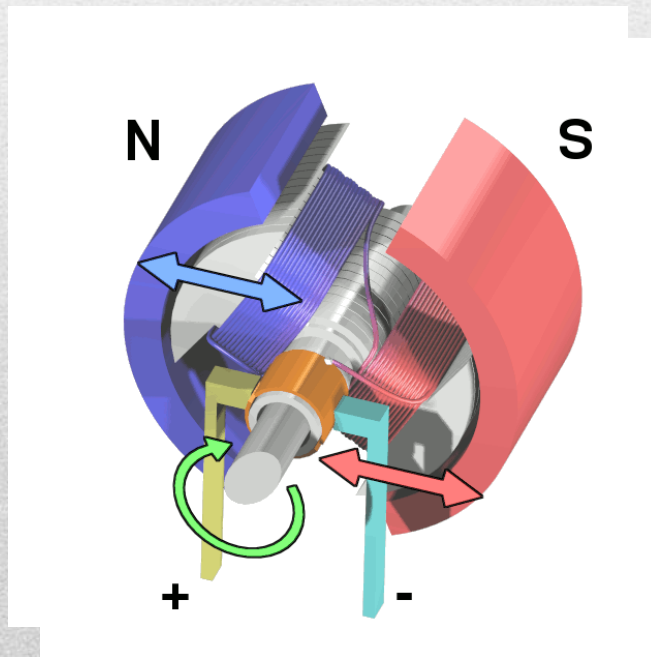


Двигатели электрические постоянного тока

Назначение, принцип действия, использование
на транспорте

Двигатель постоянного тока — электрическая машина, машина постоянного тока, преобразующая электрическую энергию постоянного тока в механическую энергию.

Простейший двигатель (рис.1), являющийся машиной постоянного тока, состоит из постоянного магнита на индукторе (статоре), одного электромагнита с явно выраженными полюсами на якоре (двухзубцового якоря с явно выраженными полюсами и с одной обмоткой), щёточноколлекторного узла с двумя пластинами (ламелями) и двумя щётками.



Устройство простейшего коллекторного двигателя постоянного тока с двухполюсным статором и с двухполюсным ротором

Двигатель, показанный на **рис.2** , состоит из одного электромагнита на статоре (двухполюсного статора) с явно выраженными полюсами и с одной обмоткой, ротора с тремя зубцами и, соответственно, с тремя обмотками (обмотки ротора при такой конструкции могут быть включены звездой (в столь маломощной машине условия коммутации допускают такое соединение) или треугольником), щёточноколлекторного узла с тремя пластинами (ламелями) и с двумя щётками.

Самозапуск возможен из любого положения ротора. Имеет меньшую неравномерность крутящего момента, чем двигатель с двухзубцовым ротором (рис. 1).

ДПТ являются обратимыми электрическими машинами, то есть в определённых условиях способны работать как генераторы.



Электродвигатели постоянного тока применяют в тех электроприводах, где требуется большой диапазон регулирования скорости, большая точность поддержания скорости вращения привода, регулирования скорости вверх от номинальной



ЯКОБИ Борис Семенович (1801-1874)

Совместно с академиком Э.Х. Ленцем (1804-1865) Б.С.Якоби исследовал электромагнитные притяжения и законы намагничивания железа. Для этой цели он построил особый реостат, названный им вольтагометром. В 1839 году Якоби вместе с Ленцем построил два усовершенствованных и более мощных электродвигателя. Один из них был установлен на большой лодке и вращал ее гребные колеса. При испытаниях лодка с экипажем из 14 человек поднималась против течения Невы, борясь со встречным ветром. Это сооружение представляло собой первое в мире электрическое судно. Другой электродвигатель Якоби-Ленца катил по рельсам тележку, в которой мог находиться человек. Эта скромная тележка приходится "бабушкой" трамваю, троллейбусу, электропоезду, электрокару.

Сегодня **двигатели постоянного тока** имеют достаточно широкую сферу применения. В железнодорожном транспорте **электродвигатели постоянного тока** используются для приводов компрессорных установок и систем вентиляции тормозных сопротивлений на тепловозах, для приводов колесных пар электричек, грузовых магистральных электровозов и тепловозов, а также для приводов шлагбаумов на железнодорожных переездах.

