

ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ СЛОЖНОГО УЗЛА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ КАК СИСТЕМА С ОДНОЙ СТЕПЕНЬЮ СВОБОДЫ

Айнакулов Хусниддин Абдухамидович

Старший преподаватель, кафедры Инженерная и компьютерная графика

Джизакского Политехнического Института Республика Узбекистан

INVESTIGATION OF THE REACTION OF A COMPLEX UNIT OF UNDERGROUND STRUCTURES DURING EARTHQUAKES AS A SYSTEM WITH ONE DEGREE OF FREEDOM

AYNAKULOV KHUSNIDDIN ABDUKHAMIDOVICH

Senior Lecturer, Department of Engineering and Computer Graphics,

Jizzakh Polytechnic Institute Jizzakh, Republic of Uzbekistan

Аннотация: *Основной задачей детерминированного анализа сейсродинамики сложного узла подземных сооружений в данной статье является попытка определения изменяющегося во времени характера сдвигов системы под действием сейсмических сил. В большинстве случаев приближенный анализ, учитывая ограниченную степень свободы, обеспечивает приемлемую точность, и поэтому задача состоит в анализе временных функций изменений выбранных составляющих сдвигов.*

Annotation: *The main task of the deterministic analysis of the seismodynamics of a complex node of underground structures in this article is an attempt to determine the time-varying nature of the system's displacements under the action of seismic forces. In most cases, an approximate analysis, taking into account the limited degree of freedom, provides acceptable accuracy, and therefore the task is to analyze the temporal functions of changes in the selected components of the shifts.*

Ключевые слова: *Сейсродинамики, сейсмической силы, детерминированного, подземной системы, землетрясениях, сейсмостойкости, акселерограммы.*

Key words: *Seismodynamics, seismic force, deterministic, underground system, earthquakes, seismic resistance, accelerograms, illustrations.*

Введение. Основная задача детерминированного анализа сейсродинамики сложного узла подземных сооружений – определение характера изменения во времени перемещений заданной системы под действием сейсмической силы. Математические выражения определяющие сейсродинамические перемещения, называются

уравнением сейсмического движения подземных сооружений [Мухитдинов А.Б., Абдуганиев А., Соатов А.М., Айнақұлов Х.А., Мухитдинов А.А. Отбор объектов для практических работ студентов по черчению //Молодой ученый. – 2016. – №. 2. – С. 113-117., Соатов А. М., Мухитдинов А. А., Абдуллаев У. УЧЕБНО ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ В КРУЖКОВЫХ РАБОТАХ //Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство. – 2019. – С. 200-202.]. В результате решения этих сейсмических уравнений движения можно определить искомые функции изменения сейсмических перемещений во времени.

Литературный обзор и методы исследование. Вывод уравнений сейсмодинамического движения подземной системы представляет собой, по-видимому, самый важный этап всего анализа.

Получения, сейсмического уравнения движения сложного узла подземных сооружений на основе принципа Даламбера представляет собой выражения второго закона Ньютона который устанавливает, что скорость изменения импульса любой массы равна действующей на нее силе [Абдуганиев А. и др. Межпредметные связи черчения с геометрией-важный фактор активизации мышления студентов //Передовые научно-технические и социально-гуманитарные проекты в современной науке. – 2018. – С. 85-87.].

Рассмотрим поперечные колебания сложного узла подземных сооружений при землетрясениях, при этом примем что она абсолютно жесткая. Расчетная схема и действующие силы на нее приведен на рис.1.

При рассмотрении поперечных колебаний сложного узла и баковых труб расчетную схему можно представить как систему с одной степенью свободы, а за основной параметр, описывающий движения, принять относительное поперечное перемещение центра масс сложного узла $\tilde{y}(t)$ и все остальные перемещения и силы выразить через него.

Силы инерции массы m_T и M^{y^3} зависят от абсолютного поперечного перемещения $y(t)$, а силы упругого взаимодействия только от относительного поперечного перемещения $\tilde{y}(t)$ [1].

