**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНЖЕНЕНРНОЙ ЭКОЛОГИИ**

**Реферат по физике на тему:**

***«Гармонические колебания и их характеристики»***

Выполнил:

студент группы К-11

Тарасов Алексей

Преподаватель:

доцент Маштакова В. А.

Москва 1998 г.



***Гармонические колебания и их характеристики.***

**Колебаниями** называются движения или процессы, которые характеризуются определенной повторяемостью во времени. Колебательные процесс широко распространены в природе и технике, например качания маятника часов, переменный электрический ток и т.д. При колебательном движении маятника изменяется координата его центра масс, в случае переменного тока колеблются напряжение и ток в цепи. Физическая природа колебаний может быть разной поэтому различают колебания механические, электромагнитные и другие. Однако различные колебательные процессы описываются одинаковыми характеристиками и одинаковыми уравнениями. Отсюда следует целесообразность *единого подхода* к изучению колебаний *различной физической природы*. Например ,единый подход к изучению механических и электромагнитных колебаний применялся английским физиком Д. У. Релеем (1842-1919), а А.Г. Столетовым, русским инженером-экспериментатором П.Н. Лебедевым (1866-1912). Большой вклад в развитие теории колебаний внесли: Л.И. Мандельштам (1879-1944) и его ученики.

**Колебания** называются **свободными** (или **собственными**), если они совершаются за счет первоначально совершенной энергии при последующем отсутствии внешних воздействий на колебательную систему (систему, совершающую колебания). Простейшим типом колебаний являются **гармонические колебания** - колебания, при которых колеблющаяся величина изменятся со временем по закону синуса (косинуса). Рассмотрение гармонических колебаний важно по двум причинам :

1. Колебания встречающиеся в природе и технике, часто имеют характер, близкий к гармоническому;
2. Различные **периодические процессы** (процессы, повторяющиеся через равные промежутки времени) можно представить как наложение гармонических колебаний.

Гармонические колебания величины *s* описываются уравнением типа

*s* =*A* cos (ω0 t +ϕ) , (1)

где

* *А* - максимальное значение колеблющейся величины, называемое **амплитудой колебания**,
* ω0 - **круговая (циклическая) частота**,
* ϕ - **начальная фаза колебания** в момент времени t=0,
* (ω0 t +ϕ) - **фаза колебания** в момент времени t.

Фаза колебания определяет значения колеблющейся величины в данный момент времени. Так как косинус изменяется в пределах от 1 до -1, то *s* может принимать значения от +*А* до -*А*.

Определенные состояния системы, совершающей гармонические колебания, повторяются через промежуток времени Т, называемый **периодом колебания**, за который фаза колебания получает приращение равное 2π, т.е.

ω0(t+T)+ ϕ=(ω0t+ ϕ)+2π ,

откуда

T=2π/ω0 (2)

Величина, обратная периоду колебаний,

ν=1/T (3)

т. е. число полных колебаний, совершаемых в единицу времени, называется **частотой колебаний**. Сравнивая (2) и (3), получим

ω0=2π ν.

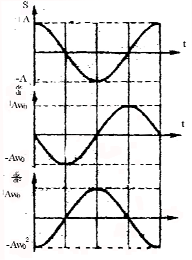
Единица частоты - **герц** (Гц): 1 Гц - частота периодического процесса, при которой за 1 секунду совершается 1 цикл процесса.

Запишем первую и вторую производные по времени от гармонически колеблющейся величины *s*:

 (4)

 (5)

## т. е. имеем гармонические колебания с той же циклической частотой. Амплитуды величин (5) и (4) соответственно равны и .Фаза величины (4) отличается от фазы величины (1) на π/2, а фаза величины (5) отличается от фазы величины (1) на π. Следовательно, в моменты времени, когда s=0, приобретает наибольшие значения; когда же s достигает максимального отрицательного значения, то приобретает наибольшее положительное значение (см. рисунок 1).



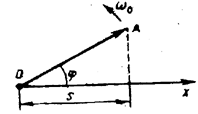
Из выражения (5) следует **дифференциальное уравнение гармонических колебаний**

 (6)

где s =A cos (ω0 t +ϕ). Решением этого уравнения является выражение (1).

Гармонические колебания изображаются графически **методом вращающегося вектора амплитуды**, или **методом векторных диаграмм**.

Для этого из произвольной точки О, выбранной на оси *x* под углом ϕ,равнымначальной фазе колебания, откладывается вектор А, модуль которого равен амплитуде *А* рассматриваемого колебания (см. рисунок 2).



Если этот вектор привести во вращение с угловой скоростью ω0, равной циклической частоте колебаний, то проекция конца вектора будет перемещаться по оси *x* и принимать значения от -*А* до +*А* , а колеблющаяся величина будет изменяться со временем по закону s =*A* cos (ω0 t +ϕ). Таким образом, гармоническое колебание можно представить проекцией на некоторую *произвольно* выбранную ось вектора амплитуды А, отложенного из произвольной точки оси под углом ϕ, равным начальной фазе, и вращающегося с угловой скоростью ω0 вокруг этой точки.

В физике часто применяется другой метод, который отличается от метода вращающегося вектора амплитуды лишь по форме. В этом методе колеблющуюся величину представляют **комплексным числом.** Согласно формуле Эйлера, для комплексных чисел

 (7)



где * -* мнимая единица. Поэтому уравнение гармонического колебания (1) можно записать в комплексной форме:

 (8)

вещественная часть выражения (8)



представляет собой гармоническое колебание. Обозначение Re вещественной части опускают и записывают в виде

**.**

В теории колебаний принимается, что колеблющаяся величина s равна *вещественной части* комплексного выражения, стоящего в этом равенстве справа.

Задачи.

1.Амплитуда гармонических колебаний материальной точки равна 5 см. Масса материальной точки 10 *г* и полная энергия колебаний  *дж.* Написать уравнение гармонических колебаний этой точки (с числовыми коэффициентами), если начальная фаза колебаний равна .

Решение

Общее уравнение гармонических колебаний имеет вид

 (1)

У нас *А*=5 см, . Период *Т* колебаний неизвестен, но его можно найти из условия . Отсюда

 (2)

У нас м, *m*=  кг и . Подставляя эти данные в (2), получим *Т*=4 *сек*. Тогда , и уравнение (1) примет вид  см. Отметим, что так как  - величина безразмерная, то *А* не обязательно подставлять в метрах ; наименование *x* будет соответствовать наименованию *А.*