

Сессия началась?



Когда?

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

Раздел 2 Электрические машины

Тема 1.1 Классификация электрических машин

Занятие 1

Классификация электрических машин

- 1**
- 2**
- 3**

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

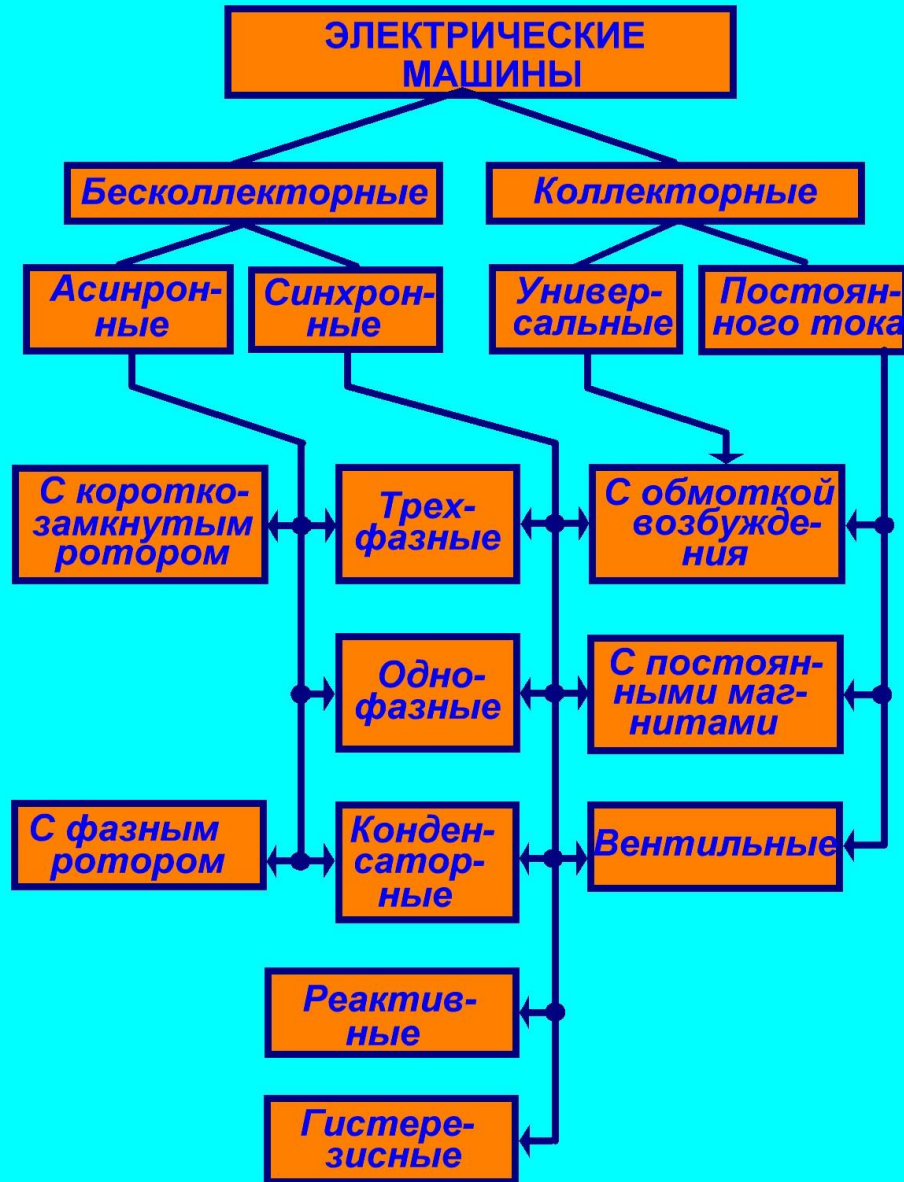
Цели занятия:

- 1**
- 2**
- 3**

**1 Изучить
классификацию
электрических машин**

- 1 Куда показывает синяя стрелка компаса? На север или юг?
- 2 Электроны движутся от «-» к «+», а электрический ток (направленное движение заряженных частиц-электронов, т.е отрицательных) от «+» к «-», почему?
- 3 Физический смысл ЭДС самоиндукции?
- 4 Сколько Вольт составляет нескомпенсированная часть напряжения U_1 ?
- 5 Назначение нескомпенсированной части напряжения?
- 6 Можно-ли изготовить постоянный магнит в виде сферы (шара)?
- 7 Почему магниты теряют свои свойства, если между ними поместить лист железа?
- 8 МГД-генератор и МГД-двигатель – это электрические машины?
- 9 Сила Ампера
- 10 Явление Фарадея
- 11 Как взаимодействует постоянный магнит с корпусом работающего АД?
- 12 АСМ с шариками, индукционное вращение и нагрев
- 13 Обозначения физических величин
- 14 Явление электромагнитной индукции

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН



Электрические машины – это **электромеханические преобразователи**, в которых осуществляется преобразование электрической энергии в механическую или механической в электрическую.

Основное отличие электрических машин от других преобразователей в том, что они **обратимы**, т.е. одна и та же машина может работать в режиме **двигателя**, преобразуя электрическую энергию в механическую, и в режиме **генератора**, преобразуя механическую энергию в электрическую

По виду создаваемого в машинах поля, в котором происходит преобразование энергии, ЭМ подразделяются на

**ИНДУКТИВНЫЕ, ЕМКОСТНЫЕ
И ИНДУКТИВНО-ЕМКОСТНЫЕ.**

Современные широко применяемые в промышленности и других отраслях народного хозяйства электрические

машины — **ИНДУКТИВНЫЕ**

По функциональному назначению части или детали ЭМ делят на

активные и

конструктивные.

Активные части индуктивных

ЭМ-это **магнитопроводы** и

находящиеся в пределах их объемов

токопроводы

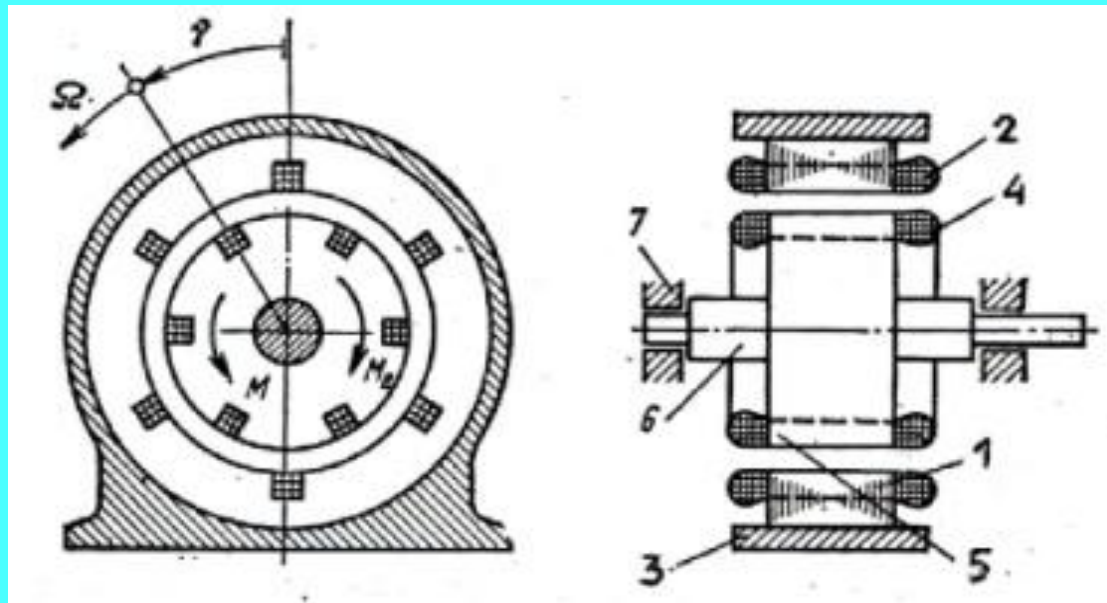
Конструктивные части

служат, главным образом, для подведения электрической и механической энергии к зоне преобразования, удаления потерь из этой зоны, обеспечения требуемого пространственного расположения

Механическая энергия может
быть подведена или отведена
от ЭМ посредством разного
рода (характера) движения:
вращательного,
поступательного,
колебательного

Конструктивные схемы ЭМ с цилиндрической формой

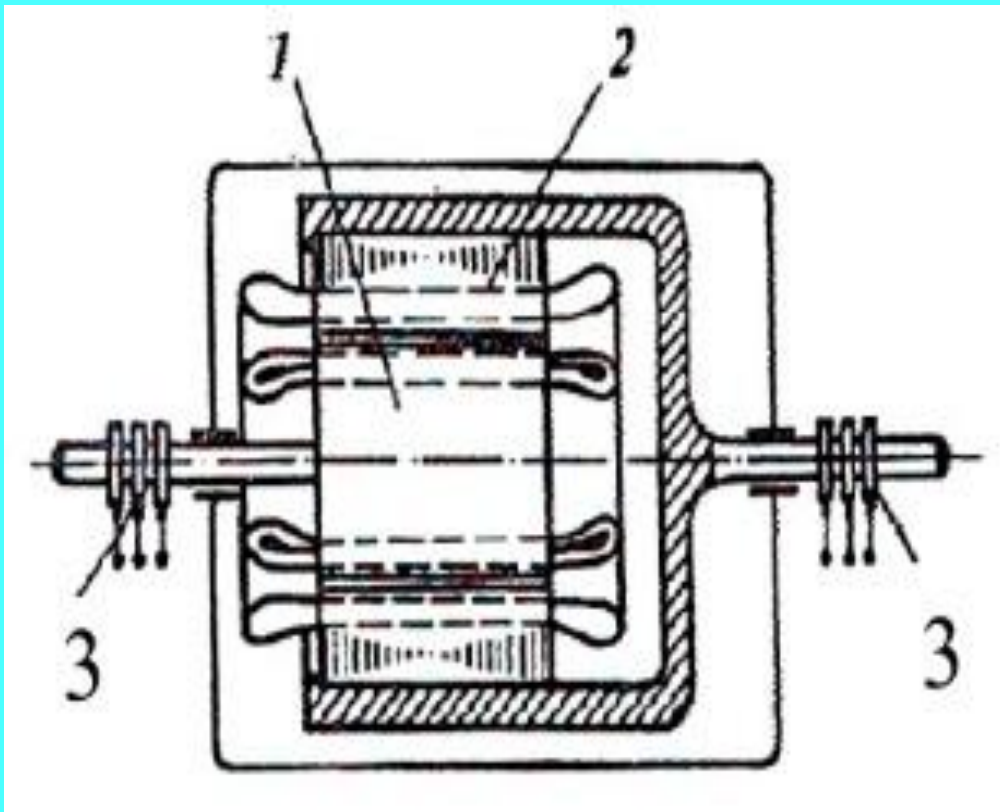
Одномерные – с одной степенью свободы



Такие ЭМ называются **вращающимися**, неподвижная часть называется **статором**, а подвижная – **ротором**.

Конструктивные схемы ЭМ с цилиндрической формой

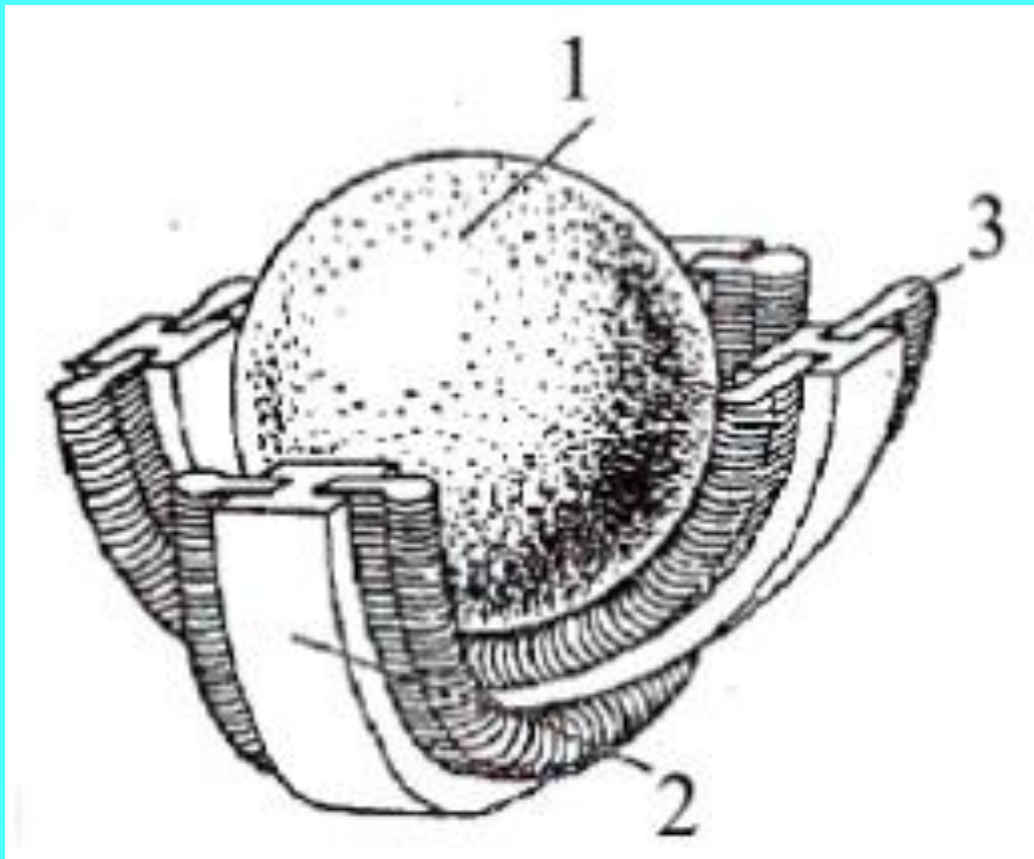
Двухмерные – с двумя степенями свободы



Внутренний **1** и внешний **2** роторы вращаются в противоположных направлениях. Двойной комплект контактных колец **3** обеспечивает электрическую связь с вращающимися обмотками

