

Переменный электрический ток. Резонанс в электрической цепи.

Тема урока №20

A decorative graphic element consisting of several horizontal lines of varying lengths and colors (teal, light blue, white) extending from the right side of the slide towards the center.

Ответить на вопросы:

1. Что называют электромагнитными колебаниями?
2. В чем различие между свободными и вынужденными электрическими колебаниями?
3. Как связаны амплитуды колебаний заряда и тока при разрядке конденсатора через катушку?
4. По какой формуле определяется собственная циклическая частота свободных электрических колебаний?
5. По какой формуле определяется период свободных электрических колебаний?
6. Как изменится период свободных электрических колебаний в контуре, если емкость конденсатора в нем вдвое увеличить или же вдвое уменьшить?
7. Чему равна энергия контура в произвольный момент времени?

Самостоятельная работа стр. 633, 636

- 1.вар№5.** Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 10 мкФ и катушки индуктивностью 10 мГн . Найти амплитуду колебаний напряжения, если амплитуда колебаний силы тока $0,1 \text{ А}$.
- 2.вар.№8.** Индуктивность катушки колебательного контура $0,5 \text{ мГн}$. Требуется настроить этот контур на частоту 1 МГц . Какова должна быть емкость конденсатора в этом контуре?
- 3. Общая задача№948**
Емкость конденсатора колебательного контура 1 мкФ , индуктивность катушки $0,04 \text{ Гн}$, амплитуда колебаний напряжения 100 В . В данный момент времени напряжение на конденсаторе 80 В . Найти максимальный ток, Полную энергию, энергию электрического поля, энергию магнитного поля. Мгновенное значение силы тока.

Переменный электрический ток- незатухающие вынужденные электрические колебания.

- **Электрический ток, изменяющийся во времени, называют переменным.**
Переменный ток нашел широкое применение: в осветительной сети квартиры, на заводах и фабриках и т. д.,
- **Сила тока и напряжение меняются со временем по гармоническому закону.**
- Колебания напряжения можно обнаружить с помощью осциллографа.



Рис. 4.8

Частота переменного тока – число колебаний в 1 с

- В России и других странах стандартная частота промышленного переменного тока равна 50 Гц (в течение 1 секунды ток 50 раз идет в одну сторону и 50 раз в противоположную).
- В США, Канаде, Японии, частота промышленного переменного тока равна 60 Гц .
- Переменный ток с частотой 400 Гц применяется в бортовой сети самолётов.

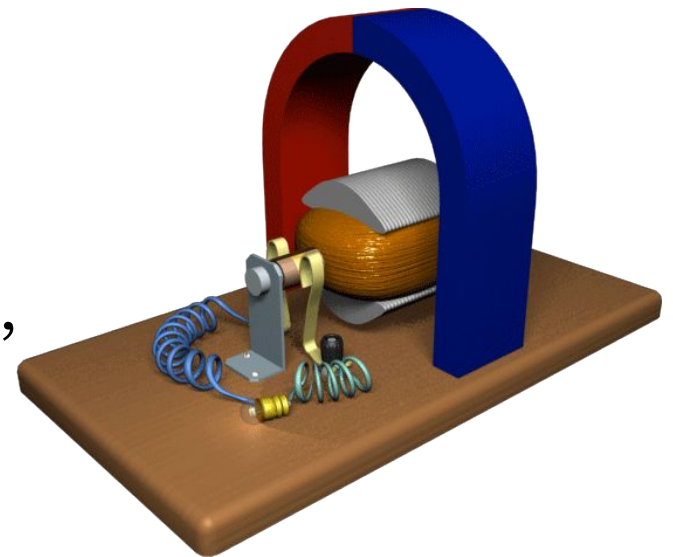
Переменное напряжение в гнездах розетки осветительной сети создается генераторами на электростанциях

Рамка вращается в магнитном поле. Поскольку магнитный поток, пронизывающий рамку, изменяется с течением времени, то в ней возникает индуцированная переменная ЭДС:

$$e = -d\Phi/dt = -B \cdot S \cdot (\cos \omega t) = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega t = \varepsilon_m \cdot \sin \omega t,$$

где $\varepsilon_m = B \cdot S \cdot \omega$ – амплитуда ЭДС индукции.

