

Секция «Математика и механика»

**Исследования эффективности применения вертикальных сейсмических барьеров**

*Дудченко Александр Владимирович*

*Студент*

*МГСУ- Московский Государственный Строительный Университет, Институт фундаментального образования, Москва, Россия*

*E-mail: aleks\_dud@mail.ru*

Современные методы и системы сейсмической защиты обеспечивают достаточный уровень сейсмостойкости для зданий и сооружений и, как правило, позволяют им переносить землетрясения расчетной интенсивности без обрушения. Однако, известны случаи обрушения зданий, оборудованных системами сейсмозащиты при действии нагрузок равных или даже меньших чем расчетные. Примером этого может являться землетрясение, произошедшее в 1995г. в г.Кобэ (Япония), магнитудой 6.9 баллов по шкале Рихтера. Во время данного землетрясения было разрушено практически 180000 зданий, причем многие из них были оборудованы современными системами сейсмозащиты. Все эти катастрофы заставляют вести поиски альтернативных методов сейсмической защиты зданий и сооружений, одним из которых является метод вертикальных сейсмических барьеров.

Кроме того, необходимость поиска альтернативных средств сейсмозащиты диктуется необходимостью защиты уже существующих, но не оборудованных данными средствами уникальных зданий и сооружений, а также памятников, не позволяющих проводить меры по их защите с помощью существующих методов. В данных случаях, судя по всему, единственно возможным способом защиты является барьер в грунте, окружающий этот объект.

Изучение характеристик произошедших землетрясений, а так же исследование природы и закономерностей распространения сейсмических волн в грунтах различных типов позволило сделать вывод о возможности использования вертикального сейсмического барьера как одного из оптимальных конструктивных решений, позволяющих существенно уменьшать амплитуду сейсмических волн в защищаемой территории и приходящую от них энергию.

Решение задачи о взаимодействии сейсмических волн с барьером проводилось с помощью метода конечных элементов в программном комплексе Abaqus 6.12. Было смоделировано плоское напряженное состояние в пластине размером 230x150, вдоль вертикальной оси  $Y$  было задано условие симметрии относительно оси  $Y$ , на свободной горизонтальной поверхности вдоль оси симметрии приложена точечная гармоническая нагрузка с круговой частотой 0.5 рад/с, вызывающая гармонические колебания на свободной поверхности, на двух других участках заданы неотражающие границы. На расстоянии 60 от оси симметрии был смоделирован вертикальный барьер высотой и толщиной  $d$ . Задача решалась с помощью явной разностной схемы второго порядка точности.

Проведено исследование влияния параметров материала из которого изготовлен барьер и геометрических параметров барьера на его эффективность, точнее исследовались магнитуды перемещений и кинетическая энергия за барьером в зависимости от

материала и формы барьера.

Переменные варьировались следующим образом:

- 1) Коэффициент Пуассона материала барьера от 0 до 0.5 с шагом 0.1.
- 2) Отношение модуля упругости материала барьера к модулю упругости среды от 0.01 до 100 с шагом 10, приняв.
- 3) Отношение плотности барьера к плотности среды от 1 до 5 с шагом 1.
- 4) Круговая частота возбуждающей силы от 0.1 рад/с до 1 рад/с с шагом 0.1 рад/с при постоянных значениях модуля упругости и коэффициента Пуассона материала барьера и окружающей среды.

В результате исследования можно сделать следующие выводы:

- 1) Изменение коэффициента Пуассона практически не влияет на эффективность барьера.
- 2) Эффективность вертикального барьера проявляется в зоне, расположенной на расстоянии от до от барьера в зависимости от его параметров.
- 3) Увеличение плотности барьера по отношению к плотности среды при модуле упругости барьера больше или равном модулю упругости среды уменьшает количество энергии пропускаемой барьером в зону тени.
- 4) Зависимость магнитуды перемещений и кинетической энергии за барьером от параметров материала барьера – нелинейная и имеет более одного экстремума.
- 5) Вертикальный сейсмический барьер может использоваться в качестве средства защиты от сейсмических воздействий, путем уменьшения магнитуды перемещений в зоне тени и интенсивности энергии сейсмических волн поступающей в защищаемую территорию.

В дальнейшем автором планируется проведение расчетов эффективности вертикального барьера на пространственной модели, что, безусловно, потребует более мощных вычислительных ресурсов.