

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Феокистовой Елены Сергеевны «Нестационарное контактное взаимодействие абсолютно твёрдого ударника и мембраны при учёте адгезии», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 - «Механика деформируемого твердого тела»

Диссертационная работа Феокистовой Е.С. посвящена исследованию нестационарного контактного взаимодействия абсолютно твёрдого ударника с бесконечной мембраной с учётом сил адгезионного притяжения. Рассматриваются плоская и осесимметричная постановки задачи, анализируются прогибы мембраны и распределение контактного давления в дозвуковом и сверхзвуковом режимах движения ударника.

Актуальность работы не вызывает сомнений. Задачи нестационарного контакта тонкостенных элементов конструкций с жёсткими телами имеют принципиальное значение для расчёта сенсорных мембран, тонких покрытий и других ответственных конструкций, работающих в условиях кратковременных ударных и высокочастотных нагрузок. Учёт адгезионных сил является необходимым шагом при переходе от классических моделей чисто механического контакта к более реалистичному описанию процессов на микро- и наноуровне, а также в задачах, связанных с современными технологиями покрытий, сенсорики и наноинженерии.

Структура и содержание диссертации.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и списка использованных источников. Общий объём работы составляет 99 страниц машинописного текста, включает 48 рисунков и 116 наименований литературы, в том числе современные отечественные и зарубежные публикации, посвящённые контактными задачам с учётом адгезии, динамике тонкостенных элементов и адгезионным моделям.

Во введении обоснована актуальность тематики, сформулированы цель и задачи исследования, приведены объект и предмет исследования, сформулированы

научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дан подробный аналитический обзор работ по нестационарным контактными задачам, в том числе с учётом адгезионных сил, рассмотрены различные модели адгезионного взаимодействия (на основе потенциальных представлений, вариационного подхода, обобщённых контактных схем и др.), проанализированы подходы к описанию нестационарных контактных процессов для мембран, пластин, оболочек и покрытий. На этом фоне сформулированы постановки задач о нестационарном взаимодействии бесконечной мембраны с абсолютно твёрдым ударником в плоской и осесимметричной постановках, заданы граничные и начальные условия, а также условия контакта и адгезионного притяжения.

Во второй главе исследуются нестационарные контактные задачи без учёта адгезии. Построены функции влияния для мембраны в плоской и осесимметричной постановках, рассмотрена задача о действии нестационарного давления на мембрану, введена исходная нестационарная контактная постановка без адгезионной составляющей. На основе введённых допущений проводится переход к задачам Коши для движения ударника в дозвуковом и сверхзвуковом режимах, которые решаются как аналитически, так и численно (с использованием, в частности, методов Рунге–Кутты). Приведены расчётные примеры, позволяющие оценить динамику контактного давления и прогиба мембраны в отсутствие адгезии.

В третьей главе сформулированы и исследованы нестационарные контактные задачи с учётом адгезионных сил. Предлагается подход, основанный на разделении процесса взаимодействия на контактный и адгезионный этапы, при этом адгезионная составляющая вводится в виде дополнительного вклада в контактное давление. На основе полученных аналитических соотношений построен алгоритм вычисления контактного давления и перемещений на произвольных временных интервалах, выполнен сравнительный анализ решений с учётом и без учёта адгезии. Показано, что адгезионное притяжение существенно влияет на глубину проникновения ударника, длительность контакта и форму

распределения контактного давления.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты работы, подчеркнута роль адгезионной составляющей в формировании картины нестационарного контактного взаимодействия, а также обозначены направления дальнейших исследований, включая возможное расширение модели на более сложные геометрии и учёт дополнительных физических факторов.

Научная новизна и практическая значимость. Согласно тексту диссертации, к новым результатам относятся, в частности:

— постановка задач о нестационарном контакте жёсткого ударника с бесконечной мембраной с учётом адгезии в плоской и осесимметричной постановках;

— разработка подхода и алгоритма решения задач о взаимодействии мембраны и ударника при наличии адгезионных сил, основанного на разделении процесса на контактный и адгезионный этапы;

— построение и реализация численных алгоритмов решения задач с учётом адгезии и без неё, а также их верификация путём сравнения с известными решениями и предельными случаями;

— получение аналитического выражения для контактного давления на произвольном временном интервале, что представляет собой важный результат для дальнейших аналитических и численных исследований.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанные модели и методы могут быть использованы при расчётах тонкостенных элементов конструкций, подверженных кратковременным ударным нагрузкам, при моделировании поведения тонких покрытий и мембран с учётом адгезионных эффектов, а также при постановке уточнённых задач для элементов сенсорных систем, нано- и микромеханических устройств.

