

ПРОГНОЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ КОЛЕБАНИЙ В ОТКОСНОЙ ПРИЗМЕ ДОРОГИ, С УЧЕТОМ АРМИРОВАНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ.

Костюков Иван Игоревич, *к.техн.н., доцент*
Харзеева Татьяна Олеговна, *к.арх., доцент*
Анна-Анастасия Александровна Крылова, *преподаватель*

*Кафедра строительства и планировки населенных пунктов,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С.М. Кирова
г. Санкт-Петербург (Россия)
spnpkaf@yandex.ru*

Аннотация. Проверка теоретического прогноза о распределении интенсивности колебаний при динамическом воздействии на откосную призму в условиях плоской задачи.

Ключевые слова: колебания, откос, геосинтетика, строительство

В строительной практике весьма чисто встречаются случаи, когда приходится решать вопрос об устойчивости откоса при динамических воздействиях, вызываемые источником колебаний, расположенным на гребне откоса.

С целью проверки теоретического прогноза о распределении интенсивности колебаний необходимо было выбрать такой практический случай динамического воздействия на откосную призму, чтобы удовлетворялись условия плоской задачи, то есть, чтобы в ряде последовательно рассматриваемых сечениях откосной призмы характер распределения и интенсивность колебаний были бы идентичными. Иными словами, подошва вибратора должна иметь достаточную протяженность по длине насыпи.

Этим условиям удовлетворяет случай динамических воздействий на откосы песчаной насыпи от проходящей по ней колонны автомобилей.

Взяв за основу формулу Голицына Б.Б. [1], отражающую экспоненциальный закон загасания колебаний с удалением от источника динамической нагрузки, В.А. Ершов [2] вывел зависимость изменения амплитуды колебаний в откосной призме, вызванных проходящим транспортом:

$$A = A_0 \frac{v}{v_0} \rho e^{-\delta_1 z - \delta_2 (x - a)} \quad (1)$$

$$A = M \rho v e^{-\delta_1 z - \delta_2 b - \delta_3 (x - a - b)} \quad (2)$$

где δ_3 – коэффициент загасания колебаний в откосной призме. Коэффициент M в численном выражении является амплитудой колебаний основной площадки насыпи при единичных значениях нагрузки на ось и скорости автотранспорта.

Для временных лесовозных дорог без капитального типа покрытия на слабых основаниях используются конструктивные решения с применением нетканых материалов. См. рисунок 1 и рисунок 2.

Тогда, согласно предлагаемой разбивке сечения насыпи на зоны, образованные слоями грунта по геотекстилю, значение амплитуды для каждой из упомянутых зон насыпи можно записать так:

