**24.04.2020 Электротехника**

**МС21**

**Лекция. Тема : электрические машины .двигатели и генераторы. трансформатор**

Основные определения и классификация электрических машин

Электрические машины являются основными элементами электрических установок. Они используются как источники (генераторы) электрической энергии, как двигатели, чтобы приводить в движение самые разнообразные рабочие механизмы на заводах и фабриках, в сельском хозяйстве, на строительных работах и т. д.

Электрические машины, предназначенные для преобразования механической энергии в электрическую, называются генераторами; электрические машины, предназначенные для обратного преобразования электрической энергии в механическую, называются двигателями.

Электрические машины применяются также для преобразования рода тока (например, переменного тока в постоянный), частоты и числа фаз переменного тока, постоянного тока одного напряжения в постоянный ток другого напряжения. Такие машины называются электромашинными преобразователями.

Электрическая машина имеет две основные части – вращающуюся, называемую ротором, и неподвижную, называемую статором ([рис. 1-1](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-01.#f1-1#f1-1)).



Рис. 1-1. Обычная конструктивная схема электрической машины,
 1 – статор; 2 – ротор; 3 – подшипники.

 К электрическим машинам относят также трансформатор. Трансформатор представляет собой статический электромагнитный аппарат, который служит для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения, но той же частоты. Хотя он и не является машиной (не имеет движущихся частей), все же его теория изучается вместе с теорией электрических машин, так как основные соотношения между величинами, характеризующими рабочий процесс трансформатора, применимы и к электрическим машинам.

Различают машины переменного и постоянного тока в зависимости от того, какой ток они генерируют или потребляют.

Машины переменного тока разделяются на синхронные и асинхронные. В тех и других машинах при их работе возникает вращающееся магнитное поле. Ротор синхронной машины вращается со скоростью, равной скорости вращения магнитного поля. Скорость вращения ротора асинхронной машины отличается от скорости вращения поля.

Машины переменного тока бывают однофазные и многофазные (чаще всего трехфазные); первые генерируют или потребляют однофазный ток, вторые – многофазный ток.

Машины постоянного тока, как правило, снабжаются коллектором, который здесь служит для получения на щетках машины э. д. с., постоянно действующей в одном направлении. В то же время коллектор служит для переключения токов в частях обмотки ротора (якоря) таким образом, чтобы результирующая электромагнитных сил, получающихся от взаимодействия магнитного поля электромагнитов статора и токов в обмотке ротора, действовала на ротор все время в одном направлении.

Находят себе применение также асинхронные коллекторные машины переменного тока. Их ротор выполняется так же, как ротор машины постоянного тока. Они в отличие от бесколлекторных асинхронных машин позволяют плавно и экономично регулировать их скорость вращения. Однако область их применения весьма ограничена вследствие их высокой стоимости, сложности ухода за ними и относительно малой надежности в работе.

Приведенная здесь вкратце практическая классификация электрических машин не исчерпывает всего их многообразия. В дальнейшем при рассмотрении машин переменного и постоянного тока мы будем обращаться к различным их видам, различающимся как по назначению, так и по выполнению.

Принцип действия электрической машины и трансформатора

Принцип действия электрической машины основан на физических законах электромагнитной индукции и электромагнитных сил. Согласно указанным законам, а также законам Ома, Джоуля-Ленца и магнитной цепи можно получить основные соотношения между величинами, характеризующими рабочий процесс машины. Обратимся для этого к [рис. 1-2](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#f1-2#f1-2). Здесь показаны два полюса электромагнита, создающего магнитное поле. В магнитном поле между полюсами помещен проводник, сечение которого изображено кружком. Если этот проводник передвигать, например, слева направо, то в нем согласно закону электромагнитной индукции возникнет э.д.с.

, (1-1)

где В – индукция в месте, где находится проводник;
l – активная длина проводника, т. е. та его часть, которая находится в магнитном поле;
v –скорость движения проводника относительно поля (если индукция B выражена в В·с/см2, l–в сантиметрах, v–в см/с, то получим э. д. с. e в вольтах; если B выражена в гауссах, то для получения e в вольтах надо правую часть ([1-1](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#e1-1#e1-1)) умножить на 10-8).



Рис. 1-2. К объяснению принципа действия электрических машин.

 Направление наведенной э. д. с. определяется по правилу правой руки, причем следует иметь в виду, что это правило дается для определения направления э. д. с. в проводнике, перемещающемся относительно магнитного поля ([рис. 1-3](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#f1-3#f1-3)).



