ВЫБОР МОДЕЛИ ГРУНТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИБРАЦИИ В ГРУНТЕ ОТ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Юлдашев Фахриддин Шарафитдин угли.
Наманганский Государственный Технический Университет кафедра "Механика" т.ф.ф.д., (PhD), старший преподаватель
Tel.:+998972508889
https://orcid.org/0000-0002-3572-1639

Аннотация. В статье представлены результаты исследований распространения колебаний, создаваемых движением грузового автомобильного транспорта в суглинистых грунтах. Актуальность работы обусловлена ростом интенсивности грузовых перевозок и их негативным воздействием на основания зданий и сооружений, расположенных вблизи транспортных магистралей. Рассмотрены физико-механические характеристики суглинистых грунтов, влияющие на процесс распространения вибрационных волн, включая плотность, влажность, модуль деформации и коэффициенты затухания. Проанализированы основные источники вибраций, их частотный спектр и амплитудные характеристики в зависимости от массы транспортного средства, скорости движения и состояния дорожного покрытия. В работе использованы теоретические методы анализа волновых процессов в грунтовых средах, а также результаты экспериментальных измерений вибраций в натурных условиях. Установлены закономерности изменения интенсивности колебаний с увеличением расстояния от источника вибрации и глубины залегания. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и эксплуатации зданий и инженерных сооружений, а также при разработке мероприятий по снижению вибрационного воздействия грузового транспорта на окружающую застройку и грунтовые основания.

Ключевые слова: Автомобильная дорога, метод конечных элементов, грунт, теория упругости, упругие волны, вибрация, граничные условия, бесконечная плоскость, скорость.

Annotatsiya. Maqolada yuk avtomobillari harakati natijasida hosil bo'lgan tebranishlarning loy tuproqlarda tarqalishi bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan. Ishning dolzarbligi yuk tashish intensivligining oshishi va ularning transport magistrallari yaqinida joylashgan binolar va inshootlarning poydevoriga salbiy ta'siri bilan bog'liqnnotatsiya. Maqolada yuk avtomobillari harakati natijasida hosil bo'lgan tebranishlarning loy tuproqlarda tarqalishi bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan. Ishning dolzarbligi yuk tashish intensivligining oshishi va ularning transport magistrallari yaqinida joylashgan binolar va inshootlarning poydevoriga

ISSN 3030-3907

salbiy ta'siri bilan bog'liq. Vibratsiyali to'lqinlarning tarqalish jarayoniga ta'sir qiluvchi qumloq tuproqlarning fizik-mexanik xususiyatlari, shu jumladan zichlik, namlik, deformatsiya moduli va susaytirish koeffitsientlari ko'rib chiqiladi. Vibratsiyaning asosiy manbalari, ularning chastota spektri va amplituda xususiyatlari transport vositasining og'irligi, haydash tezligi va yo'l sirtining holatiga qarab tahlil qilinadi. Ishda yer osti muhitidagi to'lqin jarayonlarini tahlil qilishning nazariy usullari, shuningdek, tabiiy sharoitda tebranishlarni eksperimental o'lchash natijalari qo'llanilgan.ibratsiyaning asosiy manbalari, ularning chastota spektri va amplituda xususiyatlari transport vositasining , haydash tezligi va yo'l sirtining holatiga qarab tahlil qilinadi. Ishda yer osti muhitidagi to'lqin jarayonlarini tahlil qilishning nazariy usullari, shuningdek, tabiiy sharoitda tebranishlarni eksperimental o'lchash natijalari qo'llanilgan. Tebranish manbasidan masofa va paydo bo'lish chuqurligi oshishi bilan tebranish intensivligining o'zgarishi naqshlari aniqlandi. Olingan natijalardan binolar va muhandislik inshootlarini loyihalash va ulardan foydalanish, shuningdek, yuk transportining atrofdagi binolar va tuproq bazalariga tebranish ta'sirini kamaytirish bo'yicha chora-tadbirlarni ishlab chiqishda foydalanish mumkin.

Kalit so'zlar: Avtomobil yo'li, cheklangan elementlar usuli, tuproq, elastiklik nazariyasi, elastik to'lqinlar, tebranish, chegara shartlari, cheksiz tekislik, tezlik.

Abstract. The article presents the results of research on the propagation of vibrations created by the movement of truck vehicles in loamy soils. The relevance of the work is due to the increasing intensity of freight traffic and their negative impact on the foundations of buildings and structures located near highways. The physicomechanical characteristics of loamy soils that affect the propagation of vibration waves, including density, humidity, modulus of deformation, and attenuation coefficients, are considered. The main sources of vibrations, their frequency spectrum and amplitude characteristics are analyzed depending on the mass of the vehicle, the speed of movement and the condition of the road surface. The paper uses theoretical methods for analyzing wave processes in ground environments, as well as the results of experimental measurements of vibrations in natural conditions. Patterns of variation in the intensity of vibrations with increasing distance from the vibration source and depth of occurrence have been established. The results obtained can be used in the design and operation of buildings and engineering structures, as well as in the development of measures to reduce the vibration impact of freight transport on the surrounding buildings and ground foundations.

