



CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED SCIENCES

Volume: 03 Issue: 10 | Oct 2022 ISSN: 2660-5317
<https://cajotas.centralasianstudies.org>

Моделирование задачи о вынужденных колебаниях плотины- пластинки с постоянной и переменной жесткостью с учетом вязкоупругих свойств материала и гидродинамических давлений воды

*к.т.н, доц. А.А.Тухтабаев
преп. С.А.Адашева*

*Наманганский инженерно-строительный институт
г. Наманган. Узбекистан*

Received 24th Sep 2022, Accepted 26th Sep 2022, Online 24th Oct2022

Аннотация: В данной статье освещено моделирование задачи о вынужденных колебаниях плотины-пластинки с постоянной и переменной жесткостью с учетом вязкоупругих свойств материала и гидродинамических давлений воды.

Ключевые слова: модель, колебаниях плотины, пластинки, жесткость, материал, гидродинамических давлений воды.

ВВЕДЕНИЕ Рассматривается задача о вынужденных колебаниях плотины-пластинки с постоянной и переменной жесткостью при действии сейсмической нагрузки. Плотину рассматриваем как пластинку постоянной и переменной толщины, с учетом поперечной сейсмической нагрузки и давления воды. На плотину-пластинку будут действовать следующие силы: -силы инерции, возникающие от движения плотины и ее деформации; -гидродинамическое давления воды. На основе гипотезы Кирхгофа-Лява выводятся уравнения колебаний плотины-пластины с учетом вязкоупругих свойств материала. Математическая модель задачи, относительно поперечного прогиба $w_1 = w_1(x, y, t)$, при известных допущениях [1] с учетом вязкоупругих свойств материала плотины-пластинки сводится к решению уравнений вида

$$\begin{aligned} & \frac{1}{h}(1-R^*) \left[D\nabla^4 w_1 + 2 \frac{\partial D}{\partial y} \frac{\partial}{\partial y} \nabla^2 w_1 + 2 \frac{\partial D}{\partial z} \frac{\partial}{\partial z} \nabla^2 w_1 + \nabla^2 D \nabla^2 w_1 - \right. \\ & \left. - (1-\mu) \left(\frac{\partial^2 D}{\partial z^2} \frac{\partial^2 w_1}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial^2 D}{\partial z \partial y} \frac{\partial^2 w_1}{\partial z \partial y} + \frac{\partial^2 D}{\partial y^2} \frac{\partial^2 w_1}{\partial z^2} \right) \right] + \\ & + \rho_1 \frac{\partial^2 (w_1 + w_0)}{\partial t^2} - \frac{\rho}{h} \cos \alpha \frac{\partial \varphi_1}{\partial t} \Big|_{x=yg\alpha} - (1) \\ & - \frac{\rho}{h} \left\{ \frac{\partial \varphi_0}{\partial t} + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial \varphi_0}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi_0}{\partial y} \right)^2 \right] \right\} \Big|_{x=yg\alpha+w_0(t)} \quad \cos \alpha = 0 \end{aligned}$$

где $w_1(x, y, t)$ — прогиб плотины-пластинки; h - толщина плотины-пластинки; ρ_1 - плотность материала плотины; ρ - плотность воды; $\varphi_1(x, y, z, t)$ - функция потенциала скоростей движения жидкости, возникающего от деформации плотины-пластинки; $\varphi_0(x, y, t)$ - функция потенциала скоростей движения жидкости, возникающего от движения плотины как твердого тела; $w_0(t)$ - закон движения основания при землетрясении:

$$w_0(t) = a_0 e^{-\varepsilon_0 t} \sin \omega_0 t$$

здесь a_0 - начальная максимальная амплитуда; ε_0 - коэффициент затухания грунта; ω_0 - частота колебания грунта; t - время. Все эти величины определяются из анализа сейсмограммы соответствующего балла землетрясения.

Система уравнений (1) является достаточно общей. Из нее в частном случае можно получить уравнения колебаний плотины-пластинки постоянной и переменной толщины с учетом вязкоупругих свойств материала.