Рис. 1-3. Правило правой руки.

 Если концы проводника замкнуты на внешнее сопротивление, то по нему пойдет ток, имеющий такое же направление, как и э.д.с. Это направление (от нас) указано крестиком на [рис. 1-2](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#f1-2#f1-2).

В результате взаимодействия тока i в проводнике и поля возникнет электромагнитная сила

, (1-2)

направление которой определяется по правилу левой руки ([рис. 1-4](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#f1-4#f1-4)) (если B выражена в В·с/см2, i – в амперах, l – в сантиметрах, то получим силу FЭМ, в Вт·с/см или в Дж/см; для получения FЭМ в килограммах надо правую часть ([1-2](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#e1-2#e1-2)) умножить на 10,2 и при B в гауссах – еще на 10-8).



Рис. 1-4. Правило левой руки.

При равномерном движении проводника к нему должна быть извне приложена механическая сила F, равная FЭМ, т. е.

F = FЭМ. (1-3)

Если умножить обе части равенства сил на скорость v, то получим равенство мощностей

Fv = FЭМ v. (1-4)

Подставляя в правую часть этого равенства FЭМ из ([1-2](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#e1-2)) и v из ([1-1](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#e1-1)), получим:

Fv = ei. (1-5)

Отсюда видим, что механическая мощность Fv в нашем элементарном генераторе преобразуется в электрическую мощность ei. Мощность, отдаваемая во внешнюю цепь таким генератором, может быть найдена из уравнения напряжений

u = e – ir, (1-6)

где u – напряжение на зажимах внешнего сопротивления;
ir – падение напряжения в проводнике, имеющем сопротивление r.

Умножив это уравнение на i, получим:

ui = ei – i2r, (1-7)

где ui – электрическая мощность, отдаваемая проводником во внешнюю цепь (она является частью полной электрической мощности ei, полученной в результате преобразования механической мощности);
i2r – электрические потери в проводнике.

Та же элементарная машина может работать двигателем, т. е. преобразовывать электрическую энергию в механическую. Подведем к проводнику напряжение u так, чтобы ток i в проводнике имел указанное на [рис. 1-2](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#f1-2) направление. При этом возникнет электромагнитная сила, которая согласно правилу левой руки заставит проводник передвигаться влево. В проводнике появится э. д. с. е, направленная против тока i и против напряжения u, в чем можно убедиться при помощи правила правой руки. Следовательно, напряжение u должно уравновесить э.д.с. е и падение напряжения в проводнике ir, т. е.

u = e + ir. (1-8)

От уравнения напряжений ([1-8](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02-2.#e1-8#e1-8)), умножив его на i, перейдем к уравнению мощностей

ui = ei + i2r. (1-9)

В этом уравнении i2r – электриче­ские потери в проводнике, ei – та часть подведенной электрической мощности ui, которая преобразуется в механическую мощность FЭМ v, так как, учитывая ([1-1](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#e1-1)) и ([1-2](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-02.#e1-2)), мы можем написать:

ei = Blvi = FЭМ v. (1-10)

Приведенные соотношения показывают, что электрическая машина обратима, т. е. может работать и генератором и двигателем.

Принцип обратимости электрических машин был установлен русским академиком Э. X. Ленцем в 1833 г. Он применим к любой электрической машине.

Таким образом, мы видим, что наличие магнитного поля и проводников, по которым проходит ток, является необходимым условием для работы любой электрической машины. Для усиления магнитного поля применяются ферромагнитные материалы в виде сталей.

При работе электрической машины происходит относительное перемещение проводников и магнитного поля. Такое перемещение в обычных машинах осуществляется путем вращательного движения ([рис. 1-1](http://smutc.ru/generator/Ch1/1-01.#f1-1)).

В основе работы трансформатора лежит явление взаимоиндукции. Трансформатор состоит обычно из двух обмоток с разными числами витков. Между обмотками существует магнитная связь; для ее усиления обмотки помещаются на стальном замкнутом магнитопроводе, называемом сердечником трансформатора. Энергия из одной обмотки в другую передается через посредство магнитного поля. Благодаря различию чисел витков обмоток получается трансформирование тока одного напряжения в ток другого напряжения, повышенного или пониженного по сравнению с первым.

**Домашнее задание**

1. Законспектировать лекцию в рабочую тетрадь.

Обратная связь : +79084784890 (viber , WhatsApp, telegram), страница в ВК: <https://vk.com/id58154901> , email : livanova-o@list.ru