

Горьковская железная дорога – филиал Открытого акционерного общества «Российские железные дороги»

**Горьковский учебный центр профессиональных
квалификаций –
Нижегородское подразделение**



МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по предмету: **Устройство железнодорожно-
строительных машин**

«Электрическое оборудование»

Наименование профессии:
машинист железнодорожно-строительных машин

Код профессии:
13720

Классификация электрических машин

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

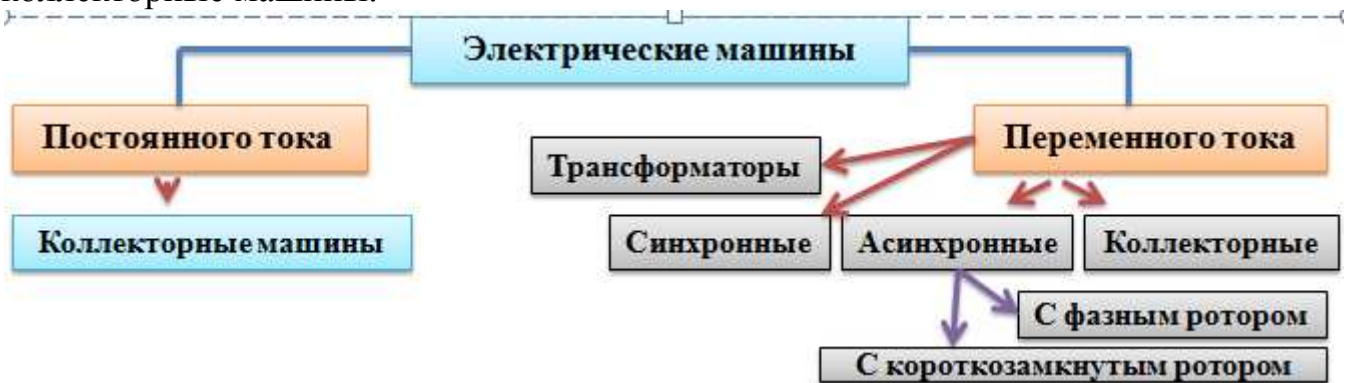
По назначению разделяют:

- **Генераторы** - устройства, вырабатывающие электрическую энергию.
- **Двигатели** – устройства, создающие механический вращающий момент на валу, который используется для привода различных механизмов и транспортных средств.
- **Специальные электрические машины** – электрические машины, которые используют в качестве преобразователей.

К ним относятся: электромашинные усилители, тахогенераторы, электромашинные преобразователи частоты, напряжения и рода тока, регуляторы фазы и напряжения и другие.

По роду тока и принципу действия.

Делят на машины переменного и постоянного тока. Машины переменного тока в зависимости от принципа действия и особенностей электромагнитной системы подразделяют на трансформаторы, асинхронные, синхронные и коллекторные машины.



По режиму работы:

- электрические машины, работающие в продолжительном режиме;
- электрические машины, работающие в кратковременном режиме с длительностью рабочего периода 15, 30, 40, 60 (часовой) и 90 мин;
- электрические машины, работающие в повторно-кратковременном режиме с продолжительностью включения (ПВ) 15, 25, 40, 50, 60%.

По способу охлаждения:

- с независимой вентиляцией;
- с самовентиляцией;
- обдуваемые;
- с естественным охлаждением.

По частоте вращения.

Электрические машины по частоте вращения условно подразделяют на:

- тихоходные - с частотами вращения *до 300 об/мин*;
- средней быстроходности - *300-1500 об/мин*;
- быстроходные - *1500 - 6000 об/мин*;
- сверхбыстроходные - *свыше 6000 об/мин*.

Электрические машины переменного тока.

- **Трансформаторы** широко применяют для преобразования напряжения: в системах передачи и распределения электрической энергии, в выпрямительных установках, устройствах связи, автоматики и вычислительной техники, а также при электрических измерениях (измерительные трансформаторы) и функциональных преобразованиях (вращающиеся трансформаторы).
- **Асинхронные машины** используют главным образом в качестве электрических двигателей трехфазного тока. Простота устройства и высокая надежность позволяют применять их в различных отраслях техники для привода станков, грузоподъемных и землеройных машин, компрессоров, вентиляторов и пр. В системах автоматического регулирования широко используют одно- и двухфазные управляемые асинхронные двигатели, асинхронные тахогенераторы.
- **Синхронные машины** применяют в качестве генераторов переменного тока промышленной частоты на электрических станциях и генераторов повышенной частоты в автономных источниках питания (на кораблях, самолетах и т. п.). В электрических приводах большой мощности применяют также синхронные электродвигатели. В устройствах автоматики широко используют различные синхронные машины малой мощности (реактивные, с постоянными магнитами, шаговые, индукторные и пр.).
- **Коллекторные машины** переменного тока используют сравнительно редко и главным образом в качестве электродвигателей. Они имеют сложную конструкцию и требуют тщательного ухода. В устройствах автоматики, а также различного рода электробытовых приборах применяют универсальные коллекторные двигатели, работающие как на постоянном, так и на переменном токе.

Генераторы переменного и постоянного тока.

Особенности устройства дизель-генератора с двигателем ЯМЗ-240.

На снегоуборочных поездах эксплуатируется электрооборудование различной модификации.

Электрооборудование источников электрической энергии включает в себя синхронный генератор **ГСФ-200** со статической системой возбуждения, стартер **СТ-722**, аккумуляторные батареи, шкаф дистанционного управления ЩДУ.

Система электрооборудования состава для засорителей служит для управления рабочими процессами, освещения и сигнализации, также для управления дополнительным оборудованием. Основными источниками электрической энергии, обслуживающими **СЗ-240-6** являются:

1. Дизель-электрический агрегат **АДС-200СТ 400** - источник переменного 3-х фазного тока напряжением 400 В, частотой 50 Гц и мощностью 200 кВт.

Генераторы постоянного тока часто применяют для питания устройств связи, зарядки аккумуляторных батарей, в качестве основных источников питания на транспортных установках.

Генератор Г-732В постоянного тока, напряжением **28В** предназначен для зарядки аккумуляторной батареи.

Систематически контролируют работу генератора, определяя по вольтамперметру напряжение генератора и зарядный ток аккумуляторной батареи.

Зарядный ток составляет 5 — 35 А, при сильном разряде он может достигать до **53 А** в начале зарядки. Периодически протирают генератор ветошью, смоченной в бензине. Смазывают генератор согласно карте смазки дизеля.

Для замены смазки генератор разбирают; его шариковые подшипники промывают в бензине, просушивают и закладывают в них смазку ЦИАТИМ-201 в таком количестве, чтобы в сепараторе была покрыта ею внутренняя обойма шарикового подшипника.

В случае износа или порчи подшипники заменяют новыми.

Через каждые **300 ч работы дизеля** коллектор и щеткодержатели генератора продувают сжатым воздухом. Перед продувкой с генератора необходимо снять защитную ленту.

Осматривают щетки и коллектор, протирают их. Щетки меняют, если высота **меньше 20 мм**. При подгорании коллектора зачищают его ветошью, слегка смоченной в бензине, или стеклянной шкуркой.

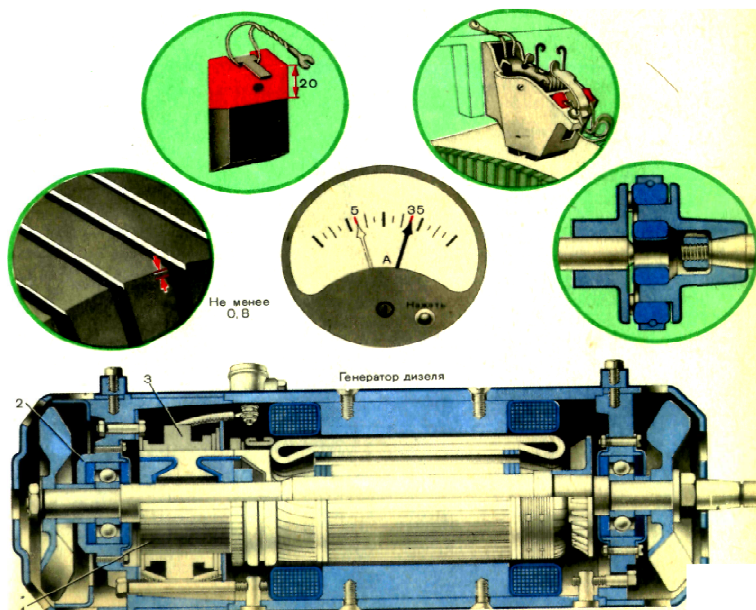
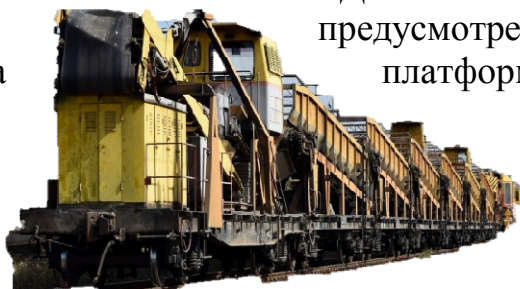


Рис. Генератор Г-732

Электростанция СЗ-240-6.

Дизель-электрический агрегат размещен под капотом, находящемся в передней части вагона. Агрегат размещен вдоль платформы. Каркас капота выполнен из уголков и швеллеров и обшит стальным листом толщиной 2 мм, в одной торцевой стенке имеются жалюзи, в другой и боковых стенках — двухстворчатые двери.

Дополнительно к типовому оборудованию агрегата предусмотрен топливный бак емкостью 1500 л размещенный на платформе около электростанции.



В качестве электростанции применен дизель электрический агрегат типа АДС-200С-Т400, 380В, 50Гц, 200кВт на базе ЯМЗ-238 или дизель-генератор LTA фирмы «КАМИНЗ», установленный в концевом вагоне.

Электрооборудование.

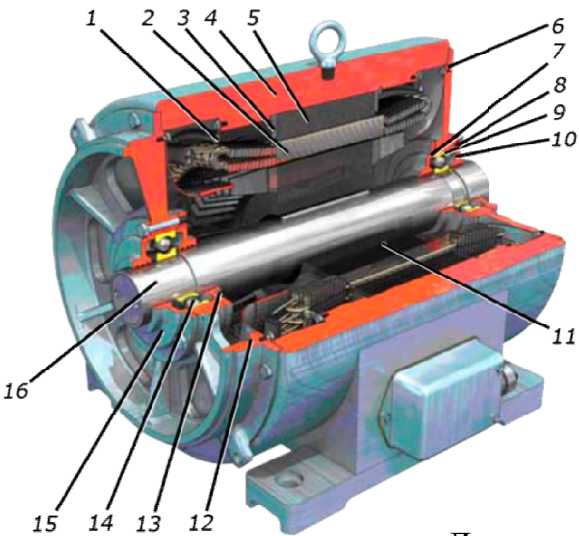
Электрооборудование состава для засорителей предназначено для управления приводами конвейеров, транспортирующих материал, а также для собственных нужд состава.

Установленное на машине электрооборудование изготовлено в климатическом исполнении «У» для работы в условиях категории 1, группы условий эксплуатации 5.

Напряжение	электроснабжения,
В.....	380
Установленная	мощность,
кВт.....	200
При питании от внешнего источника,	
кВт.....	50
Нейтраль глухозаземленная	
Режим управления: ручное, местное и дистанционное.	

Двигатели переменного тока.

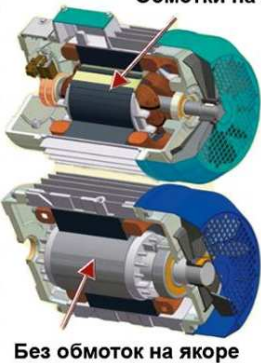
Электрические машины переменного тока: принцип работы, конструкция. Электродвигатели с фазным и короткозамкнутым ротором.



- 1-бандажное кольцо;
- 2-катушка статора;
- 3-лист статора;
- 4-статор;
- 5-сердечник статора;
- 6 и 12-подшипниковый щит;
- 7 и 13-задняя крышка подшипника;
- 8-канал для смазки;
- 9 и 14-подшипник;
- 10 и 15-передняя крышка подшипника;
- 11-сердечник ротора;
- 16-вал ротора.



Двигатели переменного тока бывают асинхронными и синхронными. Асинхронный двигатель состоит из статора (неподвижной части машины) и ротора (подвижной части машины), внутри которых уложена обмотка, питаемая трехфазным током. Асинхронные двигатели бывают с фазным и короткозамкнутым ротором.

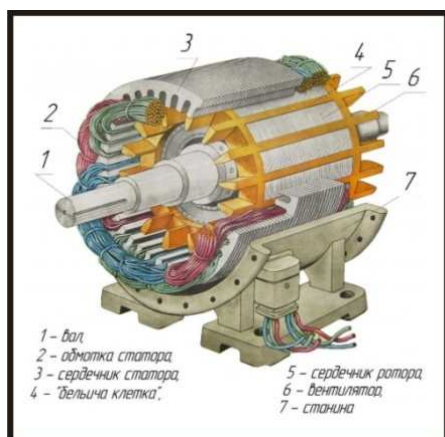


– Синхронный

– Асинхронный

У двигателей с короткозамкнутым ротором концы обмотки соединяются между собой, а у двигателей с фазным ротором - в “звезду” и

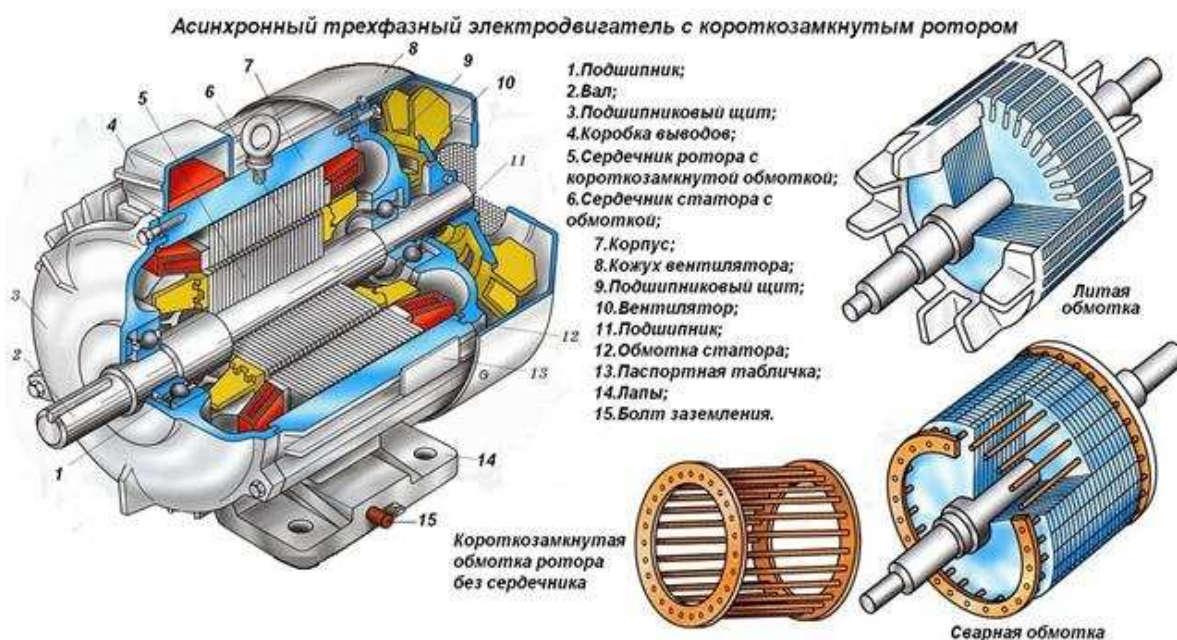
выводятся на контактные кольца. При включении двигателя в электрическую цепь концы обмотки соединяют с пуско-регулирующим реостатом.



