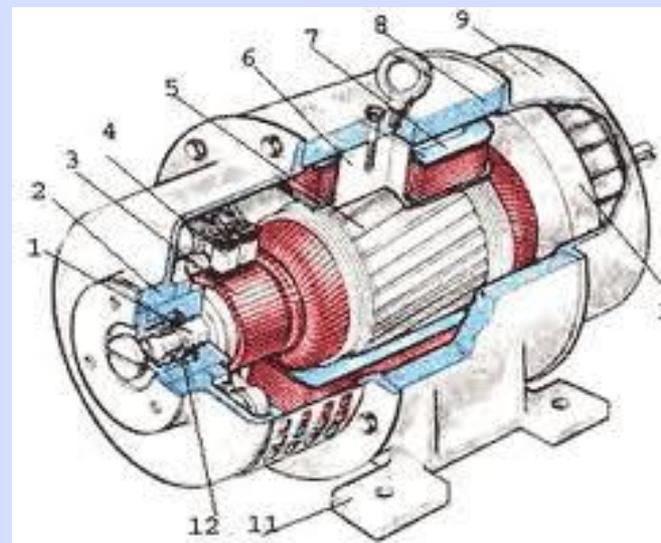


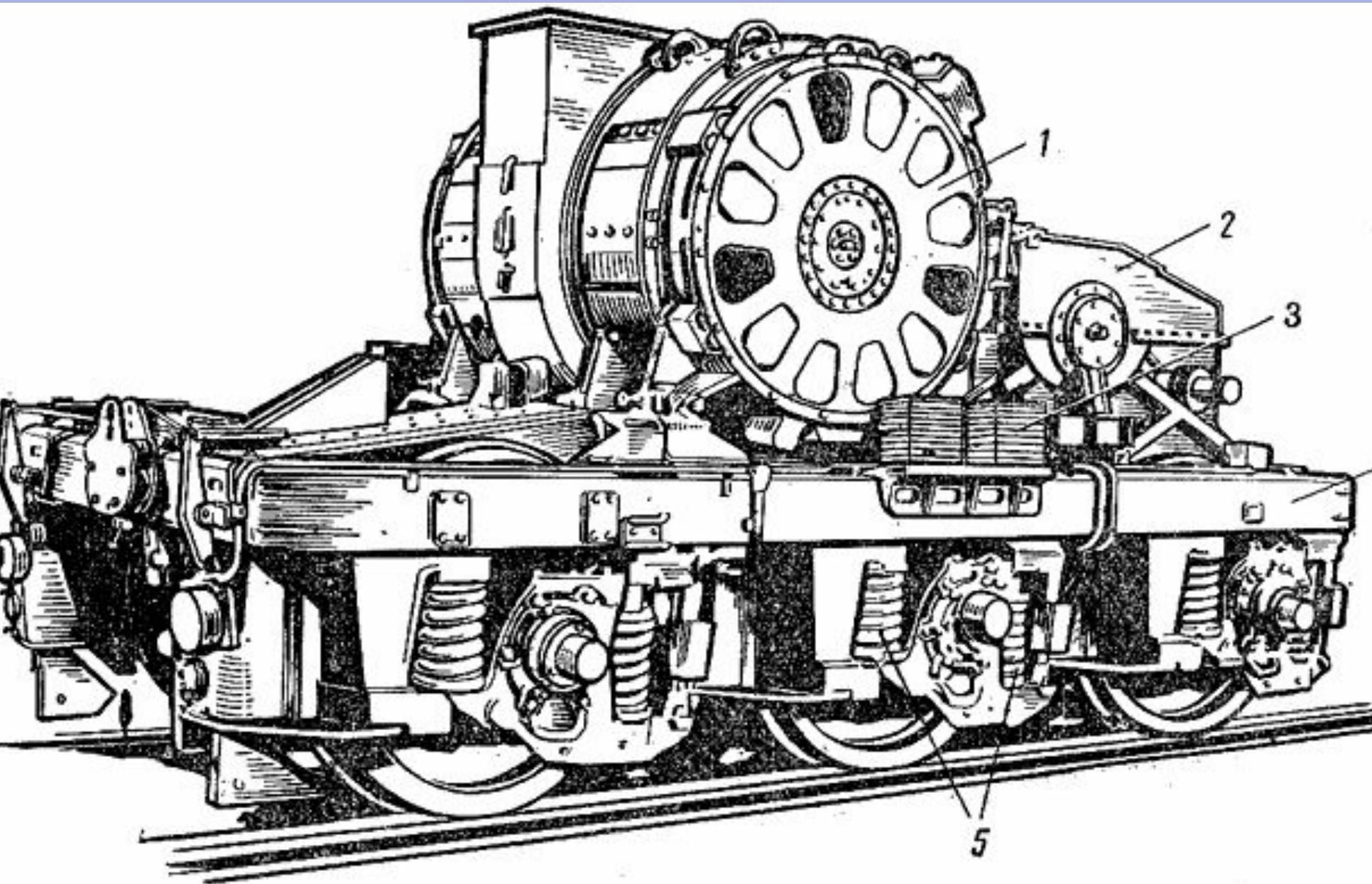
Целью дисциплины является
**изучение принципов
работы, конструкции,
характеристик,
эксплуатации на практике
электрических машин**

Машины постоянного тока



**Машины постоянного тока (МПТ)
используются в режиме
двигателя и генератора.**

Двигатели применяются в:
электротранспорте (электровозы,
тепловозы, троллейбусы, трамваи,
электрокары) в подъемно-
транспортных устройствах, для
привода металлорежущих станков,
вентиляторов, компрессоров и т. д.



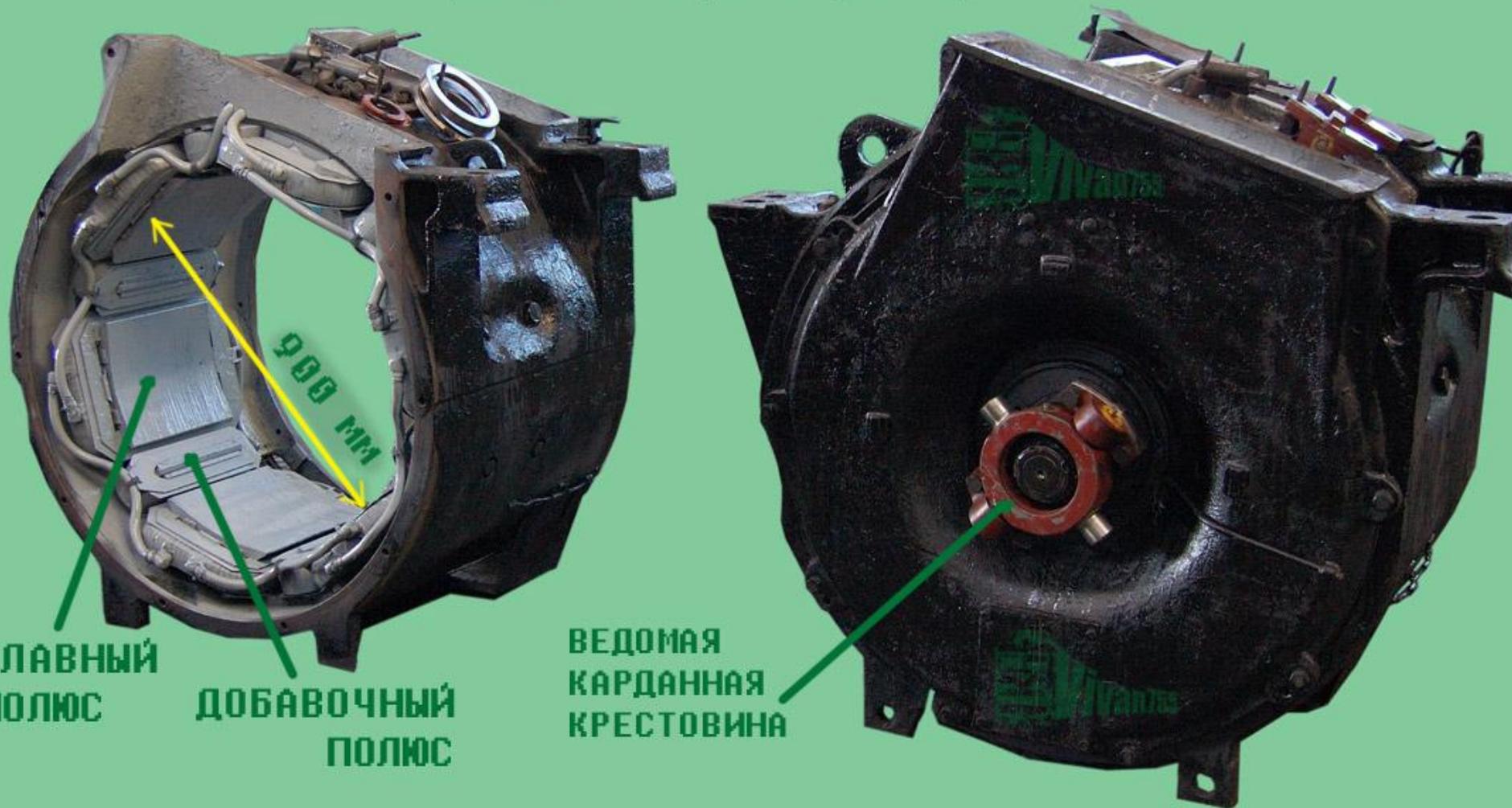
1

2

3

5

Тяговый электродвигатель АЛ-4846еТ электровозов ЧС2, ЧС3 (Škoda 29E, 34E, 53E)





