

Краткий конспект лекций для ответов на экзаменационные вопросы

Содержание

1. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Закон Кулона. Взаимодействие заряженных тел.
2. Проводники, диэлектрики, полупроводники. Их свойства. Применение.
3. Потенциал. Разность потенциалов.
4. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов.
5. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Применение конденсаторов.
6. Действие электрических полей на приборы и человека. Меры защиты от вредного действия электрических полей.
7. Постоянный электрический ток. Плотность тока.
8. Закон Ома. Закон Кирхгофа.
9. Работа и мощность электрического тока.
10. Измерение электрических величин. Устройство амперметра, вольтметра, омметра. Мультиметры.
11. Переменный ток. Простейший генератор переменного тока. Период и частота переменного тока. Амплитудное (максимальное) значение, действующее значение переменного тока.
12. Активное и реактивное сопротивление в цепи переменного тока.
13. Трехфазный электрический ток. Генератор трехфазного электрического тока.
14. Схема соединения звездой и треугольником. Соотношение токов и напряжений.
15. Электрические машины. Основные понятия. Устройство.
16. Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором.
17. Асинхронный электродвигатель с фазным ротором. Отличие асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.
18. Регулирование частоты вращения электродвигателей.
19. Синхронный двигатель. Устройство двигателя синхронного типа.
20. Трансформаторы. Устройство и назначение трансформаторов.
21. Устройство электрических машин постоянного тока.
22. Электрические схемы. Виды схем. Обозначение элементов на электрических схемах.
23. Метрология. Понятие погрешности прибора. Истинное и действительное значение физической величины.
24. Основная и дополнительная погрешность.
25. Абсолютная и относительная погрешность. Приведенная погрешность. Класс точности прибора.
26. Случайная и систематическая погрешность.
27. Виды уровнемеров. Методы измерения уровня.
28. Средства измерения давления.
29. Температурные датчики. Термопары.
30. Расходомеры. Методы измерения расхода.
31. Электрические исполнительные механизмы.
32. Пневматические исполнительные механизмы.

33. Поворотные, кнопочные, пакетные выключатели и переключатели. Рубильники.
34. Автоматические выключатели (автоматы). Их устройство.
35. Плавкие предохранители.
36. Тепловые реле. Их устройство.
37. Регулировка теплового реле.
38. Контакторы (магнитные пускатели)
39. Реостаты. Устройство реостата.
40. Управление электроприемниками при помощи магнитного пускателя. Основы автоматизации.
41. Чтение чертежей. Принципы построения чертежа.
42. Виды ремонтов средств КИП и А
43. Организация рабочего места слесаря КИП и А
44. Опасные и вредные производственные факторы.
45. Обязанности физических и юридических лиц по обеспечению промышленной безопасности.
46. Порядок расследования аварий и несчастных случаев на производстве.
47. Действие электрического тока на человека.
48. Защитное заземление и зануление
49. Детали приборов и машин. Основные определения.
50. Понятие Коэффициента Полезного Действия (КПД)
51. Виды соединений. Резьбовые соединения.
52. Виды соединений. Шпоночное соединение.
53. Виды соединений. Шлицевое соединение.
54. Виды соединений. Заклепочное соединение.
55. Виды соединений. Сварочное соединение. Электродуговая и газовая сварка.
56. Виды соединений. Клеевое соединение.
57. Механические передачи. Зубчатые передачи.
58. Механические передачи. Фрикционные передачи.
59. Механические передачи. Цепные передачи.
60. Механические передачи. Ременные передачи.
61. Механические передачи. Червячные передачи.
62. Валы и оси.
63. Подшипники качения и скольжения.
64. Муфты. Виды муфт.
65. Понятие о допусках и посадках.
66. Свойства материалов. Их применение.
67. Виды ремонтов средств КИП и А.
68. Организация рабочего места слесаря КИП и А.
69. Промышленная безопасность. Опасные и вредные производственные факторы.
70. Обязанности физических и юридических лиц по обеспечению промышленной безопасности.
71. Порядок расследования аварий и несчастных случаев на производстве.
72. Техника безопасности при работе в электроустановках. Действие электрического тока на человека.
73. Основные и дополнительные средства защиты при работе в электроустановках.
- 74. Защитное заземление и зануление.**

Электростатика.

Электрическое поле. Тела с избытком заряженных частиц электронов или с их недостатком называются заряженными частицами. При избытке электронов в теле тела приобретают отрицательный заряд, а при недостатке электронов –положительный заряд. Заряженные тела особым образом действуют на окружающую их среду. Это распространяющееся от заряженных тел действие называется электрическим полем. Кроме того заряженные тела оказывают воздействие друг на друга. Известно что одинаково заряженные тела отталкиваются друг от друга, а разноименно заряженные притягиваются. Это взаимодействие названо по имени ученого физика - Закон Кулона, который изучал это явление. **Закон Кулона** гласит: сила взаимодействия двух заряженных прямопропорциональна произведению зарядов на этих телах и обратнопропорциональна квадрату расстояния между ними. Т.е. чем сильнее заряды тем сильнее они взаимодействуют, но сила этого взаимодействия резко убывает (по квадратной характеристике) с увеличением расстояния. Кроме того сила взаимодействия зависит от среды в которой находятся заряды, а именно **электрической проницаемостью** среды (вещества).

Из закона кулона следует, что заряд распространяет в окружающую среду электрическое поле и оказывает силу на такие же заряды. Электрическое поле характеризуется его напряженностью. **Напряженность поля** –сила действующая на заряд в 1кл (один кулон) расположенный в рассматриваемой точке поля. Сила, а соответственно напряженность поля резко падает с удалением от заряда.

Проводники, диэлектрики, полупроводники. Все вещества по электрическим свойствам разделяются на проводники, диэлектрики и полупроводники. Проводники имеют свободные электрические заряды (электроны) При приложении к проводникам электрического поля электроны в них приходят в движение. Т.е. электрическое поле создает ток в проводниках.

Диэлектрики не имеют свободных электронов и поэтому по иному ведут себя в электрическом поле. Электроны в диэлектриках жестко связаны с ядрами молекул вещества, но под действием поля электроны смещаются в молекулах в сторону заряда, происходит поляризация диэлектрика. При увеличении напряженности поля до некоторого предела ядра молекул не могут удерживать электроны и происходит электрический пробой диэлектрика. При этом диэлектрик ведет себя как проводник.

Полупроводники имеют особые свойства, отличные от проводников и диэлектриков. Полупроводники при определенных условиях могут как проводить электрический ток так и не проводить. Эти особые свойства полупроводников используются в полупроводниковых приборах.

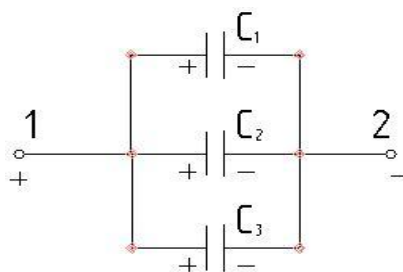
Потенциал. Разность потенциалов. В случае, если тело заряжено положительно имеет недостаток электронов, то говорят оно имеет положительный потенциал. Если тело имеет избыток электронов, заряжено отрицательно и имеет отрицательный потенциал. Оценивается в Вольтах (в). Потенциал различных точек обычно сравнивают с потенциалом земли, который принято считать равным 0в. Если тела имеют различные по величине заряды, говорят о разности потенциалов. Соединив такие тела проводником, получим электрический ток. Под действием электрического поля ток будет течь от тела с большим зарядом к телу с меньшим зарядом.

Электрическая емкость. Конденсаторы. Схемы соединения конденсаторов. Электрическая емкость характеризует способность устройства состоящего из двух проводников разделенных диэлектриком накапливать электрические заряды. Прибор состоящий из двух пластин разделенных диэлектриком называется конденсатор. Конденсатор предназначен для накопления электрического заряда. Емкость конденсатора –количество заряда, который способен накопить конденсатор оценивается в Фарадах и зависит от площади пластин, расстояния между пластинами и электрической проницаемости среды между пластинами. Чем больше площадь пластин, чем

меньше расстояние между ними и выше электрическая проницаемость, тем больший заряд способен накопить конденсатор.

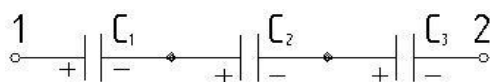
Конденсаторы могут соединяться последовательно и параллельно. От схемы соединения будет зависеть общая емкость конденсаторов. При **параллельном соединении конденсаторов** емкость каждого суммируется:

$$C_{\text{общ}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$



При последовательном соединении общая емкость всех конденсаторов определяется по формуле:

$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



Конденсаторы применяются для сглаживания пиковых токов в цепях и источниках питания, для разделения переменной и постоянной составляющей токов, для отсеивания помех и шумов в электрических цепях, в качестве времязадающих элементов в реле выдержки времени. Современные электролитические конденсаторы и ионисторы (конденсаторы большой емкости) могут применяться в различных приборах для питания микросхем запоминающих устройств при временном отсутствии внешнего питания.

Последовательное и параллельное соединение конденсаторов. При параллельном соединении конденсаторов их общая емкость складывается из емкостей отдельных конденсаторов. При последовательном соединении их общая емкость уменьшается. На практике применяется как последовательное и параллельное соединение так и комбинированное.

Необходимо помнить, что **действие электрических полей** оказывает негативное влияние на работу приборов. При работе с высокочувствительными устройствами принимают меры препятствующие накоплению статических зарядов могущих повредить прибор (работают в специальных заземленных костюмах, заземляют жало паяльника) Длинные рядом расположенные высоковольтные провода образуют емкость и способны накапливать электрический заряд, который может быть травмоопасен. Для снятия электростатического заряда необходимо применять заземление.

Например: при работе на высоковольтной установке после отключения внешнего питания согласно правилам необходимо проверить напряжение попарно на каждой из фаз и между фазой и нулем. После чего для снятия возможного статического электричества необходимо замкнуть три фазы между собой, а затем заземлить.

Постоянный электрический ток.

Направленное движение свободных заряженных частиц в проводнике под действием электрического поля - называется **электрическим током**. Электрический ток длительно не изменяющийся по величине и направлению, называется постоянным. Принято, что если за 1сек в проводнике протекает заряд в 1кулон., то сила тока равна 1Ампер.

Плотность тока —отношение силы тока к сечению проводника по которому проходит ток.

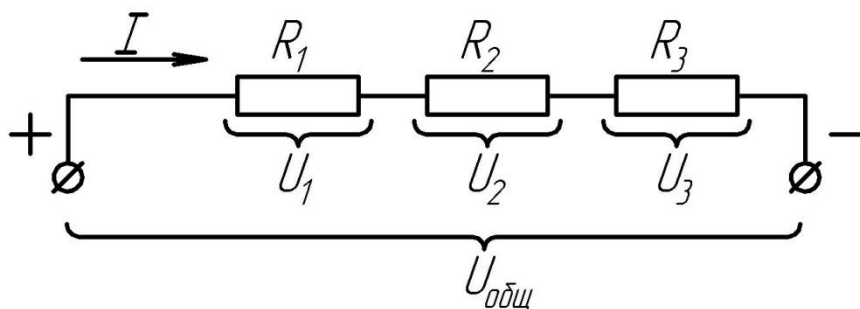
Для того, чтобы по цепи длительное время шел ток необходимо поддерживать на полюсах разность потенциалов. Для этого нужен источник ЭДС (электродвижущей силы). ЭДС или напряжение измеряется в Вольтах (В).

Движению электрических частиц препятствуют молекулы и атомы проводника. Величина определяющая противодействие прохождению тока в цепи называется электрическим сопротивлением. Разные материалы имеют разное сопротивление. Единицей сопротивления является Ом, по имени немецкого физика выявившего взаимосвязь между тремя этими электрическими величинами. Взаимосвязь носит название **Закон Ома**. Сила тока прямопропорциональна напряжению и обратнопропорциональна сопротивлению. Т.е. чем больше напряжение, тем больше ток, чем больше сопротивление, тем меньше ток.

$$I(A) = \frac{U(B)}{R(Ом)}$$

Схемы соединения сопротивлений.

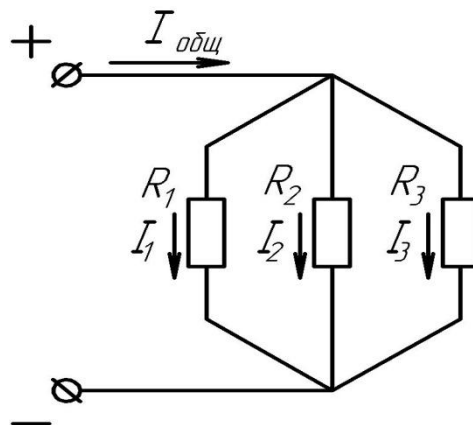
Последовательное соединение сопротивлений называется такое соединение, когда конец первого сопротивления соединен с началом второго сопротивления и так далее. Общее сопротивление цепи равно сумме отдельных сопротивлений последовательно соединенной цепи.



$$R_{общ} = R_1 + R_2 + ... + R_N$$

Сила тока на отдельных участках цепи одинакова, а напряжение разное на каждом отдельном сопротивлении.

Параллельным соединением называется такое соединение, когда начало всех сопротивлений соединены в одну точку, а концы в другую точку. Из схемы видно, что для прохождения силы тока имеется несколько путей.



$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

При параллельном соединении напряжение на каждом участке одинаково, но сила ток разная.

Работа и мощность электрического тока.

Суть электричества состоит в том, что поток электронов движется по проводнику в замкнутой цепи от источника тока к потребителю и обратно. Перемещаясь, эти электроны выполняют определённую работу. Количество выполненной током работы A зависит от его мощности P . Мощность тока P есть произведение силы тока I на его напряжение U .

$$P(\text{вт}) = I(\text{А}) \times U(\text{В})$$

А так же мощность P – количество работы A выполненной за единицу времени t

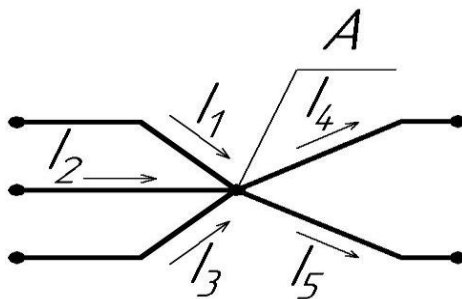
$$P(\text{вт}) = \frac{A(\text{дж})}{t(\text{сек})}$$

Это означает, что чем больше сила тока и напряжение, тем больше мощность тока и тем больше работа, которую ток может выполнить за единицу времени.

Необходимо знать, что ток при работе нагревает, изгибает и, стремится повредить провода и конструкции по которым он протекает. Это свойство следует учитывать при расчетах электрических цепей, т.е., чем больше ток, тем больше сечение проводов и конструкции, т.к. провода должны выдерживать нагрузку током. Если разомкнуть цепь, ток прекратится, но на зажимах источника тока все-таки будет какой-то потенциал, всегда готовый к работе. В отличие от тока, напряжение не ломает, а прожигает. Электрики говорят –пробивает. Поэтому все провода и электрические агрегаты защищены изоляцией, и чем больше напряжение, тем толще изоляция. Для расчета простых цепей можно использовать Закон Ома.