Обмотка статора двигателя трехфазного тока, состоящая из трёх катушек, создает магнитное поле с двумя полюсами. За один период трехфазного тока магнитное поле сделает один оборот. Характерной особенностью асинхронных двигателей является отставание ротора от синхронной частоты. Поэтому эти двигатели называются асинхронными. Разность между частотой вращения магнитного поля и частотой вращения ротора называется скоростью скольжения.

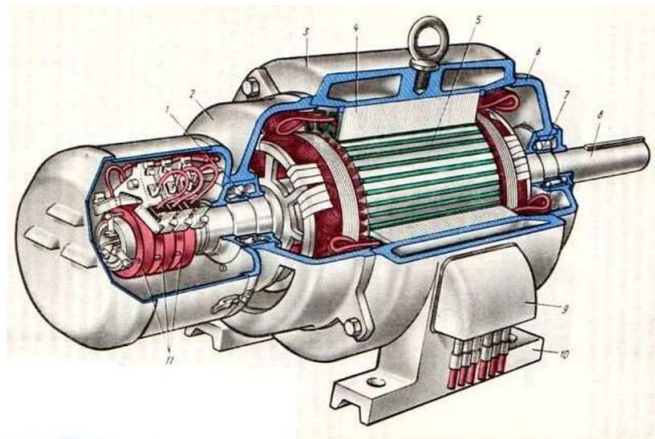
Преимуществами двигателя с короткозамкнутым ротором являются:

простота конструкции, возможность кратковременных перегрузок, приблизительно постоянная скорость при разных нагрузках, простота пуска и легкость его автоматизации, высокий к. п. д. К недостаткам относятся - затруднение в регулировании частоты вращения и большие пусковые токи.



Преимуществами двигателей с фазным ротором являются:

большой начальный пусковой момент и возможность регулирования частоты вращения в некоторых пределах. К недостаткам относятся сложность изготовления и эксплуатации.



Устройство трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором:
 1, 7 – подшипники; 2, 6 – подшипниковые щиты; 3 – корпус; 4 – сердечник статора с обмоткой; 5 сердечник ротора; 8 – вал; 9 – коробка выводов; 10 – лапы; 11 – контактные кольца

Двигатели, у которых частота вращения магнитного поля статора совпадает с частотой вращения ротора называются синхронными. В синхронных двигателях на статоре расположена трехфазная обмотка. Ротор синхронного двигателя имеет обмотку возбуждения, которая питается постоянным током от специального источника - возбuditеля.

Преимущества синхронных двигателей являются: постоянство частоты вращения при различных нагрузках, возможность работы с высоким коэффициентом мощности $\cos \varphi$, возможность компенсации $\cos \varphi$.

К недостаткам синхронных двигателей относятся невозможность регулирования частоты вращения, большая стоимость, наличие двух родов тока, сложность пуска.

Система электрооборудования - служит для управления рабочими процессами, освещения и сигнализации, также для управления дополнительным оборудованием.

К силовому оборудованию снегоуборочного поезда относятся электродвигатели привода компрессора (4A18OM4, У3, 30кВт, 1500 об/ мин), конвейера головной машины (30 кВт, 1000 об/мин), питателя (два электродвигателя 4A225M8Y2, 30 кВт, 750 об/мин), боковых щеток (на каждую из двух щеток-4A200M8Y2, 18,5 кВт, 730 об/мин), рыхлителя (4A160M8Y2, 11 кВт, 750 об/мин), разгрузочного конвейера (4A200M8Y2, 18,5 кВт, 750 об/мин), конвейеров-накопителей промежуточных и концевых полувагонов (4A180M8Y2, 15 кВт, 750 об/мин), а также вибратор (ИБ101Y2, 0,25 кВт), установленный на загрузочной воронке первого промежуточного полувагона. Все электродвигатели трехфазные, переменного тока.

Запускаются и останавливаются электродвигатели при помощи кнопок, смонтированных на пультах управления, и магнитных пускателей, установленных в шкафах управления.

Электродвигатели защищают от токов короткого замыкания автоматические выключатели, а от длительных перегрузок - тепловые реле. При коротких замыканиях автоматы непосредственно отключают статорные обмотки электродвигателей от сети, а тепловые реле воздействуют вначале на

цепи питания катушек магнитных пускателей, которые своими контактами обесточивают электродвигатели.

состоит из

1. головной машины
2. двух промежуточных полувагонов
3. концевого полувагона.

привод рабочих органов и других потребителей головного, промежуточных и концевого полувагона получают электроэнергию от ДГУ расположенной на головной машине.

- Силовые и цепи управления соединяются между вагонов, межвагонными соединениями.
- Управление рабочими органами, которые расположены на головной машине, управляют из кабины управления головной машины, а рабочими органами концевого полувагона и конвейерами промежуточных полувагонов - из кабины концевого полувагона.

Расположение электрооборудования головной машины



Кабина управления расположена в передней части машины и включает в себя:

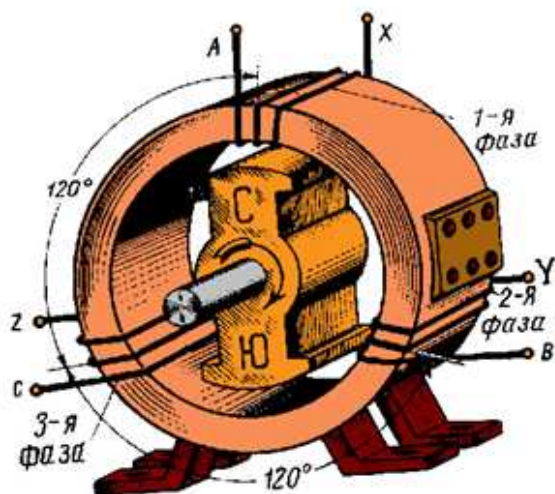
1. пульт управления электродвигателями головной машины
2. комплектное устройство управления **ДГУ**
3. служебная связь и радиостанция

Кабина электростанции расположена в хвостовой части машины и разделена на два отсека:

1. ДГУ
2. Компрессор и аккумуляторная батарея



Простейший генератор трехфазного тока

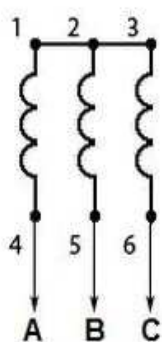


Простейший генератор трехфазного тока отличается от генератора однофазного тока тем, что на статоре его расположены три отдельные обмотки (фазные обмотки), оси которых сдвинуты одна относительно другой на **угол 120°** . Каждую из обмоток трехфазного генератора вместе с присоединенной к ней внешней цепью принято называть **фазой**.

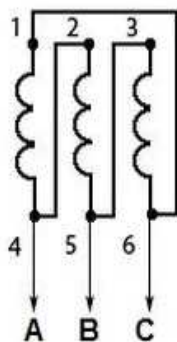
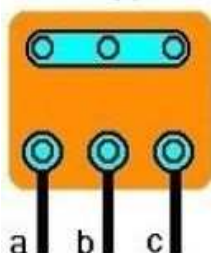
Ротор генератора представляет собой постоянный магнит или электромагнит, который вращается каким-либо первичным двигателем с определенной частотой вращения. При вращении ротора в трех фазных обмотках статора индуцируются синусоидальные **ЭДС одной и той же частоты, имеющие одинаковые амплитуды, но сдвинутые одна относительно другой по фазе на $1/3$ периода**.

- Каждую из обмоток трехфазного генератора вместе с присоединенной к ней внешней цепью называют фазой.
- Каждая из этих обмоток является самостоятельным источником электрической энергии и может замыкаться на свой потребитель.

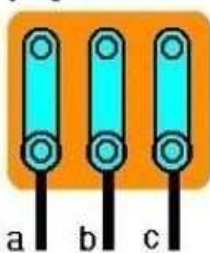
Любая из фазных обмоток генератора трехфазного тока является самостоятельным источником электрической энергии и к ней может быть подключен свой приемник. В этом случае получается несвязанная трехфазная система, требующая для передачи электрической энергии шесть проводов. На практике такие системы не применяют. Обычно фазные обмотки трехфазных генераторов и трансформаторов и приемники электрической энергии соединяют по схеме «звезда» или «треугольник».



Звезда



Треугольник



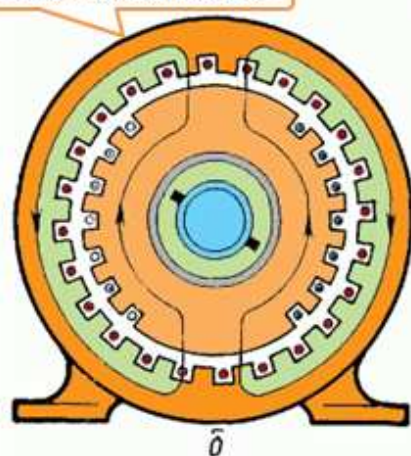
В схеме звезда с нулевым проводом потребители можно включать на два напряжения: на линейное (при подключении к двум линейным проводам) и на фазовое (при подключении к нулевому и одному из линейных проводов).

Схема звезда без нулевого провода. При равномерной нагрузке всех трех фаз, когда во всех фазах включены одинаковые

ЯВНОПОЛЮСНЫЙ

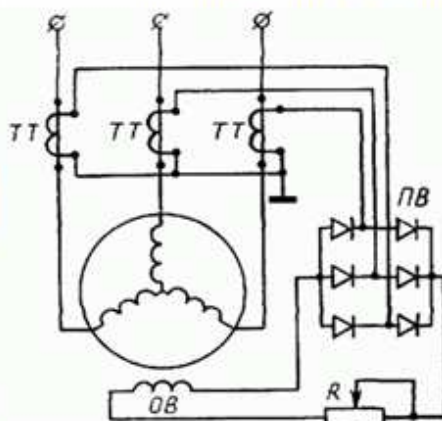


НЕЯВНОПОЛЮСНЫЙ



При частоте генерируемой ЭДС 50 Гц неявнополюсный ротор быстроходной машины—турбогенератора, вращающийся со скоростью 3000 об/мин, имеет одну пару полюсов, тогда как явнополюсный ротор тихоходного гидрогенератора (скорость вращения которого определяется высотой напора воды), вращающийся со скоростью от 50 до 750 об/мин, имеет число пар полюсов соответственно от 60 до 4. Малоомные синхронные генераторы (до 100 кВт), как правило, имеют самовозбуждение: обмотка возбуждения питается выпрямленным током того же генератора (рис. 6).

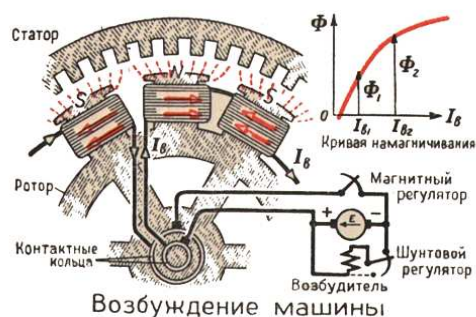
Цепь возбуждения образуют трансформаторы тока включаемые в цепь нагрузки генератора, полупроводниковый выпрямитель ПВ,



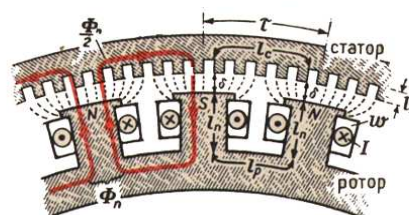
собираемый, например, по схеме трехфазного моста, и обмотка возбуждения генератора ОВ с регулировочным реостатом R.

В синхронных машинах магнитное поле токов якорной обмотки и ротор вращаются с одинаковой скоростью (синхронно). Синхронные машины обратимы, т. е. они могут работать как генераторы и как двигатели.

МАГНИТНАЯ СИСТЕМА СИНХРОННОЙ МАШИНЫ



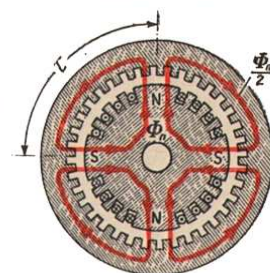
Возбуждение машины



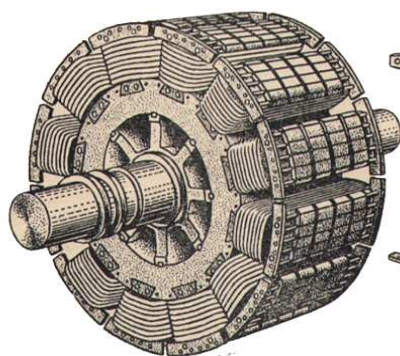
Магнитная цепь машины с явными полюсами

$$F_n = I_\delta \omega = H_\delta 2\delta + H_z 2l_z + H_c l_c + H_n 2l_n + H_p l_p \quad \alpha$$

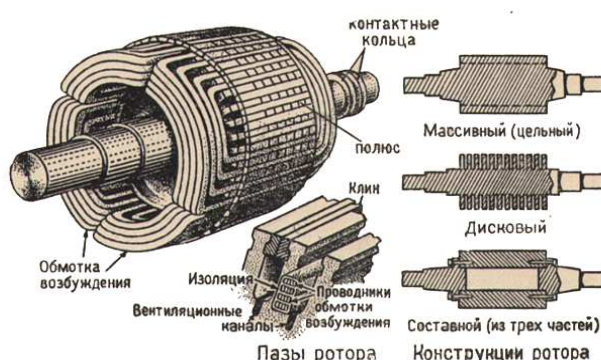
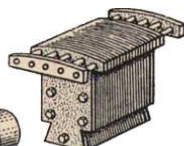
Ампервитки (намагничивающая сила) пары полюсов



Магнитная цепь машины с неявными полюсами



Ротор с явными полюсами



Ротор с неявными полюсами

Генераторы синхронные имеют бесщеточную систему возбуждения, регулирования и коррекции и, как опции, встроенные систему параллельной работы, систему защиты и распознавания вида аварии и предназначены для продолжительного режима работы в стационарных и передвижных электроустановках в качестве источника трехфазного тока, а также для параллельной работы с промышленной сетью и другими генераторами (электроагрегатами, электростанциями), и/или автономного электроснабжения потребителей, требующих высокого качества электрической энергии, а также быстрого ввода в действие и приема нагрузки.