Конструктивные схемы ЭМ

Трехмерные – с тремя степенями свободы



Ротор выполнен в виде шара **1**, приводимого во вращение двумя полукольцевыми статорами **2** и **3**, расположенными под углом **90°**. Такие машины используются в навигационных приборах

Конструктивные схемы ЭМ с цилиндрической формой

Шестимерные – с шестью степенями свободы

Максимальное число степеней свободы имеют применяемые в космической технике шестимерные машины, в которых сферические «статор и ротор» обладают тремя степенями свободы каждый

Для того чтобы МДС,
необходимая для создания
магнитного поля, не была
чрезмерно велика,
магнитопроводы статора и ротора
электрической машины
выполняют из ферромагнитного
материала, магнитная
проводимость которого во много
раз больше, чем проводимость
неферромагнитной среды

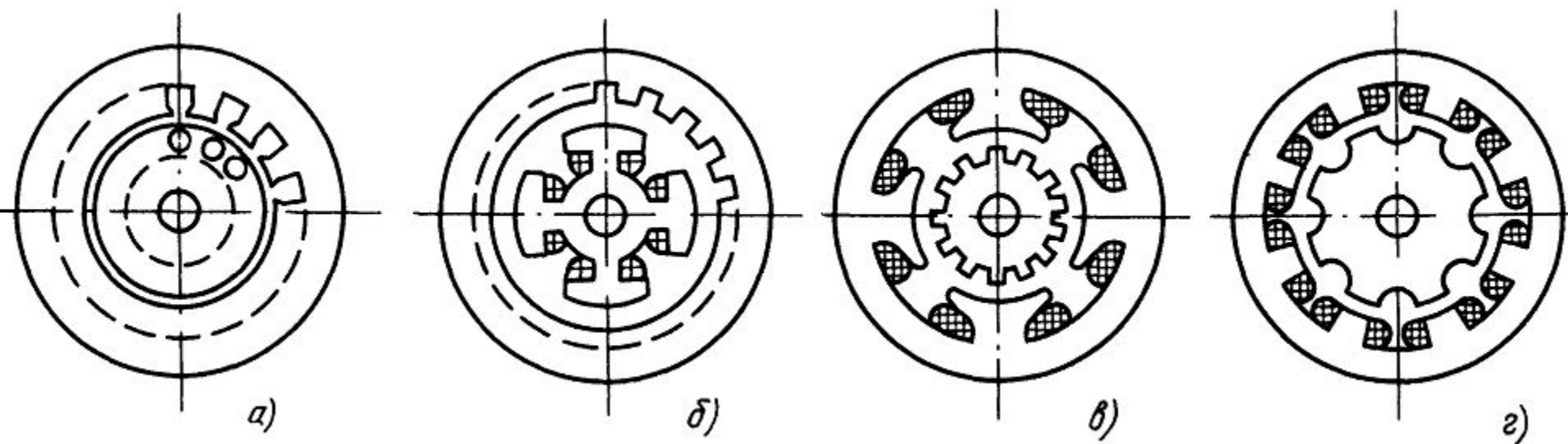
Участки магнитопровода, в которых поток переменный, для уменьшения потерь на вихревые токи выполняют ШИХТОВАННЫМИ из тонких листов электротехнической стали

Во многих случаях токи Фуко могут быть нежелательными. Для борьбы с ними принимаются специальные меры: с целью предотвращения потерь энергии на **нагревание магнитопроводов** трансформаторов и ЭМ, эти сердечники набирают из тонких пластин, разделённых изолирующими прослойками. Появление **ферритов** сделало возможным изготовление этих проводников сплошными

Электротехническая сталь

— это сплав железа с добавлением кремния Si, что позволяет уменьшить площадь петли гистерезиса и магнитные потери на перемагничивание магнитопровода при переменном магнитном потоке Φ .

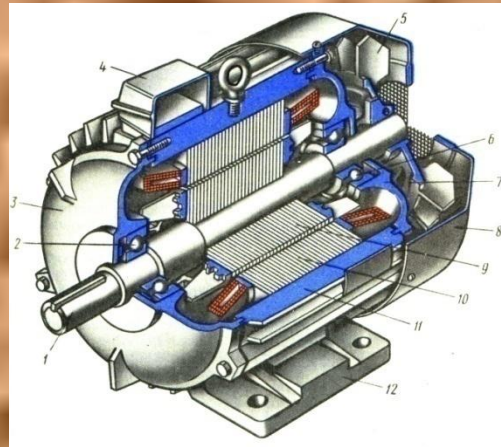
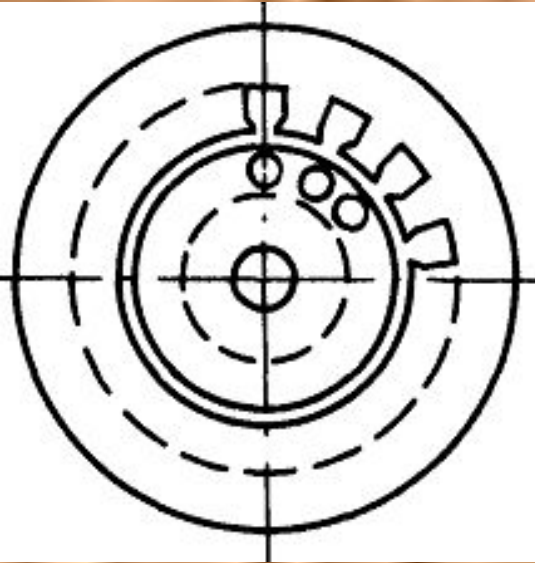
Непременным условием преобразования энергии является **изменение** **потокосцепления** обмоток в зависимости от взаимного положения ее частей — статора и ротора. Это условие может быть выполнено при различных вариантах конструктивных форм магнитопровода и при различных конструкциях и расположении обмоток



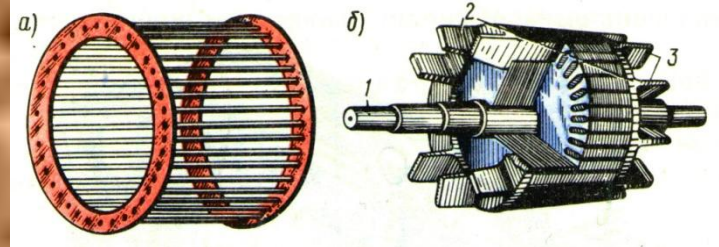
Основные конструктивные исполнения электрических машин

- а) Асинхронная
- б) Синхронная
- в) Коллекторная
- г) Индукторная

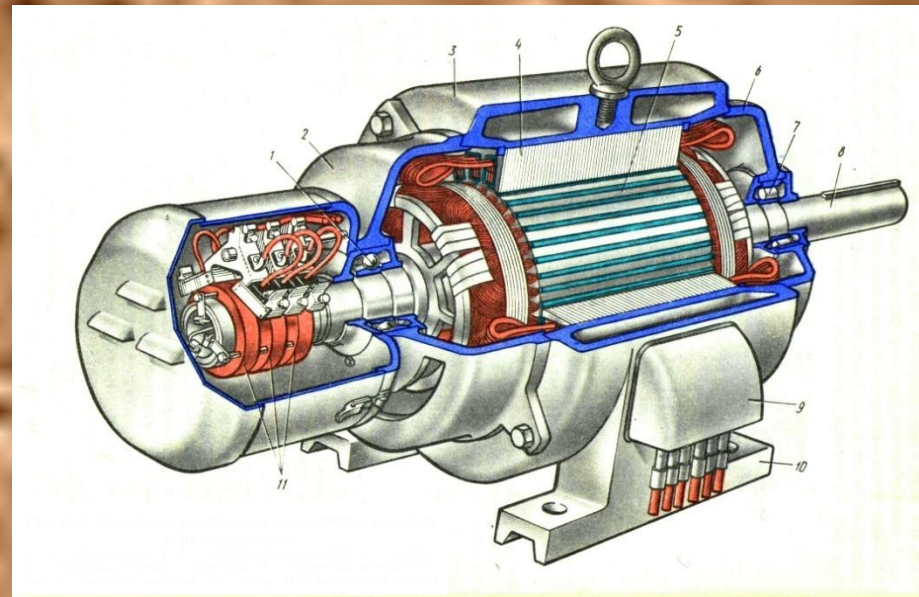
Асинхронная электрическая машина



АД с короткозамкнутым к.з. ротором



АД с фазным ротором

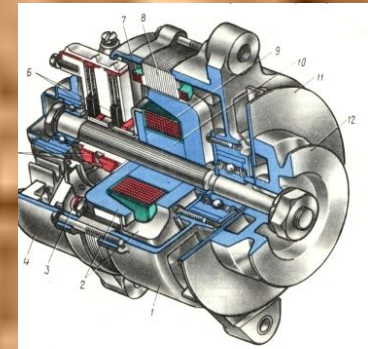
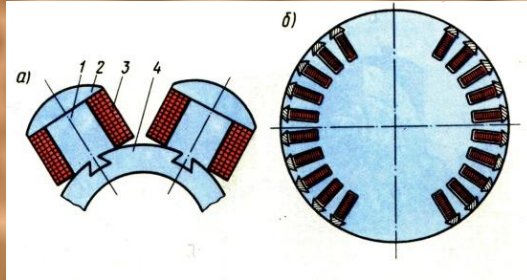


Синхронная электрическая машина

Явно-выраженные полюса

Не явно-выраженные полюса

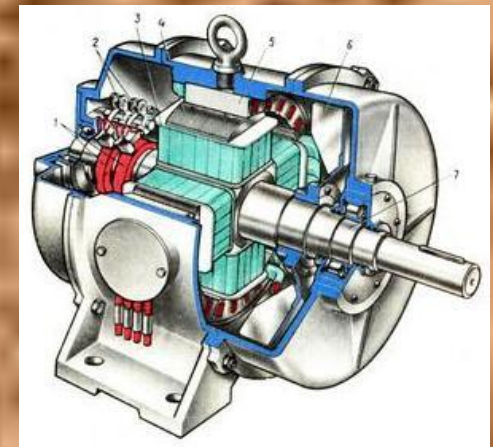
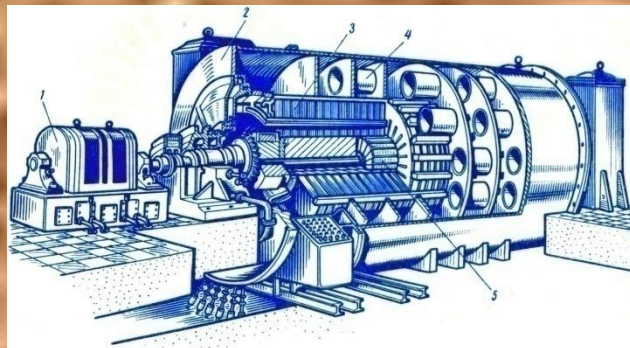
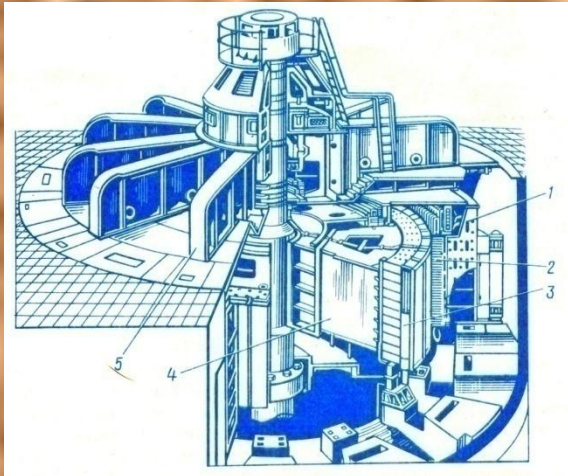
Зарядный генератор



