

# ***Электрические машины постоянного тока***

---

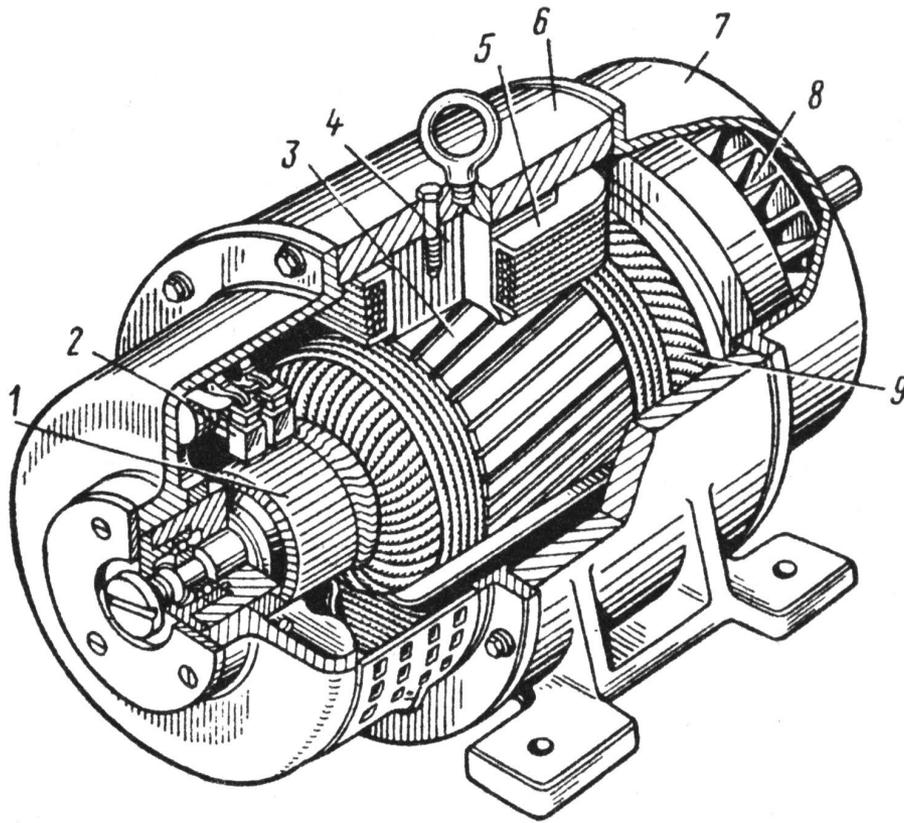
1. Устройство МПТ
2. Принцип работы
3. Устройство обмотки якоря
4. Явление реакции якоря, коммутация.
5. Потери в МПТ

1, Электрическая машина постоянного тока – это электромеханическое устройство, преобразующее механическую энергию в электрическую (генератор) или электрическую в механическую (двигатель)

---

- Генератор постоянного тока вырабатывает постоянный ток и применяется для питания электрических двигателей, установок электролиза, для зарядки аккумуляторов и т.д.
  - Двигатели постоянного тока создают механический вращающий момент, который используется для привода различных механизмов и транспортных средств.
-