Решение интегро-дифференциальных уравнений (1), удовлетворяющее граничным условиям задачи, задаем в виде

$$w_1(y, z, t) = \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} C_k(t) w_k(y, z),$$

где $C_k = C_k(t)$ - искомые функции времени; координатные функции $w_k(y, z)$ удовлетворяют граничным условиям закрепления краев плотины-пластинки.

Исследование таких уравнений с помощью метода Бубнова-Галеркина, основанного на многочленной аппроксимации прогиба, сводится к решению систем интегро-дифференциальных уравнений в обычный производный тип Вольтерра.

$$\sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} [L_{mk} \ddot{C}_k(t) + \omega^2 (1 - R^*) M_{mk} C_k(t)] + a_0 \omega^2 N_m(t) = 0(2)$$

В расчетах использовано трехпараметровое ядро Колтунова-Ржаницына:

$$R(t) = At^{\alpha-1} \exp(-\beta t), A, \beta > 0, 0 < \alpha < 1.$$

Интегрирование системы уравнений (2), полученное на основе многочисленной аппроксимации прогибов, выполнено с помощью численного метода, основанного на использовании квадратурных формул [3]. На основе этого метода разработан эффективный вычислительный алгоритм решения задач динамики плиты-пластины с постоянной и переменной жесткостью с учетом вязкоупругих свойств материала. На рис.1 и рис.2 приведены графики кривых для различных значений реологического параметра A . Из этих результатов видно влияние вязкоупругих свойств материала плиты-пластины. Решения упругой и вязкоупругой задачи в начальный период времени мало отличаются друг от друга. С течением времени вязкоупругие свойства оказывают существенное влияние, что приводит к заметному отличию решений. Заметим также, что с увеличением параметра A амплитуда колебаний уменьшается. Наблюдения показывают, что с увеличением коэффициента A частота колебаний также уменьшается.

Кроме того, в работе изучены влияния других свойств и параметров плиты и воды при сейсмических нагрузках. Подробно изучены влияния этих параметров на напряженно-деформированное состояние плиты-пластины.

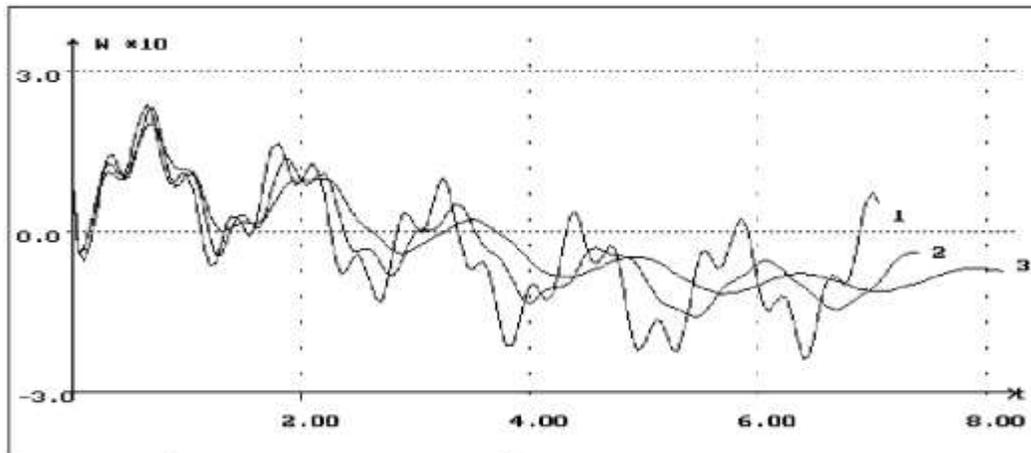


Рис.1. Влияние вязкоупругого свойства материала плиты-пластины постоянной толщины

