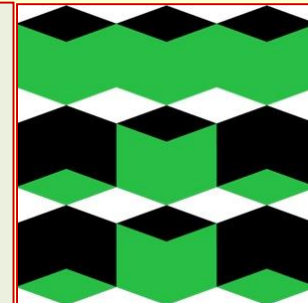




Военный учебный центр при Томском политехническом университете



Цикл
№2

**«Боевое применение подразделений,
вооружённых зенитными артиллерийскими
самоходными установками с радиоприборными
комплексами»**



КУРС ЛЕКЦИЙ

**Автор: преподаватель 2 цикла
*подполковник запаса Гаврилов А. А.***



Дисциплина:
«Устройство и эксплуатация ЗСУ»
Раздел 1:
«Основы построения ЗАК»



Тема №4
Основы автоматики



Занятие №3
Элементы автоматических систем
управления и следящих систем

Цели занятия:

Изучить:

- систему АПЧ, усилители мощности, электрические двигатели и гидравлические машины, электромагнитные реле и реле времени, соединительные муфты.

Актуальность занятия:

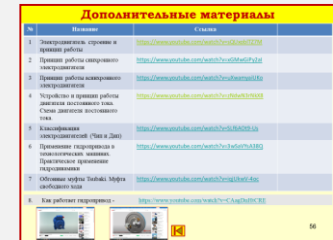
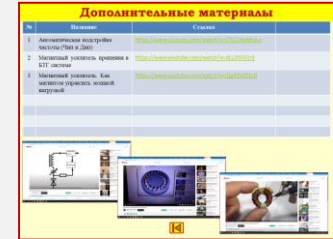
Обусловлено:

- необходимостью иметь глубокие и твердые знания по системе АПЧ, усилителям мощности, электрическим двигателям и гидравлическим машинам, электромагнитным реле и реле времени, соединительным муфтам.

ВИД ЗАНЯТИЯ: - ГРУППОВОЕ, 2 часа.

Вопросы занятия:

1. Система АПЧ.
2. Усилители мощности.
3. Электрические двигатели и гидравлические машины.
4. Электромагнитные реле. Реле времени.
5. Соединительные муфты.
6. Рубежный контроль.



В.А. Подгорный



**ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ
ЗЕНИТНЫХ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ
КОМПЛЕКСОВ**

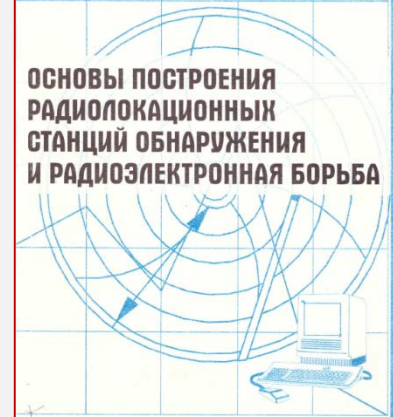


Литература:

1. Учебное пособие
«Основы построения ЗАК»-2013 г.,
стр. 136-150
2. Учебное пособие
«Основы построения РАС
обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003
г., стр. 75-82.

И.Л. Богатырёв, В.В. Тухханен, А.Н. Покладов

**ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ
РАДИОЛОКАЦИОННЫХ
СТАНЦИЙ ОБНАРУЖЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ БОРЬБА**



Вопрос 1

Система АПЧ

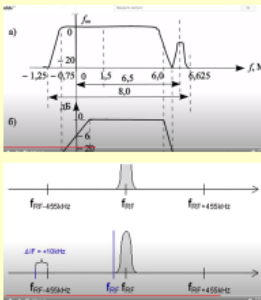
Автоматическая подстройка частоты

Частотная автоподстройка частоты – это автоматическая подстройка частоты, в которой сигнал ошибки вырабатывается в результате сравнения частоты автогенератора и эталонной.

Автоматическая подстройка частоты

Автоматическая подстройка частоты (АПЧ) — устройство или метод автоматического изменения и удержания необходимой частоты электрических колебаний генератора.

Автоматическая подстройка поддерживает величину $f_{пр}$ неизменной при изменении гетеродина (f_r) под влиянием температуры, нагрузки и т.п.)



Видео: Автоматическая подстройка



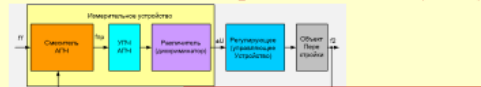
Структурная схема АПЧ

Работа Автоматической подстройки частоты(АПЧ)

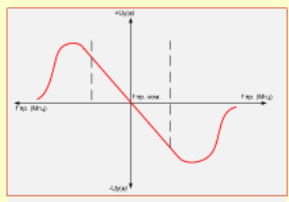


1) Постоянное значение промежуточной частоты поддерживается путем подстройки частоты передатчика $f_{пер}$ или гетеродина $f_{гет}$. Для измерения отклонения $f_{пр}$ от заданного значения используется частотный дискриминатор (ЧД). Напряжение гетеродина и передатчика $f_{пер}$ и $f_{гет}$ подается на частотный дискриминатор (ЧД).

Работа Автоматической подстройки частоты(АПЧ)



2) Напряжение $f_{пр}$ поступает на частотный дискриминатор (ЧД) и подается на частотный дискриминатор (ЧД).



АПЧ Частотного дискриминатора

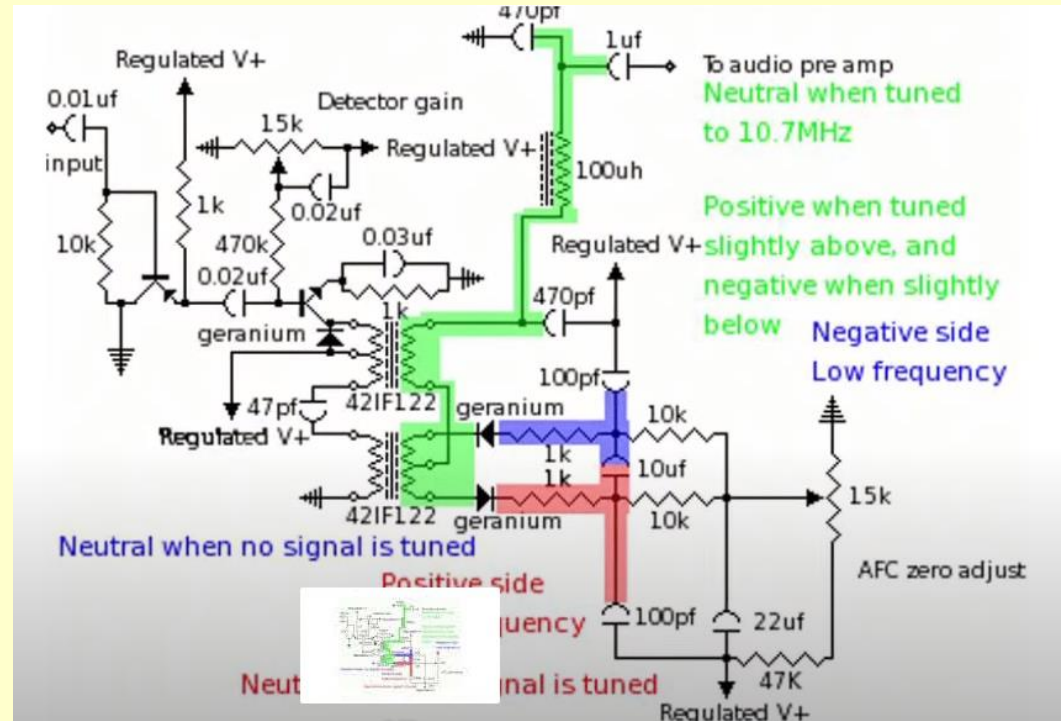
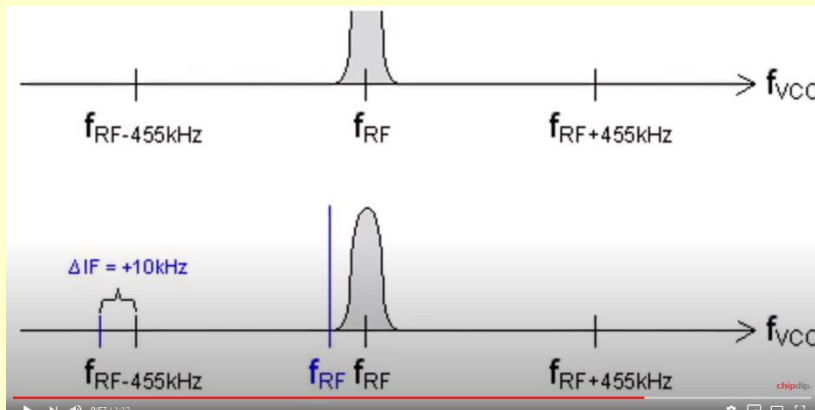
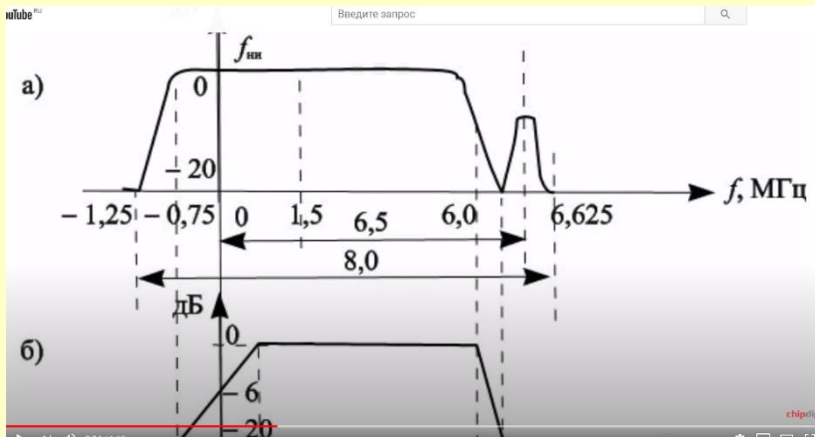
Работа Автоматической подстройки частоты(АПЧ)



3) Регулирующее устройство (РУ) усиливает и преобразует напряжение рассогласования в управляющее напряжение, величина и форма которого удобны для воздействия на элемент подстройки. Под воздействием регулирующего (управляющего) напряжения частота передатчика $f_{пер}$ изменяется. Регулирующее устройство (РУ) во многом определяет тип и поведение всей системы АПЧ. По типу регулирующего устройства схемы АПЧ делятся на: - электронные, электромеханические и термические.

Автоматическая подстройка частоты

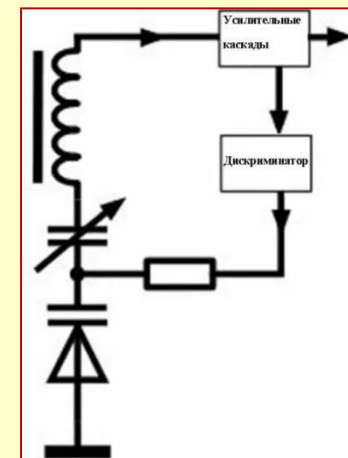
Частотная автоподстройка частоты – это автоматическая подстройка частоты, в которой сигнал ошибки вырабатывается в результате сравнения частот колебаний стабилизируемого автогенератора и эталонного сигнала.



Автоматическая подстройка частоты

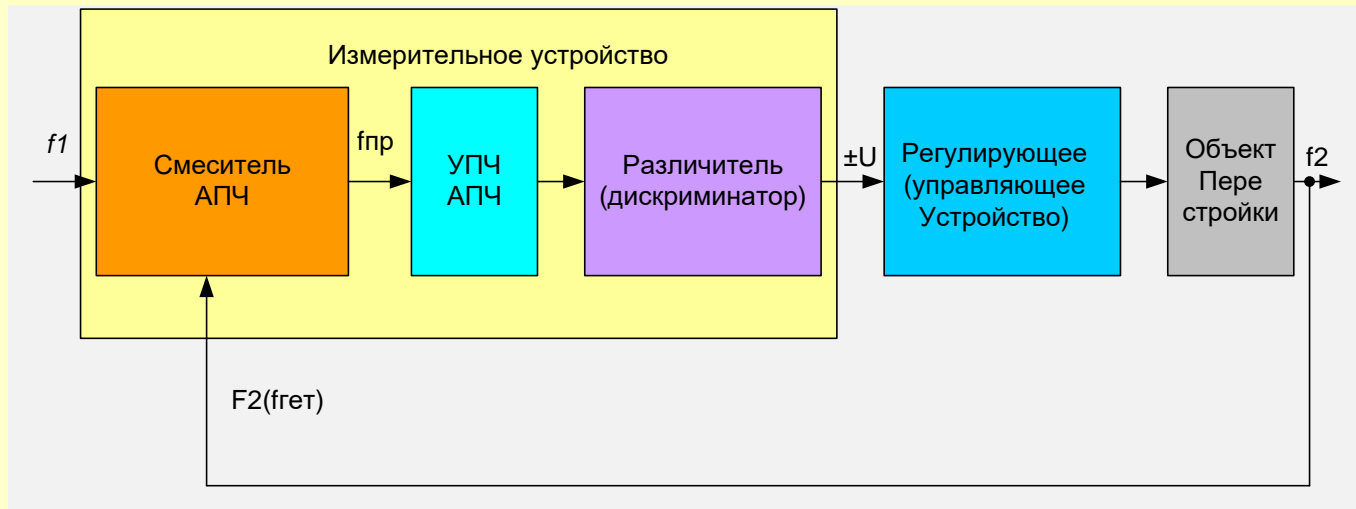
Автоматическая подстройка частоты (АПЧ) — устройство или метод автоматического изменения и удержания необходимой частоты электрических колебаний генератора.

АПЧ РЛС - служит для поддержания величины *промежуточной частоты* ($f_{пч}$) приемника постоянной при изменении частоты передатчика ($f_{пер}$) или гетеродина (f_r) под влиянием случайных факторов (*изменение температуры, нагрузки и т.п.*) или при перестройке несущей частоты РЛС.