Закон Кирхгофа по имени немецкого физика Г.Р.Кирхгофа, имеет практическое значение в электротехнике. Закон устанавливает связь между суммой токов, направленных к узлу соединения (положительные), и суммой токов, направленных от узла (отрицательные). Сумма сил токов I_n , сходящихся в любой точке разветвления проводников (узле), равна нулю. Например, для узла А можно записать:

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5 \quad \text{или} \quad I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0.$$



Измерение электрических величин.

Амперметр – прибор для измерения силы тока. Его устройство представляет собой рамку с намотанной на ней медной проволокой. Рамка закреплена на оси и помещена в поле постоянного магнита. Согласно закону Лоренца на проводник с током, помещенный в магнитное поле действует сила. При прохождении по рамке тока возникает сила поворачивающая рамку и закрепленную на ней стрелку. Чем больше ток, тем больше поворачивается рамка, тем больше показания стрелки. Рамка со стрелкой удерживаются в нулевом положении двумя спиральными пружинами – волосками. Существует другое исполнение, при котором катушка амперметра закреплена неподвижно, а притягивает к себе якорь с закрепленной на нем стрелкой. Амперметры включаются в цепь последовательно. Сопротивление амперметров должно быть минимальным, чтобы не создавать сопротивления току и не искажать показания. Ни в коем случае нельзя включать амперметр в цепь параллельно, иначе произойдет короткое замыкание.

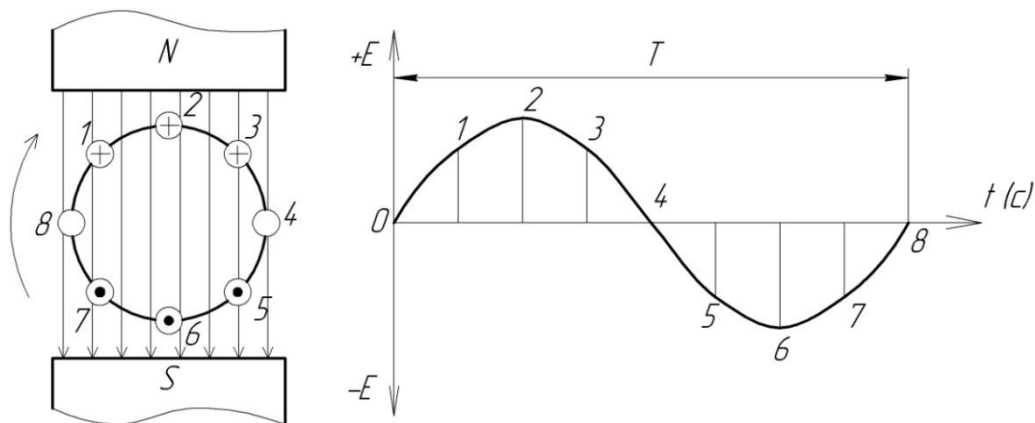
Вольтметры устроены аналогично, так как сила тока прямопропорциональна напряжению, то проградуированная шкала в Вольтах позволяет снимать показания напряжения. Однако вольтметры включаются в измеряемую цепь параллельно, чтобы не шунтировать цепь вольтметры должны иметь высокое сопротивление, поэтому последовательно с вольтметром включается добавочное сопротивление, ограничивающее прохождение тока через вольтметр.

Омметры отличаются тем, что имеют в своей конструкции источник питания и потенциометр. Шкала в этих приборах проградуирована наоборот, справа-налево. Потенциометром стрелка Омметра устанавливается в крайнее правое положение, что соответствует нулевому сопротивлению. Затем в цепь включается измеряемое сопротивление. Чем большим будет это сопротивление, тем на меньший угол отклонится стрелка, тем большее значение покажет прибор по шкале Омметра от нулевого крайнего правого положения.

Промышленностью выпускались комбинированные приборы сочетающие в себе возможности амперметра, вольтметра, омметра – ампервольтметры, сокращенно **авометры** (тестеры). Тестеры имели название Ц-20, Ц-50, Ц-4315, поэтому на профессиональном сленге назывались «цешками». Современные тестеры имеют более широкие возможности, содержат в себе аналого-цифровой преобразователь и отображают показания измеряемой величины на цифровом дисплее и называются мультитестерами, **мультиметрами**. Наиболее сложными являются **осциллографы**, которые кроме всего позволяют наблюдать за поведением тока на экране дисплея, выявлять шумы, дребезги; контролировать форму сигнала, сравнивая его с образцом.

Переменный ток. Основные понятия.

Простейший **генератор переменного тока**. Представляет собой проводник вращающийся в постоянном магнитном поле. Проводник пересекает линии магнитного поля и в нем индуцируется напряжение. Величина этого напряжения зависит от силы магнитного поля, скорости движения проводника в этом поле, длины проводника, а так же угла, под которым проводник пересекает линии магнитного поля.



Так как проводник вращаясь постоянно меняет угол под которым он пересекает линии магнитного поля, то ток в нем будет изменяться согласно синусоидальному закону. Это означает, что ток будет менять свое направление и значение. Промежутки времени через которые значения переменного тока повторяются называются **периодом Т**. Количество периодов за единицу времени называется **частотой переменного тока n**. По стандарту принята частота переменного тока в сети равна 50 герц. Это означает, что за 1 сек. ток меняет свое значение 50 раз, совершая при этом 50 полных периодов.

Переменный ток постоянно меняет свое значение и в каждый момент времени (мгновение) имеет **мгновенное значение**. Это значение с течением периода изменяется от минимума к **максимальному значению (амплитудному)** и обратно. Действия тока не определяют ни амплитудным, ни мгновенным значением. Для оценки действия, производимого переменным током, его сравнивают с действиями теплового эффекта постоянного тока. Для синусоидального переменного тока и напряжения, **действующие значения** меньше максимальных в $\sqrt{2}$ раз. Электроизмерительные приборы показывают действующие значения тока или напряжения.

Активное и реактивное сопротивление переменному току. Так же как и постоянному току проводники оказывают переменному току электрическое сопротивление, **называемое активным сопротивлением**. Для переменного тока так же как и для постоянного справедлив законно Ома.

В цепи может присутствовать емкость и индуктивность, которые оказывают переменному току реактивное сопротивление, а в цепи с постоянным током реактивное сопротивление отсутствует. Следовательно для расчета электрической цепи с переменным током с помощью закона Ома необходимо учитывать как активное, так и реактивное: (емкостное и индуктивное) сопротивление.

Емкостью обладают конденсаторы включенные в цепь, а кроме того сама цепь может обладать собственной емкостью (фарад). Эта емкость оказывает сопротивление току называемое **емкостным сопротивлением X_C** . Емкостное сопротивление зависит от величины емкости C , а так же от частоты тока n . Чем больше емкость и частота тока, тем меньше сопротивление.

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times C \times n}$$

Индуктивностью обладает любая катушка включенная в цепь, будь то катушка реле или обмотка электродвигателя, оказывает сопротивление электрическому току, но в отличие от емкостного сопротивления при повышении частоты и индуктивности **индуктивное сопротивление X_L** увеличивается.

$$X_L = 2\pi \times n \times L$$

Как было бы логично предположить, для получения общего реактивного сопротивления необходимо сложить индуктивное и емкостное сопротивление, однако индуктивное и емкостное сопротивления оказывают противоположные влияния на ток (напряжения на катушке и на конденсаторе всегда действуют навстречу друг другу). Поэтому формула расчета реактивного сопротивления выглядит так:

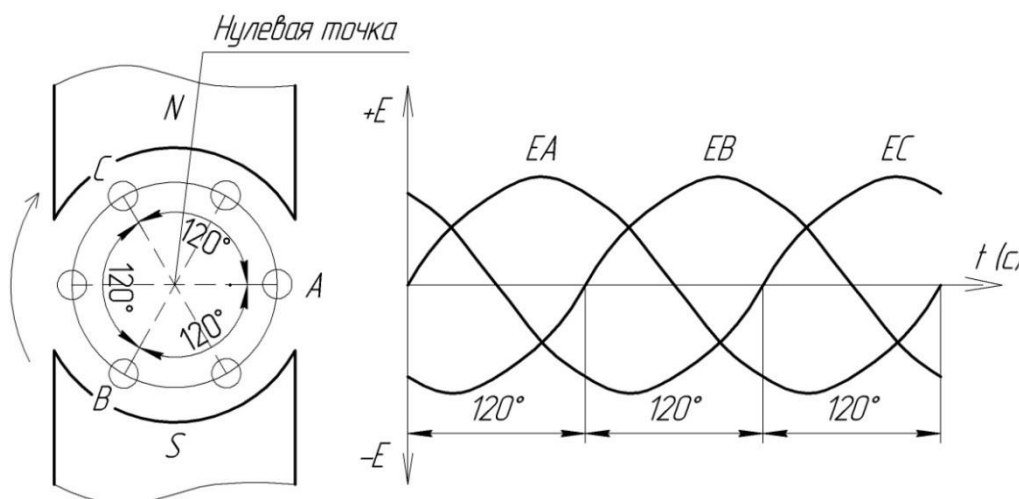
$$X = X_L - X_C$$

Необходимо отметить, что на преодоление активного сопротивления током тратится энергия которая переходит в тепло и теряется безвозвратно, на преодоление же реактивного сопротивления энергия не тратится, а циркулирует переходя из одного вида в другой. На самом деле ток не может течь через конденсатор, поскольку между обкладками есть разрыв. Переменный ток только перезаряжает конденсатор. При заряде конденсатор оказывает сопротивление току, но при разряде он отдает энергию в цепь. Индуктивность оказывает сопротивление нарастающему току поскольку создается магнитное поле препятствующее его прохождению. При падении напряжения индуктивность будет поддерживать ток за счет ЭДС самоиндукции. Другой особенностью цепи переменного тока содержащего емкость и индуктивность является несовпадение фаз напряжения и тока. Ток отстает от напряжения. Это отставание характеризуется коэффициентом смещения фаз φ .

Трехфазный переменный электрический ток. Получение трехфазного тока.

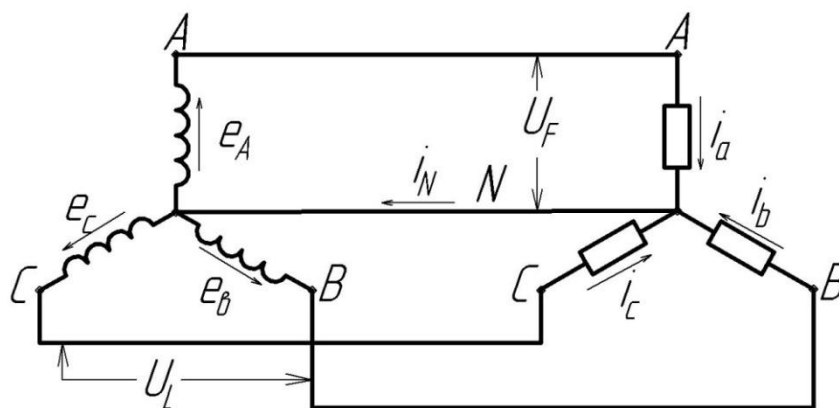
Трехфазный ток обладает следующими преимуществами перед однофазным током:
1) При передаче одной и той же мощности трехфазным током требуется меньшее сечение проводов.

2) С помощью неподвижных катушек он способен создавать вращающееся магнитное поле, используемое в электродвигателях и приборах переменного тока. Трехфазная система состоит из трех электрических цепей, ЭДС источников энергии в которых имеют одинаковую частоту, но сдвинуты по фазе друг относительно друга на $1/3$ периода 120° . Если ЭДС во всех трех фазах имеют одинаковую амплитуду, то такая система называется симметричной. Такая система ЭДС получается с помощью трехфазного генератора, в котором имеются три самостоятельные обмотки, сдвинутые на 120° градусов друг от друга.



В реальных генераторах обмотка переменного тока неподвижна (расположена на статоре), а магнитные полюса вращаются (расположены на роторе). Такая конструкция генератора лучше, а принцип работы его не меняется. Если число витков в обмотках одинаково, то при вращении ротора во всех обмотках наводится ЭДС одинаковой величины. Начальные фазы этих ЭДС (EA, EB, EC), сдвинуты относительно друг друга на 120° градусов в соответствии с пространственным расположением обмоток

Схема соединения звездой и треугольником. Соотношение токов и напряжений.



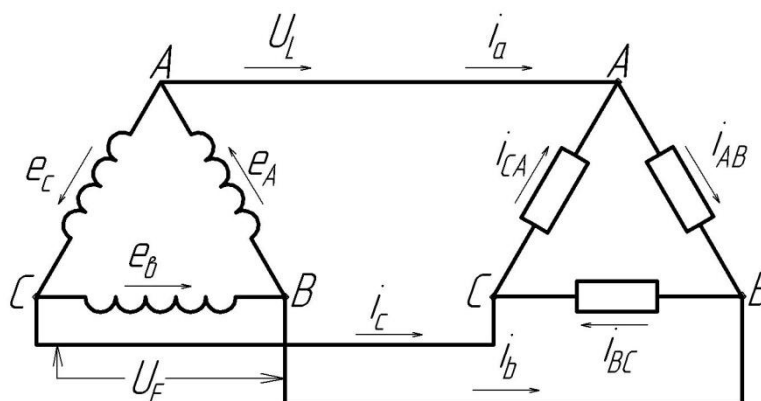
Суть устройства трехфазного тока в том, что три однофазных системы связали в одну - трехфазную. По трем проводам подаётся ток с небольшим запозданием друг от друга. Эти три провода всегда называют "А", "В" и "С".

Если фазные обмотки генератора или потребителя соединить так, чтобы концы обмоток (X,Y,Z) были замкнуты в одну общую точку. А начало обмоток (А, В, С) подключить к линейным проводам, то такое соединение называется «**звезда**». Точки, в которых соединены концы фазных обмоток, называются нулевыми точками, обе точки соединены проводом, который называется нулевым или нейтральным проводом. Остальные три провода называются линейными проводами. Эта система называется четырех проводной системой трехфазного тока. Напряжения, измеренные между началами фаз и нулевой точкой или нулевым проводом, называются фазными напряжениями и обозначаются U_a , U_b , U_c или U_F . Напряжения, измеренные между началами фаз А и В, В и С, А и С, называются линейными напряжениями и обозначаются U_{ab} , U_{bc} , U_{ac} или U_L .

Соотношения напряжений между линейными и фазными напряжениями и токами таковы:

$$U_L = \sqrt{3}U_F \quad I_L = I_F$$

При соединении обмоток генератора или потребителя **треугольником**, начало или конец каждой фазы соединяются с началом или концом обмотки другой фазы. Ток течет следующим образом. По фазе «А» на нагрузку и от неё возвращается по фазе «В», из фазы «В» в фазу «С», а из фазы «С» в «А».



При соединении треугольником линейное напряжение равно фазному, линейный ток в $\sqrt{3}$ больше фазного.

$$U_L = U_F ; I_L = \sqrt{3} \times I_F$$

При включении в трехфазную сеть однофазных нагрузок необходимо следить за равномерностью подключения. В противном случае выйдет, что один провод будет перегружен, а два других при этом останутся без нагрузки. Все трехфазные электрические машины имеют по три пары полюсов и ориентируют направление вращения подключением фаз. При этом для изменения направления вращения (электрики говорят – РЕВЕРСа) достаточно поменять местами только две фазы, любые. Аналогично и с генераторами.