Тяговый электродвигатель троллейбуса



Электропривод постоянного тока стрелочного перевода



Электропривод трамвая





Стартер

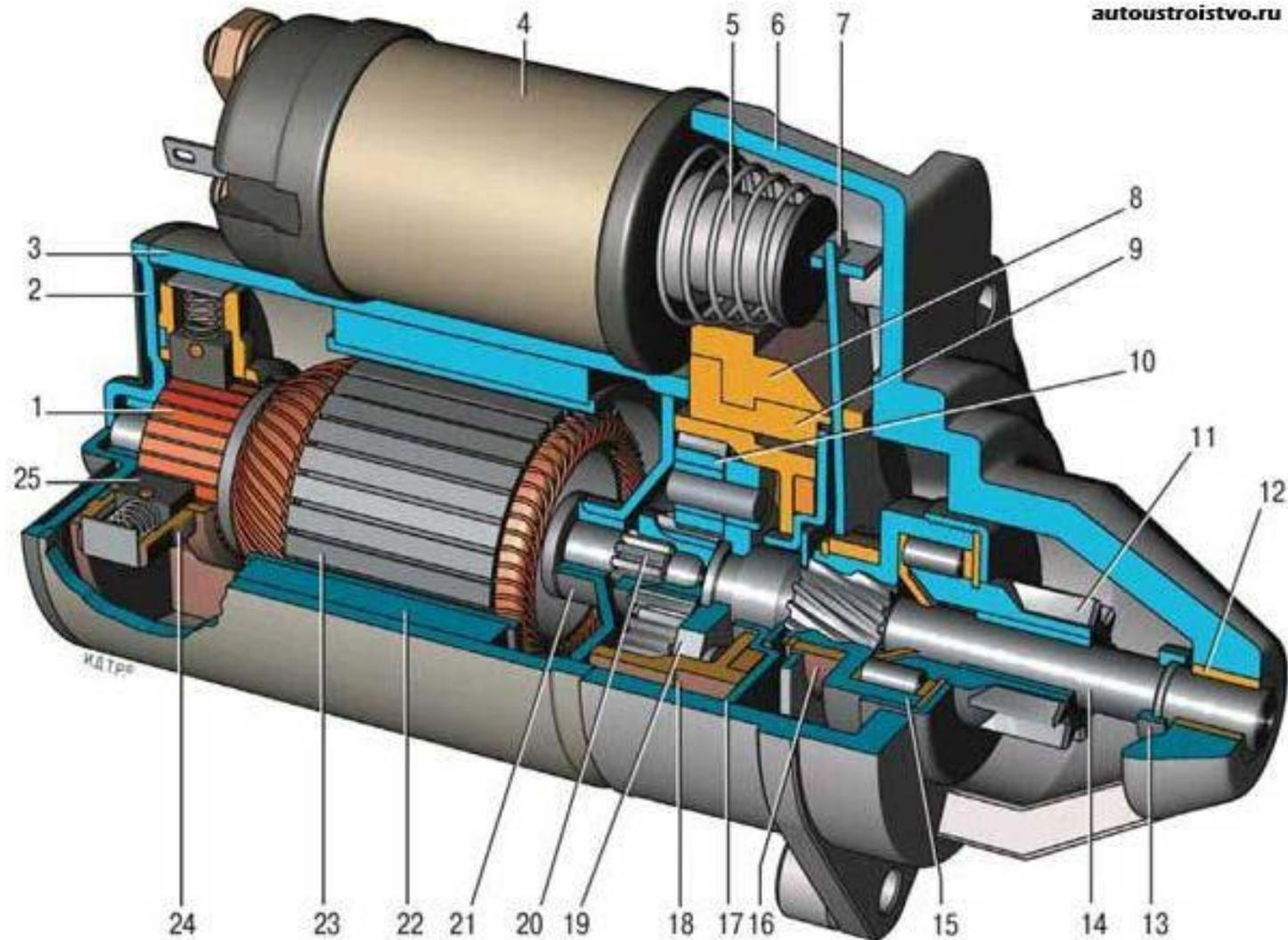
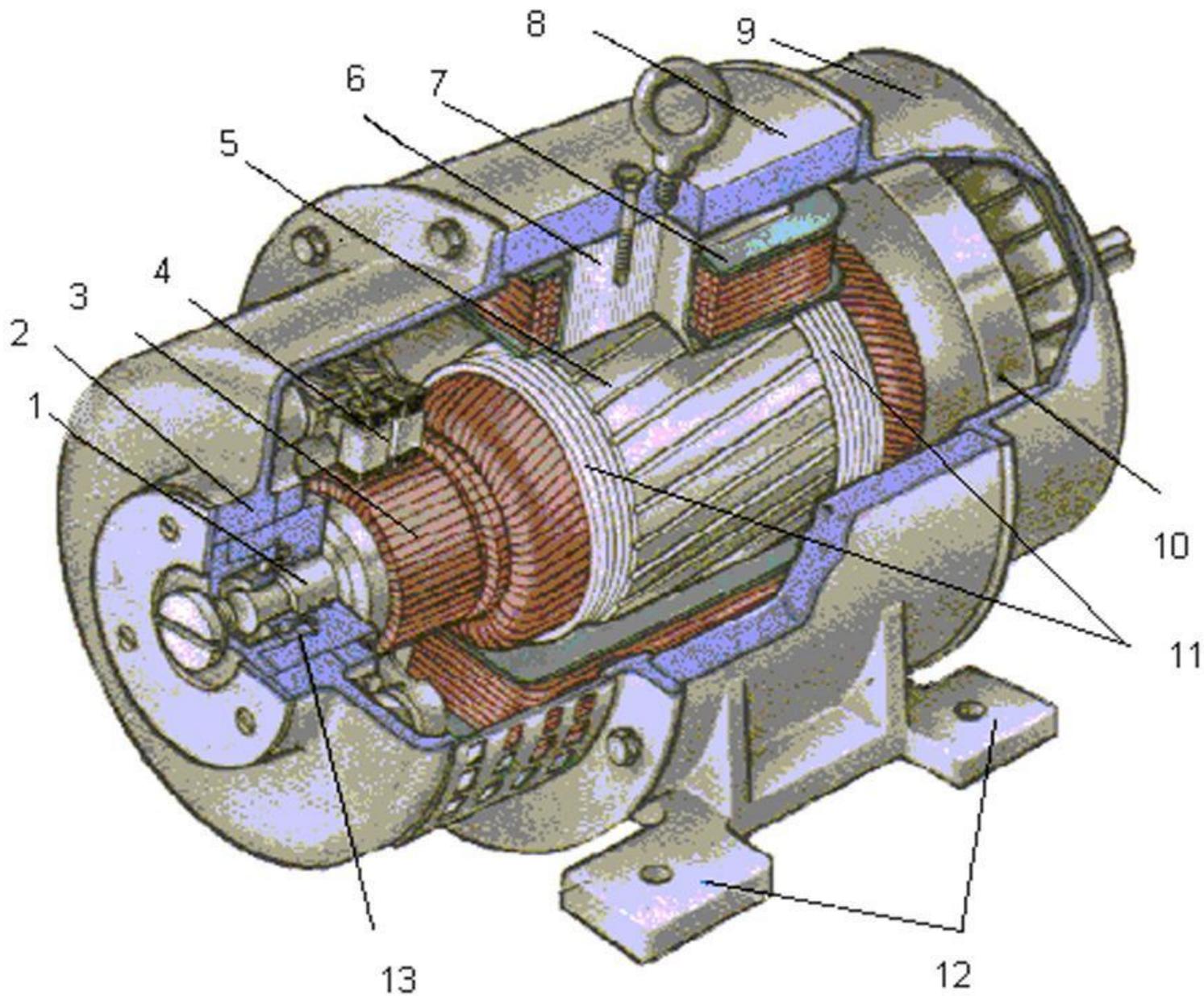
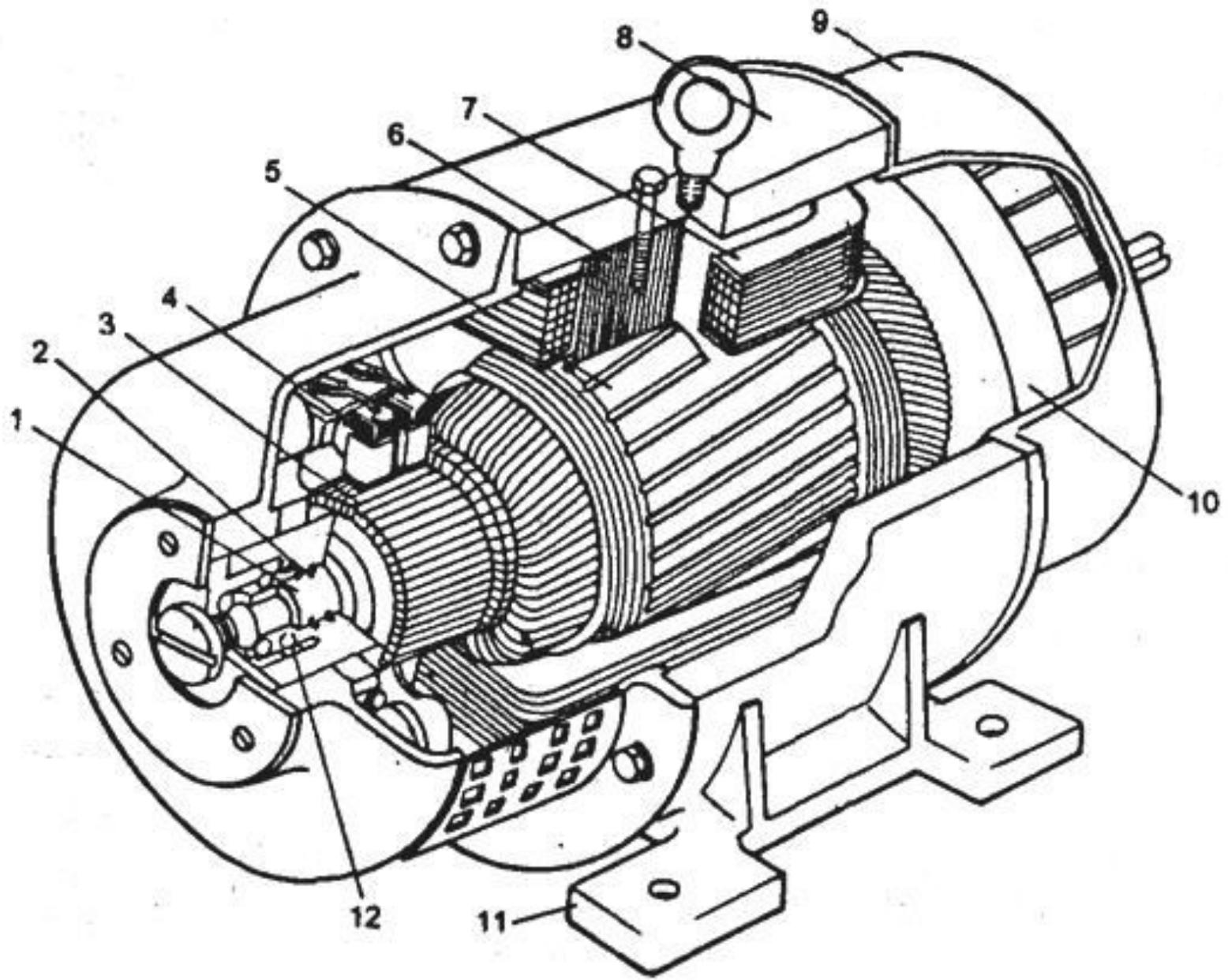