Принципиальная схема АПЧ

Работа Автоматической подстройки частоты (АПЧ)



1) Постоянное значение промежуточной частоты **f_{пч}** можно поддерживать путем подстройки частоты:

- передатчика **f_{пер}**. или гетеродина **f_{гет}**.

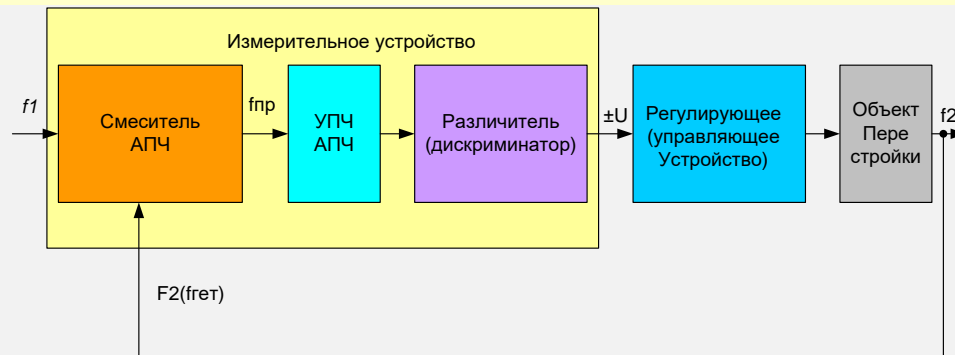
Для измерения отклонения **f_{пр}**. от заданного значения схема АПЧ имеет в своем составе **измерительное устройство**, включающее:

- смеситель, усилитель промежуточной частоты (УПЧ) и частотный дискриминатор (ЧД).

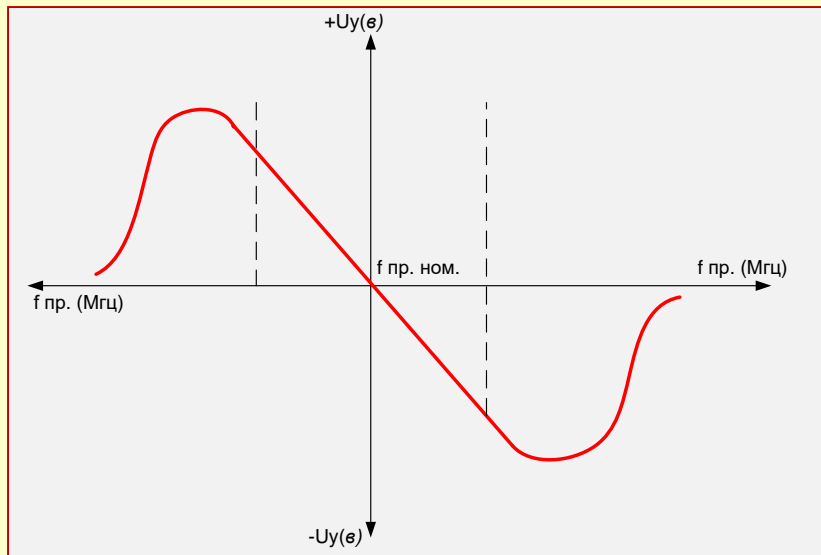
Напряжение гетеродина и передатчика подаются на смеситель, который вырабатывает напряжение **f_{пч}** равное разности частот **f_{пер}** и **f_{гет}**.

$$(f_{пч} = f_{пер} - f_{гет})$$

Работа Автоматической подстройки частоты(АПЧ)



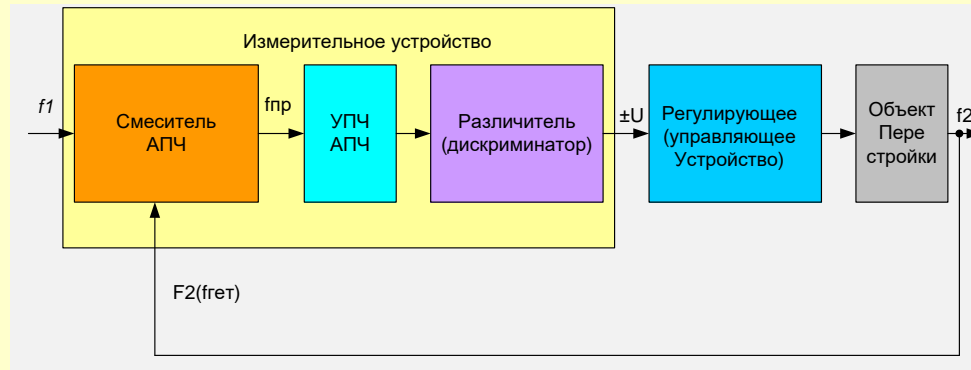
2) Напряжение **fпр** поступает на УПЧ системы и после усиления подается на частотный дискриминатор (**ЧД**).



АЧХ Частотного дискриминатора

Если разность частот гетеродина и передатчика не равна промежуточной частоте, то на выходе **ЧД** вырабатывается напряжение постоянного тока **$\pm U_{\text{расс}}$** , величина и полярность которого зависит от величины и направления ухода частоты **$\pm f_{\text{пр}}$** .

Работа Автоматической подстройки частоты(АПЧ)



3) Регулирующее устройство (**РУ**) усиливает и преобразует напряжение рассогласования в управляющее напряжение, величина и форма которого удобны для воздействия на элемент подстройки.

Под воздействием регулирующего (управляющего) напряжения ΔU частота передатчика **f_{пер}** изменяется.

Регулирующее устройство (**РУ**) во многом определяет тип и поведение всей системы АПЧ.

По типу регулирующего устройства схемы АПЧ делятся на:

- **электронные, электромеханические и термические.**



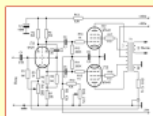
Вопрос 2

Усилители мощности

Усилители мощности

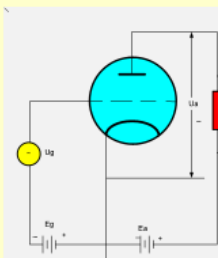
Усилители мощности – служат для усиления сигнала по мощности (току), что обеспечивает нормальную работу исполнительных элементов.

Усилители мощности обеспечивают высокое качество оконечного каскада устройства, который устраняет *рассогласования* до выходных отработывающим устройством.



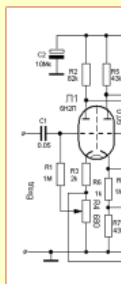
Электронные усилители мощности

Электронные усилители мощности (ЭУМ) представляют собой усилитель с нелинейным элементом (транзистор, лампа), который осуществляет усиление сигнала.



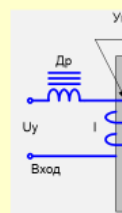
Электронные усилители мощности

ЭУМ - применяются в выходных каскадах следящих систем РЛС 1РЛ33, 1РЛ35
ЭУМ - построены на мощных лампах. Нагрузкой таких усилителей являются исполнительные устройства.



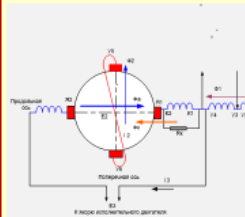
Магнитные усилители

Магнитные усилители (МУ) по сравнению с ламповыми обладают большей механической прочностью и применяются в следящих системах. Простейший магнитный усилитель имеет сердечник, на котором размещены две обмотки: управляющая и нагрузочная. К управляющей обмотке подключается источник напряжения Uy. Нагрузочная обмотка подключается к исполнительному устройству. Такой магнитный усилитель усиливает ток.



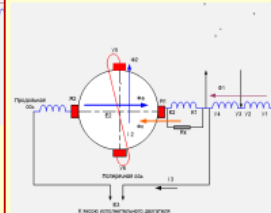
Электромашинные усилители

ЭМУ - для усиления управляющего напряжения до мощности, необходимой для вращения якоря исполнительного двигателя следящих систем.



Электромашинные усилители

Генератор постоянного тока (ЭМУ) состоит из:
- якоря, коллектора, статора.



На **якоре** имеется обмотка, которая закладывается в пазы. Концы секций обмотки якоря впаяны в пазы пластин коллектора. Коллектор имеет два комплекта щеток (продольные Я1-Я2 и поперечные У5-У6). Поперечные щетки короткозамкнуты.



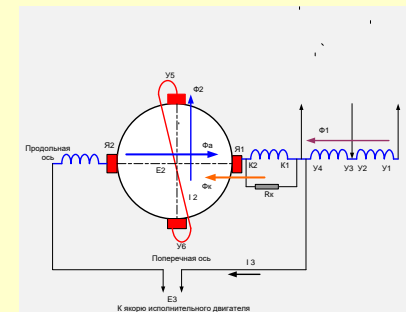
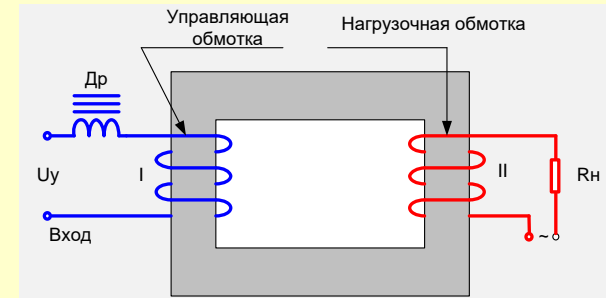
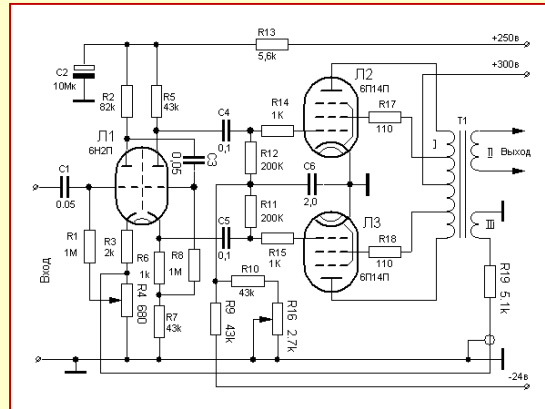
Усилители мощности

Усилители мощности – служат для усиления сигнала по мощности (току), что обеспечивает нормальную работу исполнительных элементов.

Усилители мощности - применяются в следящих системах в качестве оконечного каскада усилительно-преобразующего устройства, который усиливает маломощный *сигнал рассогласования* до величины необходимой для управления отработывающим устройством (эл. двигателем и т. п.).

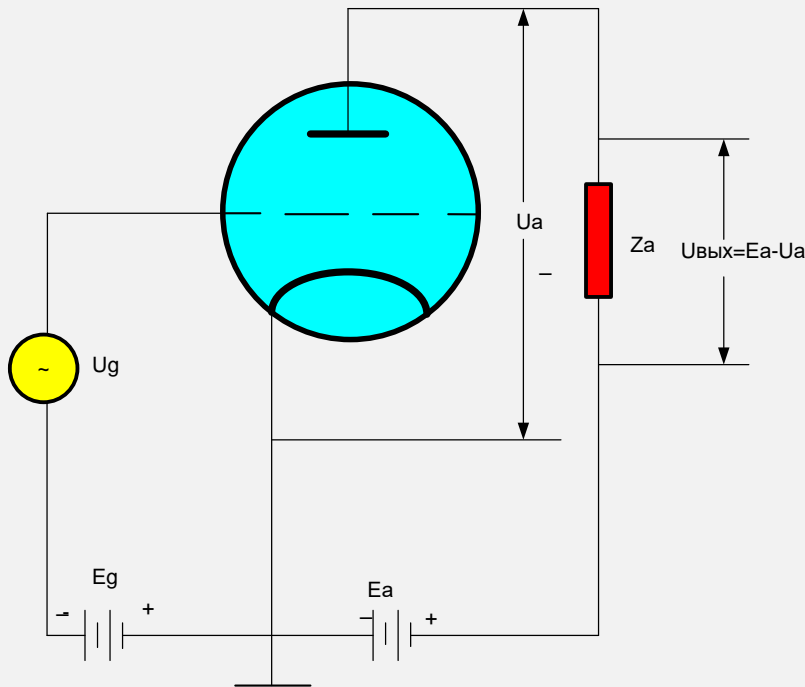
Виды усилителей мощности:

- электронные;
- магнитные;
- электромашинные.



Электронные усилители мощности

Электронные усилители мощности (ЭУМ) представляют собой усилитель с нелинейным элементом (транзистор, лампа) который осуществляет усиление входного сигнала по току.



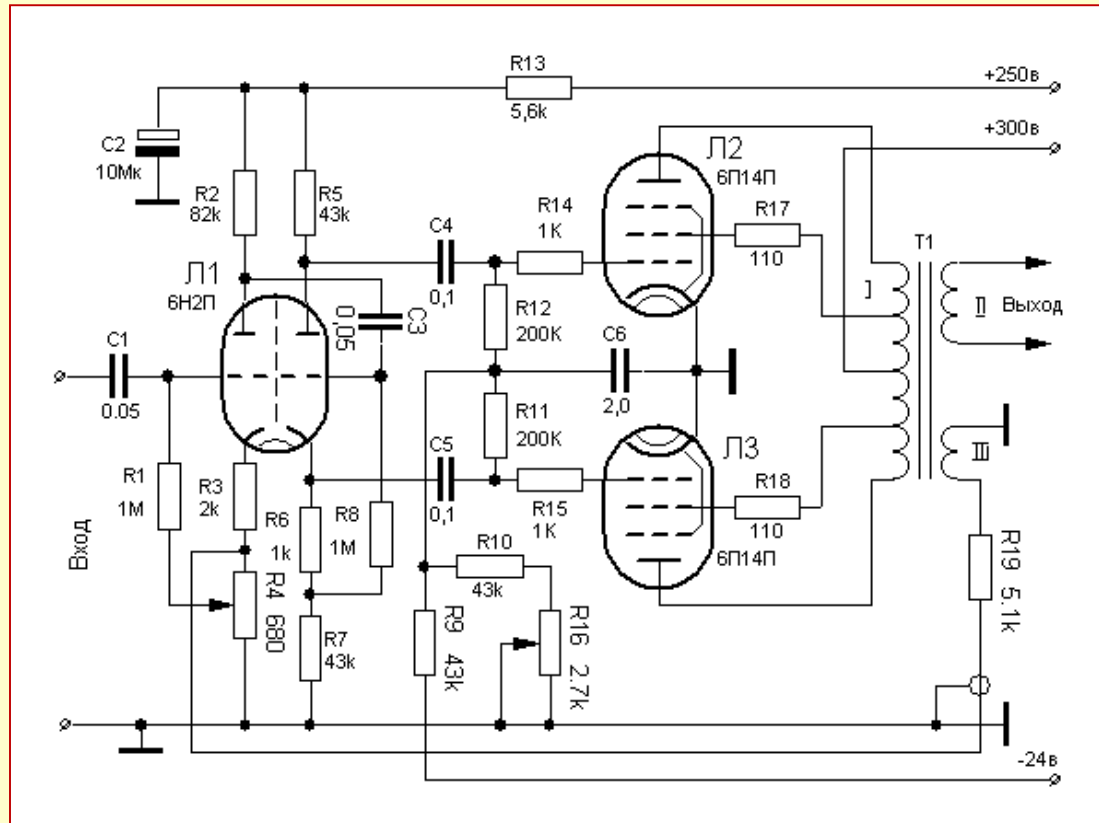
ЭУМ можно рассматривать как генератор переменного тока низкой частоты с посторонним возбуждением.