Достоверность результатов обеспечивается строгой математической постановкой задач, корректным использованием известных методов решения нестационарных контактных задач, анализом предельных переходов и сравнением с решениями для случаев без учёта адгезии, а также согласованностью полученных зависимостей с физическими представлениями о влиянии адгезионных сил на

контакты тонких тел.

Публикации автора соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.1.8. По теме диссертации опубликовано 16 работ, включая 2 статьи в журналах из перечня ВАК и 1 главу в книге, входящей в систему цитирования Scopus, что свидетельствует о хорошей апробации основных результатов исследования.

Замечания по диссертационной работе. Отмечая в целом высокий научный уровень выполненной работы, считаю необходимым высказать ряд замечаний и пожеланий:

1. О выборе и калибровке адгезионной модели. В первой главе приводится обзор работ по адгезионным взаимодействиям, однако при практическом выборе конкретной модели адгезии и параметров (энергия адгезии, характерные длины взаимодействия и т. п.) в дальнейших главах диссертации обсуждение носит преимущественно качественный характер. Было бы полезно более подробно обосновать выбор конкретных параметров адгезионной модели, привести обсуждение возможной связи используемых величин с измеряемыми характеристиками материалов и поверхностей, а также, по возможности, продемонстрировать чувствительность результатов к вариации этих параметров.

2. Влияние начальных и граничных условий. В диссертации рассматривается задача о взаимодействии жёсткого ударника с бесконечной незакрепленной мембраной. Такой подход позволяет получить строгие аналитические решения, однако снижает степень их прямой сопоставимости с реальными конструкциями конечных размеров. Представляется желательным хотя бы в виде ориентировочных оценок обсудить, как учёт конечных габаритов мембраны и различных вариантов её закрепления по контуру (жёсткое, шарнирное, комбинированное) может повлиять на распределение контактного давления и прогибов, а также в какой мере установленные в работе закономерности сохраняются при более приближённых к практике постановках.

3. О практической интерпретации результатов и инженерных рекомендациях. Несмотря на подробный анализ влияния адгезии на контактное давление и перемещения, раздел, посвящённый практической интерпретации

полученных зависимостей и возможным инженерным рекомендациям, выглядит несколько лаконичным. Было бы полезно более явно связать результаты численных расчётов с конкретными типами конструкций (например, защитные экраны, чувствительные мембраны датчиков, тонкие покрытия), указать возможные диапазоны параметров, при которых учёт адгезии принципиально важен, и сформулировать хотя бы качественные рекомендации для инженера-практика по учёту адгезионных эффектов в расчётах.

Следует подчеркнуть, что высказанные замечания не умаляют научной ценности диссертационной работы и носят характер пожеланий, связанных с дальнейшим развитием и углублением полученных результатов.

Диссертационная работа Феокистовой Елены Сергеевны «Нестационарное контактное взаимодействие абсолютно твёрдого ударника и мембраны при учёте адгезии» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на хорошем научном уровне. Работа содержит новые научные результаты в области нестационарных контактных задач механики деформируемого твёрдого тела с учётом адгезионных сил, отличающиеся научной новизной и имеющие теоретическое и практическое значение.

По своему содержанию, объёму проведённых исследований, степени обоснованности полученных результатов и их апробации диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твёрдого тела», а её автор, Феокистова Елена Сергеевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук,
Начальник отдела нагрузок и
аэроупругости управления прочностью
инженерного центра
ООО «АУРУС-АЭРО»



А. В. Хомченко

02.12.25

Научная специальность, по которой защищена диссертация:

1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела».

Подпись Хомченко Антона Васильевича удостоверяю:

Заместитель начальника отдела

по работе с персоналом

ООО «АУРУС-АЭРО»

Г. И. Маскинская

Полное наименование организации:

Общество с ограниченной ответственностью «АУРУС-АЭРО».

Адрес места работы: 125315, г. Москва, Ленинградский просп., 72, корп. 3.

Телефон: нет. E-mail: office@aurus-aero.ru

Генеральный директор

ООО «АУРУС-АЭРО»



А. В. Степин

ГЛАВНЫЙ БУХГАЛТЕР
ООО «АУРУС-АЭРО»
КУЗЬМЕНКОВА Г. Л.
ДОВ. № 2 ОТ 09.01.2025

С отзывом ознакомлена
04.12.2025