Электрические машины и аппараты.

Общие определения электрических машин. Электрические машины преобразуют энергию одного вида в энергию другого вида. Машины, преобразующие механическую энергию в электрическую, называются генераторами. Преобразование электрической энергии в механическую осуществляется двигателями. Электрическая машина может изменять направление преобразования энергии - это свойство называется обратимостью машины. Электрическая машина может служить также для преобразования (частоты, числа фаз переменного тока, напряжения постоянного тока) - это преобразователи. Электрические машины делятся на машины постоянного и переменного тока, последние могут быть как однофазные, так и многофазные. Наиболее широкое применение нашли трехфазные синхронные и асинхронные машины. **Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором**

Состоит из двух основных частей: статора и ротора. Статором называется неподвижная часть машины, а ротором ее вращающаяся часть.

Сердечник статора набирается из стальных пластин, толщиной 0,5 мм. Пластины штампуют, делая в них пазы, и изолируют друг от друга лаком для уменьшения потерь на вихревые токи. Пластины собирают в отдельные пакеты и крепят к станине двигателя. К станине также крепят боковые щиты с подшипниками, на которые опирается вал ротора. В продольных пазах статора укладывают проводники его обмотки. На щитке машины имеется 6 зажимов, к которым присоединяются начала и концы обмоток каждой фазы. Для включения обмоток статора в сеть, треугольником, на щитке машины верхние зажимы соединяют перемычками с нижними, а каждую пару соединенных вместе зажимов к линейным проводам сети. Для включения в сеть «звездой» три нижних зажима на щитке соединяют перемычками в общую точку, а верхние подключают к линейным проводам сети. Сердечник ротора также набирают из стальных пластин, толщиной 0,5 мм, изолированных лаком для уменьшения потерь на вихревые токи. Пластины штампуют с впадинами и собирают в пакеты, которые крепят на валу машины, образуя цилиндр с продольными пазами. В пазах укладывают проводники обмотки ротора.

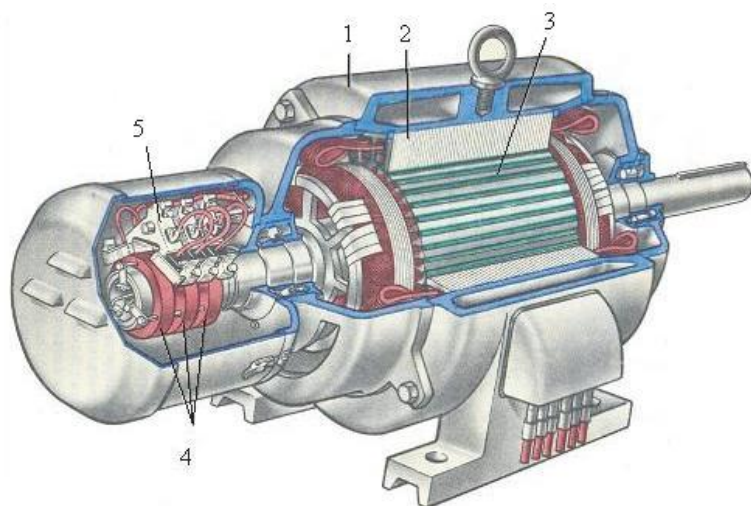
Действие всякой многофазной машины основано на использовании вращающегося магнитного поля. Многофазная обмотка переменного тока создает вращающееся магнитное поле.

Асинхронный двигатель развивает вращающий момент только при асинхронной скорости. Вращающееся магнитное поле статора пересекает проводники ротора и индуцирует в них ЭДС. Если обмотка ротора замкнута накоротко, то по ней под действием индуцируемой ЭДС протекает ток. В результате взаимодействия тока в обмотке ротора с вращающимся магнитным полем статора создается вращающий момент, под действием которого ротор начнет вращаться. Для реверсирования двигателя необходимо изменить направление вращения магнитного поля, созданного обмоткой статора. Это осуществляется путем изменения мест зажимов сети. Относительное отставание ротора от вращающегося магнитного поля статора характеризуется скольжением S . **Скольжение** - это отношение числа оборотов магнитного поля статора относительно вращающегося ротора к числу оборотов поля статора. Скольжение характеризует отставание вращения ротора от вращения магнитного поля статора.

Устройство и принцип действия асинхронных электродвигателей с фазным ротором.

Часть асинхронных двигателей выполняется с фазным ротором. Отличие асинхронных двигателей с фазным ротором от асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором заключается в том, что в двигателях с фазным ротором ротор имеет собственную обмотку. В двигателях с короткозамкнутым ротором ток в роторе создается вращающимся магнитным полем статора, а в двигателях с фазным ротором этот ток в обмотку ротора необходимо подать. Для этого в двигателе имеется щеточный механизм с контактными кольцами и щетками. Наличие щеточного механизма усложняет конструкцию двигателя, для пуска такого двигателя необходимы пусковые сопротивления ограничивающие ток в момент пуска, однако такой двигатель имеет преимущества перед двигателем с короткозамкнутым ротором: двигатель с фазным ротором имеет хорошие пусковые свойства (пусковой момент равен 0,7 - 0,8 от номинального) и частоту вращения такого двигателя можно регулировать вводя в цепь ротора добавочные сопротивления.

Внешний вид электродвигателя с фазным ротором



1. Корпус
2. Статор
3. Ротор
4. Контактные кольца
5. Щеточный механизм

Регулирование частоты вращения асинхронных машин осуществляется введением в цепь ротора реостата, изменением количества полюсов обмотки статора, изменением частоты тока в статоре.

1. Введение реостата в цепь ротора эффективный и дешевый способ, но неэкономичный т.к в реостате происходит значительная потеря энергии.
2. Изменение количества полюсов трудоемкий процесс требующий внесения изменения в конструкцию двигателя и позволяет менять скорость вращения только ступенчато.
3. Изменения частоты питающего напряжения производится с помощью полупроводниковых частотных преобразователей. Позволяет плавно менять частоту вращения двигателей в широких пределах с сохранением жестких механических характеристик двигателя.

Основным достоинством **синхронных двигателей** является их высокий коэффициент мощности $\cos\phi$.

Синхронный двигатель, у которого коэффициент мощности больше 1, потребляющий опережающий ток из сети, компенсирует реактивную мощность других индуктивных приемников энергии, включенных в эту сеть. Магнитное поле в машине создается постоянным током, протекающим по обмотке возбуждения. Обмотки возбуждения получают питание из сети переменного тока через полупроводниковые выпрямители. Ротory выполняют с полюсами равномерно расположенными по окружности ротора. Полюс состоит из сердечника, полюсного наконечника и обмотки возбуждения, помещенный на сердечнике полюса. При вращении поле статора увлекает за собой полюса ротора, так что магнитные поля статора и ротора вращаются синхронно.

Пуск в ход синхронного двигателя непосредственным включением его в сеть невозможен, так как результирующий вращающий момент за один оборот поля статора относительно неподвижного

ротора равен нулю. Поэтому для пуска в ход двигателя необходимо предварительно увеличить число оборотов ротора до синхронной скорости или близкой к ней, это достигается путем асинхронного пуска. Асинхронный пуск синхронного двигателя заключается в следующем. В полюсах наконечника ротора синхронного двигателя укладывается пусковая обмотка, выполненная в виде беличьего колеса, подобно короткозамкнутой обмотке ротора асинхронной машины. Обмотка статора двигателя включается в трехфазную сеть и пуск его производится так же, как пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. После того, как двигатель разовьет скорость, близкую к синхронной (95%), обмотка возбуждения включается в сеть постоянного тока и двигатель входит в синхронизм, то есть скорость ротора увеличивается до синхронной.

При пуске в ход двигателя обмотка возбуждения замыкается на сопротивление примерно в 10-12 раз больше, чем сопротивление самой обмотки. Нельзя обмотку возбуждения при пуске в ход оставить разомкнутой или замкнуть накоротко. Если при пуске в ход обмотка возбуждения окажется разомкнутой, то в ней будет индуцироваться очень большая ЭДС, опасная как для изоляции обмотки, так и для обслуживающего персонала. Повышение ЭДС объясняется тем, что при пуске в ход поле статора вращается с большой скоростью относительно неподвижного ротора и с такой же скоростью пересекает проводники обмотки возбуждения, имеющей много витков. Основным недостатком синхронных двигателей является потребность в отдельном источнике постоянного тока для питания обмотки возбуждения.

Трансформаторы. Устройство и назначение трансформатора.

Трансформатор (преобразовывать) — статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанных обмоток. Трансформатор предназначен для преобразования переменного тока посредством электромагнитной индукции.

Трансформатор может состоять из одной (автотрансформатор) или нескольких изолированных обмоток (катушек), охватываемых общим магнитным потоком, намотанных на магнитопровод (сердечник) из магнитопроводящего материала. Различают броневые и стержневые трансформаторы. Броневые — включают обмотку внутри себя. Стержневые включают магнитопровод внутри обмотки. При подаче переменного тока на одну из обмоток трансформатора во второй возникнет аналогичный переменный ток такой же частоты. Напряжение и ток во вторичной обмотке зависит от коэффициента трансформации K . Коэффициент трансформации наиважнейшая характеристика трансформатора.

$$K = \frac{N_1}{N_2}$$

Где: N_1 и N_2 количество витков первичной и вторичной обмотки соответственно.

Повышающие и понижающие трансформаторы применяют для повышения напряжения тока с целью передачи его по проводам ЛЭП на значительные расстояния и последующего понижения напряжения для питания потребителей.

Трансформатор является неотъемлемой частью блоков питания. В блоках питания трансформатор преобразует высокое напряжение сети до требуемого напряжения, которым питаются потребители.

Устройство машин постоянного тока. Электрические машины постоянного тока предназначены для преобразования механической энергии в электрическую - это генераторы, а электрическую в механическую - двигатели. Электромашины постоянного тока применяются там, где требуется широкое регулирование скорости. Машина имеет неподвижную и вращающуюся части. Неподвижная часть является индуктирующей, т.е. создающей магнитное поле, а вращающаяся — индуктируемой.

Неподвижная часть машины состоит из полюсов и станины. Полюс представляет собой электромагнит, создающий магнитное поле. Полюса крепятся на станине болтами. Обмотка полюса намотана из изолированного медного провода. Обмотки всех полюсов соединяются последовательно. На станине кроме полюсов крепятся щиты с подшипниками, удерживающие вал машины. Вращающаяся часть машины (якорь) состоит из сердечника, обмотки и коллектора. Сердечник якоря – цилиндр, собранный из листов электротехнической стали. Эти листы изолированы друг от друга лаком для уменьшения потерь на вихревые токи. Обмотка якоря выполняется из медного изолированного провода или медных стержней, и укладываются в пазы якоря. Все секции обмотки соединяются между собой последовательно, образуя замкнутую цепь и подключаются к коллекторным пластинам. Для подачи тока в обмотку якоря используются щетки. Через щетки и пластины коллектора ток пойдет через одну и секций обмотки якоря. Обмотка притянется под действием магнитного поля к одному из полюсов индуктора повернув якорь на некоторый угол. Повернувшись якорь подставит щеткам другие пластины коллектора и ток пойдет уже по другой секции обмотки. Процесс повторится. Так якорь будет вращаться. Если же наоборот вращать якорь, то в секциях обмотки якоря будет индуцироваться ток. Такая машина будет называться **генератором**.

Электрические схемы.

Электрической схемой называется графическое изображение электрической цепи, содержащее условные обозначения ее элементов, и показывающее соединения этих элементов. В зависимости от назначения применяется 4 вида схем:

1. **Структурная схема** - определяет основные функциональные части прибора или установки, назначение и взаимосвязи функциональных частей. Этой схемой пользуются в эксплуатации для общего ознакомления с прибором или электроустановкой.
2. **Функциональная схема** - разъясняет процессы в отдельных функциональных цепях прибора или установки. Ею пользуются при изучении принципа работы, а так же при наладке и ремонте.
3. **Принципиальная схема** - определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о работе прибора или установки. Эта схема служит основой для разработки схем соединений и подключений, так называемой монтажной схемы.
4. **Монтажная схема** или схема соединений и подключений показывает соединения составных частей прибора или установки и определяет провода, жгуты и кабели, которыми осуществляются эти соединения. Она также показывает внешние подключения и используется при монтаже, наладке, ремонте и эксплуатации.

Принципиальные схемы выполняют совмещенными и разнесенными. При совмещенном способе составные части элементов изображают на схеме вблизи друг от друга. При разнесенном способе элементы располагают в разных местах схемы или на разных листах таким образом, чтобы отдельные цепи были изображены более наглядно. На принципиальных схемах для изображения отдельных элементов применяют условные графические обозначения, которые для облегчения их запоминания содержат наиболее характерные особенности этих элементов. Условные графические изображения стандартизированы. Контакты всех аппаратов изображаются в нормальном положении, то есть в таком, когда на аппарат не производится внешних воздействий, для электромагнитного аппарата - подача питания на его катушку, для кнопки с пружиной - нажатие ее и так далее. В соответствии с этим все контакты разделяются на нормально открытые (**н.о**) или замыкающие (**з**) и нормально закрытые (**н.з**) или размыкающие (**р**).

Каждый аппарат в схеме должен иметь условное, только ему присущее, буквенно-цифровое обозначение.

Для полного понимания происходящих в цепи процессов необходимо уметь правильно читать электрические схемы. Для этого необходимо знать условные обозначения. С 1986 года вступил в силу стандарт, который во многом убрал разночтения в обозначениях, имеющиеся между европейскими и российскими ГОСТами.

В электрических схемах встречаются два вида обозначений: графические и буквенные. Буквенные коды наиболее распространенных видов элементов представлены в таблице:

БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ.


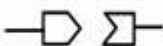




A	Устройства	Усилители, приборы телеуправления, лазеры...
B	Преобразователи неэлектрических величин в электрические и наоборот (кроме источников питания), датчики	Громкоговорители, микрофоны, чувствительные термоэлектрические элементы, детекторы ионизирующих излучений, сельсины.
C	Конденсаторы.	
D	Интегральные микросхемы, микросборки.	Устройства памяти, логические элементы.
E	Разные элементы.	Осветительные устройства, нагревательные элементы.
F	Разрядники, предохранители, защитные устройства.	Элементы защиты по току и напряжению, плавкие предохранители.
G	Генераторы, источники питания.	Батареи, аккумуляторы, электрохимические и электротермические источники.
H	Индикационные и сигнальные устройства.	Приборы звуковой и световой сигнализации, индикаторы.
K	Реле контакторы, пускатели.	Реле токовые и напряжения, тепловые, времени, магнитные пускатели.
L	Катушки индуктивности, дроссели.	Дроссели люминесцентного освещения.
M	Двигатели.	Двигатели постоянного и переменного тока.
P	Приборы, измерительное оборудование.	Показывающие и регистрирующие и измерительные приборы, счетчики, часы.
Q	Выключатели и разъединители в силовых схемах.	Разъединители, короткозамыкатели, автоматические выключатели (силовые)
R	Резисторы.	Переменные резисторы, потенциометры, варисторы, терморезисторы.
S	Коммутационные устройства в цепях управления,	Выключатели, переключатели, выключатели,

	сигнализации и измерительных.	срабатывающие от различных воздействий.
T	Трансформаторы, автотрансформаторы.	Трансформаторы тока и напряжения, стабилизаторы.
U	Преобразователи электрических величин.	Модуляторы, демодуляторы, выпрямители, инверторы, преобразователи частоты.
V	Электровакuumные, полупроводниковые приборы.	Электронные лампы, диоды, транзисторы, диоды, тиристоры, стабилитроны.
W	Линии и элементы сверхвысокой частоты, антенны.	Волноводы, диполи, антенны.
X	Контактные соединения.	Штыри, гнезда, разборные соединения, токосъемники.
Y	Механические устройства.	Электромагнитные муфты, тормоза, патроны.
Z	Оконечные устройства, фильтры, ограничители.	Линии моделирования, кварцевые фильтры.