Схема стартера: 1 – коллектор; 2 – задняя крышка; 3 – корпус статора; 4 – тяговое реле; 5 – якорь реле; 6 – крышка со стороны привода; 7 – рычаг; 8 – кронштейн рычага; 9 – уплотнительная прокладка; 10 – планетарная шестерня; 11 – шестерня привода; 12 – вкладыш крышки; 13 – ограничительное кольцо; 14 – вал привода; 15 – обгонная муфта; 16 – поводковое кольцо; 17 – опора вала привода с вкладышем; 18 –



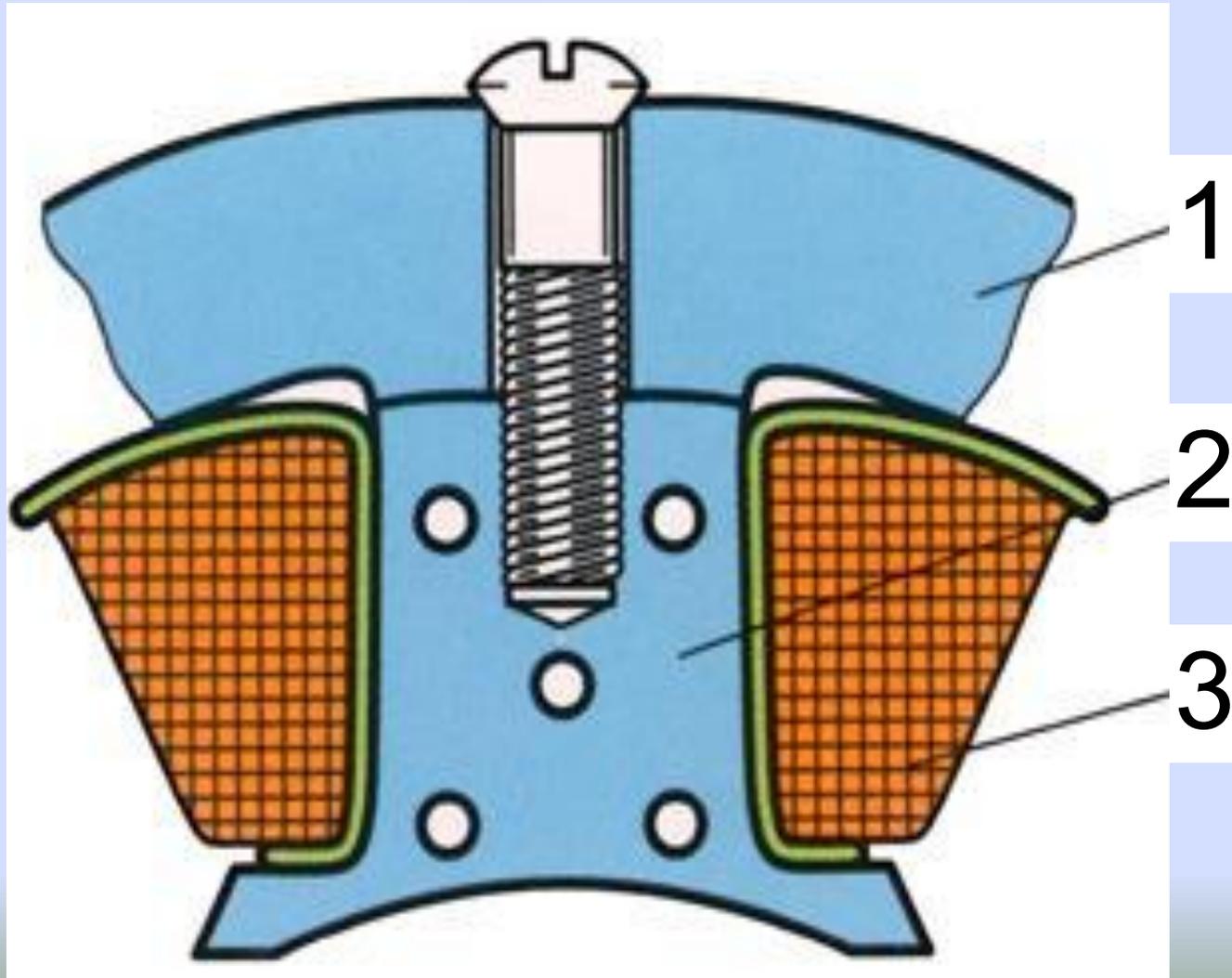
Конструкция машин постоянного тока





Главный полюс:

**1 - станина; 2 - сердечник;
3 - обмотка возбуждения**



Ротор (якорь)