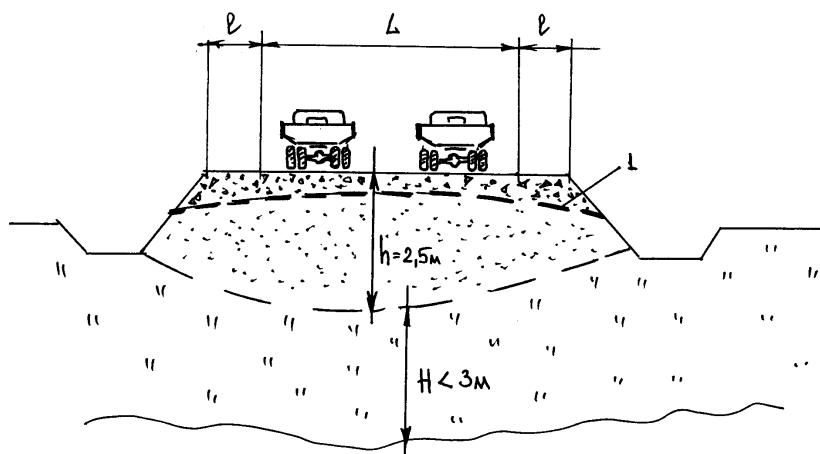


Рисунок 1

1 – геотекстиль; l – площадка обрушения откоса;
 L – ширина ездового полотна

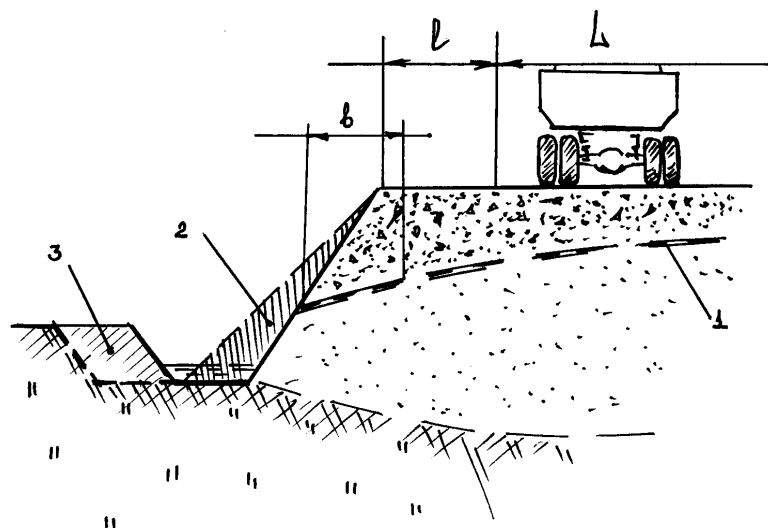


Рисунок 2:

1 – геотекстиль; 2 – дополнительная пригрузка откоса;
 3 – выемка грунта

Зона I

$$0 \leq x \leq a$$

$$A = M p v e^{-\delta_1 z}$$

(3)

Зона II

$$a \leq x \leq a + b + mz$$

Зона III

$$a + b \leq x \leq a + b + mz$$

(формула 3)

При наличии на откосе берм, следуя высказанному выше предположению, были получены формулы для IV и V зон:

Зона IV

$$A = MP_{ve}^{-\delta_1 z - \delta_2 (x - a - m_1 z_1) - \delta_3' m_1 z_1} \quad (5)$$

Зона V

$$A = MP_{ve}^{-\delta_1 z - \delta_2 (b_1 + b_2) - \delta_3' m_1 z_1 - \delta_3'' (x - a - b_1 - b_2 - m_1 z_1)} \quad (6)$$

где δ_3' и δ_3'' – коэффициенты загасания колебаний в откосных призмах соответственно верхней и нижней частей насыпи.

Формулы 1, 2, 3, 4, 5, 6 справедливы при одном источнике вибрации. В практическом применении может встретиться случай одновременного воздействия двух источников вибрации.

Наиболее невыгодным будет такой сдвиг фаз, при котором на максимальное динамическое воздействие, вызываемое одним источником (α_1) накладывается максимальное динамическое воздействие от другого источника (α_2). Если частоты колебаний и направление возмущающей силы у обоих источников одинаковы ($f_1 = f_2$ и $\psi_1 = \psi_2$), то результирующее ускорение определяется алгебраической суммой упомянутых слагаемых:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2. \quad (7)$$

В общем случае ($f_1 \neq f_2$ и $\psi_1 \neq \psi_2$) результирующее ускорение определяется геометрической суммой в соответствии с рекомендациями, приведенными В.А. Ершовым [3].

Найденные значения коэффициентов загасания зависят от частоты колебаний. Сообразуясь с полученными зависимостями, легко получить различие между амплитудами колебаний грунта в летнее и зимнее время на важных для практических целей небольших расстояниях. Это различие на расстоянии 10 м от источника возмущения составляет 60%. Рис.3.

Возможность существенных сезонных различий параметров колебаний представляют практическое значение при выборе расчетного случая. Это важно и для рассматриваемого случая: колебания песка в откосной призме. Численные значения коэффициентов загасания в вертикальном и горизонтальном направлениях (соответственно δ_1 и δ_2) под балластной призмой насыпи и ее обочинами устанавливались обычным образом, используя зависимость $\ln A = F(l)$.

