

2. Каверина, Э. В. Применение методов динамики к расчету строительных конструкций / Э. В. Каверина, Е. А. Татаркина. — Текст: непосредственный // Педагогическое мастерство: материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Москва, июнь 2015 г.). — М.: Буки-Веди, 2015. — С. 175-178. — URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/151/8209/>.

УДК 531.3

## СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ БЕЗ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Студент группы 10112121 А.В. Помелов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Микулик Т. Н.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Физическое явление называется колебательным, если его протекание во времени характеризуется определенной периодичностью, повторяемостью. Свободные колебания – это такие колебания, которые происходят под действием только внутренних сил системы.

Предположим, что на материальную точку  $M$  (рисунок 1) действует только восстанавливающая сила; сила сопротивления и возмущающая сила равны нулю. Пусть начальная скорость точки  $M$  направлена по прямой  $MO$  или равна нулю. В таком случае точка  $M$  будет двигаться по прямой  $OM$  (по оси  $Ox$ ), дифференциальное и кинематическое уравнения ее движения

$$x + k^2 x = 0;$$

$$x = e^{-nt} (C_1 \cos \sqrt{k^2 - n^2} t + C_2 \sin \sqrt{k^2 - n^2} t) + \frac{h \sin(pt - \delta)}{\sqrt{(k^2 - p^2)^2 + 4n^2 p^2}}.$$

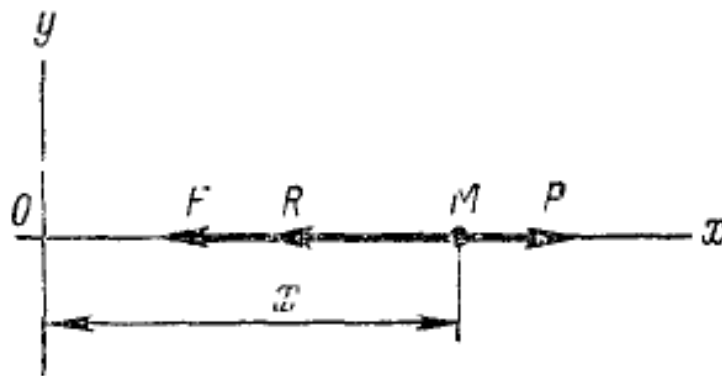


Рисунок 1. – Схема сил

Если сила сопротивления  $R=0$ , то  $a=0$ , так как  $R=-ax$  и  $x$  переменная величина. Если же  $a=0$ , то равно нулю и  $n$ , так как  $n = \frac{a}{2m}$ .

Равенство нулю возмущающей силы означает, что равны нулю  $H$  и  $h$ . В таком случае уравнение принимает вид

$$x + k^2 x = 0,$$

а его интеграл

$$x = C_1 \cos kt + C_2 \sin kt.$$

Этому уравнению придадим более удобный вид, для чего выразим постоянные интегрирования  $C_1$  и  $C_2$  через две другие постоянные величины  $A$  и  $\beta$ , однозначно связанные с  $C_1$  и  $C_2$  соотношениями

$$C_1 = A \sin \beta \text{ и } C_2 = A \cos \beta.$$

Тогда

$$x = A \sin(kt + \beta).$$

Это уравнение является одним из важнейших уравнений в теории колебаний и описывает наиболее простое колебательное движение, называемое гармоническим. Еще в древности было известно, что если некоторая точка  $M'$  (рисунок 2) равномерно движется по окружности радиуса  $O'M'$  со скоростью  $A_k$ , то проекция  $M$  этой точки на какую-либо ось  $Ox$ , лежащую в плоскости окружности, совершает гармонические колебания.

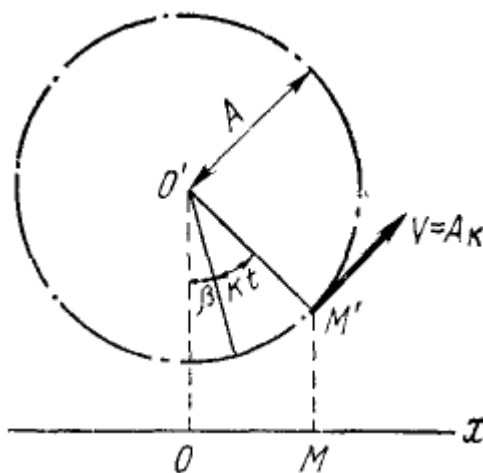


Рисунок 2. – Схема сил на окружности

Если точка  $M'$  опишет полную окружность, то она совершит одно полное колебание. Время одного полного колебания точки  $M'$  называют периодом колебаний  $\tau_0$ .

Угловая скорость  $k$ , с которой поворачивается радиус-вектор  $\overline{O'M'}$  при равномерном движении точки  $M'$ , равна циклической, круговой или угловой частоте колебаний точки  $M$ . Эту величину обычно коротко называют частотой, хотя, как будет видно из дальнейшего, оба понятия не вполне идентичны.

Период и угловая частота связаны простым соотношением, которое становится очевидным, если учесть, что  $\tau_0$  – это время, в течение которого  $\overline{O'M'}$ , вращаясь с угловой скоростью  $k$ , поворачивается на  $2\pi$ :

$$\tau_0 = \frac{2\pi}{k} \text{ и } k = \frac{2\pi}{\tau_0} \text{ или } \tau_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}}.$$

### *Литература*

1. [www.evkova.org](http://www.evkova.org)
2. <https://www.youtube.com/watch?v=ohBrDbVGhYg>
3. Теоретическая механика в вопросах и ответах: УМП для студентов дневной, заочной и дистанционной форм обучения: электронный учебный материал в 3 ч. Минск, БНТУ, 2014. – Ч. 2: Кинематика.

УДК 531.2

## **ПОДЪЁМ ОПОРЫ С ПОМОЩЬЮ ПАДАЮЩЕЙ СТРЕЛЫ**

Студент гр. 11201422 А.С. Чепелев

Белорусский национальный технический университет

Студент гр. 9 ДЭиВИ Т.С. Мышковец

Белорусский государственный технологический университет

Минск, Республика Беларусь

*Научный руководитель – ст. преподаватель Мышковец М.В.*

Подъем опор с помощью падающей стрелы наиболее эффективен при больших массе и высоте опор, в условиях пересеченной и труднопроходимой трассы линии, при отсутствии кранов необходимой грузоподъемности, проходимости или длины вылета стрелы.

Падающая стрела (рисунок 1), высота которой составляет 40–60 % от высоты опоры, устанавливается с наклоном под углом 65–75° в сторону поднимаемой опоры. Она выполняет роль рычага, обеспечивающего снижение требуемой силы  $F$  по сравнению с весом опоры  $C$ . Вершина падающей стрелы тросом с одной стороны присоединяется к поднимаемой опоре, а с другой – к тяговому механизму. Участок троса от падающей стрелы до опоры называется подъемным тросом, а от падающей стрелы до тягового механизма – тяговым тросом.