

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
**на диссертационную работу Федотенкова Григория Валерьевича**  
**«НЕСТАЦИОНАРНОЕ КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ**  
**УПРУГИХ ОБОЛОЧЕК И СПЛОШНЫХ ТЕЛ»,**  
**представленную на соискание ученой степени доктора физико-**  
**математических наук по специальности 01.02.04 – Механика**  
**деформируемого твердого тела.**

Диссертационная работа Федотенкова Григория Валерьевича посвящена исследованию процессов нестационарного контактного взаимодействия тонких упругих оболочек с твёрдыми деформируемыми телами. В настоящее время нестационарные задачи механики контактного взаимодействия относятся к числу наименее исследованных. Решение этого класса задач осложняется смешанным и нелинейным характером граничных условий, а также в ряде случаев, неизвестностью заранее положения границ области контакта. В процессе взаимодействия границы области контакта перемещаются во времени. Для определения их положения должна быть решена соответствующая подзадача. Кроме того, область контакта может быть многосвязной за счёт появления и развития зон частичного отрыва граничных поверхностей. Считаю, что тематика диссертационной работы, целями которой являются разработка математических постановок, построение методов и оригинальных алгоритмов решения новых нестационарных контактных задач в плоской, осесимметричной и пространственной постановках **является актуальной** и имеет важное значение для развития современной механики контактного взаимодействия.

**Достоверность** полученных результатов основывается на строгой и корректной постановке задач, применении к решению апробированных математических методов, анализе сходимости разработанных алгоритмов решения для каждого случая. Полученные результаты в частных случаях

Отдел научных служб  
обеспечения МАИ  
«11» 10 2021 г. 1

полностью совпадают с известными результатами других авторов и не противоречат имеющимся физическим представлениям.

**Практическая значимость работы** состоит в возможности использования предложенных методов и алгоритмов в различных отраслях промышленности с целью создания прикладных методик расчета напряженно-деформированного состояния упругих тел и оболочек в процессе нестационарного контактного взаимодействия. Полученные в работе новые функции влияния для оболочек могут быть использованы в качестве фундаментальных решений при разработке и реализации численных методов исследования нестационарных процессов в задачах механики деформируемого твёрдого тела.

**Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**, основывается на использовании строгих математических методов, проведении широких параметрических исследований решений поставленных задач, а также на совпадении полученных результатов с известными численными и аналитическими решениями для частных случаев.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы, включающего 284 наименования. Общий объем диссертации составляет 300 страниц, включая 117 рисунков и 3 таблицы.

**Во введении** сформулированы основные цели и задачи диссертационного исследования, обоснована его актуальность, научная новизна, достоверность, практическая значимость, описаны основные математические методы, используемые при решении задач диссертации. Здесь же приведен список конференций, симпозиумов и других российских и зарубежных научных мероприятий, на которых автором были представлены результаты научных исследований, составляющие предмет диссертации.

**В первой главе** проведён обстоятельный обзор современного состояния исследований в области динамических задач механики контактного взаимодействия, который показывает, что рассматриваемые в работе нестационарные контактные задачи для упругих тел и оболочек исследованы недостаточно. Приведены математические постановки нестационарных контактных задач для оболочек и упругих тел, включающие уравнения движения, кинематические и физические соотношения, начальные условия, граничные условия и условия контакта. Рассмотрены вопросы, касающиеся определения области контакта в нестационарных контактных задачах с подвижными границами. Указан способ сведения математических постановок нестационарных контактных задач к системам разрешающих уравнений. Приведены функции влияния для упругого полупространства.

**Вторая и третья главы** посвящены построению функций влияния для цилиндрических и сферических оболочек. Приведены постановки плоских, осесимметричных и пространственных нестационарных задач о функциях влияния для цилиндрических и сферических оболочек. Дано их решение и проведено исследование функций влияния. Найдены функции влияния для цилиндрических и сферических оболочек без учёта и с учётом наличия упругого заполнителя в плоской и осесимметричной постановке. Построены пространственные функции влияния для цилиндрических и сферических оболочек. Решены плоские, осесимметричные и пространственные нестационарные задачи о воздействии давления на оболочки с учётом и без учета упругого заполнителя.