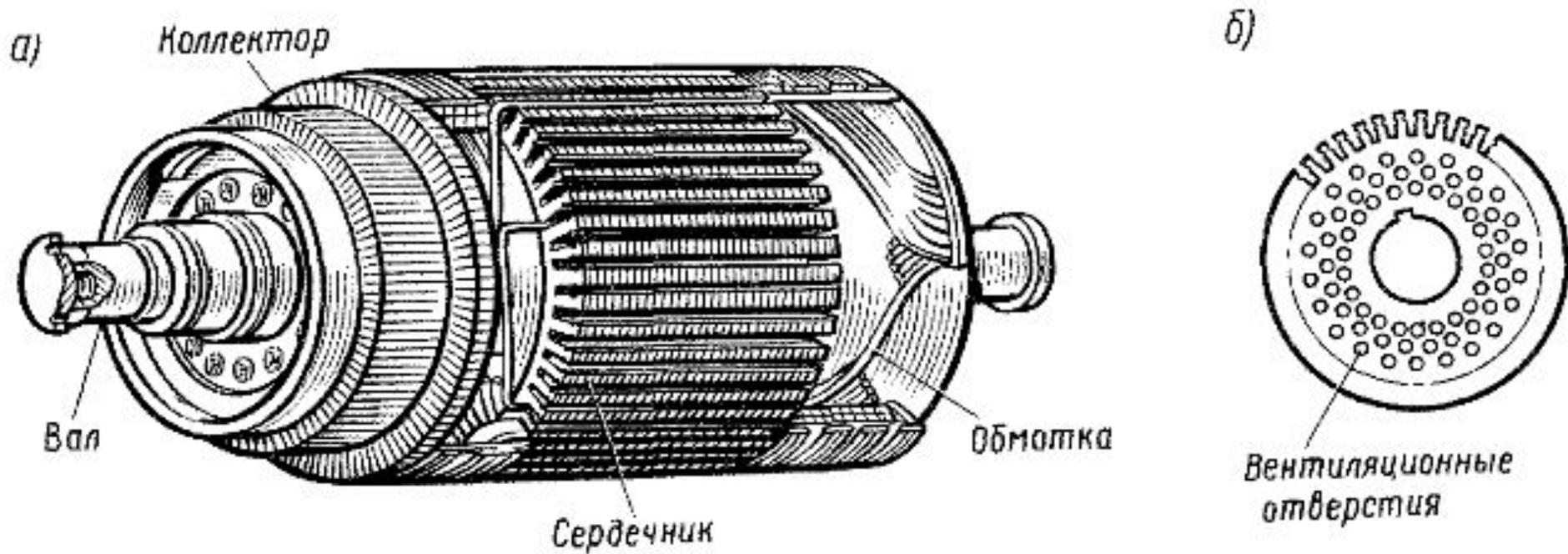
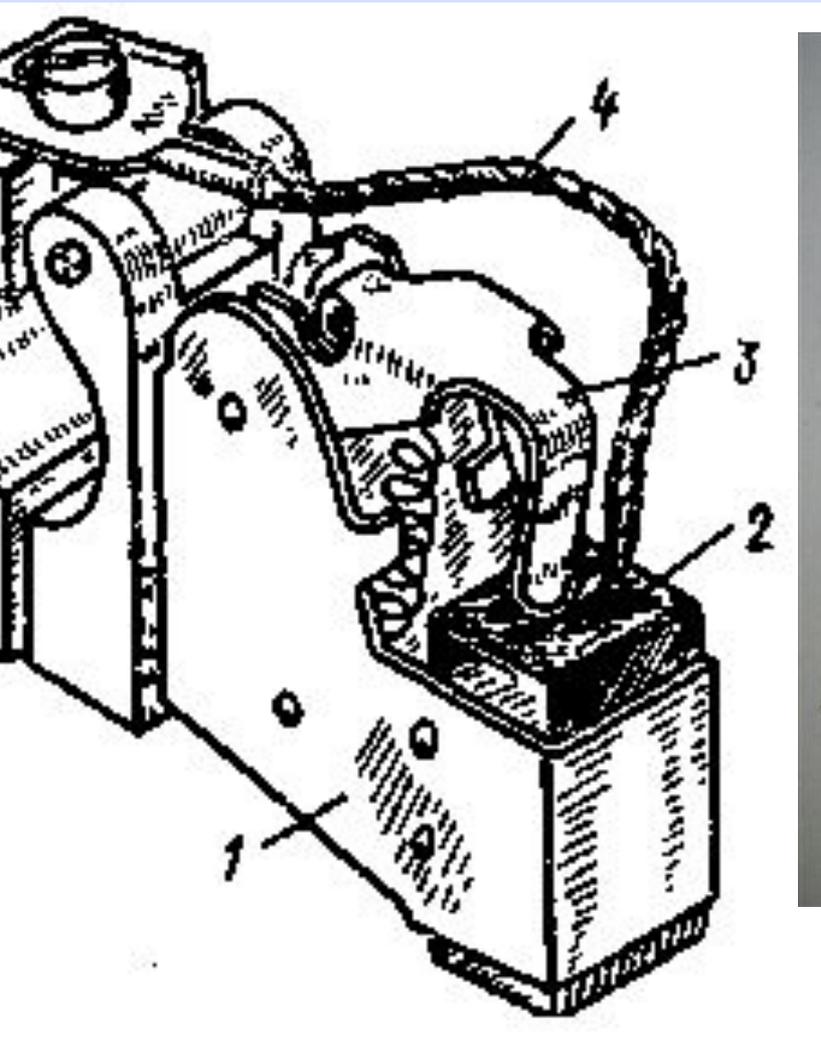


Рис. 15. Якорь тягового двигателя

Скользющий контакт между
вращающимися и неподвижными
частями машины создают при
помощи коллектора и щеток
(обычно угольно-графитовых, а в
машинах постоянного тока низкого
напряжения – металло-угольных).

Стирание щеток - узкое место двигателя



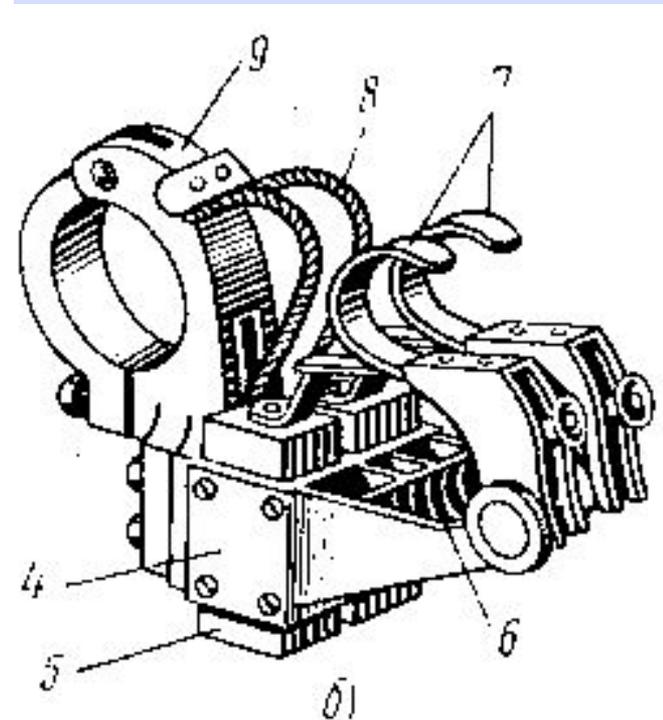
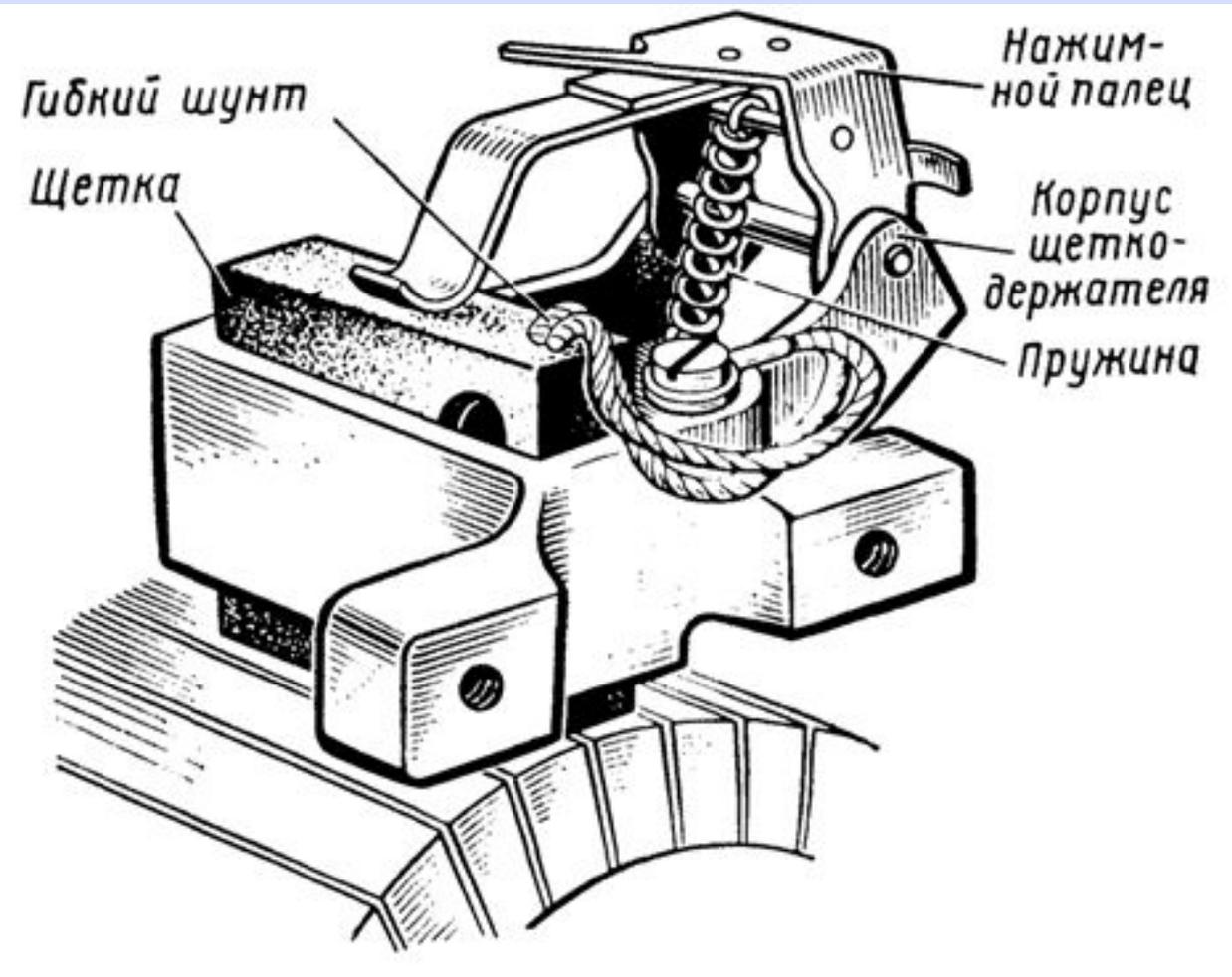
**Щетка, помещается в обойме
щеткодержателя и пружиной
прижимается к коллектору.**