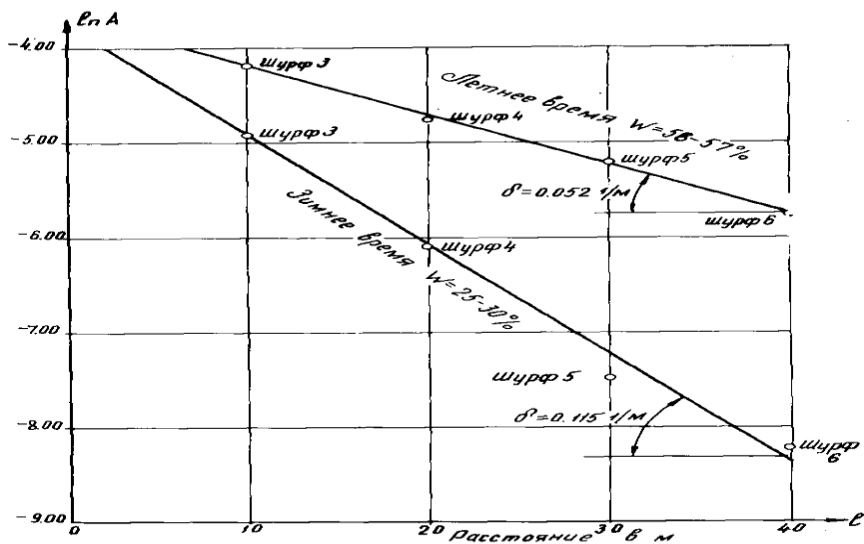


Рисунок 3. Изменение амплитуды колебаний грунта с удалением источника вибрации

Значение коэффициента загасания колебаний по глубине насыпи приведено на рис.4.

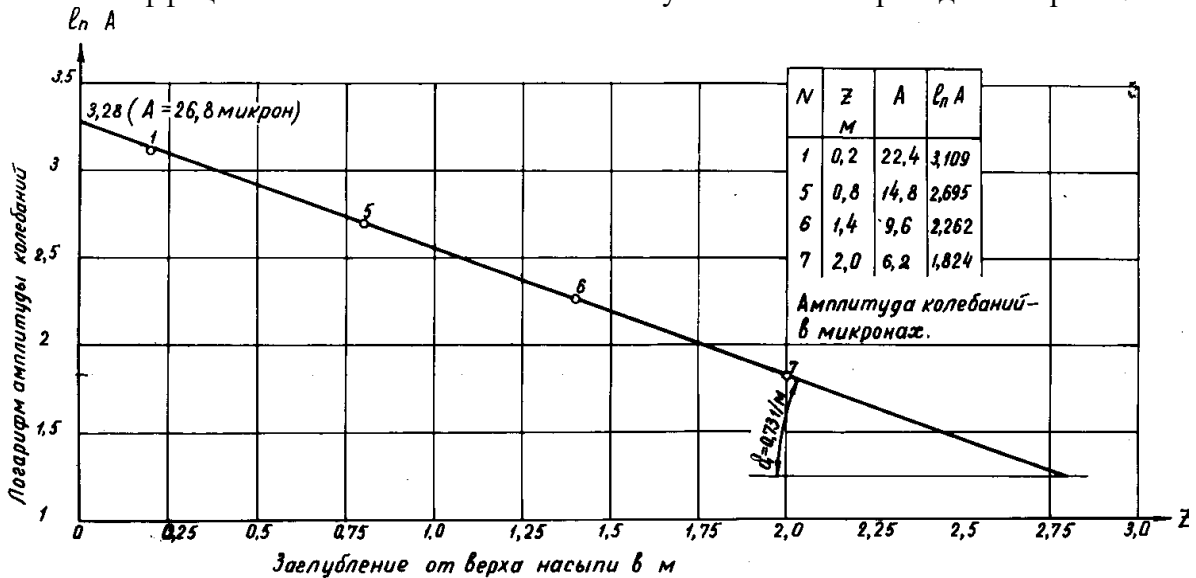


Рисунок 4. Определение коэффициента демпфирования δ_1 (по глубине насыпи)

На основании полученных данных натуральных замеров амплитуды смещения в различных пунктах откосной призмы и на различных участках дороги были получены значения коэффициента загасания колебаний, в свою очередь связанные зависимостью с крутизной откоса. Графически данная зависимость представлена на рис. 5, которую аналитически можно представить выражением

$$\delta_3 = \frac{\varepsilon}{m} - \delta_2 - \lambda z, \quad (8)$$

где m – коэффициент заложения откоса; ε , λ – угловые коэффициенты, представленные на рис. 5.

