**Дата: 7.02.2022**

**Группа: 11.02.2022**

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ.
СВОБОДНЫЕ И ВЫНУЖДЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ.**

Электромагнитные колебания - взаимосвязанные колебания электрического и магнитного полей.

Электромагнитные колебания появляются в различных электрических цепях. При этом колеблются величина заряда, напряжение, сила тока, напряженность электрического поля, индукция магнитного поля и другие электродинамические величины.

Свободные электромагнитные колебания возникают в электромагнитной системе после выведения ее из состояния равновесия, например, сообщением конденсатору заряда или изменением тока в участке цепи.

Это затухающие колебания, так как сообщенная системе энергия расходуется на нагревание и другие процессы.

Вынужденные электромагнитные колебания - незатухающие колебания в цепи, вызванные внешней периодически изменяющейся синусоидальной ЭДС.

Электромагнитные колебания описываются теми же законами, что и механические, хотя физическая природа этих колебаний совершенно различна.

Электрические колебания - частный случай электромагнитных, когда рассматривают колебания только электрических величин. В этом случае говорят о переменных токе, напряжении, мощности и т.д.

**КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР**

Колебательный контур - электрическая цепь, состоящая из последовательно соединенных конденсатора емкостью C, катушки индуктивностью L и резистора сопротивлением R.



Состояние устойчивого равновесия колебательного контура характеризуется минимальной энергией электрического поля (конденсатор не заряжен) и магнитного поля (ток через катушку отсутствует).



Величины, выражающие свойства самой системы (параметры системы): L и m, 1/C и k

величины, характеризующие состояние системы:



величины, выражающие скорость изменения состояния системы: *u = x'(t)*и *i = q'(t)*.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ**

Можно показать, что уравнение свободных колебаний для заряда *q = q(t)* конденсатора в контуре имеет вид



где *q"* - вторая производная заряда по времени. Величина



является циклической частотой. Такими же уравнениями описываются колебания тока, напряжения и других электрических и магнитных величин.

Одним из решений уравнения (1) является гармоническая функция

Одним из решений уравнения (1) является гармоническая функция



Период колебаний в контуре дается формулой (Томсона):



Величина φ = ώt + φ0, стоящая под знаком синуса или косинуса, является фазой колебания.

Фаза определяет состояние колеблющейся системы в любой момент времени t.



Ток в цепи равен производной заряда по времени, его можно выразить



Чтобы нагляднее выразить сдвиг фаз, перейдем от косинуса к синусу





 **ПЕРЕМЕННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК**

1. Гармоническая ЭДС возникает, например, в рамке, которая вращается с постоянной угловой скоростью в однородном магнитном поле с индукцией В. Магнитный поток *Ф*, пронизывающий рамку с площадью *S*,



где-  угол между нормалью к рамке и вектором магнитной индукции .



По закону электромагнитной индукции Фарадея ЭДС индукции равна



где -  скорость изменения потока магнитной индукции.

Гармонически изменяющийся магнитный поток вызывает синусоидальную ЭДС индукции



где -  амплитудное значение ЭДС индукции.

2. Если к контуру подключить источник внешней гармонической ЭДС 

то в нем возникнут вынужденные колебания, происходящие с циклической частотой ώ, совпадающей с частотой источника.

При этом вынужденные колебания совершают заряд q, разность потенциалов *u*, сила тока *i*и другие физические величины. Это незатухающие колебания, так как к контуру подводится энергия от источника, которая компенсирует потери. Гармонически изменяющиеся в цепи ток, напряжение и другие величины называют переменными. Они, очевидно, изменяются по величине и направлению. Токи и напряжения, изменяющиеся только по величине, называют пульсирующими.

В промышленных цепях переменного тока России принята частота 50 Гц.

Для подсчета количества теплоты Q, выделяющейся при прохождении переменного тока по проводнику с активным сопротивлением R, нельзя использовать максимальное значение мощности, так как оно достигается только в отдельные моменты времени. Необходимо использовать среднюю за период мощность - отношение суммарной энергии W, поступающей в цепь за период, к величине периода:



Поэтому количество теплоты, выделится за время Т:



Действующее значение I силы переменного тока равно силе такого постоянного тока, который за время, равное периоду T, выделяет такое же количество теплоты, что и переменный ток:



Отсюда действующее значение тока



Аналогично действующее значение напряжения



**ТРАНСФОРМАТОР**

*Трансформатор* - устройство, увеличивающее или уменьшающее напряжение в несколько раз практически без потерь энергии.

Трансформатор состоит из стального сердечника, собранного из отдельных пластин, на котором крепятся две катушки с проволочными обмотками. Первичная обмотка подключается к источнику переменного напряжения, а к вторичной присоединяют устройства, потребляющие электроэнергию.

Величину



называют коэффициентом трансформации. Для понижающего трансформатора К > 1, для повышающего К < 1.



**Пример.** Заряд на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени в соответствии с уравнением  . Найдите период и частоту колебаний в контуре, циклическую частоту, амплитуду колебаний заряда и амплитуду колебаний силы тока. Запишите уравнение i = i(t), выражающее зависимость силы тока от времени.



Из уравнения следует, что  . Период определим по формуле циклической частоты 



Частота колебаний



Зависимость силы тока от времени имеет вид:



Амплитуда силы тока.



**Ответ:** заряд совершает колебания с периодом 0,02 с и частотой 50 Гц, которой соответствует циклическая частота 100 рад/с, амплитуда колебаний силы тока равна 5 103А, ток изменяется по закону:

*i*=-5000  sin100 t