

## Электрический двигатель постоянного тока

После того как в 1821 г. М. Фарадеем был впервые продемонстрирован принцип преобразования электромагнитным полем электрической энергии в механическую, ученые и инженеры стали пытаться создать электрический двигатель, который можно было бы использовать на производстве. В 1834 г. русский ученый Б.С. Якоби создал практически пригодный электрический двигатель и опубликовал теоретическую работу «О применении электромагнетизма для приведения в движение машины». 13 сентября 1838 г. лодка, снабженная колесами с лопастями, приводимыми во вращение электрическим двигателем, и имеющая на борту двенадцать пассажиров, проплыла по реке Неве против течения со скоростью около  $3 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . Это было одно из первых применений электрического двигателя. Трудно представить, но еще 100 лет назад в очень немногих домах можно было увидеть какое-либо устройство с электрическим двигателем: пыль и сор с пола убирали с помощью веника, кофе мололи и белье стирали вручную. Даже автомобильные двигатели запускали с помощью специальной рукоятки.

Существует много различных типов электрических двигателей. Мы рассмотрим простейший электрический двигатель постоянного тока, для работы которого использованы основные законы электромагнетизма.

Электрический двигатель постоянного тока – электрическая машина, преобразующая электрическую энергию постоянного тока в механическую энергию (рис.1).



Рис. 1

Основными частями, необходимыми для работы любой электрической машины постоянного тока, являются (рис. 2):

- *индуктор* – постоянный магнит или электромагнит, создающий магнитное поле (в технических электрических машинах в качестве индуктора, создающего магнитное поле, почти всегда применяют электромагниты);

- *якорь* – часть машины, несущая на себе обмотку. При работе машины в качестве двигателя в обмотке циркулирует ток, а при работе ее в качестве генератора в обмотке при изменении магнитного потока возникает ЭДС индукции. Для того чтобы получать большие магнитные поля там, где находятся обмотки якоря, его снабжают железным сердечником.

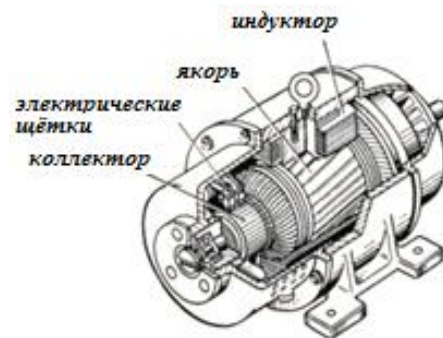


Рис. 2

Концы этого сердечника имеют такую форму, чтобы между полюсами магнита и сердечником оставался лишь небольшой зазор, необходимый для вращения;

- *коллектор* и скользящие по нему контактные пластинки – *электрические щётки*, при помощи которых осуществляется соединение обмотки якоря с источником тока.

Вращающуюся часть электрической машины (якорь) называют *ротором*, а ее неподвижную часть (индуктор) – *статором*.

Если подключить к зажимам электрической машины источник тока и пропустить ток от этого источника через статор и ротор, то взаимодействие их магнитных полей создает вращающий момент, приводящий в движение ротор. Таким образом, электрическая энергия, подаваемая на зажимы электрической машины, превращается в механическую энергию вращения. Электрическая машина в этом случае работает как электрический двигатель. Соединив вал ротора с нагрузкой, например, с грузоподъемником, мы можем привести этот грузоподъемник в движение.

Выясним происхождение сил, которые создают действующий на якорь электродвигателя вращающий момент. При подключении щеток к источнику постоянного напряжения по обмотке якоря проходит электрический ток. На проводники обмотки со стороны магнитного поля индуктора действуют силы Ампера, перпендикулярные к направлениям тока и индукции магнитного поля.

На рисунке 3 показаны силы Ампера, действующие на отдельные проводники обмотки, плоскость которой расположена под некоторым углом к

направлению индукции магнитного поля. Применяя правило левой руки, можно убедиться, что силы Ампера  $\vec{F}_2$  и  $\vec{F}_2'$ , действующие на проводники  $AK$ ,  $ED$  и  $BC$ , параллельны оси вращения  $OO'$ . Следовательно, они не создают вращающего момента якоря. Силы Ампера  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_1'$ , действующие на проводники  $AB$  и  $CD$ , перпендикулярны оси  $OO'$  и создают вращающий момент. Якорь начинает вращаться и тем самым приводит во вращение соответствующие детали технических устройств (троллейбусов, трамваев, электрических бытовых приборов и др.).

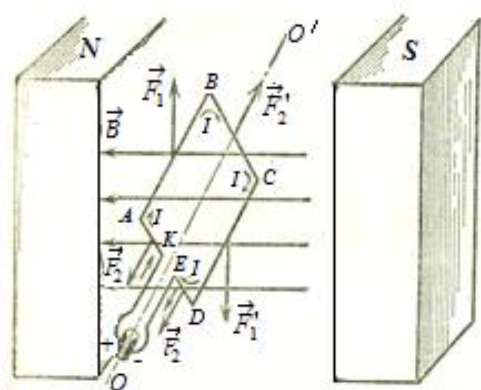


Рис. 3



Рис. 4

Якорь любого электродвигателя состоит из нескольких обмоток (рис. 4). Вращающий момент принимает максимальное значение, когда соответствующая обмотка находится в плоскости, параллельной направлению индукции магнитного поля, и равен нулю, когда обмотка находится в плоскости, перпендикулярной направлению индукции. Для того чтобы обеспечить длительное вращение якоря при неизменном направлении вращающего момента, электрический ток в обмотке должен изменять направление через каждые пол-оборота. Это может быть осуществлено следующим образом. При вращении якоря коллектор отключает электрические щетки от одной обмотки и подключает к другой, так что в каждый момент времени ток проходит через обмотку якоря, находящуюся в плоскости, параллельной направлению индукции магнитного поля. Таким образом,

вращающий момент сохраняет свое направление и якорь вращается в одном направлении.

Простота устройства и управления электродвигателей, возможность легко регулировать частоту вращения и хорошие пусковые свойства определили широкое их применение в качестве приводных двигателей для прокатных станов, гребных винтов кораблей, шахтных подъемных машин, в электрифицированном магистральном, городском и заводском транспорте, дорожно-строительных, ремонтно-отделочных машинах, часто являются исполнительными звеньями систем автоматического управления и регулирования и т. д.