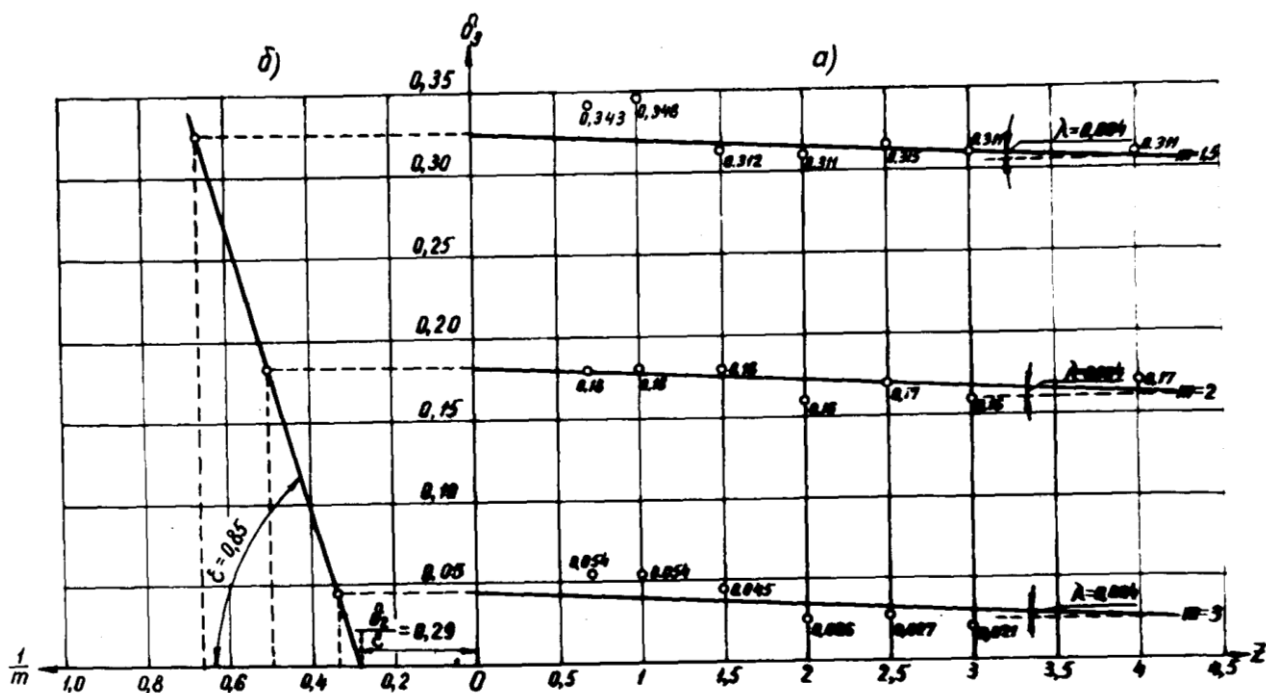


Рисунок 5. Зависимость $\delta_3 = \frac{\varepsilon}{m} - \delta_2 - \lambda z$:

- а) снижение декремента δ_3 при заглублении от гребня откоса (z)
при различном заложении откоса ($I : m$)
б) снижение декремента δ_3 , с уположением откоса

Библиографический список.

1. Жинкин, Г. Н. Исследование напряженного состояния грунтов выемок на магистральной линии при проходе поездов / Г. Н. Жинкин, Г. М. Стоянович. - С .43-48. - Библиогр.: с. 47-48 (4 назв.) : ил.
2. Кистанов, А. И. О необходимой степени уплотнения глинистых грунтов железнодорожных насыпей с учетом их динамических компрессионных испытаний / А. И. Кистанов. - С .60-65. - Библиогр.: с. 65 (2 назв.) : табл.8.
3. Маслов Н. Н. Условия устойчивости склонов и откосов в гидроэнергетическом строительстве / Н. Н. Маслов. - М., Л. : Госэнергоиздат, 1955. - 468 с.
4. Прокудин И.В., Изучение прочностных свойств барханных песков, воспринимающих вибродинамическую нагрузку. Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Сборник материалов научно-технической конференции посвященной 80летию ТашИИТа. ТашИИТ, 2011г. 89с.
5. Прокудин, И. В. Исследование и собственных колебаний насыпей / И. В. Прокудин. - С .48-54. - Библиогр.: с. 53-54 (7 назв.) : ил.23. 1995.-23с.