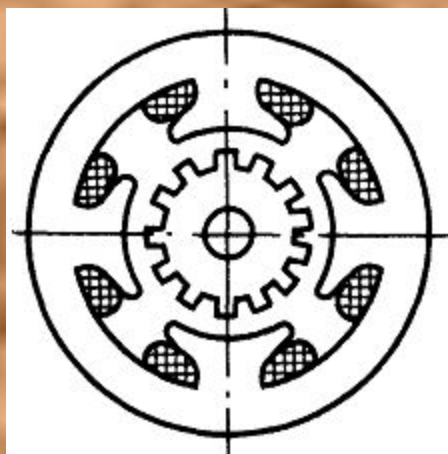
Гидрогенератор

Дизель-генератор

Турбогенератор



Коллекторная электрическая машина



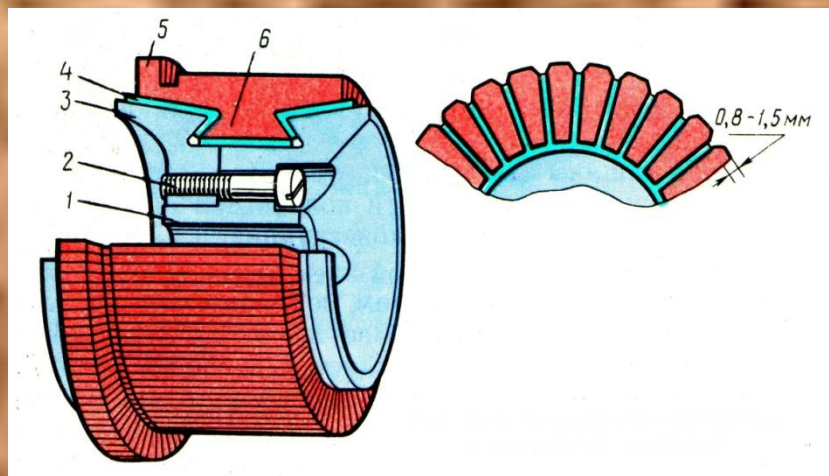
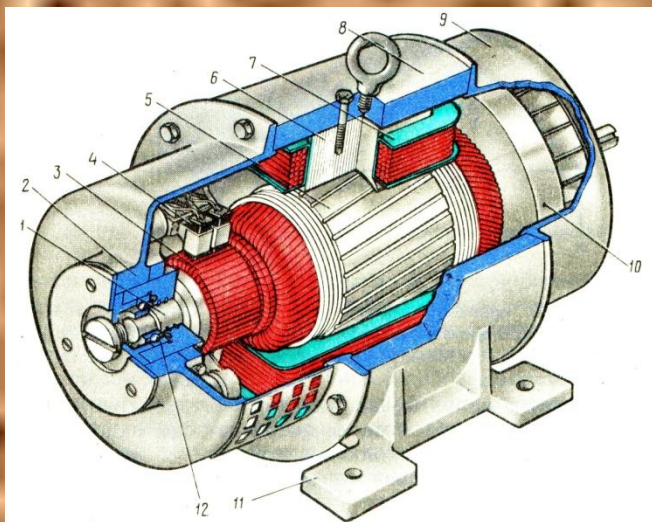
Цилиндрический коллектор



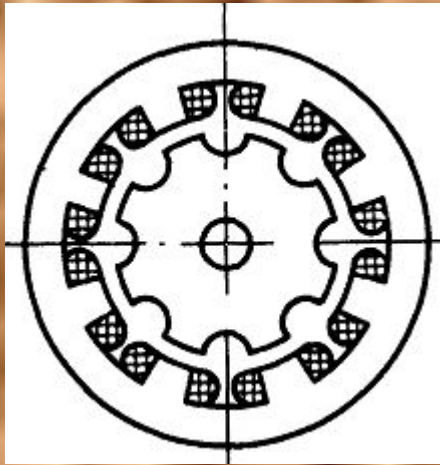
Торцевой коллектор

МПТ

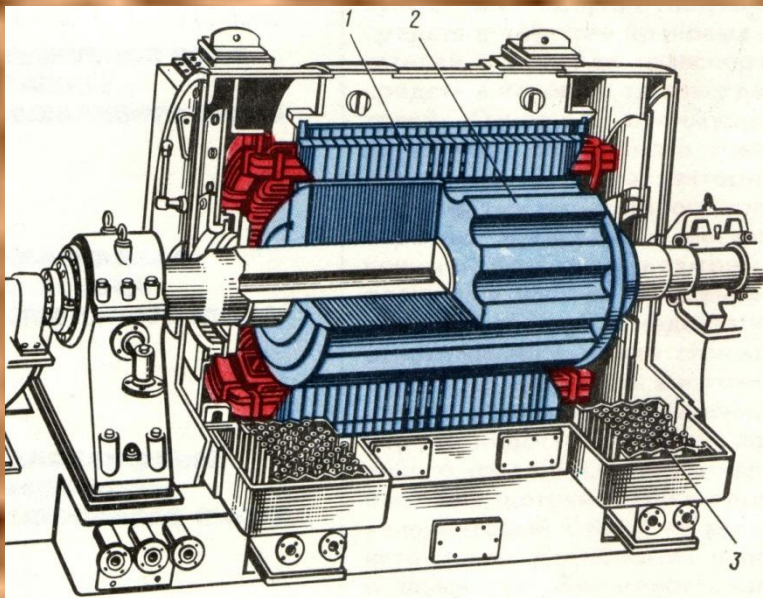
Коллектор



Индукторная электрическая машина

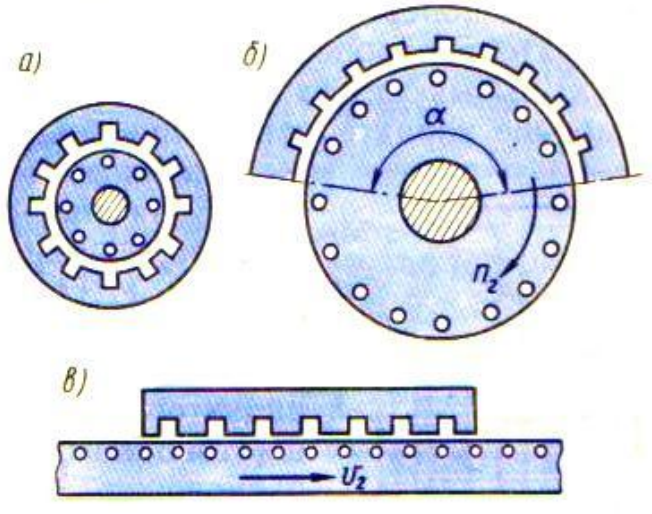


Частотный преобразователь индукторного типа

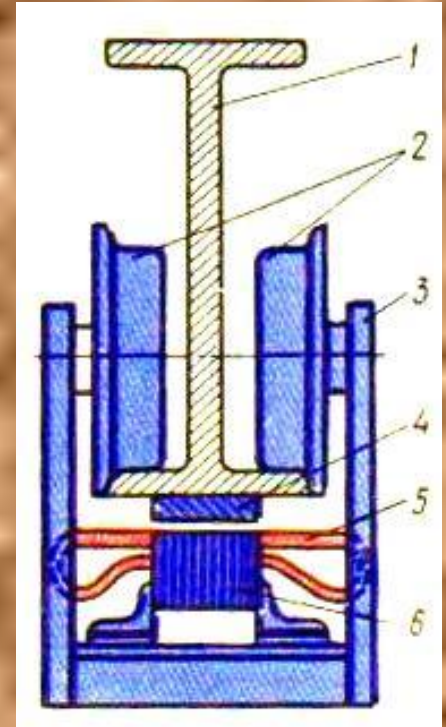


Возбудитель индукторного типа

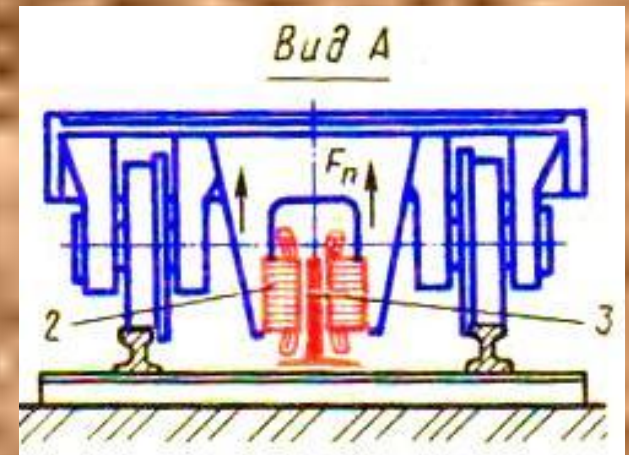
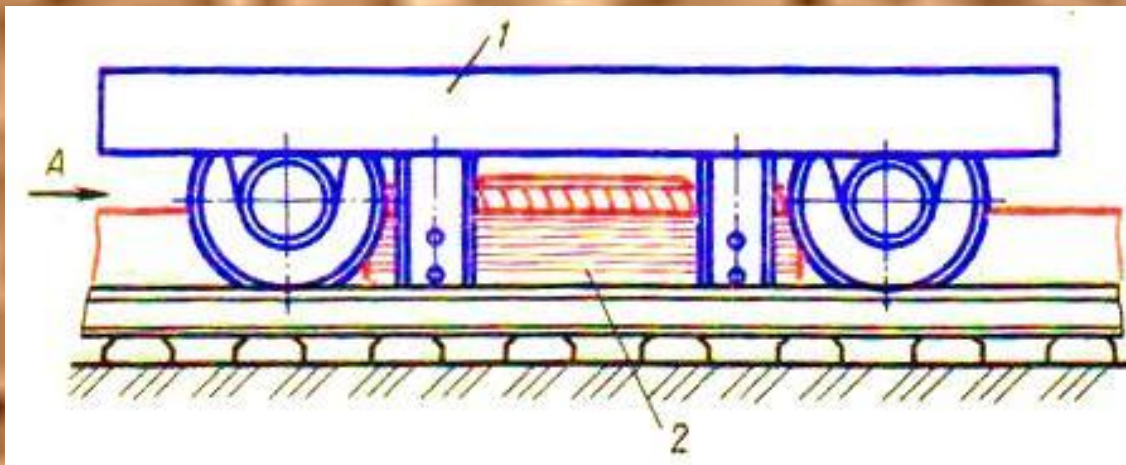
Модификации конструкций ЭМ



б) Асинхронный электродвигатель с сегментным (дуговым статором)