# Устройство машины постоянного тока

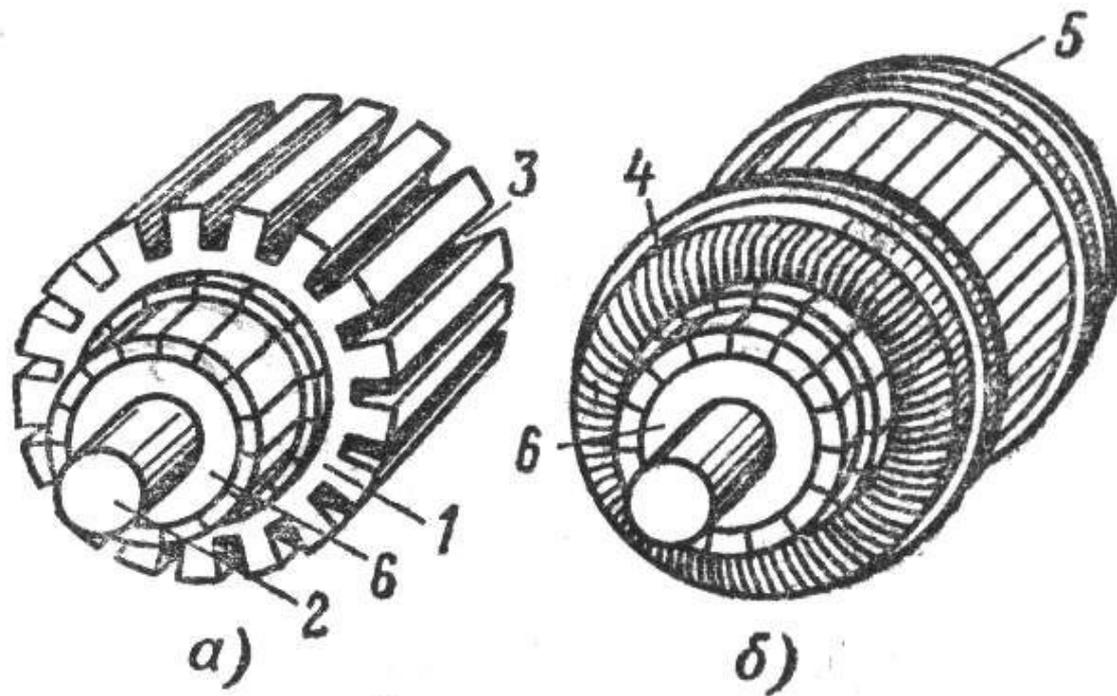


- 1 - Коллектор
- 2 - Щеточный контакт
- 3 - сердечник якоря
- 4 - сердечник полюса
- 5 - обмотка возбуждения
- 6 - корпус (станина)
- 7 - крышка вентилятора
- 8 - вентилятор
- 9 - обмотка якоря

## ***Устройство и назначение элементов машины***

---

- Станина изготовлена из магнитопроводящего материала (чугун, сталь). Является магнитопроводом и основной деталью, к которой крепятся все остальные детали.
  - Полюс с обмоткой возбуждения состоит из шихтованного сердечника, наконечника и катушки. Служит для создания магнитного поля в машине (иногда заменяется магнитом).
  - Якорь с якорной обмоткой цилиндр, набранный из листов электротехнической стали, изолированных и запрессованных на валу, на внешней поверхности есть пазы для укладки обмотки, которая крепится в них клиньями или бандажами. В якоре появляется ЭДС.
-



а) якорь без обмотки,  
б) якорь с обмоткой

- 1 – листы сердечника якоря
- 2 – свободный конец вала
- 3 – пазы для якорной обмотки
- 4 – якорная обмотка
- 5 – бандажные кольца
- 6 - коллектор

## **Устройство и назначение элементов машины**

---

- Коллектор состоит из клиновидных медных пластин, изолированных и набранных на втулке. К выступам пластин крепятся концы обмотки якоря. Коллектор служит механическим переключателем секций обмотки якоря (механическим выпрямителем).
- Щеточный контакт прилегает к поверхности коллектора и состоит из графитовых щеток, щеткодержателя и траверсы. Служит для электрического соединения подвижной и неподвижной части машины.