Мощность, потребляемая нагрузкой от генератора зависит от **сопротивления нагрузки Z_a** .

Электронные усилители мощности

ЭУМ - применяются в выходных каскадах следящих систем РЛС 1РЛ33, 1РЛ35

ЭУМ - построены на мощных электронных лампах (пентодах).
Нагрузкой таких усилителей является сопротивление исполнительных устройств.



Магнитные усилители

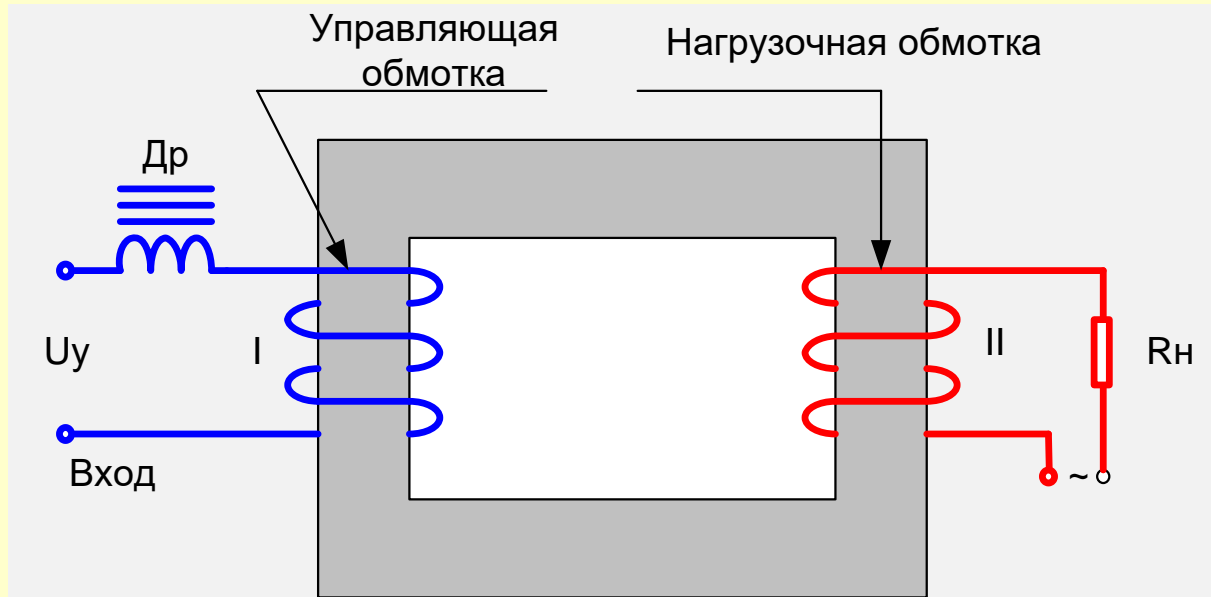
Магнитные усилители (МУ) по сравнению с ламповыми обладают большей механической прочностью и имеют больший срок службы.

МУ применяются в следящих системах для усиления сигнала рассогласования как по напряжению так и по мощности (в СУА 1РЛ35).

Простейший **магнитный усилитель** состоит из замкнутого стального сердечника, на котором размещены 2 обмотки: управляющая-I, нагрузочная-II.

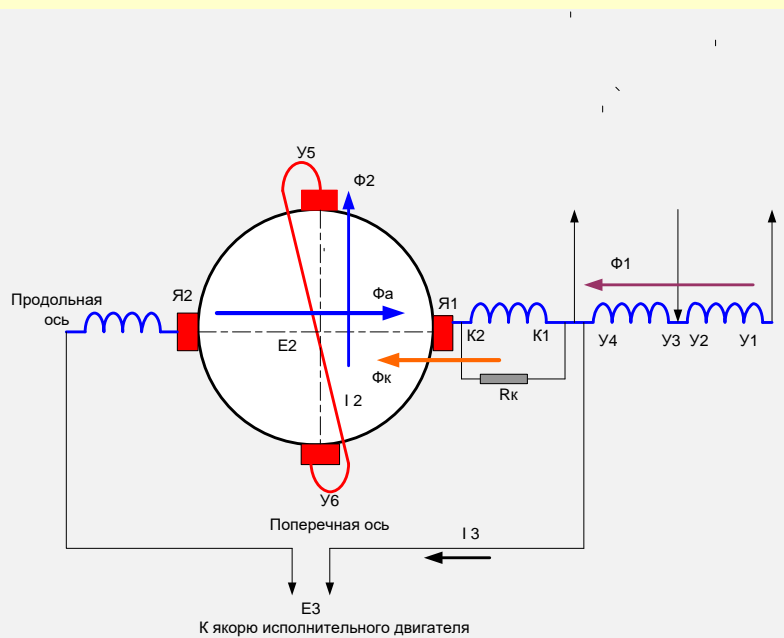
К управляющей обмотке прикладывается управляющее напряжение U_y , которое необходимо усилить. Сопротивление нагрузки R_n последовательно с нагрузочной обмоткой подключено к источнику переменного тока.

Такой магнитный усилитель называется дроссельным.



Электромашины усилители

ЭМУ - для усиления управляющего напряжения до мощности, необходимой для вращения якоря исполнительного двигателя следящих систем.



Конструктивно **ЭМУ** представляет собой однокорпусный агрегат, состоящий из *генератора* постоянного тока, который и является электромашиным усилителем (ЭМУ), и приводного асинхронного электродвигателя трехфазного переменного тока.

Якорь генератора вращается совместно с якорем приводного двигателя.

Вопрос 3

Электрические двигатели и гидравлические машины

Электродвигатели

Электродвигатели

Виды Электродвигателей

Устройство электродвигателя

Устройство электродвигателя

Принцип обратимости

Устройство асинхронного электродвигателя

Устройство асинхронного электродвигателя

Гидравлический привод

Гидравлический привод

Преимущества:

- возможность универсального преобразования механической характеристики приводного двигателя в соответствии с требованиями нагрузки, простота управления и автоматизации, простота предохранения приводного двигателя и исполнительных органов машин от перегрузок;
- надежность эксплуатации;
- широкий диапазон бесступенчатого регулирования скорости выходного звена, большая передаваемая мощность на единицу массы привода, надёжная смазка трущихся поверхностей при применении минеральных масел в качестве рабочих жидкостей.

Недостатки:

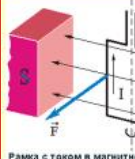
- утечки рабочей жидкости через уплотнения и зазоры, особенно при высоких значениях давления;
- нагрев рабочей жидкости, что в ряде случаев требует применения специальных охлаждающих устройств и средств тепловой защиты;
- более низкий КПД (по приведённым выше причинам), чем у сопоставимых механических передач;
- необходимость обеспечения в процессе эксплуатации чистоты рабочей жидкости и защиты от проникновения в неё воздуха;
- пожароопасность в случае применения горючей рабочей жидкости;
- зависимость вязкости рабочей жидкости, а значит и рабочих параметров гидропривода, от температуры окружающей среды.



Электродвигатель

Различают два типа

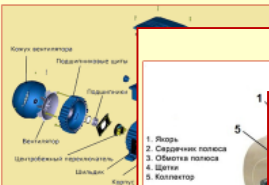
Разница между ними



Рама с током в магнитном поле

Источником питания электродвигателя с разрывом цепи является источник переменного тока. В нем расположен по закону Ампера магнитный полюс. Таким образом, электродвигатель превращается в генератор. К вращающемуся ротору относятся выполняющие функции

Виды электродвигателей
Сегодня существуют следующие виды электродвигателей:
1. Переменный ток
2. Постоянный ток
По принципу действия:
1. Синхронный электродвигатель
2. Асинхронный электродвигатель
Синхронный электродвигатель вращается с той же скоростью, что и магнитное поле.
Принцип действия:
В корпусе электродвигателя имеются специальные полюсы, которые создают магнитное поле в торце статора.



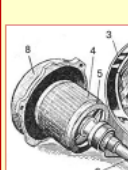
- 1. **Неподвижная часть (Статор)** - полюсов и коллекторных пластин.
- 2. **Вращающаяся часть (Ротор)** - цилиндрический корпус, обмотка, коллектор.

Обмотка якоря состоит из витков. Концы витков соединены с коллектором, который называется **коллектором**. На коллекторе собраны обмотки якоря, которые называются **полосами**. Такие полосы называются **полосами возбуждения**. Для перехода тока от коллектора к обмоткам якоря используются **щетки**. Щетки, сделанные из графитовых материалов, скользят по коллектору. Такой переход тока происходит даже при изменении режима работы двигателя.



Эмилій Христіанович Ленц (12 февраля 1804 - 29 января 1865) - русский физик, математик, механик, астроном, философ, педагог. Известен по закону Ленца.

Асинхронный электродвигатель распространён в промышленности. На статоре 1 - обмотка. Начала трех фаз соединены в звезду. Собранный сердечник статора вращающегося ротора. В пазы ротора заложены медные кольца.



Фазный электродвигатель (звездой) (ротор) Концы фаз соединены в звезду. Концы фаз укреплены в стальном корпусе. Также называемый **щеткодержателем**. Три кольца (щетки) прокладываются по коллектору. Щетки, сделанные из графитовых материалов, скользят по коллектору. Такой переход тока происходит даже при изменении режима работы двигателя.

Гидравлический привод устройств, работающих в механических приводах.

Основными преимуществами гидропривода являются:

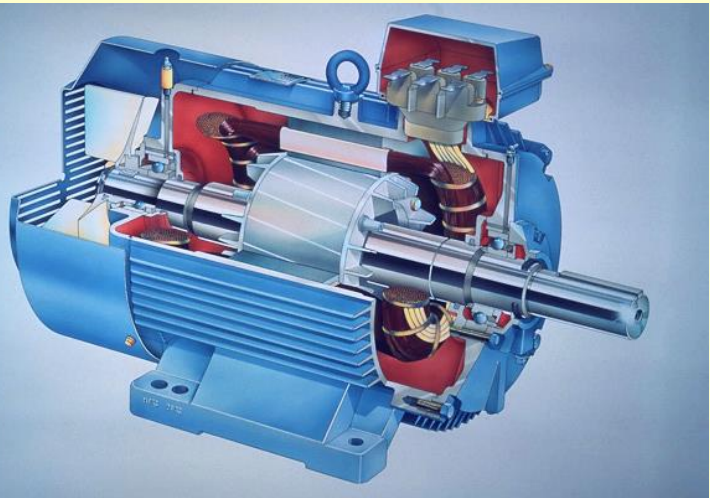


Гидропривод механической энергии по требованиям его параметров.

Приводными элементами являются электродвигатели соответствующей мощности.



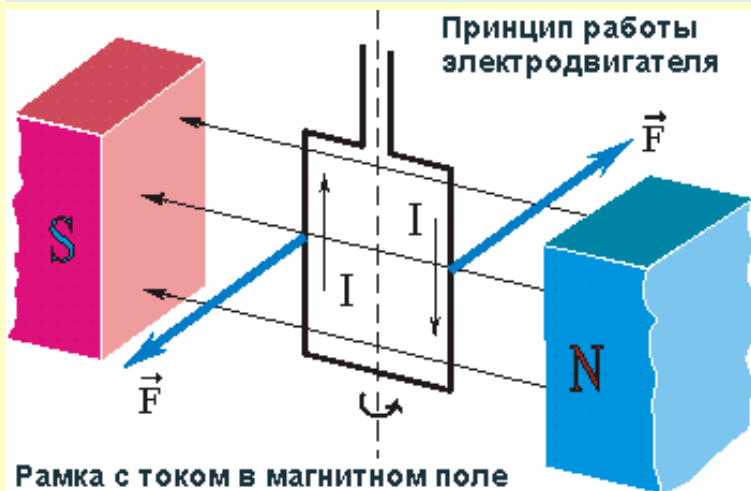
Электродвигатели



Электрические двигатели давно и прочно заняли лидирующие позиции среди силовых агрегатов различного типа оборудования. Их можно найти в автомобиле и в пылесосе, в сложнейших станках и в обычных детских игрушках. Они есть практически везде, хотя и отличаются между собой типом, строением и рабочими характеристиками.

Электродвигатели – это силовые агрегаты, способные превращать электрическую энергию в механическую.