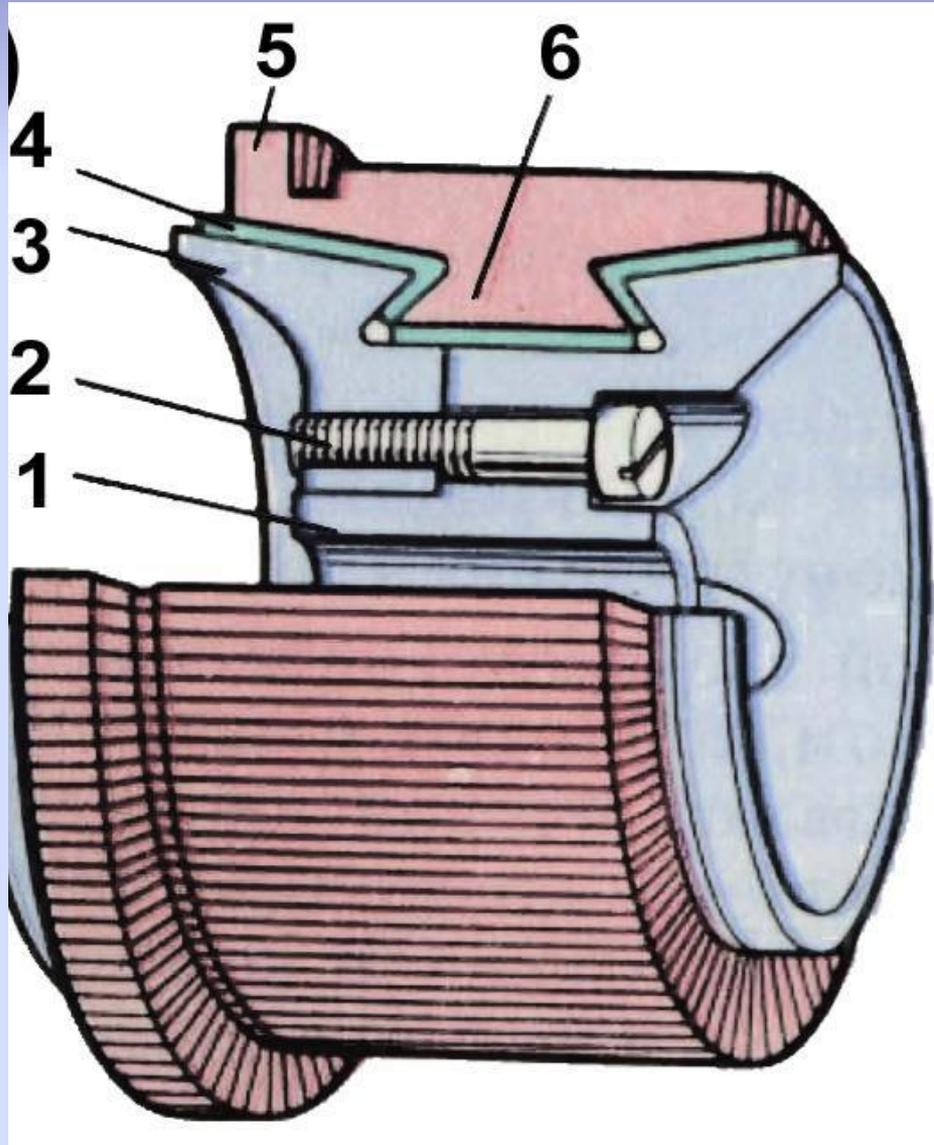
*Изменение положения щеток
относительно коллектора
осуществляется траверсой.*

**Щеткодержатель закрепляют на
пальце траверсы втулкой из
изоляционного материала.**

**Таким образом щеткодержатели
изолированы от корпуса машины.**

Примеры конструкции щеточного узла





Коллектор:

**1, 3 – стальные
шайбы втулки;**
**2 – стягивающий
винт;**
**4 – миканитовая
прокладка;**
5 – петушок;
**6 –
коллекторные
пластины**

Коллектор

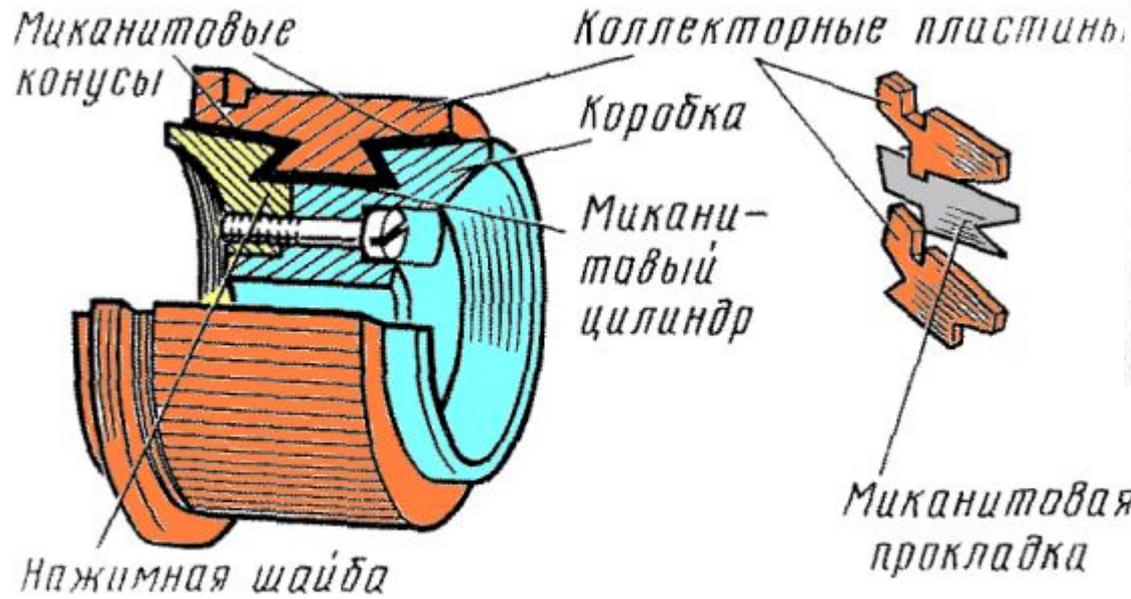
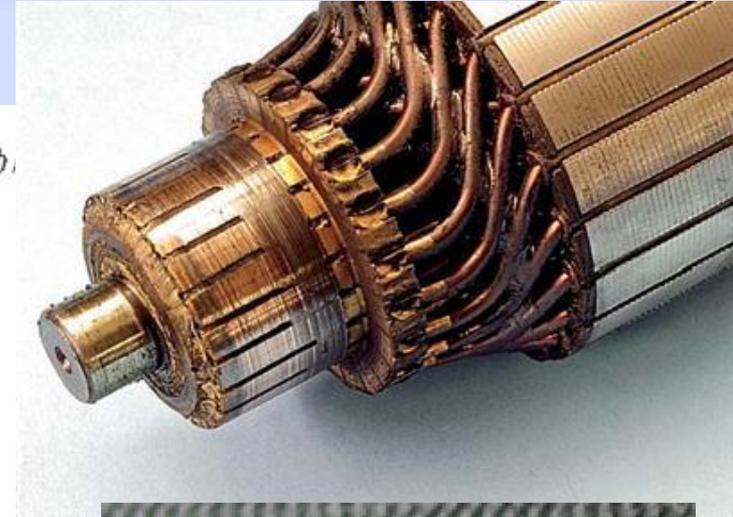


