

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ПРУЖНОЇ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРШОГО ТИПУ

Комлева Д.С., студ. гр. ПЦБ-272

Науковий керівник – Фоміна І.П., старший викладач (кафедра Теоретичної механіки, Одеська державна академія будівництва та архітектури)

Анотація. Вплив землетрусів, вітру і ударних хвиль від вибухів викликають значні деформації, переміщення і напруги в будинках і спорудах, що залежать від часу, які можуть привести до руйнувань цих споруджень. Крім того, механізми і машини, розташовані в промислових будинках також викликають у них подібні деформації і переміщення внаслідок того, що ці механізми і машини містять неврівноважені обертові частини, або вони самі є механізмами ударної дії (молоти, преси і т. д.).

В цьому випадку їх вплив передається через ґрунт. Ефекти, які викликають змінні в часових деформаціях, зміщеннях і напругах, будуть називатися динамічними. Дослідження отриманих коливань в конструкціях є важливим інженерним завданням [1-2].

Ключові слова: динамічні удари, землетруси, вільні коливання, руйнування, стійкість, будівництво споруд.

Актуальність. Проблеми вивчення виникнення коливань в різних машинах і механізмах: кранах, вагонах, поїздах і т.д. також складають великий клас інженерних проблем. Щоб спростити вирішення цих інженерних завдань, необхідно схематизувати як сам об'єкт (тобто побудувати його спрощену модель), так і динамічний вплив на нього (тобто замінити його трохи спрощеним, але з урахуванням всіх істотних наслідків, викликаних реальним впливом). Поєднання моделі, об'єкта і схематичного динамічного впливу буде називатися динамічною моделлю відповідної інженерної проблеми [3-7].

Розглянемо пружну механічну систему з однією ступенню вільності у випадку вільного руху.

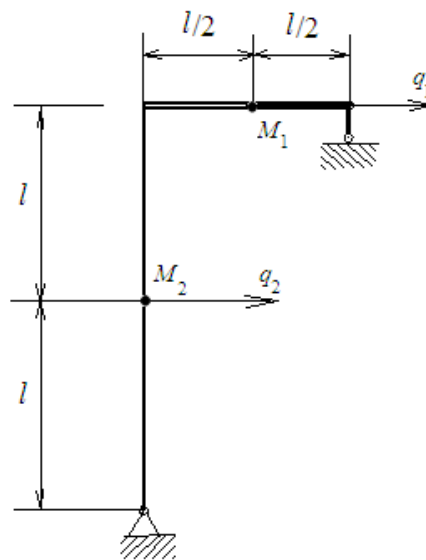


Рис. 1. Схема прогину m_1 при вільному коливанні

Знайдемо коефіцієнти впливу від дії одиничної сили $P_1 = 1$.

$$q_{11} = \frac{8 l^3}{3 EJ} = \frac{8}{3} \frac{8^3}{50 \cdot 10^3} = 0,0273 \text{ кН/м}$$

$$q_{12} = q_{21} = \frac{11 l^3}{6 EJ} = \frac{11}{6} \frac{8^3}{50 \cdot 10^3} = 0,0188 \text{ кН/м} \quad (1)$$

$$q_{22} = \frac{4 l^3}{3 EJ} = \frac{4}{3} \frac{8^3}{50 \cdot 10^3} = 0,0137 \text{ кН/м}$$

Розглядаємо задану пружну механічну систему як систему з ОСВ.

Покладемо $m_1 = 1 \text{ Т}$, $m_2 = 0$.

Знайдемо всі кінематичні характеристики вільного руху:

Коефіцієнт жорсткості конструкції:

$$K_1 = \frac{1}{q_{11}} = \frac{1}{0,0273} = 36,6 \text{ кН/м}, \quad (2)$$

Кругова частота коливань:

$$k_1 = \sqrt{\frac{K_1}{m_1}} = \sqrt{\frac{36,6}{1}} = 6,05 \text{ с}^{-1}, \quad (3)$$

Частота коливань:

$$\nu_1 = \frac{k_1}{2\pi} = \frac{6,05}{2 \cdot 3,14} = 0,963 \text{ Гц} \quad (4)$$

Період коливань:

$$T_1 = \frac{1}{\nu_1} = \frac{1}{0,963} = 1,04 \text{ с}. \quad (5)$$

Знаходимо амплітуду й початкову фазу коливань:

$$A_1 = \sqrt{q_{1,0}^2 + \frac{v_{1,0}^2}{k_1^2}} = \sqrt{0,08^2 + \frac{0,25^2}{6,05^2}} = 0,0901 \text{ м}, \quad (6)$$

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{k_1 q_{1,0}}{v_{1,0}} = \frac{6,05 \cdot 0,08}{0,25} = 1,936$$

$$\alpha_1 = \arctg 1,936 = 1,094 \text{ рад}$$

Рівняння руху матеріальної крапки M_1 має такий вигляд:

$$q_1 = A_1 \sin(k_1 t + \alpha_1) = 0,0901 \sin(6,05 t + 1,094) \quad (7)$$

Висновки та результати: амплітуда і початкова фаза вільних коливань пружної системи першого типу з ОСС залежать від початкових умов, а період і частота не залежать від них.

Література:

1. V.M. Fomin, I.P. Fomina. Theoretical mechanics. Dynamics. OSACEA. 2019.
2. V.M. Fomin, I.P. Fomina. Dynamic models for engineering problems (special course). OSACEA. 2021.
3. Павловський М.А. Топетична механіка. Київ.: «Техніка». 2002. 512 с.
4. Яблонский А.А. (ред.). Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. М.: «Интеграл-пресс». 2002. 384 с.
5. Фомін В.М., Бекшаєв С.Я., Фоміна І.П. Навчальний посібник для спецкурсу «Динамічні моделі в інженерних задачах». Одеса. ОДАБА. 2012. 69с.
12. Бекшаєв С.Я., Фомін В.М. Навчальний посібник для спецкурсу «Теорія коливань». Одеса. ОДАБА. 2013. 103с.
7. Фомін В.М., Фоміна І.П. Навчальний посібник «Динамічні моделі для інженерних задач». ОДАБА. 2015. 115 с.