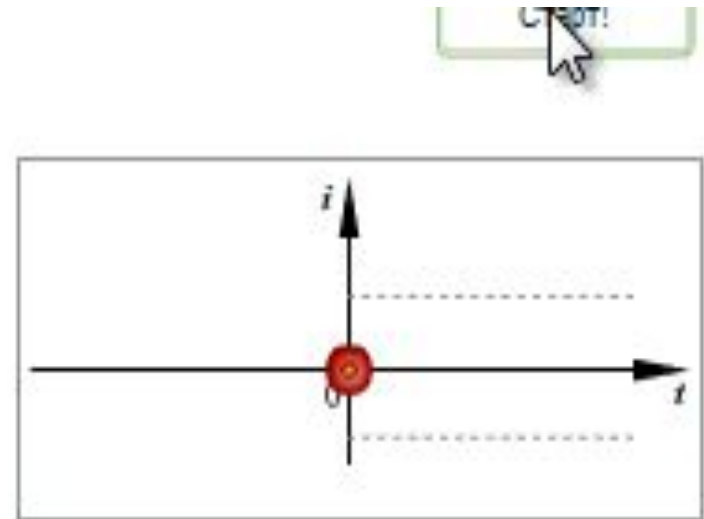
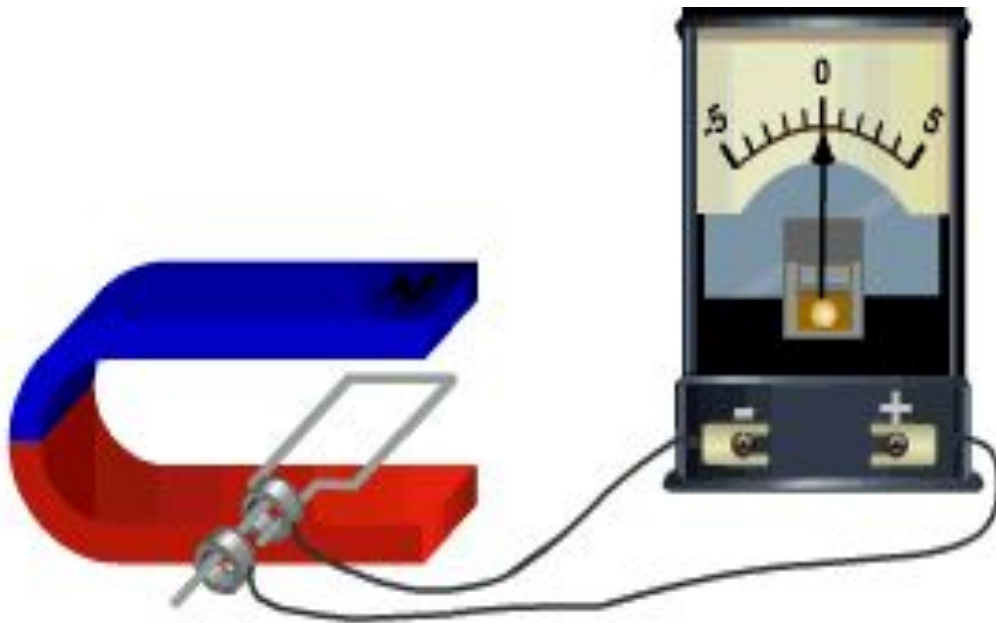
ω - угловая скорость вращения рамки, играет роль циклической частоты.