Рис. 18. Коллектор тягового двигателя



Изоляция медных проводов обмоток

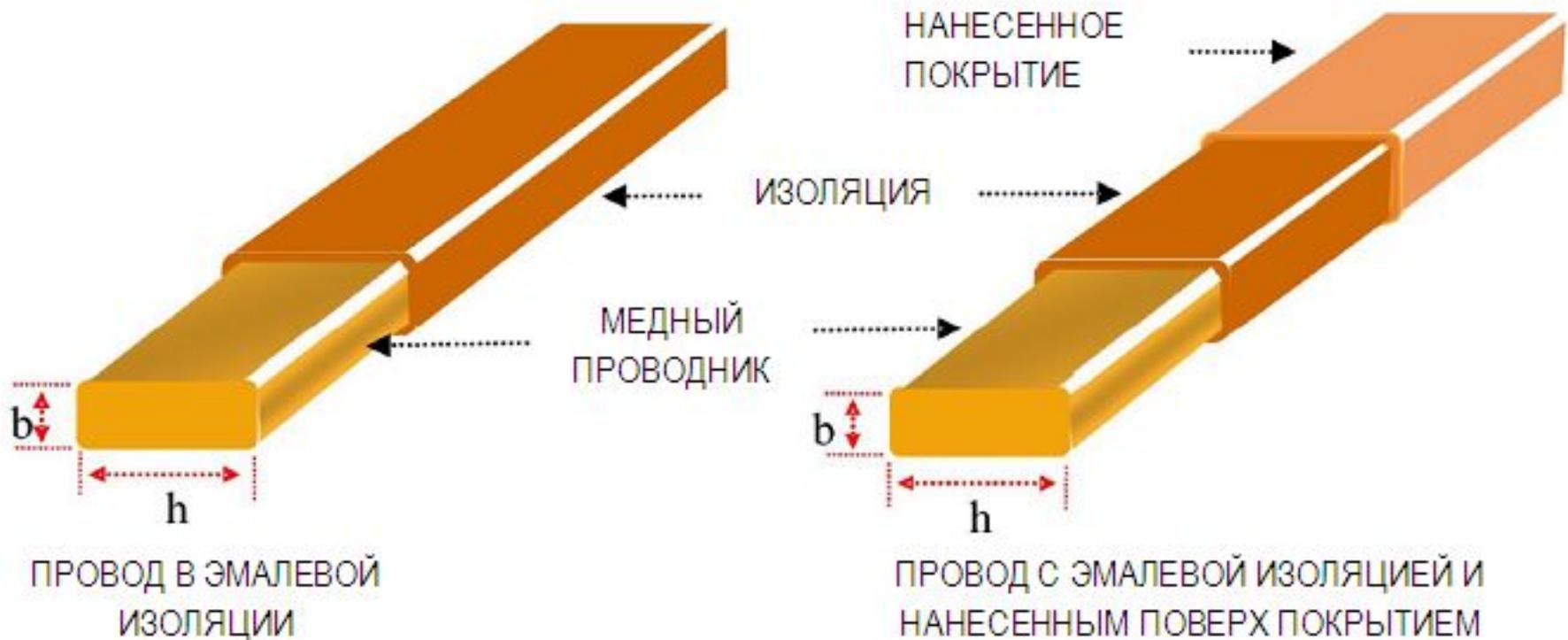


Рисунок 1 – Конструкция проводника

Классы нагревостойкости материалов

Класс Y (температура нагрева **90°**).

из целлюлозы, хлопка или шелка, **не пропитанные**.

Класс A (температура нагрева **105°**).

из целлюлозы, хлопка, шелка, **пропитанные**.

Класс E (температура нагрева **120°**).

пленки, волокна, смолы, компаунды.

Реже применяются высшие классы на основе слюды, асбеста, стекловолокна

(B - 130°C, F — 155 °C, H — 180°C, G — свыше 180 °C).

Маркировка выводов обмоток

Наименование	Обозначение	
	буквенно-цифровое	графическое
1 Обмотка якоря	Я1-Я2 (ГОСТ 183-74) М – двигатель G – генератор	
2 Независимая обмотка возбуждения	Ш1-Ш2	
3 Параллельная обмотка возбуждения	Ш1-Ш2	
4 Последовательная обмотка возбуждения	С1-С2	
5 Компенсационная обмотка	К1-К1	
6 Обмотка дополнительных полюсов	Д1-Д1	

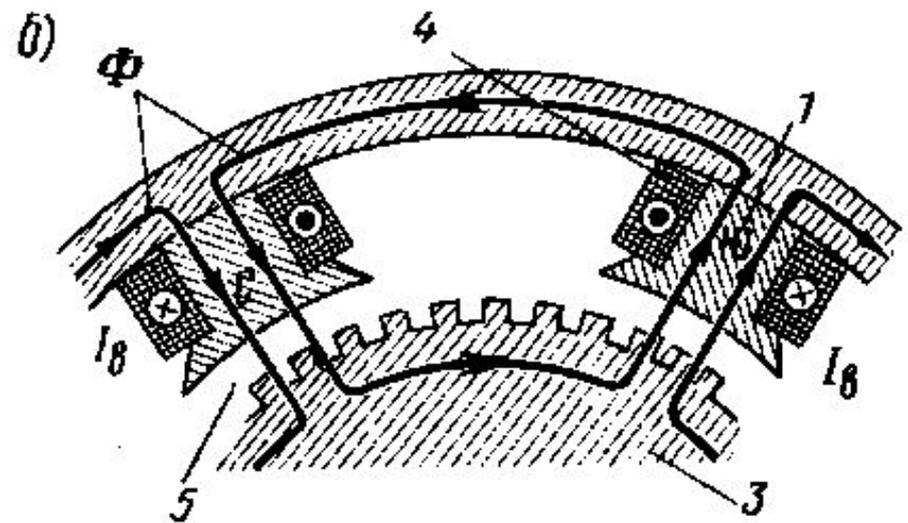
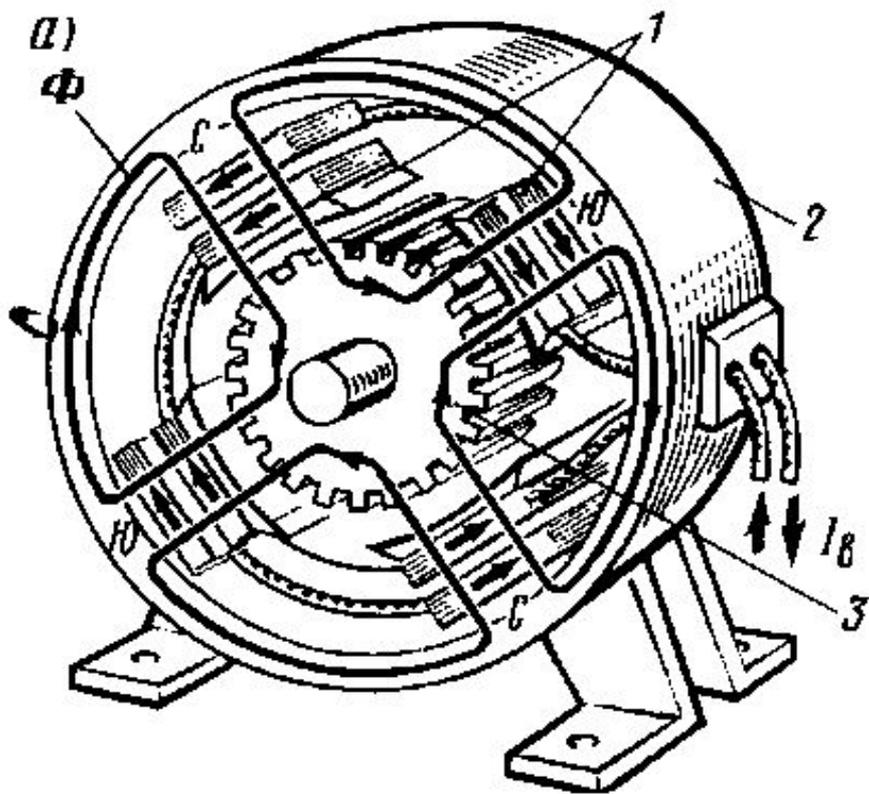
Принцип действия генератора постоянного тока

Основной магнитный поток создается обмоткой возбуждения, которая расположена на сердечниках полюсов и питается постоянным током.

Сердечники полюсов и станины служат для проведения магнитного потока.