Условные графические обозначения представлены в таблицах. Провода на схемах обозначаются прямыми линиями.





Одним из основных требований при составлении схем является простота их восприятия.


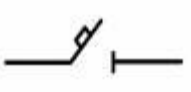
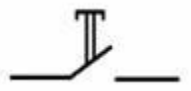



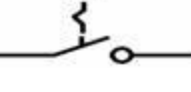
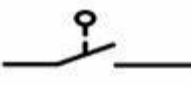
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ КОНТАКТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Разъемные-		
		
неразъемные, разборные		
неразъемные, неразборные		

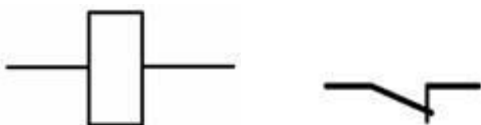
Место контакта или присоединения может располагаться на любом участке провода от одного разрыва до другого.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ВКЛЮЧАТЕЛЕЙ, ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ, РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ:

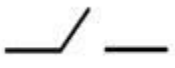



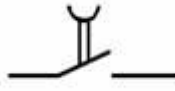



	закрывающий	размыкающий
Однополюсный выключатель		
Однополюсный разъединитель		
Трехполюсный выключатель		
Трехполюсный разъединитель		

Трехполюсный разъединитель с автоматическим возвратом (сленговое название - «АВТОМАТ»)		
Однополюсный разъединитель с автоматическим возвратом		
Нажимной выключатель (т.н. - «КНОПКА»)		
Вытяжной выключатель		
Выключатель с возвратом при повторном нажатии кнопки (можно встретить в настольных или настенных светильниках)		
Путевой однополюсный выключатель (также известен под именем «концевой» или «конечник»)		



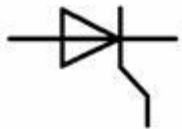
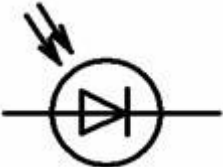
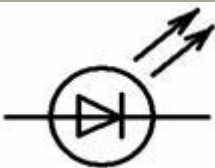
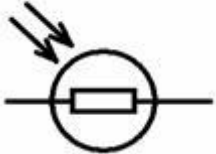
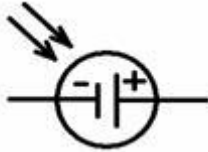

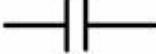


Вертикальные линии, пересекающие подвижные контакты, говорят, что все три контакта замыкаются (или размыкаются) одновременно от одного воздействия. При рассмотрении схемы необходимо учитывать то, что некоторые элементы цепи чертятся одинаково, но их буквенное обозначение будет отличаться (например, контакт реле и выключатель).



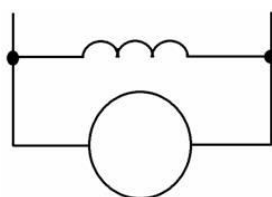
ОБОЗНАЧЕНИЕ КОНТАКТОВ РЕЛЕ КОНТАКТОРОВ

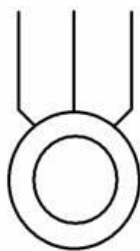
	замыкающие	размыкающие
обычные		
с замедлением при срабатывании		
с замедлением при возврате		
с замедлением при срабатывании и при возврате		

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ

Диод	
Стабилитрон	
Тиристор	
Фотодиод	
Светодиод	
Фоторезистор	
Солнечный фотоэлемент	
Транзистор	
Конденсатор	
Дроссель	
Сопротивление	

Электрические машины постоянного тока





В зависимости от буквенного обозначения эти машины будут, либо генератором, либо двигателем.

При маркировке электрических цепей соблюдают следующие требования:

1. Участки цепи, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле, приборов, машин и другими элементами, маркируют по-разному.
2. Участки цепи, проходящие через разъемные, разборные или неразборные контактные соединения, маркируют одинаково.
3. В трехфазных цепях переменного тока фазы маркируют: «А», «В», «С», в двухфазных – «А», «В»; «В», «С»; «С», «А», а в однофазных – «А»; «В»; «С». Ноль обозначают буквой – «О».
4. Участки цепей положительной полярности маркируют нечетными числами, а отрицательной полярности – четными.
5. Рядом с условным обозначением силового оборудования на чертежах планов дробью указывают номер оборудования по плану (в числителе) и его мощность (в знаменателе), а у светильников – мощность (в числителе) и высоту установки в метрах (в знаменателе).

Основные понятия метрологии. Погрешность измерений. Классы точности.

Метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности (СТ РК 2.1-2000). Она зародилась в глубокой древности, как только человеку понадобилось измерять массу, длину, время и т.п.

Погрешность (точность) измерительного прибора характеризуется разницей между показаниями прибора и истинным значением измеряемой физической величины. Поскольку истинное значение физической величины неизвестно, его невозможно определить со стопроцентной точностью, на практике в технических измерениях применяют действительное значение физической величины, которое максимально приближено к истинному и фактически заменяет его.

Погрешность (точность) прибора (разница между действительным значением и показаниями прибора) может зависеть от целого ряда факторов, присущих как самому прибору, так и изменениям внешних условий – магнитных и электрических полей, температуры и влажности окружающей среды и т.д.

Средства КИП и А характеризуются двумя видами погрешности:

Основная погрешность характеризует работу прибора в нормальных условиях, оговоренных техническими условиями завода –изготовителя. Основная погрешность является нормальной для прибора.

Дополнительная погрешность возникает в приборе при отклонении одной или нескольких величин от требуемых норм. Например, при неправильной эксплуатации.

Абсолютная погрешность Δx –разность между показаниями рабочего прибора x и истинным (действительным) значением измеряемой величины x_0 . $\Delta x = x - x_0$

В технике наиболее приемлемыми являются относительная и приведенная погрешности.

Относительная погрешность $\gamma_{отн}$ –характеризуется отношением абсолютной погрешности Δx к действительному значению измеряемой величины x_0 в процентах $\gamma_{отн} = (\Delta x / x_0) \times 100\%$

Приведенная погрешность $\gamma_{пр}$ представляет собой отношение абсолютной погрешности к длине шкалы, верхнему пределу измерения x_N $\gamma_{отн} = (\Delta x / x_N) \times 100\%$

Значение приведённой погрешности, выраженное в процентах, определяет **класс точности** прибора.

Класс точности прибора – максимально допустимая приведённая погрешность (в процентах) при нормальных условиях эксплуатации. Стандартами установлены следующие классы точности приборов: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4. Класс точности прибора указан на его лицевой части и в паспорте.

Например: для манометра с пределом измерения 0-600кПа и классом точности 1 погрешность измерения составит 6кПа.

В метрологии принято разделять случайную и систематическую погрешности.

Систематическая погрешность возникает из-за несовершенства метода выполнения измерения, погрешности средств измерений, неточного знания математической модели измерения, из-за влияния условий, погрешностей градуировки и поверки средств измерения. Систематическая погрешность характеризуется повторяемостью, так как известна закономерность её появления. Следовательно, можно предвидеть появление этих погрешностей и делать поправки. Такие погрешности делятся на **постоянные** и **временные**. К **постоянным** относятся погрешности приборов, к **временным** относятся погрешности условий применения этих приборов.

Случайная погрешность изменяется по неопределённому закону, поэтому предвидеть такие погрешности и делать на них поправки невозможно.

Случайная погрешность характеризует такое качество, как точность измерений, а систематическая – правильность измерения.

Например, при измерениях, проводимых с помощью линейки или рулетки, как правило, преобладает **случайная** составляющая погрешности, объясняемая следующими основными причинами:

- неточностью (перекосом) установки рулетки (линейки);
- неточностью установки начала отсчёта;
- изменением угла наблюдения;
- усталостью глаз;
- изменением освещения.

Например, измерение размера штангенциркулем при повышенной температуре окружающей среды приведет к погрешности измерения связанного с тепловым расширением металлов. Износ губок штангенциркуля так же приведет к погрешности измерения. Однако такие погрешности в отличие от случайных можно предвидеть и учесть.

Погрешности средств измерений определяют методом сравнения показаний с образцовым прибором повышенного класса точности 0,02; 0,05; 0,1; 0,2.

Виды уровнемеров. Методы измерения уровня.

По принципу измерения уровнемеры делятся на:

1. Поплавковые- измеряют уровень посредством поплавка плавающего в емкости на поверхности жидкости. Положение поплавка меняется в соответствии с изменением уровня жидкости.
2. Буйковые –погружены в жидкость и измеряют выталкивающую силу жидкости (Архимедову силу) стремящуюся заставить буйковый уровнемер всплыть на поверхность, и чем больше уровень жидкости, тем с большей силой жидкость воздействует на буйковый уровнемер. Соответственно уровень жидкости оценивается по силе выталкивающей этот уровнемер.
3. Электронные уровнемеры (емкостные, индуктивные, сопротивления)-оценивают электрические параметры чувствительного элемента (емкость, индуктивность, сопротивление) которые изменяются в зависимости от уровня жидкости в емкости.

Например: емкостной уровнемер в общем виде можно представить как два электрода, один из которых находится в верхней части емкости, другой в нижней части, или же вторым электродом может являться сама емкость. Эти два электрода образуют конденсатор способный накапливать электрический заряд. Конденсатор характеризуется электрической емкостью. С изменением уровня жидкости изменяется электрическая емкость, которая оценивается электронным блоком уровнемера и преобразуется в стандартный электрический сигнал 4-20мА.

4. Уровнемер давления измеряет давление жидкости. Чем выше уровень жидкости, тем больше давление.
5. Радиоизотопный уровнемер излучает сквозь толщу материала γ -излучение, которое измеряется приемником. Чем больше слой (уровень) материала, тем больше частиц излучения в нем поглотится.
6. Радиочастотные (радарные) уровнемеры посылают радиосигнал, который отражается от поверхности материала в бункере или емкости. Сигнал улавливается и оценивается время прохождения этого сигнала. По времени прохождения сигнала измеряется расстояние до поверхности материала.
7. Ультразвуковые уровнемеры похожи по принципу действия на радиочастотные, но используют отраженный ультразвук.

Радиоизотопные, радиочастотные и ультразвуковые уровнемеры могут измерять уровень как жидкостей, так и сыпучих материалов. За счет сложного алгоритма обработки цифрового сигнала их точность может достигать до 1мм.

Средства измерения давления. Принцип действия. Для измерения давления используются единицы: $1\text{атм}=1,013\text{бар}=1,033\text{кгс/см}^2=101,3\text{КПа}$

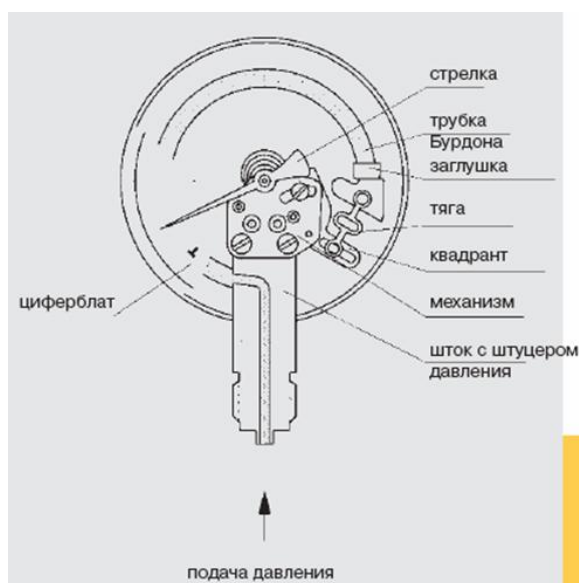
Средства измерения (СИ) давления подразделяются на:

1. Барометры -приборы для измерения атмосферного давления
2. Манометры –приборы для измерения избыточного давления
3. Вакуумметры –приборы для измерения вакуумметрического давления (разряжения)
4. Дифманометры –приборы для измерения разницы давлений (перепада).

Благодаря своей простоте, прочности и простоте обращения, наибольшее распространение получили СИ давления с упругими чувствительными элементами (пружинами, мембранами).

Манометры с трубчатой пружиной (трубкой Бурдона). Трубка Бурдона представляет собой кругообразно изогнутую трубку овального сечения. При повышении давления поданного в трубку, трубка стремится разогнуться. Разгибаясь трубка воздействует на стрелку прибора посредством стрелочного механизма. Прибор такого устройства малочувствителен к перегрузкам и имеет

широкий диапазон измерений. Недостатком такого прибора является сложность промывки трубки Бурдона и связанная с этим сложность применения его для измерения давления загрязненных сред.



Манометры с пластинчатой пружиной (мембраной). В них мембрана деформируется, воздействует на стрелочный механизм. Легкость промывки таких манометров делает их пригодными для измерения давлений загрязненных сред. Кроме того манометры с пластинчатой пружиной менее чувствительны к вибрациям, но имеют меньшую точность по сравнению с манометрами со спиральной пружиной.

Манометры с коромысловой пружиной. Для измерения давления газов наиболее подходят манометры с чувствительным элементом гофрированной коромысловой формы.

Электромеханические манометры. Примером такого манометра может служить прибор типа МЭД. В нем вместо стрелочного механизма чувствительный элемент воздействует на сердечник катушки, втягивая или вытягивая его. При этом изменяется сопротивление унифицированному переменному току, проходящему через катушку. Данные изменения после преобразования могут быть направлены на показывающий или регистрирующий прибор.

Для управления в АСУ ТП применяются СИ давления (**датчики давления**), действие которых основано на использовании **пьезорезистивного** эффекта в сенсорном элементе прибора. При деформации чувствительного элемента под действием давления изменяется электрическое сопротивление кремневых пьезорезисторов. Электронное устройство датчика преобразует изменение электрических сопротивлений в стандартный аналоговый сигнал постоянного тока 4...20 мА. Этот сигнал поступает на вход контроллера, назначение которого собирать значения контролируемых параметров техпроцесса (температура, давление) и передавать их на экран компьютера, для визуализации.

Весометрические приборы, датчики усилия. Действие таких приборов основано на измерении деформации упругих элементов, например пружин. Эта деформация преобразовывается рычажным либо электрическим механизмом для подачи на показывающий, либо регистрирующий прибор.

Другим видом весометрических или датчиков усилия являются **тензометрические датчики**. Он представляет собой тонкую проволоку, намотанную на каркас. При воздействии усилия каркас деформируется, проволока удлиняется и меняет свое сопротивление. Измерение усилия сводится к измерению сопротивления.