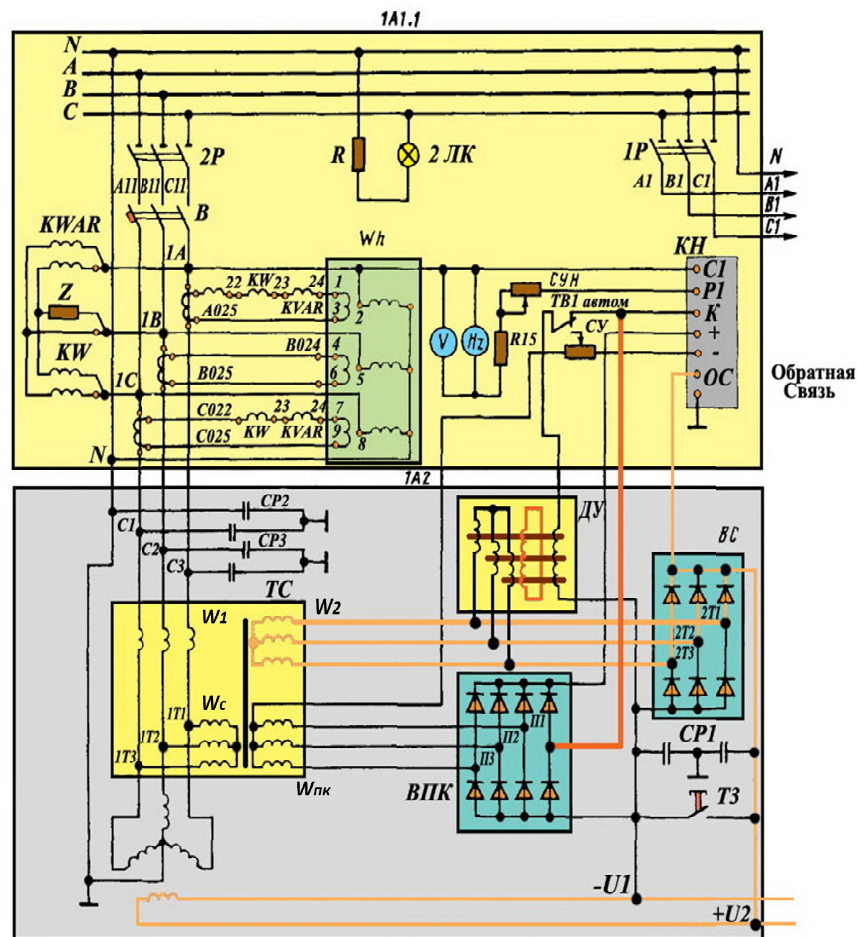


Генератор переменного тока ГСФ-200.

Электрооборудование, обеспечивающее работу синхронного генератора. Технические данные ГСФ-200.

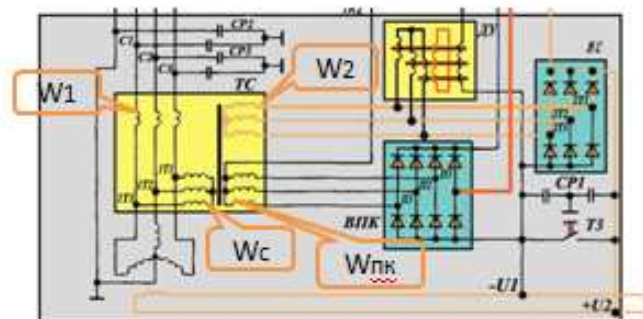


Генератор ГСФ-200 со статической системой возбуждения (рис.2) состоит из статора 11, ротора 17, двух подшипниковых щитов- заднего 5 и переднего 15- и системы возбуждения. Для защиты от радиопомех, распространяющихся от генератора, на зажимы генератора С1, С2, С3,0 и обмотки возбуждения И1, И2 включены защитные конденсаторы Ср1 - Ср3, расположенные сверху станины под колпаком системы возбуждения.



Статическая система возбуждения служит для питания обмотки ротора постоянным током и поддержания напряжения генератора в заданных пределах и включает в себя блок питания БП, блок управления БУ, селеновый выпрямитель ВС и корректор напряжения КН.

Блок питания состоит из силового трансформатора ТС, управляемого дросселя ДУ, выпрямителя питания корректора ВПК. Все элементы блока питания смонтированы на сварном основании, которое крепится к станине генератора. Блок питания защищен стальным колпаком, имеющим окна для прохода охлаждающего воздуха.



Силовой трансформатор **ТС** преобразует напряжение **380 В** генератора в напряжение, необходимое для питания обмотки возбуждения (**U1-U2**) генератора, через выпрямитель **ВС**, т.е. для самовозбуждения обмотки генератора напряжением **24 В**. (питания в ЦУ сигнальных ламп)

220 В для питания бытовых потребителей (магнитный пускатель).

Состоит:

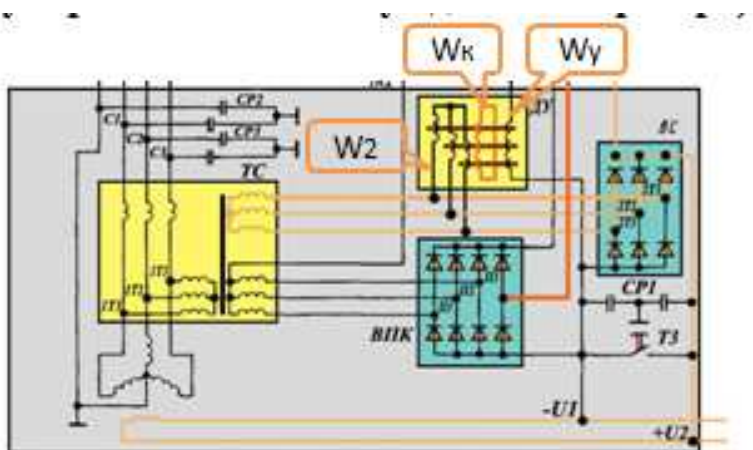
- Сердечника и четырех обмоток
- ✓ W1 - первичной обмотки
- ✓ Wc – последовательной обмотки
- ✓ W2 – вторичной обмотки
- ✓ Wпк – обмотки питания корректора
- Магнитный шунт

W1 - первичная обмотка обеспечивает номинальное напряжение на зажимах генератора при работе на холостом ходе.

W2 – вторичная обмотка питает обмотку возбуждения на роторе, через выпрямитель ВС (собранный по трехфазной мостовой схеме).

Wc – последовательная обмотка обеспечивает изменения тока возбуждения при изменении нагрузки и коэффициента мощности. Подключена последовательно по одной катушке в каждую фазу обмотки генератора.

Управляемый дроссель ДУ обеспечивает регулирование тока возбуждения генератора, а следовательно, и его напряжения.



Состоит:

Сердечника и трех обмоток

W2 – трехфазной обмотки

Wy – управляющей обмотки

Wк – короткозамкнутой обмотки

W2 – трехфазная обмотка обеспечивает снижение тока возбуждения генератора

Wy – управляющая обмотка

обеспечивает подмагничивание сердечника

Wк – короткозамкнутая обмотка обеспечивает снижение э.д.с. индуцируемых в обмотке.

Обмотка управления ДУ может получать постоянный ток от КН при автоматическом регулировании или от зажимов постоянного тока выпрямителя ВС через резистор СУ и вольтодобавочное устройство ВДУ при ручном регулировании.

Вольтодобавочное устройство, повышающее напряжение управления для расширения ручного регулирования, состоит из трансформатора и выпрямителя.

Блок управления БУ состоит из резисторов R1, R2, R15 и трансформатора ТПР.

Комплектно с БУ поставляют резистор ручной регулировки напряжения СУ, резистор уставки напряжения при автоматическом регулировании СУН и тумблер-переключатель вида регулирования (ручное или автоматическое) ТВ1.

Схема включения асинхронного электродвигателя.

Схема включения плавких предохранителей, тепловых реле, конечных выключателей и магнитных пускателей.

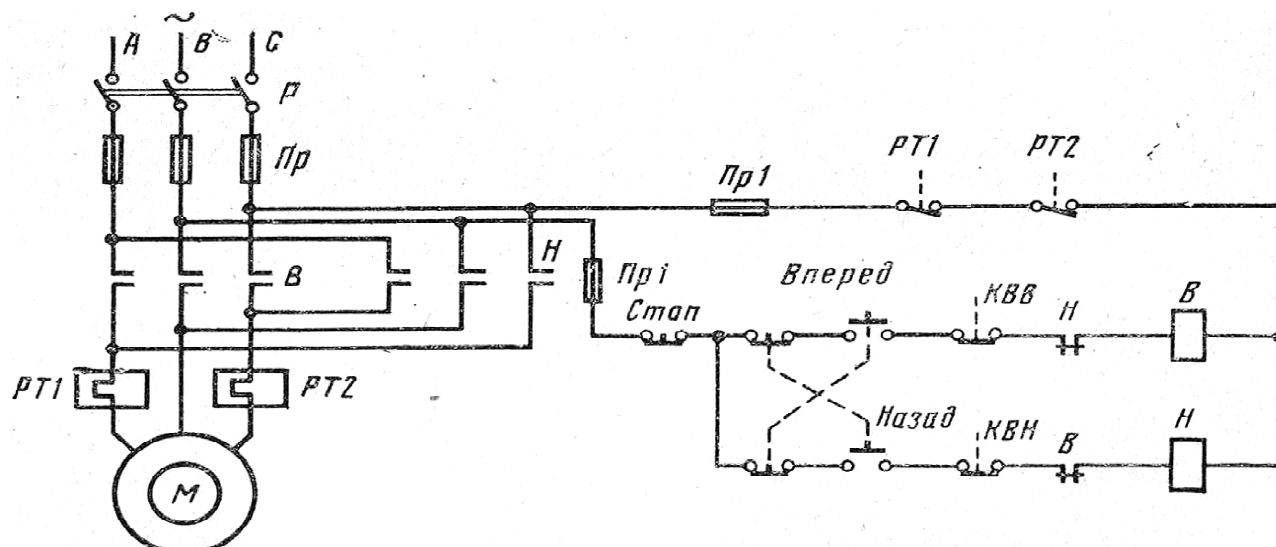


Рис. 8. Схема включения плавких предохранителей, тепловых реле, конечных выключателей и магнитных пускателей: Р-рубильник; Пр, Пр1-предохранители; В, Н – контакты реверсивного магнитного пускателя; PT1, PT2 – реле тепловые; КВН, КВВ – выключатели конечные; М – электродвигатель.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ МАШИНЫ.

Схема распределения электроэнергии на машинах

Размещение электрооборудования на машинах.

Электрооборудование снегоуборочного поезда состоит из электрооборудования головной машины, двух промежуточных полувагонов и концевого полувагона, приводы рабочих органов и других потребителей головного, промежуточных и концевого полувагона получают электроэнергию от дизельной электростанции, установленной на головной машине. Электрические сети (силовые и цепи управления) соединяются межвагонными соединениями. Рабочими органами, расположенными на головной машине, управляют из кабины управления головной машины, а рабочими органами концевого полувагона и конвейерами промежуточных полувагонов- из кабины концевого полувагона.

Система электрооборудования снегоуборочных машин служит для управления рабочими процессами, освещения и сигнализации, также для управления дополнительным оборудованием. Основными источниками электрической энергии, обслуживающими снегопоезд являются:

1. Дизель-электрический агрегат У-36М - источник переменного 3-х фазного тока напряжением 400 В, частотой 50 Гц и мощностью 200 кВт.
2. Аккумуляторные батареи типа 6СТ-132 в количестве 6 штук, соединенные последовательно - параллельно в блок источник постоянного тока напряжением 24В, ёмкостью 396 ампер-часов.
3. Генератор зарядный Г-731А.

Управление рабочими органами, расположенными на головной машине производится из кабины головной машины, а рабочими органами концевого полувагона и транспортерами - накопителями промежуточных полувагонов - из кабины концевого полувагона.

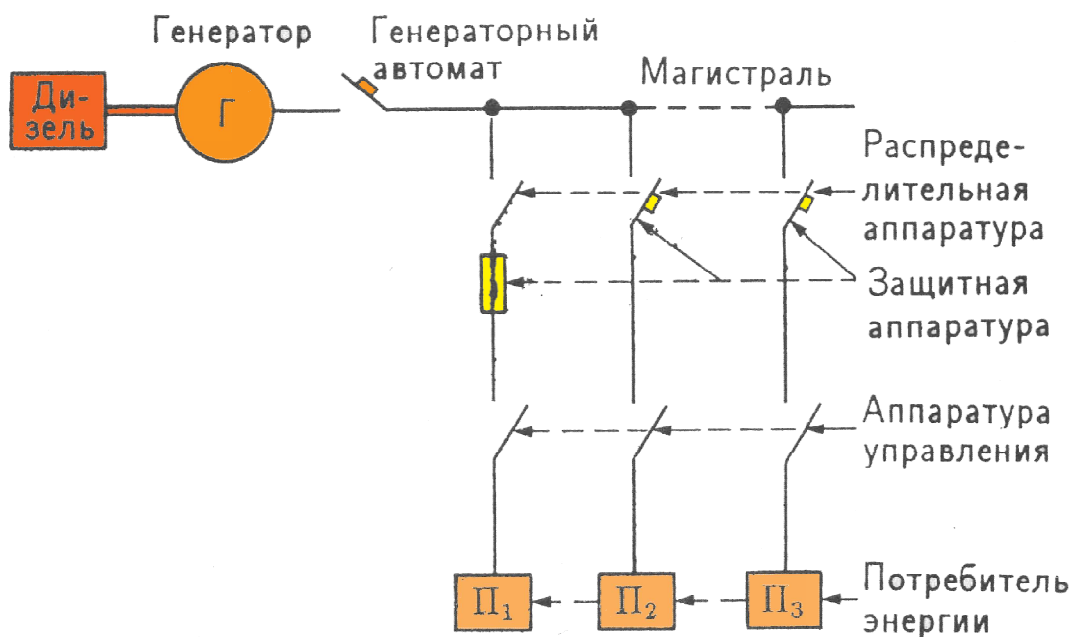


Рис. Распределение электроэнергии на машине.

Схема распределения энергии на **СМ-2** такая же, как и на любой другой машине. От генератора напряжение поступает на главный автоматический выключатель (автомат), в котором предусмотрена защита сети от коротких замыканий и от перегрузок.

От автомата напряжение поступает на магистраль, к которой подключаются распределительные аппараты. С помощью этих аппаратов отдельные приводы механизмов подключаются к магистрали. Кроме распределительной аппаратуры в цепи привода имеется защитная аппаратура. Автомат выполняет две функции: он является распределительным аппаратом, как, например, рубильник, так как подключает привод к магистрали, и защитным аппаратом, осуществляя защиту привода- потребителя энергии при коротких замыканиях и перегрузках. После распределительного и защитного аппарата к цепи питания приводов подключены аппараты управления. С помощью этих аппаратов производится непосредственное дистанционное включение и отключение привода- двигателя или другого потребителя энергии (например, обогревателя, осветительного аппарата и т.п.)

