

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГИХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ОДНОЙ СТЕПЕНЬЮ СВОБОДЫ

Арнаут Д.А., *зр. ПГС-261*

*Научный руководитель – Фомина И.П., ст. преподаватель,
(кафедра Теоретической механики, ОГАСА)*

Аннотация. Воздействие землетрясений, ветра и ударных волн от взрывов вызывают значительные деформации, перемещения и напряжения в зданиях и сооружениях, зависящие от времени, которые могут привести к разрушениям этих сооружений. Кроме того, механизмы и машины, расположенные в промышленных зданиях, также вызывают в них подобные деформации и перемещения вследствие того, что эти механизмы и машины содержат неуравновешенные вращающиеся части, либо они сами являются механизмами ударного действия (молоты, прессы и т.д.). Механизмы ударного действия могут быть расположены и поблизости сооружения (например, копры для забивки свай). В этом случае их воздействие передается через грунт. Воздействия, вызывающие в сооружениях переменные во времени деформации, перемещения и напряжения, будем называть динамическими.

Актуальность. Исследование возникающих при этом колебаний конструкций представляют собой важную инженерную задачу.

Большой класс инженерных задач представляют также проблемы исследования возникновения колебаний в различных машинах и механизмах: подъемных кранах, автомобилях, поездах и т.д.

Прежде чем приступить к анализу свободного движения упругой механической системы с ОСС рассмотрим некоторые кинематические аспекты колебательного движения.

Пусть материальная точка движется вдоль некоторой прямой. Направим ось x по этой прямой, выбрав на ней начало отсчета O (рис. 1).

Колебаниями называется такое движение материальной точки, при котором каждое ее положение повторяется через определенный постоянный одинаковый для всех положений точки промежутков времени.

Периодом T колебаний называется наименьший отличный от нуля промежуток времени, по истечении которого каждое положение точки повторяется.

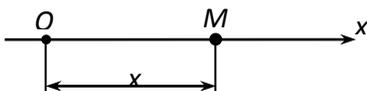


Рис. 1. График движения точки

При этом график колебательного движения имеет характерный вид (рис. 2): он состоит из повторяющихся одинаковых фрагментов, следующих один за другим по горизонтали. Длина одного такого фрагмента в принятом масштабе равна периоду T .

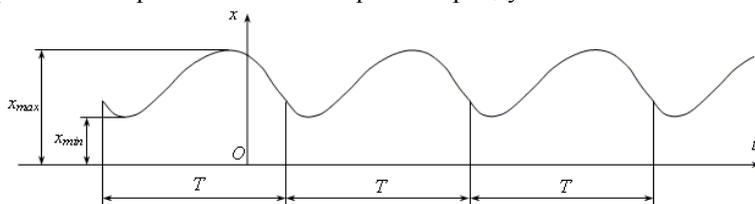


Рис. 2. Колебательное движение точки

Движение колеблющейся точки в течение одного периода называется полным колебанием или циклом.

Частотой колебаний называется количество полных колебаний в одной секунде.

Частоту принято обозначать греческой буквой ν . В соответствии с определением периода колебаний:

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (1)$$

Единицей измерения частоты служит герц (Гц). При колебании с частотой в 1 Гц точка совершает ровно одно полное колебание за одну секунду. В теории колебаний и в ее технических применениях наряду с частотой применяется понятие круговой частоты: *круговой частотой ω называется количество полных колебаний 2π секунд*

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (1a)$$

В процессе колебаний точка в определенные моменты достигает своих крайних положений, в которых координата принимает свои наибольшее x_{\max} и наименьшее x_{\min} значения. Положение точки, определяемое абсциссой, называется центром колебаний:

$$x_c = \frac{x_{\max} + x_{\min}}{2} \quad (2)$$

Амплитудой прямолинейных колебаний называется половина расстояния между крайними положениями точки, т. е. амплитуда равна наибольшему отклонению точки от центра колебаний.

Обозначая амплитуду через a , сформулированное определение выразим формулой:

$$a = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2} \quad (3)$$

Удвоенную амплитуду называют размахом колебаний.

Будем рассматривать упругие механические системы (УМС) следующих типов:

1. простейшие УМС;
2. УМС первого типа;
3. УМС второго типа.

УМС называется простейшей, если ее упругая подсистема состоит только из пружин.

УМС называется УМС первого типа, если ее упругая система состоит из упругих стержней.

Эта модель удобна при исследовании колебаний строительных конструкций, а также многих машин и механизмов.

УМС называется УМС второго типа, если ее упругая подсистема состоит из абсолютно твердых стержней и пружин.

Пример.

Определим кинематические характеристики конструкции 1 типа – упругой механической системы с одной степенью свободы (УМС с ОСС) (рис. 3).