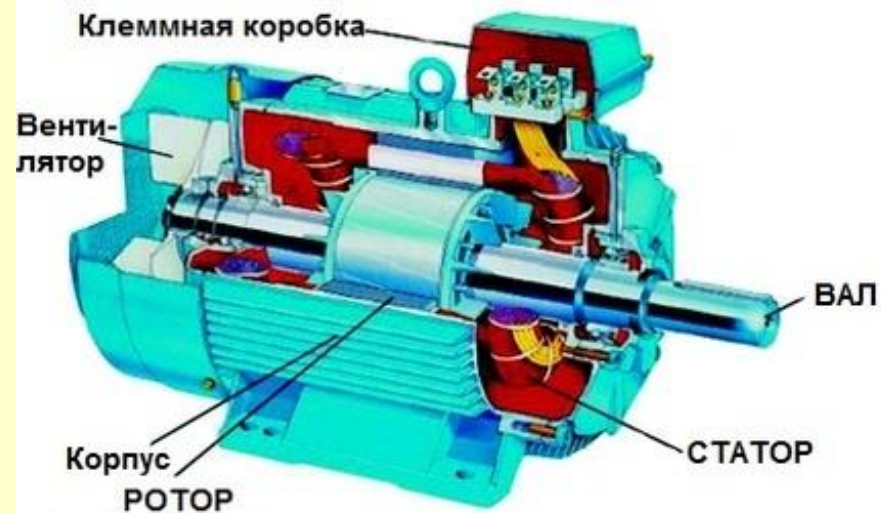
Различают два их основных вида: двигатели *переменного* и *постоянного* тока. Разница между ними, как понятно из названия, заключается в типе питающего тока.



Основная движущая сила любого электрического двигателя – *электромагнитная индукция*.

Электромагнитная индукция – это появление силы тока в проводнике, помещенном в переменное магнитное поле.

Электродвигатели



Источником переменного магнитного поля является неподвижный корпус двигателя с размещенными на нем обмотками – *статор*, подключенный к источнику переменного тока.

В нем расположен подвижный элемент – *ротор*, в котором и возникает ток. По закону Ампера на заряженный проводник, помещенный в магнитное поле, начинает действовать электродвижущая сила – ЭДС, которая вращает вал ротора.

Таким образом, электрическая энергия, которая подается на статор, превращается в механическую энергию ротора.

К вращающемуся валу можно подключать различные механизмы, выполняющие полезную работу.

Виды Электродвигателей

Виды электродвигателей

Сегодня существуют довольно много электродвигателей разных конструкций и типов. Их можно разделить **по типу электропитания**:

1. **Переменного тока**, работающие напрямую от электросети.
2. **Постоянного тока**, которые работают от батареек, АКБ, блоков питания или других источников постоянного тока.

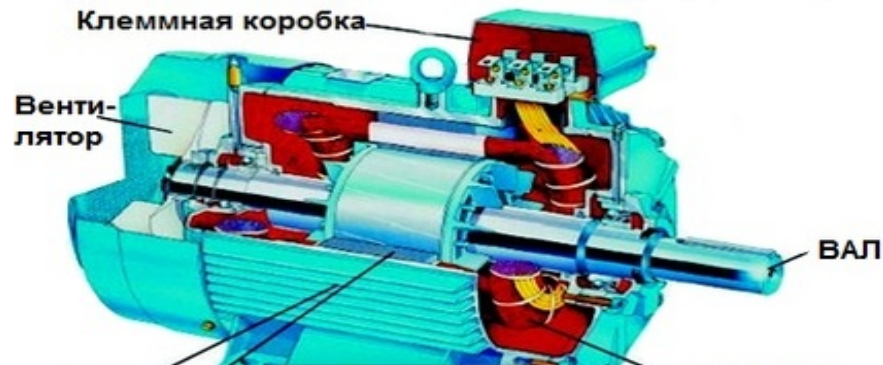
По принципу работы:

1. **Синхронные**, в которых есть обмотки на роторе и щеточный механизм для подачи на них электрического тока.
2. **Асинхронные**, самый простой и распространенный вид мотора. В них нет щеток и обмоток на роторе.

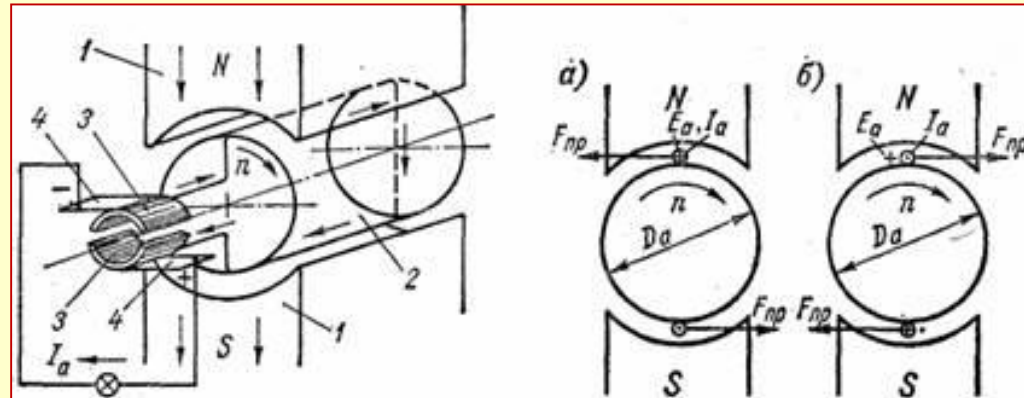
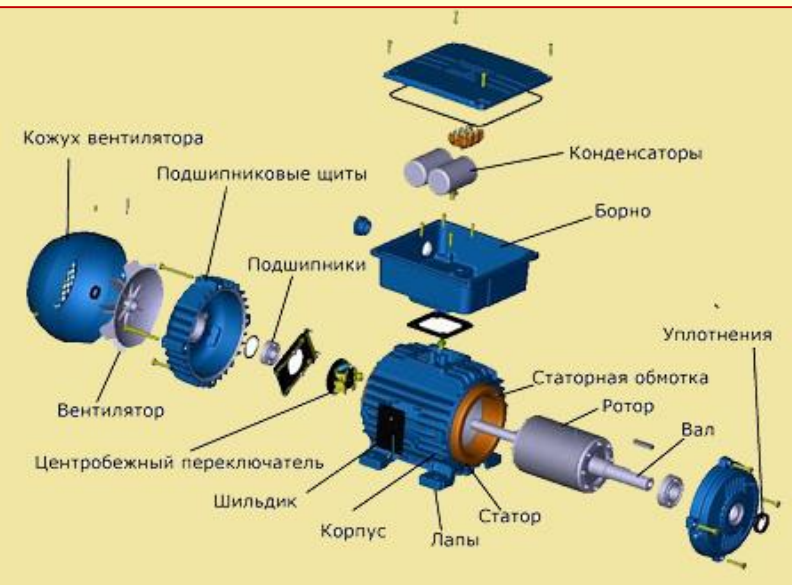
Синхронный мотор вращается синхронно с магнитным полем, которое его вращает, а у асинхронного ротор вращается медленнее вращающегося магнитного поля в статоре .

Принцип работы и устройство асинхронного электродвигателя

В корпусе асинхронного двигателя укладываются обмотки статора (для 380 Вольт их будет 3), которые создают вращающееся магнитное поле. Концы их для подключения выводятся на специальную клеммную колодку. Охлаждаются обмотки, благодаря вентилятору, установленному на вале в торце электродвигателя.



Устройство электродвигателя



1. Неподвижная часть двигателя (**индуктор**) состоит из:

- полюсов и круглого стального ярма, к которому прикрепляются ПОЛЮСЫ.

Индуктор создает в электродвигателе магнитный поток.

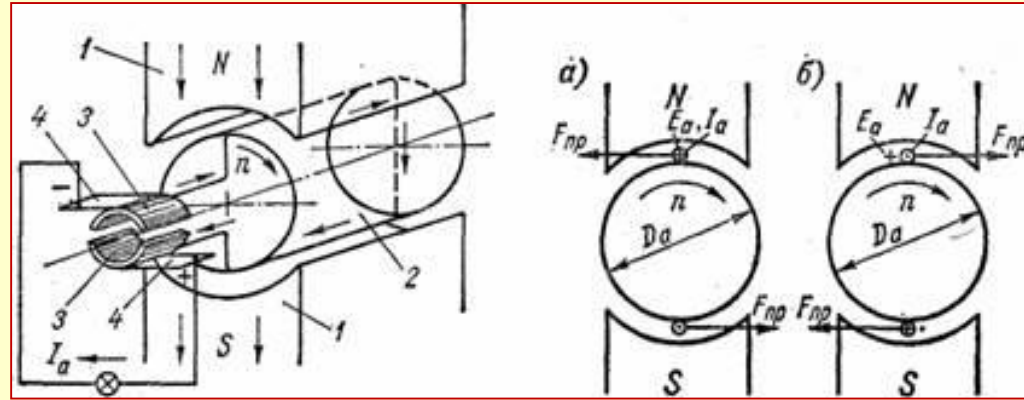
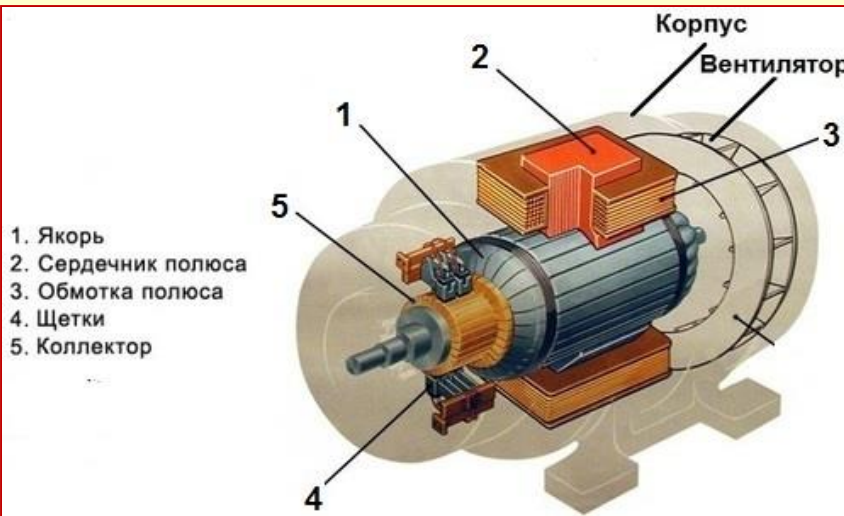
Индуктор простейшего электродвигателя имеет два полюса 1.

2. Вращающаяся часть электродвигателя состоит из укрепленных на валу:

- цилиндрического якоря 2 и коллектора 3.

Состав **якоря**: - сердечник, набранный из листов электротехнической стали,
- обмотка, укрепленная на сердечнике якоря.

Устройство электродвигателя



Обмотка **якоря** в показанном простейшем электродвигателе имеет один виток. Концы витка соединены с изолированными от вала медными пластинами коллектора, число которых в рассматриваемом случае равно двум.

На **коллектор** налегают две неподвижные **щетки** 4, с помощью которых обмотка якоря соединяется с внешней цепью. Основной магнитный поток в нормальных электродвигателях постоянного тока создается **обмоткой возбуждения**, которая расположена на сердечниках полюсов и питается постоянным током.

Магнитный поток проходит от северного полюса N через якорь к южному полюсу S и от него через ярмо снова к северному полюсу.

Сердечники полюсов и ярмо также изготавливаются из ферромагнитных материалов.

Принцип обратимости



Эмилий Христианович Ленц (12 февраля 1804 - 29 января 1865) - российский физик немецкого происхождения.

Э. Х. Ленц является одним из основоположников электротехники. С его именем связано открытие закона, определяющего тепловые действия тока, и закона, определяющего направление индукционного тока, профессор и ректор Императорского Санкт-Петербургского университета (1863—1865), академик.

Электродвигатель постоянного тока может работать как в режиме **генератора**, так и в режиме **двигателя**.

Такое свойство присуще всем типам вращающихся электрических машин и называется **обратимостью**.

Для перехода машины постоянного тока из режима генератора в режим двигателя и обратно, при неизменной полярности полюсов и щеток и при неизменном направлении вращения требуется только изменение направления тока в обмотке якоря.

Такой переход может осуществляться весьма просто и в определенных условиях даже автоматически. Аналогичным образом может происходить изменение режима работы также в электродвигателях переменного тока.

Принцип обратимости

Режим генератора:

в генераторе коллектор является механическим выпрямителем, который преобразовывает переменный ток обмотки якоря в постоянный ток во внешней цепи.

Режим двигателя:

Рассматриваемая простейшая машина может работать также двигателем, если к обмотке ее якоря подвести постоянный ток от внешнего источника.

При этом на проводники обмотки якоря будут действовать электромагнитные силы и возникнет

*электромагнитный момент **Мэм**.*

*При достаточной величине **Мэм** якорь электродвигателя придет во вращение и будет развивать механическую мощность.*

*Момент **Мэм** при этом является движущим и действует в направлении вращения.*

Устройство асинхронного электродвигателя

Асинхронный электродвигатель имеет две основные части
статор и ротор.

Статор - неподвижная часть ЭД (*с внутренней стороны статора имеются пазы для укладки трехфазной обмотки*).

Ротор - вращающаяся часть ЭД (*в пазах его также уложена обмотка*).

Статор и ротор собираются из отдельных штампованных листов электротехнической стали толщиной 0,35-0,5 мм. Отдельные листы стали изолируются один от другого слоем лака. Воздушный зазор между статором и ротором делается как можно меньше (0,3-0,35 мм в машинах малой мощности и 1-1,5 мм в машинах большой мощности).

В зависимости от конструкции ротора асинхронные двигатели бывают с короткозамкнутым и с фазным роторами.