Все электрические машины, агрегаты и аппараты можно условно разделить на 3 группы:

- **электрооборудование приводов рабочих органов;**
- **электрооборудование источников электрической энергии;**
- **электрооборудование вспомогательных операций.**

К первой группе относятся электродвигатели привода питателя, транспортера, боковых щеток, компрессора головной машины, а также привода транспортеров - накопителей полувагонов, рыхлителя и разгрузочного конвейера концевого полувагона.

Аппаратура управления, защиты и сигнализации, относящаяся к вышеперечисленным электроприводам, размещена на пультах и в распределительных шкафах головной машины и концевого полувагона.

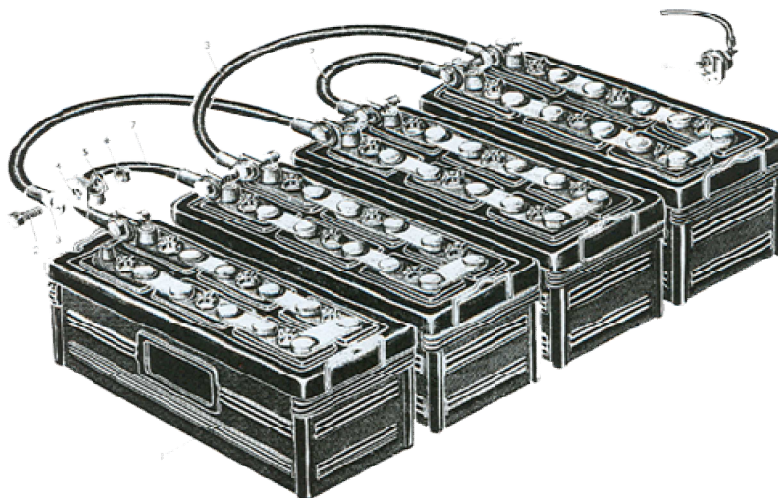
К группе 2 относится дизельная электростанция, состоящая из дизель-генератора УЗ6М и комплектного устройства КУ-67 или ШДУ, а также аккумуляторная батарея, установленная в кабине электростанции.

К группе 3 относятся вспомогательные механизмы, агрегаты и аппаратура: зарядное устройство для аккумуляторной батареи; аппаратура освещения и сигнализации, систем электрического отопления, противопожарной сигнализации, обогрева смотровых стекол, телефонной связи между кабинами головной машины и концевого полувагона; радиостанция.

Аккумуляторные батареи.

На снегоборочных машинах применяют свинцовые стартерные аккумуляторные батареи типа 6СТ-132. Они служат для обеспечения электроэнергией постоянного тока и напряжением 24В главным образом для стартера и аварийного освещения. Аккумуляторная батарея состоит из 6 банок, в которые опущены две свинцовые пластинки. В банки налит раствор из крепкой серной кислоты и дистиллированной воды. Серная кислота действует на свинцовые пластинки, и поверхность их покрывается сернокислым свинцом, а в электролите (растворе) остается почти чистая вода. Батарея в таком состоянии электрического тока давать не будет. Её необходимо зарядить, т. е. пропустить через неё постоянный ток от генератора или выпрямителя. Для этого плюсовую щётку генератора проводом соединяют с одной пластиной, а минусовую - с другой и приводят генератор в действие.

В процессе зарядки батареи через электролит от положительной пластинки проходит ток к отрицательной пластинке. При этом в батарее будет происходить химическая реакция. На положительной пластине сернокислый свинец превращается в перекись свинца, на отрицательной - в чистый губчатый свинец, а в растворе опять появится серная кислота, так как её частицы переходят с пластин в раствор. Когда преобразование пластин полностью закончится, батарея будет заряжена. Если пропускать ток дальше, т. е. после полной зарядки, то вода начнет разлагаться на водород и кислород, которые в виде пузырьков будут выделяться на поверхность электролита, образуя взрывоопасный гремучий газ.



Стартерная аккумуляторная батарея:

1- батарея 6СТ- 132 ЭМТ; 2- болт М10х26; 3- провод аккумуляторной батареи (длинный); 4- хомут; 5- шайба чистая 10; 6- гайка М10; 7- провод аккумуляторной батареи (короткий); 8- включатель «массы» с ручным управлением ВК-318Б

Если провода от пластин заряженной батареи соединить с потребителем, то в элементах батареи произойдет обратная химическая реакция и они отдадут запасенную электроэнергию в сеть. При этом пластины будут покрываться налетом сернокислого свинца, а в растворе появится вода. По плотности электролита, измеряемой ареометром, можно судить о степени заряженности аккумуляторной батареи. При плотности электролита 1,30, на 25% разряженной батареи плотность составит 1,26, а при плотности 1,28, составит- 1,24, на 50% разряженной батареи соответственно 1,22 и 1,20.

Электролит, заливаемый в банку, составляют из химически чистой крепкой серной кислоты и дистиллированной воды. В стеклянную банку при подготовке электролита сначала заливают воду, затем осторожно и постепенно доливают кислоту. Наоборот делать запрещается во избежание несчастных случаев.

Чтобы получить напряжение 12 В аккумуляторную батарею собирают из шести банок.

Для аккумулятора 6СТ-132 с условным обозначением 12Д2 номинальное напряжение 12 В, номинальная ёмкость 132, разрядный ток при 10 час. режиме 12 А, при 20 час. режиме 6,6 А, зарядный ток 13,0 А, электролита 8,0 л.

Батарею, разряженную более чем на 25% зимой и более чем на 50% летом снять с эксплуатации и поставить на заряд.

Химические источники э. д. с. (аккумуляторы, элементы) включаются между собой последовательно, параллельно и смешанно.

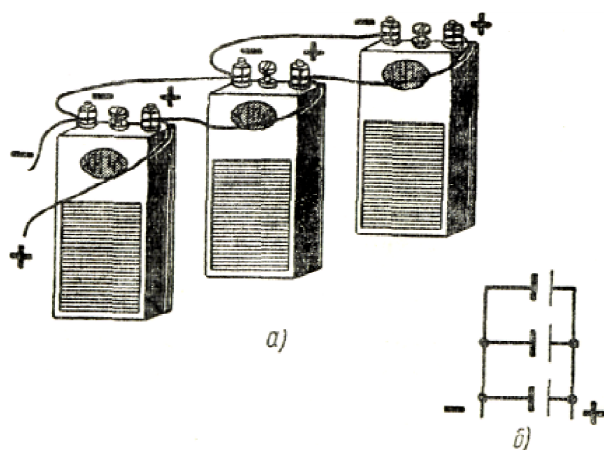
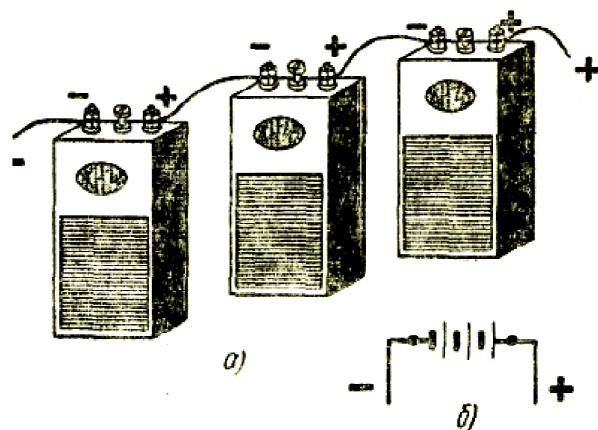
1. Последовательное соединение источников э.д, с. На рис. 1,а представлены три соединенных между собой аккумулятора, а на рис. 1, б дана схема того же соединения.

Такое соединение аккумуляторов, когда минус каждого предыдущего источника соединен с плюсом последующего источника, называется *последовательным соединением*.

Последовательно соединяют аккумуляторы в том случае, когда напряжение потребителя выше э. д. с. одного аккумулятора.

Практически приходится соединять между собой в батарее только однотипные аккумуляторы, т. е. имеющие одинаковые э. д. с., внутренние сопротивления и емкости.

2. Параллельное соединение источников э. д. с. Если положительные зажимы (плюсы) нескольких аккумуляторов соединить между собой и вывести общий плюс, а отрицательные зажимы (минусы) этих же аккумуляторов также соединить между собой и вывести общий минус, то такое соединение будет называться



параллельным. На «а» представлено параллельное соединение трех аккумуляторов, а на рис. «б» дана схема того же соединения.

Обязательным условием для параллельного соединения аккумуляторов является равенство их э. д. с., внутренних сопротивлений и емкостей, так как иначе между аккумуляторами будут протекать уравнивающие токи, вредные для батареи.

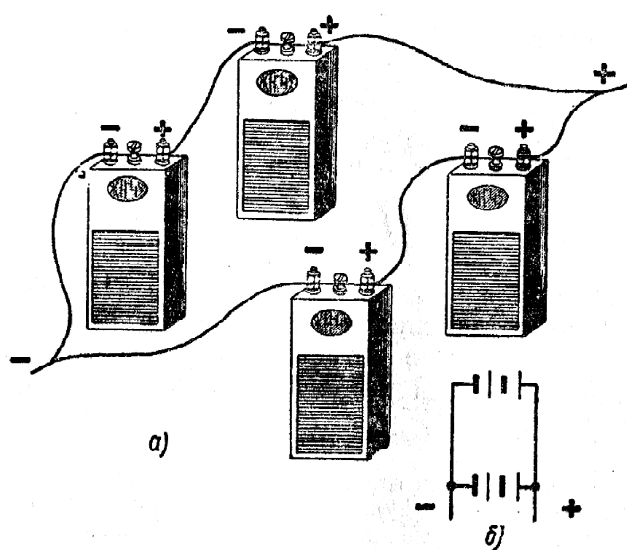
Э. д. с. батареи при параллельном соединении равна э. д. с. одного аккумулятора:

При параллельном соединении аккумуляторов батарея в целом может отдать в сеть ток, больший, чем каждый аккумулятор в отдельности.

Параллельное соединение аккумуляторов применяется в том случае, когда напряжение потребителя равно э. д. с. аккумулятора, а ток, необходимый потребителю, больше разрядного тока одного аккумулятора.

3. Смешанное соединение источников э. д. с. Комбинируя последовательное и параллельное соединения, мы получим смешанное соединение аккумуляторов. На рис. 3, а представлено смешанное соединение четырех аккумуляторов из двух параллельных групп по два элемента в каждой группе. Э. д. с. батареи со смешанным соединением аккумуляторов равна сумме э. д. с. элементов, последовательно включенных в каждую группу.

Смешанное соединение аккумуляторов применяется в том случае, когда напряжение и ток потребителя соответственно больше э. д. с. и разрядного тока одного аккумулятора.



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

Распределительная аппаратура.

Устройство и принцип работы распределительной аппаратуры: рубильников, различных видов переключателей и пакетных выключателей.

Распределительная аппаратура.

К этой аппаратуре относятся:

а) рубильники и переключатели (если требуется изменить у потребителя направление вращения или переключиться на другой источник питания,

б) автоматические выключатели - эти аппараты выполняют функции как распределительной, так и защитной аппаратуры,



(дополнительными) контактами. Рубильники, устанавливаемые снаружи на панели щита распределительного устройства, имеют, как правило, закрытое исполнение т.е. их контакты закрыты кожухом, обычно металлическим, обитым внутри листовым асбестом толщиной 1...2 мм. Рубильники, устанавливаемые внутри щита сзади от передней панели, обычно имеют открытое исполнение и снабжены тягой, соединенной с установленным на передней панели щита приводом.

Автоматические выключатели (автоматы) совмещают функции коммутационных и защитных аппаратов. С их помощью можно вручную включать и отключать электрическую цепь, и кроме того, они автоматически отключают цепь при нарушении нормального режима ее работы, например, при перегрузке, коротком замыкании, чрезмерном снижении или полном отсутствии напряжения.

Управление автоматом осуществляют рукояткой включения. При этом скорость включения контактов не зависит от скорости движения рукоятки. Механизм управления построен на принципе «ломающихся» рычагов и благодаря наличию элементов расцепления обеспечивает автоматическое отключение аппарата расцепителями при перегрузках и коротких замыканиях независимо от положения рукоятки включения.

Защитная аппаратура.

Назначение, устройство и принцип работы защитной аппаратуры: предохранителей, теплового реле, реле максимального тока, автоматических выключателей.

Аппаратура может работать в различных режимах: длительно, кратковременно или в условиях повторно-кратковременной нагрузки.

Аппараты различают также по следующим признакам:

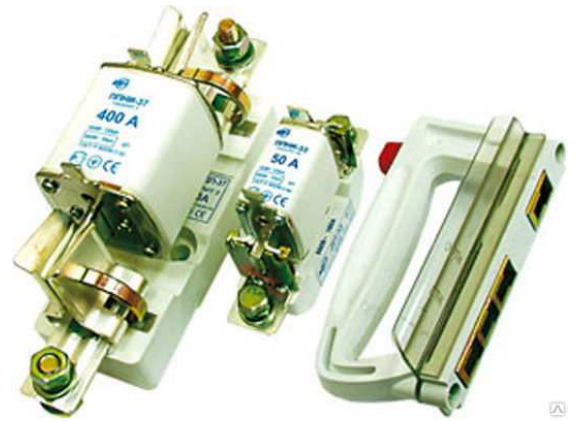
- номинальному току и напряжению;
- числу полюсов (фаз);
- роду тока (постоянный переменный);
- виду присоединения (с передним или задним присоединением проводов);
- способу защиты от воздействия окружающей среды (открытое исполнение, защищенное, пылезащищенное) и другим признакам.

Любой электрический потребитель должен быть защищен. Это необходимо как для самого потребителя, так и для той электрической сети, от которой он питается. При включении в сеть должны быть осуществлены две защиты: от коротких замыканий и от перегрузок. Если не будет защиты от коротких замыканий (КЗ), то при неисправности в самом потребителе может произойти отключение и других потребителей.

Защита от перегрузок предохраняет потребитель от выхода из строя. Самым чувствительным элементом любого электрического аппарата является его обмотка, а точнее - изоляция обмотки. При перегрузках происходит перегрев изоляции, она “стареет”, изоляция провода нарушается, происходит короткое замыкание и выход из строя потребителя.

Защитные аппараты.

Предохранитель - распространенный защитный аппарат, применяемый и в промышленности и на транспорте, и в быту. Предохранитель состоит из корпуса и плавкой вставки, защищает потребителя энергии от коротких замыканий и от длительных перегрузок. Если токи превышают допустимые для данного потребителя, то плавкая вставка перегорает и цепь питания потребителя прерывается.



Корпуса предохранителей выполняют из керамики-фарфора, стекла или специального картона – фибры. Некоторые предохранители выполняются с заполнением мелким кварцевым песком. При перегорании плавкой вставки песок заполняет образовавшийся разрыв и быстро прекращает горение возникающей электрической дуги. Быстрое гашение дуги необходимо для защиты контактов, а также для того, чтобы как можно быстрее прервать ток короткого замыкания, который может достигнуть очень больших величин и произвести значительные повреждения или вызвать пожар.



