**МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ, ВОЛНЫ**

**Практическое занятие №8**

**СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ**

Уравнение затухающих колебаний

,

где *А(t)* –амплитуда затухающих колебаний в момент *t;* ω – круговая частота.

Круговая частота затухающих колебаний

,

где δ – коэффициент затухания.

Зависимость амплитуды затухающих колебаний от времени

,

где *А*0–амплитуда колебаний в момент *t*=0.

Логарифмический декремент затухания

.

Амплитуда вынужденных колебаний

,

где *F*0 – амплитудное значение вынуждающей силы,  – частота вынуждающей силы, – собственная частота колеблющейся системы.

Резонансная частота и резонансная амплитуда вынужденных колебаний

 и .

Уравнение плоской бегущей волны

.

Длина волны и волновое число

 

Уравнение стоячей волны



**Пример №1**. Амплитуда затухающих колебаний маятника за время *t*1 = 5 мин уменьшилась в два раза. За какое время *t*2*,* считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано:  t1 = 5мин  *А*0 / *А*1 = 2  *А*0 / *А*2 = 8 | СИ  300 с | Решение:  Амплитуда затухающих колебаний изменяется  со временем по закону  ,  где δ – коэффициент затухания. |
| t2- ? |

Отсюда . Прологарифмируем:

.

Для моментов времени t1 и t2  имеем

 (1)

 (2)

Разделим (2) на (1):

,

откуда

.

Численно



**Пример №2**. Амплитуда колебаний маятника длиной *l =* 1м за время *t* = 10 мин уменьшилась в два раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано:  *l* = 1 м  *t =* 10 мин  *А0 / А =* 2 | СИ  600 с | Решение:  Логарифмический декремент затухания θ определимиз соотношения    где  – коэффициент затухания, *Т* – период колебаний математического маятника: |
| θ – ? |

Амплитуда затухающих колебаний изменяется со временем по закону



Откуда  и тогда получаем



Численно



**Пример №3**. Подвеска автомобиля совершает колебания при наличии амортизатора (демпфирующее устройство) по закону:  с амплитудой *A*0 = 0,01 м, собственной частотой ν0 = 100 Гц и коэффициентом затухания  = 0,5 c-1. Записать уравнение движения подвески, совершаемое под действием вынуждающей силы . Найти амплитуду вынужденных колебаний подвески, определить резонансную частоту колебаний, вычислить амплитуду при резонансе. Масса подвески составляет *m* = 5кг.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано:  *A*0 *=* 0,01 м  *ν*0 *=* 100 Гц  *=* 0,5 c-1  *m* = 5кг | СИ | Решение:  Уравнение движения подвески, совершаемое под действием вынуждающей силы, имеет вид  ,  где  .  Для определения резонансных значений амплитуды и частоты воспользуемся формулами  ,  , |
| – ? – ?  – ? |

где  = 10 Н, , 

Найдем численные значения искомых величин





.

**Пример №4**. Определить, на сколько резонансная частота отличается от частоты ν0 = l кГц собственных колебаний системы, характеризуемой коэффициентом затухания δ = 400 с-1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано:  ν0 = 1 кГц  δ = 400 с-1 | СИ  103 Гц | Решение:  Резонансная частота системыопределяется в виде  *,*  где – собственная циклическая частота системы. |
| Δ*ν –* ? |

Имеем

**

или

**.

Искомая разность частот будет иметь вид

**.

Численно

**

**Задачи для самостоятельного решения**

1. За время *t* = 8 мин амплитуда затухающих колебаний маятника уменьшилась в 3 раза. Определить коэффициент затухания δ*.*

2. При затухающих колебаниях материальной точки амплитуда в начальный момент времени *A*0 = 2 см, а через *t*1 = 4 с амплитуда *A*1 = 0,7 см. Определите через сколько секунд амплитуда станет *A*2 = 0,4 см.

3. Тело массой *m* = 1 г совершает затухающие колебания с частотой ω = 3,14 с-1. В течение времени *t* = 50 с тело потеряло 80% своей энергии. Определите коэффициент затухания и коэффициент сопротивления среды.

4. Подвеска автомобиля совершает колебания при наличии амортизатора (демпфирующее устройство) по закону:  с амплитудой *A*0 = 0,01 м, собственной частотой ν0 = 100 Гц. Записать уравнение движения подвески, совершаемое под действием вынуждающей силы . Найти амплитуду вынужденных колебаний подвески, определить резонансную частоту колебаний, вычислить амплитуду при резонансе. Масса подвески составляет *m* = 5кг.

5. Груз массой *m* = 0,1 кг подвешен на пружине с жесткостью k = 10Н/м. На груз действует вынуждающая сила, описываемая уравнением . Коэффициент затухания δ = 0,5 с-1.Определите уравнение смещения установившихся вынужденных колебаний.

6. Определите длину волны при частоте ν = 200 Гц, если скорость распространения волн *V* = 340 м/с.

7. Определите скорость звука в воде, если источник, который колеблется с периодом *T* = 0,002 с, возбуждает в воде волны длиной  = 2,9 м.