XIV. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

1. Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур

♦ *Электромагнитные* ***колебания*** *— это периодические изменения заряда, силы тока и напряжения, происходящие в электрической цепи. Простейшей системой для наблюдения электромагнитных колебаний служит колебательный контур.*

♦ ***Колебательный контур*** *— это замкнутый контур, состоящий из конденсатора и катушки.*

а) в колебательном контуре ***заряд на конденсаторе*** *колеблется по закону:*

$$q(t) = q_{\max} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0),$$

где $q_{\max}$ – максимальная величина заряда конденсатора; $(\omega \cdot t + \varphi_0)$ – фаза колебаний; φ_0 - начальная фаза колебаний; ω – циклическая частота.

б) напряжение на конденсаторе меняется по закону

$$U_C(t) = \frac{q_{MAX}}{C}\cos(\omega \cdot t + \varphi_0),$$

где $U_{C\max} = \frac{q_{MAX}}{C}$ *–максимальное напряжение на конденсаторе.*

в) сила ***тока в колебательном контуре*** *меняется по закону:*

$$I(t) = q_{MAX} \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) = I_{MAX} \cdot \cos\left(\omega \cdot t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right).$$

ВАЖНО!
фазы колебаний заряда и напряжения на конденсаторе совпадают и меньше фазы колебаний силы тока в контуре на $\pi/2$.

*г)****формулы для периода и циклической частоты*** *колебаний в колебательном контуре:*

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}, \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}},$$

д) Зависимости энергии электрического поля в конденсаторе от времени:

$$W_C = \frac{q^2(t)}{2 \cdot C} = \frac{q_{MAX}^2}{2 \cdot C} \cdot \cos^2(\omega \cdot t + \varphi_0) = \frac{q_{MAX}^2}{2 \cdot C} \cdot \frac{(1 + \cos(2 \cdot \omega \cdot t + 2 \cdot \varphi_0))}{2},$$

где $2 \cdot \omega$ *– циклическая частота колебаний энергии эл. поля.*

е) Зависимости энергии магнитного поля в катушке от времени:

$$W_M = L \cdot \frac{I^2(t)}{2} = L \cdot \frac{q_{MAX}^2 \cdot \omega^2}{2} \cdot \sin^2(\omega \cdot t + \varphi_0) = L \cdot \frac{q_{MAX}^2 \cdot \omega^2}{2} \cdot \frac{(1 - \cos(2 \cdot \omega \cdot t + 2 \cdot \varphi_0))}{2},$$

где $2 \cdot \omega$ *– циклическая частота колебаний энергии эл. поля.*

ВАЖНО! Циклическая частота колебаний энергий электрического и магнитного полей в два раза больше циклической частота колебаний заряда, силы тока и напряжения.

ж) Закон сохранения энергии в контуре

$$\frac{C \cdot U_1^2}{2} + \frac{L \cdot I_1^2}{2} = \frac{C \cdot U_2^2}{2} + \frac{L \cdot I_2^2}{2}.$$

$$\frac{C \cdot U_1^2}{2} + \frac{L \cdot I_1^2}{2} = \frac{C \cdot U_{MAX}^2}{2} = \frac{L \cdot I_{MAX}^2}{2},$$

$$\frac{C \cdot U_{MAX}^2}{2} = \frac{L \cdot I_{MAX}^2}{2}.$$

2. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс

♦ ***Вынужденными электромагнитными колебаниями*** *называют периодические изменения заряда, силы тока и напряжения в колебательном контуре, происходящие под действием периодически изменяющейся ЭДС от внешнего источника:*

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_{\max} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0),$$

где ε – мгновенное значение ЭДС, ε_m *– амплитудное значение ЭДС.*

♦ ***Резонанс в электрической цепи*** *– явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний силы тока в колебательном контуре с малым активным сопротивлением при совпадении частоты вынужденных колебаний внешней ЭДС с частотой собственных колебаний в контуре.*

$$\omega_{рез} = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}.$$

3. Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии

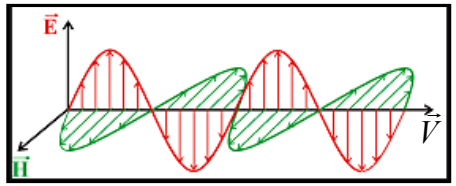
♦ ***Переменным*** *называется ток, изменяющийся по величине и направлению по гармоническому закону.*
Переменный ток представляет пример вынужденных электромагнитных колебаний.

♦ ***Получение переменного тока***
Переменный ток получают с помощью генератора переменного тока.

♦ ***Передача электроэнергии***
С электростанции переменный ток по проводам линии электропередач (ЛЭП) поступает к различным потребителям электрической энергии. ***Для уменьшения потерь при передаче переменного тока необходимо использовать высокое напряжение.***

XIV. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

♦ ***Электромагнитная волна*** *– это процесс распространения в пространстве колебаний электрического и магнитного полей.*
♦ *Электромагнитные волны являются поперечными (см. рис.).*



♦ *Для электромагнитной волны выполняется условие* $\vec{H} \perp \vec{E} \perp \vec{V}$.
♦ *Длина волны вычисляется по формуле:*

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{\nu},$$

где c – скорость электромагнитной волны, T – период, ν – частота электромагнитной волны.

1. ШКАЛА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

♦ ***Радиоволны:*** *$\lambda = 10^3$–10^{-3} м, $\nu = 10^5$–10^{11} Гц. Источники радиоволн – колебательный контур, вибратор.*

♦ ***Инфракрасное (тепловое) излучение :***
$\lambda = 10^{-3}$–10^{-7} м, $\nu = 10^{11}$–10^{14} Гц. Источники – атомы и молекулы вещества.

♦ ***Видимое излучение:***
$\lambda = 8 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7}$ м, $\nu = 4 \cdot 10^{11} - 8 \cdot 10^{14}$ Гц. Это излучение воспринимается глазом.

♦ ***Ультрафиолетовое излучение:***
$\lambda = 10^{-8} - 4 \cdot 10^{-7}$ м, $\nu = 8 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{15}$ Гц. Источники – кварцевые лампы.

♦ ***Рентгеновское излучение:***
$\lambda = 10^{-8}$ –10^{-11} м, $\nu = 3 \cdot 10^{16} - 3 \cdot 10^{19}$ Гц. Источник – рентгеновские трубки.
♦ ***Гамма-излучение:***
Длина волны меньше 10^{-11} м, частота от 10^{20} Гц и выше. Источник – ядерные реакции.