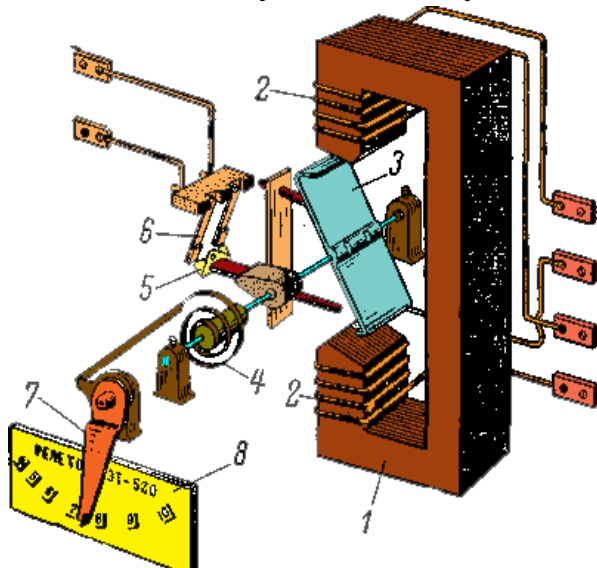
Недостаток предохранителей - необходимость замены плавких вставок после их сгорания.

Реле и релейная защита

В электротехнических установках реле — это аппарат, который при определенном воздействии на его воспринимающую часть той или иной физической величины (силы тока, напряжения, частоты, силы света, температуры, давления и т. п.) срабатывает, и его исполнительная часть производит в управляемых им цепях скачкообразное изменение тех или иных физических величин (силы тока, напряжения и т. д.). Обычно реле под воздействием малой мощности входной величины изменяет скачком режим какой-либо мощной системы.

По виду воздействующей величины реле защиты на реле тока, реле напряжения, реле сопротивления (реагирующие на изменение соотношения между напряжением и током) и реле направления мощности.

Реле прямого действия воздействуют непосредственно на выключатель. Реле косвенного действия контактами своей исполнительной части коммутирует цепи оперативного (вспомогательного) тока, а последний воздействует на отключающий механизм выключателя.



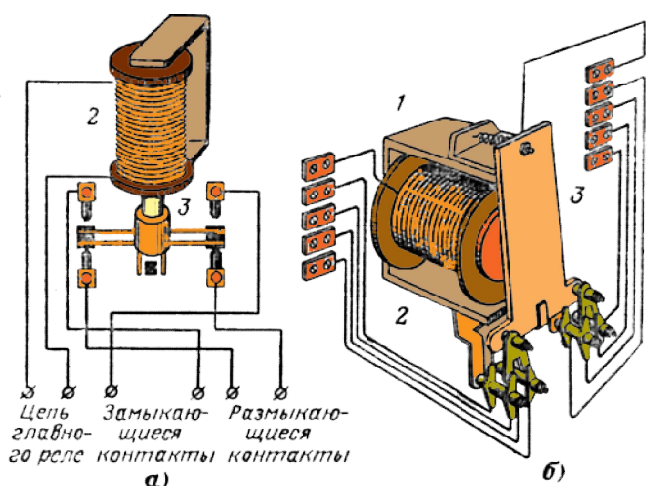
Первичные реле включаются непосредственно в защищаемую цепь. Этим упрощается устройство защиты, но при высоком напряжении трудно постоянно контролировать исправность первичного так как оно находится под высоким напряжением.

Вторичные реле включаются к защищаемым объектам через измерительные трансформаторы, что делает безопасным надзор за ними. В большинстве случаев в устройствах релейной защиты применяются вторичные реле косвенного действия. В реле могут быть применены самые различные движущие механизмы.

Реле тока косвенного действия выпускаются электромагнитные и индукционные. На рис. схематически показано устройство максимального токового реле мгновенного действия электромагнитной системы. Собранный из листовой электротехнической стали магнитопровод 1 снабжен обмоткой 2. Между полюсами этого электромагнита установлен на оси Z-образный стальной сердечник 3. Он удерживается в исходном положении пружиной 4, создающей противодействующий момент при повороте сердечника из нулевого положения.

Один конец пружины 4 закреплен на оси сердечника, а второй конец соединен с поводком 7, последний связан с указателем тока срабатывания реле, перемещаемым вдоль шкалы 8. При отсутствии тока пружина 4 удерживает сердечник прижатым к упорному штифту. Когда вращающий момент, создаваемый током, проходящим по катушке 2, становится больше противодействующего момента, создаваемого пружиной, сердечник поворачивается и подвижные контакты 5, укрепленные на нем, замыкают неподвижные контакты 6 — реле срабатывает. Ток срабатывания реле можно регулировать, изменяя затяжку пружины 4 посредством поводка 7. Это реле быстродействующее, но его контакты рассчитаны на замыкание цепи малой мощности, поэтому оно должно использоваться как реле косвенного действия. При срабатывании его контакты замыкают цепь тока промежуточного реле, а последнее своими достаточно мощными контактами замыкает цепь оперативного тока, отключающего выключатель.

Промежуточные реле изготавливаются электромагнитными. Такое реле может быть снабжено несколькими замыкающими и размыкающими контактами. В частности, оно может одновременно замыкать цепи оперативного тока нескольких выключателей.



Электромагнитное реле времени в основном представляет собой часовой механизм, который заводит электромагнит при замыкании цепи тока главным (быстродействующим) реле. Этот механизм спустя определенный, заранее установленный промежуток времени замыкает контакты цепи исполнительного тока.

Тепловые реле.

Назначение, устройство и принцип работы теплового реле. Схема соединения теплового реле в цепи включения двигателя

Тепловые реле. Предназначены для защиты потребителей энергии от длительных перегрузок.

Основной элемент теплового реле - биметаллическая пластина. Эта пластина состоит из двух пластин, скрепленных одна с другой методом прокатки. Пластины изготовлены из металлов, имеющих разные коэффициенты линейного удлинения при нагреве. Обычно биметаллическая пластина выполняется из инвара (сплав железа с никелем) и латуни.

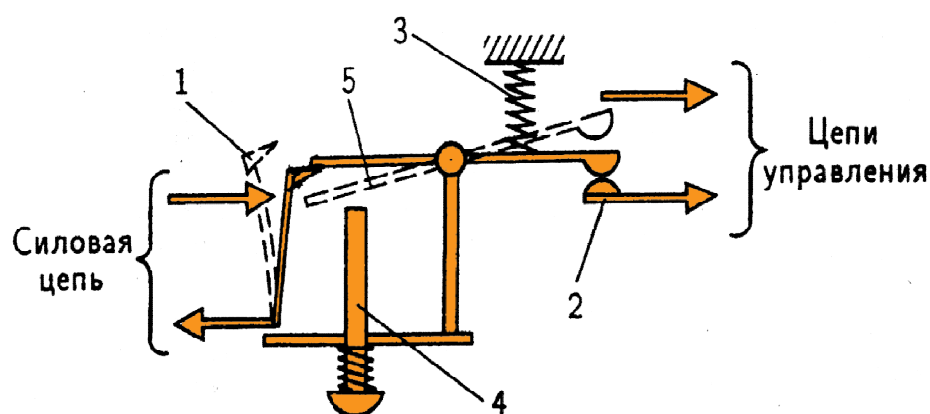


Рис. 7. Тепловое реле. Принципиальная схема: 1-биметаллическая пластина; 2-блок-контакты; 3-пружина; 4-кнопка ручного возврата; 5-траверса с блок-контактами.

При нагреве пластина изгибается в сторону металла с меньшим тепловым расширением. Изгиб пластины тем больше, чем выше температура нагрева, а температура нагрева в свою очередь зависит от величины тока. На этом принципе и построено тепловое реле.

Однако тепловое реле не обеспечивает защиту от коротких замыканий, так как короткое замыкание необходимо отключать очень быстро, практически мгновенно, а биметаллическая пластина изгибается относительно долго.

На рис.8 показана схема управления электродвигателем. Для защиты двигателя от перегрузки применено тепловое реле. Линия питания двигателя называется *силовой цепью*.

Двигатель получает напряжение лишь в том случае, если замкнуты главные линейные контакты 6. В силовую цепь последовательно с двигателем включена нагревательная спираль 1 теплового реле. Вспомогательная цепь, называемая также *цепью управления*, состоит из катушки электромагнита 5, контактов теплового реле 7 и включающего устройства 10. При замыкании цепи управления катушка электромагнита 5 возбудится и втянет стальной сердечник. При этом замкнутся линейные контакты 6, двигатель получит питание и начнет работать.

Нагревательная спираль 1 теплового реле будет нагреваться током двигателя. Биметаллическая пластина 2 реле, расположенная рядом со спиралью, также будет нагреваться.. Нагревательная спираль подбирается с таким расчетом,

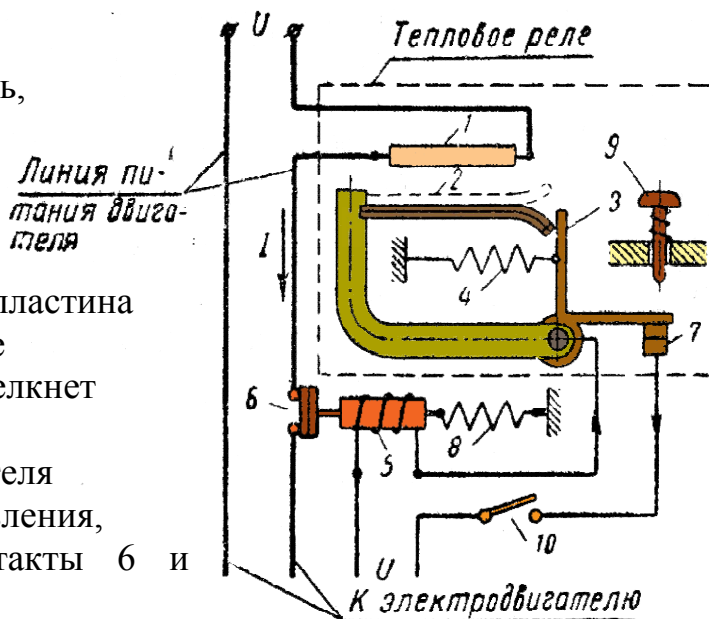
чтобы при нормальном режиме работы двигателя количество тепла, выдаваемое ею, было не в состоянии изогнуть биметаллическую пластину.

При перегрузке двигателя он начинает потреблять из сети ток больше нормального, обмотка двигателя перегревается; тогда начинает работать тепловое реле.

При длительных и опасных перегрузках двигателя количество тепла, выделяемое спиралью 1, увеличивается. Биметаллическая пластина 2, усиленно нагреваясь, будет изгибаться и, прогнувшись вверх, освободит рычажок 3, который ранее был защелкнут пластиной. постоянно оттягиваемый пружиной 4 рычажок, повернувшись, разомкнет вспомогательные контакты 7 и тем самым разорвет цепь катушки электромагнита 5, которая перестанет удерживать сердечник. Под действием пружины 8 он разъединит главные линейные контакты 6 в главной цепи двигателя. Двигатель остановится. Таким образом, тепловое реле защищает двигатель от перегрузки.

Чтобы вновь включить двигатель, нужно сначала замкнуть контакты 7, поворачивая вручную рычажок 3 при помощи особой кнопки «возврат» 9. однако рычажок 3 станет на место только после того, как биметаллическая пластина 2 остынет, вернется в свое первоначальное положение и защелкнет рычажок.

Если во время работы двигателя устройством 10 разорвать цепь управления, катушка 5 разомкнет линейные контакты 6 и двигатель остановится.



Реле максимального тока и напряжения.

Назначение, устройство и принцип работы реле максимального тока и реле напряжения.

Реле максимального тока.

Это реле предназначено для быстрого отключения токов короткого замыкания или недопустимых перегрузок, т. е. таких перегрузок, которые могут вывести из строя потребителя энергии.

По принципу действия реле максимального тока, также как реле напряжения, контакторы и магнитные пускатели, является электромагнитом, который преодолевает сопротивление пружины и притягивает траверсу (якорь) с контактами, когда ток, проходящий через катушку реле, достигает величины тока срабатывания.

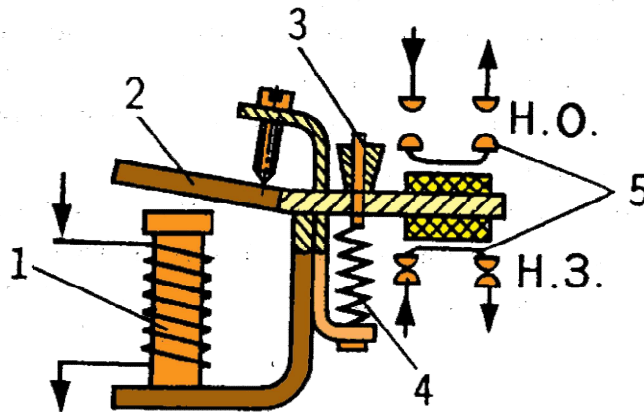


Рис. Принципиальная схема электромагнитного реле:

1-втягивающая катушка; 2-якорь реле; 3-регулирующий винт изменения установки срабатывания реле; 4-пружина; 5-Н.О. и Н.З. контакты.

При этом контакт реле размыкает цепь управления энергией и он отключается от питающей сети. У катушек реле напряжения, где токи малы, число витков порядка нескольких тысяч, а у максимальных реле - обычно порядка 2 - 10.

При малом числе витков индуктивность катушки мала и это повышает быстрдействие реле, что как раз и необходимо при отключении токов короткого замыкания или недопустимых перегрузок.

Автоматические выключатели

Простейшим устройством для автоматической защиты от повреждений при нарушении нормального рабочего режима установках с рабочим напряжением до 1 кВ являются автоматические воздушные (не масляные и не со сжатым воздухом) выключатели, часто называемые просто автоматами. Плавкие предохранители защищают электродвигатели и прочие промышленные устройства только от токов короткого замыкания, а от длительных перегрузок они надежно защитить не могут, поэтому в мощных электротехнических установках кроме плавких предохранителей устанавливаются автоматические максимальные выключатели.

Эти аппараты могут защищать установку не только при перегрузке током. Они производят отключение цепей автоматически при нарушении нормальных рабочих условий, причем в зависимости от рода автомата это отключение производится или, когда определенная электрическая величина переходит установленное предельное значение (максимальные и минимальные автоматы), или, когда изменяется направление передачи энергии (автоматы обратной мощности). Кроме того, существует большое число автоматов специального назначения. Для воздействия на защелку отключающего механизма в автоматах применяются электромагнитные, тепловые и комбинированные расцепители. В последнем случае электромагнитный и тепловой элементы могут независимо отключать автомат. В зависимости от назначения автомата в него могут встроены различные расцепители. На рис. показаны схематически автоматы с различными видами электромагнитных расцепителей.