В городском транспорте такие **электродвигатели** обеспечивают тягу троллейбусов, трамваев и метро.

В сельском хозяйстве их можно встретить в тракторах различных марок.

В горнорудной промышленности **двигатели постоянного тока** применяются в рудничных аккумуляторных электровозах.

Морские и речные суда оборудованы **электродвигателями постоянного тока** морского исполнения. Эти **электродвигатели** отличаются низкой вибрацией и незначительным уровнем шума.

В металлообработке **двигатели постоянного тока** устанавливаются на металлорежущих станках, когда от двигателя требуется хорошая равномерность вращения и способность выдерживать существенные перегрузки при небольшой частоте вращения.

В складском хозяйстве **двигатели постоянного тока** используются в приводах электрокаров и электрических погрузчиков, обеспечивая эффективность и безопасность проведения погрузочных работ.



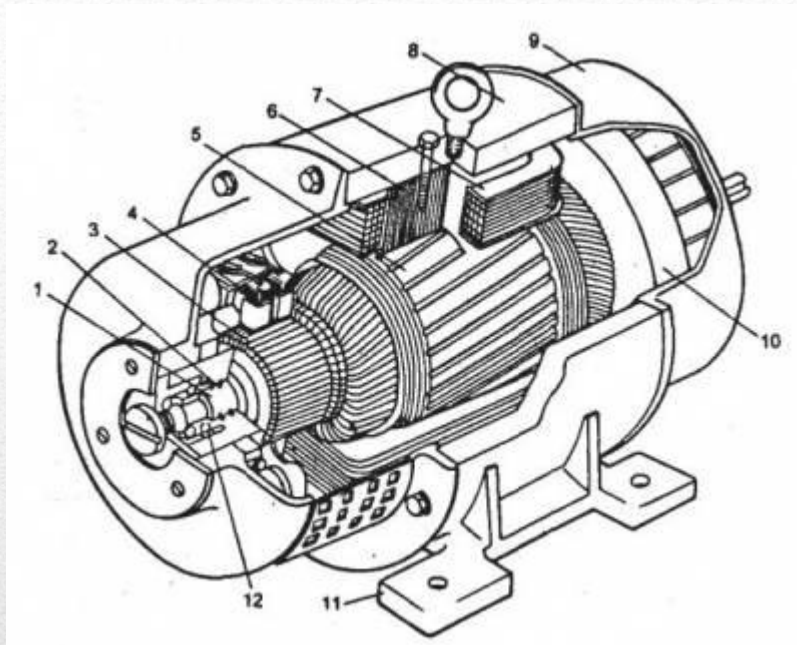


Рисунок 1 – Машина постоянного тока:
1 — вал; 2 — передний подшипниковый щит; 3 — коллектор; 4 — щеткодержатель; 5 — сердечник якоря с обмоткой; 6 — сердечник главного полюса; 7 — полюсная катушка; 8 — станина; 9 — задний подшипниковый щит; 10 — вентилятор; 11 — лапы; 12 — подшипник

Конструктивно все **электрические двигатели постоянного тока** состоят из **индуктора** и **якоря**, разделенных воздушным зазором.

Индуктор электродвигателя постоянного тока служит для создания неподвижного магнитного поля машины и состоит из станины, главных и добавочных полюсов. Станина служит для крепления основных и добавочных полюсов и является элементом магнитной цепи машины. На главных полюсах расположены обмотки возбуждения, предназначенные для создания магнитного поля машины, на добавочных полюсах - специальная обмотка, служащая для улучшения условий коммутации.

Якорь электродвигателя постоянного тока состоит из магнитной системы, собранной из отдельных листов, рабочей обмотки, уложенной в пазы, и коллектора служащего для подвода к **рабочей обмотке постоянного тока**.

Коллектор представляет собой цилиндр, насаженный на вал двигателя и избранный из изолированных друг от друга медных пластин. На коллекторе имеются выступы-петушки, к которым припаяны концы секций обмотки якоря. Съём тока с коллектора осуществляется с помощью щеток, обеспечивающих скользящий контакт с коллектором. **Щетки** закреплены в **щеткодержателях**, которые удерживают их в определенном положении и обеспечивают необходимое нажатие щетки на поверхность коллектора. Щетки и щеткодержатели закреплены на траверсе, связанной с корпусом электродвигателя.