Keywords: Automobile road, finite element method, soil, theory of elasticity, elastic waves, vibration, boundary conditions, infinite plane, velocity.

Введение

ISSN 3030-3907

Главной особенностью рассматриваемой нами методики является ее способность эффективно решать задачи с учетом дорожных и грунтовых свойств, т. е. позволяет моделировать большие площади в короткие сроки. При динамической оценке отклика для наблюдательной точки, расположенной в -10м от магистральной дороги для анализируемого конкретного случая, было достигнуто сокращение времени расчета почти на 50%.

Результаты исследования показывают, что было выполнено большое количество работ для определения колебаний, создаваемых движением грузового транспорта, в большинстве из которых были получены удовлетворительные результаты. В данном исследовании сравнивались резудьтаты, полученные для различных видов грунтовых

В рассматриваемой задаче определены уровни вибрации в грунте в результате движения грузового транспортного средства. В качестве модели был взят грунтовое основание с участком шириной 100 м, длиной 100 м и глубиной 20 м. В вопросе также учитывалось влияние грунтовых вод на глубину до 20 м от поверхности земли. В качестве примера были выбраны характеристики грунта приведенные в таблицах 1 и 2.

При формировании асфальтобетонного покрытия для транспортной инфраструктуры был использован чертеж, приведенный на рисунке 1, исходя из норм строительства автомобильных дорог.

По нему на грунт с отметки -1,5 метров над поверхностью укладывают 1 м уплотнённого щебня и 50 см бетонное основание, на который проектируют асфальто-бетонное покрытие толщиной 50 см. Исследовано движение грузового автомобиля массой 45 т вместе с грузом. Грузовой транспорт движется со скоростью 60 км/ч. Так как выбранная предельная площадь имеет длину 100 м, то время вибрации, воздействующей на грунтовое основание, продолжается до полного прохождения грузового транспорта. Исследуемая область разбита на 8701 элементов.

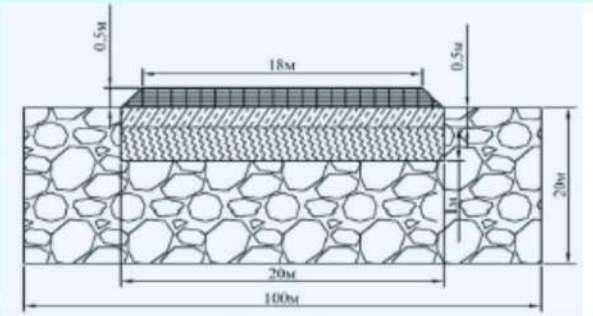


Рис. 1. Поперечный срез асфальтной основании для проектирования дороги

Считается, что динамические нагрузки через колеса грузовика влияют на покрытие автомобильной дороги. Определим перемещения и скорости

ISSN 3030-3907

полученных узлов в грунтах с учетом физико-механических характеристик материала. В этой задаче мы заменим бесконечную полупространство конечным параллелопипедом. При этом на гранях параллелопипеда, где отброшены продолжении среды ставятся условия

$$\left.\begin{aligned}\sigma_x &= a\rho V_p\dot{u}\\ \tau_{yz} &= b\rho V_s\dot{u}\\ \tau_{zy} &= b\rho V_s\dot{w}\end{aligned}\right\}\quad\left.\begin{aligned}\sigma_y &= a\rho V_p\dot{v}\\ \tau_{xz} &= b\rho V_s\dot{w}\\ \tau_{zx} &= b\rho V_s\dot{u}\end{aligned}\right\}\quad\left.\begin{aligned}\sigma_z &= a\rho V_p\dot{w}\\ \tau_{xy} &= b\rho V_s\dot{u}\\ \tau_{yx} &= b\rho V_s\dot{v}\end{aligned}\right\}\qquad(1)$$

Кинематическое отношение может быть сформулировано следующим образом

$$\boldsymbol{\varepsilon = Lu}\qquad(2)$$

$\boldsymbol{L^T}$- это транспонирование дифференциального оператора, который определяется как

$$\boldsymbol{L^T}=\begin{bmatrix}\frac{\partial}{\partial x} & 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 & \frac{\partial}{\partial z}\\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 & \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial z} & 0\\ 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial z} & 0 & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x}\end{bmatrix}\qquad(3)$$

Для решения задачи воспользуемся методом конечных элементов.

Основное уравнение зависящего от времени движения объема под действием динамической нагрузки выражается следующим образом:

$$\boldsymbol{M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = F}\qquad(4)$$

Где $\boldsymbol{M}-$ матрица масс, $\boldsymbol{u}-$ вектор смещения, $\boldsymbol{C}-$ матрица демпфирования, которая также учитывает граничных условий, $\boldsymbol{K}-$ матрица жесткости, $\boldsymbol{F}-$ вектор нагрузки. Перемещение $\boldsymbol{u}$, скорость $\dot{\boldsymbol{u}}$ и ускорение $\ddot{\boldsymbol{u}}$ могут меняться со временем. Здесь теория описана в основах линейной упругости. Однако в принципе все модели можно использовать для динамического анализа. Состояние почвы может быть, как подсушенным, так и не подсушенным. В последнем случае, в матрица жесткости $\boldsymbol{K}$, добавляется как при статическом расчете жесткости подземных вод в больших объемах.