Наиболее распространенным автоматическим воздушным выключателем является автомат максимального тока.

Когда ток в защищаемой цепи достигает предельного значения, катушка K втягивает стальной сердечник и защелка C освобождает пружину Π ; последняя

разрывает контакты A и, таким образом, выключает цепь. Конструктивные оформления этих автоматов весьма разнообразны.

Автоматы максимального тока применяются и в осветительных сетях жилых помещений взамен плавких предохранителей. Обратное включение автомата производится от руки, причем часто автомат снабжается свободным расцеплением, благодаря которому перегруженная цепь отключается, даже если электриком, включающий его, удерживает рукоятку автомата в положении включения. Часто автоматы снабжаются приспособлением для регулирования предельного тока, т. е. силы тока, при которой происходит отключение. Точность установки автомата на определенную предельную силу тока несравненно выше, чем при защите плавкими предохранителями, и в этом заключается одно из важнейших преимуществ автомата.

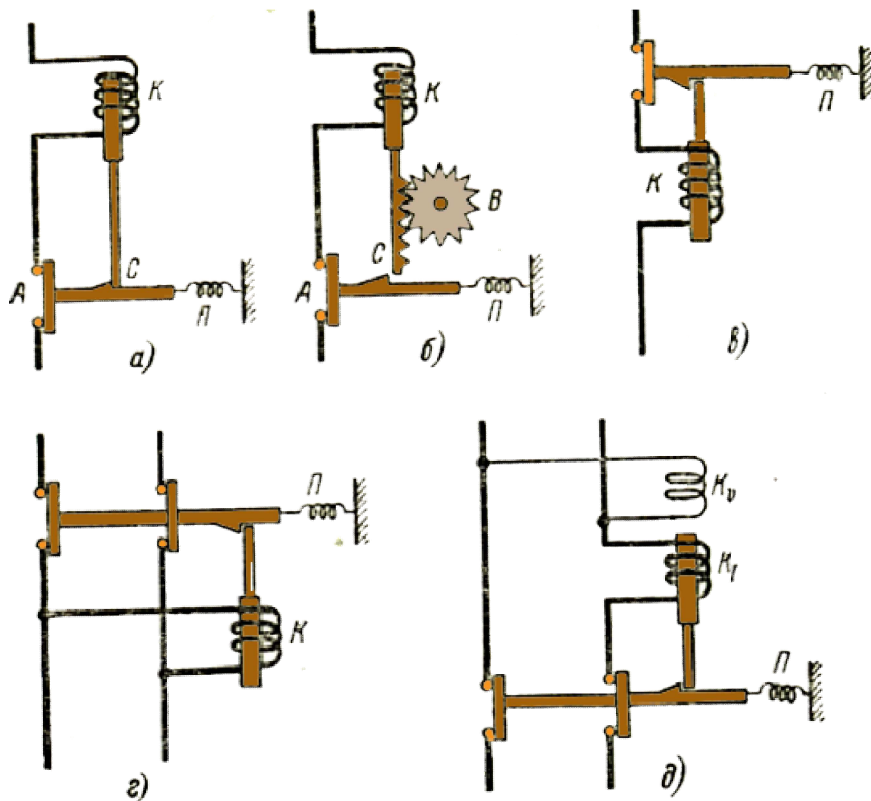


Рис. Принципиальные схемы действия электромагнитных автоматов различного назначения, а — автомат максимального тока; б — автомат максимального тока с выдержкой времени; в — автомат минимального тока; г — автомат понижения напряжения; д — автомат обратной мощности.

Чтобы избежать отключения установки при кратковременном толчке тока, не опасном для установки (например, пускового тока двигателя), автоматы иногда снабжаются устройством для выдержки времени (приспособление, которое создает определенный промежуток времени между воздействием тока на автомат и моментом отключения цепи).

зубчатая система B не позволяет катушке K мгновенно втянуть сердечник и освободить защелку C , так как сначала колесико B должно повернуться на определенный угол; тем самым создается определенная выдержка времени, которую можно регулировать.

Если толчок тока закончится прежде, чем механизм выдержки времени позволит освободить защелку, то сердечник вернется в исходное положение и отключения не произойдет.

Кроме часового механизма, для выдержки времени в автоматах с электромагнитным расцепителем применяются также масляный или воздушный тормоза и т. п.

Автомат минимального тока применяется в тех случаях, когда цепь должна быть отключена, если в ней или в одной из ее ветвей ток уменьшился ниже предельного значения.

катушка K удерживает сердечник и защелку до тех пор, пока ток в катушке не понизится до определенного предельного значения; тогда сердечник опускается и защелка освобождает пружину Π , которая размыкает контакты и отключает установку.

Автомат понижения напряжения

для защиты двигателей, снабженных пусковым реостатом; автомат отключает эти двигатели при понижении напряжения на их зажимах.

При отсутствии такого автомата понижение напряжения или его исчезновение вызывают остановку двигателя, а затем при обратном повышении напряжения вследствие того, что пусковой реостат не введен, возникает большой пусковой ток, нежелательный для сети и опасный для двигателя. Часто при отключении автоматически включается пусковой реостат.

Автомат обратной мощности применяется, например, для защиты параллельно работающих генераторов от перехода в режим работы двигателем.

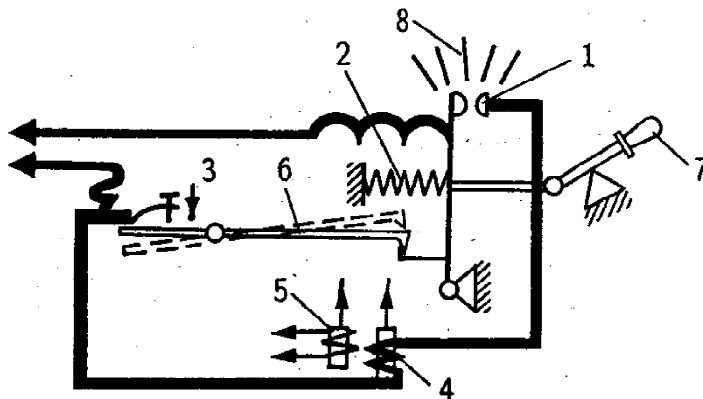
катушка тока K_i автомата при нормальном направлении передачи энергии создает магнитное поле, противоположное полю катушки напряжения K_v ; благодаря этому катушки не могут втянуть сердечник и освободить защелку C ; но при изменении направления передачи энергии изменяется направление тока в катушке K_j , поля катушек в этих условиях складываются и втягивают сердечник, что вызывает размыкание контактов и отключение генератора.

Автоматические выключатели - распространенные защитные аппараты, которые могут быть использованы одновременно и как аппараты распределительные.

Автоматы выполняют те же защитные функции, что и предохранители, а именно, могут защищать от коротких замыканий и длительных перегрузок, а, кроме того, могут защищать и от недопустимых перегрузок.

Однако, в отличие от предохранителей, где после срабатывания защиты необходимо заменять сгоревшую плавкую вставку, автомат достаточно включить повторно. Этим автоматы удобны в эксплуатации, но по своей конструкции аппараты более сложны и более дорогие.

Для приведения



автомата в рабочее состояние достаточно повернуть рукоятку или нажать кнопку включения, если автомат с моторным приводом.

Защитными устройствами автомата являются расцепители.

Автоматы выполняются в трехполюсном, двухполюсном и однополюсном исполнении.

Автомат для защиты может иметь тепловой, максимальный или оба типа расцепителя одновременно, т.е. комбинированный расцепитель.

Расцепитель тепловой осуществляет защиту потребителя от длительных перегрузок.

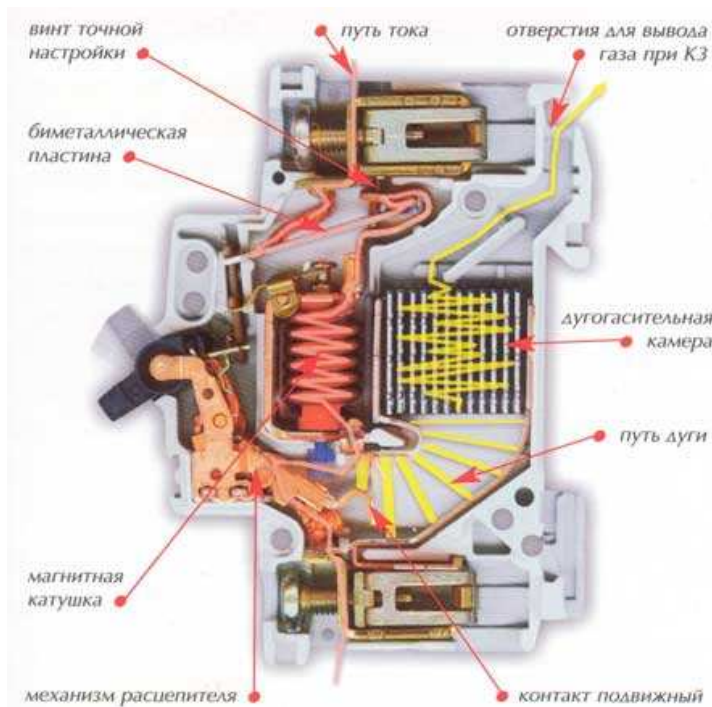
Расцепитель максимальный осуществляет защиту от коротких замыканий и недопустимых перегрузок.

Принцип действия максимального и теплового расцепителей такой же как и у теплового и максимального реле. От реле расцепители отличаются тем, что не имеют контактов. Расцепители при срабатывании действует на защелку автомата, которая “расцепляет” контакты автомата и отключает потребителя.

Автомат, снабженный только тепловым расцепителем, имеет соответствующее обозначение, например АП50-3Т, что означает: автомат на ток до 50 ампер, трехполюсный с тепловым расцепителем. Если у автомата только

максимальный расцепитель, то он обозначается АП50-3М. Автомат с комбинированным расцепителем обозначается АП50-3ТМ.

Помимо этих расцепителей автоматы могут иметь независимый расцепитель для дистанционного отключения автомата и минимальный – для отключения автомата при исчезновении напряжения.



Аппаратура управления.

Назначение, устройство и принцип работы аппаратуры управления: командоконтроллеров, контакторов, магнитных пускателей, концевых выключателей и универсальных переключателей.

Непосредственное включение в работу потребителей энергии, например, двигателей, и отключение их производится с помощью аппаратуры управления.

К аппаратуре управления относятся: командоконтроллеры, контакторы, магнитные пускатели, универсальные переключатели, реле времени и напряжения, концевые выключатели, кнопки и тумблеры.

В зависимости от природы явления, которое положено в основу действия аппаратов, их можно разделить на:

1. аппараты ручного управления (рубильники, переключатели, выключатели, контроллеры), действие которых происходит в результате механического воздействия на них внешних (мускульных) сил;

2. электромагнитные аппараты (магнитные пускатели, контакторы, электромагнитное реле), работа которых основана на электромагнитных силах, возникающих при работе аппарата.

В зависимости от выполняемых функций аппараты подразделяются на:

коммутационные, предназначенные для включения и отключения различных цепей. Коммутационная аппаратура может быть неавтоматического управления (рубильники, переключатели, магнитные пускатели) и автоматического управления (реле, контакторы, автоматические выключатели); токоограничивающие и пускорегулирующие (реостаты, контроллеры).

Непосредственное включение в работу потребителей энергии, двигателей, и отключение их производится с помощью аппаратуры управления. Распределительная и защитная аппаратура, за исключением автоматических выключателей, для оперативного включения потребителей обычно не используется. С помощью этих аппаратов только подготавливается цепь включения и защиты потребителя от аварийных режимов.

Так, для включения двигателей сначала включается автомат этого двигателя, а затем нажав кнопку управления включают магнитный пускатель, который своими контактами подключает двигатель к сети питания.

Рассмотрим отдельно каждый тип аппаратуры в цепи питания потребителя электрической энергии.

К аппаратуре управления относятся: командоконтроллеры, контакторы, магнитные пускатели, универсальные переключатели, реле времени и напряжения, концевые выключатели, кнопки и тумблеры.

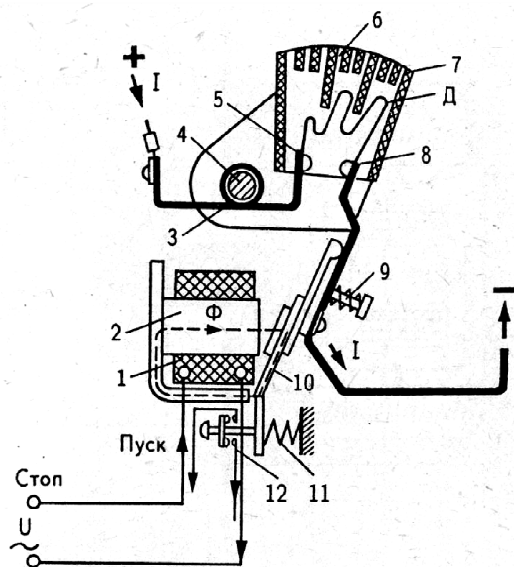
Командоконтроллеры применяются для коммутаций (переключений) в цепях постоянного и переменного тока. По конструкции они бывают барабанные, кулачковые, плоские или щеточные.

В плоских контроллерах на изоляционной плите по окружности располагаются неподвижные контакты, а подвижный контакт, связанный с маховичком или рукояткой, при повороте рукоятки вправо или скользит по неподвижным контактам, замыкая цепи подключенных к контактам аппаратов.

В кулачковых контроллерах на валу маховичка или рукоятки насажены кулачки с фигурным профилем, по которым при вращении маховичка перекачивается ролик, связанный с подвижным контактом. Когда ролик набегает на выступ кулачка, подвижный и неподвижный контакты размыкаются или замыкаются. Такие контроллеры снабжены дугогасительными камерами для быстрого гашения дуги и поэтому допускают большее число коммутаций, и

контакты здесь разрывают цепь быстрее, что тоже уменьшает обгорание контактов.

Контакты.



Как с помощью контроллера, так и с помощью контакторов производится коммутации в цепях потребителей энергии. Контакторы состоят из втягивающей катушки 1, которая при включении притягивает якорь 10 с установленными на нем контактами 8, которые при этом замыкают или размыкают цепи питания.

Контакторы имеют главные или силовые

контакты и блокировочные или вспомогательные 12 контакты. Главные контакты - в цепи потребителя энергии и через них проходит ток потребителя. Блокировочные контакты

используются в цепях управления для осуществления блокировок и сигнализации и рассчитаны на небольшие токи.

Реле времени. Реле времени или как их еще называют - таймеры позволяют производить включение или отключение аппаратов с выдержкой времени. Время выдержки у различных типов таких реле различно и изменяется от долей секунды до нескольких часов. Применяют следующие типы реле времени: Электромагнитное, пневматическое, электронное, электромашинное.

Концевые выключатели.

Эти аппараты предназначены для ограничения хода механизмов.

1. Рычажные - используются обычно на кранах.

2. Нажимного типа - на станках и для дверных блокировок.