## 2, **Принцип работы в режиме генератора**

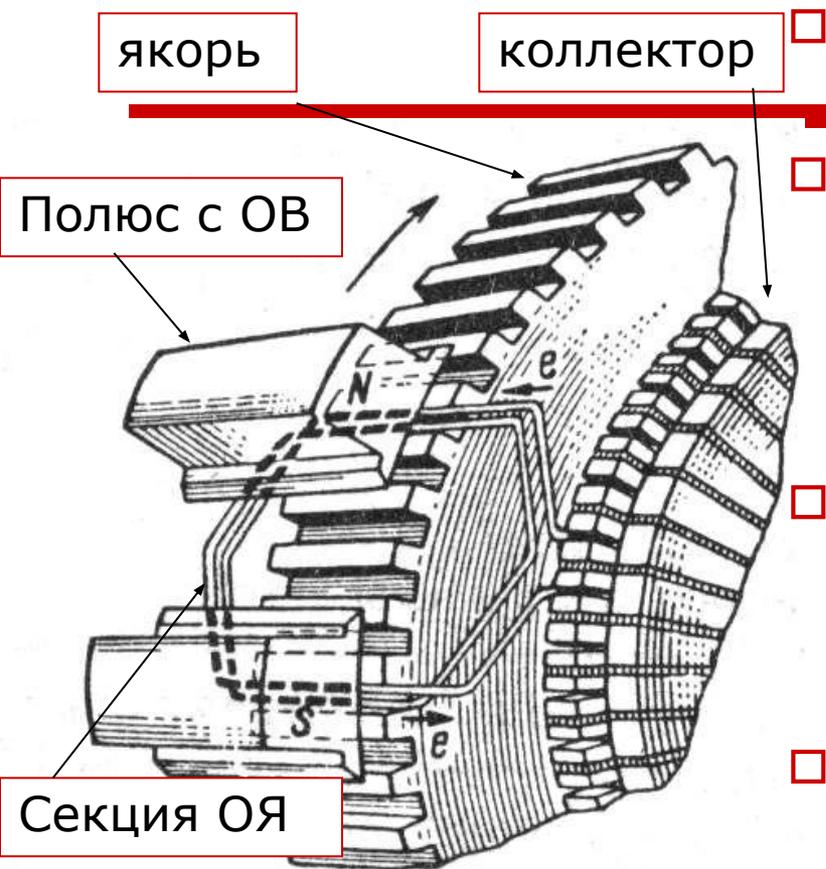
- Если якорь соединить с нагрузкой и вращать посторонним двигателем, то в обмотке якоря, которая вращается в магнитном поле, созданным обмоткой возбуждения, появится ЭДС по закону электромагнитной индукции, и в нагрузке потечет ток.
  - Но на проводник с током в магнитном поле по закону Ампера действует электромагнитная сила, создавая тормозной момент, который должен преодолеть посторонний двигатель.
  - Т.О. Машина, потребляя механическую энергию постороннего двигателя, вырабатывает постоянный ток.
  - ЭДС генератора:  **$E = U + I_{я} \cdot R_{я}$**
  - $U$  – напряжение на зажимах генератора, В
  - $I_{я}$  – ток якоря, А
  - $R_{я}$  – сопротивление обмотки якоря, Ом
-

## ***Принцип работы в режиме двигателя***

---

- Если якорь соединить с сетью, то в обмотке якоря потечет ток. Но на проводник с током в магнитном поле, созданным обмоткой возбуждения по закону Ампера действует электромагнитная сила, создавая вращающий момент.
  - Но наведенная ЭДС по закону электромагнитной индукции будет направлена встречно току (противо ЭДС).
  - Т.О. Машина, потребляя постоянный ток, вырабатывает механическую энергию.
  - ЭДС двигателя:  **$E = U - I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}}$**
  - $U$  – напряжение питания, В
  - $I_{\text{я}}$  – ток якоря, А
  - $R_{\text{я}}$  – сопротивление обмотки якоря, Ом
-

### 3, Устройство обмотки якоря



Основной элемент ОЯ – секция

Секция-это часть обмотки, присоединенная к двум соседним коллекторным пластинам. Состоит из одного или нескольких витков.

Её активные стороны лежат под полюсами, часть обмотки, расположенная с торца называется лобовой.

В МПТ обмотка двухслойная, секции соединены последовательно.

Группы секций образуют параллельные ветви, их число равно числу полюсов машины.

В МПТ применяют петлевую или волновую обмотку

*ЭДС в МПТ зависит от параметров обмотки якоря, она пропорциональна частоте вращения и магнитному потоку.*

---

$$E = \tilde{N}_A \cdot \hat{\Phi} \cdot n$$

$$C_E = \frac{p \cdot N}{60 \cdot a}$$

- $\Phi$  – магнитный поток, Вб
  - $n$  – частота вращения якоря, об/мин
  - $C_E$  – машинная постоянная
  - $p$  – число пар полюсов
  - $N$  – число проводников ОЯ
  - $a$  – число пар параллельных ветвей
-

*Электромагнитный момент в МПТ зависит от параметров обмотки якоря, он пропорционален магнитному потоку и силе тока в обмотке якоря.*

