

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Дудченко Александра Владимировича «Анализ и оптимизация параметров вертикальных сейсмических барьеров при учёте диссипации энергии», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого тела».

Работа посвящена актуальной задаче динамики сооружений и сейсмостойкого строительства, связанной с защитой зданий и сооружений от вибраций естественной и искусственной природы. **Основным предметом исследования** является распространение поверхностных волн Рэлея в грунте и их взаимодействие с вертикальными сейсмическими барьерами с учётом упругопластических свойств грунта при разных значениях деформации сдвига в грунте.

Основная идея диссертационной работы заключается в возможности создания вертикального барьера в грунте, который может быть использован в качестве средства защиты от вибраций естественной и искусственной природы, переносимых поверхностными волнами Рэлея. На основании этого, **целью работы** является определение оптимальных параметров барьера, обеспечивающих максимально возможное снижение вибраций в защищаемой зоне и определение уровня сдвиговых деформаций при котором барьер может быть наиболее эффективен.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью создания альтернативных методов вибрационной защиты от вибраций естественной и искусственной природы. Это связано с тем, что в условиях плотной городской застройки часто бывает невозможно проложить новую линию метрополитена или железнодорожного транспорта на достаточном расстоянии от существующих жилых и общественных зданий, обеспечивающем выполнение требований норм по допустимому уровню шума и колебаний. При этом, часто возникает необходимость строительства вблизи существующих источников вибрации, что потребует включение в проект защитных мероприятий.

В случае вибрационного воздействия высокой интенсивности (взрывы и землетрясения) современные методы и системы защиты, как правило, обеспечивают сохранность несущих конструкций зданий и сооружений при воздействиях такого рода. Однако в некоторых случаях они оказывались неэффективными. Автором рассмотрен метод защиты от поверхностных волн с помощью вертикальных сейсмических барьеров. Данный метод позволяет снизить амплитуду перемещений в защищаемой зоне до 2.2 раз, тем самым уменьшая уровень вибрации и шума при защите от искусственных источников вибрации, а также сохранить несущие конструкции в случае землетрясений.

Содержание диссертации включает в себя титульный лист, введение, 4 главы, выводы и список литературы из 136 наименований. Общий объём диссертации составляет 142 страницы, который включает в себя 74 рисунка и 6 таблиц. По теме диссертации автором опубликовано 10 научных статей, из них 2 статьи напечатаны в журналах из перечня ВАК и 1 статья напечатана в журнале, входящем в базу данных Web of Science.

Во введении показаны актуальность, практическая и теоретическая значимость, новизна исследования, а также объект, предмет и задачи исследования.

В первой главе выполнен обзор существующих работ по теме диссертационного исследования. Выделены основные типы источников вибрации в строительстве и основные характеристики вибрационного воздействия, генерирующегося этими источниками. Для рассмотренных типов источников показано, при каких условиях появляются волны Рэлея и в каких случаях они являются основной компонентой вибрационного воздействия на здание или сооружение. Приведено теоретическое и экспериментальное обоснование принципа работы вертикального сейсмического барьера, заключающегося в рассеянии и отражении энергии поверхностных волн Рэлея на барьере. Приведены основные результаты теоретических и экспериментальных работ по взаимодействию волн Рэлея с вертикальными барьерами.

Во второй главе приводится строгая математическая формулировка задачи о взаимодействии вертикального сейсмического барьера с поверхностными волнами Рэлея. Приведены определяющие соотношения для упругой и упругопластической

постановок задачи. Определён основной набор безразмерных параметров барьера и его материала, определяющих снижение вибраций в защищаемой зоне за барьером и введён коэффициент редукиции, определяющий количественное значение этого снижения. Рассмотрены основные особенности поведения грунта при динамических воздействиях разного уровня, на основании чего определён допустимый диапазон сдвиговых деформаций в грунте для упругой постановки задачи и выбрана модель Мора –Кулона для моделирования упругопластического поведения грунта при высоких сдвиговых и остаточных деформациях при распространении воздействия.