**Магнитный поток замыкается
по определенному пути,
который называется магнитной
цепью машины.**

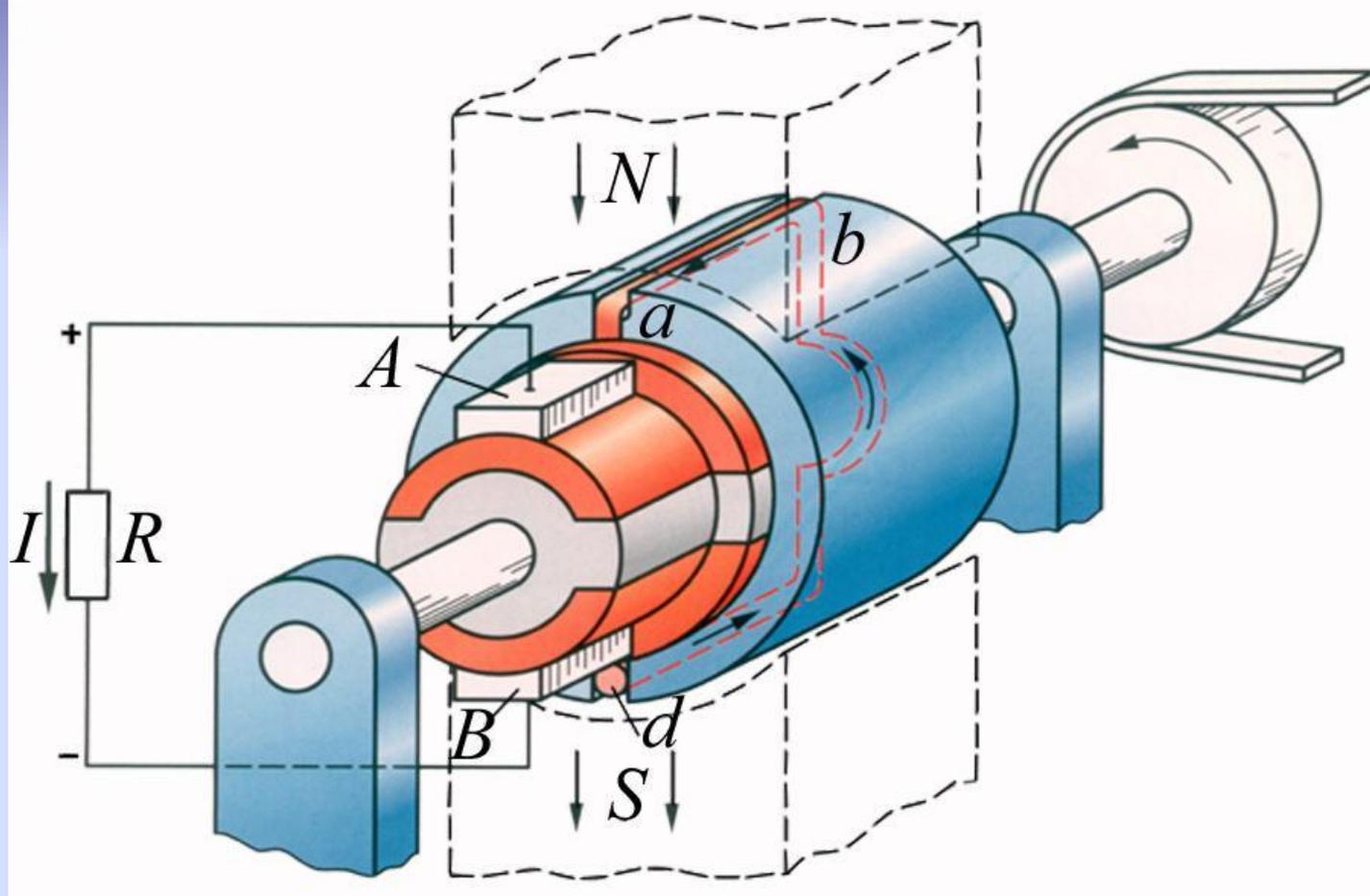
**Магнитная цепь имеет следующие
участки: главные полюса,
воздушный зазор, зубцы якоря,
сердечник якоря и станину
машины.**



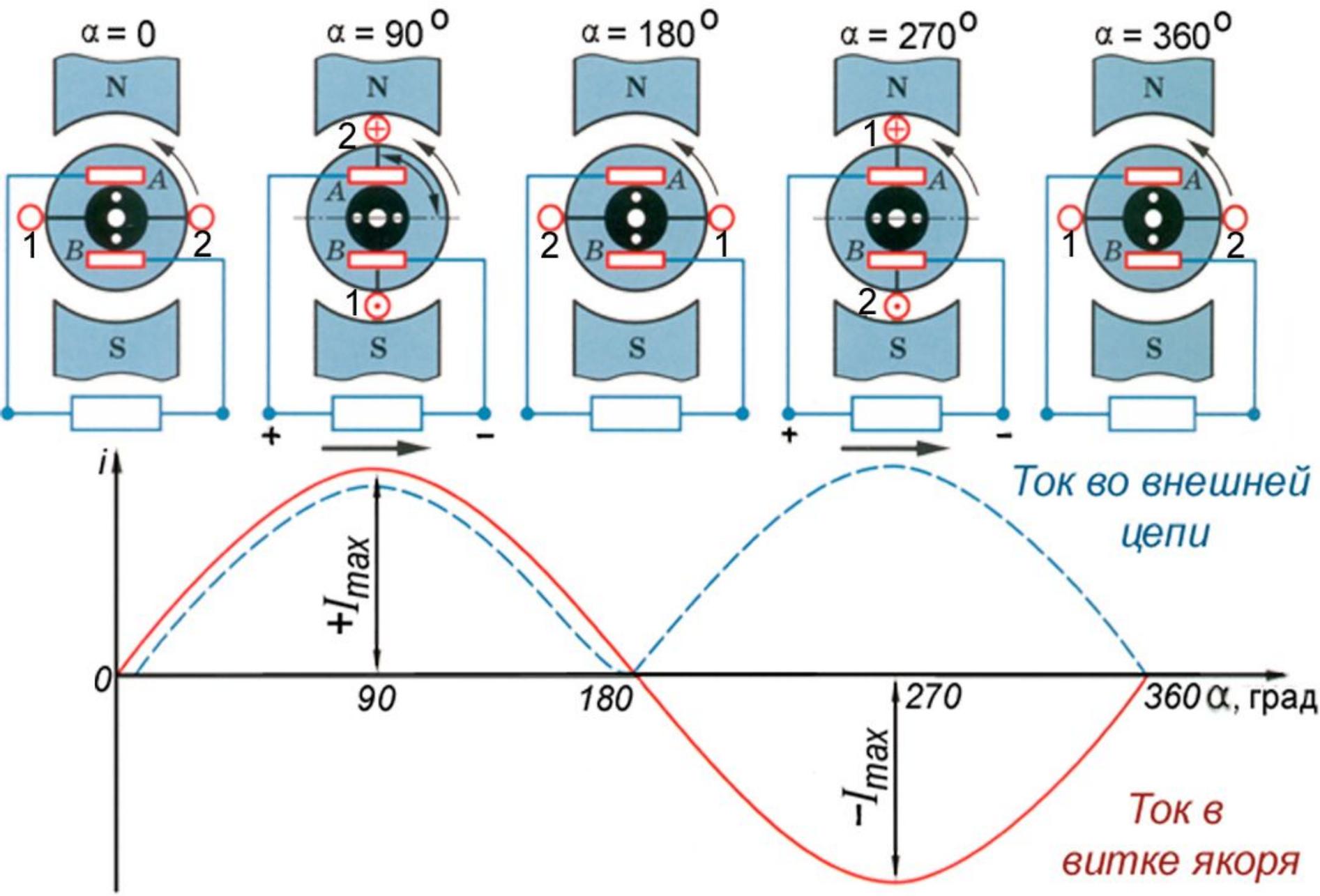
Магнитная система МПТ:

- 1 – полюсы; 2 – станина; 3 – якорь;
- 4 – обмотка возбуждения;
- 5 – воздушный зазор

**В генераторах постоянного тока (ГПТ) происходит преобразование механической энергии в электрическую, снимаемую со щеток МПТ.
(показ анимации)**



Якорь приводится во вращение (ременной передачей, турбиной или пр.) В проводниках обмотки якоря, находящиеся в магнитном поле, появляется ЭДС вращения ($e_{пр} = B l v$)



Ток в сторонах витка меняет свое направление при переходе их из зоны северного полюса в зону южного.

При этом происходит смена коллекторных пластин под щетками.

Поэтому под верхней щеткой всегда расположена пластина, соединенная с проводником, под северным полюсом, а под нижней щеткой – пластина, соединенная с проводником, под южным полюсом, и направление тока во внешней цепи не меняется.

Напряжение пост. тока на зажимах якоря генератора будет **меньше E на величину падения напряжения в сопротивлении обмотки якоря r_a**