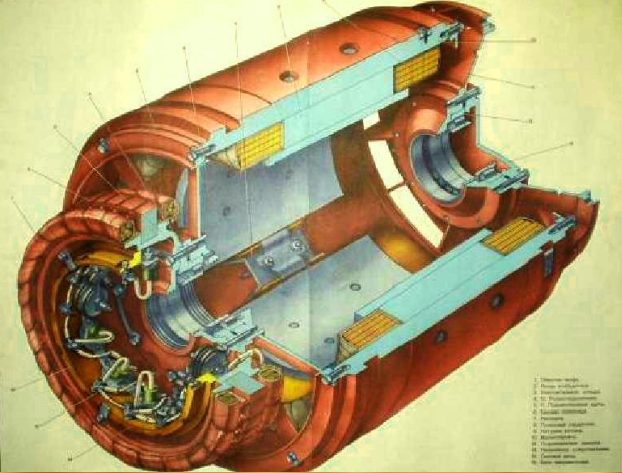


в) Линейный асинхронный электродвигатель



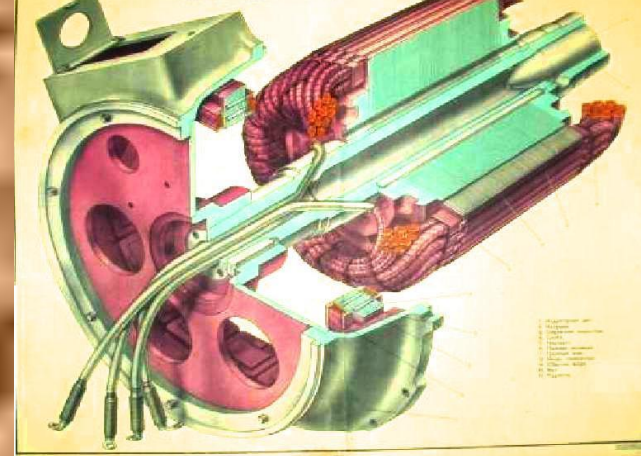
Модификации конструкций ЭМ

РОТОР ГЕНЕРАТОРА ГСМ-100 С ЯКОРЕМ ВОЗБУДИТЕЛЯ



Синхронный генератор
обращенного
типа

ЯКОРЬ ГЕНЕРАТОРА ГСМ-100 С ИНДУКТОРОМ ВОЗБУДИТЕЛЯ

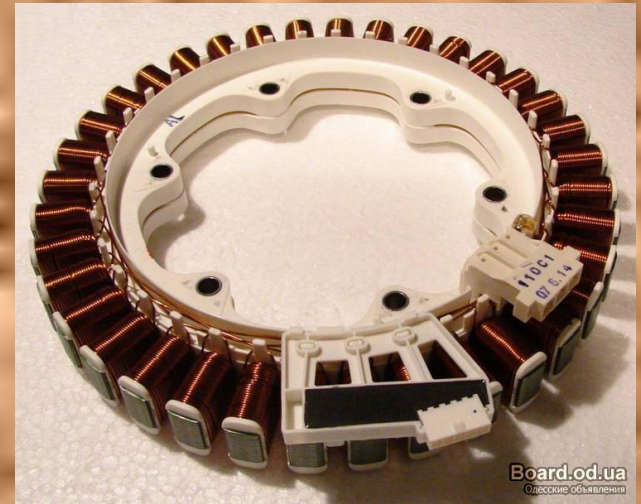


Ротор

Статор

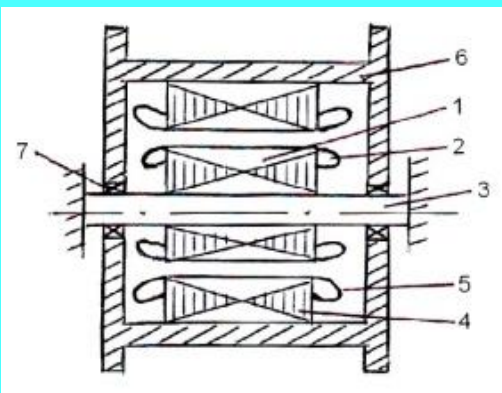


Трехфазный
инверторный
ДПТ
обращенного
типа с ШИМ



Конструктивные схемы ЭМ цилиндрической формы

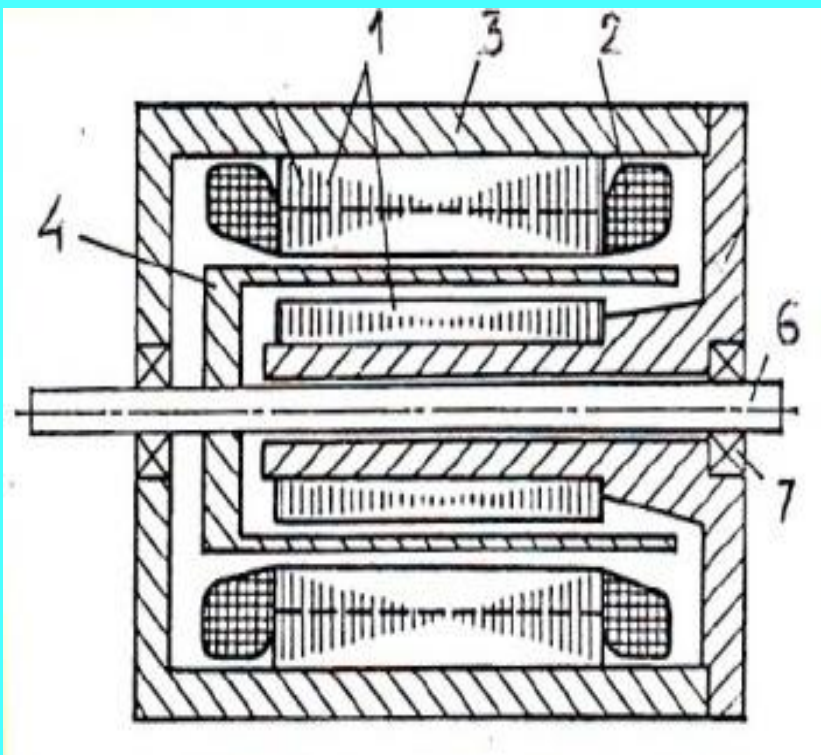
Обращенные конструкции



Однако применяются и **обращенные конструкции**, в которых ротор является внешним по отношению к статору. Такие ЭМ с **внешним ротором** выполняют с целью **увеличения момента инерции** вращающихся частей (например, электропривод транспортера, силовой генератор дизель – генератора или когда **ротор в виде полого цилиндра целесообразно объединить в одной конструкции** с рабочими органами механики, например, с барабаном лебедки

Конструктивные схемы ЭМ цилиндрической формы

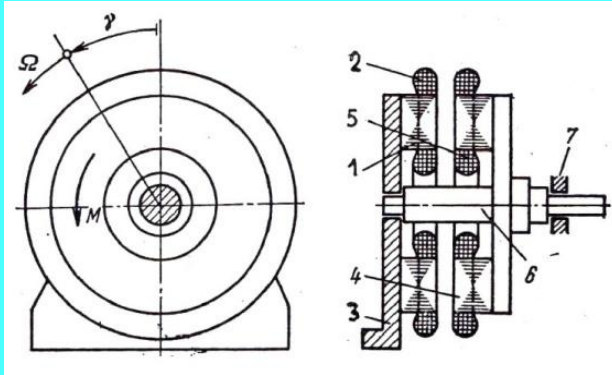
ЭМ с **полым** ротором



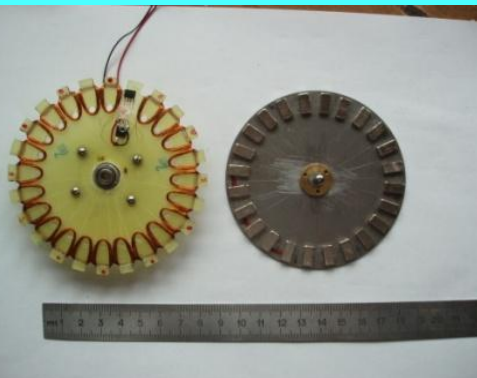
Промежуточное положение занимает конструкция цилиндрической ЭМ, **полый ротор** которой помещен между двумя магнитопроводами статора – **внешним и внутренним**. Такие машины имеют малый момент инерции и находят применение в качестве асинхронных управляемых двигателей малой мощности в различных автоматических устройствах.

Конструктивные схемы ЭМ цилиндрической формы

Торцевые ЭМ

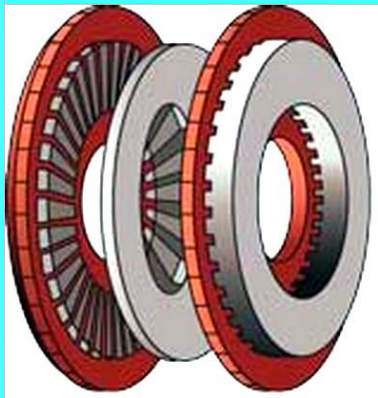


Возможно также конструктивное исполнение вращающейся ЭМ, в которой **статор и ротор имеют форму дисков**, обращенных друг к другу торцевыми поверхностями. Подобные конструкции ЭМ называются **торцевыми** и находят применение в качестве микромашин (приводы жестких дисков ПК).

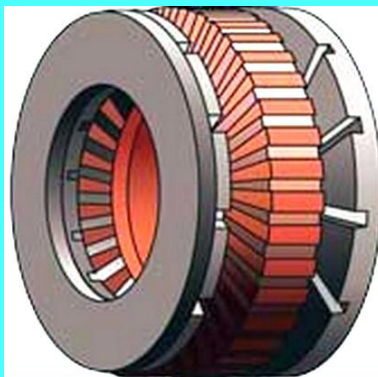


Конструктивные схемы ЭМ цилиндрической формы с постоянными магнитами

Электродвигатели с **аксиальным** магнитным потоком



ЭМ с **внутренним ротором** и двумя обмотками статора

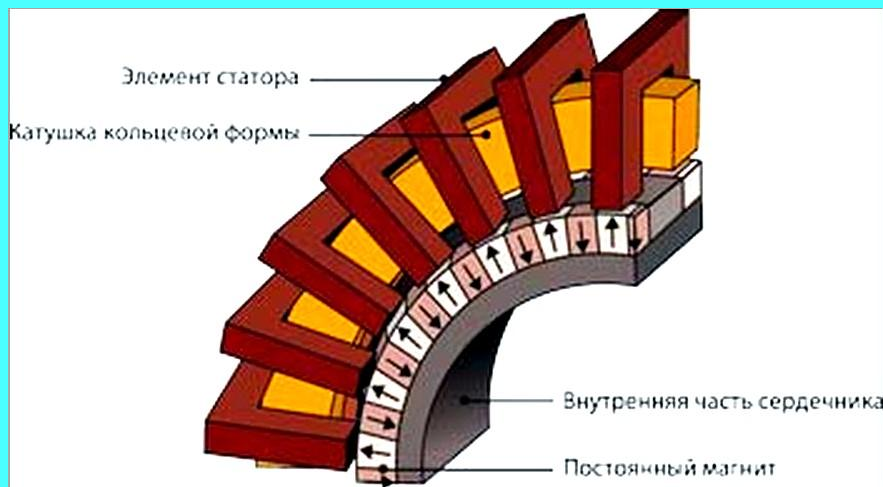


ЭМ с аксиальным потоком **тороидальной формы** - статор с двумя роторами вокруг неподвижного статора

Применение конструкций с постоянными магнитами с **осевым, аксиальным, поперечным и радиальным магнитными потоками**

Конструктивные схемы ЭМ цилиндрической формы с постоянными магнитами

Электродвигатели с **поперечным** магнитным потоком



В таких двигателях U-образные магнитные элементы расположены вокруг обмотки статора кольцевой формы

Компания Electric Research Institute (Южная Корея) выпускает электродвигатели с поперечным потоком уже более 10 лет. Причем в этой компании **разработаны версии как для линейного, так и для вращательного движения**. Эти транспортные системы способны достигать 1120 фунт-сила (5000 Н). Электродвигатели с поперечным потоком могут развивать очень высокий крутящий момент и плотность мощности, но отличаются довольно высокой стоимостью. В настоящее время их **применение ограничено** специальными приложениями.

Конструктивные схемы ЭМ цилиндрической формы с постоянными магнитами

Гибридные электродвигатели с **радиальным** магнитным потоком

Здесь используются сразу две технологии двигателей:

1. Двигатели с постоянным магнитом (PM) и переменным магнитным сопротивлением (VR).
2. Индукционные двигатели переменного тока с постоянным магнитом (PM).

Лучший пример такого объединения продемонстрировала компания QM Power. **Новая технология** QM Power — ParallelPath Magnetic Technology (**PPMT**) — объединяет VR- и PM-технологии. Два магнитных потока протекают по одним и тем же магнитным элементам электродвигателя: один поток формируется двумя PM, а другой — VR-обмоткой ротора-статора. Магнитная сила может быть увеличена в три раза, что приводит к росту плотности мощности на 30% и аналогичному возрастанию пиковой эффективности, как утверждает QM Power. Диапазон мощности составляет от 100 Вт до сотен кВт.

Конструктивные схемы ЭМ цилиндрической формы с постоянными магнитами

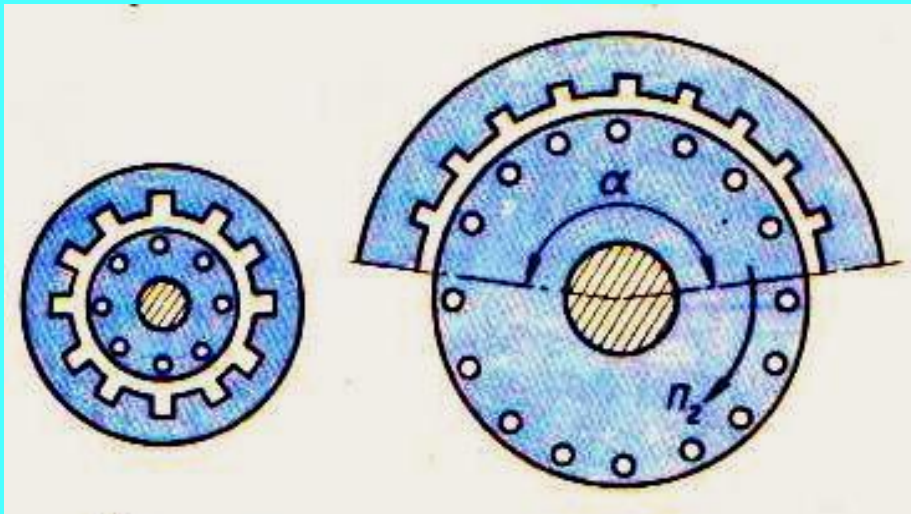
Гибридные электродвигатели с радиальным магнитным потоком

РРМТ предназначены для работы в приложениях как с постоянной, так и с переменной скоростью вращения, включая тяговые приводы. РРМТ характеризуются высокой эффективностью по мощности при высоких нагрузках. Они демонстрируют очень хорошие характеристики при использовании **ферритовых** магнитов.

Другой пример гибридных двигателей — **линейный индукционный двигатель переменного тока**, объединяющий короткозамкнутый ротор и РМ-магнит (обычно ферритовый), что позволяет значительно улучшить эффективность электродвигателя. Компания Lafert Corp. (Италия) выпускает семейство промышленных и коммерческих линейных РРМТ-двигателей переменного тока мощностью 1...15 кВт с увеличенной пиковой эффективностью на 5–8%.

Конструктивные схемы ЭМ цилиндрической формы

АД с **дуговым статором**



Находит применение конструктивное исполнение вращающейся ЭМ, в которой **статор имеет дуговую форму**. Асинхронные дуговые электродвигатели применяют для безредукторного привода устройств, требующих небольших частот вращения, исключив применение редуктора

Конструктивные схемы линейных АД

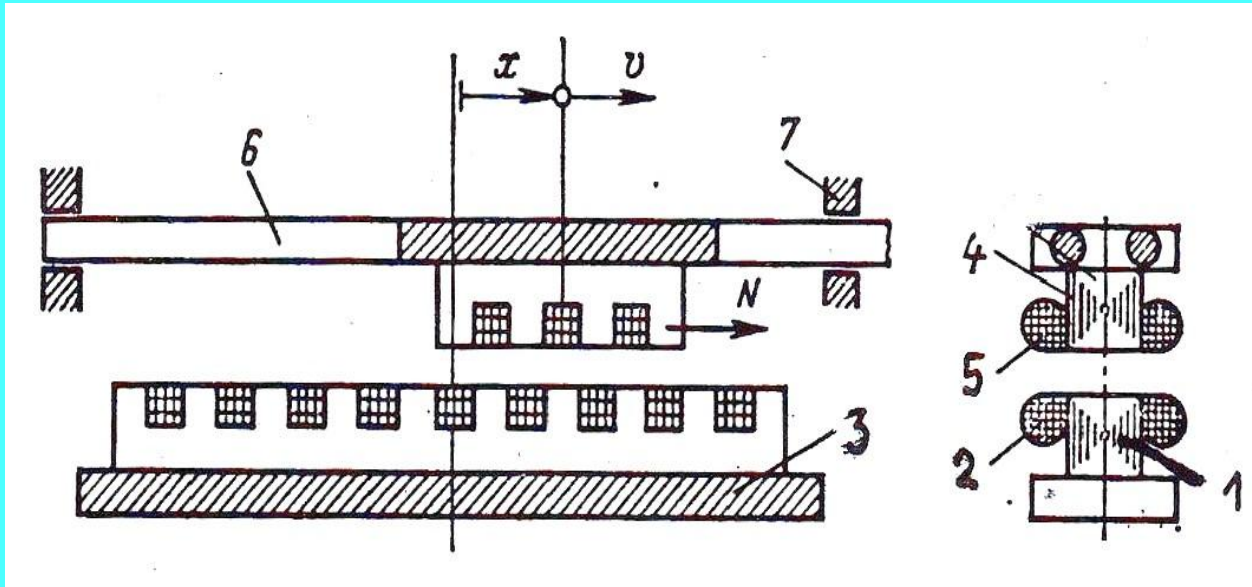
Линейные АД

Применяются конструкции ЭМ, в которых подвижная часть перемещается **поступательно**, изменяя свое линейное положение относительно статора.