Матрица $\boldsymbol{M}$ учитывает массу материалов (грунт+вода+любая структура).

Формирование интегрирования по времени в численном представлении динамики является важным фактором устойчивости и точности вычислительного процесса. Используется схема численного интегрирования Ньюмарка.

ISSN 3030-3907

Таблица–1

Свойства грунта и материалов приведены в таблицах 1 и 2.

Физико-механические свойства материалов

Параметр	**Единица измерения**	**Обозначение**	**Суглинка**
Модель грунта	–	–	Мора-Кулон
Тип поведения материала	–	–	Дренированный
Удельный вес грунта выше уровня грунтовых вод	kN/m^3	γ_{unsat}	16
Удельный вес грунта ниже уровня грунтовых вод	kN/m^3	γ_{sat}	18
Начальный коэффициент пористости	–	e_{init}	
Модуль Юнга (постоянная величина)	kN/m^2	E'_{ref}	10000
Коэффициент Пуассона	–	$v/\ v_{ur}$	0.35
Сцепление (постоянное)	kN/m^2	c'_{ref}	5
Угол внутреннего трения	°	φ'	25
Угол дилатансии	°	ψ	0

РЕЗУЛЬТАТЫ.

Вибрации и их уровни в каждом узле проверяемой модели представлены на рисунках ниже.

ISSN 3030-3907



Рис. 2. а),б) и в) точки наблюдения.

График на рисунках ниже детализировалось и сравнивалось колебания, возникающие в результате движения грузовика, в грунте, с разными уровнями грунтовых вод, для анализа различия уровней распространения колебаний в



Рис.3. График зависимости перемещения колебаний, возникающих в суглинистом грунтовом основании от времени

Двух случаях были проанализированы перемещения колебаний в точке расстоянии -10м, от асфальтобетонного основания.

Вывод.

Проведено сравнение результатов, полученных при решении задач о распространений вибраций в двух случаях (Суглинка) грунтового основания. Установлено, что разность наибольших значений виброперемещений в глинистом грунтовом основании с отсутствием уровня грунтовых вод с координатой -x=-10, y=50, z=0 в сравнении перемещений точки с координатами x=-10, y=50, z=0 уменьшается в 2,32 раза. Выявлено, что распротстранение колебаний в грунтах и сооружениях зависит от их свойств (модуль упругости, коэффициент Пуассона, плотности). Исходя из этого вопроса, можно сказать, что при изучении процесса распространение вибраций в грунтах необходимо учитывать реальные физические параметры. Таким образом, на основе полученных результатов можно сказать, что степень вибрации, возникающей в результате движения транспортных средств значительной степени зависят от свойства грунтов. Следовательно, при расчетах необходимо учитывать физико-механические свойства грунтов, касающихся в рассматриваемой местности.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Il'ichev V.A., Yuldashev S.S., Saidov S.M. Propagation of vibration from trains in relation to track position //Soil Mechanics and Foundation Engineering. – 1999. – Т. 36. – №. 2. – С. 55-56.
2. Lysmer J., Kyhlemeyer L. Finite Dynamic Model for Infinite Media // Jour Engineering Mechanics Division.ASCE. 1969. Vol. 95.NoEM4.August.P. 859 – 887.
3. Mirsaidov, M., Boytemirov, M., & Yuldashev, F. (2022). Estimation of the Vibration Waves Level at Different Distances. In Proceedings of FORM 2021: Construction the Formation of Living Environment (pp. 207-215). Springer International Publishing.
4. Ильичев В.А., Маткаримов П.Ж., Юлдашев Ш.С. Исследование вынужденных колебаний неоднородной плоской системы с учетом пассивной виброизоляции // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1999. – №. 2
5. Юлдашев Ш.С. и др. Влияние высоты расположения железнодорожного полотна на уровень колебания грунта, возникающего при движении поездов //Научное знание современности. – 2018. – №. 10. – С. 55-57.
6. Юлдашев, Ф. Ш. У. (2023). Выбор модели грунта для решения задач распространения вибрации в грунте от транспортных средств. Механика и технология, 1(10), 117-124.
7. Saifitdinovich, Y. S. (2022). The Effect of Vibrations on Buildings Caused by Car Traffic. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 1309-1316.
8. Saifitdinovich, Y. S., Ugli, B. M. B., Ugli, Y. F. S., & Ugli, K. S. R. (2022). Propagation of Vibrations Created by the Movement of Trains on Parallel Railway Tracks, in the Ground and in Buildings. International Journal of Early Childhood Special Education, 14(5).
9. Юлдашев, Ш. С., Бойтемиров, М. Б. Ў., Юлдашев, Ф. Ш. Ў., & Абдуназаров, А. Ш. Ў. (2022). Автомобиллар ҳаракатидан ҳосил бўлган вибрациянинг биноларга таъсири. Механика и технология, 4(9), 19-29.

ISSN 3030-3907