$$E = U + I_a r_a$$

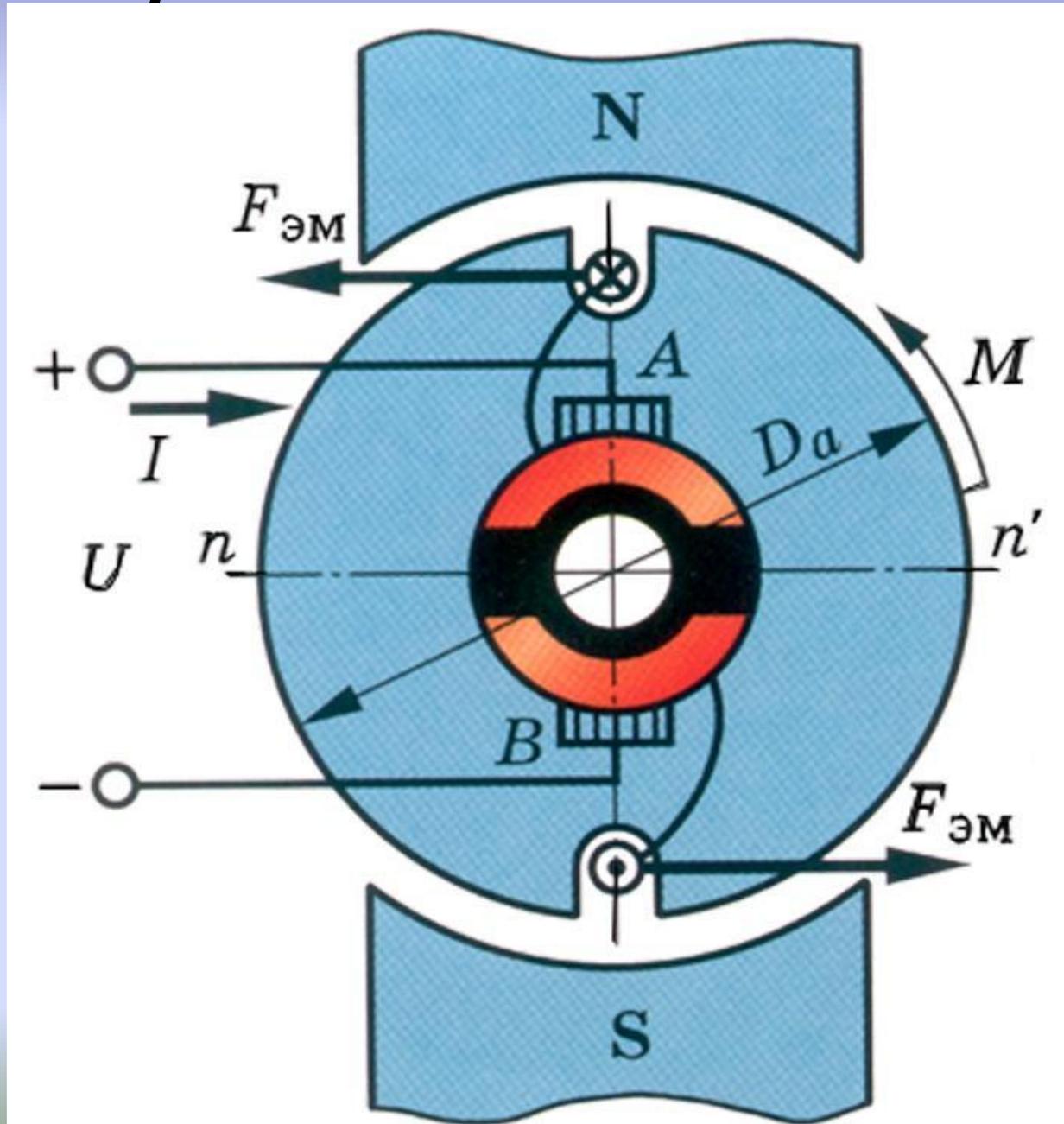
На проводники обмотки якоря с длиной l и током I_a в магнитном поле B , действуют электромагнитные силы, направленные по правилу левой руки $F_{\text{пр}} = B l I_a$

Результирующая всех сил
создает механический момент $M_{эм}$

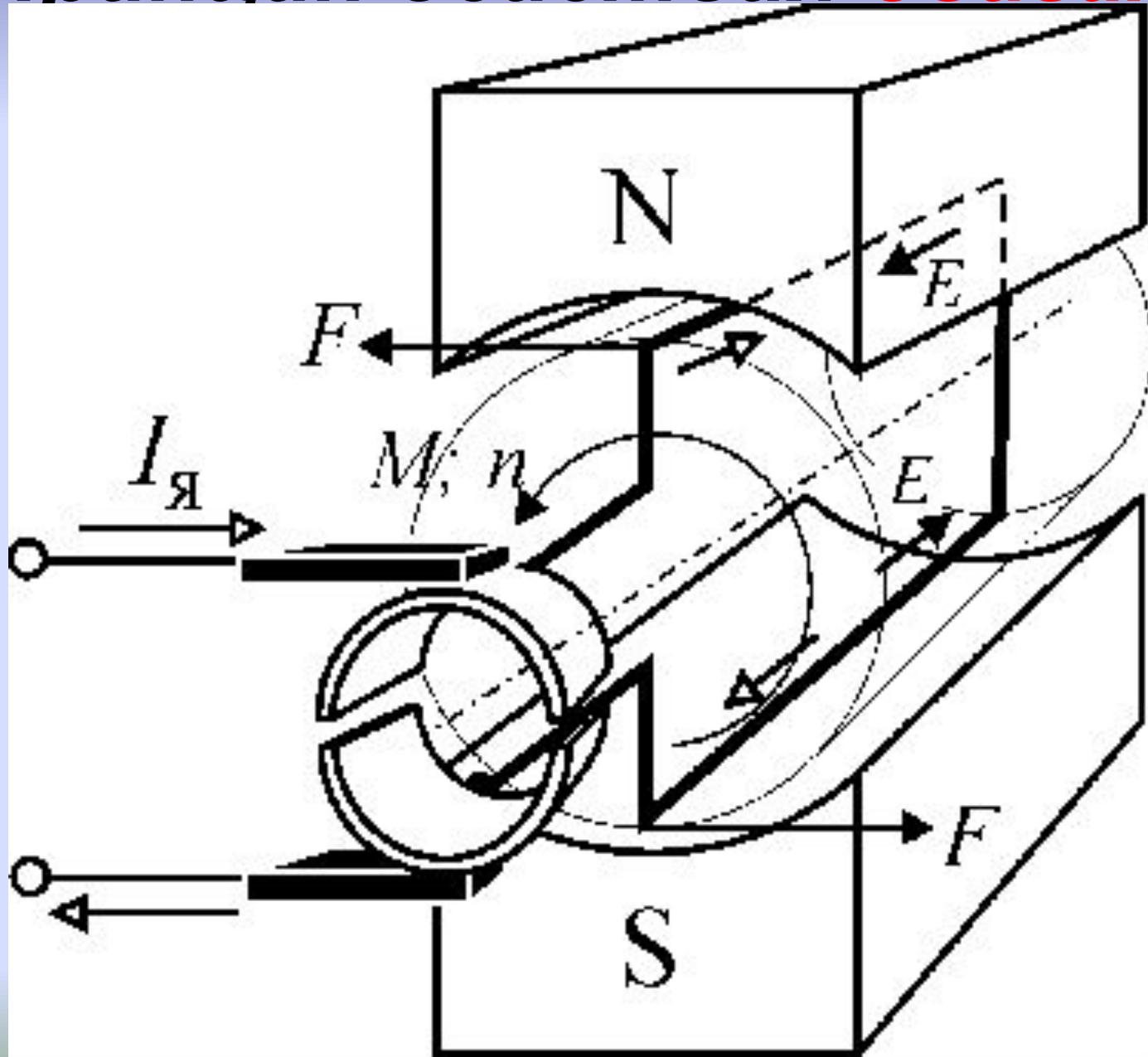
$$\Phi M_{эм} = c_M I_a$$

В режиме генератора ЭТОТ
МОМЕНТ действует против
направления вращения якоря и
является тормозящим, а **в режиме**
двигателя - вращающим

Принцип действия **двигателя**



Принцип действия **двигателя**



Принцип действия **двигателя**

В ДПТ происходит преобразование электрической энергии в механическую.

При подключении к внешнему источнику напряжения в обмотке якоря начнет протекать ток I_a .

На проводники с током обмотки якоря в магнитном поле будут действовать электромагнитные силы и возникнет вращающий момент.

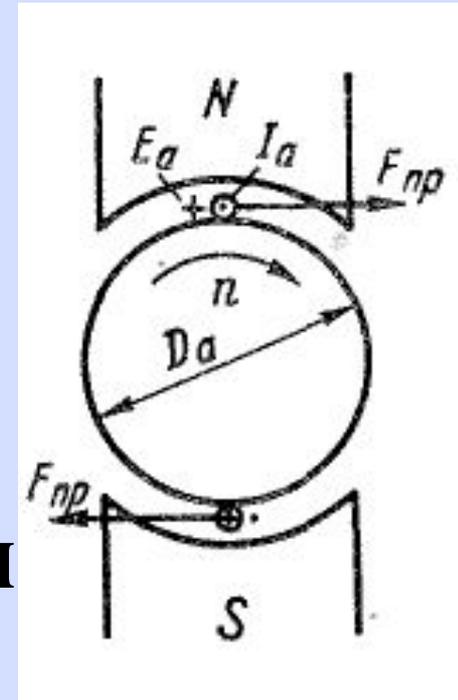
**Приложенное к якору двигателя
напряжение уравнивается
противоЭДС E и падением
напряжения в обмотке якоря:**

$$U = E + I_a r_a$$

**В генераторном режиме $U < E$,
а в двигательном – $U > E$.**

В двигателе ЭДС якоря E направлена против тока I_a и приложенного к зажимам якоря напряжения U .

Поэтому ЭДС якоря двигателя называется также *противоэлектродвижущей силой*



Решая совместно выражения

$$U = E + I_a r_a \text{ и } E = c_E n \Phi$$

относительно n , находим уравнение

$$n = \frac{U - I_a r_a}{c_E \Phi}$$

Электромагнитный момент

$$M_{\text{эм}} = c_M I_a \Phi$$