В третьей главе приведены результаты численного моделирования взаимодействия вертикального сейсмического барьера с поверхностными волнами Рэлея при упругом поведении грунта и материала барьера. На основании полученных зависимостей коэффициента редукиции от геометрических параметров барьера и механических параметров его материала даны рекомендации по практическому проектированию вертикального барьера.

В четвёртой главе разработан алгоритм оптимизации параметров вертикального сейсмического барьера и даётся его конечно-разностная формулировка для практической реализации в программных комплексах. Также показаны результаты численного моделирования взаимодействия вертикального сейсмического барьера с поверхностными волнами Рэлея с учётом неупругого характера деформирования грунта при разных уровнях сдвиговых деформаций в грунте.

Достоверность положений, выводов и рекомендаций диссертации, их научная новизна, обоснованность и соответствие критериям, предъявляемым к диссертациям

Основные положения диссертации апробированы на шести международных конференциях. Научные результаты достаточно полно изложены в 10 научных публикациях, из которых 2 статьи напечатаны в журналах из перечня ВАК и 1 статья напечатан в журнале, входящем в базу данных Web of Science.

Достоверность полученных результатов определяется тем, что задача поставлена на основании фундаментальных положений механики сплошной среды и механики грунтов. При этом для её решения использовался верифицированный

и апробированный в других задачах механики программный комплекс SIMULIA Abaqus FEA с верификацией расчётных моделей на имеющихся экспериментальных данных и зависимостях, полученных в рамках полевых и лабораторных испытаний, а также теоретических результатах, полученных решением сходных задач аналитически либо с помощью других численных подходов.

Научная новизна работы заключается в проведенном численном моделировании взаимодействия вертикальных сейсмических барьеров с поверхностными волнами Рэлея на основании, которого выявлены и проанализированы основные параметры вертикального сейсмического барьера, определяющие снижение вибраций в защищаемой зоне. Предложена методика оптимизации барьера, реализованная в конечно-разностной форме для реализации в программных комплексах и последующего практического проектирования барьера. На основании численного моделирования с учетом упругопластических свойств грунта определён диапазон применимости барьера и предложенный методики оптимизации.

Практическая и теоретическая значимость работы определяются возможностью использования полученных результатов для практического проектирования вертикальных сейсмических барьеров для защиты от вибраций, переносимых волнами Рэлея. При низком уровне колебаний (транспорт, тяжёлое оборудование и др.) это позволит снизить затраты на строительство и проектирование, а также защитить уже существующие здания и сооружения. В случае же высокого уровня колебаний, соответствующего землетрясениям и взрывам, данный метод позволит сохранить несущие конструкции зданий и сооружений, что позволит обеспечить безопасность находящихся в них людей и снизить экономические потери.

Выявленные замечания по диссертации

- 1) При вибрационном воздействии высокой интенсивности возможен переход материала барьера в пластическое состояние, что может привести к повышению его эффективности за счёт неупругих деформаций самого барьера, что не показано в работе;
- 2) Не учтено влияние вязкоупругих свойств материала барьера и грунта при

вибрациях низкой интенсивности;

- 3) Необходимо более детальное описание используемых неотражающих границ в моделях, также стоит указать их достоинства и недостатки;
- 4) Содержатся синтаксические и стилистические ошибки.

Данные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей ценности работы.

Выводы

Диссертационная работа Дудченко А.В. «Анализ и оптимизация параметров вертикальных сейсмических барьеров при учёте диссипации энергии» является законченным научным исследованием. Актуальность, научный уровень, а также практическая и теоретическая значимость данного исследования отвечают критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций кандидата технических наук. В автореферате диссертации достаточно полно отражено основное содержание диссертационной работы. Её автор, Дудченко А.В, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 -механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник Института
физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН
Галыбин Александр Николаевич

А.Н.Галыбин

Адрес места работы: Россия, Москва, Большая Грузинская улица, 10, стр. 1
E-mail: a.n.galybin@gmail.com;
Тел.: +7(915)007-11-51

Научная специальность, по которой защищена докторская диссертация: 25.00.10
«Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