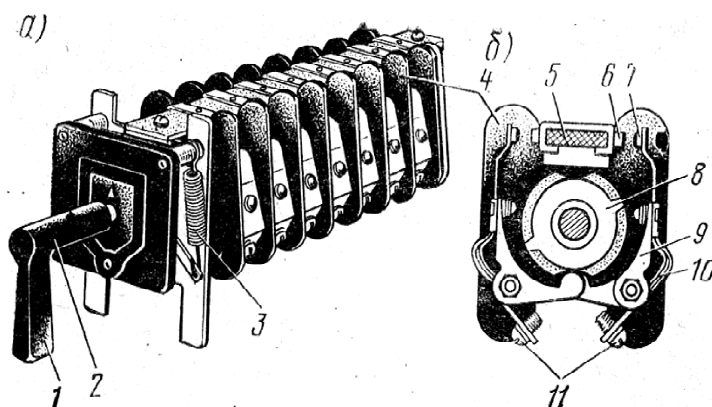
3. Моментного типа - применяются на машинах СМ.

Их применяют там, где требуется по условиям работы частое включение и отключение и поэтому возможно обгорание контактов. В этих выключателях возникающая при разрыве дуга гасится благодаря быстрому, разрыву цепи.

Универсальные переключатели (УП).

Применяются для переключений в нескольких цепях или как избиратели режима работы (например выбирается режим работы тяговых двигателей).

По своей конструкции УП похожи на командоконтроллеры. В



обоих случаях переключения производятся с помощью кулачков, расположенных на оси рукоятки. В отличие от командоконтроллеров УП рассчитаны на небольшие токи, используются преимущественно в цепях управления и не имеют дугогасительных камер.

Кнопки управления. Кнопки управления находят широкое применение при дистанционном управлении механизмами. Они используются как одиночно, так и в виде кнопочных постов управления с несколькими кнопками, например, в кабине конечного полувагона снегоуборочных машин. Кнопки имеют один или два контакта, которые замыкают или размыкают цепи управления при нажатии на кнопку.

Тумблеры. Используются также как и кнопки управления. Имеют два или три положения. Например, “включено” и “отключено” или “вверх”, “вниз” и “отключено”. Выполняются с фиксацией положения и самовозвратом в отключенное положение при отпускании тумблера.

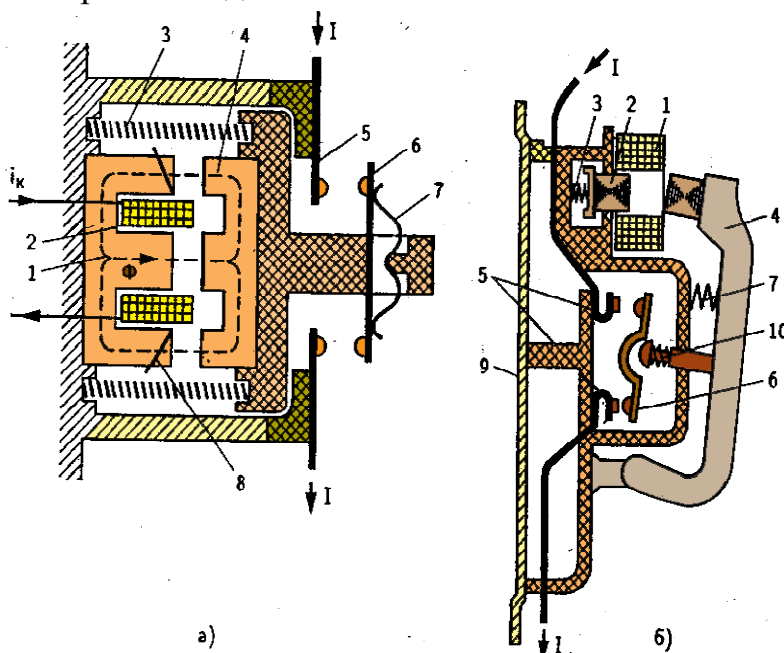
Нереверсивный магнитный пускатель.

Принцип работы нереверсивного магнитного пускателя.

Магнитные пускатели представляют собой электромагнитные аппараты, служащие для дистанционного управления трехфазными асинхронными двигателями. Магнитные пускатели имеют две цепи: основную - силовую и вспомогательную - цепь управления.

В силовую цепь входят главные линейные контакты и нагревательные элементы тепловых реле. По силовой цепи электрическая энергия трехфазного тока поступает в обмотку статора управляемого двигателя.

По своему устройству магнитные пускатели, также как и контакторы, имеют втягивающую катушку, главные или силовые контакты и блок-контакты. Используются магнитные пускатели для включения потребителей трехфазного переменного тока. Иногда магнитные пускатели монтируются и поставляются комплектно с тепловыми реле на одной плите.



Магнитные пускатели с прямоходовой подвижной системой имеют магнитопровод с катушкой (обмоткой управления). При прохождении тока i_k по катушке под действием магнитного потока Φ якорь, преодолевая усилие пружины, притягивается к магнитопроводу и контакты замыкаются.

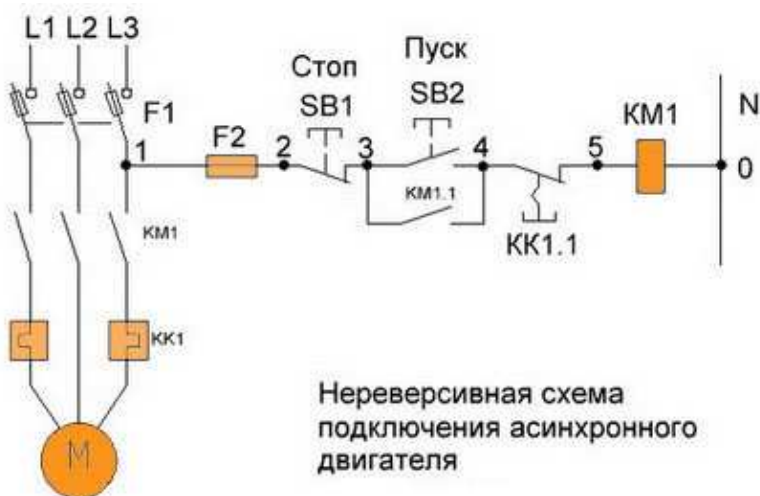
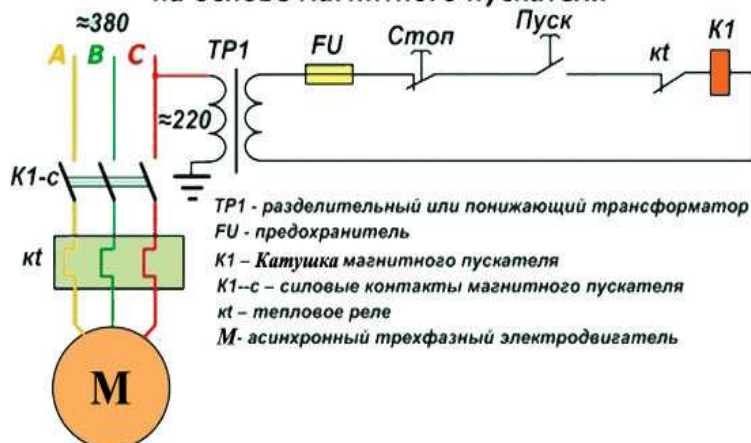
Нажатие контактов обеспечивает

пружина. Коротко-замкнутый виток предотвращает вибрацию контактов.

При отключении питания катушки якорь пружиной возвращает в исходное положение.

Магнитные пускатели с подвижной системой поворотного типа в принципе ничем не отличаются от прямоходовых за исключением поворотного магнитопровода.

Простая схема управления электродвигателем на основе магнитного пускателя



Работает пускатель следующим образом: при нажатии кнопки “Пуск” ток от одной фазы А проходит через контакты кнопок “Пуск” и “Стоп”, включающую катушку ВК, контакты тепловых реле ТР и проходит к другой фазе С. Катушка ВК втягивает якорь, главные линейные контакты Л при этом замыкаются, двигатель получает напряжение и начинает вращаться. При включении

главных контактов Л одновременно замыкаются нормально открытые блок-контакты БК, которые шунтируют кнопку “Пуск”, и её можно опустить. При этом ток, питающий включающую катушку, проходит от первой фазы через блок-контакты БК, кнопку “Стоп” и т. д. Останов двигателя происходит путем нажатия кнопки “Стоп”.

Защита двигателя от перегрузки осуществляется тепловыми реле, нагревательные элементы которых выбираются в соответствии с номинальным током двигателя. При протекании по обмотке двигателя тока, превышающего номинальный, тепловое реле размыкают свои контакты, что приводит к разрыву цепи включающей катушки, линейные контакты при этом размыкаются и двигатель автоматически останавливается.

Реверсивный магнитный пускатель.

Принцип работы реверсивного магнитного пускателя.

Для реверсивных двигателей (меняющий направление вращения) устанавливаются реверсивные магнитные пускатели (типа ПМ).

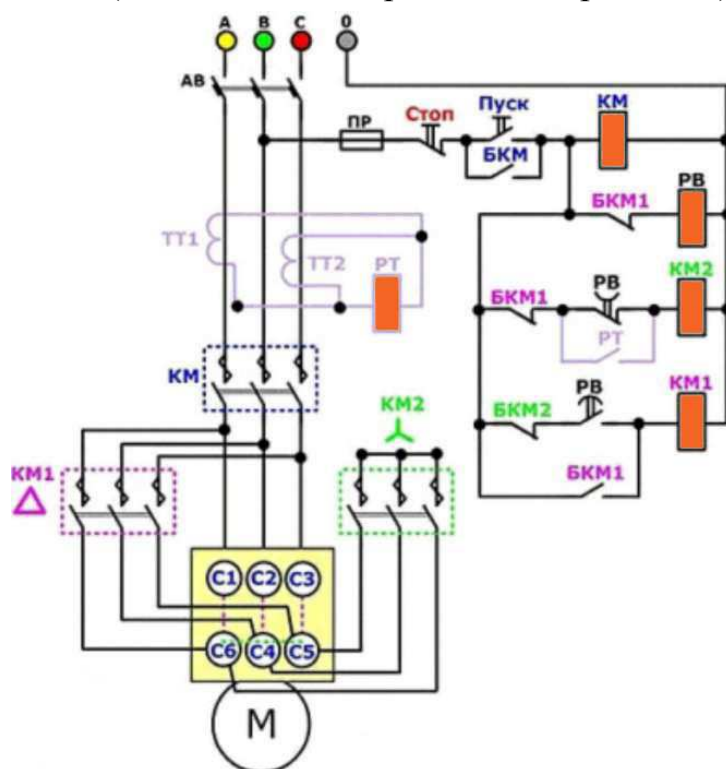
В реверсивном магнитном пускателе есть два контактора: один для пуска двигателя “Вперёд”, другой для вращения в противоположном направлении - “Назад”. Пускатель имеет две катушки: КВ - катушка включения “Вперёд” и КН - катушка включения “Назад”.

Кнопочная станция имеет соответственно три кнопки: “Вперёд”, “Назад” и “Стоп”. Оба контактора пускателя имеют механическую и электрическую блокировку с тем, чтобы при включении одного из них не мог быть включен другой. Электрическая блокировка выполняется контактами кнопочной станции, которые нормально замкнуты кнопками “Вперёд” и “Назад”

Рассмотрим работу реверсивного магнитного пускателя. При нажатии кнопки “Вперёд” ток от одной фазы проходит через кнопку “Стоп”, затем через кнопку “Назад”, включающую катушку “Вперёд” КВ, далее через контакты тепловых реле ТР на другую фазу.

Включающая катушка КВ возбуждается и замыкает линейные контакты “Вперед”. Одновременно включается блок-катушка БВ и шунтирует кнопку “Вперед”, которую можно теперь отпустить. Двигатель получает напряжение и начинает вращаться. Следует обратить внимание на то, что, когда мы нажимаем кнопку “Вперед”, ток проходит через кнопку “Назад” и наоборот. Тем самым осуществляется электрическая блокировка. Изменение направления вращения происходит при включении контактора “Назад”, который меняет местами две крайние фазы.

Отключение двигателя производится механическим воздействием на контактную систему 1ПВ или 2 ПВ. Включение размыкающих контактов путевых выключателей в цепи питания катушек контактов КВ или КН приводит к отключению электродвигателя.



Контрольно-измерительные приборы.

Схемы включения амперметров, вольтметров, частотомера, тахометра и ваттметра.

Назначение и классификация КИП. Способы их включения в электрические схемы. Измерение сопротивления изоляции, плотности электролита, напряжения на аккумуляторной батарее. Принцип работы КИП на СМ.

Если для определения времени служат часы, для измерения длины, площади и объема служат соответственно линейные, квадратные и кубические меры, то для измерения электрических величин применяются специальные измерительные приборы. Электроизмерительные приборы нашли себе широкое применение для рациональной эксплуатации, контроля и защиты электрических установок в различных отраслях народного хозяйства.

Электроизмерительные приборы различают по следующим признакам:

- по роду измеряемой величины;
- по роду тока;
- по степени точности;
- по принципу действия;
- по способу получения отсчета;
- по характеру применения.

Кроме этих признаков, электроизмерительные приборы можно также отличать:

- по способу монтажа;
- по способу защиты от внешних магнитных или электрических полей;
- по выносливости в отношении перегрузок;
- по пригодности к применению при различных температурах;
- по габаритным размерам и другим признакам.

Для измерения электрических величин применяются различные электроизмерительные приборы, а именно: тока - **амперметр**; напряжения - **вольтметр**; электрического сопротивления - **омметр**, **мосты сопротивлений**; мощности - **ваттметр**; электрической энергии - **счетчик**; частоты переменного тока - **частотомер**; коэффициента мощности - **фазометр**; плотности электролита - **ариометр**.

По роду тока приборы делятся на приборы постоянного и переменного тока.

По степени точности приборы делятся на восемь классов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5 и 4. Цифры указывают значение допустимой приведенной погрешности в процентах.

По принципу действия приборы подразделяются на магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические (ферродинамические), индукционные, тепловые, вибрационные, термоэлектрические, детекторные и др.

По способу получения отсчета приборы могут быть с непосредственным отсчетом и самозаписывающие.

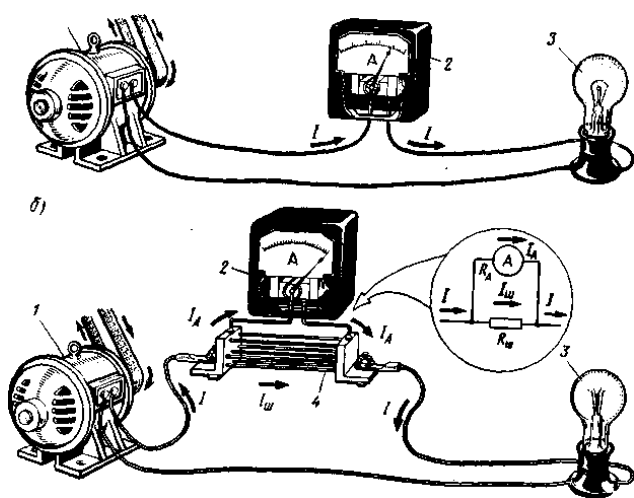
По характеру применения приборы делятся на стационарные, переносные и для подвижных установок.