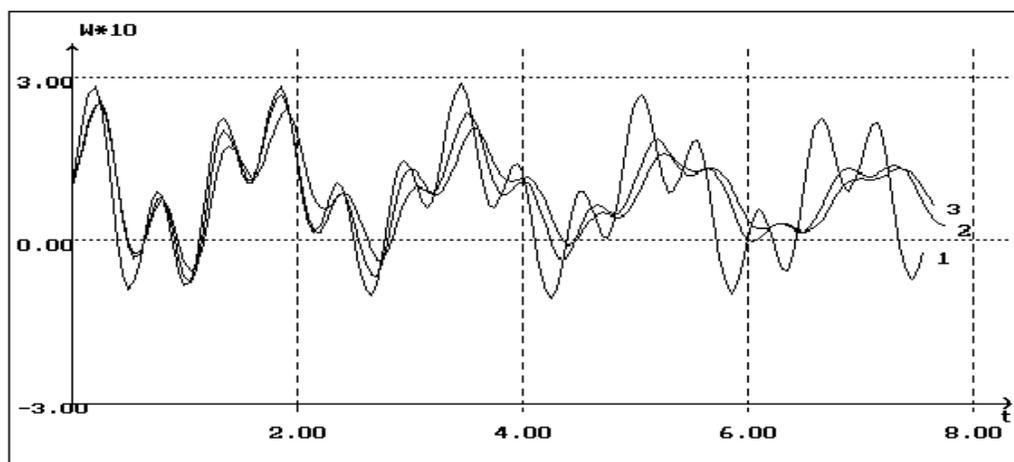


Рис.2. Плотины-пластины переменной толщины при различных значениях реологического параметра A : 0(1); 0,05(2); 0,1(3).

Список литература

1. Уразбаев М.Т. (1966) Сейсмостойкость упругих и гидроупругих систем. Ташкент: ФАН, 1966. - 256 с.
2. Raximov, A. M., Alimov, X. L., To'xtaboev, A. A., Mamadov, B. A., & Mo'minov, K. K. (2021). Heat And Humidity Treatment Of Concrete In Hot Climates. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 24(1), 312-319.
3. Komilova, K., Zhuvonov, Q., Tukhtaboev, A., & Ruzmetov, K. (2022). *Numerical Modeling of Viscoelastic Pipelines Vibrations Considering External Forces* (No. 8710). EasyChair.
4. Ahmedjon, T., & Pakhritdin, A. (2021). Stress-strain state of a dam-plate with variable stiffness, taking into account the viscoelastic properties of the material. *Asian Journal of Multidimensional Research (AJMR)*, 10(3), 36-43.
5. Negmatov, M. K. (2021). WATER EXCHANGE MODE IN SWIMMING POOLS WITH RETURN WATER SUPPLY SYSTEM. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, 7(4), 1-1.
6. Abdujabborovna, B. R., Adashevich, T. A., & Ikromiddinovich, S. K. (2019). Development of food orientation of agricultural production. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 9(3), 42-45.
7. Tukhtaboev, A. A., Turaev, F., Khudayarov, B. A., Esanov, E., & Ruzmetov, K. (2020). Vibrations of a viscoelastic dam-plate of a hydro-technical structure under seismic load. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (pp. 012051-012051).
8. Khudayarov, B. A., Turaev, F. Z., Ruzmetov, K., & Tukhtaboev, A. A. (2021). Numerical modeling of the flutter problem of viscoelastic elongated plate. In *AIP Conference Proceedings* (pp. 50005-50005).
9. Tukhtaboev, A., Leonov, S., Turaev, F., & Ruzmetov, K. (2021). Vibrations of dam-plate of a hydro-technical structure under seismic load. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 05057). EDP Sciences.