Указанные **ЭМ называют линейными**; они имеют два возможных конструктивных исполнения: **плоское и цилиндрическое**

Конструктивные схемы линейных АД

Плоский линейный АД

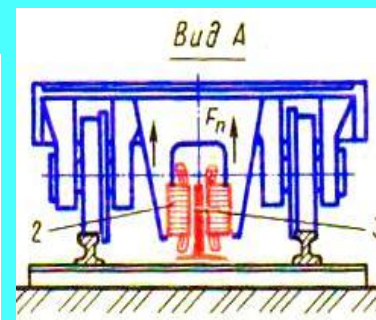
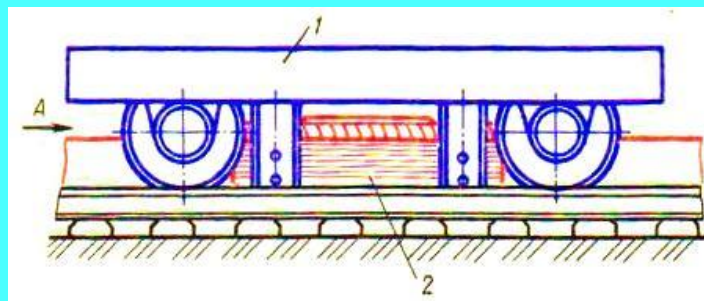
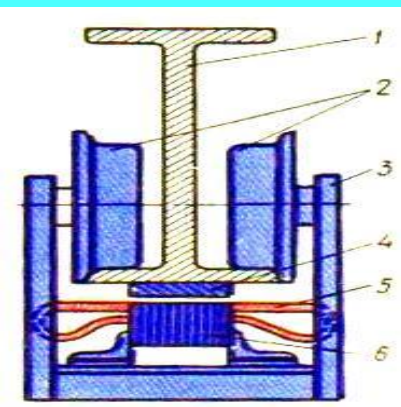


В **плоском АД** подвижный и неподвижный магнитопроводы имеют форму параллелепипедов, обращенных друг к другу плоскими гранями

Конструктивные схемы линейных АД

Плоский линейный АД

Устройство линейного асинхронного электродвигателя **привода тележки** подъемного крана

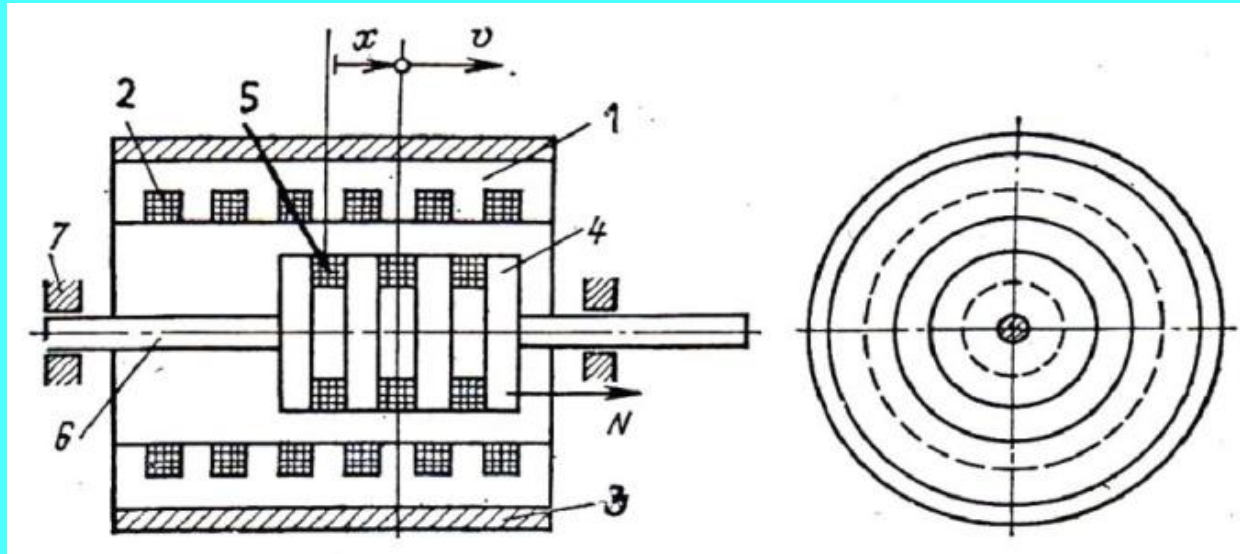


Линейные АД значительной мощности применяют на транспорте в качестве **тяговых двигателей**

Линейные асинхронные электродвигатели применяют для привода заслонок, ленточных конвейеров, подъемно-транспортных механизмов

Конструктивные схемы линейных АД

Цилиндрический линейный АД



В цилиндрическом линейном АД подвижный магнитопровод цилиндрической формы перемещается в осевом направлении внутри неподвижного магнитопровода кольцеобразной формы

Конструкции вращающихся и линейных АД

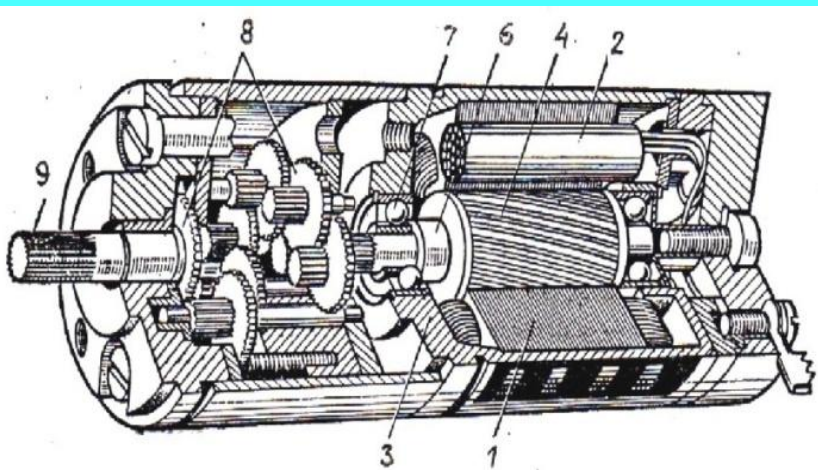
Вращающиеся и линейные АД для образования **колебательного движения**



Встречаются также конструкции вращающихся и линейных ЭМ, в которых подвижная часть совершает **колебательное** движение. Колебательные движения применяются для приведения в движение балансира электрических часов, ударной части отбойного инструмента

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

Зубчатый или планетарный редуктор (мультипликатор)

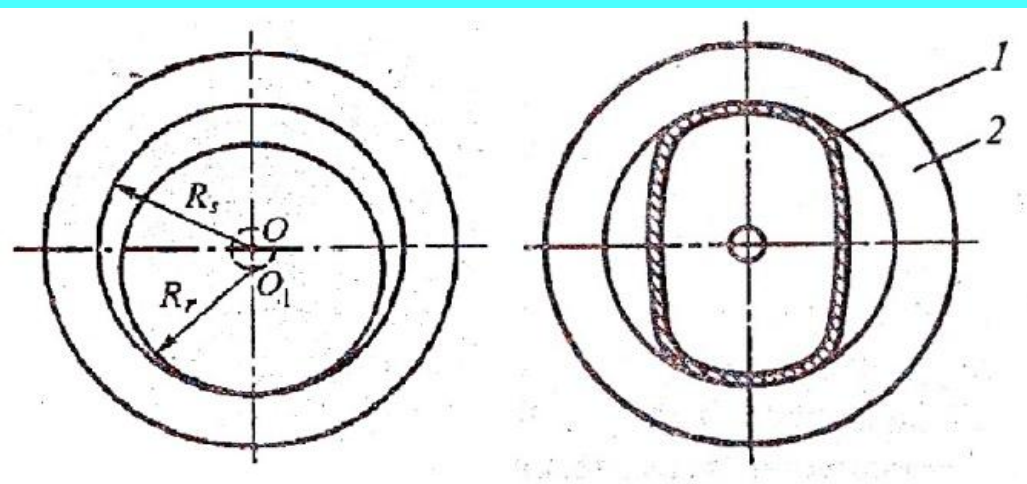


Для преобразования параметров механической энергии (рода и параметров движения) между ЭМ и потребителем механической энергии может быть установлен **механический преобразователь**

Наиболее распространенным механическим преобразователем является зубчатый или планетарный редуктор (мультипликатор) предназначенный для уменьшения или увеличения частоты вращения вала. Мультипликатор иногда **встраивается** в ЭМ, представляя с ней одно целое

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

Механическая редукция ЭД с **катящимся** и **гибким волновым** ротором



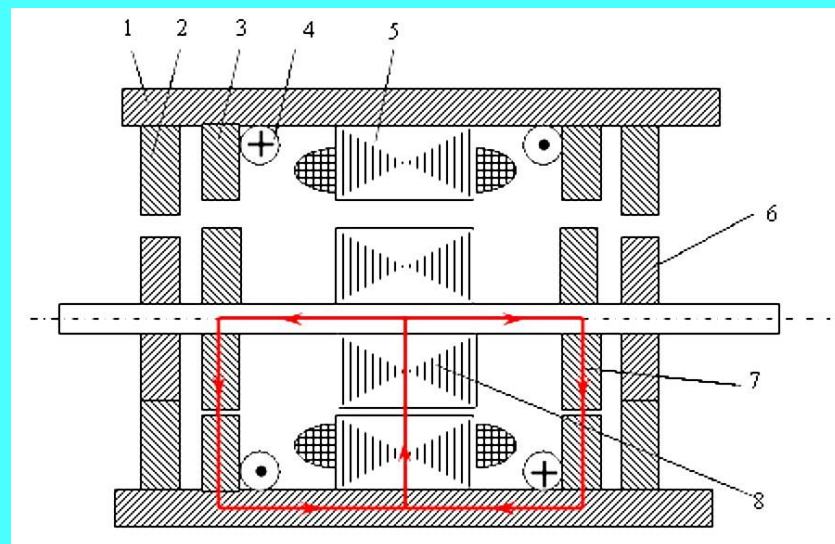
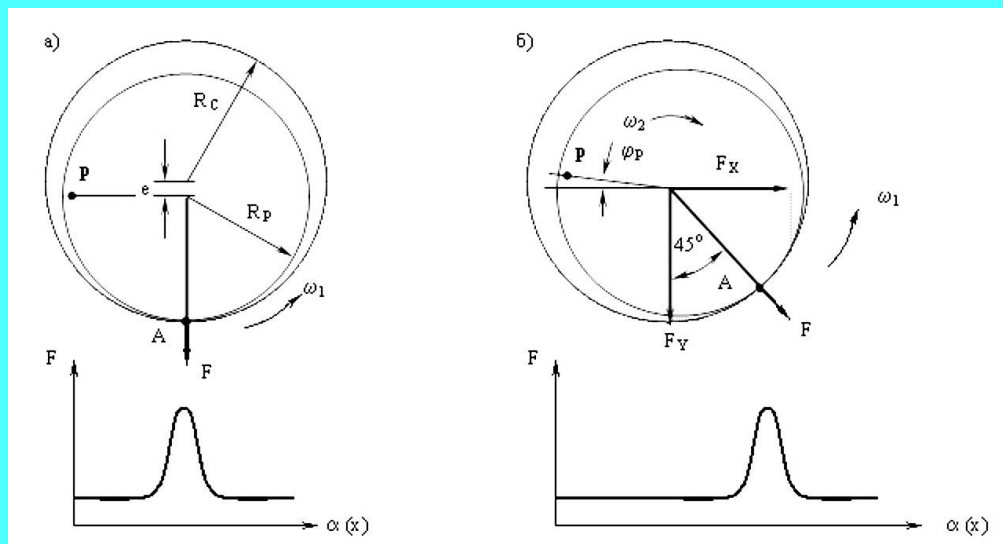
Механическая редукция, кроме того, может быть обеспечена применением ротора специальной конструкции: катящегося или гибкого волнового

В первом случае цилиндрический безобмоточный ротор катится по специальному направляющему внутри магнитопровода статора, занимая эксцентричное положение относительно него.