Основные силы действующие на него показаны на рис.1. Эти силы можно выразить через относительное поперечное перемещение центра масс сложного узла $\tilde{y}(t)$ следующим образом:

$$\tilde{y}(t) = y(t) - u_o(t) \quad (1)$$

Силы инерции для трубы :

$$F_{\text{н}}^T = m_{\text{T}} \cdot \frac{1}{2} \ddot{y}(t); \quad (2)$$

Силы инерции для сложного узла:

$${}_{\text{уз}} F_{\text{н}} = M^{\text{уз}} \cdot \ddot{y}(t) \quad (3)$$

Силы взаимодействия трубы с окружающим его грунтом:

$${}^T F_{\text{к}} = S_{\text{T}} \cdot \frac{1}{2} \cdot k \cdot \tilde{y}(t) \quad (4)$$

Силы взаимодействия сложного узла с окружающим его грунтом:

$${}_{\text{уз}} F_{\text{к}} = (S_{\text{уз}}^{\text{II}} \cdot k + 2 \cdot S^{\text{oc}} \cdot K_{\text{x}}) \cdot \tilde{y}(t) \quad (5)$$

Силы затухания подземного сооружения и окружающего грунта не учитываем, так как их влияния на максимальный реакции в начальной стадии сейсмического колебания подземных сооружений не существенны. Наша цель определения максимальной реакции сложного узла подземных сооружений при землетрясениях.

Составляем сейсмодинамические уравнения равновесия сложного узла подземных сооружений с учетом (2),(3), (4)и(5):

$$2 \cdot m_{\text{T}} \cdot \frac{1}{2} \ddot{y}(t) + M^{\text{уз}} \ddot{y}(t) + 2 \cdot S_{\text{T}} \cdot \frac{k}{2} \tilde{y}(t) + (S_{\text{уз}}^{\text{II}} \cdot k + 2 \cdot S^{\text{oc}} \cdot k_{\text{x}}) \cdot \tilde{y}(t) = 0 \quad (6)$$

Подставим (1) в (6):

$$m_{\text{T}} \cdot (y(t) + \dot{U}_o(t))'' + M^{\text{уз}} (y(t) + \dot{U}_o(t))'' + S_{\text{T}} \cdot k \cdot \tilde{y}(t) + (S_{\text{уз}}^{\text{II}} \cdot k + 2 \cdot S^{\text{oc}} \cdot K_{\text{x}}) \cdot \tilde{y}(t) = 0 \quad (7)$$

Или

$$(m_{\text{T}} + M^{\text{уз}}) \cdot \ddot{y}(t) + [S_{\text{уз}}^{\text{II}} \cdot k + 2 \cdot S^{\text{II}} \cdot k_{\text{x}}] \tilde{y}(t) = -(m_{\text{T}} + M^{\text{уз}}) \cdot \ddot{U}_o(t) \quad (8)$$

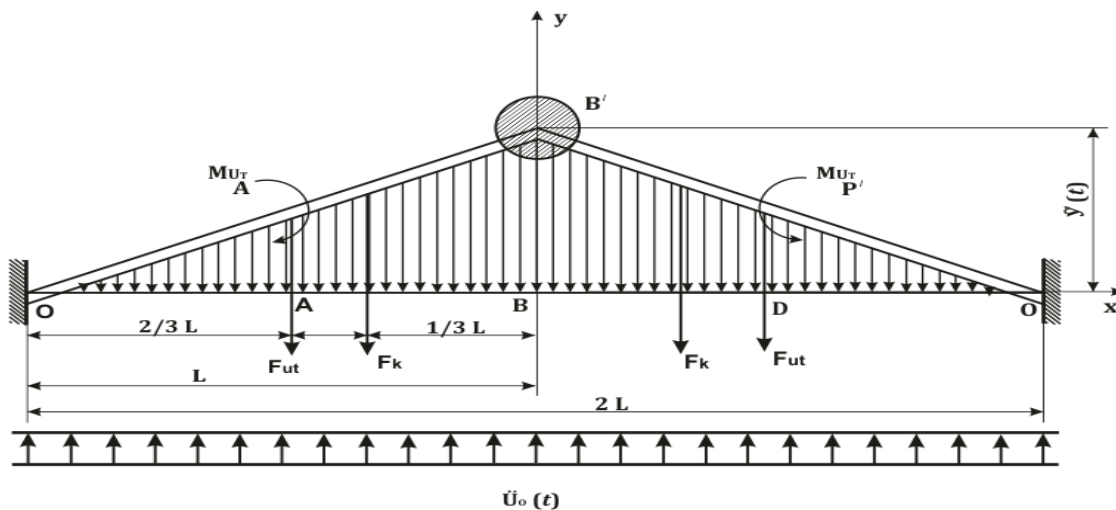


Рис 1.

Решений уравнения (8) при нулевых начальных условиях выражается интегралом Дюамеля:

$$\tilde{y}(t) = -\frac{1}{p} \int_0^t \ddot{U}_0(\tau) \cdot \sin p_y(t-\tau) d\tau \quad (9)$$

Таким образом, на основе динамической теории сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений [1], получено уравнение позволяющее количественно оценить поперечное перемещение сложного узла и баковых труб при землетрясениях.