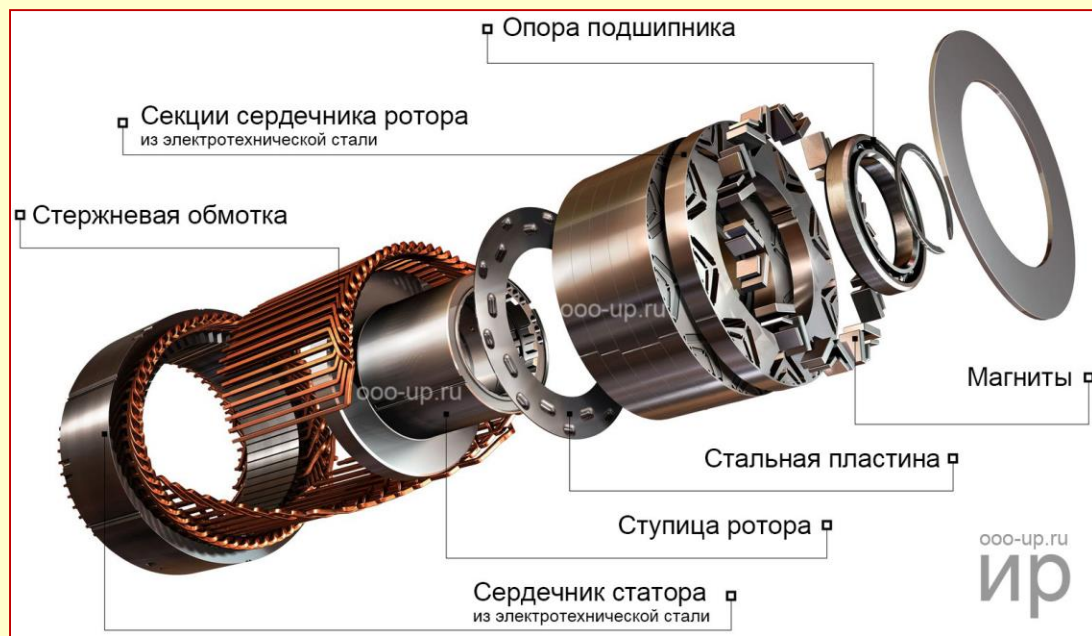
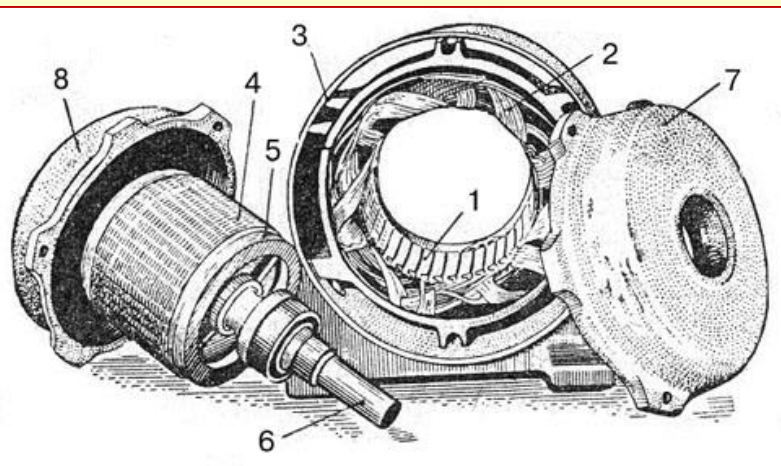
Наибольшее распространение получили двигатели с короткозамкнутым ротором, они просты по устройству и удобны в эксплуатации.

Устройство асинхронного электродвигателя

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором - является самым распространенным из электрических двигателей, применяемых в промышленности.

На статоре 1 – размещается трехфазная обмотка 2, питаемая трехфазным током. Начала трех фаз этой обмотки выводятся на общий щиток, укрепленный снаружи на корпусе двигателя.

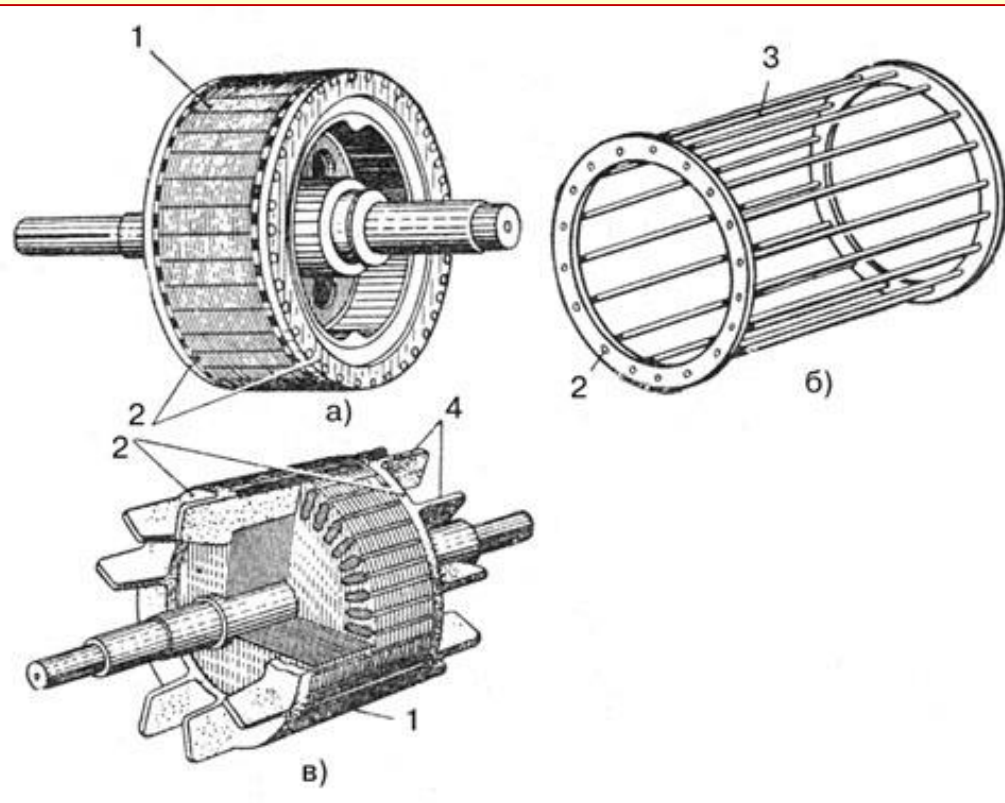
Собранный сердечник статора укрепляют в чугунном корпусе 3 двигателя. Вращающуюся часть – ротор 4 собирают также из отдельных листов стали. В пазы ротора закладывают медные стержни с двух сторон припаивают к медным кольцам 5.



Устройство асинхронного электродвигателя

Таким образом, все стержни оказываются замкнутыми с двух сторон накоротко (*обмотка такого ротора по внешнему виду напоминает «беличье колесо»*).

В настоящее время у всех двигателей мощностью до 100 кВт «беличье колесо» изготовлено из алюминия путем заливки его под давлением в пазы ротора.

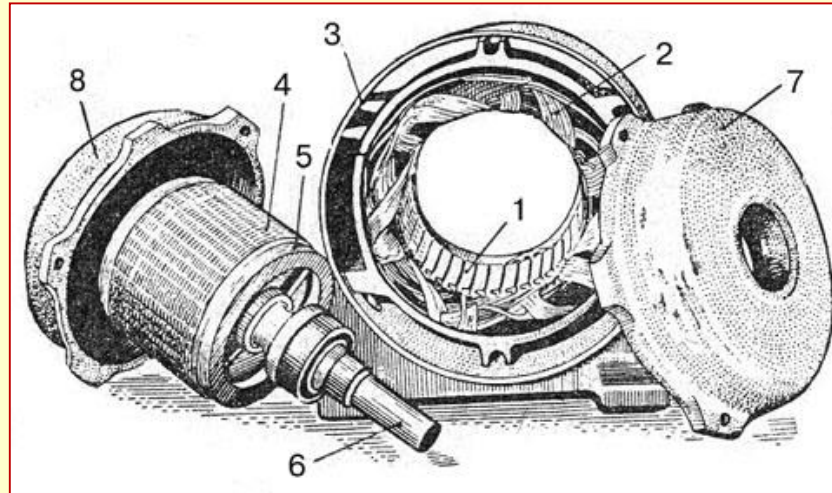


Короткозамкнутый ротор:

- а - ротор с короткозамкнутой обмоткой,
- б - "беличье колесо",
- в - короткозамкнутый ротор, залитый алюминием;
- 1 - сердечник ротора,
- 2 - замыкающие кольца,
- 3 - медные стержни,
- 4 - вентиляционные лопатки

Устройство асинхронного электродвигателя

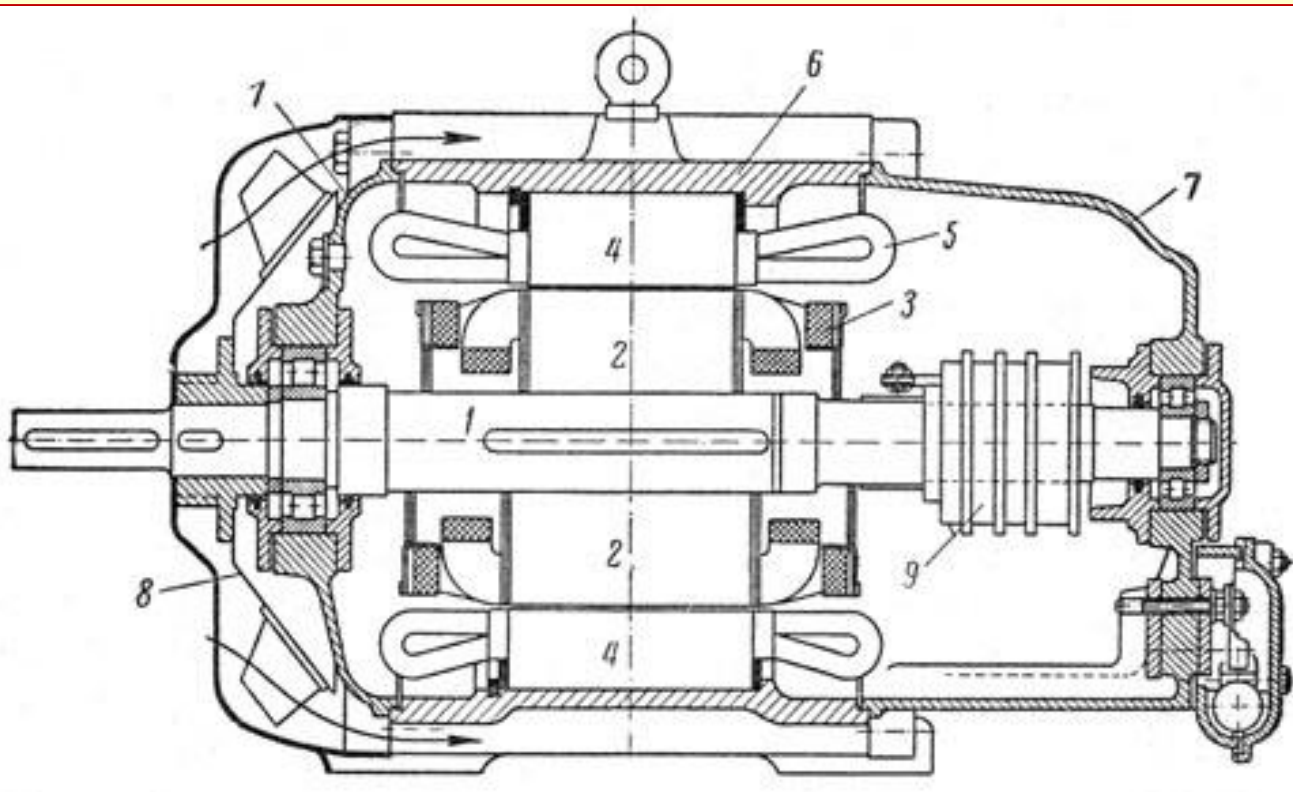
Вал 6 вращается в подшипниках, закрепленных в подшипниковых щитах 7 и 8. Щиты при помощи болтов крепятся к корпусу двигателя. На один конец вала ротора насаживается шкив для передачи вращения рабочим машинам.



Устройство асинхронного электродвигателя

Устройство статора асинхронного двигателя с *фазным ротором* и его обмотка не отличаются от устройства статора двигателя с короткозамкнутым ротором.

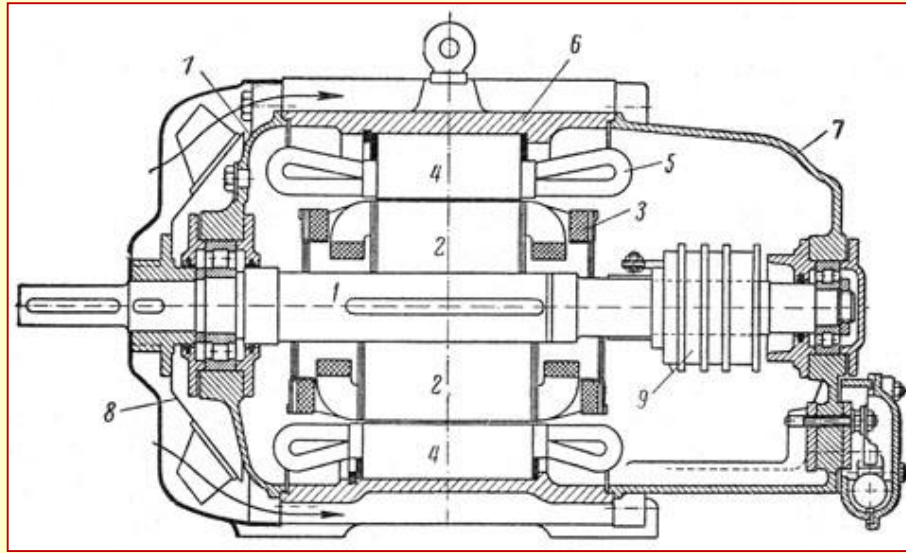
Различие между этими двигателями заключается в устройстве *ротора*:



- 1 - вал двигателя,
- 2 - ротор,
- 3 - обмотка ротора,
- 4 - статор,
- 5 - обмотка статора,
- 6 - корпус,
- 7 - подшипниковые крышки,
- 8 - вентилятор,
- 9 - контактные кольца.

Фазный ротор имеет три фазные *обмотки*, соединенные между собой *звездой* (реже *треугольником*).

Устройство асинхронного электродвигателя



Концы обмоток **фазного ротора** присоединяют к трем медным кольцам, укрепленным на валу ротора и изолированным как между собой, так и от стального сердечника ротора, вследствие чего этот двигатель получил также название **двигателя с контактными кольцами**.