Во втором случае – полый тонкостенный ферромагнитный ротор 1, выполненный также без обмотки, деформируется под действием электромагнитных сил и притягивается к статору 2

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

ЭД с катящимся ротором

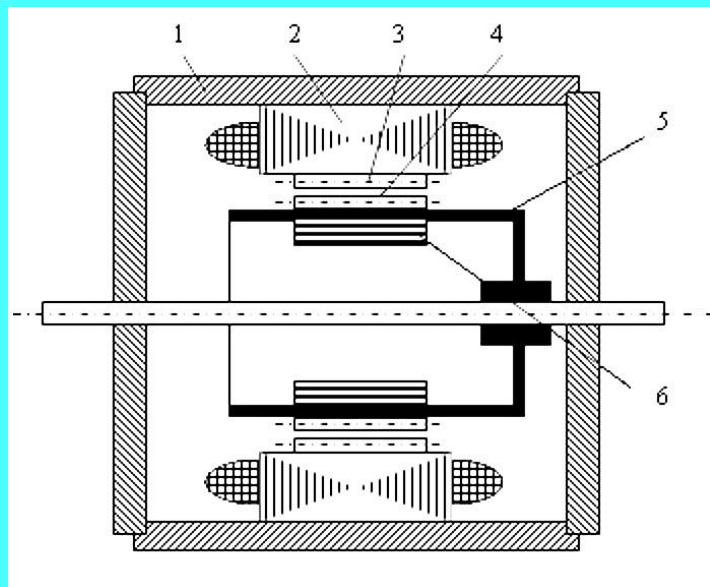


Принципиальной **особенностью** двигателей с катящимся ротором (ДКР), отличающей их от других машин, является **эксцентричное расположение ротора** в расточке статора. Вращающий момент здесь создается за счет сил одностороннего магнитного притяжения.

Двигатели с катящимся ротором могут работать **в синхронном и асинхронном** режимах и только в **нессимметричном** вращающемся магнитном поле.

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

ЭД с волновым ротором



Волновые электродвигатели составляют группу электрических машин, в которых преобразование электрической энергии в механическую происходит при вращении волн деформации гибкого ротора, создаваемых электромагнитными силами. В волновых электродвигателях в единой конструкции **объединены элементы электродвигателя и гибкого волнового ротора (редуктора)**.

При отсутствии питания ротор имеет правильную цилиндрическую форму. Его зубчатый венец не сцепляется с венцом статора. При подаче питания на обмотки статора возникает вращающееся магнитное поле, в котором на магнитопровод ротора действуют силы магнитного притяжения и он начинает перемещаться.

Конструкции концентрических магнитопроводов с ???????ЭМ вращательного движения

ЭД с волновым ротором

В зависимости от характера вращения магнитного поля и волн деформации гибкого ротора **возможны три вида волновых электродвигателей:**

1 **Синхронный** волновой электродвигатель

- при равномерном вращении магнитного поля и волн деформации ротора.

2 **Шаговый** волновой электродвигатель

- при дискретном (шагами) вращении магнитного поля и волн деформации ротора.

3 **Вентильный** волновой электродвигатель - при синхронизации частоты вращения магнитного поля и волн деформации гибкого ротора по сигналам датчика положения выходного вала или датчиков положения волн деформации гибкого ротора.

По форме гибкого ротора волновые электродвигатели делят на три вида:

1 **Цилиндрические** - с ротором в форме цилиндрической оболочки.

2 **Торцовые** - с гибким дисковым ротором.

3 **Линейные** - с ротором в форме гибкой пластины.

Конструкции концентрических магнитопроводов с ???????ЭМ вращательного движения

Признак классификации	Многообразие конструкций активных частей электрических машин
По природе энергоносителя	индуктивные (магнитное поле) емкостные (электрическое поле)
По агрегатному состоянию подвижных частей	твердая жидкая, газообразная
По роду движения	вращающиеся с поступательным, колебательным, импульсным движением
По числу степеней свободы	одномерные многомерные (двух-, трех-, шестимерные)
По взаимному расположению магнитопроводов	концентрические торцевые (дисковые)
По наличию механических преобразователей	без механического преобразователя с механическим преобразователем (с встроенным редуктором, с катящимся волновым ротором)
По относительной ориентации статора и ротора	ротор внутренний ротор внешний, полый
По типу обмотки	с разноименнополюсной обмоткой с одноименнополюсной обмоткой (униполярные) электромагнитные с активными магнитопроводами — с одной обмоткой на статоре
По форме магнитопроводов	цилиндрические тороидальные, когтеобразные
По способу создания магнитного поля	электромагнитные магнитоэлектрические
По комбинации обмоток на статоре и роторе	с активными магнитопроводами с одной обмоткой на статоре и одной обмоткой на роторе (магнитопроводы статора и ротора как гладкие, так и зубчатые) с пассивным магнитопроводом ротора параметрические: одна, две обмотки на статоре (магнитопровод ротора зубчатый безобмоточный)

Для того чтобы электрическая машина работала, в ней должно быть создано **вращающееся магнитное поле.**

Принцип образования вращающегося поля у всех электрических машин **один и тот же.**

Условия создания кругового вращающегося магнитного поля в обмотках статора трехфазного АД

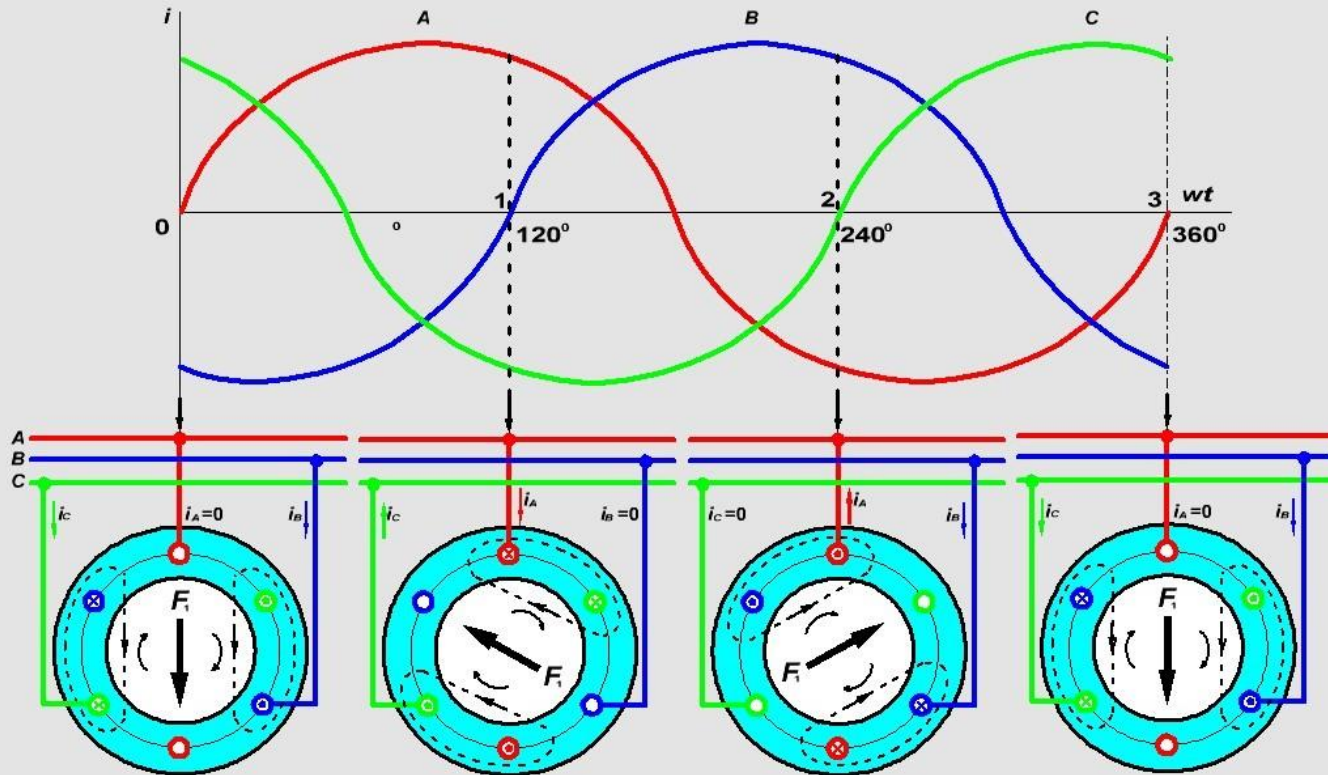
На статоре трехфазного электродвигателя расположены три обмотки, соединенные в звезду или треугольник, сдвинутые в пространстве относительно друг друга на электрический угол, равный **120 эл.град.**

Если к одинаково выполненным и правильно соединенным обмоткам статора такой машины подвести симметричное напряжение электросети, то в воздушном зазоре машины будет создана симметричная система векторов магнитной индукции **B** , которая образует круговое вращающееся магнитное поле **Φ** .

Условия создания кругового вращающегося магнитного поля в трехфазной обмотке статора

АД

Принцип получения вращающейся МДС F_1 в трехфазной обмотке статора асинхронного электродвигателя



Условия создания кругового вращающегося магнитного поля в трехфазной обмотке статора:

- 1 Симметричная система векторов магнитной индукции B и МДС F каждой фазы
(активные и индуктивные сопротивления обмоток одинаковые, начала и концы соединены правильно)
- 2 Оси обмоток смещают в пространстве на 120 эл.град .относительно друг друга
- 3 Внешняя сеть имеет симметричное трехфазное напряжение

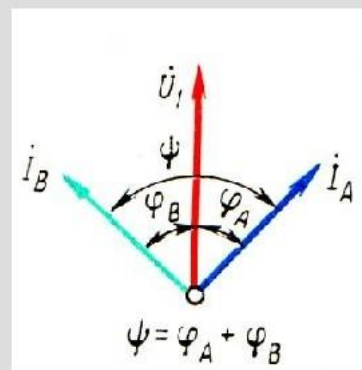
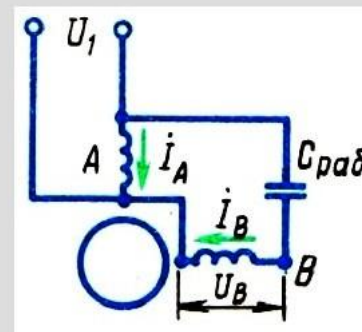
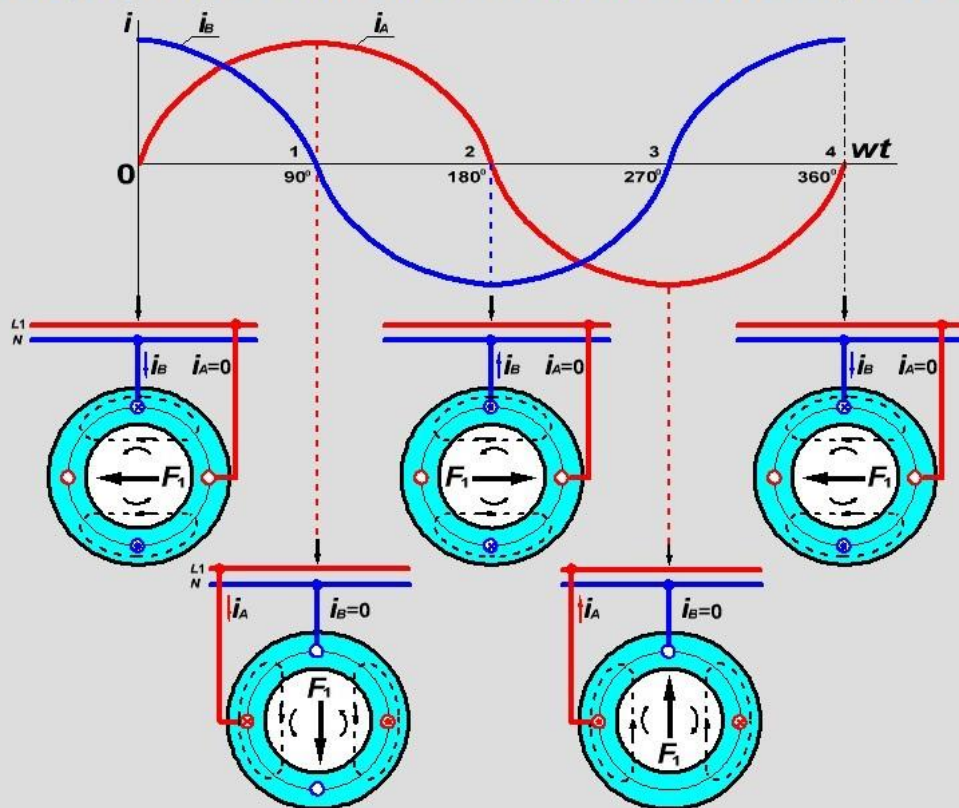
Условия создания кругового вращающегося магнитного поля в обмотках статора двухфазного конденсаторного АД

На статоре двухфазного электродвигателя расположены две обмотки сдвинутые в пространстве относительно друг друга на геометрический угол, равный 90° .