**В четвёртой главе** рассмотрены плоские и осесимметричные нестационарные контактные задачи с подвижными границами для цилиндрической и сферической оболочки и упругого полупространства, а

также для двух цилиндрических или сферических оболочек с учётом наличия в них упругого заполнителя.

Приведены постановки задач о нестационарном контактном взаимодействии двух цилиндрических или сферических оболочек с учётом наличия в них упругого заполнителя, получены системы разрешающих уравнений. Построены и реализованы численно-аналитические алгоритмы решения. Проведён анализ влияния упругого заполнителя на процесс нестационарного контактного взаимодействия.

**Пятая глава** посвящена решению пространственной контактной задачи с подвижными границами для абсолютно твердого тела и цилиндрической оболочки. Приведена постановка задачи и получена система разрешающих уравнений. Разработан метод решения, справедливый для произвольного этапа нестационарного контактного взаимодействия. Предложен и реализован численно-аналитический алгоритм решения. Приведены примеры расчётов.

#### **Замечания по диссертационной работе и автореферату.**

1. В работе для описания движения оболочек использована модель С.П. Тимошенко, однако было бы интересно рассмотреть решения контактных задач в сравнении с другими моделями оболочек, например, в сравнении с более простой моделью – оболочкой Кирхгофа.
2. При решении нестационарных контактных задач в диссертационной работе принят один тип условий контакта, а именно, контакт в условиях свободного проскальзывания (без трения). На практике зачастую приходится иметь дело и с другими условиями контакта: жестким сцеплением и фрикционным контактом. В работе можно было бы рассмотреть задачи с учётом этих условий контакта.

3. Результатами решения поставленных в диссертации задач являются распределения нормальных напряжений в области контакта, а также перемещения граничных поверхностей взаимодействующих тел. Однако, для практической оценки прочности элементов конструкций необходимо знать все компоненты тензора напряжений внутри твёрдых тел. Эти результаты в работе не приводятся.
4. В автореферате при описании полученных результатов следовало бы указать число удерживаемых членов рядов Фурье в разложении соответствующих функций влияния для оболочек, а также привести данные о количестве итераций, требуемых для получения результатов решения с заданной точностью.

Приведенные замечания имеют рекомендательный характер, не снижают общей положительной оценки работы и не ставят под сомнение достоверность и обоснованность полученных в ней новых научных результатов. Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание работы и хорошо оформлен.

### **Заключение**

Диссертационная работа Федотенкова Григория Валерьевича является законченной научно-квалификационной работой, обладающей новизной, достоверностью, высокой степенью научной значимости. На основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области механики деформируемого твёрдого тела. Работа выполнена на высоком уровне, а полученные автором научные результаты имеют важное значение для развития механики контактного взаимодействия.

Диссертация отвечает всем критериям, предъявляемым к докторским диссертациям, установленным положением «О порядке присуждения



учёных степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), автореферат в полной мере отражает содержание проведённых научных исследований. Автор диссертации, Федотенков Григорий Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент  
Ведущий научный сотрудник  
лаборатории трибологии ФГБУН  
Институт проблем механики им.  
А.Ю. Ишлинского Российской  
академии наук, доктор физико-  
математических наук (код  
специальности 01.02.04 – Механика  
деформируемого твердого тела),  
Профессор РАН

  
Елена Владимировна  
Торская  
06.10.2022.

Адрес: 119526, Москва, пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1

Телефон: 8-495-434-20-90.

E-mail: [torskaya@mail.ru](mailto:torskaya@mail.ru).

Собственноручную подпись Торской Е.В. заверяю.

Ученый секретарь ИПМех РАН, к.ф.-м.н.

  
М.А. Котов  