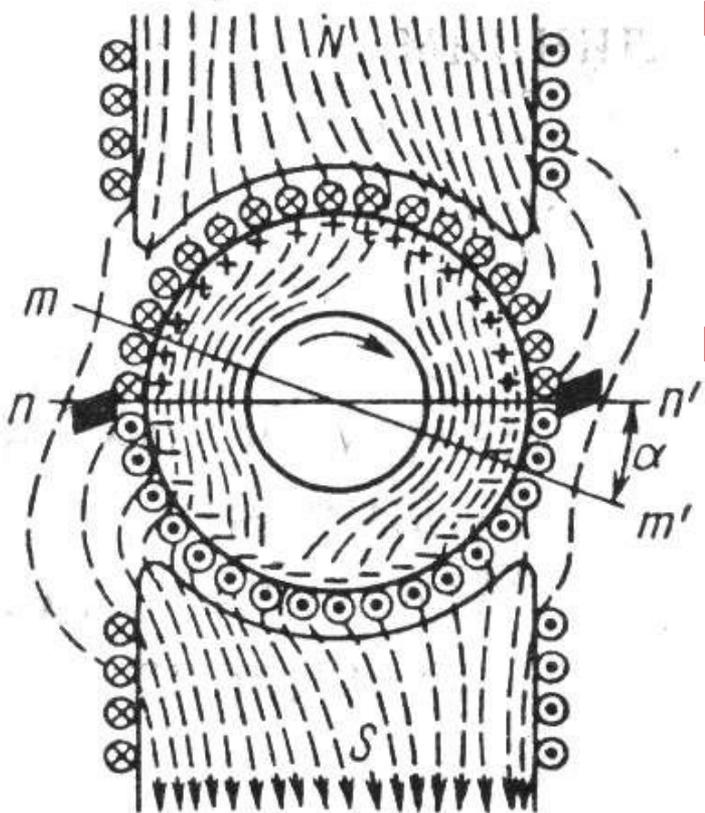
---

$$M = C_M \cdot \hat{\Phi} \cdot I_\beta$$

$$\tilde{N}_i = \frac{\delta \cdot N}{2pa}$$

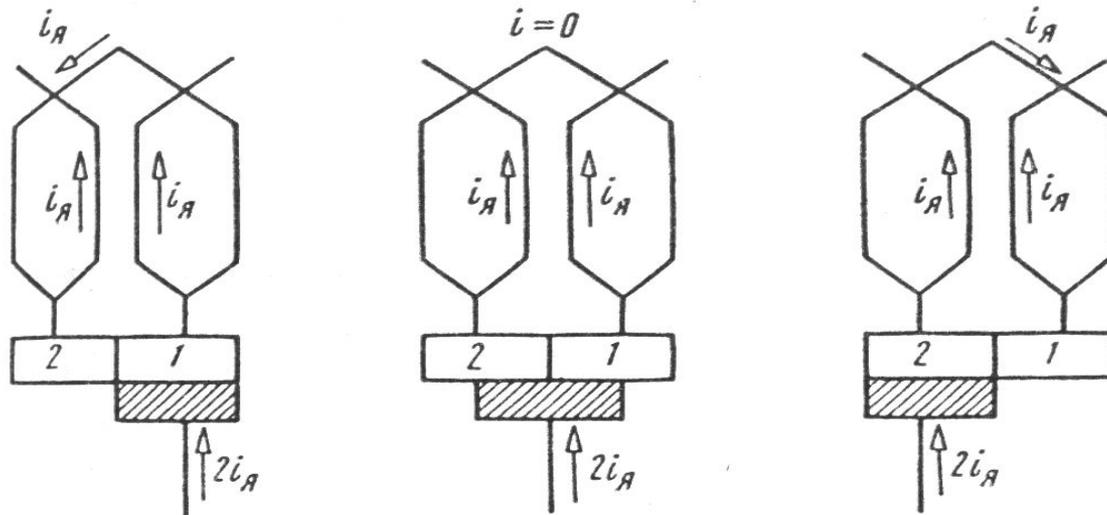
- $\Phi$  – магнитный поток, Вб
  - $I_\beta$  – ток якоря, А
  - $C_M$  – машинная постоянная
  - $p$  – число пар полюсов
  - $N$  – число проводников ОЯ
  - $a$  – число пар параллельных ветвей
-

