев материалов высокоэнтальпийными газами и пр.).

На основе обобщённого уравнения гиперболической теплопроводности с учётом времени релаксации построена математическая модель процесса нагрева поверхности полупространства высокоинтенсивным источником потока тепла. С помощью аналитических методов решена трёхмерная нестационарная задача о построении поверхностной функции Грина. Данная математическая модель позволяет определять распределение температуры не только в окрестностях пятна нагрева на поверхности полупространства, но и по глубине, что является важным при моделировании процессов трёхмерной печати, а также при исследовании процессов теплопереноса в материалах, подвергнутых воздействию высокоэнтальпийных потоков газа (например, в условиях аэрогазодинамического обтекания и нагрева деталей и агрегатов скоростных летательных аппаратов).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (код проекта FSFF-2020-0017).

РАЗВИТИЕ МЕХАНИКИ В БЕЛАРУСИ: ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ

Ю. М. ПЛЕСКАЧЕВСКИЙ

Национальная академия наук, г. Минск, Республика Беларусь

В Беларуси механикой занимаются следующие учебные и научные организации: Белгосуниверситет, БНТУ, ОИМ НАН Беларуси, Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси

си, Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, ГНПО порошковой металлургии НАН Беларуси, ГГУ имени Ф. Скорины, БелГУТ, БАТУ, БГТУ, МГТУ.

Они развивают в Беларуси различные разделы механики: механику твердого тела, механику жидкости и газа, механику машин, механизмов, конструкций, строительную механику, механику металлополимерных систем, геомеханику, технологическую механику, динамику и прочность, компьютерную механику, биомеханику, микро- и наномеханику, механику ауксетиков, механику структур и интеллектуальных (умных) материалов.

Финансирование научных исследований осуществляется Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований, в рамках Государственных программ научных исследований, Государственных научно-технических программ, грантами Президента Республики Беларусь.

В Беларуси издаются профильные специализированные научные издания: Известия НАН Беларуси, серии физико-математических и физико-технических наук; Механика материалов и конструкций. Расчеты и моделирование (ИММС НАН Беларуси); Инженерно-физический журнал (ИТМО НАН Беларуси); Механика машин, механизмов и материалов (ОИМ НАН Беларуси); Теоретическая и прикладная механика (БНТУ); Механика. Исследования и инновации (БелГУТ); Вестники, известия и журналы институтов, университетов, академий (Вестник БГУ. Математика. Механика); Трение и износ (ИММС НАН Беларуси); Машиностроение (БНТУ); Актуальные вопросы машиноведения (ОИМ НАН Беларуси).

Для аттестации научных кадров в Беларуси работают советы по защите диссертаций.

1 Д.02.05.07 – 01.02.04 БНТУ Чигарев А. В., Василевич Ю. В.

2 К.02.27.01 – 01.02.04 БелГУТ Старовойтов Э. И.

3 Д.01.15.01 – 01.02.06 ОИМ НАН Беларуси Высоцкий М. С., Моисеенко В. И.

Наши ученые представлены в различных иностранных печатных изданиях: Механика композитных материалов, Латвия, ИМП (Белый В. А., Юркевич О. Р., Плескачевский Ю. М., Михасев Г. И.); Механика композиционных материалов и конструкций, Россия, ИПМ (Старовойтов Э. И.); Российский журнал биомеханики, ПНИПУ (Плескачевский Ю. М., Шилько С. В.); Вестник Саратовского университета. Математика и механика (Старовойтов Э. И)

В Беларуси комплектуются и финансируются программы различного уровня, включающие подпрограммы, задания и проекты по механике; выполняются проекты БРФФИ; издаются соответствующие журналы и сборники; пишутся монографии и учебники; ежегодно проводятся профильные конференции, один раз в три года – Белорусский конгресс по теоретической и прикладной механике; функционируют докторантура и аспирантура, советы по защита диссертаций; работают профильные кафедры и лаборатории, готовятся специалисты, магистры, кандидаты и доктора наук.

В целом развитие механики в Беларуси осуществляется в рамках госпрограмм различного уровня, исследований и разработок научных центров, в русле заложенных традиций, на основе инициативы руководителей профильных организаций, научных школ и отдельных ученых.

Исторически сложилось так, что благодаря осуществляемой на протяжении десятилетий инициативе руководителей и ученых Объединенного института машиностроения НАН Беларуси (именно этот институт через руководимые им программы различного уровня, регулярно проводимые конгрессы и конференции, издаваемый профильный журнал, функционирующий докторский совет стал научным центром координации проводимых в Беларуси исследований и разработок в области механики машин, материалов и конструкций.

Необходимо отметить исследователей БелГУТа, издавших монографии и учебные пособия [1–12] в области механики деформируемого твердого тела.

Список литературы

1 Старовойтов, Э. И. Вязкоупругопластические слоистые пластины и оболочки / Э. И. Старовойтов. – Гомель : БелГУТ, 2002. – 343 с.

2 Старовойтов, Э. И. Локальные и импульсные нагрузки трехслойных элементов конструкций / Э. И. Старовойтов, А. В. Яровая, Д. В. Леоненко. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 367 с.

3 Плескачевский, Ю. М. Деформирование металлополимерных систем / Ю. М. Плескачевский, Э. И. Старовойтов, А. В. Яровая. – Минск : Бел. наука, 2004. – 342 с.

4 Плескачевский, Ю. М. Динамика металлополимерных систем / Ю. М. Плескачевский, Э. И. Старовойтов, А. В. Яровая. – Минск : Бел. наука, 2004. – 386 с.

