

**О Т З Ы В**  
**официального оппонента на диссертационную работу**  
**Оконечникова Анатолия Сергеевича**  
**«Нестационарное движение сосредоточенной нагрузки по границе упругой**  
**полуплоскости», представленную на соискание ученой степени**  
**кандидата физико-математических наук по специальности**  
**01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.**

Развитие современной техники стимулирует повышенный интерес к исследованиям процессов деформирования элементов конструкций, работающих при динамических внешних воздействиях, в том числе, в аварийных ситуациях. Наряду с проведением экспериментов и разработкой численных методов важную роль здесь играют аналитические исследования. Решения, полученные аналитически, ценны не только сами по себе. С их помощью можно проводить тестирование численных алгоритмов, кроме того, они могут являться важной составной частью сложных вычислительных процедур. Несмотря на достигнутые успехи в этой области, многие вопросы остаются изученными не достаточно. Среди них – задачи об исследовании переходных волновых процессов в деформируемых телах, подверженных воздействию подвижных нагрузок. Таким образом, несомненна **актуальность** темы диссертации А.С. Оконечникова, **целью** которой является построение аналитического решения нестационарной динамической задачи о воздействии движущейся нагрузки на упругую полуплоскость и исследование особенностей ее динамического поведения при разных исходных параметрах. Автор диссертации является последователем известной научной школы А.Г. Горшкова, Д.В. Тарлаковского.

**Содержание** диссертации составляют введение, три главы, заключение и список литературы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, указано, в чем состоит ее новизна и практическая значимость, сформулирована цель работы и изложена ее структура.

В первой главе представлен краткий обзор известных публикаций, относящихся к теме диссертации. Дана математическая постановка плоской нестационарной задачи динамики однородной изотропной линейно-упругой среды, введена система безразмерных величин. Далее сформулирована математическая постановка нестационарной задачи о движении сосредоточенной нормальной нагрузки по границе упругой полуплоскости. Исходное состояние полуплоскости невозмущенное, а нагрузка прикладывается в начальный момент времени к свободной границе и описывается с помощью обобщенной дельта-функции Дирака. Дано представление нормального перемещения на границе полуплоскости в виде двойного интеграла – свертки по времени и координате вдоль границы полуплоскости с ядром – поверхностной функцией Грина (функцией влияния). С учетом свойств этого ядра выражение для нормального перемещения сведено к однократному интегралу по времени.

Во второй главе рассмотрен случай, когда нагрузка движется по границе полуплоскости с постоянной скоростью. В этом случае выражение для нормального перемещения на границе полуплоскости получено для трех характерных режимов движения нагрузки: сверхзвукового (нагрузка движется

быстрее скорости продольной упругой волны), трансзвукового (скорость нагрузки лежит строго между скоростями поперечной и продольной упругой волны) и дозвукового (скорость нагрузки меньше скорости поперечной упругой волны). С использованием теории обобщенных функций автором доказаны три утверждения, касающиеся вычисления интегралов, входящих в интегральное представление решения, а также их особенностей. Для всех режимов движения нагрузки проведен подробный анализ построенного решения, в результате которого изучен характер его поведения вблизи фронтов продольных и поперечных волн, а также фронта волны Рэлея и движущейся нагрузки. Кроме того, исследован характер решения при трех критических режимах, т.е. когда нагрузка движется со скоростью продольной волны, поперечной волны или волны Рэлея. Приведены результаты вычислений при конкретных исходных данных.

Третья глава посвящена задаче о движении нагрузки вдоль границы полуплоскости по произвольному временному закону. Автором разработан численно-аналитический метод ее решения, основанный на линейной интерполяции закона движения нагрузки, когда соответствующая функция времени приближается многозвенной ломаной. Таким образом, задача сводится к решению конечного множества задач (соответственно числу звеньев) при нагрузке, движущейся с постоянной скоростью. Приведены результаты вычислений для случая равноускоренного движения нагрузки при интерполяции закона движения трехзвенной ломаной.

**В заключении** кратко сформулированы основные результаты работы.

**В качестве основных результатов диссертации отметим следующие.**

1. Построено аналитическое решение нестационарной динамической задачи о действии сосредоточенной нагрузки, движущейся с постоянной скоростью по границе упругой полуплоскости.
2. Проведен подробный анализ полученного решения во всем диапазоне изменения скорости движения нагрузки.
3. Предложен метод и разработан соответствующий алгоритм решения задачи о действии на границе полуплоскости сосредоточенной нагрузки, движущейся по произвольному временному закону.

Можно утверждать, что в диссертации получены **новые** интересные результаты. Они имеют **научную и практическую** ценность не только сами по себе, но также могут использоваться для тестирования численных методов.

**Обоснованность и достоверность** результатов диссертации обеспечивается корректностью математической постановки задачи и применением строгого математического аппарата.

**По работе имеются следующие замечания:**

1. При общей формулировке плоской динамической задачи для упругой среды в безразмерном виде используется характерный линейный размер. Следовало бы пояснить, что именно берется в качестве такого размера в задаче о движении сосредоточенной нагрузки по границе полуплоскости.

2. Для случая, когда координата точки приложения нагрузки изменяется во времени по произвольному закону, предлагается соответствующую функцию времени интерполировать многозвенной ломаной. Приведен пример, где выполнены исследования на основе трехзвенной ломаной. Однако нигде не

обсуждается вопрос о сходимости результатов при увеличении количества звеньев таких ломаных.

3. В диссертации подробно исследовано динамическое поведение перемещения только по нормали к границе полуплоскости. Но было бы интересно и вполне естественно сравнить его с перемещением вдоль этой границы. Также было бы весьма интересно рассмотреть случай распределенной нагрузки, когда в поведении перемещений исчезают сингулярности. Данное замечание следует расценивать, скорее, как пожелание автору диссертации в его дальнейшей работе.

4. В тексте диссертации имеются некоторые стилистические погрешности, кроме того, на стр. 27 комментарий к обозначениям линий на рис. 3 не вполне соответствует чертежу.

Сделанные замечания не снижают высокой оценки работы А.С. Оконечникова, которая изложена достаточно подробно и хорошо оформлена.

**Заключение.** Диссертационная работа А.С. Оконечникова выполнена на высоком научном уровне. Она представляет собой законченное исследование, в котором получены важные результаты в области динамики линейно-упругих тел. Автореферат правильно и полно отражает ее содержание, основные результаты отражены в 14 публикациях, из которых 2 – в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ. Рецензируемая работа соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Оконечников Анатолий Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент  
доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник  
НИИ Механики МГУ им. М.В.Ломоносова  
119192 Москва, Мичуринский проспект, д. 1  
(495)939-55-12, [serp56@imec.msu.ru](mailto:serp56@imec.msu.ru)  
7 декабря 2015 г

 Пшеничнов  
Сергей Геннадиевич

Подпись д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника  
С.Г. Пшеничнова подтверждаю.

Директор НИИ Механики МГУ  
академик РАЕН

 Ю.М. Окунев