10. Тухтабаев, А. А., & Касимов, Т. О. (2018). О ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ ПЛОТИНЫ-ПЛАСТИНКИ С УЧЕТОМ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЙ ВОДЫ. *Научное знание современности*, (6), 108-111.
11. Тухтабаев, А. А., Касимов, Т. О., & Ахмадалиев, С. (2018). МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ О ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ ПЛОТИНЫ-ПЛАСТИНКИ С ПОСТОЯННОЙ И ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ. *Teacher academician lyceum at Tashkent Pediatric Medical Institute Uzbekistan, Tashkent city ARTISTIC PERFORMANCE OF THE CREATIVITY OF RUSSIAN*, 535.
12. Тухтабаев, А. А., & Касимов, Т. О. (2018). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ТЕОРИИ ВЯЗКОУПРУГОСТИ В ДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ СООРУЖЕНИЙ. *Научное знание современности*, (6), 104-107.
13. Бадалов Ф.Б., Эшматов Х., Юсупов М.О. О некоторых методах решения систем интегродифференциальных уравнений, встречающихся в задачах вязкоупругости. *Прикладная математика и механика*. 1987. Т. 51. № 5. С. 867-871.
14. Холбоев З. Х., Мавлонов Р. А. Исследование напряженно-деформированного состояния резаксайской плотины с учетом физически нелинейных свойств грунтов // *Science Time*. – 2017. – №. 3 (39). – С. 464-468.
15. Абдуллаева С. Н., Холбоев З. Х. Особенности Модульного Обучения В Условиях Пандемии Covid-19 // *LBC 94.3 Т*. – Т. 2. – С. 139.
16. Раззаков С. Ж., Холбоев З. Х., Косимов И. М. Определение динамических характеристик модели зданий, возведенных из малопрочных материалов. – 2020.
17. Razzakov S. J., Xolboev Z. X., Juraev E. S. Investigation of the Stress-Strain State of Single-Story Residential Buildings and an Experimental Theoretical Approach to Determining the Physicomechanical Characteristics of Wall Materials // *Solid State Technology*. – 2020. – Т. 63. – №. 4. – С. 523-540.
18. Холбоев З. Х. Аҳоли Пунктларини Бош Режасини Ишлаб Чиқишдаги Экологик Муаммолар // *Gospodarka i Innowacje*. – 2022. – Т. 28. – С. 142-149.
19. Khodievich K. Z. Environmental Problems In The Development Of The Master Plan Of Settlements (In The Case Of The City Of Pop, Namangan Region Of The Republic Of Uzbekistan) // *Global Scientific Review*. – 2022. – Т. 8. – С. 67-74.
20. Sayfiddinov, S., Akhmediyrov, U. S., & Akhmedov, P. S. (2020). OPTIMIZATION OF MODELING WHILE INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF BUILDING STRUCTURES OF PUBLIC BUILDINGS. *Theoretical & Applied Science*, (6), 16-19.
21. Sayfiddinov, S., Akhmediyrov, U. S., Razzokov, N. S. U., & Akhmedov, P. S. (2020). Ensuring Energy Efficiency Of Air Permeability Of Interfloor Ceilings In The Sections Of Nodal Connections. *The American Journal of Applied sciences*, 2(12), 122-127.
22. Mardonov B., Latifovich A. H., Mirzoxid T. Experimental Studies of Buildings and Structures on Pile Foundations // *Design Engineering*. – 2021. – С. 9680-9685.
23. Абдурахмонов С. Э., Эгамбердиев И. Х., Бойтемиров М. Б. РАБОТА ЖЕЛЕЗОБЕТОНА В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.

24. Ҳақимов ША М. К. К., Эгамбердиев И. Х. ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА НА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ С УЧЕТОМ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ //МЕХАНИКА ВА ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ЖУРНАЛИ. – 2021. – №. 4. – С. 102.
25. Эгамбердиев И. Х., Мартазаев А. Ш., Фозилов О. К. Значение исследования распространения вибраций от движения поездов //Научное знание современности. – 2017. – №. 3. – С. 350-352.
26. Рахимов А. М., Жураев Б. Г. Исследование температурных полей в процессе пропаривания и остывания бетонных изделий в условиях повышенных температур среды //Символ науки. – 2016. – №. 2-2. – С. 72-73.
27. Рахимов А. М., Жураев Б. Г., Хақимов Ш. А. Энергосберегающий метод тепловой обработки бетона в районах с жарким климатом //Символ науки. – 2016. – №. 4-3. – С. 63-65.
28. Фозилов О. К., Рахимов А. М. Пути снижения энергетических затрат при производстве сборных железобетонных изделий в районах с жарким климатом //Приоритетные направления развития науки. – 2014. – С. 73-75.
29. Rahimov A. M. et al. Heat And Humidity Treatment Of Concrete In Hot Climates //International Journal of Progressive Sciences and Technologies. – 2021. – Т. 24. – №. 1. – С. 312-319.