5 Горшков, А. Г. Механика слоистых вязкоупругопластических элементов конструкций / А. Г. Горшков, Э. И. Старовойтов, А. В. Яровая. – М. : Физматлит, 2005. – 576 с.

- 6 Старовойтов, Э. И. Деформирование трехслойных элементов конструкций на упругом основании / Э. И. Старовойтов, А. В. Яровая, Д. В. Леоненко. – М. : Физматлит, 2006. – 380 с.
- 7 Журавков, М. А. Механика сплошных сред. Теория упругости и пластичности / М. А. Журавков, Э. И. Старовойтов. – Минск : БГУ, 2011. – 543 с.
- 8 Плескачевский, Ю. М. Механика трехслойных стержней и пластин, связанных с упругим основанием / Ю. М. Плескачевский, Э. И. Старовойтов, Д. В. Леоненко. – М. : Физматлит, 2011. – 560 с.
- 9 Starovoitov, E. I. Foundations of the theory of elasticity, plasticity, and viscoelasticity / E. I. Starovoitov, F. B. Nagiyev. – New Jersey – Toronto : Apple Academic Press, 2012. – 346 p.
- 10 Старовойтов, Э. И. Деформирование трехслойных физически нелинейных стержней / Э. И. Старовойтов, Д. В. Леоненко, Л. Н. Рабинский. – М. : МАИ, 2016. – 184 с.
- 11 Старовойтов, Э. И. Трехслойные стержни в терморрадиационных полях / Э. И. Старовойтов, М. А. Журавков, Д. В. Леоненко. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 276 с.
- 12 Журавков, М. А. Математические модели механики твердого тела : учеб. пособие / М. А. Журавков, Э. И. Старовойтов. – Минск : БГУ, 2021. – 535 с.

УДК 517.958

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИБРИРУЮЩЕГО ЦИЛИНДРА, ОБРАЗУЮЩЕГО СТЕНКУ КОЛЬЦЕВОГО КАНАЛА, С ТОРЦЕВЫМ УПЛОТНЕНИЕМ ДАННОГО КАНАЛА

В. С. ПОПОВ, А. А. ПОПОВА

*Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю. А.,
Российская Федерация*

Моделирование взаимодействия жидкости с упругоподатливыми стенками каналов, ее ограничивающими, представляет одно из направлений современной прикладной математики и является важной задачей при рассмотрении проблем безопасности на современном транспорте. Это связано с тем, что такие стенки входят в состав датчиков гидравлических систем, гидродинамических и гидростатических подшипников, систем гашения колебаний, жидкостного охлаждения, гидропривода и подачи топлива. При разработке математических моделей упругие конструкции представляют в виде твердых тел с упругими связями, балок, пластин или оболочек [1–3]. В [4] предложена модель взаимодействия вибрирующего штампа, подпираемого пружиной, с идеальной жидкостью, имеющей свободную поверхность и находящейся в плоском бесконечно длинном канале малой глубины. В [5] проведены натурные эксперименты по определению собственных частот колебаний прямоугольных пластин с различными краевыми опорами, покоящихся на свободной поверхности воды и воздуха. В [6] изучались изгибные колебания консольной балки Эйлера – Бернулли, погруженной в неограниченный объем вязкой жидкости. Исследование колебаний жесткой стенки, имеющей упругую опору, для узкого клиновидного канала, заполненного вязкой несжимаемой жидкостью, проведено в [7]. В работах [8, 9] исследовались колебания упругозакрепленных стенок узкого плоского канала, взаимодействующего с вязкой несжимаемой жидкостью, его заполняющей. Однако в указанных работах не рассматривается случай кольцевого канала, заполненного пульсирующей вязкой жидкостью, и наличия торцевого уплотнения, имеющего упругий подвес.

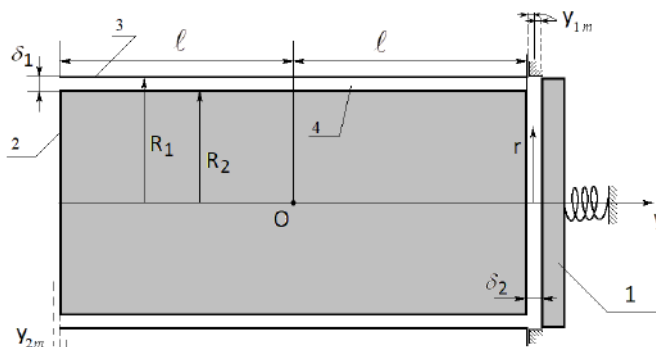


Рисунок 1 – Вид кольцевого канала с торцевым уплотнением, имеющим упругий подвес

Рассмотрим узкий кольцевой канал (рисунок 1). Радиус внутреннего сплошного цилиндра 2 R_2 , а внешнего 3 R_1 . Длина канала $2l$. Размер кольцевого зазора $\delta_1 = R_1 - R_2$ и $\delta_1 \ll R_2$. На правом конце канала имеется торцевое уплотнение в виде диска 1 радиуса R_2 . Узкий торцевой зазор δ_2 . Полагаем, что $\delta_1 / \delta_2 = O(1)$. Торцевой диск имеет упругий подвес и может колебаться вдоль оси канала. Амплитуда его колебаний $y_{1m} \ll \delta_2$. Канал заполнен вязкой несжимаемой жидкостью 4. Левый конец канала примыкает к полости, заполненной той же жидко-