

Исследование динамических атрибутов акустического отклика системы свая-грунт с использованием численного моделирования

А.А. Чуркин¹, В.В. Капустин², И.Н. Лозовский³, Р.А. Жостков⁴

¹ООО «ЭГЕОС», г. Москва, Россия

²Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

³Центр геоэлектромагнитных исследований – филиал Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Троицк, г. Москва, Россия

⁴Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

chaa92@mail.ru

Поверхностный сейсмоакустический метод — широко применяющийся неразрушающий метод контроля качества железобетонных свай. Методика испытаний основана на возбуждении ударного импульса и регистрации отраженного сигнала на поверхности исследуемой конструкции и предназначена для контроля качества отдельно стоящих свайных фундаментов [1]. Контролируемыми параметрами является глубина заложения (длина) и сплошность (однородность) материала сваи.

Анализ материалов сейсмоакустического метода может проводиться как во временной, так и в частотной области. Динамические атрибуты, характеризующие регистрируемый отклик, могут быть использованы для оценки контактных условий системы свая-грунт [2].

Получение качественной характеристики контактных условий для набора свай в пределах одного фундамента позволяет инженеру целенаправленно выбирать аномальные по поведению отклика сваи для проведения прямых контрольных испытаний (статическими или динамическими нагрузками). В общем случае для свай, удовлетворяющих ряду требований (совпадение геометрических параметров и свойств материала, отсутствие дефектов, заглубление в одинаковые вмещающие грунты), выполняется условие: чем хуже контакт — тем выше энергия отклика.

Влияние параметров системы свая-грунт на поведение динамических атрибутов исследовано для серии трехмерных численных моделей. Серии численных моделей [3-6] разделены на 4 группы (рис. 1).

В качестве объектов моделирования выбраны бетонные цилиндрические сваи с ненарушенной сплошностью или с включением грунтового материала (дефектом), изготовленные в различных грунтовых условиях. Диаметр свай — 0.4 м, длина — 6.0 м.

Физические свойства моделируемых материалов приведены в Табл. 1-3. В связи с малой амплитудой деформаций элементов модели бетон и грунт приняты линейно-упругими [7].

Табл. 1. Свойства материала сваи

Материал	Бетон
Плотность, ρ , кг/м ³	2300
Скорость продольных (V_p) и поперечных (V_s) волн, м/с	4000; 2442

В сериях моделей 1.1 и 1.2 свая изготовлена в однородном вмещающем грунте, акустическая жесткость которого значительно ниже акустической жесткости бетона сваи. Расчеты выполнены для 10 вариантов акустических свойств вмещающего грунта, с постепенным снижением контраста акустической жесткости бетона и грунта (грунт 1.1-1.10, табл. 2).

В качестве дефекта в серии 1.2 задано сужение ствола сваи до половины площади ее поперечного сечения (радиус сваи в области дефекта — 141 мм) в пределах отметок 2-3 м (относительно верха сваи).