При трубопроводах небольшого диаметра и толщины удаленных от сложного узла сечениях, их относительные поперечные перемещения очень незначительны и ими можно пренебречь [1], Но при трубопроводах большого диаметра и толщины, их относительное поперечное перемещение очень заметно и не учет этого фактора приводит к неверным результатам.

Для численной иллюстрации предлагаемого подхода, в качестве модели землетрясения примем компоненты С-W, акселерограммы Газлийского землетрясения [2].

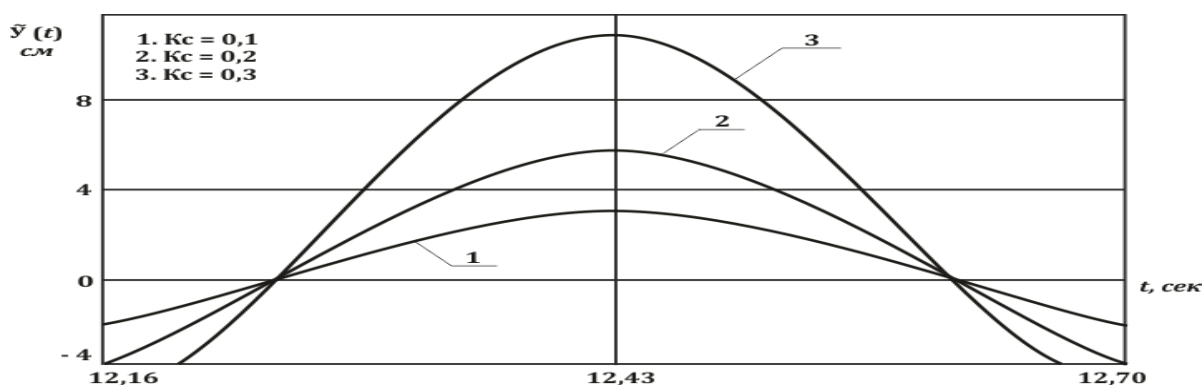


Рис 2.

Изучалось реакции рассматриваемой системы “СУ–СТ”, при этом принимались следующие исходные данные:

$$\rho=4,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3, R_{\text{тн}}=30_{\text{см}}, R_{\text{тв}} \in [20 \div 29]_{\text{см}}, R_{\text{кн}}=100_{\text{см}},$$

$$R_{\text{кв}} \in [70 \div 95]_{\text{см}}, L \in [100 \div 600]_{\text{см}}, H \in [100 \div 400]_{\text{см}}, L_1 \in [10 \div 50]_{\text{см}}.$$

Результаты численного эксперимента на ЭВМ при действии акселерограммы Газлийского землетрясения приведены в виде графиков изменения реакции $\ddot{y}(t)$ в зависимости от балльности землетрясения [Уразалиев Фахриддин Бахритдинович, Хусниддин Абдухамидович Айнакулов, Ортик Турсунович Назаров. "Исследования реакции сложного узла подземных сооружений при землетрясений как система с одной степенью свободы." *Инициатива в образовании: проблема знания в современной науке* . 2019. 328-332.].

Из этих графиков видно что с ростом балльности на единицу реакции сложного узла удваивается т.е. прогиб конца стыкуемой трубы к сложному узлу с ростом балльности землетрясения и на влияния других параметров сложного узла (рис.2.) удваивается, чего подтверждает результаты наружного наблюдения разрушения сложных узлов подземных сооружений после сильных землетрясений [1].

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Мухитдинов А.Б., Абдуганиев А., Соатов А.М., Айнакулов Х.А., Мухитдинов А.А. Отбор объектов для практических работ студентов по черчению //Молодой ученый. – 2016. – №. 2. – С. 113-117.

2. Соатов А. М., Мухитдинов А. А., Абдуллаев У. УЧЕБНО ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ В КРУЖКОВЫХ РАБОТАХ //Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство. – 2019. – С. 200-202.

3. Абдуганиев А. и др. МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ ЧЕРЧЕНИЯ С ГЕОМЕТРИЕЙ-ВАЖНЫЙ ФАКТОР АКТИВИЗАЦИИ МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ //Передовые научно-технические и социально-гуманитарные проекты в современной науке. – 2018. – С. 85-87.

4. Уразалиев Фахриддин Бахритдинович, Хусниддин Абдухамидович Айнакулов, Ортик Турсунович Назаров. "ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ СЛОЖНОГО УЗЛА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСИЙ КАК СИСТЕМА С ОДНОЙ СТЕПЕНЬЮ СВОБОДЫ." *Инициатива в образовании: проблема знания в современной науке* . 2019. 328-332.