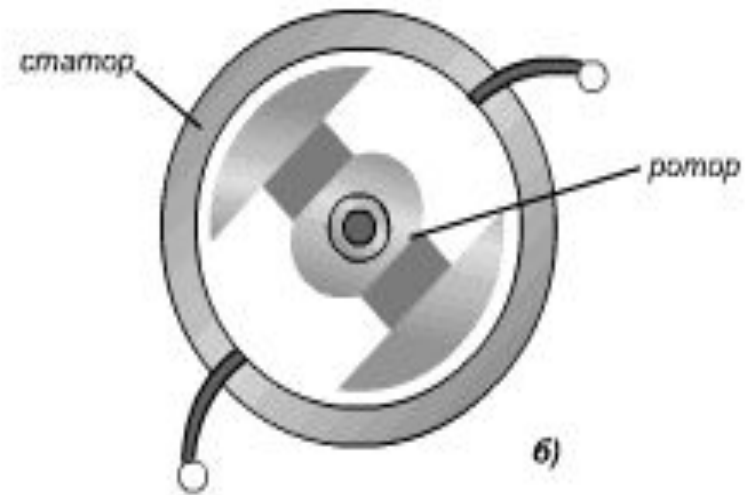
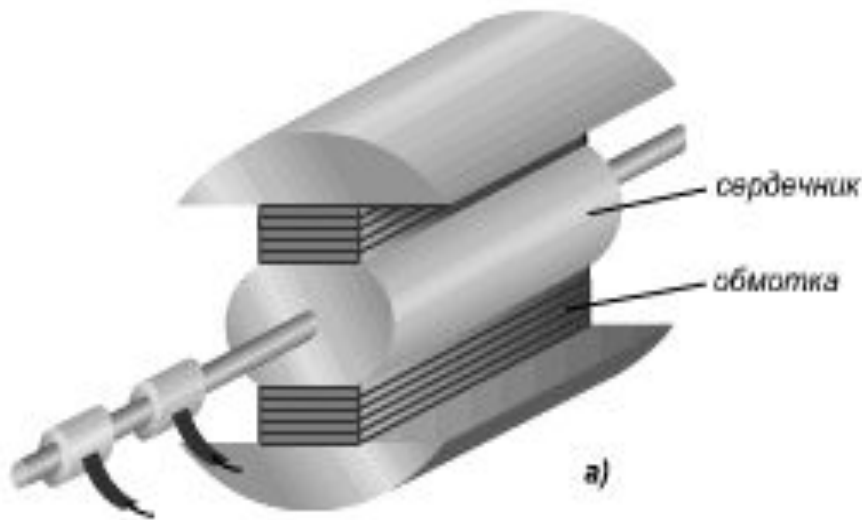
- Напряжение на концах цепи меняется по гармоническому закону, **напряженность электрического поля** внутри проводников **будет также меняться гармонически.**
- Эти гармонические изменения напряженности поля, в свою очередь, вызывают **гармонические колебания скорости упорядоченного движения заряженных частиц** т.е. гармонические колебания **силы тока.**

Генератор переменного тока - устройство, предназначенное для превращения механической энергии в энергию переменного тока.

В основу работы генератора положено явление электромагнитной индукции.



- Ток в цепи проходит в одном направлении в течение полуоборота рамки, а затем меняет направление на противоположное.
- Основными частями генератора переменного тока являются: индуктор, якорь, коллектор, **статор, ротор.**



Мы будем изучать в дальнейшем вынужденные электрические колебания, происходящие в цепях под действием напряжения, меняющегося с циклической частотой ω по закону синуса или косинуса:

- $u = U_m \cdot \sin \omega t$ или $u = U_m \cos \omega t$
- U_m — амплитуда напряжения,
- ω циклическая частота **напряжения** и **силы тока** в цепи.
- $i = I_m \cdot \sin (\omega t + \varphi_c)$ сила тока i в любой момент времени.
- Колебания силы тока не совпадают по фазе с колебаниями напряжения.
- I_m - амплитуда силы тока,
 φ_c — разность (сдвиг) фаз между колебаниями силы тока и напряжения.

Активное сопротивление. Действующее значение силы тока и напряжения.

- **R** называется активным сопротивлением, т.к. при наличии нагрузки, обладающей этим сопротивлением, цепь поглощает энергию, поступающую от генератора. Эта энергия превращается во внутреннюю энергию проводников — они нагреваются.
- Мгновенное значение силы тока по закону Ома:

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m \cos \omega t}{R} = I_m \cos \omega t.$$

$$I_m = \frac{U_m}{R}. \quad (4.17)$$

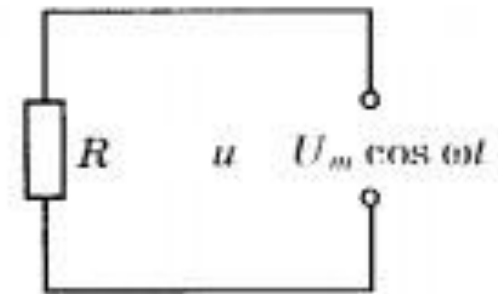


Рис. 4.10

Действующим (эффективным) значением переменного тока называется сила такого постоянного тока, который, проходя по цепи, выделил бы такое же количество теплоты, что и данный переменный ток.

- I_0, U_0 , - амплитуда тока и напряжения.
- $I_{\partial}, U_{\partial}$, - действующее значение тока и напряжения .

$$U_{\partial} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\partial} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

- Средняя мощность переменного тока на участке цепи, содержащем резистор, равна:

$$P_R = I_{\partial} U_{\partial}$$

Резонанс в цепи переменного тока (резонанс напряжений) - явление резкого увеличения амплитуды переменного тока в цепи.

- Частота, при которой наблюдается резонанс, называется **резонансной частотой**.
- Резонансная частота равна частоте свободных колебаний контура.

