

УТВЕРЖДАЮ

**Проректор по НИР и ИД ДГТУ
д.ф.м.н., профессор**



Сушинов А. И.

«21» февраля 2017 г.

Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу

Степанова Федора Игоревича «Пространственная контактная задача с трением для вязкоупругих тел», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.04 – механика деформируемого твердого тела

1. Актуальность темы диссертационной работы.

Диссертация Степанова Ф.И. посвящена трехмерному моделированию скольжения твердых тел гладкой формы по поверхности полупространства, обладающего реологическими свойствами с учетом касательных напряжений в области контакта. Широкое распространение в технике материалов, обладающих вязкоупругими свойствами, а также сложность и недостаточная изученность рассматриваемого процесса определяет несомненную актуальность данного исследования.

2. Научная новизна исследования и полученных результатов.

Научная новизна определена следующим:

- в работе решены трехмерные контактные задачи о скольжении жестких инденторов по вязкоупругому полупространству с учетом трения в области контакта;
- проведен анализ напряженно деформированного состояния, как, в области контакта, так и в полупространстве;
- проведен анализ взаимного влияния двух инденторов на контактные характеристики в зависимости от расстояния между ними и скорости скольжения.

3. Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов.

Обоснованность и достоверность полученных теоретических и прикладных результатов и выводов обеспечивается использованием современного математического аппарата механики деформируемого твердого тела и надежных численных методов, а также сопоставлением получаемых решений, в некоторых предельных случаях, с известными результатами.

4. Научная и практическая ценность основных положений диссертации.

Научная значимость работы состоит в том, что проведен анализ контактного взаимодействия одного и двух инденторов с вязкоупругим пространством с учетом сил трения, практическая значимость работы состоит в том, что полученные результаты могут быть применены для расчета характеристик некоторых реальных трибосопряжений и оценки прочностных характеристик контактирующих в них материалов.

5. Соответствие автореферата диссертации.

Автореферат соответствует требованиям ВАК и в правильно отражает основное содержание диссертации.

Структура и содержание работы.

Диссертация состоит из введения, 3-х глав, заключения и списка используемой литературы. Ее общий объем составляет 83 страницы, количество

иллюстраций – 29, а список литературы состоит из 79 наименований.

Во введении приводится обзор наиболее значимых экспериментальных и теоретических работ, касающихся темы диссертации, обосновывается ее актуальность и основные цели. Также приведены публикации автора по теме диссертации, список докладов на конференциях, в которых были представлены основные результаты. Во введении также описана структура работы.

В **первой главе** рассматривается контактная задача об установившемся скольжении жесткого индентора параболической формы по границе вязкоупругого полупространства с учетом касательных напряжений в области контакта. Модель материала описывается интегральным оператором Вольтера с экспоненциальным ядром релаксации, характеризуемым спектром времен релаксации и последствия. Решение контактной задачи осуществляется численно-аналитическим методом граничных элементов. На основании расчетов с использованием специально разработанной программы, проводится анализ зависимости контактного давления, площадки контакта, а также деформационной составляющей коэффициента трения от величины касательных напряжений в области контакта, а также других входных параметров задачи. Также приводится описание расчета внутренних напряжений внутри полупространства и анализ зависимости растягивающих-сжимающих, а также максимальных касательных напряжений от коэффициента Пуассона, коэффициента трения и скорости скольжения индентора.

Во **второй главе** рассматривается контактная задача об установившемся скольжении жесткого индентора параболической формы по границе вязкоупругого полупространства при наличии двух сосредоточенных сил, приложенных к границе полупространства и движущихся впереди и позади индентора. Предложен численно-аналитический метод решения задачи, проведен анализ зависимости контактного давления и площадки контакта от скорости скольжения, а также расстояния между центром индентора и точками приложения сосредоточенных сил. В результате анализа был обнаружен новый эффект, который заключается в разделении площадки контакта индентора на две подобласти.

В **третьей главе** рассматривается контактная задача об установившемся

скольжении по вязкоупругому полупространству системы состоящей из двух жестких параболических инденторов при наличии касательных напряжений в области контакта. Предложен численный алгоритм, позволяющий решать контактную задачу, учитывая взаимное влияние инденторов. Представлен анализ распределения контактного давления и деформационной составляющей силы трения от различных входных параметров задачи. Также приведен анализ максимальных касательных напряжений внутри полупространства. Также обнаружен эффект разделения площадки контакта у индентора, скользящего позади, возникающий при определенных входных параметрах задачи.

В заключении приведены все основные результаты исследования.

Публикации основных результатов диссертации в научной печати.

Результаты работы опубликованы в 8 работах, четыре из них – в печатных изданиях, рекомендованных ВАК, в одной из которых соискатель единственный автор.

Замечания по диссертационной работе.

1. На странице 16 при написании формулы (1.3) следовало бы подчеркнуть изотропность рассматриваемого вязкоупругого полупространства.

2. При постановке задач в главе 2 и главе 3 в формулах (2.1) и (3.1) следовало бы уточнить, что под w в (2.1) w_1 , w_2 в (3.1) подразумевается вертикальное смещение границы полупространства, обусловленное воздействием конкретного индентора, а не абсолютное значение перемещения полупространства, как это можно понять из постановки.

3. Следовало бы пояснить вывод формулы (1.14) на странице 25, происхождение которой не очевидно.

4. На стр. 23, 24 описана численная процедура определения области контакта, использование неравномерной сетки на границе могло бы повысить точность расчетов.

5. Работа оформлена аккуратно, но есть ряд редакционных замечаний, например, формулы (1.15) и (1.16) нужно было разделить на две группы.

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и в целом не влияют на положительную оценку работы.

Заключение о работе.

Рассматриваемая диссертация соответствует специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития теории контактных задач для вязкоупругих тел, содержит новые научные результаты, выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842. Ее автор, Степанов Федор Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 - «Механика деформируемого твердого тела».

Отзыв утвержден на расширенном заседании кафедры «Теоретическая и прикладная механика», протокол № 6 от 17 февраля 2017 г.

Отзыв составил:

Соловьев Аркадий Николаевич,
доктор физ.-мат. наук, доцент,
заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная механика» ДГТУ
e-mail: solovievarc@gmail.com
тел.: +7 9045041638

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» (ДГТУ),

344000, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1.

Тел: +7 (863) 273-85-66, Веб-сайт: <http://donstu.ru>, e-mail: reception@dstu.edu.ru

Подпись Соловьева А.Н. заверяю:
Ученый секретарь Ученого совета ДГТУ,



В.Н. Анисимов