

строительства. Воздействия высокой интенсивности (взрывы, землетрясения) порой «пробивают» существующие системы защиты, которым не удается обеспечить сохранность конструкций. Для примера можно привести землетрясения в Порт-о-Пренс (Гаити, 2010), одним из последствий которого было разрушение президентского дворца, оборудованного системами сейсмозащиты. Другим примером является известная авария на АЭС Фукусима (2011), где после расчистки обнаружилось магистральные трещины в покрывающих плитах значительной толщины, явно вызванных землетрясением.

Общей проблемой для обоих типов волновых воздействий является невозможность защиты подземных конструкций, на которые воздействие передаётся непосредственно, а также сложность монтирования систем защиты в существующих зданиях и сооружениях. Таким образом, актуальность анализа и разработки средств защиты от волновых воздействий естественной и искусственной природы, позволяющие устранить описанные выше недостатки, сомнений не вызывает.

Содержание диссертации.

Диссертация состоит из титульного листа, оглавления, введения, 4-х глав, выводов и списка литературы из 136 наименований. Общий объём диссертации составляет 142 страницы, содержащие 74 рисунка и 6 таблиц.

Автореферат диссертации достаточно правильно и полно отражает основное содержание диссертационной работы.

В первой главе выполнен обзор теоретических исследований по рассеянию энергии объёмных и поверхностных упругих волн на препятствиях и неоднородностях в сплошной среде (в том числе на поверхности полупространства), а также обзор экспериментальных и теоретических исследований по защите от вибраций, переносимых поверхностными волнами, с помощью вертикальных барьеров разного вида.

Во второй главе рассмотрены основные методы и модели механики гранулированных сред, применяемые для решения статических и динамических задач. Приведены определяющие соотношения для гиперупругих, а также упруго-

пластичных сред (модели на основе подходов Мора-Кулона, Друкера-Прагера и Кэм-Клей). Проведён их сравнительный анализ и оценка влияния численных параметров, используемых для обеспечения сходимости процедуры решения. Рассмотрена возможность аппроксимации реального характера деформирования грунта с помощью этих моделей и их сравнение с наиболее точными современными подходами.

В третьей главе рассмотрены результаты численного моделирования взаимодействия поверхностных сейсмических волн с вертикальным сейсмическим барьером с использованием плоских и пространственных моделей при упругом характере деформирования материала грунта и барьера. Проведён анализ влияния геометрических параметров барьера и механических характеристик его материала.

В четвёртой главе приведена методика оптимизации вертикального сейсмического барьера для практического проектирования при заданных инженерно-геологических условиях и расчётном вибрационном воздействии, позволяющая учесть возможные ограничения на объём материала барьера либо уровень вибраций в защищаемой зоне. Также проведён анализ влияния пластических свойств грунта при разных уровнях сдвиговых деформаций.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе.

Достоверность обоснована использованием фундаментальных положений механики сплошной среды, механики грунтов, теорий упругости и пластичности. В качестве основного средства численного моделирования использован программный комплекс Abaqus FEA, верифицированный и апробированный на других задачах механики грунтов и механики сплошной среды. Кроме того, результаты, полученные в ходе диссертации, подтверждаются результатами проведённых ранее экспериментальных исследований по данной тематике.

Основной материал диссертации был апробирован в виде докладов на шести международных конференциях и, насколько мне известно, докладывался на семинарах в Институте проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН и на кафедре сопротивления материалов ФГБОУ ВО НИУ МГСУ. Основные научные

результаты достаточно полно изложены в 10 публикациях (из которых 2 статьи в журналах перечня ВАК и 1 статья – в журнале, входящем в базу данных Web of Science).

Научная новизна работы.

Новыми можно считать следующие результаты: проведение численного моделирования взаимодействия волн Рэлея с вертикальным сейсмическим барьером с учётом и без учёта нелинейного характера деформирования грунта; а также рекомендации по применению этого метода защиты от поверхностных волн. Кроме того, предложена и реализована в конечно-разностной форме методика оптимизации вертикального сейсмического барьера для практического применения.

Основная практическая и теоретическая ценность.

Основная ценность состоит в возможности усовершенствовать сейсмическую защиту в виде вертикальных сейсмических барьеров на пути распространения поверхностных волн. Для этой цели выработан ряд рекомендаций, и предложен способ оптимизации параметров барьера при заданных инженерно-геологических условиях, учитывающий возможные ограничения на размер (объём) барьера или допустимый уровень вибраций в защищаемой зоне. Также оценен возможный диапазон сдвиговых деформаций, при котором барьер сохранит свою эффективность.

Замечания по диссертационной работе.

1. В работе не приведены использованные типы конечных элементов для линейно упругой и упруго-пластической задач. Также имело бы смысл привести вид конечно-элементных сеток для плоской и трехмерной модели.
2. Недостаточно подробно рассмотрен вопрос сходимости процедуры решения для упругопластической задачи при уменьшении масштаба дискретизации.

3. Рассмотрено распространение волн Рэлея в однородном полупространстве и естественно было бы развить изложенную методику на случай неоднородного (слоистого) грунта для оценки эффективности барьера.
4. В работе рассмотрена задача для гармонической нагрузки во временной области и другим естественным развитием работы был бы переход из временной в частотную область. Желательно было бы уточнить методику оценки эффективности барьера при таком переходе.
5. Для моделирования нелинейного поведения необходимо составить более детальную диаграмму модели (источник вибрации, зона наблюдения, пластические зоны) и провести параметрический анализ волнового поля по глубине и с увеличением расстояния от барьера.
6. Для сокращения размера расчетной области при моделировании использовались неотражающие граничные условия (глава 3). По всей видимости, автор брал некие «стандартные» условия, заложенные в конечно-элементный пакет. Однако это тонкий вопрос и следовало бы осветить его более детально.
7. В обзоре почему-то отсутствуют ссылки на близкие работы по изучению распространения и дифракции поверхностных волн, выполненных в южно-российской школе механики (В.А. Бабешко, Е.В. Глушков, Н.В. Глушкова и др.).
8. По работе также можно сделать несколько формально-редакционных замечаний по стилю некоторых формулировок, оформлению ссылок и пр.

В целом, приведенные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

Заключение.

Диссертационная работа Дудченко А.В. «Анализ и оптимизация параметров вертикальных сейсмических барьеров при учёте диссипации энергии» представляет собой законченное научное исследование. Актуальность, научный уровень, а также практическая и теоретическая значимость данного исследования отвечают критериям, установленным Положением о присуждении ученых

степеней (постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013г. для диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук). Соискатель заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 -механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент,
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры математического анализа ИПСС,
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Российский университет транспорта"
/ФГА ОУ ВО РУТ (МИИТ)/
Захаров Дмитрий Дмитриевич

Д.Д. Захаров

Адрес места работы: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д 9, стр. 9
E-mail: dd_zakh@mail.ru;
Тел.: +7(903) 215-58-17

Научная специальность, по которой защищена кандидатская диссертация: 01.02.04
«Механика деформируемого твердого тела»

Подпись Захарова Д.Д. заверяю.
Ученый Секретарь учёного совета
ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)

Соловьёв В.П.

Подпись руки Захаров Д.Д. и Соловьёв В.П.
Заверяю _____
Начальник Отраслевого центра подготовки
научно – педагогических кадров
высшей квалификации _____ С.Н. Коржин