Пьезорезистивные датчики. Под действием усилия меняется сопротивление кремниевых пьезорезисторов. Это сопротивление преобразуется в стандартный милливольтный сигнал. Такие датчики применяются в конвейерных и бункерных весах.

Устройство и принцип действия температурных датчиков: термопар и термосопротивлений

При измерении температуры объектов широко используются датчики температуры термометры сопротивления и термоэлектрические преобразователи (термопары).

Эти типы датчиков самостоятельно не могут измерять температуру объектов, а работают для этих целей только со специальной группой измерительных приборов.

Термометры сопротивления – датчики для измерения температуры – конструктивно выполняются намоткой медной или платиновой проволоки на изоляционный каркас. Для защиты от механических повреждений и удобства монтажа термометры сопротивления заключают в защитную арматуру различных модификаций. Принцип действия таких датчиков основан на изменении их электрического сопротивления от температуры объекта. Изменение электрического сопротивления термометра сопротивления – датчика с изменением теплового колебания кристаллической решетки металла: чем выше температура датчика тем выше колебания кристаллической решетки, а следовательно, больше электрическое сопротивление.

Термопара – (термоэлектрический преобразователь температуры) представляет собой спай двух проводников (термоэлектродов). При нагревании «горячего» спае на концах «холодного» спае образуется термо ЭДС постоянного тока. Термо ЭДС пропорциональна разности температур. Чем больше разность температур, тем больше термо ЭДС. Конструктивно рабочий (горячий) спай выполнен скруткой двух термоэлектродов, которые помещены в защитный корпус. Рабочий спай изолирован для предотвращения замыкания на корпус. Концы термоэлектродов выведены на клеммник.

Расходомеры. Методы измерения расхода.

СИ, используемые для определения количества вещества, протекающего через поперечное сечение трубопровода за определённый промежуток времени, называются **счётчиком количества**.

СИ, используемые для определения количества вещества, протекающего через поперечное сечение трубопровода в единицу времени, называются **расходомерами**.

Существуют следующие методы измерения расхода:

Объёмный. При использовании объёмного метода применяются обратимые насосы: шестерёнчатые, лопастные и др. При подаче на насос перепада давления ротор начинает вращаться, подавая порции жидкости при каждом обороте. Измерение расхода сводится к определению числа порций жидкости, проходящих в единицу времени, т.е. к измерению частоты вращения ротора насоса. Вязкость жидкости при этом методе не оказывает влияния на показания прибора, что является преимуществом объёмного метода измерения. Однако изменение температуры жидкости существенно влияет на точность измерения.

Переменного и постоянного перепада давления (дросселирующие устройства и расходомеры обтекания).

Метод **переменного перепада давления** основан на дросселировании, т.е. сужении потока вещества, движущегося по трубопроводу. Сужение потока приводит к возрастанию средней

скорости потока. Статическое давление в месте сужения уменьшается и возникает разность (перепад) давлений потока до сужения и в суженном сечении. Измерение расхода сводится к измерению перепада, связанного со скоростью потока жидкости или газа.

При реализации метода **постоянного перепада давления** скорость оцениваемого потока постоянна. Перепад давления возникает при прохождении среды через суженное сечение, причём площадь проходного сечения изменяется в зависимости от изменения расхода. Постоянный перепад давления, возникающий в месте сужения, создаётся подвижным чувствительным элементом, изменяющим своё положение в потоке, и определяется главным образом массой этого элемента. Датчики расхода постоянного перепада давления называются ротаметрами. Установлены, например, на станциях приготовления флокулянтов, гоагулянтов.

Скоростного напора. Скоростные счётчики количества жидкости основаны на суммировании числа оборотов помещенного в поток вращающегося элемента (турбинки) за определённый промежуток времени. Вращающийся элемент приводится в движение за счёт энергии самого потока. Скорость вращения пропорциональна средней скорости протекающей жидкости или газа, а, следовательно, и расходу.

Электромагнитный метод. Принцип действия таких датчиков расхода основан на электромагнитной индукции. Роль движущегося проводника играет поток электропроводящей жидкости. Поток пересекает магнитное поле создаваемого соленоидом. На двух электродах помещенные в поток индицируется напряжение. Индуцируемое напряжение на электродах пропорционально скорости потока жидкости. Достоинством расходомеров, построенных на принципе электромагнитной индукции, является отсутствие в их конструкции каких-либо движущихся или неподвижных элементов, вносимых в движущийся поток и способных влиять на скорость, создавать потерю давления, независимость показаний от вязкости и плотности.

Метод термокомпенсационных измерений. Метод основан на измерении степени охлаждения обогреваемого датчика находящегося в газовом потоке. Поток газа протекает через чувствительный элемент, имеющий два термосопротивления. Первое служит обычным датчиком температуры рабочей среды, а второе служит в качестве нагревателя. Чем больше охлаждается нагреватель, тем больше скорость потока, а, соответственно, больше расход.

Электрические исполнительные механизмы

Электрические исполнительные механизмы (электроприводы, сервоприводы) применяются для управления различными технологическими элементами: задвижками, заслонками, вентелями, клапанами, шиберами и т.п. Электроприводы позволяют воздействовать на объект, чтобы поддерживать заданные значения регулируемой величины. По типу движения приводы делятся на однооборотные, многооборотные и линейного перемещения.

Электропривод может иметь следующие основные части: собственно электромотор (электропривод), редуктор, шкалу показывающую положение вала исполнительного механизма, датчики путевые и крайнего положения, ручной привод.

Электроприводы требуют периодического технического обслуживания которое включает: смазку редуктора и других трущихся частей, очистку, протяжку электрических соединений, замену изношенных и вышедших из строя деталей и элементов, наладку.

Основными неисправностями электроприводов являются: отказ в работе путевых и концевых датчиков. Обрыв в электрических цепях. Износ и поломка деталей механической части.

Внешний вид электропривода AUMA



Пневматические исполнительные механизмы.

Пневматические исполнительные механизмы так же как и электрические применяются для управления различными технологическими элементами: задвижками, заслонками, вентилями, клапанами, шиберами и т.п. Электроприводы позволяют воздействовать на объект, чтобы поддерживать заданные значения регулируемой величины. По типу движения приводы делятся на однооборотные, многооборотные (пневмомоторы) и линейного перемещения (пневмоцилиндры).

Пневматические исполнительные механизмы используют сжатый воздух. Для управления потоками воздуха используются электрические, пневматические, ручные, ножные пневмораспределители и краны. Различные дроссели и клапаны. В пневмоприводах применяют блоки подготовки воздуха, которые удаляют влагу (конденсат), крупный мусор и так же могут смешивать сжатый воздух с парами смазки. Смазка применяется для смазывания внутренних полостей пневмоприводов. Для уменьшения шума выпускаемого воздуха используются глушители. Пневмоприводы так же как и электроприводы могут иметь путевые датчики и датчики крайнего положения (концевики).

Пневмоприводы требуют периодического технического обслуживания которое включает: смазку трущихся частей, очистку, протяжку пневматических соединений, замену изношенных частей и уплотнений.

Наиболее частыми неисправностями пневмоприводов являются: нарушение герметичности пневматических соединений, загрязнение воздухопроводов, износ манжет и уплотнений.

Коммутационная аппаратура.

Для включения и выключения электрических машин, приборов и сетей, а также для управления работой различных электротехнических установок и защиты их отдельных элементов при нарушении нормальных режимов работы используется коммутационная электрическая аппаратура:

1. Выключатели низкого и высокого напряжения.
2. Рубильники.
3. Переключатели.
4. Минимальные и максимальные автоматы.
5. Реостаты.
6. Контроллеры.

7. Реле.
8. Магнитные пускатели.
9. Кнопки управления.

Аппаратура управления, регулирования и защиты - делится по способу управления на ручную и дистанционную, а также по напряжению сети, в которую они включаются. Электрическая аппаратура является одним из важных звеньев современного производства. При ее помощи осуществляются все процессы управления электрическим оборудованием

Выключатели и переключатели. Поворотный выключатель служит для включения и выключения приемников электрической энергии напряжением до 220 В. (например, для включения аварийного освещения в корпусах ЗИФ.)

Простейшим выключателем низкого напряжения, рассчитанным на малую мощность, является **кнопочный выключатель**. Он состоит из подвижной и неподвижной частей.

Для включения, выключения и переключения электрических цепей постоянного напряжения до 220 В и переменного напряжения до 380 В широко используются **пакетные выключатели** и переключатели. Пакетные выключатели и переключатели делятся на однополюсные, двухполюсные и трехполюсные, изготавливаются для цепей постоянного тока до 400 А и переменного тока до 250 А и в зависимости от величины предельного тока имеют различные размеры. Пакетный выключатели и переключатели состоят из переключающего механизма и контактной системы. Контактная система выполняется из отдельных контактных секций, которые собираются в пакет. Каждая секция, образующая один полюс контактной системы, состоит из изолятора, в пазах которого находятся неподвижные контакты с зажимами для подключения проводов. подвижных пружинящих контактов помещенных на изолированный переключающий валик. При повороте рукоятки этого валика происходит коммутация электрических цепей, в которые включен пакетный выключатель или переключатель. Пакетные переключатели установлены, например, на пробоотборниках для переключения режимов работы.

Рубильники. Для включения и выключения электрических установок с напряжением до 500 В при токах, превышающих 6 А, применяют рубильники. Существуют однополюсные, двухполюсные и трехполюсные рубильники, которые монтируются на щитах. Основными частями трехполюсного рубильника являются медные ножи, которые могут поворачиваться на осях, укрепленных в неподвижных контактах. К болтам контактов при помощи гаек присоединяются провода от приемника электрической энергии. При замыкании цепи медные ножи входят в промежутки между пружинящими контактами, к зажимам которых подключены провода от электрической сети. Наряду с обычными рубильниками применяют рубильники-переключатели, которые называются также перекидными рубильниками. Переключатели, кроме верхних пружинящих контактов, имеют такое же количество нижних контактов. Ножи перекидного рубильника можно соединять как с верхними, так и с нижними контактами для включения разных приемников электрической энергии. По правилам техники безопасности рубильники и переключатели закрываются защитными кожухами.

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для защиты электрооборудования от токов короткого замыкания и перегруза. Они бывают двух видов: **максимальные** и **минимальные**. Автомат, отключающий цепь, когда ток в ней достигает величины, большей допустимой, называется **максимальным**. Основными частями такого автомата являются: электромагнит, якорь-защелка и выключатель. Когда ток в цепи автомата превышает допустимую величину, электромагнит притягивает якорь-защелку. Нож выключателя освобождается и под действием пружины автоматически размыкает цепь, в которую включен автомат. Повторное включение автомата производится вручную. Автомат, отключающий цепь, когда напряжение в ней становится меньше допустимого, называется **минимальным**. Когда в цепи автомата проходит ток меньше допустимого сердечник электромагнита не в состоянии удержать вертикально плечо якоря-защелки. В результате этого пружина оттягивает якорь от сердечника электромагнита и защелка, поднимаясь вверх, освобождает нож выключателя, который под действием пружины

размыкает цепь, защищаемую автоматом. Автоматы можно отрегулировать на определенную силу тока, при которой происходит отключение. Большим преимуществом автоматов является то, что точность их установки на определенную силу тока значительно больше, чем при защите цепей плавкими предохранителями.

Предохранители. При коротком замыкании, а также при перегрузке сети электрический ток, протекающий по проводам, электрическим машинам и приборам, включенным в цепь, увеличивается и превышает допустимое значение. Провода цепи перегреваются и их изоляция может загореться, а электрические машины и приборы могут выйти из строя. Для защиты электрических цепей от токов короткого замыкания и длительных перегрузок последовательно с приемниками электрической энергии включают плавкие предохранители. Их работа основана на использовании теплового действия тока. Плавкая вставка плавится тем быстрее, чем больше перегрузка. Чтобы предохранитель не прерывал цепь при каждом пуске двигателя, нужно устанавливать предохранитель на номинальную силу тока, составляющую примерно 40% от пускового тока двигателя. Следует иметь в виду, что выбранный таким путем предохранитель защищает двигатель только от токов короткого замыкания, но не защищает его от длительной перегрузки. Для такой защиты двигателя служат автоматические выключатели и реле.

Тепловым реле называют реле, реагирующее на изменение температуры (термореле). Действие термореле основано на расширении металла при его нагревании. Широкое распространение получили биметаллические тепловые реле. Рабочая часть такого реле представляет собой биметаллическую пластину, состоящую из двух металлов с разными температурными коэффициентами линейного расширения. Материалы для пластинок выбирают так, чтобы они имели возможно большую разность коэффициентов расширения, например медь — сталь, сталь — никель, инвар — латунь. Для защиты электрических приборов при токовых перегрузках применяют тепловое максимальное реле. Электроподогреватель теплового реле является воспринимающей частью. Биметаллическая пластинка используется как промежуточная часть, а исполнительными частями служат контакты. Подогреватель включается последовательно в цепь прибора или устройства, а контакты — в цепь электромагнита пускателя, производящего пуск.

При нормальной нагрузке биметаллическая пластинка не изогнута. Когда ток в подогревателе превышает допустимую величину, биметаллическая пластинка нагреваясь изгибается в сторону металла с меньшим коэффициентом теплового расширения воздействует на рычаг. Рычаг поворачиваясь вокруг оси размыкает контакты реле. Температура срабатывания биметаллического элемента реле примерно 120°. Температура возврата около 80°. Вес реле не более 12 г. Такими тепловыми реле снабжаются магнитные пускатели, масляные манометры, термометры системы охлаждения автомобилей и многие другие устройства. В однофазных реле серии ТРП внутри биметаллического элемента реле, имеющего U-образную форму, расположен нихромовый нагреватель. Нагрев термоэлементов осуществляется комбинированным способом: ток проходит через нагреватель и через биметалл. Реле допускают регулировку тока установки в пределах $\pm 25\%$. Регулировку осуществляют с помощью механизма установки, изменяющего напряжение ветвей термоэлемента. Механизм имеет шкалу, на которой нанесено по 5 делений в обе стороны от нуля. Цена деления 5% для открытого исполнения и 5,5% для защищенного.

Регулировка теплового реле. Испытуемые тепловые элементы оставляют под нагрузкой тока номинального на 2 часа после чего ток повышают до 120%, при этом токе реле должно сработать не более чем за время 20 минут. Если за время t не произошло срабатывания реле, необходимо медленно перемещать регулятор в сторону начала шкалы до момента срабатывания. Установка реле фиксируется на корпусе реле меткой. Настройка считается удовлетворительной, если ток срабатывания реле будет отклоняться от образцового $\pm 10\%$.