ω - циклическая частота

L - индуктивность катушки

C - емкость конденсатора

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$[\omega] = 1 \frac{\text{об}}{\text{с}}$$

$$[L] = 1 \text{ Гн}$$

$$[C] = 1 \text{ Ф}$$

При механических колебаниях резонанс выражен отчетливо при малых значениях коэффициента трения

- В электрической цепи роль коэффициента трения выполняет ее активное сопротивление R (проводник нагревается).
- Амплитуда колебаний силы тока нарастает постепенно до тех пор, пока энергия, выделяющаяся на резисторе, не сравняется с энергией, поступающей в контур за это же время:

$$\frac{I_m^2 R}{2} = \frac{U_m I_m}{2}.$$

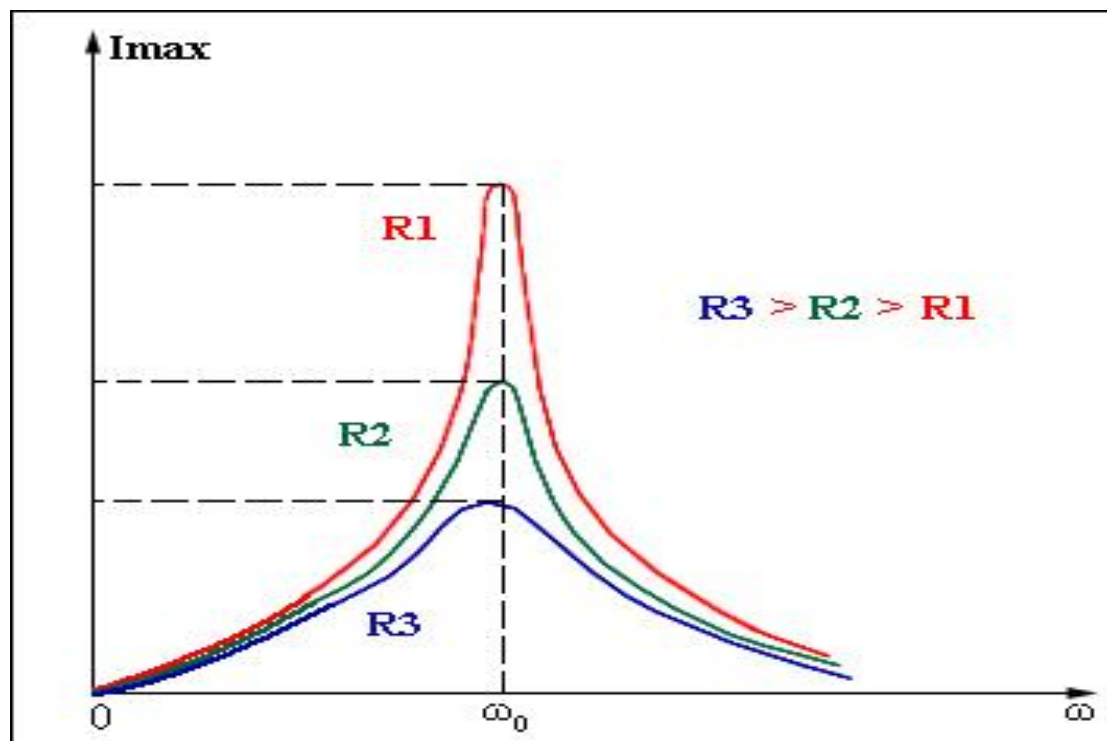
Упростив это уравнение, можно записать:

$$I_m R = U_m.$$

$$I_m = \frac{U_m}{R}. \quad (4.38)$$

Зависимость амплитуды силы тока от частоты при различных сопротивлениях

- Одновременно с увеличением силы тока при резонансе резко возрастают напряжения на конденсаторе и катушке индуктивности.



Резонанс широко используется в радиосвязи.

- Настройка контура приемника на нужную частоту обычно осуществляется путем изменения емкости конденсатора. В этом обычно состоит настройка радиоприемника на определенную радиостанцию.
- Если цепь не рассчитана на работу в условиях резонанса, провода перегреваются, что приводит к пробое изоляции.

Закрепление

1. Какие колебания называются гармоническими ?
2. При каких условиях в электрической цепи возникают вынужденные ЭМК?
3. Что представляет собой простейший генератор?
4. Что называется действующим значением переменного тока?
5. Как находится средняя мощность переменного тока?
6. Что представляет собой резонанс переменного тока?
7. Как влияет величина сопротивления цепи на амплитуду силы тока при резонансе?
8. Условие возникновения резонанса в электрической цепи.

Домашнее задание

- §31,32, 35
№955,958,959.