

## Принцип действия электрических машин.

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.8.2 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.

$$e = Blv, \quad (8-1)$$

где  $B$  — 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.

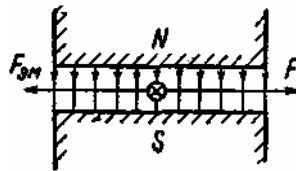


Рис. 8-2. К объяснению принципа действия электрических машин

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.8-3).

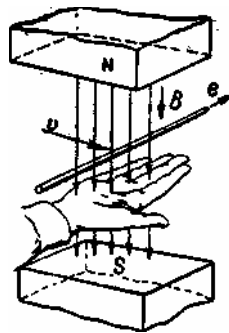


Рис. 8-3. Правило правой руки.

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.8-2.

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

$$F_{\text{эм}} = Bil, \quad (8-2)$$

направление которой определяется по правилу левой руки (рис.8.4)

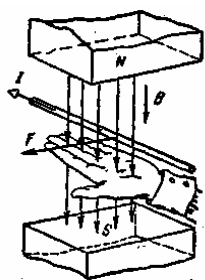


Рис.8.4. Правило левой руки.

При равномерном движении проводника к нему должна быть извне приложена механическая сила  $F$ , равная  $F_{\text{ЭМ}}$ , т. е.

$$F = F_{\text{ЭМ}}. \quad (8-3)$$

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

$$Fv = F_{\text{ЭМ}} v. \quad (8-4)$$

Подставляя в правую часть этого равенства  $F_{\text{ЭМ}}$  из (8.2) и  $v$  из (8.1), получим:

$$Fv = ei. \quad (8-5)$$

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

$$u = e - ir, \quad (8-6)$$

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

Умножив это уравнение на  $i$ , получим:

$$ui = ei - i^2 r, \quad (1-7)$$

где  $ui$  — электрическая мощность, отдаваемая проводником во внешнюю цепь (она является частью полной электрической мощности  $ei$ , полученной в результате преобразования механической мощности);

$i^2 r$  — 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.8.2 направление. При этом возникнет электромагнитная сила, которая согласно правилу левой руки заставит проводник передвигаться влево. В проводнике появится э. д. с.  $e$ , 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.  $e$  и падение напряжения в проводнике  $ir$ , т. е.

$$u = e + ir. \quad (8.8)$$

От уравнения напряжений (8.8), умножив его на  $i$ , перейдем к уравнению мощностей

$$ui = ei + i^2 r. \quad (8.9)$$

В этом уравнении  $i^2 r$  — электрические потери в проводнике,  $ei$  — та часть подведенной электрической мощности  $ui$ , которая преобразуется в механическую мощность  $F_{\text{ЭМ}} v$ , так как, учитывая (8.1) и (8.2), мы можем написать:

$$ei = Blvi = F_{\text{ЭМ}} v. \quad (8.10)$$

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

Принцип обратимости электрических машин был установлен русским академиком Э. Х. 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.