Электромагнитные релé - электрические приборы, предназначенные для коммутации электрических цепей (скачкообразного изменения выходных величин) при заданных изменениях электрических, а так же неэлектрических. Релейные элементы (реле) находят широкое применение в схемах управления и автоматики, так как с их помощью можно управлять большими мощностями на выходе при малых по мощности входных сигналах; выполнять логические операции; создавать многофункциональные релейные устройства; осуществлять коммутацию электрических цепей; фиксировать отклонения контролируемого параметра от заданного уровня; выполнять функции запоминающего элемента и т. д. Электромагнитные реле, благодаря простому принципу действия и высокой надежности, получили самое широкое применение в системах автоматики и в схемах защиты электроустановок. Работа электромагнитных реле основана на использовании электромагнитных сил, возникающих в металлическом сердечнике при прохождении тока по виткам его катушки. Детали реле монтируются на основании и закрываются крышкой. Над сердечником электромагнита установлен подвижный якорь (пластина) с одним или несколькими контактами. Напротив них находятся соответствующие парные неподвижные контакты. В исходном положении якорь удерживается пружиной. При подаче напряжения электромагнит притягивает якорь, преодолевая её усилие, и замыкает или размыкает контакты в зависимости от конструкции реле. После отключения напряжения пружина возвращает якорь в исходное положение. В некоторые модели, могут быть встроены электронные элементы. Это резистор, подключенный к обмотке катушки для более чёткого срабатывания реле, или (и) конденсатор, параллельный контактам для снижения искрения и помех.

Магнитные пускатели. Наиболее распространенным аппаратом для дистанционного замыкания и размыкания электрических цепей является магнитный пускатель. В отличие от аппаратов, в которых включение и выключение электрических цепей производят вручную (рубильники), в магнитных пускателях эти операции происходят автоматически под действием магнитного поля, возбуждаемого при включении оперативного электрического тока. Магнитные пускатели— более сложные устройства чем реле, в которые входят трехполюсные контакторы. При прохождении оперативного электрического тока через обмотку электромагнита возбуждается магнитное поле и якорь притягивается к сердечнику. Контактные пластины - перемычки якоря соединяют между собой контакты, к которым подключены провода от сети трехфазного переменного тока и от электроприемника. При выключении тока якорь под действием собственного веса или пружины опускается и контактные пластины - перемычки отключают двигатель от сети.

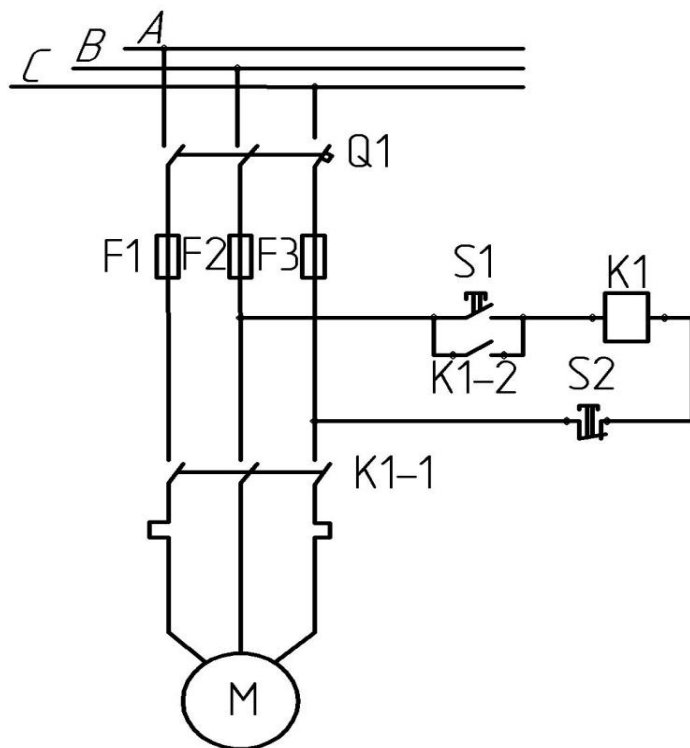
Реостаты. Реостаты представляют собой регулируемые резисторы; они служат для пуска, остановки и регулирования скорости электрических двигателей, а также для управления самыми различными электрическими устройствами. По конструкции реостаты делятся на металлические и жидкостные, а по роду охлаждения — на воздушные и масляные. Проволочный реостат имеет фарфоровое основание, укрепленное между двумя вертикальными стойками. На основании намотана проволока, обладающая высоким удельным сопротивлением. Ее концы присоединяются к зажимам. Над проволокой расположен стержень, на который надет ползунок с контактными роликами, касающимися проволоки. Перемещение движка по проволоке позволяет плавно изменять сопротивление реостата. Для плавного пуска двигателя с фазным ротором шаровой мельницы в корпусе измельчения применяется реостат жидкостного типа. В нем в жидкость погружаются аксиальные электроды и чем больше электроды погружаются в жидкость, тем меньше сопротивление реостата. После того как шаровая мельница разовьёт необходимые обороты двигатель включается в цепь минуя реостат. Управление опусканием электродами происходит автоматически при помощи электрического сервопривода.

Схемы управления электроприемниками при помощи магнитного пускателя. Основы автоматики.

Включение электродвигателя в сеть при помощи обычного выключателя, дает ограниченные возможности, так как выключателем нельзя коммутировать большие токи. Например при снятии

тока в 5А возникает дуга длиной 2см, которая может зажечь материал. В случае аварийного отключения электроэнергии (например, перегорают предохранители), машина перестает работать, но после устранения неисправности сети двигатель запускается уже без команды человека. Это может привести к несчастному случаю. В таких случаях необходимо применять нулевую защиту – отключение при пропадании напряжения. Для управления большими токами применяют силовые реле –контакты или по другому магнитные пускатели. В них смыкание и размыкание контактов происходит быстро, что сокращает время горения дуги. Кроме того в контакторах приняты меры по предотвращению появления дуги –дугогасительные камеры. Управление силовыми контактами производится относительно слабым управляющим током катушки. В связи с этим введено понятие **силовых цепей** и **цепей управления**. К силовым цепям относятся все части, ведущие ток к нагрузке (провода, контакты, измерительные и контролирующие приборы). Все провода и аппаратура управления, контроля и сигнализации относятся к цепям управления. Рассмотрим схему включения электродвигателя при помощи магнитного пускателя. После включения разъединителя Q1 силовые цепи и цепи управления получают питание. При нажатии на кнопку «Пуск» S1 по обмотке K1 пойдет ток и замкнутся контакты K1-1 и K1-2. Двигатель включится в работу. После отпускания кнопки S1 ток через обмотку не прекратится, а будет проходить через контакты K1-1, которые удерживаются в замкнутом положении этой же обмоткой. При нажатии на кнопку «Стоп» S2, разомкнется цепь обмотки. Магнитное поле удерживающее контакты K1-1 и K1-2 исчезнет и контакты разомкнутся. Если же пропадет внешнее питание, или перегорят предохранители, то двигатель отключится. Но после устранения неисправности сети двигатель не включится самостоятельно без участия человека, поскольку цепь питания катушки разомкнута. Так реализована нулевая защита.

Основы автоматики. Часто автоматические системы повторяют схему обычного магнитного пускателя. Если вместо двигателя в схему будет включен нагреватель, а вместо кнопок датчики температуры, замыкающие или размыкающие контакты при определенной температуре, то получим систему, автоматически поддерживающую температуру. Если, например, вместо кнопок в схему включить датчики давления, замыкающие и размыкающие контакты при определенном давлении, которые будут смонтированы на резервуаре со сжатым воздухом, а управлять эта схема будет компрессором, то такая система будет поддерживать в заданных пределах давление в резервуаре.



Чтение чертежей. Принципы построения чертежа.

Наиболее часто встречающиеся на практике чертежи это: чертеж детали (деталировочный чертеж), сборочный чертеж, монтажный чертеж, а так же технологические планировки и схемы.

Чертеж детали содержит все необходимые данные для изготовления и контроля этой детали.

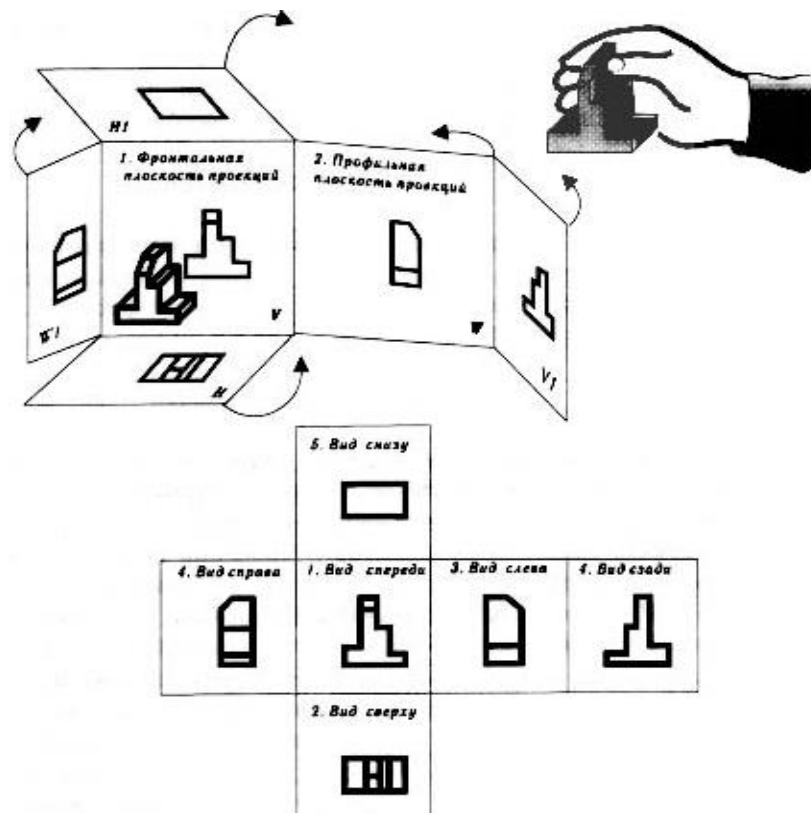
Сборочный чертеж содержит все необходимые данные для понимания принципа работы прибора или устройства его сборки и контроля. Сборочный чертеж содержит сведения о том, как все детали сопрягаются и взаимодействуют между собой, габаритные и присоединительные размеры, наименование всех деталей и материалов, необходимых для сборки, а так же другие сведения.

Монтажный чертеж содержит сведения по монтажу прибора или устройства, его габаритные и присоединительные размеры. Например, монтажный чертеж (схема) по монтажу уровнемера на емкость может содержать сведения о том, как уровнемер располагается на емкости относительно других частей емкости. На каком расстоянии от стенки, на какой высоте, под каким углом к оси емкости должен быть сориентирован уровнемер. Каким должно быть по форме и размеру отверстие, в которое помещается уровнемер. Какие необходимы крепежные детали и материалы для монтажа уровнемера.

Технологические планировки и схемы содержат план производственного участка, здания и изображение технологических машин, устройств, инженерных коммуникаций и т.п. на этом плане.

Например: Топология полевых датчиков содержит план производственного участка, на котором обозначено расположение датчиков и проложенные к ним кабели.

Принципы построения чертежа. Для построения чертежа объекта его мысленно помещают внутрь воображаемого куба. Мысленно переносится (проецируется) изображение каждой из сторон объекта (детали) на внутреннюю поверхность граней куба. После чего куб мысленно разворачивается и получаются все шесть возможных изображений объекта по шести граням куба. Чаще всего достаточно одного двух или трех изображений. Чтобы показать в достаточной мере всю пространственную форму объекта создают дополнительные виды и разрезы и сечения. Правила создания чертежа регламентируются стандартами, ГОСТами. В частности ЕСКД –Единой Системой Конструкторской Документации. Главный принцип при построении чертежа –удобство чтения и понимания всей информации содержащейся в нем. Для этих целей применяется унифицированное и упрощенное изображение некоторых элементов на чертеже. Чертежи выполняются в масштабе. Чертеж выполненный от руки без соблюдения масштабов но с соблюдением пропорций называется эскизом.



В настоящее время при проектировании кроме плоских двумерных чертежей применяют трехмерное изображение выполненное с помощью САПР (Систем Автоматизированного Проектирования) Компас, AutoCAD, Proingeneer, SolidWorks, 3DMax.

Детали приборов и машин.

Детали приборов и машин – это предмет, изучающий назначение, классификацию и основы расчета деталей общего типа. Машины и механизмы –это механические устройства, облегчающие труд и повышающие его производительность.

Деталь – это изделие, полученное из однородного по марке материала без сборочных операций.

Сборочная единица – изделие, полученное с помощью сборочных операций.

Механизм – комплекс деталей и сборочных единиц, созданных с целью выполнения определённого вида движения ведомого звена с заранее заданным движением ведущего звена.

Машина – это комплекс механизмов, созданный с целью превращения одного вида энергии в другой, либо для совершения полезной работы, с целью облегчения человеческого труда.

Машины могут быть разной степени сложности – от простейших (рычаг, клин, винт, наклонная плоскость), до вычислительных машин. Энергетические машины преобразуют один вид энергии в другой. Например, генераторы преобразуют механическую энергию вращения в электрическую энергию, электродвигатели наоборот –превращают электроэнергию в механическую энергию вращения . Хотя механизмы и позволяют получить выигрыш в силе или скорости, возможности такого выигрыша ограничиваются законом сохранения энергии. В применении к машинам и механизмам он гласит: энергия не может ни возникнуть, ни исчезать, она может быть лишь преобразована в другие виды энергии или в работу. Поэтому на выходе машины или механизма не может оказаться больше энергии, чем на входе. К тому же в реальных машинах часть энергии теряется из-за трения. Это правило носит название **Основного закона механики**.

Потери энергии в механизме определяются **коэффициентом полезного действия КПД**.

$$\text{КПД} = \frac{N_{\text{вых}}}{N_{\text{вх}}} \times 100\%$$

Где: $N_{\text{вых}}$ – количество энергии на выходе механизма

$N_{\text{вх}}$ – количество энергии на входе механизма

Например: КПД электродвигателя высок, достигает 99%, поэтому его применение экономично. КПД двигателей внутреннего сгорания (ДВС) не превышает 45%, КПД рычажных и зубчатых передач, часто применяемых в приборах, исполнительных механизмах и дистанционных приводах, составляет 90-95%. Если у какого либо механизма КПД = 90 %, то это означает, что из 100% поданной к механизму энергии только 90% пойдет на совершение полезной работы. Оставшиеся 10% будут утеряны безвозвратно в результате трения и т.п.

Виды соединений. При производстве приборов и машин применяют различные соединения. Все соединения делятся на разъемные и неразъемные соединения. **Разъемные соединения** – резьбовые, шпоночные, зубчатые и шлицевые, клиновые, клеммовые, штифтовые, фрикционные. **Неразъемные соединения** – сварные, паяные, заклепочные, клеевые, прессовые.

Резьбовые соединения наиболее распространены. Резьба – это винтовая канавка выполненная на цилиндрической (цилиндрическая резьба) или конической (коническая резьба) (К) поверхности. Резьба различается по виду профиля канавки –треугольная, прямоугольная, трапецевидная, круглая. Чаще всего встречаются резьбы с треугольным профилем: метрическая резьба (М) с углом профиля 60°, дюймовая (трубная) (G) с углом профиля 55°. Резьбы характеризуются диаметром стержня на который нанесена винтовая канавка – это **диаметр резьбы**, и расстоянием между соседними витками резьбы –**шагом резьбы**.

Кроме того резьбы могут иметь разное назначение: **крепежные** резьбы, **уплотнительные** –для создания герметичных соединений, **ходовые** –для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот. По числу заходов винтовой канавки бывают **однозаходные** и **многозаходные**. По направлению вращения винтовой канавки **правые** и **левые**. **Внутренние** выполнены на внутренней поверхности (гайки) **наружные** выполнены на наружной поверхности (болты, винты, шпильки).