Три кольца жестко насажены на вал ротора (через изоляционные прокладки). На кольца накладываются щетки, которые размещены в щеткодержателях, укрепленных на одной из подшипниковых крышек.

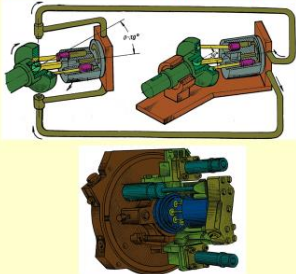
Щетки, скользящие по поверхности колец ротора, все время имеют с ними хороший электрический контакт и соединены, таким образом, с обмотками ротора. **Щетки** соединены с трехфазным реостатом. ❌ 31

Гидравлический привод

Гидравлический привод (гидропривод) — совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение машин и механизмов посредством гидравлической энергии.

Основными (обязательными) элементами **гидропривода** являются **насос и гидродвигатель.**

Устройство насоса №1,5 с механизмом управления и гидромотора №2,5.



Гидропривод -представляет собой «гидравлическую вставку» между приводным двигателем и нагрузкой (машиной или механизмом) и выполняет те же функции, что и механическая передача (*редуктор, ремённая передача, кривошипно-шатунный механизм и т. д.*)

Гидропривод (как и механическая передача) служит - для преобразования механической характеристики приводного двигателя в соответствии с требованиями нагрузки (*преобразование вида движения выходного звена двигателя, его параметров, а также регулирование, защита от перегрузок и др.*)

Приводным двигателем насоса могут быть:

- электродвигатель, дизель и другие, поэтому иногда гидропривод называется соответственно **электронасосный, дизельнасосный** и т. д.

Виды гидроприводов

1. По характеру движения выходного звена гидродвигателя:

- *гидропривод вращательного движения;*
- *гидропривод поступательного движения;*
- *гидропривод поворотного движения.*

2. По возможности регулирования:

- *саморегулируемый гидропривод;*
- *регулируемый гидропривод;*
- *нерегулируемый гидропривод.*

3. По схеме циркуляции рабочей жидкости:

- *гидропривод с замкнутой схемой циркуляции;*
- *гидропривод с разомкнутой системой циркуляции.*

4. По источнику подачи рабочей жидкости:

- *насосный гидропривод;*
- *магистральный гидропривод;*
- *аккумуляторный гидропривод.*

5. По типу приводящего двигателя.

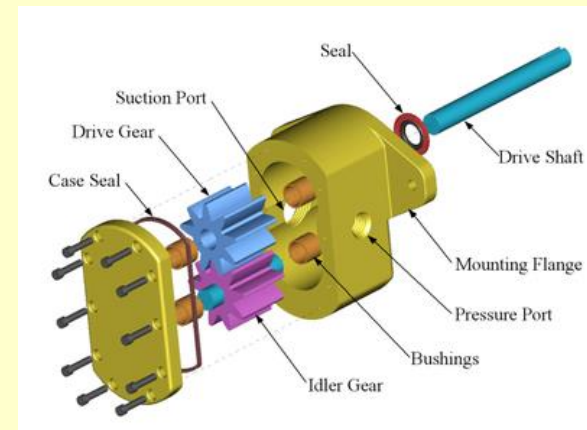
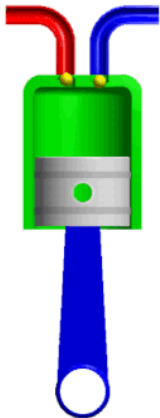
Объёмный гидропривод

Объёмный гидропривод – это совокупность объёмных гидромашин, гидроаппаратуры и других устройств, предназначенная для передачи механической энергии и преобразования движения посредством рабочей жидкости.

Объёмной называется гидромашина, рабочий процесс которой основан на попеременном заполнении рабочей камеры жидкостью и вытеснении её из рабочей камеры.

К объёмным машинам относятся:

- поршневые насосы, аксиально-поршневые, радиально-поршневые, шестерённые гидромашины и др.



Гидродинамический гидропривод

Одна из особенностей, отличающая объёмный гидропривод от гидродинамического, — большие давления в гидросистемах.

Так, номинальные давления в гидросистемах экскаваторов могут достигать 32 МПа, а в некоторых случаях рабочее давление может быть более 300 МПа.

Объёмный гидропривод применяется в горных и строительно-дорожных машинах, в станкостроении и др.

Гидропривод - обеспечивает бесступенчатое регулирование скоростей в широком диапазоне, получение больших сил и мощностей при малых размерах и весе передаточного механизма, возможность осуществления различных видов движения, возможность частых и быстрых переключений при возвратно-поступательных и вращательных прямых и реверсивных движениях, возможность равномерного распределения усилий при одновременной передаче на несколько приводов.

Гидравлический привод

Преимущества:

- возможность универсального преобразования механической характеристики приводного двигателя в соответствии с требованиями нагрузки, простота управления и автоматизации; простота предохранения приводного двигателя и исполнительных органов машин от перегрузок;
- надежность эксплуатации;
- широкий диапазон бесступенчатого регулирования скорости выходного звена, большая передаваемая мощность на единицу массы привода, надёжная смазка трущихся поверхностей при применении минеральных масел в качестве рабочих жидкостей.

Недостатки:

- утечки рабочей жидкости через уплотнения и зазоры, особенно при высоких значениях давления;
- нагрев рабочей жидкости, что в ряде случаев требует применения специальных охлаждающих устройств и средств тепловой защиты;
- более низкий КПД (по приведённым выше причинам), чем у сопоставимых механических передач;
- необходимость обеспечения в процессе эксплуатации чистоты рабочей жидкости и защиты от проникновения в неё воздуха;
- пожароопасность в случае применения горючей рабочей жидкости;
- зависимость вязкости рабочей жидкости, а значит и рабочих параметров гидропривода, от температуры окружающей среды.



Вопрос 4

Электромагнитные реле. Реле времени

Реле

Реле - электрический аппарат, предназначенный для коммутации электрических цепей

Реле широко применяются

- управление большими токами

- создание

- фиксирование

- выработка

Электромагнитные реле

Электромагнитное реле (англ. electromagnetic relay) - реле

которое реагирует на притяжения ферромагнитного сердечника при прохождении тока

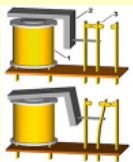


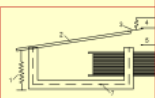
Рис. 1
Рис. 2
Рис. 3

Воспринимающий элемент - подвижная часть (якорь)
Исполнительный элемент - орган сравнения - пружины (возвратная сила)

Типы реле

1. **Электромагнитные реле** - в которых электрическими контактами управляет электромагнит с толкателем:

Реле с поворотным сердечником



3. **Соленоидные реле** (соленоиды), по



4. **Реле с вращающимся сердечником** (шаговые электродвигатели) - исключительно сильными

Типы реле

Классификация реле

Реле классифицируются по различным признакам:

по виду входных физических величин

- электрические
- механические
- тепловые
- оптические
- магнитные
- акустические

ЭМР:

- переменного тока
- постоянного тока

Основные характеристики реле

1. **Величина срабатывания** - величина входной физической величины, при которой реле включается.
2. **Мощность срабатывания** - мощность, которую необходимо подвести к катушке реле для его срабатывания.
3. **Управляемая мощность** - мощность, которую реле коммутирует.
4. **Время срабатывания** - время от момента появления сигнала до момента срабатывания.

По времени срабатывания реле делят на:
- нормальные, $t_{ср}$
- быстродействующие
- замедленные реле
- реле времени.

Достоинства электромагнитных реле

- способность коммутации нагрузок мощностью до 4 кВт;
- устойчивость к импульсным помехам;
- высокая надежность;
- исключительная эластичность (катушкой) и контакты;
- малое падение напряжения;
- малое выделение тепла;
- экстремально низкое сопротивление полупроводниковым

Недостатки

- малая скорость срабатывания;
- ограниченная мощность;
- создание радиопомех;
- проблемы при коммутации на постоянном токе

Реле времени (РВ)

Реле времени (таймер) - устройство, релейный элемент которого срабатывает с некоторой временной задержкой (от нескольких миллисекунд до нескольких часов) после получения управляющего сигнала.



Принципиальная схема Реле времени

Задержку срабатывания **РВ** можно регулировать, например, влияя на скорость изменения физической величины, воздействующей на релейный элемент.

Реле времени, как и любое реле, можно классифицировать в зависимости от физической природы входного (управляющего) и выходного сигнала.

Наибольшее применение в технике нашли электрически управляемые **таймеры** для коммутации электрических сигналов.



Реле

Реле - электрический аппарат, предназначенный для коммутации электрических цепей.

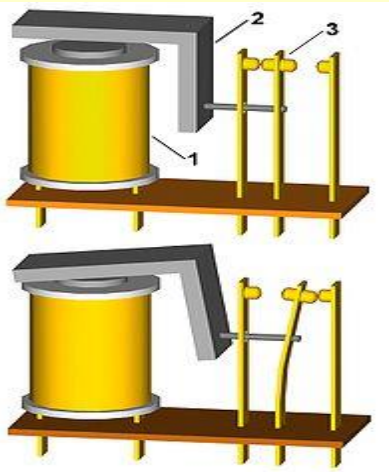
Реле широко применяются в схемах управления и автоматики:

- *управление большими мощностями на выходе при малых по мощности входных сигналах;*
 - *выполнение логические операции;*
- *создание многофункциональные релейные устройства;*
 - *коммутация электрических цепей;*
- *фиксирование отклонения контролируемого параметра от заданного уровня;*
- *выполнение функции запоминающего элемента и т. д.*



Электромагнитные реле

Электромагнитное реле (англ. electromagnetic relay) - реле, которое реагирует на величину электрического тока посредством притяжения ферромагнитного якоря или сердечника при прохождении тока через его обмотку.



Устройство ЭР (с поворотной подвижной системой):

Рис. сверху - нормальное (обесточенное) состояние реле,
Рис. снизу - включённое состояние реле.

- 1 - электромагнит (обмотка с ферромагнитным сердечником);
- 2 - подвижный якорь;
- 3 - контактная система (переключатель).

Функциональный состав реле:

Воспринимающий орган ЭР - обмотка и магнитная система с подвижной частью (якорем или сердечником).

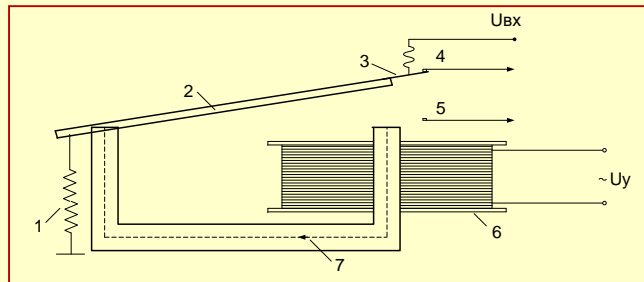
Исполнительный орган - контакты.

Орган сравнения - подвижная часть и дополнительные грузами и пружинами (возвратными и контактными).

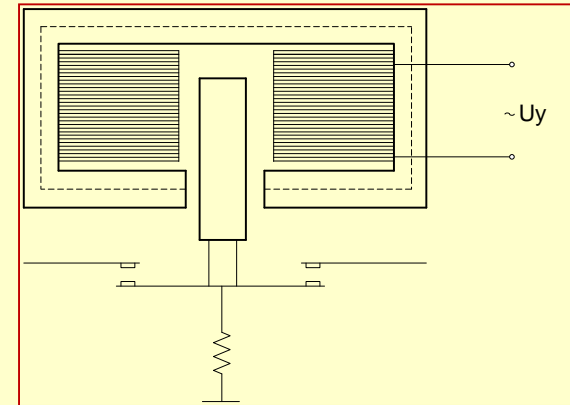
Типы реле

1. **Электромагнитные реле** - в которых электрическими контактами управляет электромагнит с толкателем:

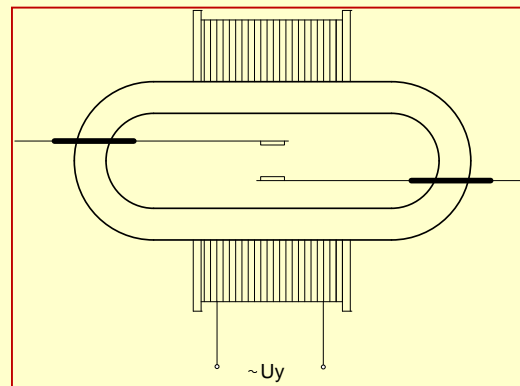
Реле с поворотным якорем



Реле с вытяжным якорем

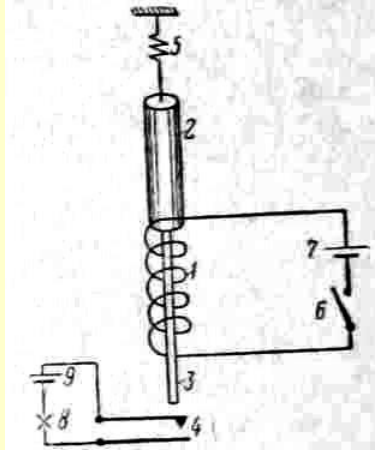


2. **Герконовые реле** - в которых магнитное поле катушки управляет контактами, выполненными из ферромагнитного сплава.



Типы реле

3. **Соленоидные реле** - реле, построенное на принципе втягивания железного стержня (якоря) внутрь катушки из медной проволоки (соленоида), по к-рой проходит ток.



СР состоит из:

- соленоида 1,
- железного якоря 2 со стержнем 3,
- контактных пружин 4,
- спиральной пружины 5.

4. **Реле с вращающимся ротором** (напоминающие по конструкции шаговые электродвигатели, используются там, где требуется работа при исключительно сильных вибрациях).

Классификация реле

Реле классифицируются по различным признакам:

по виду входных
физических величин

-электрические
-механические
-тепловые
-оптические
-магнитные
-акустические

по функциям, которые они
выполняют в системах
управления

Дифференциальные реле -
реагирующее не только на
значение конкретной
величины, но и на разность
значений.

Поляризованные реле -
реагирующее на изменение
знака величины или на
скорость изменения входной
величины.