## 4. Явление реакции якоря в МПТ



- Влияние магнитного поля, созданного обмоткой якоря, на магнитное поле обмотки возбуждения называется РЕАКЦИЕЙ ЯКОРЯ
- Из-за этого явления магнитное поле МПТ искажается, что ухудшает работу коллектора и щеток.  
Чтобы снизить размагничивающее действие реакции якоря нужно:
- Сместить щетки с нейтрали
- Установить компенсирующую обмотку в полюсных наконечниках

Переход секции из одной параллельной ветви в другую называют **коммутацией**.



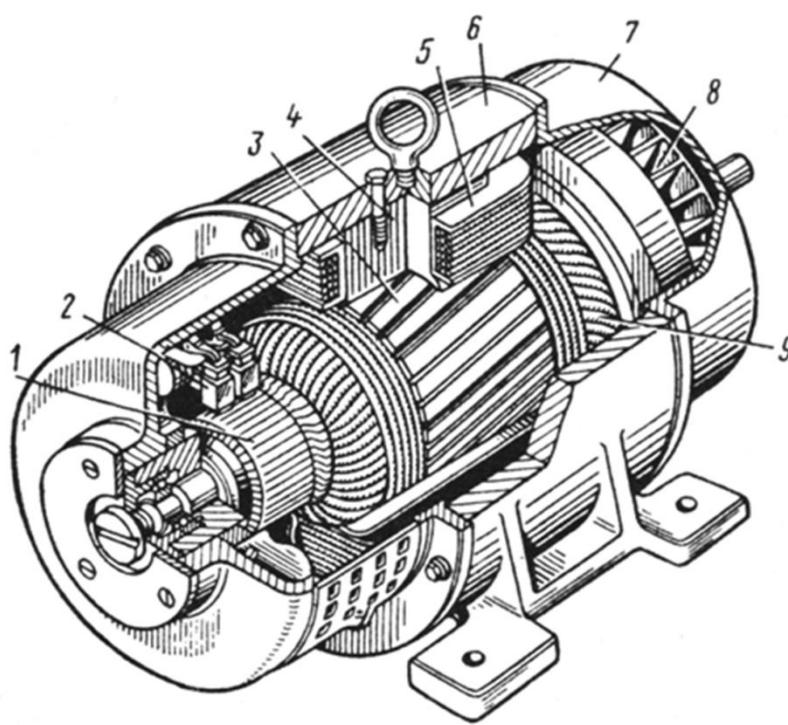
- В процессе переключения секция замыкается накоротко, а ток в ней меняет направление на противоположное.
- Если ток меняется по линейному закону – коммутация прямолинейная.
- Но из-за реакции якоря в замкнутой секции появляется ЭДС, что вызывает искрение под щетками и разрушение коллектора.
- Чтобы улучшить коммутацию между основными полюсами устанавливают дополнительные, их назначение – скомпенсировать реакцию якоря.

## **5. Часть энергии, которая не используется в машине с пользой, называется ПОТЕРЯМИ МОЩНОСТИ.**

---

### Потери в МПТ:

- Магнитные потери  $P_m$  – происходят в магнитопроводе и полюсах машины из-за перемагничивания
  - Электрические потери  $P_{эл}$  – возникают в обмотках якоря и возбуждения из-за нагрева
  - Механические потери  $P_{мех}$  – возникают во вращающихся частях и подшипниковых щитах из-за трения о воздух
  - Добавочные потери  $P_{доб}$  – возникают из-за действия реакции якоря
-



Ответить на  
вопросы  
письменно  
«принцип  
работы МПТ»

## 1 вариант

- Устройство МПТ
- Принцип действия МПТ в режиме двигателя.
- Найти напряжение питания двигателя, если ЭДС в обмотке якоря 220В, ток якоря 2А, а сопротивление обмотки якоря 10 Ом.

## 2 вариант

- Устройство МПТ
- Принцип действия МПТ в режиме генератора.
- Найти напряжение выдаваемое генератором, если ЭДС в обмотке якоря 220В, ток якоря 2А, а сопротивление обмотки якоря 10 Ом.