Если к обмоткам статора или ротора такой машины подвести токи, сдвинутые во времени на электрический угол 90 эл.град., то в воздушном зазоре машины будет вращающееся круговое магнитное поле

Условия создания кругового вращающегося магнитного поля в двухфазной обмотке статора конденсаторного АД

Принцип получения вращающейся МДС F_1 в двухфазной обмотке статора конденсаторного асинхронного электродвигателя



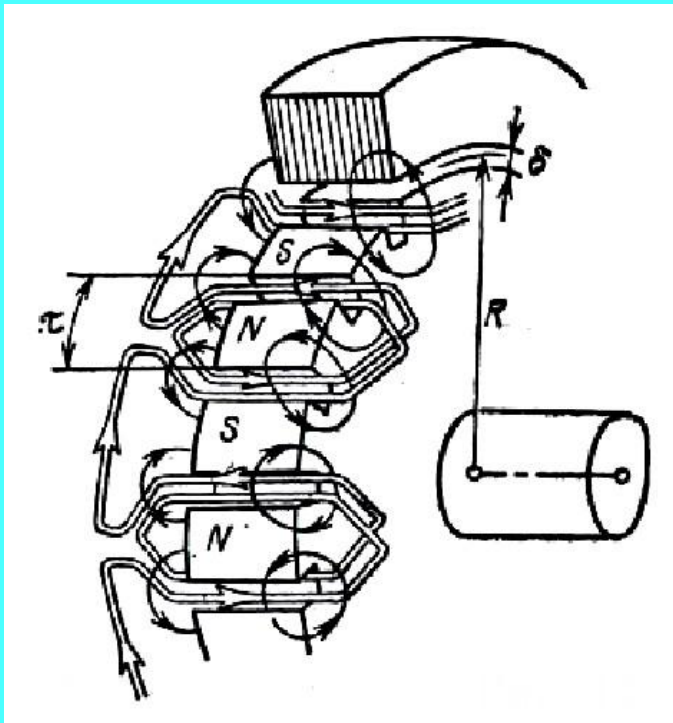
Условия создания кругового вращающегося магнитного поля в двухфазной обмотке статора:

- 1 Симметричная система векторов магнитной индукции B и МДС F каждой фазы (активные и индуктивные сопротивления обмоток одинаковые, начала и концы соединены правильно)
- 2 Оси обмоток смещают в пространстве на 90° эл.град. относительно друг друга
- 3 Токи в обмотках статора i_A и i_B должны быть сдвинуты по фазе относительно друг друга на 90°

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

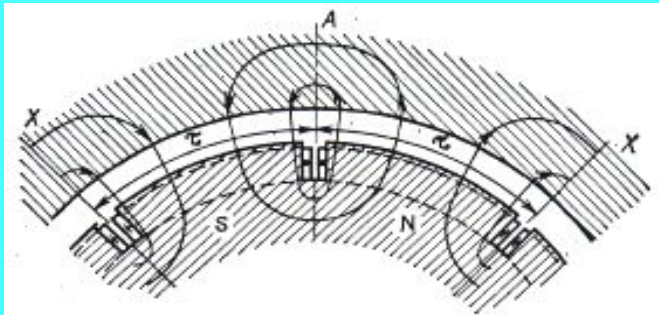
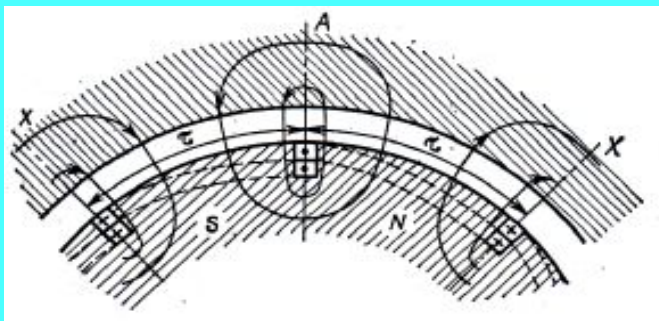
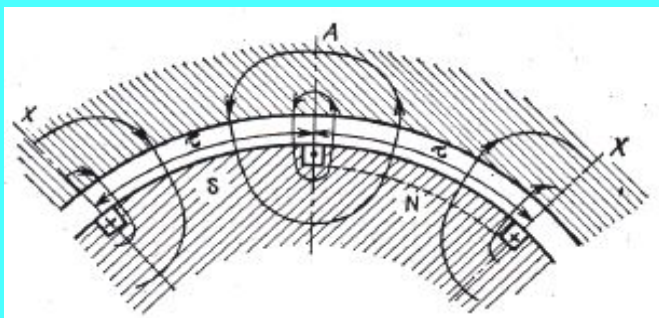
Цилиндрический магнитопровод с **разноименнополюсной** **сосредоточенной** обмоткой

Для этой конструкции характерно периодическое чередование направлений токов в проводниках на поверхности магнитопровода (**барабанная обмотка**), обращенной к зазору δ (двухмерная укладка обмотки). При этом поверхность магнитопровода намагничивается "разноименнополюсно" – при перемещении по окружности в тангенциальном направлении за северным N полюсом следует южный S , за южным – северный и т. д. Таким образом создается периодически изменяющееся в пространстве магнитное поле



Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

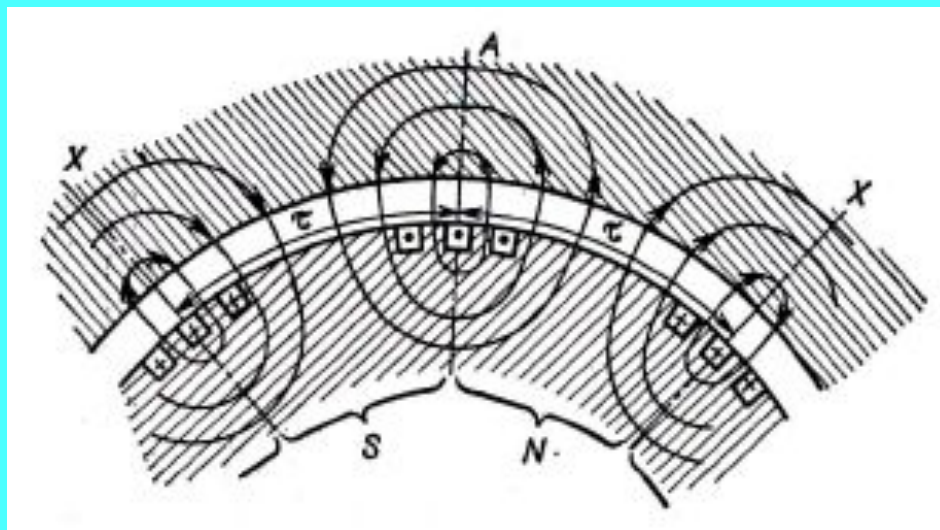
Цилиндрический магнитопровод с **разноименнополюсной** сосредоточенной обмоткой



Катушки с началом **A** и концом **X** образуются из одного или нескольких витков. В пазу магнитопровода могут располагаться **одна** однослойная обмотка или **две** (двухслойная или двухрядная) катушечные стороны

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

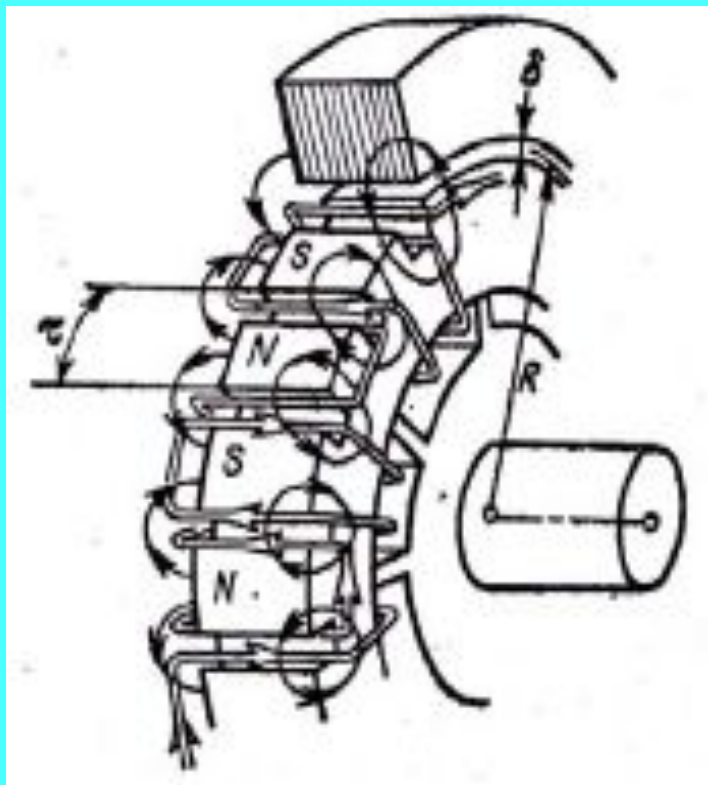
Цилиндрический магнитопровод с разноименнополюсной распределенной обмоткой



Часто оказывается необходимым размещать проводники с одинаковыми направлениями токов не в одном пазу, такая обмотка называется **сосредоточенной**, а в нескольких пазах - **распределенная** обмотка

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

Тороидальный магнитопровод с разноименнополюсной обмоткой

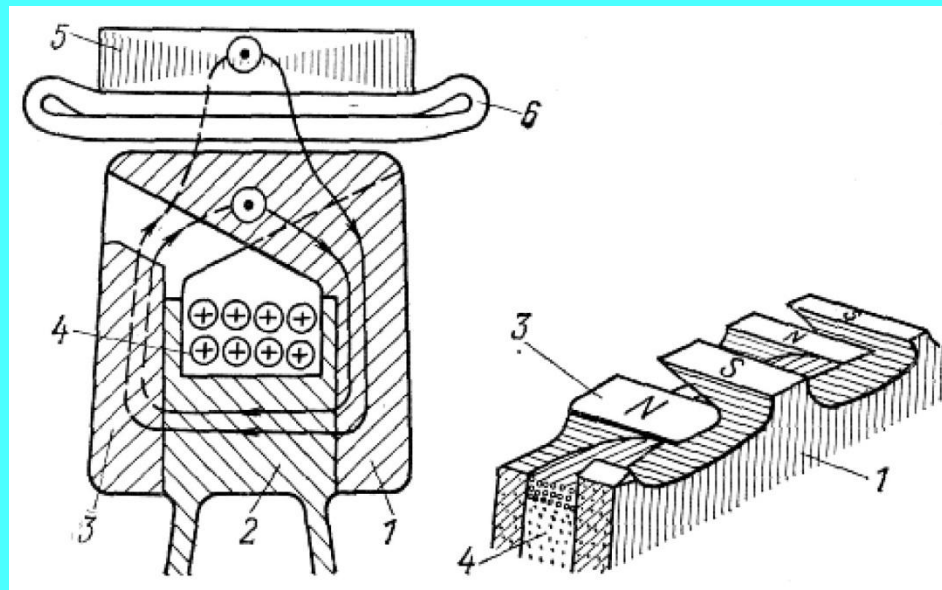
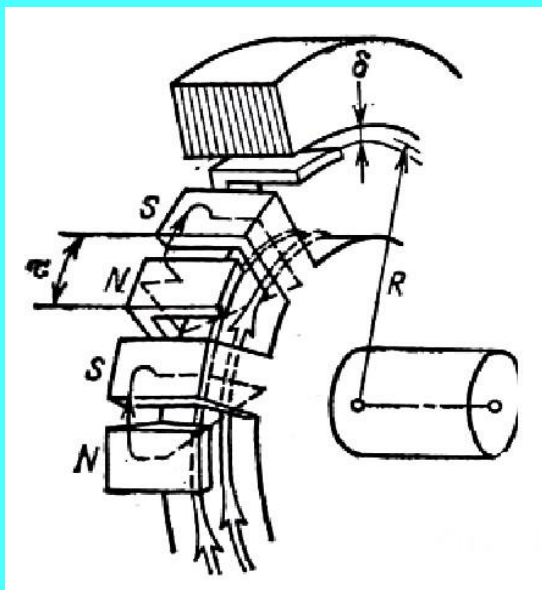


Тороидальная конструкция магнитопровода обусловлена особенностями выполнения обмотки – **трехмерная укладка**, при которой соединения между проводниками, расположенными на поверхности магнитопровода, охватывают тороидальный магнитопровод