Примем $m_2=0$, тогда система, изображенная на рисунке, будет иметь только одну степень свободы с обобщенной координатой q_1 . Определим жесткость конструкции, кинематические характеристики τ , M , а также составим уравнение свободных колебаний:

Дано:

$$m_1 = 1 \text{ò}$$

$$m_2 = 1 \text{ò}$$

$$EJ = 55 \cdot 10^3 \text{êñ}^2$$

$$q_{11} = \frac{8 \cdot l^3}{3 \cdot EJ}$$

$$q_{1,0} = 0,05 \text{ì}$$

$$V_{1,0} = 0,2 \text{ì} / \text{c}$$

$$K_1 = \frac{1}{q_{11}} =$$

$$\frac{3 \cdot EJ}{8 \cdot l^2} = \frac{3 \cdot 55 \cdot 10^3}{8 \cdot 9^2} = 28,57 \text{ кН/м}$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{K_1}{m_1}} = \sqrt{\frac{28,57}{1}} = 5,35 \text{ñ}^{-1}$$

$$\nu_1 = \frac{k_1}{2\pi} = \frac{5,35}{2 \cdot 3,14} = 0,85 \text{Ãö}$$

$$T_1 = \frac{1}{\nu_1} = \frac{1}{0,85} = 1,18 \text{c.}$$

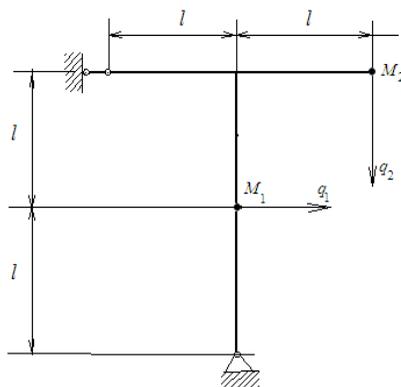


Рис. 3. УМС с OCC

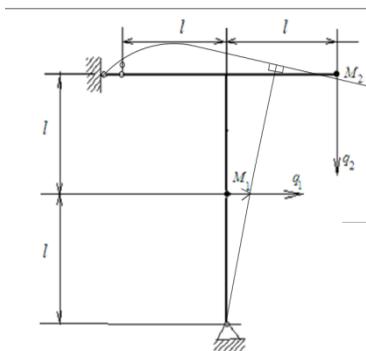


Рис. 4. Изогнутая схема

Находим амплитуду и начальную фазу колебаний:

$$A_1 = \sqrt{q_{1,0}^2 + \frac{V_{1,0}^2}{k_1^2}} = \sqrt{0,05^2 + \frac{0,2^2}{5,35^2}} = 0,06 \text{ì}$$

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{k_1 q_{1,0}}{V_{1,0}} = \frac{5,35 \cdot 0,05}{0,2} = 1,34$$

$$\alpha_1 = \text{arctg}(1,34) = 0,93 \text{ рад.}$$

Уравнение движения материальной точки M_1 (рис. 4) имеет следующий вид:

$$q_1 = A_1 \sin(k_1 t + \alpha_1) = 0,06 \sin(5,35t + 0,93).$$

Вывод: свободные колебания упругой системы с ОСС являются гармоническими. Так, как и в случае с простейшей упругой механической системы, амплитуда и начальная фаза свободных колебаний упругой системы с ОСС зависят от начальных условий, а период и частота не зависят от них.

Литература:

1. Фомін В.М., Фоміна І.П. Динамічні моделі для інженерних задач. ОДАБА, 2015. 117 с.
2. Бекшаев С.Я., Фомин В.М. Основы теории колебаний. Учебное пособие. Одесса: ОГАСА, 2013. 103 с.
3. Бекшаев С.Я. Методические указания и задания для расчетно-графических работ по курсу «Основы теории колебаний». ОГАСА, Одесса, 2015. 45 с.
4. Бекшаев С.Я., В.М. Фомин. Методические указания по дисциплине «Основы теории колебаний» к практическим занятиям. Одесса: ОГАСА, 2017. 60 с.
5. Лещенко Д.Д., Балдук П.Г., Бекшаев С.Я., Козаченко Т.О. Словник термінів в галузі механіки. Одеса: ОДАБА, 2016. 114 с.
6. Павловський М.А. Теоретична механіка. Київ: «Техніка» 2002. 512 с.

УДК 721.021.23

ДВА ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ЧЕРЕПИЦІ У ПК AUTODESK REVIT

Антонова Е.С., *гр. ДАС-318*

*Науковий керівник – Балдук П.Г., к.т.н., доцент (кафедра
Будівельної механіки, ОДАБА)*

Анотація. У статті розглядається підхід до моделювання черепичного покриття в Autodesk Revit.

Актуальність. Черепиця – найбільш класичний варіант облаштування покрівлі. Покриття з черепиці використовувалося при