

Дополнительное задание к работе (по указанию преподавателя)

- I. Для крутильных колебаний диска в воде и в воздухе рассчитать:
 - 1) коэффициент затухания β по средним значениям T_0 и θ_0 ;
 - 2) частоту затухающих колебаний диска;
 - 3) собственную частоту колебаний диска.
2. Написать закон изменения амплитуды Φ крутильных колебаний диска в воде и в воздухе в зависимости от времени t . Построить в одной координатной системе графики функций $\Phi(t)$ для колебаний диска в воздухе и в воде. По графикам определить промежуток времени T , в течение которого амплитуда убывает в e раз (время релаксации).
3. Написать закон изменения во времени угла поворота φ диска при колебаниях его в воздухе и в воде и построить графики $\varphi(t)$ в одной координатной системе.
4. Рассчитать коэффициент затухания β и коэффициент момента силы сопротивления R , при которых режим движения диска становится апериодическим. Масса и размеры диска заданы на рабочем месте.
5. Написать закон изменения во времени момента упругой силы $M_{up}(t)$.

Контрольные вопросы

1. Какие силы действуют на систему, совершающую затухающие свободные колебания?
2. Напишите дифференциальное уравнение этих колебаний. На основании какого закона динамики оно составлено?
3. Напишите решение дифференциального уравнения затухающих колебаний при $\omega_0 > \beta$.
4. Какой физический смысл имеют коэффициент затухания, декремент затухания, логарифмический декремент?

Лабораторная работа 5.2 ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ

Цель работы

Исследование закономерностей свободных электрических затухающих колебаний в последовательном колебательном контуре, определение их физических характеристик.

Подготовка к работе

Изучите теоретический материал по [2, с.262-265] или [3, с. 302, 303, 308-310].

Свободные электрические колебания можно получить в цепи, если предварительно заряженный конденсатор C замкнуть на катушку индуктивности L (рис. I). Из-за наличия в цепи сопротивления R первоначально запасенная в контуре энергия расходуется на нагревание и колебания будут затухающими.

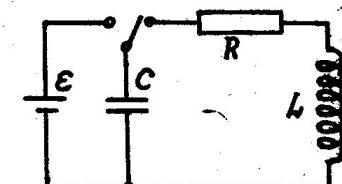


Рис. I

Уравнение колебаний можно получить с помощью закона Ома

$$IR = -\frac{dI}{dt} - L \frac{dI}{dt}, \quad (1)$$

где I — ток в цепи, q — заряд на обкладках конденсатора.

Учитывая, что $I = \dot{q}$, и вводя обозначения

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}, \quad \beta = \frac{R}{2L}, \quad (2)$$

получим дифференциальное уравнение колебаний

$$\ddot{q} + 2\beta\dot{q} + \omega_0^2 q = 0. \quad (3)$$

Его решение имеет вид ($\omega_0 > \beta$),

$$q(t) = q_m(t) \cos(\omega t + \varphi), \quad (4)$$

$$q_m(t) = q_{mo} e^{-\beta t}, \quad (5)$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}. \quad (6)$$

На рис. 2 показана зависимость мгновенного значения заряда $q(t)$ и амплитуды заряда $q_m(t)$ на обкладках конденсатора от времени. Такую же зависимость от времени имеет на-

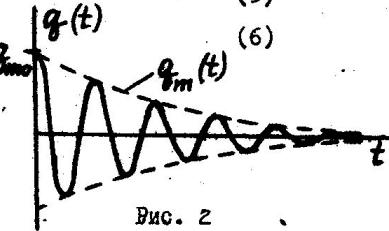


Рис. 2