На статоре ДПТ располагаются, в зависимости от конструкции, или постоянные магниты (микродвигатели), или электромагниты с обмотками возбуждения (катушками, наводящими магнитный поток возбуждения). В простейшем случае статор имеет два полюса, то есть один магнит с одной парой полюсов. Но чаще ДПТ имеют две пары полюсов. Бывает и более. Помимо основных полюсов на статоре (индукторе) могут устанавливаться добавочные полюса, которые предназначены для улучшения коммутации на коллекторе.

Ротор любого ДПТ состоит из многих катушек, на часть которых подаётся питание, в зависимости от угла поворота ротора, относительно статора.

Применение большого числа (несколько десятков) катушек, необходимо для уменьшения неравномерности крутящего момента, для уменьшения коммутируемого (переключаемого) тока, и для обеспечения оптимального взаимодействия между магнитными полями ротора и статора (то есть для создания максимального момента на роторе).



Коллектор (щёточно-коллекторный узел) выполняет одновременно две функции: является датчиком углового положения ротора и переключателем тока со скользящими контактами.

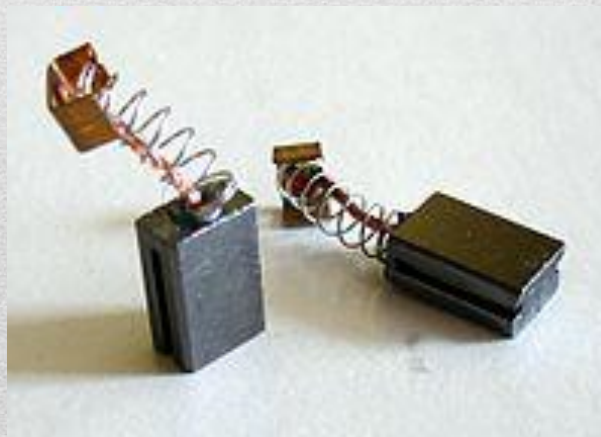
Конструкции коллекторов имеют множество разновидностей.

Выходы всех катушек объединяются в коллекторный узел.

Коллекторный узел обычно представляет собой кольцо из изолированных друг от друга пластин-контактов (ламелей), расположенных по оси (вдоль оси) ротора.

Существуют и другие конструкции коллекторного узла.

Щёточный узел необходим для подвода электроэнергии к катушкам на вращающемся роторе и переключения тока в обмотках ротора. Щётка — неподвижный контакт (обычно графитовый или медно-графитовый).



Взаимодействие магнитных полей

Необходимо отметить, что работа по вращению ротора (рамки с током) совершается не за счет энергии внешнего магнитного поля (поля статора), а за счет источника тока, поддерживающего неизменным ток в контуре рамки. При изменениях магнитного потока, пронизывающего контур (рамку с током) при вращении, в этом контуре возникает э.д.с. индукции, направленная противоположно э.д.с. источника тока. Следовательно, источник тока, кроме работы, затрачиваемой на выделение Ленц-Джоулева тепла, должен совершать дополнительную работу против э.д.с. индукции. Сам же процесс вращения происходит за счет силы Ампера, действующей на проводник с электрическим током, находящийся в магнитном поле. Правильное мнение, что ротор (рамка с током) приходит в движение за счет того, что его магнитное поле толкает магнитное поле статора.

Применение

Краны различных тяжёлых производств

Привод, с требованиями регулировки скорости в широком диапазоне и высоким пусковым моментом

Тяговый электропривод тепловозов, электровозов, теплоходов, карьерных самосвалов и пр.

Стартёры автомобилей, тракторов и др. Для уменьшения номинального напряжения питания в автомобильных стартёрах применяют двигатель постоянного тока с четырьмя щётками. Благодаря этому эквивалентное комплексное сопротивление ротора уменьшается почти в четыре раза.

Статор такого двигателя имеет четыре полюса (две пары полюсов).