Пример обозначения: Болт М10×1,5 - 60 ГОСТ 15589-70

Где: М –обозначение метрической резьбы; 10 –диаметр резьбы; 1,5 –шаг резьбы. 60- длина стержня болта; ГОСТ 15589 –Государственные стандарт на данный вид болта. 70 –год выхода стандарта.

Шпоночное соединение - соединение вала с надетой на него деталью при помощи шпонки. Для установки шпонки на валу и в детали должны быть шпоночные пазы, расположенные в осевом направлении. Шпонки различаются по форме. Бывают призматические, клиновые, сегментные, тангенсные, круглые. По способу установки шпонки бывают напряженные (запрессованные с натягом) и свободные (установленные с зазором). Длинные шпонки могут служить в качестве направляющих и позволяют детали перемещаться по валу.

Достоинства: простота конструкции, надёжность в работе. **Недостатки:** шпоночный паз – концентратор напряжений, ослабляющий конструкцию.

Шлицевое соединение– это соединение деталей машин, в котором выступающие на одной детали (валу) зубья входят в пазы (шлицы) другой детали. Детали в шлицевом соединении могут

быть подвижными или неподвижными одна относительно другой. По виду зубьев и шлицев бывают: прямобокие, треугольные, эвольвентные.

Шлицевое соединение позволяет передавать больший крутящий момент, чем шпоночное соединение, но изготовление деталей для такого соединения сложный и дорогостоящий процесс.

Заклепочные соединения зарекомендовали себя как одни из наиболее прочных и надежных соединений, поэтому они применяются в авиаракетостроении, судостроении, строительстве мостов и других сооружений. Заклёпочные соединения хорошо выдерживают ударные нагрузки позволяют визуально контролировать качество и надежность соединений. Заклепочные соединения классифицируются по назначению для создания прочных и/или плотных герметичных соединений, по взаимному расположению заклепок в шве на однорядные, многорядные, шахматные.

Недостатки: отверстия – концентраторы напряжений и снижают прочность, утяжеляют конструкцию, шумное производство.

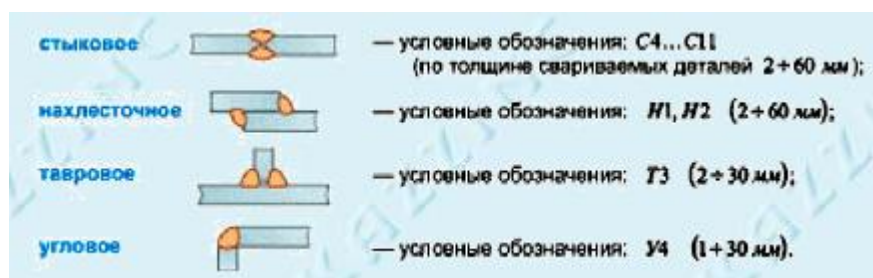
Сварочное соединение. Сварка – это процесс соединения деталей путём их нагрева до температуры плавления, либо пластической деформацией с целью создания неразъёмного соединения. При монтажных и ремонтных работах и для изготовления простых деталей чаще всего применяют электродугую и газовую сварку.

Электродугуговая сварка для расплавления металла использует энергию электрической дуги, которая горит между электродом и свариваемым материалом при прохождении постоянного тока большой величины. В электродугуговой сварке применяют различные электроды, которые предназначены для сварки различных материалов (стали обыкновенной, стали легированной, стали нержавеющей и т.п.) Кроме того для защиты расплавленного металла от окисления применяют защитные газы (аргон – при аргонной сварке, углекислый газ), которые так же создают среду для горения дуги.

Газовая сварка использует горючие вещества: ацетилен, газ пропан, бензин, керосин. При обычном горении на воздухе эти вещества не могут выделить достаточного количества тепла для расплавления металла, поскольку в воздухе недостаточно кислорода для столь интенсивного горения. Поэтому в газовую горелку дополнительно подается кислород.

Существуют и другие виды сварки: электроконтактная, плазменная, лазерная ультразвуковая, сварка электронным лучом, сварка трением, сварка взрывом, которые применяются в высокотехнологичных производствах приборов и машин.

По виду и расположению сварочного шва подразделяют: фланговые, лобовые швы; сплошные, прерывистые, шахматные. Соединения сваркой бывают стыковые, внахлестку, тавровые, угловые. Если применяется предварительная подготовка свариваемых кромок (разделка, отбортовка), то говорят о сварке с разделкой кромок.



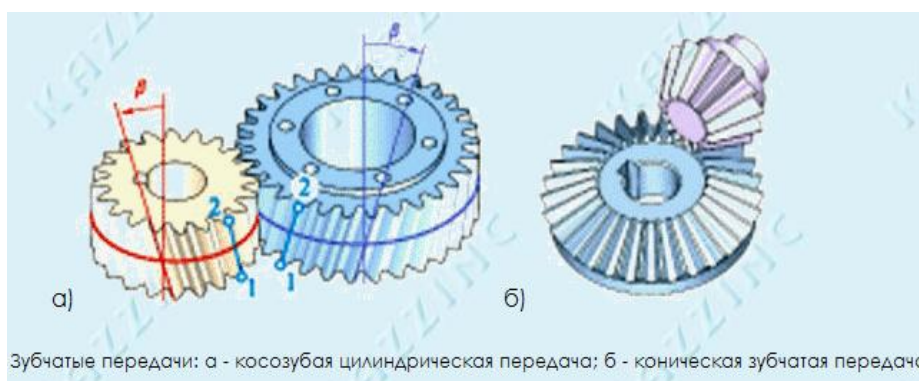
Клеевое соединение, неразъёмное соединение деталей приборов и машин, строительных конструкций, изделий лёгкой промышленности и др., осуществляемое с помощью клея. Клеевые соединения позволяют скреплять различные, в том числе и разнородные материалы, обеспечивая равномерное распределение напряжений. Клеевые соединения используют при изготовлении изделий из стали, алюминия, латуни, текстолита, гетинакса, стекла, фанеры, древесины, ткани, пластмассы, резины и др. материалов. Эти материалы можно соединять в различных сочетаниях.

Достоинства: не утяжеляет конструкцию, низкая стоимость, не требует специалистов, возможность соединять любые детали любой толщины, бесшумность процесса.

Недостатки: “старение” клея, низкая теплостойкость, необходимость предварительной зачистки поверхности.

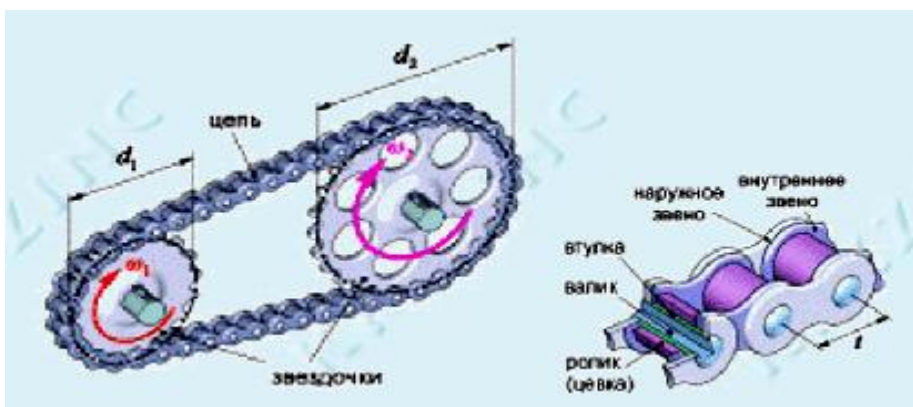
Механические передачи – это механизмы, предназначенные для передачи движения. Бывают зубчатые, червячные, цепные, фрикционные, ременные.

Зубчатая передача осуществляется за счет зацепления зубчатых колес между собой. Зубчатая передача наиболее универсальна и поэтому широко распространена во всевозможных машинах и механизмах, позволяет передавать большие моменты вращения и мощности между параллельными, пересекающимися, скрещивающимися валами, а так же расположенными под углом друг к другу. В реечных зубчатых передачах происходит преобразование вращательного движения в поступательное и наоборот.

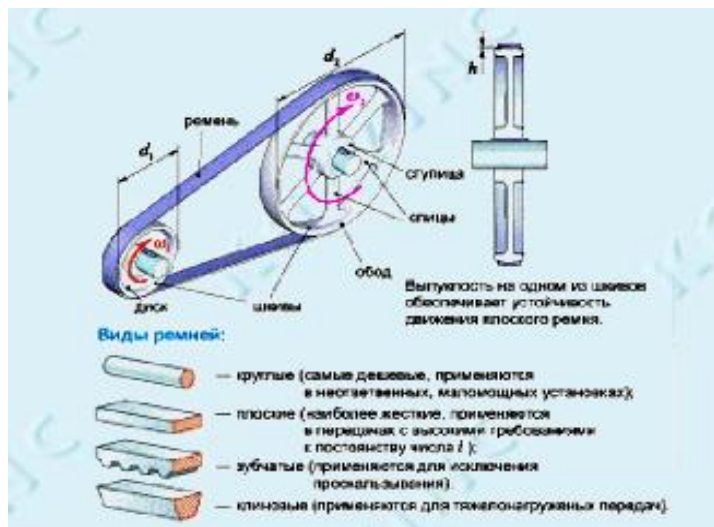


Фрикционные передачи работают так же как и зубчатые, но передача в них осуществляется за счет трения между соприкасающимися валами. По сравнению с зубчатыми передачами фрикционные передачи не могут передавать значительные моменты и мощности. Их работа менее надежна, поэтому применяются они сравнительно редко.

Цепные передачи передают значительные моменты и мощности, но только между параллельно расположенными валами. Их работа надежна а устройство простое. Также они дешевле зубчатых.



Ременная передача –самый старый вид передачи. Это наиболее дешевый и надежный вид передачи почти не требующий обслуживания, осуществляется ремнями различной формы сечения. Его работа бесшумна. Ремень амортизирует толчки, ударные нагрузки и вибрации. В случае заедания ведомого вала ведущий шкив не остановится, а будет проскальзывать. Таким образом, ремень предохранит машину от поломок.



Червячные передачи –передают вращение между червяком и червячным колесом. Они так же как и зубчатые передачи могут передавать большие моменты и мощности, но имеют низкий КПД. На трение между червяком и червячным колесом тратится значительная часть энергии. Эти передачи обладают ценным свойством самоторможения. Например, червячный редуктор используется в подъемном механизме. В случае обесточивания электродвигателя механизма или другой поломки поднимаемый груз не упадет под действием силы тяжести, а останется висеть в таком же положении до восстановления работоспособности механизма. Это важно с точки зрения техники безопасности.



Валы и оси –детали, часто встречающиеся в приборах и машинах, бывают прямые и коленчатые; гладкие и ступенчатые; цельные и полые внутри

Вал – это деталь, предназначенная для поддержания других деталей с целью передачи вращательного момента. В процессе эксплуатации вал испытывает изгиб и кручение.

Ось – это деталь предназначенная только для поддержания насаженных на неё других деталей, в процессе работы ось испытывает только изгиб.

Подшипник –опора вала или оси, обеспечивающая вращение, или линейное перемещение (для линейных подшипников) с наименьшим сопротивлением, воспринимает и передаёт нагрузку на другие части конструкции, например на корпус. Подшипник неотъемлемая часть любой машины или прибора.

Основные типы подшипников:

- подшипники качения;
- подшипники скольжения;
- газодинамические подшипники (удерживают вращающуюся деталь потоком газа);
- гидростатические подшипники (удерживают вращающуюся деталь жидкостью под давлением;
- магнитные подшипники (удерживают деталь магнитным полем).

Основные типы которые применяются в машиностроении и приборостроении —это **подшипники качения** и **подшипники скольжения**.

Подшипник качения -опора вращающейся части механизма прибора или машины обычно состоящая из внутреннего и наружного колец, тел качения и сепаратора, разделяющего тела качения и направляющего их движение.

Тела качения подшипников бывают различной формы.

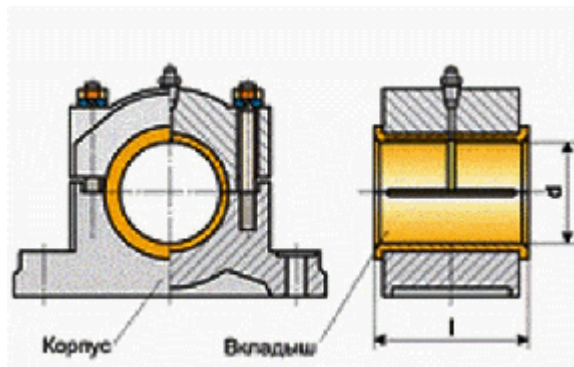


Каждый вид подшипника имеет свои особенности преимущества и недостатки, обуславливающие его применение в том или ином приборе или машине.



Подшипник скольжения, опора или направляющая механизма или машины, в которой трение происходит при скольжении сопряжённых поверхностей. Подшипник скольжения представляет собой корпус, имеющий цилиндрическое отверстие, в которое вставляется вкладыш, или втулка из антифрикционного материала и смазывающее устройство. Между валом и отверстием втулки подшипника имеется зазор, заполненный смазочным материалом, который позволяет свободно вращаться валу.

Смазка является одним из основных условий надёжной работы подшипника обеспечивает; низкое трение, разделение подвижных частей, теплоотвод, защиту от вредного воздействия окружающей среды и может быть; жидкой (минеральные и синтетические масла, вода для не металлических подшипников), пластичной (на основе литиевого мыла и кальция сульфоната и др.), твёрдой (графит, дисульфид молибдена и др.) и газообразной (различные инертные газы, азот и др.).



Муфты – это устройства, предназначенные для соединения валов с целью передачи вращательного момента и обеспечивающие остановку узла без выключения двигателя, а так же предохраняющие работу механизма при перегрузках.

Жесткие муфты наиболее просты и дешевы. Соединяют жестко между собой два вала.

Упругие муфты за счет деформации упругих элементов позволяют компенсировать неточности установки двух валов.

Управляемые зубчатые, кулачковые и фрикционные муфты позволяют разъединять валы машин и агрегатов.

Предохранительные муфты разъединяют валы посредством разрушения элементов муфты при превышении заданного момента, например при заклинивании вала и предохраняют прибор или машину от разрушения.

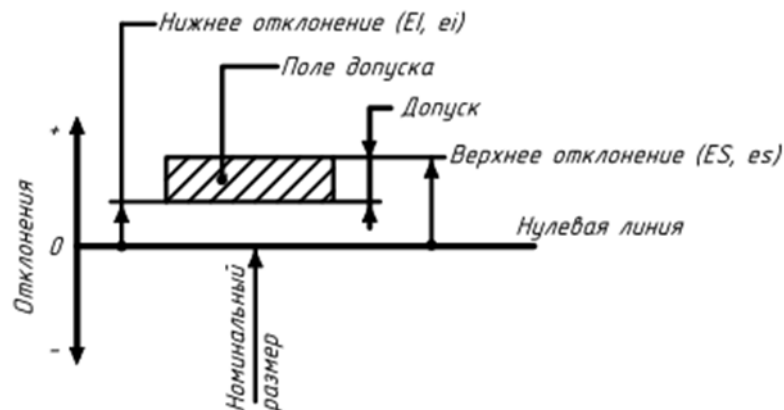
Обгонные муфты позволяют передавать вращение только в одном направлении.