Измерение тока и напряжения

Измерение тока. Для измерения тока в цепи амперметр 2 (рис) или миллиамперметр включают в электрическую цепь последовательно с приемником 3 электрической энергии.

Для того чтобы включение амперметра не оказывало влияния на работу электрических установок и он не создавал больших потерь энергии, амперметры выполняют с малым внутренним сопротивлением. Поэтому практически сопротивление его можно считать равным нулю и

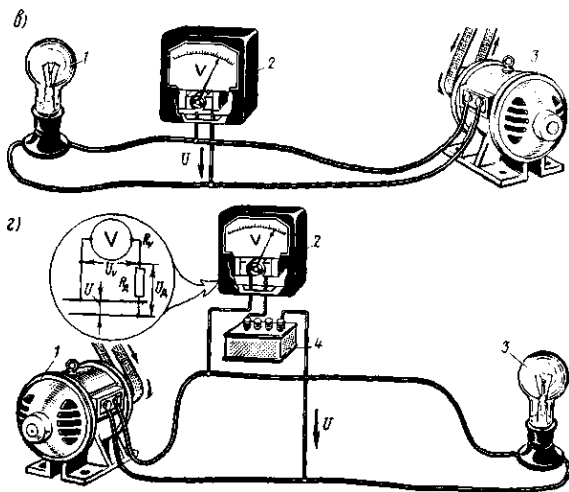
пренебрегать вызываемым им падением напряжения. Амперметр можно включать в цепь только последовательно с нагрузкой. Если амперметр подключить непосредственно к источнику 1, то через катушку прибора пойдет очень большой ток (сопротивление амперметра мало) и она сгорит.



Для расширения пределов измерения амперметров, предназначенных для работы в цепях постоянного тока, их включают и цепь параллельно шунту. При этом через прибор проходит только часть I_A измеряемого тока I , обратно пропорциональная его сопротивлению R_A . Большая часть $I_{ш}$ этого тока проходит через шунт. Прибор измеряет падение напряжения на шунте, зависящее от проходящего через шунт тока, т. е. используется в качестве милливольтметра.

Шкала прибора градуируется в амперах.

Конструктивно шунты либо монтируют в корпус прибора (шунты на токи до 50 А), либо устанавливают вне его и соединяют с прибором проводами. Если прибор предназначен для постоянной работы с шунтом, то шкала его градуируется сразу в значениях измеряемого тока с учетом коэффициента шунтирования и никаких расчетов для определения тока выполнять не требуется. В случае применения наружных (отдельных от приборов) шунтов на них указывают номинальный ток, на который они рассчитаны, и номинальное напряжение на зажимах (калиброванные шунты). Согласно стандартам это напряжение может быть равно 45, 75, 100 и 150 мВ. Шунты подбирают к приборам так, чтобы, при номинальном напряжении на зажимах шунта стрелка прибора отклонялась на всю шкалу. Следовательно, номинальные напряжения прибора и шунта должны быть одинаковыми. Имеются также индивидуальные шунты, предназначенные для работы с определенным прибором. Шунты делят на пять классов точности (0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5). Обозначение класса соответствует допустимой погрешности в процентах. Для того чтобы повышение температуры шунта при прохождении по нему тока не оказывало влияния на показания прибора, шунты изготавливают из материалов с большим удельным сопротивлением и малым температурным коэффициентом (константан, манганин, никелин и пр.). Для уменьшения влияния температуры на показания амперметра последовательно с катушкой прибора в некоторых случаях включают добавочный резистор из константана или другого подобного материала.



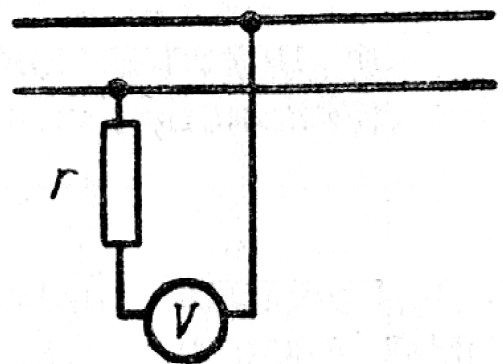
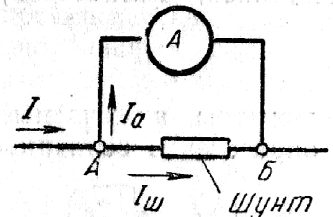
Измерение напряжения. Для измерения напряжения U , действующего между какими-либо двумя точками электрической цепи, вольтметр 2 (рис. в) присоединяют к этим точкам, т. е. параллельно источнику 1 электрической энергии или приемнику 3. Для того чтобы включение вольтметра не оказывало влияния на работу электрических установок и он не создавал больших потерь энергии, вольтметры выполняют с большим сопротивлением. Поэтому практически можно пренебрегать проходящим по вольтметру

током.

Для расширения пределов измерения вольтметров последовательно с обмоткой прибора включают добавочный резистор 4 R (рис.г). При этом на прибор приходится лишь часть U_v измеряемого напряжения U , пропорциональная сопротивлению

Способы включения КИП в электрические схемы.

Для измерения тока в цепи служат амперметры, включаемые последовательно в цепь, где производится определение величины тока. Чтобы ток в цепи при включении амперметра не изменился, необходимо сопротивление его обмотки делать очень малым. Для этого обмотку амперметра делают из небольшого числа витков толстой проволоки. Чтобы расширить пределы измерения амперметра, применяют шунты. Шунт включается в цепь последовательно. Параллельно ему включается амперметр. На токи до 100 А шунты помещают внутри прибора. На большие токи шунты делаются наружными и присоединяются к амперметрам при помощи проводов, сопротивление которых точно выверено, так как иначе распределение токов будет другим и измерение неправильным.



Для измерения напряжения употребляют вольтметры. Вольтметры включаются параллельно тому участку цепи, где необходимо измерять напряжение. Чтобы прибор не потреблял большой ток и не влиял на величину напряжения цепи, обмотка его должна иметь большое сопротивление. Чем больше внутреннее сопротивление вольтметра, тем точнее он будет измерять величину напряжения. Для этого обмотка вольтметра изготавливается из большого числа витков тонкой проволоки.

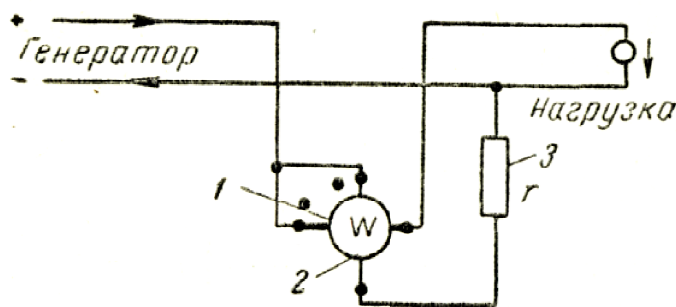
Для расширения пределов измерения вольтметров употребляются добавочные сопротивления, включаемые последовательно с вольтметрами. В этом случае напряжение сети распределяется между вольтметром и добавочным сопротивлением.

Измерение активной мощности. $P=UI$

Из формулы мощности постоянного тока видно, что определение мощности может быть произведено путем умножения показаний амперметра и вольтметра. Однако на практике измерение мощности обычно производится при помощи специальных приборов – ваттметров. ваттметр состоит из двух катушек: неподвижной 1, состоящей из небольшого числа витков толстой проволоки, и подвижной 2, состоящей из большого числа витков тонкой проволоки. При включении ваттметра ток нагрузки проходит через неподвижную катушку, последовательно включенную в цепь, а подвижная катушка включается параллельно потребителю. Для уменьшения потребляемой мощности в параллельной обмотке и уменьшения веса подвижной катушки последовательно с ней включается добавочное сопротивление 3 из манганина. В результате взаимодействия магнитных полей подвижной и неподвижной катушек возникает момент вращения, пропорциональный токам обеих катушек.

Для измерения мощности переменного тока пользуются ваттметрами ферродинамической системы.

При включении электродинамического ваттметра в цепь переменного тока магнитные поля подвижной и неподвижной и неподвижной катушек, взаимодействуя между собой, вызовут поворот подвижной катушки.



При измерении ваттметром мощности в сетях низкого напряжения с большими токами применяют трансформаторы тока.

В сетях высокого напряжения при измерении мощности используются измерительные трансформаторы напряжения и тока.

Для измерения активной энергии в цепях однофазного переменного тока применяют счетчики индукционной системы.

При симметричной нагрузке трехфазной системы для измерения мощности пользуются одним однофазным ваттметром, включенным по схеме соединения звездой, и соединения треугольником. По последовательной обмотке ваттметра в этом случае протекает фазный ток, а параллельная обмотка включена на фазное напряжение. Поэтому ваттметр покажет мощность одной фазы. Для получения мощности трехфазной системы нужно показание однофазного ваттметра умножить на три.

При несимметричной нагрузке в четырехпроводной сети трехфазного тока для измерения мощности применяется схема трех ваттметров. Каждый однофазный ваттметр измеряет мощность одной фазы. Для получения мощности трехфазной системы необходимо взять сумму показаний трех ваттметров.

Регуляторы напряжения

Кроме ручного регулирования напряжения с помощью реостата в цепи обмотки возбуждения генератора на электростанциях предусмотрено также автоматическое регулирование, выполненное на компаундирующих сопротивлениях. Однако такая схема автоматического регулирования целесообразна лишь на маломощных электростанциях, где потери от прохождения тока по компаундирующим сопротивлениям и их нагрев сравнительно невелики.

Электроизмерительные приборы распределительных устройств

Для контроля за режимом работы передвижных электростанций на их распределительных устройствах устанавливают электроизмерительные приборы: амперметры для измерения токов, вольтметры для измерения напряжений, частотомеры для измерения частоты тока, киловаттметры для измерения мощности, счетчики для измерения выработанной электроэнергии.

Одним из наиболее важных качеств измерительного прибора является точность, которую характеризуют обозначенным на шкале прибора классом точности. Отношение (в процентах) погрешности к наибольшему показанию, на которое рассчитан данный прибор, определяет класс точности прибора.

В зависимости от принципа действия электроизмерительные приборы классифицируют по системам. На передвижных электростанциях при их эксплуатации чаще других используют приборы следующих систем: электромагнитной, магнитоэлектрической, электродинамической, ферродинамической, вибрационной и индукционной.

Электромагнитные приборы чаще всего используют в качестве амперметров и вольтметров. Приборы этой системы используются как на постоянном, так и на переменном токе.

Магнитоэлектрический прибор

Устройство электроизмерительных приборов электромагнит -подковообразного постоянно-магнитной, магнитоэлектрической, электродинамической и магнита внутри которого ферродинамической системного (между полюсными башмаками) помещена подвижная система. Она представляет собой опирающуюся на подшипники ось, на которой закреплены стрелка, две спиральные пружины, катушка, намотанная на прямоугольную рамку из алюминия. Электрический ток подводят к катушке через спиральные пружины, служащие одновременно для возврата стрелки в исходное положение. Между стальным цилиндрическим сердечником и полюсными башмаками, укрепленными на постоянном магните, имеется воздушный зазор, в котором образуется магнитное поле.

Проходящий по катушке ток, взаимодействуя с магнитным полем, создает вращающий момент, под действием которого катушка вместе с сердечником, осью и стрелкой поворачивается на некоторый угол. Противодействующий момент создается пружинами прибора. Угол поворота подвижной системы зависит от силы тока в проводах рамки: чем больше ток в катушке, тем больше действующий на нее вращающий момент и тем больше угол ее поворота. Ввиду того, что катушка

поворачивается в ту или иную сторону в зависимости от направления тока, надо следить за правильным включением прибора в сеть. Магнитоэлектрические приборы обычно имеют магнитный демпфер, действие которого основано на торможении рамки индуцируемыми токами. В алюминиевом каркасе (в рамке), на котором намотана катушка, при повороте в магнитном поле индуцируются вихревые токи, которые тормозят движение рамки и таким образом быстро успокаивают подвижную систему прибора. Приборы магнитоэлектрической системы на передвижных электростанциях применяют в качестве амперметров и вольтметров постоянного тока. Для измерения больших токов служат амперметры с шунтами, т.е. сопротивлениями малой величины, подключаемыми параллельно амперметру. Вольтметры снабжают добавочными сопротивлениями. Магнитоэлектрические приборы более чувствительны к перегрузкам, чем электромагнитные.

Электродинамический прибор.

При прохождении тока через обмотки катушек в них одновременно возникают два взаимодействующих магнитных поля. Взаимодействие магнитных полей заставляет подвижную катушку повернуться так, чтобы ее магнитное поле совпало с магнитным полем неподвижной катушки. По углу отклонения подвижной катушки судят о значении тока или напряжения. В электродинамических амперметрах катушки прибора соединены параллельно, а в вольтметрах — последовательно с добавочным сопротивлением. Электродинамические приборы обладают высокой точностью, обусловленной отсутствием погрешности, вносимой железными сердечниками. Приборы этой системы могут использоваться в цепях постоянного и переменного тока. Однако из-за большой чувствительности к перегрузкам и влиянию внешних магнитных полей электродинамические приборы почти не применяют в качестве щитовых, а обычно используют при ремонте и испытаниях электрооборудования.

Ферродинамическими приборами являются, например, киловаттметры, устанавливаемые на панелях щитов распределительных устройств передвижных электростанций для контроля мощности нагрузки.

Мегомметры.

Измерение сопротивления изоляции мегомметром.

Мегомметры служат для измерения сопротивления изоляции отдельных частей электротехнических установок по отношению к “земле” и друг относительно друга.

Согласно правилам сопротивление изоляции проводов должно быть не менее чем 1000 Ом на каждый вольт рабочего напряжения. Так, например, для сети с рабочим напряжением 220 В сопротивление изоляции должно быть не менее 200000 Ом, 220 КОм, или 0,22 МгОм. На снегоуборочных машинах принято - изоляция проводов должна быть не менее 0.5 МгОм.

Измерение сопротивления изоляции должно производиться напряжением, по возможности равным рабочему, и во всяком случае напряжением, не меньшим 100 в.

Мегомметры, показания которых зависят от напряжения, состоят из источника напряжения и измерителя. Если последовательно в цепь включить регулируемое сопротивление r , то показания измерителя (вольтметра) будут зависеть от величины этого сопротивления (при постоянном напряжении цепи). При $r = 0$

показание вольтметра будет наибольшим, при $r = \infty$ вольтметр покажет нуль. Включая в цепь различные сопротивления, можно отградуировать шкалу измерителя непосредственно в омах (килоомах, мегомах). В дальнейшем таким прибором можно воспользоваться для измерения сопротивлений, если применить источник энергии с напряжением, равным напряжению при градуировке.