Пусковой ток в автомобильных стартёрах около 200 ампер. Режим работы — кратковременный.

Другие виды электродвигателей постоянного тока

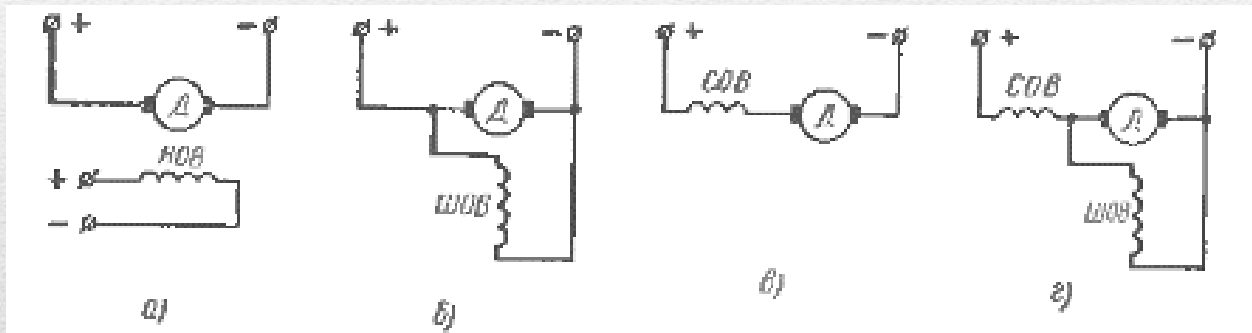
Униполярный электродвигатель (униполярный генератор)

Универсальный коллекторный двигатель, — работает и на постоянном токе, и на переменном. Применяется в ручных электроинструментах (электродрели, электролобзики, электропилы, электрорубанки и др.), пылесосах, кофемолках, блендерах и др.



Способы возбуждения электродвигателей постоянного тока

Под возбуждением электрических машин понимают создание в них магнитного поля, необходимого для работы электродвигателя. Схемы возбуждения электродвигателей постоянного тока показаны на рисунке.



Схемы возбуждения электродвигателей постоянного тока: а - независимое, б - параллельное, в - последовательное, г - смешанное

По способу возбуждения электрические двигатели постоянного тока делят на четыре группы:

1. С независимым возбуждением, у которых обмотка возбуждения НОВ питается от постороннего источника постоянного тока.
2. С параллельным возбуждением (шунтовые), у которых обмотка возбуждения ШОВ включается параллельно источнику питания обмотки якоря.
3. С последовательным возбуждением (серийные), у которых обмотка возбуждения СОВ включена последовательно с якорной обмоткой.
4. Двигатели со смешанным возбуждением (компаундные), у которых имеется последовательная СОВ и параллельная ШОВ обмотки возбуждения.

Двигатель постоянного тока в разрезе.



Двигатель постоянного тока — электрический двигатель, питание которого осуществляется **постоянным током**. Данная группа двигателей в свою очередь по наличию **щёточно-коллекторного узла** подразделяется на:

коллекторные двигатели;

бесколлекторные двигатели.

Щёточно-коллекторный узел обеспечивает электрическое соединение цепей вращающейся и неподвижной части машины и является наиболее ненадежным и сложным в обслуживании конструктивным элементом.^[1]

По типу возбуждения коллекторные двигатели можно разделить на:

двигатели с независимым возбуждением от **электромагнитов** и **постоянных магнитов**;

двигатели с самовозбуждением .

Двигатели с самовозбуждением делятся на:

Двигатели с параллельным возбуждением;(обмотка якоря включается параллельно обмотке возбуждения)

Двигатели последовательного возбуждения;(обмотка якоря включается последовательно обмотке возбуждения)

Двигатели смешанного возбуждения.(обмотка возбуждения включается частично последовательно частично параллельно обмотке якоря)

Бесколлекторные двигатели (**вентильные двигатели**) — электродвигатели, выполненные в виде замкнутой системы с использованием **датчика положения ротора**, системы управления (преобразователя координат) и силового полупроводникового преобразователя (**инвертора**). Принцип работы данных двигателей аналогичен принципу работы синхронных двигателей.