по конструкции

ЭМР:

-переменного тока
-постоянного тока

нейтральные и поляризованные

Основные характеристики реле

1. **Величина срабатывания $X_{ср}$** – значение параметра входной величины, при которой реле включается.

2. **Мощность срабатывания $P_{ср}$** – минимальная мощность, которую необходимо подвести к воспринимающему органу для перевода его из состояния покоя в рабочее состояние.

3. **Управляемая мощность $P_{упр}$** – мощность, которой управляют коммутирующие органы реле в процессе переключения.

По мощности управления различают:

- реле цепей малой мощности (до 25 Вт),
- реле цепей средней мощности (до 100 Вт) и
- реле цепей повышенной мощности (свыше 100 Вт), которые относятся к силовым реле и называются **контакторами**.

4. **Время срабатывания $t_{ср}$** – промежуток времени от подачи на вход реле сигнала $X_{ср}$ до начала воздействия на управляемую цепь.

По времени срабатывания различают:

- нормальные, $t_{ср} = 50...150$ мс
- быстродействующие, $t_{ср} = 1$ с
- замедленные реле,
- реле времени.

Достоинства электромагнитных реле

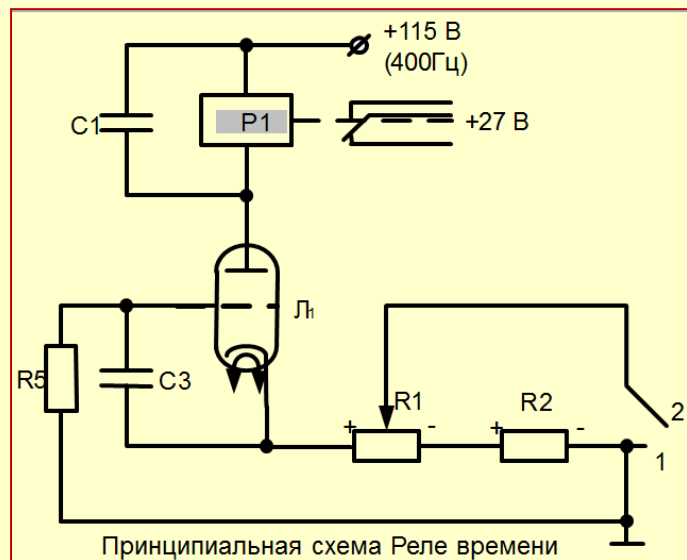
- способность коммутации нагрузок мощностью до 4 кВт ;
- устойчивость к импульсным перенапряжениям и разрушающим помехам, появляющимся при разрядах молний и в результате коммутационных процессов в высоковольтной электротехнике;
- исключительная электрическая изоляция между управляющей цепью (катушкой) и контактной группой;
- малое падение напряжения на замкнутых контактах, и, как следствие, малое выделение тепла;
- экстремально низкая цена электромагнитных реле по сравнению с полупроводниковыми ключами.

Недостатки электромагнитных реле

- малая скорость работы;
- ограниченный (хотя и очень большой) электрический и механический ресурс;
- создание радиопомех при замыкании и размыкании контактов;
- проблемы при коммутации индуктивных нагрузок и высоковольтных нагрузок на постоянном токе.

Реле времени (РВ)

Реле времени (таймер) – устройство, релейный элемент которого срабатывает с некоторой временной задержкой (от нескольких миллисекунд до нескольких часов) после получения управляющего сигнала.



Задержку срабатывания **РВ** можно регулировать, например, влияя на скорость изменения физической величины, воздействующей на релейный элемент.

Реле времени, как и любое реле, можно классифицировать в зависимости от физической природы входного (управляющего) и выходного сигнала.

Наибольшее применение в технике нашли электрически управляемые **таймеры** для коммутации электрических сигналов.



Вопрос 5

Соединительные муфты

Муфты

Муфты - служат для соединения валов с деталями, свободно вращающимися на них (зубчатыми колесами, шкивами и т.п.), с целью передачи

Муфты также применяются для включения и выключения непрерывно работающих передач больших скоростей; для передачи вращения для остановки в качестве

Муфты по управлению соединяемыми

1.
2.
3. М

1. Муфты постоянные

Муфты постоянные - осуществляющие постоянное соединение валов - глухие, компенсирующие, упругие.



глухие



упругие



компенсирующие

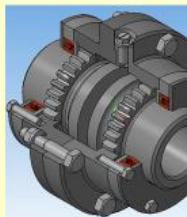
Глухие жестко соединяют валы и работают в условиях ударных толчков, для вращающихся валов при передаче угловых моментов.

Упругими компенсируют погрешности при монтаже валов.

2. Муфты управляемые

Муфты управляемые - это муфты обеспечивающие режим «включено-выключено» с помощью:

- дистанционного (электрического)
- магнитопорошковых (пьезокристаллических)
- ручного (механического)
- фрикционные;



Предохранительные муфты применяются в механизмах из-за перегрузок.

Центробежные муфты применяются для автоматического выключения ведомого вала в случае перегрузки.

Обгонные муфты используются для передачи вращения от ведущего вала к ведомому.

3. Муфты самоуправляемые

Муфты самоуправляемые - это муфты осуществляющие автоматическое разделение валов:

- по величине передаваемого крутящего момента;
- по скорости вращения;
- по направлению вращения.

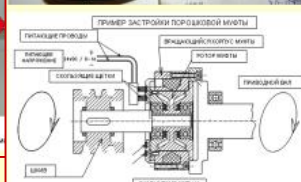


Муфты электромагнитные



Муфта элект

Муфта электромагнитная порошковая



Электромагнитные порошковые муфты широко применяются в силовых системах, и особенно в электроприводах, приводах для точных перемещений благодаря их быстроте (время срабатывания $t = 0,05 \dots 0,005$ с) и возможности управлять передаваемым моментом, а также малой инерционностью переключения момента от скорости. Конструкция электромагнитных порошковых муфт очень разнообразна; их расчет приводится в специальной литературе.

В качестве примера на рис. 28.15 показана конструкция порошковой бесконтактной электромагнитной порошковой муфты ИЭМ. Муфта состоит из трех основных частей - корпуса и двух полу-муфт. Неподвижный корпус состоит из собственно корпуса 1, в котором размещается катушка 4 электропривода, якоря 11 и 16 и кожуха 17, которые размещаются в корпусе муфты. Внутри корпуса в полостях 18 и 14 свободно вращаются полу-муфта, состоящая из электропривода 2 с прикрепленным к нему стержнем 6 и вращающейся в стержневой 3, с которой связано через

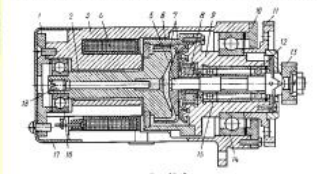


Рис. 28.15

свою зубчатую часть 11. Внутри стержня в полостях 12 и 13 свободно вращаются якоря полу-муфты, состоящие из вала 5 с чашкой, зубчатой частью 12, магнитной катушкой 8, предназначенной для защиты полостных от замыкания в маг. индукционной цепи 7 на протяжении между магнитопроводом и чашкой полу-муфты. Это пространство через канал, закрываемый штифтом 15,



Муфты

Муфты - служат для соединения валов с деталями, свободно вращающимися на них (зубчатыми колесами, шкивами и т.п.), с целью передачи вращения без изменения скорости.

Муфты также применяют:

- для включения и выключения объекта управления (**ОУ**) при непрерывно работающем двигателе;
- для предохранения рабочих органов от перегрузок и чрезмерно больших скоростей;
- для передачи вращения между валами *в одном направлении*;
- для остановки в качестве тормоза и др. функций.

Муфты по управляемости передачей вращения между соединяемыми валами делят на три группы:

- 1. Муфты постоянные.**
- 2. Муфты управляемые.**
- 3. Муфты самоуправляемые.**

1. Муфты постоянные

Муфты постоянные - осуществляющие постоянное соединение валов - глухие, компенсирующие, упругие.



глухие

Глухие жесткие муфты используют при передаче движения между соосными валами, которые должны работать как единый вал.

Упругими муфтами пользуются для смягчения толчков, динамических нагрузок при передаче вращающегося момента между валами.

Компенсирующие подвижные муфты применяют при передаче движения между несоосными валами при наличии небольших радиальных, осевых, угловых или комбинированных смещений осей валов.



упругие

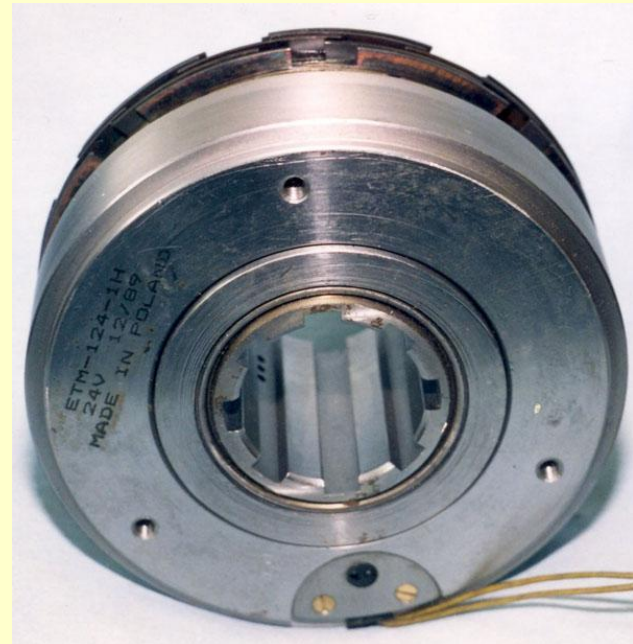
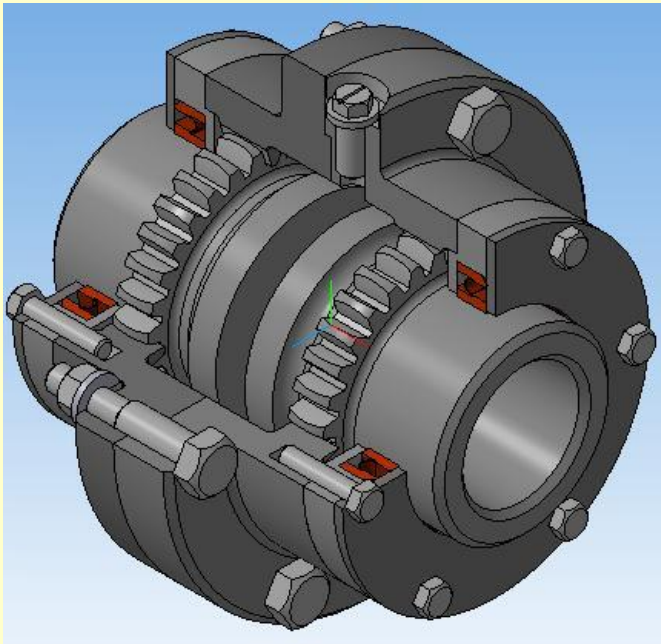


компенсирующие

2. Муфты управляемые

Муфты управляемые – это муфты обеспечивающие режим «включено-выключено» с помощью:

- дистанционного (электрич.) управления – электромагнитные;
- магнитопорошковые (магнитожидкостные);
- пьезокристаллические;
- ручного (механического) управления - зубчатые, кулачковые, фрикционные;



3. Муфты самоуправляемые

Муфты самоуправляемые – это муфты осуществляющие автоматическое разъединение или соединение валов:

- по величине передаваемого момента - *предохранительные*;
- по скорости вращения - *центробежные*;
- по направлению вращения - *обгонные*.

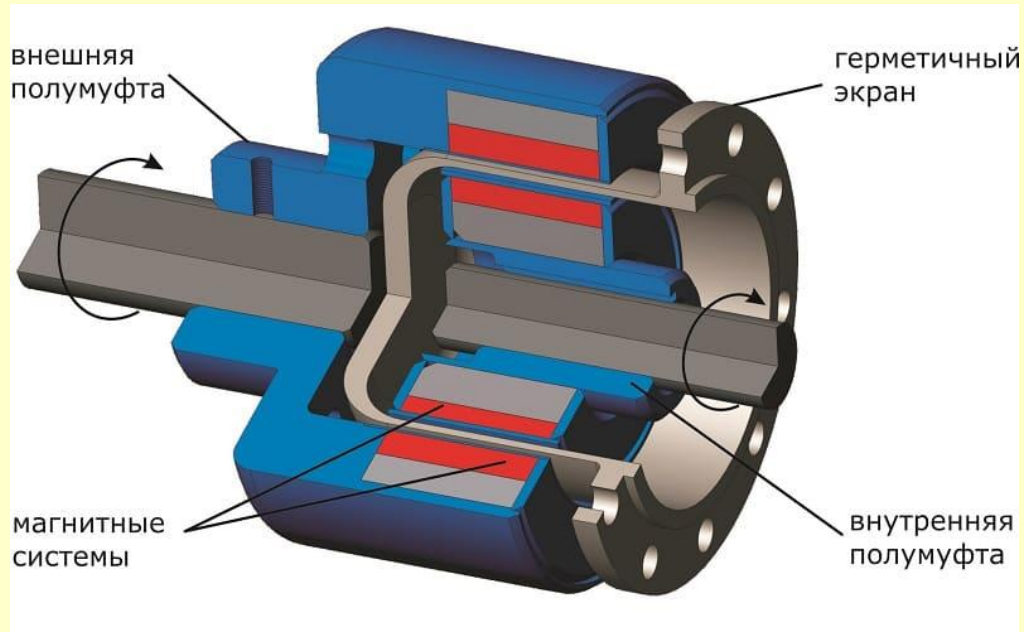


Предохранительные муфты применяют во избежание поломок деталей механизма из-за перегрузок.

Центробежные муфты применяются при автоматическом включении и выключении ведомого вала в зависимости от скорости вращения ведущей полумуфты.

Обгонные муфты используют для передачи движения только в одну сторону.