Центробежные муфты включаются только при достижении определенных оборотов за счет центробежной силы грузов.

Комбинированные муфты сочетают в себе свойства различных муфт. Муфты подбираются по таблице ГОСТа.

Допуски и посадки. Существует всего 18 квалитетов точности (01, 1, 2, 3 ... 15, 16, 17), в соответствии с которыми изготавливаются детали приборов и машин. 01 квалитет –самый высокий (точный), 17 квалитет –самый низкий (грубый). Квалитеты с 01 по 4 применяются в особо точном приборостроении. При ручной слесарной обработке можно добиться 13-14 квалитета точности. При обработке на токарном станке 7-8 квалитета, на шлифовальном 5-6 квалитета. Квалитет точности определяет разброс размеров (**допусков**) относительно нулевого размера (номинального) в которые необходимо уложиться при изготовлении детали. Этот разброс называется **полем допуска**, в котором есть верхний предел (**верхнее отклонение**) и нижний предел (**нижнее отклонение**). Чем выше точность изготовления детали (квалитет) тем сложнее её изготовить.

Существует три вида **посадок**: Посадка с зазором, посадка с натягом, переходная посадка. Вид посадки определяется размерами сопрягаемых деталей: вала и отверстия. Валом в машиностроении и приборостроении называют охватываемую деталь, отверстием – охватывающую деталь. Если размер вала больше размера отверстия, то получится посадка с натягом, иначе посадка с зазором. Вид посадки зависит от того как выбрано поле допуска (допуск на размер)



Свойства материалов их применение при производстве деталей приборов и машин. Все конструкционные материалы применяемые в машиностроении и приборостроении разделяются на металлические и неметаллические материалы. Свойства всех материалов делятся по: физическим (прочность, пластичность, электротеплопроводность), химическим (стойкость к агрессивным средам, химическая инертность), технологическим (литейные свойства, обрабатываемость резанием, ковкость)

Свойства металлических материалов. Металлы обладают характерными им свойствами: металлический блеск, электро и теплопроводность, твердость, прочность, пластичность.

Металлы подразделяются на черные, цветные, драгоценные.

К **черным металлам** относятся чугуны и стали –сплав железа и углерода. Чугуны обладают большим по сравнению со сталями содержанием углерода. Чугуны бывают серыми, белыми, ковкими. Стали, в зависимости от содержания в них углерода и легирующих элементов подразделяются на 1. Сталь обыкновенного качества, 2. Сталь конструкционная качественная, 3. Углеродистая сталь. 4. Инструментальная сталь. 5. Легированная сталь.

К **цветным металлам** относятся: медь, олово, алюминий, цинк, свинец, титан, никель, кобальт, вольфрам и др. Металлы в чистом виде непригодны для производства, поэтому из них получают сплавы. Например бронза –сплав меди и олова обладает хорошими литейными свойствами и низким коэффициентом трения, поэтому используется для изготовления вкладышей подшипников скольжения. Латунь –сплав меди с цинком. Хорошо обрабатывается, поэтому получил широкое распространение в качестве конструкционного материала. Дюралюмины –сплавы алюминия и других материалов так же получили широкое применение благодаря своим свойствам: легкость, прочность, теплоэлектропроводность. Наиболее ценным в электротехнике является медь, которая обладает хорошей электропроводностью, пластичностью, способностью навиваться проволокой, что позволяет создавать из неё различные электрические машины.

Драгоценные материалы так же обладают многими полезными свойствами, но из за высокой стоимости их применение ограничено. Например золото из за своей химической стойкости используется в качестве материала для неокисляемых деталей. Им покрывают контакты и токоведущие части электротехнических приборов.

Среди **неметаллических материалов** наибольшее распространение получили пластмассы, благодаря своей невысокой стоимости, стойкости к коррозии и способности изготавливать из неё детали сложной конфигурации. К неметаллическим материалам так же относят резину, кожу, бумагу, ткани и смазочные материалы (масла и смазки)

Виды ремонта средств КИП и А. Основными задачами участка КИП и А являются ремонт средств КИП и А, их периодическая проверка. В зависимости от объема ремонтных работ различаются следующие виды ремонтов: текущий, средний, капитальный.

Текущий ремонт средств КИП и А производит эксплуатационный персонал участка КИП и А.

Средний ремонт предусматривает частичную или полную разборку и настройку измерительной, регулирующей или других систем приборов; замену изношенных деталей, чистку контактных групп, узлов и блоков.

Капитальный ремонт регламентирует полную разборку прибора или регулятора с заменой деталей и узлов, пришедших в негодность; градуировку, изготовление новых деталей и опробование прибора после ремонта с последующей поверкой.

Поверка прибора –определение соответствия прибора всем техническим требованиям, предъявляемых к прибору. Методы поверки определяются заводскими техническими условиями, инструкциями и методическими указаниями. **Государственная поверка** осуществляется государственной метрологической службой. **Ведомственная поверка** осуществляется самим предприятием при наличии такого права.

Организация рабочего места слесаря КИП и А. Слесари КИП и А в зависимости от структуры предприятия выполняют как ремонтные, так и эксплуатационные работы. В задачу эксплуатации средств КИП и А, установленных на производственных участках и цехах, входит обеспечение бесперебойной, безаварийной работы приборов контроля, сигнализации и регулирования, установленных в щитах, пультах и в отдельных схемах. Рабочее место слесаря в зависимости от выполняемых работ может включать: щиты, пульта и мнемосхемы с установленной аппаратурой, приборы; стол-верстак с источниками регулируемого переменного и постоянного тока, подвод сжатого воздуха; необходимый инструмент, испытательные приспособления и стенды. Кроме того на рабочем месте должна быть необходимая техническая документация –монтажные принципиальные схемы автоматизации, инструкции заводов – изготовителей приборов.

На рабочем месте должны поддерживаться санитарно –бытовые условия.

Для осуществления ремонта и поверки на участке должна иметься конструкторско-технологическая документация, регламентирующая производство ремонта каждого вида измерительной техники. В эту документацию включаются нормативы по среднему и капитальному ремонту, нормах расхода запасных частей, материалов. Для складирования средств, запасных частей, материалов и инструментов должны иметься соответствующие стеллажи.

Промышленная безопасность. Вредные и опасные производственные факторы. На человека в процессе его трудовой деятельности могут воздействовать опасные (вызывающие травмы) и вредные (вызывающие заболевания) производственные факторы.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего, в определённых условиях, приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего, в определённых условиях, приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Вредный производственный фактор, в зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия, может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на:

Физические: подвижные части производственного оборудования, разрушающиеся конструкции, повышенная запыленность и загазованность, повышенная или пониженная температура и влажность, шум и вибрации, магнитные и электрические поля, наличие ультразвуковых, электромагнитных и ионизирующих излучений, высокое напряжение, расположение рабочего места на значительной высоте.

Химические: различные сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ), применяемые на производстве, оказывающие токсическое, раздражающее, канцерогенное, мутагенное действие, влияющие на репродуктивную функцию.

Биологические: патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности. Микроорганизмы (растения и животные).

Психофизиологические: физические перегрузки, нервно-психические перегрузки, умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов (зрение, слух), монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Для снижения действия опасных и вредных производственных факторов необходимо соблюдать меры по охране труда и технике безопасности принятые на производстве, пользоваться средствами индивидуальной защиты (СИЗ), соблюдать режим труда и отдыха и личную осторожность.

Обязанности физических и юридических лиц по обеспечению промышленной безопасности.

Работники, находящиеся на опасных производственных объектах, обязаны:

- 1) соблюдать требования промышленной безопасности;
- 2) незамедлительно информировать администрацию организации об авариях, инцидентах на опасном производственном объекте;
- 3) проходить обучение и инструктаж, переподготовку, аттестацию по вопросам промышленной безопасности;
- 4) оказывать содействие при расследовании причин аварий.

Владельцы опасных производственных объектов обязаны:

- 1) соблюдать требования промышленной безопасности;
- 2) применять технологии, технические устройства, материалы, допущенные к применению на территории Республики Казахстан;
- 3) организовывать и осуществлять производственный надзор за соблюдением требований промышленной безопасности;
- 4) обеспечивать проведение экспертизы промышленной безопасности.
- 5) допускать к работе на опасных производственных объектах должностных лиц и работников, соответствующих установленным требованиям;
- 6) вести учет аварий, проводить анализ причин возникновения аварий, осуществлять мероприятия, направленные на предупреждение, ликвидацию аварий и их последствий;
- 7) выполнять предписания по устранению нарушений требований нормативных правовых актов в сфере промышленной безопасности, выданных государственными инспекторами;

8) предусматривать затраты на обеспечение промышленной безопасности при разработке планов финансово-экономической деятельности опасного производственного объекта, иметь резервы материальных и финансовых ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварий;

9) страховать гражданско-правовую ответственность владельцев опасных производственных объектов

10) обеспечивать подготовку, переподготовку, повышение квалификации и аттестацию работников в области промышленной безопасности;

11) обучать работников методам защиты и действиям в случае аварии на опасных производственных объектах;

12) создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии на опасных производственных объектах и обеспечивать их устойчивое функционирование;

13) осуществлять постановку на учет, снятие с учета в территориальных подразделениях уполномоченного органа опасных производственных объектов.

Расследование аварий и несчастных случаев на производстве. По каждому факту возникновения несчастного случая на производственных объектах проводится расследование его причин. Для расследования несчастного случая работодатель создает комиссию в составе не менее трех человек, которая возглавляется работодателем или уполномоченным им представителем. Состав комиссии утверждается приказом (распоряжением) работодателя, в комиссию включаются:

1. специалист по охране труда или лицо, назначенное ответственным за организацию работы по охране труда приказом (распоряжением) работодателя;
2. представители профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа, уполномоченный по охране труда.

Следует учитывать, что руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке (объекте), где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается. В зависимости от тяжести происшедшего (несчастный случай с гибелью работника, групповой несчастный случай, групповое отравление и т.д.) в состав комиссии может включаться представитель городского, областного, республиканского департамента промышленной безопасности, а так же представитель санэпиднадзора

Комиссия в ходе расследования выясняет обстоятельства, предшествовавшие аварии, несчастному случаю, устанавливает причины, характер нарушений условий эксплуатации технических устройств, технологических процессов, нарушений нормативных правовых актов по промышленной безопасности, намечает мероприятия по ликвидации последствий и предотвращению подобных аварий, определяет материальный ущерб. Комиссия по расследованию имеет право получать в ходе расследования письменные и устные объяснения от очевидцев происшедшего, должностных и других лиц. По результатам расследования причин аварии руководство организации в течение десяти дней издает приказ. В приказе должны быть объявлены выводы комиссии об обстоятельствах и причинах аварии или несчастного случая намечены меры по ликвидации последствий, а также меры по предупреждению подобных аварий и о привлечении виновных лиц к ответственности. Руководством организации предоставляется письменная информация о сроках выполнения мероприятий, предложенных по результатам расследования, в территориальное подразделение уполномоченного органа.

Техника безопасности при работе в электроустановках

Персонал, обслуживающий электрооборудование, кроме общих правил по безопасности труда, должен соблюдать требования, обеспечивающие безопасность при выполнении работ в электроустановках.

Действие электрического тока на человека зависит от:

1. Рода тока (переменный или постоянный). При переменном токе от его частоты.
2. Величины тока или напряжения.
3. Длительности протекания тока.
4. От пути прохождения тока через тело человека.
5. Физического и психического состояния человека.

Наиболее опасный переменный ток частотой 50-500 Гц. Смертельное поражение человека током наступает в результате прекращения работы сердца или дыхания. В результате воздействия на сердце электрического тока с частотой 50 Гц возникает фибрилляция желудочков и предсердий.

Смертельный ток - 0,1 А.

Опасный ток - 0,05 А.

Опасное напряжение свыше 42 В.

Среднестатистическое сопротивление человека 800 Ом.

Переменное электрическое поле при 220 кВ и выше неблагоприятно влияет на ЦНС человека, вызывая снижение работоспособности, повышение пульса, АД и температуры тела человека.

Влияние высокой и сверхвысокой частоты также неблагоприятно сказывается на психофизическом состоянии человека.

Основные и дополнительные средства защиты в электроустановках. Средства защиты, изоляция которых длительное время выдерживает рабочее напряжение электрических установок, и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением, называются **основными средствами защиты**: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения для фазировки, изолирующие лестницы, канаты, слесарно –монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и другое.

Средства защиты, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения током, а применяются совместно с основными электрозащитными средствами, называются **дополнительными средствами защиты**: диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки и накладки, колпаки, переносные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

Защитное заземление. Заземление частей электроустановки и корпусов электрооборудования, нормально не находящихся под напряжением, - одна из наиболее распространенных мер защиты в сетях до 1000 В и в сетях выше 1000 В. Оно защищает от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим корпусам оборудования, металлическим конструкциям электроустановки, которые вследствие нарушения электрической изоляции могут оказаться под напряжением. Смысл защитного заземления заключается в том, чтобы создать между корпусом защищаемого оборудования и землей электрическое соединение достаточно малого сопротивления для того, чтобы в случае замыкания на корпус, прикосновения человека в этому корпусу не могло вызвать через его тело ток опасной величины. Согласно требованиям Правил устройства электроустановок сопротивление защитного заземления не должно превышать 4 Ома. Защитное заземление выполняется в виде контура расположенного по периметру здания. С этим контуром электрически соединяются корпуса электроустановок. В двух местах контур соединяется с стержнями, которые заглубляются в землю.

Защитное зануление. является основной мерой защиты от поражения людей электрическим током в случае прикосновения к корпусам электрооборудования и металлическим конструкциям,

оказавшимся под напряжением вследствие повреждения изоляции или однофазного К.З в электроустановках напряжением до 1000 В. **Занулением** называется преднамеренное электрическое соединение с нейтральным проводом металлических элементов электроустановки (корпуса электрооборудования, кабельные конструкции, стальные трубы и др.), нормально не находящихся под напряжением, но могущих в процессе эксплуатации оказаться под напряжением. Такое электрическое соединение, будучи надежно выполненным, превращает в короткое замыкание всякий контакт токоведущих частей на металлические части электроустановки. В случае, если произойдет замыкание линейного провода на корпус произойдет короткое замыкание. Короткое замыкание вызовет большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты (предохранители, автоматы и т.п.) и отключение поврежденной установки от питающей сети. Поэтому запрещается в нулевой провод устанавливать предохранители и выключатели. Непрерывность цепи достигается соединением отдельных ее участков путем сварки. Без наличия этой связи теряет смысл защита.

Надежное заземление/зануление обеспечивает: быстрое отключение аварийного участка, снижение напряжение прикосновения. Зануление, также как и заземление обладают одним и тем же недостатком: не защищают человека от действия электрического тока при прикосновении к токоведущим частям. Назначение заземления и зануления – снижение до безопасного значения напряжения относительно земли

Заземление или зануление электроустановок не требуется при номинальных напряжениях до 42 В переменного тока и до 110В постоянного тока кроме электроустановок во взрывоопасных зонах любого класса и электросварочных установок.