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

обмотками ЭМ вращательного движения

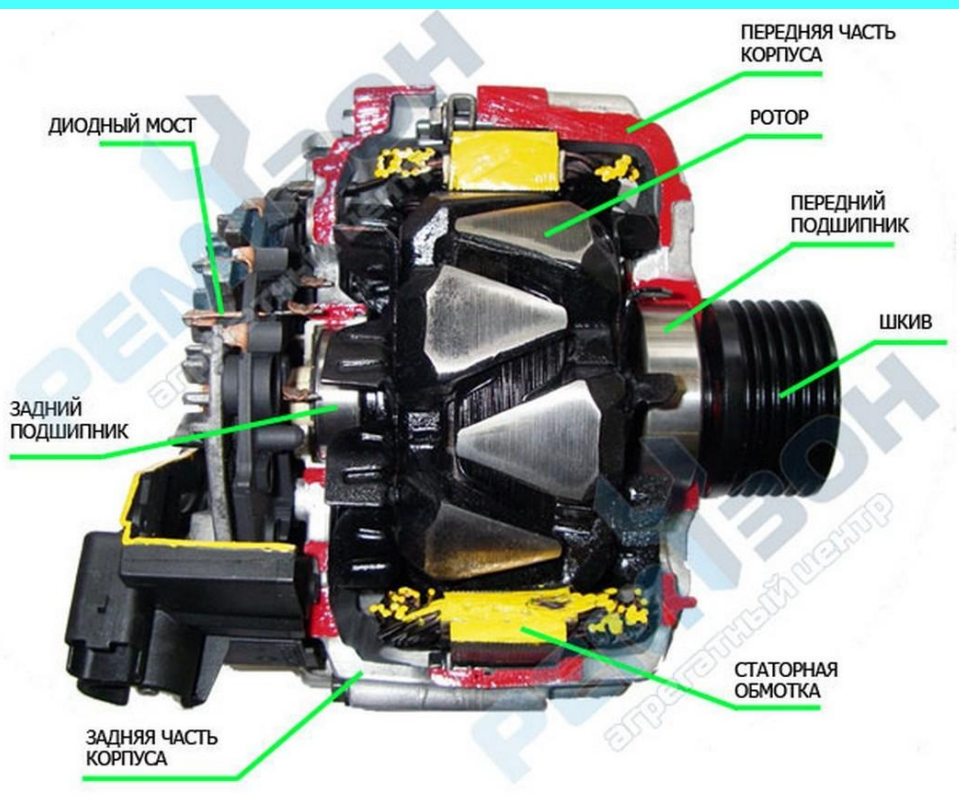
Когтеобразный разноименнополюсный магнитопровод с кольцеобразной обмоткой



В этой конструкции периодичность поля в зазоре достигается применением специальной конфигурации магнитопровода, а не за счет чередования направлений токов, так как обмотка выполняется кольцеобразной (одномерная укладка)

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

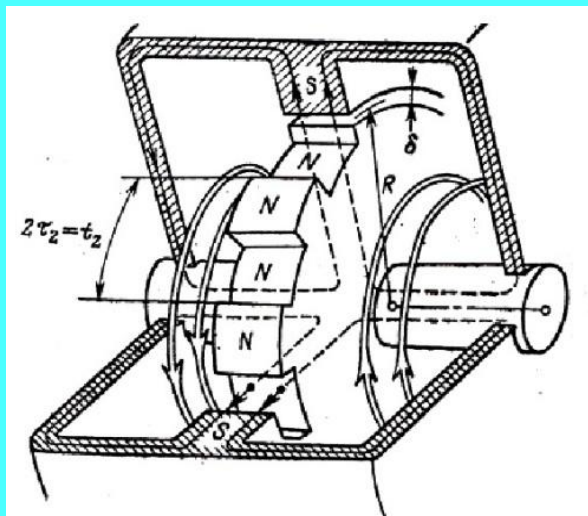
Когтеобразный разноименнополюсный магнитопровод с кольцеобразной обмоткой



Магнитопровод здесь выполняется с так называемыми когтеобразными (**клювообразными**) полюсами. Такая конструкция магнитопровода позволяет при одной расположенной по оси машины катушки обмотки превратить **аксиальное направление** магнитного поля в воздушном зазоре в **радиально направленные** поля отдельных полюсов и получить много разноименнополюсную систему.

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

Зубчатый одноименнополюсный магнитопровод с кольцеобразной обмоткой



В этой конструкции периодическое изменение поля в зазоре достигается **за счет зубчатости** поверхности магнитопровода, обращенной к зазору δ .

Кольцеобразная (одномерная) обмотка охватывает вал машины и образует в зазоре одноименнополюсное (**униполярное**) поле. Для направления токов, показанного на рисунке, поверхность внутреннего магнитопровода имеет северную **N** полярность, а наружного – южную **S**. Число периодов изменения поля (число пар полюсов) здесь равно числу зубцов магнитопровода $p = Z$, где Z – число зубцов (пазов) магнитопровода. Обмотка однофазная и может питаться как **постоянным**, так и **переменным** токами.

Конструкции концентрических магнитопроводов с обмотками ЭМ вращательного движения

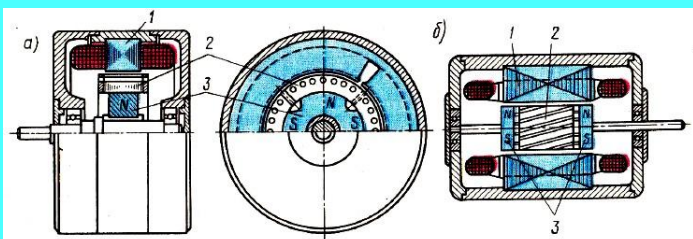
Зубчатый одноименнополюсный магнитопровод с кольцеобразной обмоткой



Преобразователь
Сетевой Частоты
ПСЧ-50.
В одном корпусе
размещены две ЭМ:
АД с к.з. ротором
3ф ~50Гц, 380В
**Индукционный
генератор**
3ф ~400Гц, 230В

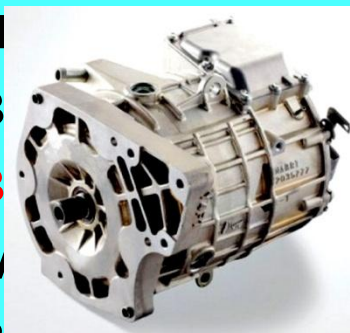
Конструкции синхронных машин специального назначения

СМ с постоянными магнитами - магнитоэлектрические



В этой конструкции

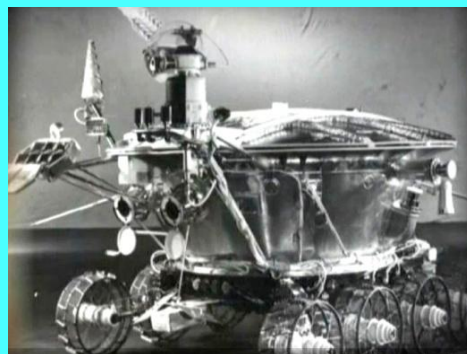
получается постоянное изменение поля в зазоре, что достигается за счет изменения частоты поверхности магнитопровода, обращенной к зазору σ .



Кольцеобразная (одномерная) обмотка охватывает вал машины и образует в зазоре одноименнополюсное (**униполярное**) поле. Для направления токов, показанного на рисунке, поверхность внутреннего магнитопровода имеет северную **N** полярность, а наружного – южную **S**. Число периодов изменения поля (число пар полюсов) здесь равно числу зубцов магнитопровода $p = Z$, где Z – число зубцов (пазов) магнитопровода. Обмотка однофазная и может питаться как **постоянным**, так и **переменным** токами.

Конструкции электрических машин специального назначения

ЭМ с постоянными магнитами - магнитоэлектрические



Серия бесконтактных моментных электродвигателей **ДБМ**, охватывающую широкий диапазон вращающих моментов – от 0,01 до 16 Н·м

Конструкции электрических машин специального назначения



ДПТ ДК-722Е
для мотор-колес
"БелАЗ"
грузоподъемностью 120 т



ДПТ ДК-724ДМ
для мотор-колес
"БелАЗ"
грузоподъемностью 180 т



ДПТ ЭК-420А - для
мотор-колес "БелАЗ"
грузоподъемностью
136 т, ЭК-590 – для 200
- 220 тонн



ГПТ ГПА-600ВМ
для питания
ДПТ мотор-колес "БелАЗ"
грузоподъемностью 75, 120
тонн

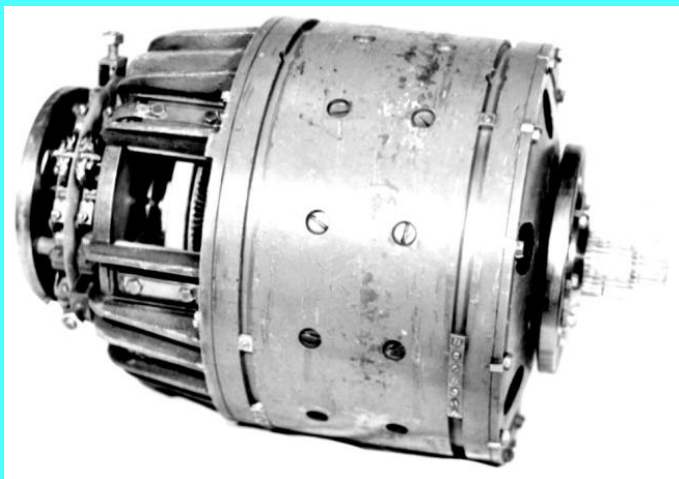


СГ ГСТ-1 для
питания через
выпрямительную установку
тяговых электродвигателей
автосамосвалов
БелАЗ
грузоподъемностью 130 т



Конструкции электрических машин специального назначения

Биротативные электромашины (БЭ)

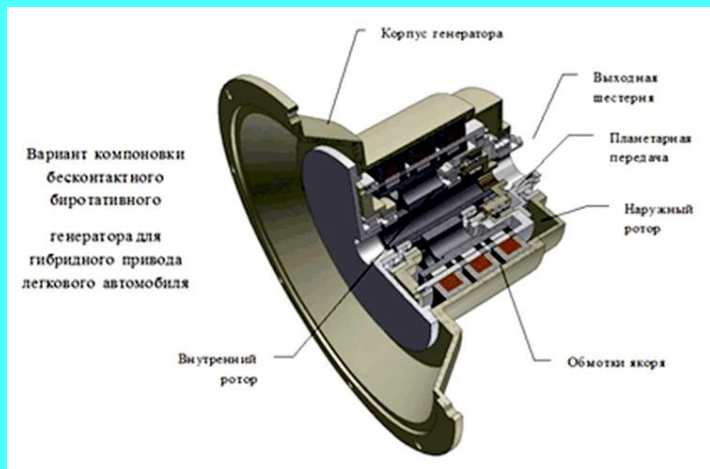


В НПП ВНИИЭМ разработаны следующие типы торпедных электроприводов:

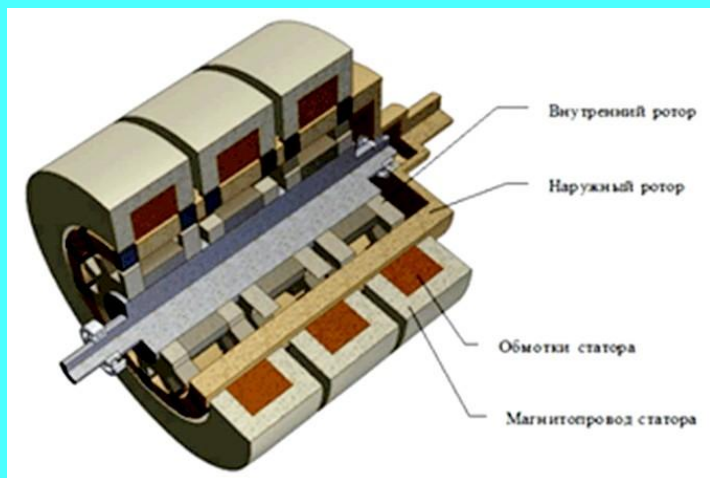
- электроприводы малой мощности до 150 кВт с использованием асинхронного частотно-управляемого двигателя;
- традиционный биротативный электропривод постоянного тока мощностью до 400 кВт;
- вентильный электропривод с естественной коммутацией инвертора мощностью до 2000 кВт;
- электропривод мощностью свыше 2000 кВт на основе униполярного двигателя со сверхпроводящими обмотками.

Конструкции электрических машин специального назначения

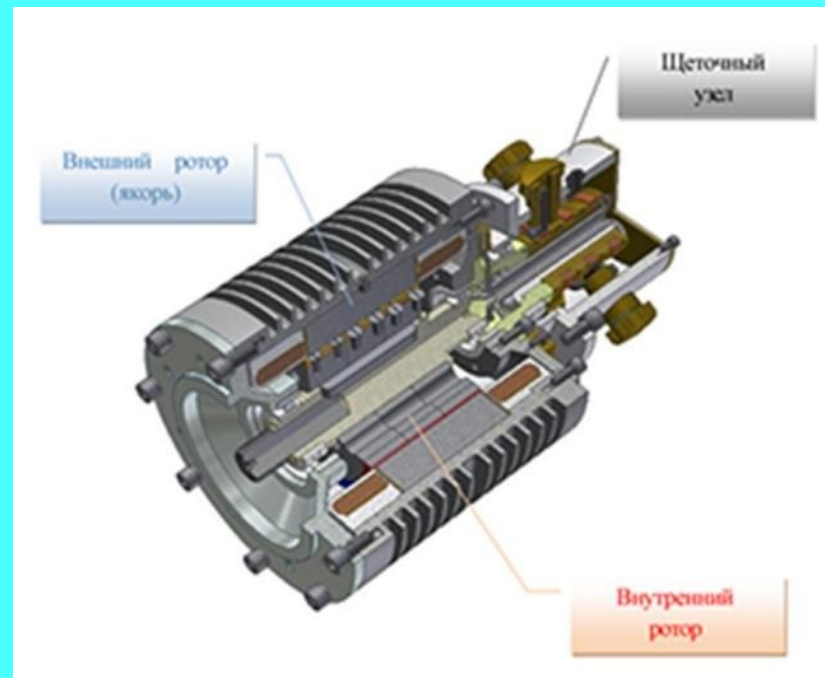
Биротативные электромашины (БЭ)



Бесконтактный биротативный генератор для гибридного привода легкового автомобиля



Бесконтактный трехфазный биротативный генератор



Биротативный генератор с кольцевыми контактами и щетками для гибридного привода легкового автомобиля