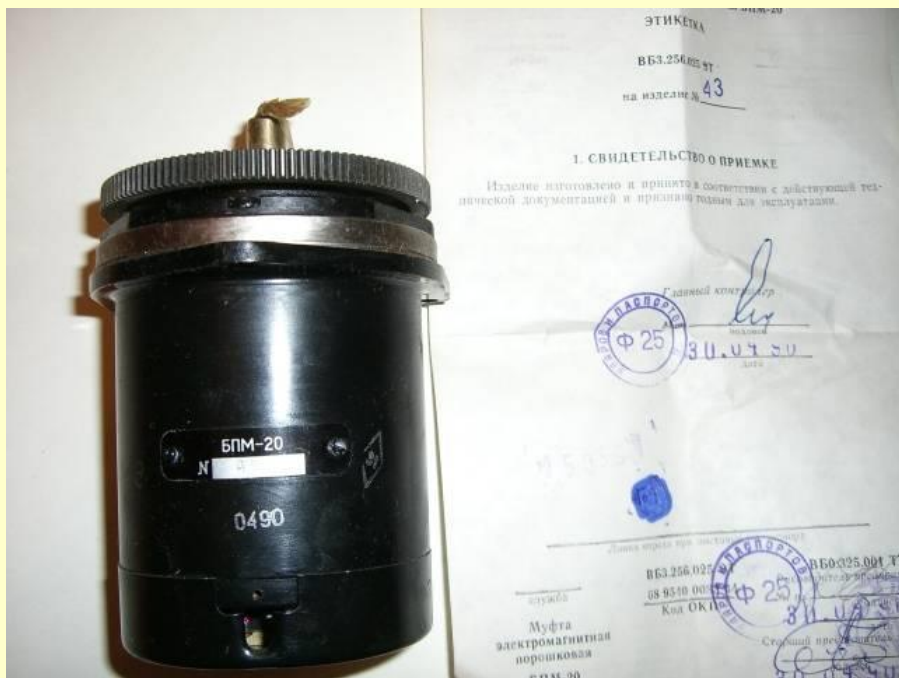
Муфты электромагнитные



Муфта электромагнитная фрикционная



Муфта электромагнитная порошковая



Электромагнитные порошковые муфты широко применяются в следящих системах, в тормозных динамометрических устройствах, приводах для точных перемещений благодаря их быстрдействию (время срабатывания $t=0,05 \dots 0,005$ с) и возможности управлять передаваемым моментом, а также малой зависимости передаваемого момента от скорости. Конструкции электромагнитных порошковых муфт очень разнообразны; их расчет приводится в специальной литературе.

В качестве примера на рис. 28.15 показана конструкция приборной бесконтактной электромагнитной порошковой муфты БПМ. Муфта состоит из трех основных частей — корпуса и двух полу-муфт. Неподвижный корпус состоит из собственно корпуса 3, в котором размещается катушка 4 электромагнита, крышек 1 и 10 и кожуха 17, которые прикрепляются к корпусу винтами. Внутри корпуса в подшипниках 16 и 14 свободно вращается полу-муфта, состоящая из магнитопровода 2 с приваренным к нему стаканом 6 и прикрепленной к стакану обоймой 9, с которой связано через

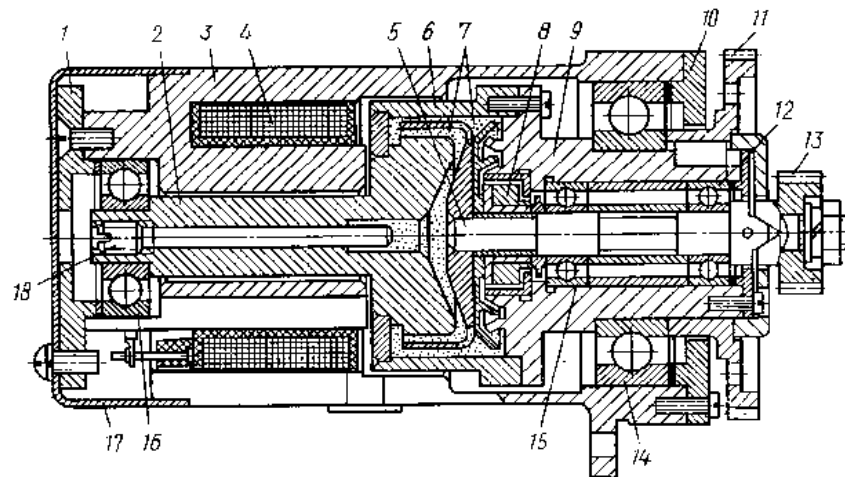
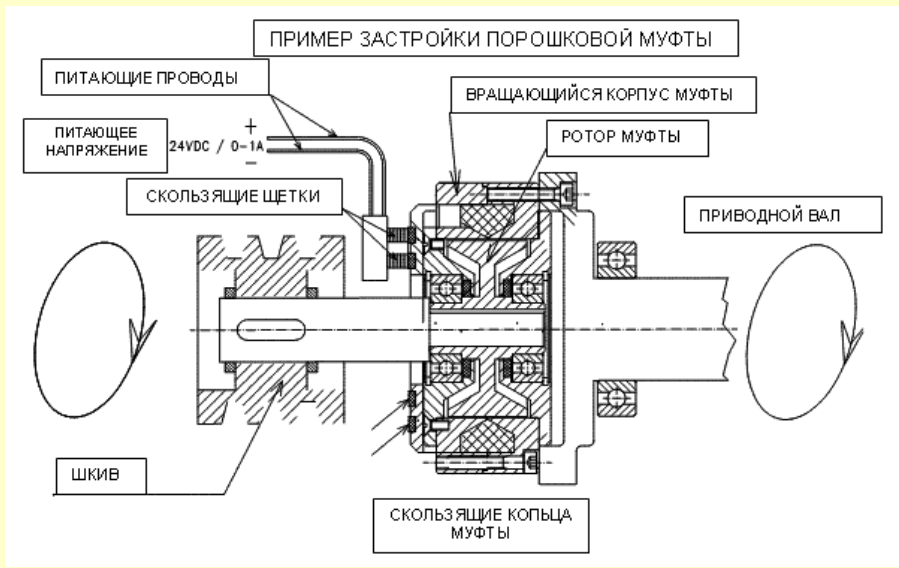


Рис. 28.15

шпонку зубчатое колесо 11. Внутри стакана в подшипниках 12 и 15 свободно вращается другая полу-муфта, состоящая из вала 5 с чашкой, зубчатого колеса 13, магнитной ловушки 8, предназначенной для защиты подшипников от попадания в них порошковой смеси 7 из пространства между магнитопроводом и чашкой полу-муфты. Это пространство через канал, закрываемый винтом 18,



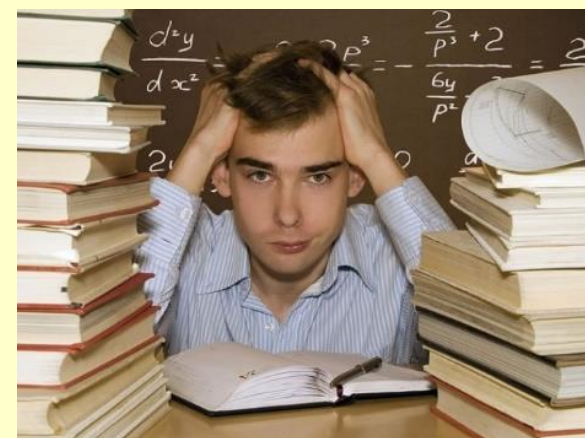
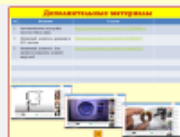
Задание на самоподготовку:

Изучить:

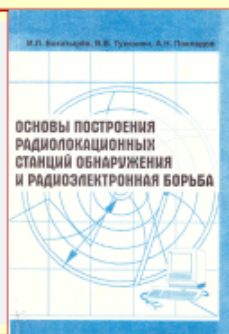
- материал занятия по конспекту, презентации и указанной литературе.

Вопросы занятия:

1. Система АПЧ.
2. Усилители мощности.
3. Электрические двигатели и гидравлические машины.
4. Электромагнитные реле. Реле времени.
5. Соединительные муфты.
6. Рубежный контроль.

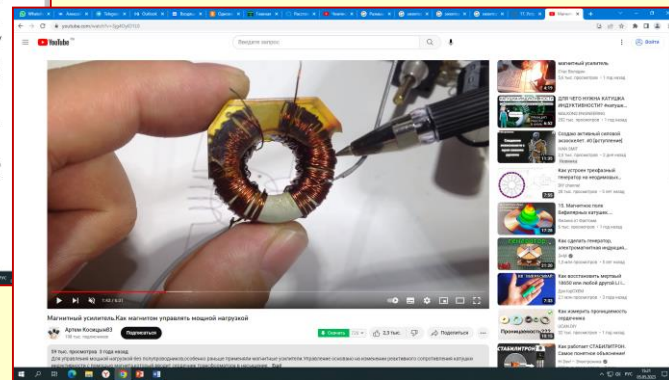
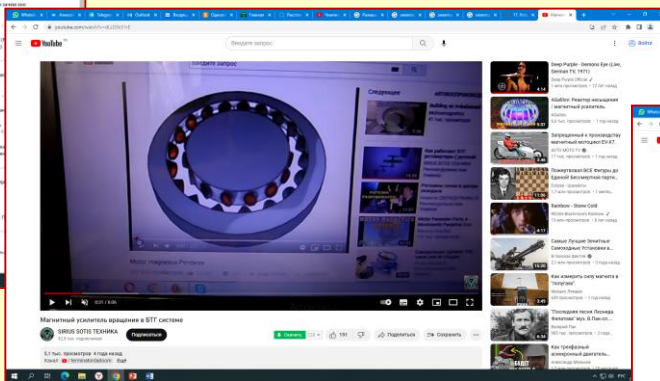
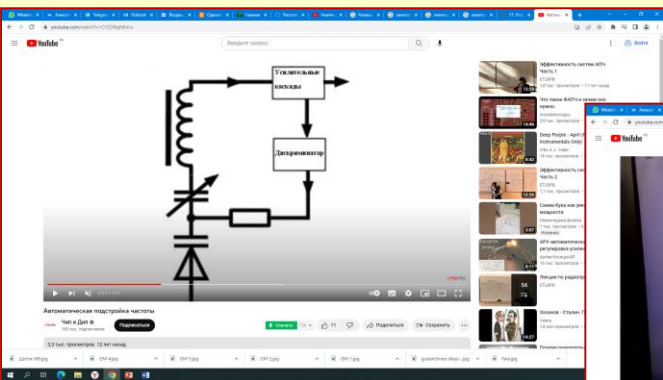


- Литература:**
1. Учебное пособие «Основы построения ЗАК»-2013 г., стр. 136-150
 2. Учебное пособие «Основы построения РАС обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003 г., стр. 75-82.



Дополнительные материалы

№	Название	Ссылка
1	Автоматическая подстройка частоты (Чип и Дип)	https://www.youtube.com/watch?v=CYZ2WqNKxLo
2	Магнитный усилитель вращения в БТГ системе	https://www.youtube.com/watch?v=dLLD5ii51rE
3	Магнитный усилитель. Как магнитом управлять мощной нагрузкой	https://www.youtube.com/watch?v=3jg4OyID1L0

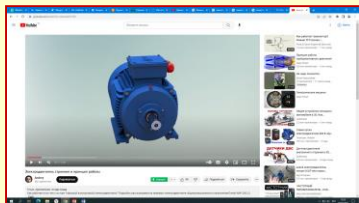


Дополнительные материалы



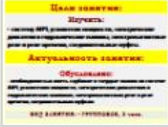





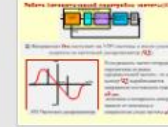





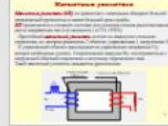






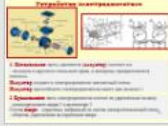
































№	Название	Ссылка	
1	Электродвигатель строение и принцип работы	https://www.youtube.com/watch?v=sQUxoblTZ7M	
2	Принцип работы синхронного электродвигателя	https://www.youtube.com/watch?v=xGMwGiPy2aI	
3	Принцип работы асинхронного электродвигателя	https://www.youtube.com/watch?v=uXwamyaiUKo	
4	Устройство и принцип работы двигателя постоянного тока. Схема двигателя постоянного тока.	https://www.youtube.com/watch?v=zNdwN3rNkX8	
5	Классификация электродвигателей (Чип и Дип)	https://www.youtube.com/watch?v=SLf6AOt9-Us	
6	Применение гидропривода в технологических машинах. Практическое применение гидродинамики	https://www.youtube.com/watch?v=3wSaVYsA38Q	
7	Обгонные муфты Tsubaki. Муфта свободного хода	https://www.youtube.com/watch?v=iqjUkwV-4oc	

8. Как работает гидропривод -

<https://www.youtube.com/watch?v=CAagDnHtCRE>



Т-4.3. Элементы АСУ и следящих систем

 <p>1</p>	 <p>2</p>	 <p>3</p>	 <p>4</p>	 <p>5</p>	 <p>6</p>	 <p>7</p>	 <p>8</p>	 <p>9</p>
 <p>10</p>	 <p>11</p>	 <p>12</p>	 <p>13</p>	 <p>14</p>	 <p>15</p>	 <p>16</p>	 <p>17</p>	 <p>18</p>
 <p>19</p>	 <p>20</p>	 <p>21</p>	 <p>22</p>	 <p>23</p>	 <p>24</p>	 <p>25</p>	 <p>26</p>	 <p>27</p>
 <p>28</p>	 <p>29</p>	 <p>30</p>	 <p>31</p>	 <p>32</p>	 <p>33</p>	 <p>34</p>	 <p>35</p>	 <p>36</p>
 <p>37</p>	 <p>38</p>	 <p>39</p>	 <p>40</p>	 <p>41</p>	 <p>42</p>	 <p>43</p>	 <p>44</p>	 <p>45</p>
 <p>46</p>	 <p>47</p>	 <p>48</p>	 <p>49</p>	 <p>50</p>	 <p>51</p>	 <p>52</p>	 <p>53</p>	 <p>54</p>

